

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

VITOR HUGO DOS SANTOS FILHO

**PROPOSTA DE UM MODELO INTEGRADO PARA AVALIAÇÃO DOS RISCOS
DIGITAIS NO CONTEXTO DA TRANSFORMAÇÃO DIGITAL EM INDÚSTRIAS**

PONTA GROSSA

2024

VITOR HUGO DOS SANTOS FILHO

**PROPOSTA DE UM MODELO INTEGRADO PARA AVALIAÇÃO DOS RISCOS
DIGITAIS NO CONTEXTO DA TRANSFORMAÇÃO DIGITAL EM INDÚSTRIAS**

**Proposal of an Integrated Model for Assessing Digital Risks in the Context of
Digital Transformation in Industries**

Tese apresentada como requisito para obtenção do título de
Doutor em Engenharia de Produção/Programa de Pós-
graduação em Engenharia de Produção da Universidade
Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Orientador: Dr. Luis Mauricio Martins de Resende.

PONTA GROSSA

2024



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Esta licença permite compartilhamento, remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, mesmo para fins comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es). Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.



**Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus Ponta Grossa**



VITOR HUGO DOS SANTOS FILHO

**PROPOSTA DE UM MODELO INTEGRADO PARA AVALIAÇÃO DOS RISCOS DIGITAIS NO CONTEXTO
DA TRANSFORMAÇÃO DIGITAL EM INDÚSTRIAS**

Trabalho de pesquisa de doutorado apresentado como requisito para obtenção do título de Doutor Em Engenharia De Produção da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Área de concentração: Gestão Industrial.

Data de aprovação: 13 de Dezembro de 2024

Dr. Luis Mauricio Martins De Resende, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Dr. Edwin Vladimir Cardoza Galdamez, Doutorado - Universidade Estadual de Maringá (Uem)

Dra. Franciely Velozo Aragao, Doutorado - Universidade Federal de Santa Catarina (Ufsc)

Dr. Gustavo Dambiski Gomes De Carvalho, Doutorado - Faculdade da Industria - Senai

Dra. Joseane Pontes, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Documento gerado pelo Sistema Acadêmico da UTFPR a partir dos dados da Ata de Defesa em 16/12/2024.

DEDICO esta tese, primeiramente, a Deus, fonte de toda sabedoria e força, que me sustentou ao longo destes mais de 4 anos.

À minha mãe, Degmar Almeida, por acreditar em mim e sonhar juntamente comigo.

E ao meu tio, José Teodoro (in memoriam), que partiu este ano, mas deixou em mim lições que me ajudaram a ser o homem que sou hoje.

AGRADECIMENTOS

O processo de doutorado é sempre desafiador, não apenas pelas exigências acadêmicas e a complexidade em cumprir todos os requisitos, mas também por se tornar uma jornada solitária. As renúncias e abdições, a ausência em datas comemorativas e momentos especiais com a família, tornam esse caminho ainda mais árduo. Por isso, este espaço de agradecimentos é tão especial para mim, pois é a oportunidade de registrar as memórias desse período de dedicação e, sobretudo, reconhecer as pessoas que foram fundamentais nesta trajetória. Sinto-me muito privilegiado por ter ao meu lado pessoas incríveis, que tornaram o processo mais leve, que me apoiaram e incentivaram e que sonharam comigo.

Hoje, o “menino” que saiu de uma pequena cidade no interior de Minas Gerais, com pouco mais de 9 mil habitantes, se torna Doutor. Este título não representa apenas uma conquista acadêmica: ele simboliza a realização pessoal e profissional de alguém que, antes foi jornalista, vendedor, *office boy*, carteiro, auxiliar administrativo e professor. Tenho um orgulho imenso de olhar para trás e ver de onde eu saí e aonde cheguei, o que tinha e o que conquistei até aqui.

"Não fui eu que te ordenei? Seja forte e corajoso! Não temas, nem te assustes, porque o Senhor, teu Deus, está contigo por onde quer que andares." (Josué 1:9)

Esse versículo me guiou durante todos esses anos de doutorado. Nos momentos de aflição, dúvida, angústia e tristeza por estar longe da família, era em Deus que eu buscava forças. Durante este período, enfrentei a pandemia da COVID-19, perdi parte do meu estudo por causa de um problema no *notebook* e houve muitos momentos em que pensei em desistir. Assim, começo meus agradecimentos a Deus, por ser o meu alicerce, meu refúgio e meu melhor amigo. Ele esteve comigo em todos os momentos, me fortalecendo, direcionando, dando sabedoria e saúde. Nunca haverá palavras suficientes para agradecer a Deus por tudo o que Ele fez e faz por mim.

À minha mãe, Degmar Almeida, que, mesmo com pouco estudo, foi minha maior inspiração para concluir este doutorado. Mãe, eu te agradeço pela dádiva da vida, por todo o cuidado, por ter renunciado sua vida em prol dos seus "quatro filhos". Quando decidi fazer mestrado e doutorado, além da paixão por ensinar, foi por você, para te encher de orgulho. Obrigado por entender minhas ausências, por aceitar os abraços que não aconteceram em datas especiais, por nunca me cobrar nada, e por sempre dizer, nos momentos em que pensei em desistir: "Pense bem, você já chegou tão longe para desistir agora." Obrigado por tudo, mãe, por ter sido mãe e pai, por cada oração. Você é e sempre será minha maior fonte de inspiração. Esse título é por mim e por você. Seu filho finalmente é um doutor.

Aos meus irmãos, Tales Almeida e Jessé Almeida, ao meu padrasto, Baltazar Oliveira, aos meus afilhados Heloísa, Antonella e Lorenzo, tios, primos e amigos de longe e de perto, agradeço por todo o apoio, por vibrarem comigo a cada conquista, por suportarem meu mau humor e estresse, e por acreditarem em mim, muitas vezes mais do que eu mesmo. Um agradecimento especial à Tia Imaculada Nascimento, por cada oração e por sua preocupação constante ao longo desses anos. Ao meu tio, José Teodoro (*in memoriam*), que, mesmo sem saber, ajudou na minha criação. Sua lembrança estará sempre viva em mim, sou eternamente grato por tê-lo tido em minha vida.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Luis Mauricio Resende, registro minha eterna gratidão. Em muitos momentos ao longo do doutorado, confesso que pensei em desistir. Diversas vezes ensaiei discursos para comunicar minha decisão, mas o senhor, sempre tão humano e compreensivo, me “desarmava” em cada reunião. Tenho certeza de que, sem seu apoio e paciência, não teria chegado até aqui. Desde o mestrado, quando até mesmo assinar a lista de presença era um desafio por conta do nervosismo, o senhor demonstrou compreensão e me deu o primeiro voto de confiança ao aceitar-me no grupo de pesquisa. Seu profissionalismo, humildade e conhecimento são inspiradores. Agradeço por cada reunião, cada ensinamento e cada puxão de orelha, que me ajudaram a crescer e amadurecer. O professor tem minha mais profunda admiração.

Agradeço também à minha banca de qualificação, Prof.^a Dra. Joseane Pontes, Prof.^a Dra. Fernanda Treinta e Prof. Dr. Rui Tadashi, pelas valiosas contribuições, sugestões e correções, que foram essenciais para aprimorar este trabalho e nortear seu desenvolvimento.

Aos professores Dr. Edwin Galdamez, Dra. Franciely Aragão, Dr. Gustavo de Carvalho, e Dra. Joseane Pontes, minha gratidão por aceitarem o convite para compor a banca de defesa e conclusão de meu doutorado. Suas contribuições e reflexões foram essenciais para o enriquecimento deste trabalho, e agradeço imensamente por dedicarem seu tempo e conhecimento para revisar e contribuir neste estudo.

Aos colegas do grupo de pesquisa EORE, expresso minha gratidão por todo o apoio ao longo dessa jornada de desafios e aprendizado. Em muitos momentos compartilhamos dificuldades, mas também celebramos juntos nossas conquistas. Agradeço ao Rodrigo de Barros, à Nádyá Muzulon e ao Leonardo Breno, por dividirem comigo algumas dores e angústias.

Em especial, ao Leonardo Breno pela amizade, por estar sempre disponível para tirar dúvidas, apoiar e me incentivar a seguir em frente, acreditando em mim quando nem eu mesmo acreditava. Ao Ramon Soltovski, sou imensamente grato por ter me ajudado nos primeiros passos deste trabalho, contribuindo para a compreensão sobre o tema. Ao Thales Rodrigues, meu

contrerrâneo, pelo apoio e suporte nos momentos em que precisei. À Maytê Pietrobelli, agradeço pelas conversas que me trouxeram alívio e pelo suporte na reta final. Agradeço também ao Gustavo Dambiski, sempre muito prestativo, que me auxiliou com métodos estatísticos, e a todos os pesquisadores do grupo, que compartilharam comigo essa jornada incrível de aprendizado.

Aos amigos que a pós-graduação me deu, em especial a Kaline Araujo, Camila Matos, Bethânia Rodrigues, Ramon Soltovski, Alana Corsi, Ana Cristina e André Soares, a jornada foi muito mais divertida com vocês. Ao Gabriel Oliveira, amigo de república, agradeço a amizade e apoio durante todos estes anos.

À minha Célula e aos amigos da Igreja Renovo, vocês foram mais do que amigos, vocês se tornaram minha família. Agradeço por estarem sempre ao meu lado, ouvindo minhas angústias, oferecendo palavras de apoio e incentivo, e por torcerem por mim a cada passo dessa jornada. Obrigado por cada oração, carinho e força que me ajudaram a seguir em frente.

À UNIFATEB, agradeço por me proporcionar a oportunidade de iniciar minha carreira docente. Agradeço aos meus ex-alunos, que contribuíram imensamente para o meu desenvolvimento pessoal e profissional. Em especial, sou grato ao egresso Eduardo Kmicik auxílio na construção do *Dashboard*. À Prof.^a Dra. Kelly Iarosz, agradeço por me ensinar que a docência vai muito além da sala de aula, e, de modo especial, à Prof.^a Mara de Oliveira, que me acolheu em Ponta Grossa, cuidou de mim e celebrou comigo cada conquista jornada.

À Agência de Inovação e Desenvolvimento, agradeço a amizade e apoio nos momentos finais do doutorado, por ouvir minhas lamentações, angústias e suportar meu estresse.

Agradeço a todos que gentilmente se dispuseram a responder ao meu questionário. A conclusão deste estudo só foi possível graças à colaboração de cada um de vocês, que dedicaram tempo para participar e, além disso, encaminharam o questionário para colegas de trabalho e amigos. A cada um de vocês, deixo aqui o meu mais sincero e profundo agradecimento.

Por fim, expresso minha gratidão à UTFPR, campus Ponta Grossa, pelo recurso financeiro destinado à publicação do artigo, pela oportunidade de cursar o doutorado e pela infraestrutura oferecida, que foram fundamentais para o desenvolvimento desta tese. Agradeço também à coordenação do PPGE, aos professores e servidores que tive o prazer de conhecer ao longo dessa trajetória, por todo apoio e contribuição, tornando essa jornada ainda mais especial.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para a conclusão deste estudo, aos que fizeram parte da minha trajetória acadêmica e pessoal, o meu mais sincero muito obrigado.

"Se vi mais longe, foi por estar de pé sobre ombros de gigantes". - Isaac Newton

“Porque dele, e por ele, e para ele são todas as coisas;

A Ele seja a glória para sempre!

Amém.”

Romanos 11:36

RESUMO

A transformação digital tem redefinido os processos produtivos e operacionais das organizações. De um lado, a Indústria 4.0 enfatiza na automação e na conectividade entre sistemas e máquinas para otimizar a eficiência, enquanto a Indústria 5.0 promove um equilíbrio mais humano, promovendo a colaboração entre tecnologias e trabalhadores. No entanto, essa transformação também traz desafios significativos, como a sobrecarga de informações, a crescente dependência da *internet*, vulnerabilidades na segurança dos sistemas, entre outros riscos emergentes. Este estudo surgiu da identificação de *GAPs* na literatura, onde os modelos de avaliação desses riscos ainda são incipientes e pouco explorados, tornando incerto quais são os impactos reais dessa transformação digital. Diante disso, o objetivo deste estudo foi desenvolver um modelo integrado para avaliar os riscos digitais no contexto da transformação digital nas indústrias (Modelo Integrado de Riscos Digitais da Transformação Digital – IMRD-DT). Para cumprir esse objetivo, inicialmente foi realizada uma revisão sistemática da literatura, que permitiu o levantamento e a categorização dos riscos digitais. A partir disso, foi desenvolvido um modelo teórico composto por 11 dimensões e 49 riscos digitais. Com base nessas dimensões e variáveis, foi elaborado um instrumento de pesquisa para mensurar e avaliar os riscos digitais, bem como o impacto que esses riscos podem causar nas indústrias. O modelo foi validado em 62 indústrias de diferentes segmentos. A partir da aplicação do instrumento de pesquisa construiu-se mapas de riscos digitais associando seus impactos à implementação da transformação digital. A análise identificou o nível de probabilidade de ocorrência dos riscos em cada uma das 62 indústrias mostrando que 8 indústrias estavam no nível 2 (baixa probabilidade), 28 no nível 3 (probabilidade moderada) e 26 no nível 4 (alta probabilidade). Estatisticamente, a consistência do modelo foi validada por meio do Teste Alfa de *Cronbach*, enquanto o método *Fuzzy Delphi* foi utilizado para obter consenso entre especialistas sobre os riscos digitais. Adicionalmente, foram propostas 150 ações de mitigação para o conjunto dos 49 riscos digitais. Foi desenvolvida também uma ferramenta digital em formato de *Dashboard*, que facilita a compreensão e análise dos dados, contribuindo para a tomada de decisões estratégicas. O modelo desenvolvido neste estudo pode ser utilizado como ferramenta de diagnóstico para que as empresas identifiquem suas maiores probabilidades de ocorrência dos riscos digitais e avaliem os impactos potenciais. Além disso, o modelo pode ser utilizado para auxiliar as empresas na preparação para os desafios da transformação digital no contexto industrial.

Palavras-Chave: transformação digital; avaliação de riscos; Indústria 4.0; riscos digitais; impactos dos riscos; Indústria 5.0.

ABSTRACT

Digital transformation has been redefining the production and operational processes of organizations. On one hand, Industry 4.0 emphasizes automation and connectivity between systems and machines to optimize efficiency, while Industry 5.0 fosters a more human-centered approach, enhancing collaboration between technologies and workers. However, this transformation also introduces significant challenges, such as information overload, increasing internet dependency, cybersecurity vulnerabilities, and other emerging risks. This study stems from the identification of gaps in literature, where risk assessment models remain incipient and insufficiently explored, leading to uncertainty regarding the actual impacts of digital transformation. In this context, the objective of this study was to develop an integrated model for assessing digital risks within the framework of digital transformation in industries. This study aims to propose an integrated model for assessing digital risks in the context of digital transformation in industries (Integrated Model of Digital Risks in Digital Transformation – IMRD-DT). To achieve this goal, a systematic literature review was initially conducted, enabling the identification and categorization of these digital risks. Based on this foundation, a theoretical model comprising 11 dimensions and 49 digital risks was developed. From these dimensions and variables, a research instrument was designed to measure and evaluate digital risks, as well as their potential impact on industries. The model was validated in 62 industries across different segments. Through the application of the research instrument, digital risk maps were constructed, associating risk impacts with the implementation of digital transformation. The analysis revealed the probability levels of risk occurrence in each of the 62 industries, showing that 8 industries were at level 2 (low probability), 28 at level 3 (moderate probability), and 26 at level 4 (high probability). Statistically, the model's consistency was validated using Cronbach's Alpha Test, while the Fuzzy Delphi method was employed to achieve expert consensus on digital risks. Additionally, 150 mitigation actions were proposed for the set of 49 digital risks. A digital tool in the form of a dashboard was also developed to facilitate data interpretation and analysis, contributing to strategic decision-making. The model developed in this study can serve as a diagnostic tool for companies to identify the highest probabilities of digital risk occurrences and assess their potential impacts. Furthermore, the model can support companies in preparing for the challenges of digital transformation within the industrial context.

Keywords: digital transformation; risk assessment; Industry 4.0; digital risks; risk impacts; Industry 5.0.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - <i>GAPs</i> para a Originalidade deste Estudo.....	33
Figura 2 - Estruturação da Tese.	40
Figura 3 - Histórico das Revoluções Industriais.	42
Figura 4 - Cinco Componentes Essenciais da Transformação Digital.	45
Figura 5 - Relação da Indústria com a Transformação Digital.	47
Figura 6 - Tecnologias Impulsionadoras da Indústria 4.0.	54
Figura 7 - Paradigmas da Sociedade 5.0.	62
Figura 8 - Etapas para o Gerenciamento de Riscos.	65
Figura 9 - Exemplo de Matriz de Probabilidade e Impacto com Esquema de Pontuação.	69
Figura 10 - Etapas da Metodologia da Pesquisa.	76
Figura 11 - Caracterização da Pesquisa.....	78
Figura 12 - Sequência da Análise Sistemática da Literatura utilizando a <i>Methodi Ordinatio</i>	79
Figura 13 - <i>Querys</i> da Pesquisa.....	83
Figura 14 - Critérios Utilizados para Filtragem.	85
Figura 15 - Etapas para a Elaboração da Análise de Conteúdo.....	89
Figura 16 - Interface do <i>Software QSR Nvivo® version 10</i>	90
Figura 17 - Exemplo do "Nó" construído no <i>QSR Nvivo® version 10</i>	91
Figura 18 - "Nós" das Dimensões em que os Riscos Digitais foram Agrupados.....	92
Figura 19 - Organização das Dimensões e Riscos Digitais organizados em "Nós".	93
Figura 20 - Número de Fontes e Referências utilizadas no Agrupamento dos "Nós".	94
Figura 21 - Representação Gráfica das Dimensões dos Riscos Digitais da Transformação Digital.	95
Figura 22 - Categorização dos Riscos Digitais provenientes da Transformação Digital. ..	98
Figura 23 - Exemplo da Estrutura do Questionário Elaborado para Avaliação dos Riscos Digitais da Transformação Digital.	110
Figura 24 - Exemplo da Estrutura do Questionário Elaborado para Avaliar Qualitativamente o Impacto dos Riscos Digitais provenientes da Transformação Digital.	111
Figura 25 - Exemplo da Estrutura do Questionário Elaborado para Avaliar Quantitativamente o Impacto dos Riscos Digitais provenientes da Indústria 4.0.	112
Figura 26 - Números Triangulares <i>Fuzzy</i>	118
Figura 27 - Números <i>Fuzzy</i> Triangulares para uma Escala Likert de 5 Pontos.....	119
Figura 28 - Níveis de Classificação da Probabilidade de Ocorrência dos Riscos Digitais no Contexto da Transformação Digital.	124
Figura 29 - Exemplo de Resultado de Classificação de Riscos.	125
Figura 30 - Impactos da Dimensão Social.....	127
Figura 31 - Mapa de Risco Quantitativo de Probabilidade de Impacto da Dimensão Tecnológica.	129
Figura 32 - Modelo Integrado para Avaliação dos Riscos Digitais no Contexto da Transformação Digital em Indústrias.	131
Figura 33 - Estrutura do Capítulo de Resultados e Discussões.	135
Figura 34 - Principais Países de Afiliação do Autores.....	142
Figura 35 - <i>Clusters</i> de Palavras-Chaves (<i>Software VOSviewer®</i>).....	145
Figura 36 - Ocorrência de Palavras-Chaves (<i>Software VOSviewer®</i>).....	146
Figura 37 - Mapa de Árvore das Dimensões que os Riscos Digitais foram Agrupados. ..	150
Figura 38 - Mapa de Árvore dos Riscos Digitais agrupados por suas Dimensões.	153

Figura 39 - Modelo Teórico das Dimensões e Riscos Digitais da Transformação Digital.	155
Figura 40 - Relação do Gênero dos Respondentes da Pesquisa.	166
Figura 41 - Cargo em Relação ao Gênero dos Respondentes das Indústrias.	166
Figura 42 - Nível de Escolaridade dos Respondentes.	167
Figura 43 - Formação Acadêmica dos Respondentes.	168
Figura 44 - Estados de Localização das Indústrias dos Respondentes.	170
Figura 45 - Segmento de Atuação das Indústrias Respondentes.	171
Figura 46 - Classificação da Indústria em relação ao Porte da Indústria.	171
Figura 47 - Tempo de Atuação na Indústria em Relação à Média de	173
Figura 48 - Nível de Conhecimento sobre as Tecnologias da Indústria 4.0.	174
Figura 49 - Diagnóstico da Indústria Destaque por Menor Nível de Risco.	184
Figura 50 - Diagnóstico da Indústria que apresentou Maior Nível de Risco.	185
Figura 51 - Impacto dos Riscos Ambientais na Dimensão Ambiental e demais Dimensões.	192
Figura 52 - Impacto dos Riscos Culturais na Dimensão Cultural e demais Dimensões.	193
Figura 53 - Impacto dos Riscos Econômicos na Dimensão Econômica e demais Dimensões.	194
Figura 54 - Impacto dos Riscos Educacionais na Dimensão Educacional e demais Dimensões.	195
Figura 55 - Impacto dos Riscos Humanos na Dimensão Humana e demais Dimensões.	196
Figura 56 - Impacto dos Riscos de Saúde e Segurança na Dimensão de Saúde e Segurança e demais Dimensões.	197
Figura 57 - Impacto dos Riscos de Gestão na Dimensão de Gestão e demais Dimensões.	198
Figura 58 - Impacto dos Riscos Organizacionais na Dimensão Organizacional e demais Dimensões.	199
Figura 59 - Impacto dos Riscos Políticos-Legais na Dimensão Político-Legal e demais Dimensões.	200
Figura 60 - Impacto dos Riscos Sociais na Dimensão Social e demais Dimensões.	201
Figura 61 - Impacto dos Riscos Tecnológicos na Dimensão Tecnológica e demais Dimensões.	202
Figura 62 - Quantitativo do Impacto por Dimensão de acordo com a Frequência de Resposta.	203
Figura 63 - Probabilidade de Ocorrência dos Riscos Digitais em Relação a Dimensão Ambiental.	207
Figura 64 - Probabilidade de Ocorrência dos Riscos Digitais em Relação a Dimensão Cultural.	208
Figura 65 - Probabilidade de Ocorrência dos Riscos Digitais em Relação a Dimensão Econômica.	209
Figura 66 - Probabilidade de Ocorrência dos Riscos Digitais em Relação a Dimensão Educacional.	210
Figura 67 - Probabilidade de Ocorrência dos Riscos Digitais em Relação a Dimensão Humana.	211
Figura 68 - Probabilidade de Ocorrência dos Riscos Digitais em Relação a Dimensão de Saúde e Segurança.	213
Figura 69 - Probabilidade de Ocorrência dos Riscos Digitais em Relação a Dimensão de Gestão.	214
Figura 70 - Probabilidade de Ocorrência dos Riscos Digitais em Relação a Dimensão Organizacional.	215

Figura 71 - Probabilidade de Ocorrência dos Riscos Digitais em Relação a Dimensão Político-legal.	217
Figura 72 - Probabilidade de Ocorrência dos Riscos Digitais em Relação a Dimensão Social.	218
Figura 73 - Probabilidade de Ocorrência dos Riscos Digitais em Relação a Dimensão Tecnológica.	219
Figura 74 - <i>Dashboard</i> – Primeira Tela.....	231
Figura 75 - <i>Dashboard</i> – Segunda Tela.	231
Figura 76 - <i>Dashboard</i> – Terceira Tela.	232
Figura 77 - <i>Dashboard</i> – Quarta Tela.	233
Figura 78 - <i>Dashboard</i> – Penúltima Tela.	233
Figura 79 - <i>Dashboard</i> – Última Tela.	234

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Comparação de Artigos Publicados em Anais de Congressos.....	136
Gráfico 2 - Comparação de Artigos Publicados entre Estudos Conceituais e Estudos Empíricos.....	137
Gráfico 3 - Distribuição dos estudos em Relação a Metodologia Empregada	138
Gráfico 4 - Número de Artigos Incluídos por Ano.	139
Gráfico 5 - Representação Gráfica de Riscos de Maior e Menor Ocorrência por Dimensão.....	180
Gráfico 6 - Representação Gráfica por Média dos Níveis de Riscos Digitais por Segmento.	186
Gráfico 7 - Riscos Digitais mais Propensos a Ocorrer no Contexto Industrial.....	188
Gráfico 8 - Riscos Digitais menos Propensos a Ocorrer no Contexto Industrial.....	189

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Principais Características das Revoluções Industriais.	44
Quadro 2 - Conceitos e Definições da Indústria 4.0.	48
Quadro 3 - Tecnologias Impulsionadoras da Indústria 4.0.	51
Quadro 4 - Comparativo entre a I4.0 e I5.0.	62
Quadro 5 - Descrição dos Modelos que Abordam os Riscos e Impactos da Transformação Digital.	72
Quadro 6 - Eixos de Pesquisa e Palavras-Chaves.	81
Quadro 7 - Descrição das Dimensões dos Riscos Digitais provenientes Transformação Digital.	96
Quadro 8 - Categorização das Dimensões e Riscos Digitais provenientes da Transformação Digital.	98
Quadro 9 - Exemplo de Mapa de Risco Digital versus Impacto Qualitativo.	128
Quadro 10 - Ações de Mitigação para os Riscos Digitais no Contexto da Transformação Digital.	130
Quadro 11 - Riscos Agrupados por Níveis de Acordo com os Respondentes.	178
Quadro 12 - Riscos de Maior e Menor Probabilidade de Ocorrência por Dimensão.	179
Quadro 13 - Classificação dos Riscos por Dimensões de Acordo com os Impactos.	205
Quadro 14 - Proposta de Ações para Mitigação dos Riscos Digitais da Transformação Digital em Indústrias.	222

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Resultado da Pesquisa Preliminar nas Bases de Dados.	80
Tabela 2 - Números Triangulares <i>Fuzzy</i> a partir da Escala <i>Likert</i> de 5 Pontos.....	118
Tabela 3 - Exemplo dos critérios para o <i>Fuzzy Delphi Method</i>	122
Tabela 4 - Exemplo para Classificação dos Riscos em Primeira, Segunda e Terceira Ordem.	122
Tabela 5 - Distribuição dos Artigos por Periódico.....	139
Tabela 6 - Distribuição dos Artigos por Anais de Congressos (Conferências).....	141
Tabela 7 - Países de Afiliação dos Autores e Coautores.	143
Tabela 8 - TOPs 20 com as Principais Afiliações dos Autores e Coautores.	144
Tabela 9 - Mapeamento das Dimensões a partir da Ocorrência de Fontes e Referências.	147
Tabela 10 - Agrupamento das Dimensões a partir da Ocorrência de Fontes e Referências.	149
Tabela 11 - Agrupamento dos Riscos Digitais a partir da Ocorrência de Fontes e Referências.....	150
Tabela 12 - Resultado Alfa de <i>Cronbach</i> (α) do Instrumento de Pesquisa.	156
Tabela 13 - Resultado do <i>Fuzzy Delphi Method</i> para os Riscos Digitais da Transformação Digital.	159
Tabela 14 - Classificação dos Riscos em Primeira, Segunda e Terceira Ordem de acordo com o método <i>Fuzzy Delphi</i>	162
Tabela 15 - Dados Demográficos da Amostra de Respondentes.....	165
Tabela 16 - Caracterização das Indústrias dos Respondentes.	169
Tabela 17 - Tempo de Atuação, Nível de Conhecimento e Tecnologias da Indústria 4.0.	172
Tabela 18 - Classificação dos Níveis de Riscos Digitais por Indústria Respondente.	175
Tabela 19 - Classificação dos Níveis de Riscos Digitais por Segmento da Indústria.	186

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABEPRO	Associação Brasileira de Engenharia de Produção
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CLP	Controladores Lógicos Programáveis
CNI	Confederação Nacional da Indústria
CPS	<i>Cyber-Physical System</i> (Sistema Ciberfísico)
EORE	Engenharia Organizacional e Redes de Empresas
EP	Engenharia de Produção
I4.0	Indústria 4.0
I5.0	Indústria 5.0
IA	Inteligência Artificial
IMRD-DT	<i>Integrated Model of Digital Risks in Digital Transformation</i>
IoT	<i>Internet of Things</i> (Internet das Coisas)
IIoT	<i>Internet Industrial das Coisas</i>
PIB	Produto Interno Bruto
PMEs	Pequenas e Médias Empresas
PPGEP	Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção
RD	Risco Digital
RFID	<i>Radio Frequency Identification</i> (Identificação por Radiofrequência)
S5.0	Sociedade 5.0
SPSS	<i>Statistical Package for the Social Sciences</i>
TD	Transformação Digital
TICs	Tecnologia da Comunicação e Informação
UTFPR	Universidade Tecnológica Federal do Paraná

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	21
1.1	Objetivos	24
1.1.1	Objetivo geral.....	24
1.1.2	Objetivos específicos	24
1.2	Justificativa do estudo	24
1.3	Originalidade do estudo.....	29
1.4	Contribuição do estudo para a Engenharia de Produção e o grupo de pesquisa Indústria 4.0 e Engenharia Organizacional (EORE).....	34
1.5	Escopo do estudo	36
1.6	Estrutura da tese	38
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	41
2.1	Revoluções industriais	41
2.2	Transformação digital (TD)	44
2.3	Indústria 4.0.....	47
2.3.1	Tecnologias impulsionadoras da Indústria 4.0.....	51
<u>2.3.1.1</u>	<u>Big data</u>	<u>55</u>
<u>2.3.1.2</u>	<u>Blockchain.....</u>	<u>55</u>
<u>2.3.1.3</u>	<u>Cloud computing (computação em nuvem)</u>	<u>56</u>
<u>2.3.1.4</u>	<u>Cyber-physical system (sistema ciberfísico – CPS).....</u>	<u>56</u>
<u>2.3.1.5</u>	<u>Cyber security (cibersegurança).....</u>	<u>56</u>
<u>2.3.1.6</u>	<u>Digital twin - DT (gêmeos digitais)</u>	<u>57</u>
<u>2.3.1.7</u>	<u>Inteligência artificial (IA)</u>	<u>57</u>
<u>2.3.1.8</u>	<u>Internet of things (internet das coisas) – IoT</u>	<u>58</u>
<u>2.3.1.9</u>	<u>Internet industrial das coisas (IIoT)</u>	<u>58</u>
<u>2.3.1.10</u>	<u>Machine learning (aprendizado de máquina)</u>	<u>58</u>
<u>2.3.1.11</u>	<u>Manufatura aditiva (impressão 3D)</u>	<u>59</u>
<u>2.3.1.12</u>	<u>Radio frequency identification (identificação por radiofrequência – RFID)</u>	<u>59</u>
<u>2.3.1.13</u>	<u>Realidade aumentada/realidade virtual (RA/RV)</u>	<u>59</u>
<u>2.3.1.14</u>	<u>Robôs autônomos.....</u>	<u>59</u>
<u>2.3.1.15</u>	<u>Simulação.....</u>	<u>60</u>
<u>2.3.1.16</u>	<u>5G/6G.....</u>	<u>60</u>
2.4	Indústria e Sociedade 5.0.....	60
2.5	Gerenciamento de riscos.....	63
2.6	Riscos da transformação digital.....	66
2.7	Matriz de probabilidade de risco e impacto	68
2.8	Modelos de mensuração de riscos e impactos.....	70
2.9	Considerações sobre o capítulo	73
3	METODOLOGIA DA PESQUISA	75
3.1	Metodologia para construção da base teórica do modelo integrado para avaliação dos riscos digitais no contexto da transformação digital	75
3.1.1	Caracterização da pesquisa	75
3.1.2	Procedimentos para revisão sistemática da literatura (RSL)	78
<u>3.1.2.1</u>	<u>Estabelecendo a intenção da pesquisa</u>	<u>80</u>
<u>3.1.2.2</u>	<u>Pesquisa preliminar nas bases de dados</u>	<u>80</u>
<u>3.1.2.3</u>	<u>Definição das palavras-chaves, bases de dados e delimitação temporal.....</u>	<u>80</u>
<u>3.1.2.4</u>	<u>Pesquisa definitiva nas bases de dados</u>	<u>82</u>
<u>3.1.2.5</u>	<u>Procedimentos de filtragem</u>	<u>84</u>

3.1.2.6	Identificação do fator de impacto, ano de publicação e número de citações	86
3.1.2.7	<i>InOrdinatio</i>	87
3.1.2.8	Localização dos textos em formato integral	87
3.1.2.9	Leitura sistemática e análise do artigos	88
3.1.3	Procedimentos para a análise de conteúdo	89
3.1.3.1	Análise preliminar do conteúdo	90
3.1.3.2	Exploração do material	92
3.1.3.3	Estudo quantitativo e análise.....	93
3.1.4	Caracterização dos riscos digitais da transformação digital	94
3.1.5	Elaboração do instrumento de pesquisa (questionário).....	109
3.1.5.1	Validação do instrumento de pesquisa (questionário)	113
3.2	Metodologia para construção da base matemática do modelo integrado para avaliação dos riscos digitais no contexto da transformação digital	114
3.2.1	Análise de confiabilidade e validação do questionário – Alfa de <i>Cronbach</i>	114
3.2.2	Método de apoio multicritério à decisão <i>Fuzzy Delphi Method</i>	115
3.2.2.1	Números triangulares <i>Fuzzy Delphi</i>	117
3.2.2.2	Fuzzificação	119
3.2.2.3	Defuzzificação	120
3.2.2.4	Limite e critérios de filtragem.....	120
3.3	Metodologia para construção do modelo integrado para avaliação dos riscos digitais no contexto da transformação digital	123
3.3.1	Diagnóstico do modelo	123
3.3.2	Criação dos mapas de riscos <i>versus</i> impactos.....	126
3.3.2.1	Mapa de riscos qualitativo do impacto	127
3.3.2.2	Mapa de riscos quantitativo do impacto	129
3.3.3	Proposição de ações para mitigação dos riscos digitais	130
3.3.4	Construção de ferramenta tecnológica em forma de <i>dashboard</i>	130
3.4	Considerações sobre o capítulo	132
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	134
4.1	Resultados da base teórica para construção do modelo integrado para avaliação dos riscos digitais no contexto da transformação digital	136
4.1.1	Análise bibliométrica dos artigos da revisão sistemática da literatura (RBS)	136
4.1.2	Resultados da análise de conteúdo	147
4.1.2.1	Resultados das dimensões para construção do modelo	147
4.1.2.2	Resultados dos riscos digitais para construção do modelo	148
4.1.3	Resultados da categorização das dimensões e dos riscos digitais da transformação digital e proposição do modelo teórico	154
4.2	Resultados da base matemática para construção do modelo integrado para avaliação dos riscos digitais no contexto da transformação digital.....	156
4.2.1	Resultado da aplicação do teste Alfa de <i>Cronbach</i>	156
4.2.2	Resultado do <i>Fuzzy Delphi Method</i>	159
4.3	Resultados para o modelo integrado para avaliação dos riscos digitais no contexto da transformação digital	164
4.3.1	Apresentação do perfil dos respondentes	164
4.3.2	Caracterização das indústrias	168
4.3.3	Diagnóstico do modelo integrado dos riscos digitais da transformação digital	175
4.3.4	Criação dos mapas dos riscos digitais e impactos.....	191
4.3.4.1	Mapa de riscos do impacto (mapa qualitativo)	191
4.3.4.2	Mapa de riscos do impacto (mapa quantitativo)	207

4.3.5	Proposta de ações para mitigação dos riscos digitais da transformação digital em indústrias	221
4.3.6	Ferramenta tecnológica em forma de <i>dashboard</i>	230
4.4	Considerações sobre o capítulo	235
5	CONCLUSÕES	238
	REFERÊNCIAS	243
	APÊNDICES.....	263
	APÊNDICE A - Artigos utilizados na revisão sistemática de literatura (RBS) para construção do <i>portfólio</i> bibliográfico ordenados pela <i>Methodi Ordinatio</i>	264
	APÊNDICE B - 229 artigos da segunda revisão bibliográfica que foi aplicado o princípio de Pareto.....	275
	APÊNDICE C - Abordagem dos artigos selecionados para a construção da base teórica do modelo integrado para avaliação dos riscos digitais no contexto da transformação digital em indústrias	296
	APÊNDICE D - Elaboração do instrumento de pesquisa (questionário) para avaliar os riscos digitais e seus impactos no contexto da transformação digital em indústrias	349
	APÊNDICE E - Lista completa das instituições de afiliação dos autores.....	397
	APÊNDICE F - Tabulação das notas dos riscos digitais no contexto da transformação digital	404
	APÊNDICE G - Tabulação do <i>Fuzzy Delphi Method</i> para os riscos digitais da transformação digital.....	409
	APÊNDICE H - Diagnóstico de riscos digitais das indústrias participantes do estudo.....	430
	APÊNDICE I - Representação gráfica individual dos riscos digitais por segmento de atuação das indústrias	438

1 INTRODUÇÃO

O mundo contemporâneo está passando por profundas transformações econômicas, sociais, tecnológicas e ambientais. A globalização e o avanço acelerado da tecnologia estão alterando drasticamente as formas de viver, produzir e consumir produtos e serviços. Novas tecnologias e sistemas de gestão empresarial estão surgindo, transformando rapidamente o cenário organizacional. Diante disso, as empresas devem se adaptar a essas mudanças, que deixaram de ser eventuais para se tornarem essenciais na formulação de novas estratégias organizacionais e na garantia da sustentabilidade empresarial.

As Revoluções Industriais tiveram impactos significativos na sociedade, afetando os contextos social, ambiental, econômico e tecnológico. Segundo Schwab (2017) e Mora Sanchez (2019b), essas revoluções trouxeram mudanças desde o uso de máquinas a vapor até a produção mecanizada em fábricas, culminando na interconexão e gestão de grandes volumes de dados. Parte dessas transformações está associada à chamada Quarta Revolução Industrial, que se caracteriza pela integração e uso de tecnologias digitais, físicas e biológicas, alcançando seu desenvolvimento completo (Li; Hou; Wu, 2017; Masar; Hudakova, 2019).

A Quarta Revolução Industrial, também conhecida como Indústria 4.0, está afetando de forma acelerada e profunda muitos processos organizacionais, promovendo a modernização tecnológica, a digitalização e a robotização, além de integrar sistemas e fluxos de trabalho com o uso crescente de Inteligência Artificial (IA) (Li; Hou; Wu, 2017; Masar; Hudakova, 2019; Alojaiman, 2023). Essa revolução utiliza a *Internet*, a digitalização de sistemas, o aprendizado de máquinas (*Machine Learning*), robôs autônomos, hiperconectividade, sensores, *Big Data*, sistemas em nuvem, sistemas ciberfísicos e biotecnologia. Com isso, altera a forma de produzir e proporciona o surgimento de novos modelos de negócios, modificando o mercado de trabalho, possibilitando novas formas de investimento, comunicação, consumo, entretenimento, educação, pesquisa e emprego (Khan *et al.*, 2017; Piccarozzi; Aquilani; Gatti, 2018; Galati; Bigliardi, 2019; Burgess; Connell, 2020; Bajic *et al.*, 2021; Hughes *et al.*, 2022; Senna *et al.*, 2022; Nouinou *et al.*, 2023).

Rodríguez-Espíndola *et al.*, (2022) destacam que a Indústria 4.0 levou a uma transformação digital rápida, automatizando processos de produção e aprimorando a tomada de decisões. Roth (2019) e Jedynak *et al.*, (2021) explicam que a transformação digital representa uma transição da era analógica para a digital, combinando tecnologias avançadas de

informação, computação, comunicação e conectividade para melhorar os negócios (Imran *et al.*, 2021; Ngo *et al.*, 2023).

A Transformação Digital, segundo Kumar e Mallipeddi (2022), está revolucionando a forma como as organizações produzem e operam. Enquanto a Indústria 4.0 dá ênfase na automação e eficiência operacional por meio da integração de sistemas, máquinas e operações, a Indústria 5.0 complementa essa abordagem, permitindo maior colaboração entre humanos e tecnologias. A Indústria 5.0 busca criar operações mais sustentáveis e centradas no ser humano. Além disso, a Indústria 5.0 está centrada no aspecto social e humano das tecnologias introduzidas pela Indústria 4.0 (Kumar; Mallipeddi, 2022; Mourtzis; Angelopoulos; Panopoulos, 2022; Alojaiman, 2023).

Já Piccarozzi, Aquilani e Gatti (2018) afirmam que, apesar dos muitos benefícios da Indústria 4.0, os riscos associados a essas transformações não podem ser ignorados e precisam ser gerenciados. Mora Sanchez (2019a) reforça que a Indústria 4.0 oferece diversas oportunidades, mas as organizações precisam compreender os desafios e riscos de sua implementação para gerenciá-los adequadamente.

Embora a transformação digital traga inúmeras oportunidades, também apresenta desafios que impactam os aspectos operacionais, gerenciais, sociais e humanos (Hughes *et al.*, 2022). Khan *et al.*, (2017) observam que a Quarta Revolução Industrial tende a causar grandes mudanças e impactos em todo Sistema de Produção (Manufatura e Serviços). Parte desses impactos advém da crescente dependência da *Internet* e das tecnologias digitais, que passaram a integrar o cotidiano da sociedade, gerando não apenas oportunidades de desenvolvimento, mas também riscos e ameaças (Brutovsky; Buganova, 2020; Salimova; Biryukova; Anikina, 2021).

Os riscos estão diretamente relacionados a incertezas e são uma parte inerente da transformação digital. Assim, embora as empresas possam se beneficiar da evolução tecnológica proporcionada pela Quarta Revolução Industrial, também devem lidar com riscos negativos (Roblek; Meško; Krapež, 2016; Piccarozzi; Aquilani; Gatti, 2018; Müller; Kiel; Voigt, 2018). O gerenciamento de riscos, conforme a ABNT – NBR ISO 31000:2018, é definido como um "conjunto de atividades coordenadas para controlar uma organização no que se refere aos riscos". Xu e Tang (2017) e Kumar e Mallipeddi (2022) afirmam que o gerenciamento de riscos deve ser um processo contínuo de identificação e tratamento dos riscos envolvidos em qualquer empreendimento ou ação.

O gerenciamento de riscos pressupõe que todas as suas vertentes e interações devem ser avaliadas de forma contínua. Uma vez identificados, os riscos devem ser tratados para minimizar seus impactos (Buganova; Simickova, 2020). Assim, é evidente que o gerenciamento de riscos é essencial para que as organizações se antecipem e evitem que esses riscos causem danos significativos. Identificar os riscos trazidos pela transformação digital para a sociedade, o meio ambiente, a economia e o desenvolvimento humano são fundamentais, pois, quando não gerenciados, esses riscos podem gerar sérias consequências para o sistema organizacional.

Os impactos sociais, econômicos e ambientais da transformação digital têm sido objeto de estudo em várias disciplinas ao redor do mundo. Esses estudos abordam tanto as oportunidades quanto as ameaças trazidas pela transformação digital. No entanto, a literatura acadêmica ainda apresenta inconsistências na interpretação dos riscos associados a essas tecnologias digitais (Grybauskas; Stefanini; Ghobakhloo, 2022).

Com base nisso, o presente trabalho busca responder à seguinte pergunta de pesquisa: ***Como propor um modelo integrado para a avaliação dos riscos digitais no contexto da Transformação Digital em Indústrias?***

Um risco digital pode ser definido como qualquer ameaça ou vulnerabilidade decorrente do uso de tecnologias digitais provenientes da transformação digital, capaz de comprometer a segurança, a privacidade ou a continuidade das operações de indivíduos ou empresas. A forma como esses riscos são denominados varia conforme o contexto, sendo frequentemente chamados de impactos, barreiras ou desafios da transformação digital. Essa falta de padronização pode dificultar a compreensão e a gestão eficaz desses riscos. Diante disso, o conceito de risco digital surge como uma resposta à necessidade de estabelecer uma terminologia mais unificada, permitindo uma análise mais clara e objetiva desses desafios.

Identificar os riscos digitais decorrentes da transformação digital e desenvolver uma ferramenta para avaliá-los pode beneficiar as organizações que buscam entender os riscos envolvidos em seus processos. Além de mitigar esses riscos, essa ferramenta pode servir como um diagnóstico para a gestão de riscos, proporcionando maior segurança nas tomadas de decisão e promovendo o desenvolvimento sustentável no contexto da transformação digital.

O modelo integrado abrange uma variedade de aspectos e levar em conta diferentes variáveis, sendo capaz de apoiar na tomada de decisão relacionada aos riscos digitais. Além disso, é reconhecido como uma ferramenta diagnóstica voltada para as indústrias, proporcionando uma análise estratégica no contexto da Transformação Digital.

A hipótese levantada neste estudo é que os riscos digitais decorrentes da transformação digital afetam não apenas o ambiente industrial e o setor de tecnologia, mas também geram impactos significativos em toda a sociedade. Esses impactos vão além dos tradicionais impactos econômicos, sociais e ambientais amplamente discutidos na literatura existente, abrangendo novas dimensões como educacional, gestão, saúde e segurança, político legal e outros que merecem atenção detalhada e contínua avaliação.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo geral

Propor um modelo integrado para avaliação dos riscos digitais no contexto da Transformação Digital em Indústrias (IMRD-DT).

1.1.2 Objetivos específicos

- a) Construir um *portfólio* bibliográfico abrangente sobre Transformação Digital e Riscos, a partir de uma Revisão de Literatura Sistematizada (RBS);
- b) Categorizar os riscos digitais provenientes da Transformação Digital;
- c) Estruturar um modelo teórico de Riscos Digitais no contexto da Transformação Digital em Indústrias;
- d) Validar o modelo proposto por meio de sua aplicação na Indústria;
- e) Criar mapas que representem visualmente os riscos digitais e seus impactos decorrentes da Transformação Digital;
- f) Propor ações para a mitigação dos riscos digitais identificados no contexto da Transformação Digital;
- g) Apresentar uma ferramenta tecnológica em forma de *Dashboard*, que permita a visualização intuitiva dos riscos digitais e dos mapas de impacto provenientes da Transformação Digital.

1.2 Justificativa do estudo

Com o advento da Indústria 4.0, o nível de industrialização aumentou exponencialmente, expandindo também a informatização e digitalização da manufatura. Esses fatores têm contribuído para o aumento da eficiência, competitividade e inovação nas organizações (Xu; Xu; Li, 2018). A incorporação das tecnologias digitais, apesar de não ser

algo novo, tem se intensificado nas organizações que desejam se manter atrativas e competitivas (Barreto; Amaral; Pereira, 2017; Ivanov; Dolgui; Sokolov, 2018).

Para aproveitar as oportunidades que a Indústria 4.0 proporciona, as organizações precisam inovar em seus processos e na aquisição e implementação de novas tecnologias (Tripathi; Gupta, 2021). No entanto, a adoção dessas tecnologias ainda é limitada, especialmente no Brasil, onde as políticas e incentivos governamentais voltados à Indústria 4.0 ainda são incipientes (Rodrigues *et al.*, 2021).

De acordo com a Confederação Nacional das Indústrias (CNI, 2024), a indústria brasileira é um dos principais pilares da economia nacional e abrange setores, como produção de bens de consumo, até a fabricação de máquinas e equipamentos. Mesmo apresentando desafios consideráveis é responsável pela geração de emprego e renda, movimentando uma parcela significativa do PIB.

O setor de indústria de transformação digital representa entre 11% e 12% do PIB brasileiro, registrando uma leve alta no primeiro trimestre de 2024. Em comparação com 2023, o PIB da indústria de transformação teve uma projeção de crescimento de 1,7%, um aumento de aproximadamente 3 pontos percentuais em relação ao desempenho do ano anterior (Agência Brasil, 2023; IBGE, 2024).

No Brasil, a Indústria 4.0 ainda está em fase de implantação, especialmente entre pequenas e médias empresas. Apesar da maturidade desigual em termos de adoção de tecnologias digitais, já se discute a Indústria e Sociedade 5.0, cujo foco está no ser humano e nos valores sociais e ecológicos (Müller, 2020). Tavares, Azevedo e Marques (2022) argumentam que a Sociedade 5.0 utiliza inovações da Indústria 4.0, como Inteligência Artificial e robótica, para criar sistemas que atendam às necessidades da sociedade.

Este estudo incorpora o conceito de Transformação Digital, abrangendo tanto a Indústria 4.0 quanto a Indústria 5.0, de forma a considerar as mudanças organizacionais e o impacto digital (Chamorro-Premuzic, 2021). As tecnologias da Indústria 4.0 são facilitadoras da transição para a Indústria 5.0, promovendo a transformação digital e equilibrando o desenvolvimento econômico com a mitigação de problemas sociais (Aquilani *et al.*, 2020; Sá *et al.*, 2021; Tavares; Azevedo; Marques, 2022).

Rodrigues *et al.*, (2021) destacam que as mudanças provocadas pela Indústria 4.0 afetam profundamente os sistemas ambientais, econômicos, sociais e políticos, tornando-se complexas de reverter. Embora a popularização da Indústria 4.0 traga benefícios, como o desenvolvimento de novos modelos de negócios, ela também apresenta desafios e riscos que

precisam ser cuidadosamente avaliados para evitar impactos indesejados (Mora Sanchez, 2019b).

A transformação digital trouxe inúmeros desafios e oportunidades, porém, seu impacto ainda é pouco explorado (Bag; Pretorius, 2022). Embora a Indústria 4.0 represente uma grande oportunidade de desenvolvimento, é fundamental avaliar os riscos associados à sua implementação. Segundo Brutovsky e Bugarova (2020) e Mora Sanchez (2019a), isso é necessário não apenas para aumentar a competitividade das organizações, mas também para promover o desenvolvimento social e regional.

De acordo com o Portal Deloitte (2023), a Indústria 4.0 ampliou as oportunidades no Brasil. No entanto, para que o país atinja a maturidade tecnológica necessária, é essencial que políticas públicas de incentivo sejam implementadas, com o governo desempenhando um papel ativo na facilitação e execução de tais iniciativas. A aprovação de projetos orçamentários voltados à aquisição e desenvolvimento de tecnologias emergentes é fundamental para esse processo.

Apesar dos avanços, a implementação das tecnologias da transformação digital pode sobrecarregar os sistemas tecnológicos, gerando riscos digitais. Esses riscos só podem ser efetivamente tratados quando forem identificados. O sucesso e a competitividade das organizações no contexto da transformação digital dependem diretamente da gestão desses riscos (Müller; Kiel; Voigt, 2018; Imran; Kantola, 2019; Mora Sanchez, 2019b).

Embora a transformação digital busque consolidar conceitos da Indústria 4.0 e 5.0, os problemas sociais, econômicos, ambientais e tecnológicos são evidentes. É crucial que os pesquisadores identifiquem esses problemas e os mensurem (Roblek *et al.*, 2020; Alimohammadlou; Khoshsepehr, 2023). Por um lado, a digitalização traz inúmeros avanços e benefícios, mas, por outro, também gera desafios que precisam ser enfrentados (Tavares; Azevedo; Marques, 2022).

Estudos indicam que os riscos associados à transformação digital ainda são pouco explorados, mesmo com sua crescente relevância no cenário industrial. Muitos desses estudos são predominantemente conceituais, limitando a revisões de literatura (Bajic *et al.*, 2021; Rodríguez-Espíndola *et al.*, 2022) ou ainda, os estudos são desenvolvidos em um contexto focado em tecnologias contextos específicos (Senna *et al.*, 2022).

Entre os principais riscos identificados (que por vezes são denominados como barreiras) estão a falta de apoio financeiro e governamental, a escassez de mão de obra qualificada, os altos custos iniciais de investimento em tecnologias emergentes, os riscos

relacionados a ataque e segurança cibernética, vazamento de dados e invasão de privacidade e o baixo nível de maturidade tecnológica das indústrias.

Esses fatores limitam a implementação efetiva das tecnologias digitais, dificultando o avanço e a competitividade das organizações (Freddi, 2018; Xu; Xu; Li, 2018; Kolodnyaya; Nikulina, 2021; Park *et al.*, 2021; Kumar; Singh; Kumar, 2021; Kumar; Mallipeddi, 2022; Jbair *et al.*, 2022; Satyro *et al.*, 2022; Senna *et al.*, 2022; Attiany *et al.*, 2023; Fernando *et al.*, 2023).

A adoção de tecnologias digitais é dificultada por diversos riscos (Senna *et al.*, 2022), mas a mitigação desses riscos aumenta a capacidade das indústrias de adotar essas inovações, promovendo um ambiente de negócios mais seguro e eficiente (Attiany *et al.*, 2023). Esse processo exige que as empresas gerenciem a infraestrutura digital de forma eficaz, além de identificar os benefícios econômicos decorrentes da transformação digital.

Preparar os colaboradores por meio de capacitação adequada também se torna crucial para enfrentar os desafios desse novo cenário tecnológico. O sucesso depende de uma abordagem integrada, que envolva tanto a infraestrutura técnica quanto o desenvolvimento de habilidades humanas (Attiany *et al.*, 2023). Portanto, é fundamental que as organizações reconheçam os riscos da transformação digital e elaborem estratégias de mitigação para garantir a continuidade dos negócios (Jbair *et al.*, 2022; Kumar; Mallipeddi, 2022).

Apenas identificar os riscos da transformação digital não é suficiente. É fundamental avaliar a probabilidade de ocorrência desses riscos e investigar como podem ser mitigados de forma a minimizar seus impactos, garantindo, assim, o sucesso do negócio (Birkel; Müller, 2021; Gadekar; Sarkar; Gadekar, 2022). No entanto, a ausência de métodos padronizados e sistemáticos para essa avaliação dificulta a tomada de decisão estratégica pelas empresas.

Diante desse cenário, torna-se essencial o desenvolvimento de uma solução capaz de mensurar a probabilidade de ocorrência dos riscos e seus impactos, permitindo uma análise mais precisa e embasada. Essa abordagem possibilita a priorização das ameaças mais críticas, bem como a implementação de estratégias eficazes de mitigação, alinhadas às necessidades específicas de cada indústria. Assim, ao quantificar os riscos e seus impactos, as organizações poderão adotar medidas preventivas de forma mais assertiva, aumentando sua resiliência diante dos desafios da transformação digital.

Rodríguez-Espíndola *et al.*, (2022) ressaltam que, apesar dos benefícios da Indústria 4.0, ainda existem limitações nos estudos empíricos que avaliam e respondem aos riscos dessa implementação. Esses estudos ainda estão em estágio inicial de investigação (Gadekar; Sarkar; Gadekar, 2022).

Desta forma, este estudo ao propor um modelo integrado para a avaliação dos riscos digitais no contexto da Transformação Digital em Indústrias, contribuindo para uma adoção mais segura e eficaz das tecnologias digitais. O modelo integrado proposto considera múltiplos aspectos e variáveis, oferecendo uma visão abrangente dos riscos digitais interconectados. Além de não ser um modelo isolado, ele permite uma análise completa e oferece informações robustas para a tomada de decisões, tornando-se uma ferramenta valiosa para gestores. Esse modelo atuará como uma ferramenta de diagnóstico para as indústrias, permitindo a criação de mapas de risco e a relação entre riscos e impactos no contexto da Transformação Digital.

A realização de um bom diagnóstico é essencial para a gestão eficiente dos riscos da transformação digital, pois permite que as empresas tenham uma visão clara e detalhada dos desafios que podem comprometer seus processos, operações e estratégias. Um diagnóstico bem estruturado identifica, avalia e prioriza os riscos, fornecendo informações essenciais para a tomada de decisão e a implementação de ações preventivas e corretivas.

Outro aspecto fundamental é que um bom diagnóstico fortalece a resiliência organizacional, tornando a empresa mais preparada para lidar com mudanças e imprevistos, garantindo sua sustentabilidade e competitividade no mercado. Dessa forma, a análise dos riscos da transformação digital não apenas previne problemas, mas também gera oportunidades estratégicas, impulsionando o crescimento sustentável da organização.

O foco nos riscos negativos da transformação digital é crucial, pois esses riscos, se não gerenciados adequadamente, podem comprometer o sucesso das iniciativas digitais, resultando em perdas financeiras, falhas operacionais, ameaças à segurança cibernética e dificuldades na adoção de novas tecnologias. Identificar e mitigar esses riscos ajuda a prevenir impactos adversos, proteger a segurança da informação, melhorar a eficiência operacional e apoiar decisões estratégicas, garantindo assim uma implementação tecnológica mais segura e eficiente.

Conforme Xu, Xu e Li (2018) destacam, a Indústria 4.0 só alcançará reconhecimento e incentivos significativos quando os impactos negativos forem superados pelas vantagens oferecidas ao desenvolvimento global. Além disso, a partir do mapeamento da literatura, observou-se que diversos autores apresentam perspectivas divergentes em relação à Indústria 4.0, suas tecnologias e nomenclaturas. Portanto, um estudo detalhado, respaldado por um suporte teórico robusto, pode contribuir significativamente para a consolidação desses conceitos, facilitando uma compreensão mais clara dos riscos associados à Indústria 4.0 e seus potenciais impactos.

Ao final deste estudo, espera-se que os gestores industriais compreendam melhor os conceitos da Indústria 4.0, seus riscos e seus impactos, possibilitando uma gestão mais eficiente e estratégica no contexto da transformação digital.

1.3 Originalidade do estudo

Um trabalho de doutoramento exige uma nova contribuição acadêmica e prática, além de possuir originalidade. Um trabalho original, na visão de Miglioli (2012), é aquele que amplia e gera novos conhecimentos, explorando a relação de causalidade entre fatos e fenômenos já conhecidos e propagados na comunidade científica e novas descobertas obtidas a partir do estudo.

A partir da revisão sistemática da literatura, foram identificados alguns estudos sobre a temática dos riscos provenientes da Indústria 4.0 (Farkas, 2018; Muncinelli *et al.*, 2018; Albers *et al.*, 2019; Benesova *et al.*, 2019; Mora Sanchez, 2019a, Mora Sanchez, 2019b; Wan *et al.*, 2019; Baganova; Simickova, 2020; Brutovsky; Baganova, 2020; Bajic *et al.*, 2021; Bécül; Praça; Gama, 2021; Gadekar; Sarkar; Gadekar, 2022; Senna *et al.*, 2022; Sadeghi; Mahmoudi; Deng, 2023; Shah *et al.*, 2023).

Quando se trata dos riscos da Indústria 5.0, que tem influência na indústria, na sociedade, na educação e na saúde do trabalhador (advindos da base da Indústria 4.0), alguns estudos foram encontrados (Mourtzis; Angelopoulos; Panapoulos, 2022; Tavares; Azevedo; Marques, 2022; Sá *et al.*, 2021; Alojaiman, 2023; Alimohammadlou; Khoshsepehr, 2023), o que demonstra que as pesquisas relacionadas ao tema ainda estão em uma fase bastante incipiente, com necessidade de maior cooperação estratégica entre governos, universidades, indústrias e a comunidade.

No contexto da Transformação Digital, estudos como os de (Rodríguez-Espíndola *et al.*, 2022; Hughes *et al.*, 2022; Jedynak *et al.*, 2021) utilizam essa nomenclatura para descrever o esforço em recolocar o ser humano no centro da transformação digital (Tavares; Azevedo; Marques, 2022).

Com base na leitura desses trabalhos, surge o primeiro *GAP* deste estudo: a proposta de um modelo integrado para a avaliação dos riscos digitais no contexto da Transformação Digital. Até o momento, não foram encontrados estudos que façam a identificação, análise e proposição de mitigação de riscos considerando a Transformação Digital (I4.0 e I5.0). O enfoque principal desses estudos está levantamento teórico de alguns riscos e na implementação

de tecnologias. Este estudo busca preencher esse GAP propondo um modelo robusto que contemple os riscos digitais da Transformação Digital (*GAP 1*).

Alguns estudos sobre gestão de riscos adotam a cadeia de suprimentos como objeto de estudo (Ivanov *et al.*, 2019; Tanjung *et al.*, 2019a; Tanjung *et al.*, 2019b; Radanliev *et al.*, 2020; Kumar; Singh; Kumar, 2021; Kumar; Mallipeddi, 2022; Rad *et al.*, 2022; Attiany *et al.*, 2023; Ngo *et al.*, 2023; Razak; Hendry; Stevenson, 2023; Shah *et al.*, 2023). Outros estudos investigam os riscos da implementação da Indústria 4.0, mas muitos focam apenas nos riscos de ataques cibernéticos e na cibersegurança (Matsuda *et al.*, 2019; Labadi *et al.*, 2020; Capodieci; Mainetti; Dipietrangelo, 2020; Hashim *et al.*, 2020; Radanliev *et al.*, 2020; Nendhurwar; Mishra, 2021).

Outros trabalhos, como os de (Postelnicu; Câlea, 2019; Foster-Mcgregor; Nomaler; Verspagen, 2021), verificam a relação entre os riscos da Indústria 4.0 e a perda de empregos, bem como a mudança no ambiente organizacional. Alguns estudos abordam também os riscos mais significativos para novos modelos de negócios (Kovaitė; Stankevičienė, 2021).

No contexto da Indústria 4.0, alguns estudos discutem os riscos éticos causados pela Quarta Revolução Industrial, como os trabalhos de (Pacaux-Lemoine; Trentesaux, 2019; Baktari *et al.*, 2021; Paes; Silveira; Akkari, 2021; Senna *et al.*, 2022; Razak; Hendry; Stevenson, 2023). As Pequenas e Médias Empresas (PMEs) também recebem atenção no desenvolvimento e implementação da Indústria 4.0 e seus respectivos riscos, conforme relatado em (Essakly; Wichmann; Spengler, 2019; Hudakova; Masar; Brezina, 2020; Siedler; Langlotz; Aurich, 2020; Fernando *et al.*, 2023). Outros classificam os riscos da Indústria 4.0 em dimensões econômicas, geopolíticas, financeiras, tecnológicas, sociais e naturais (Tang, 2017; Xu; Olha *et al.*, 2018; Ali, 2019; Pacaiova; Nagyova, 2019; Kumar; Singh; Kumar, 2021; Nayal *et al.*, 2022; Senna *et al.*, 2022; Yilmaz *et al.*, 2022).

Percebe-se que alguns estudos discutem riscos e a gestão desses riscos. No entanto, após uma leitura minuciosa desses artigos, nota-se que muitos são de cunho teórico e qualitativo, sem apresentar instrumentos de avaliação dos riscos. Além disso, até o momento, não foram encontrados modelos estruturados que categorizassem todos esses riscos em dimensões e categorias (de forma robusta e abrangente). Os estudos encontrados focam principalmente nas dimensões da sustentabilidade: econômica, social e ambiental (Müller; Kiel; Voigt, 2018; Stock *et al.*, 2018; Hoyos Guevara *et al.*, 2020; Bag; Pretorius, 2022; El Baz *et al.*, 2022; Grybaukas; Stefanini; Ghobakhloo, 2022; Satyro *et al.*, 2022).

Portanto, surge o *GAP 2*, que é a proposta de um novo modelo integrado para avaliação dos riscos digitais, baseado em uma nova categorização dos riscos. Foram mapeados 49 riscos, categorizados em 11 dimensões distintas, além das dimensões de sustentabilidade. O modelo desenvolvido não apenas categoriza os riscos, mas também propõe um instrumento prático para sua avaliação e análise, o que constitui o *GAP 3*.

Em relação aos impactos que esses riscos podem causar, destacam-se alguns estudos, como (Li; Hou; Wu, 2017; Freddi, 2018; Kalsoom; Ramzan; Ahmed, 2020; Kiraz *et al.*, 2020; Liao *et al.*, 2018; Capuşneanu *et al.*, 2021; Sineviciene *et al.*, 2021; Rad *et al.*, 2022). Outros classificam os impactos em dimensões como industrial, econômica e social (Li; Hou; Wu, 2017). Trabalhos como (Zimmermann *et al.*, 2019; Reyes; Visich; Jaska, 2020; Ali *et al.*, 2021; Yang *et al.*, 2021) descrevem os impactos que a Indústria 4.0 e suas tecnologias podem ocasionar na cadeia de suprimentos.

Novamente, percebe-se que poucos estudos analisam os impactos de forma abrangente. Aqueles que abordam os impactos o fazem de maneira superficial, contemplando apenas algumas dimensões. Assim, surge o *GAP 4*, que propõe a construção de um mapa de risco que avalie os riscos e seus respectivos impactos (qualitativo e quantitativo), indo além das dimensões tradicionais de sustentabilidade.

Kumar *et al.*, (2022a) e Fernando *et al.*, (2023) destacam que pouco enfoque é dado aos estudos sobre questões sociais associadas à adoção da I4.0 para a Transformação Digital. Este estudo tem como objetivo investigar os riscos e impactos em uma perspectiva mais ampla, que inclui as dimensões cultural, educacional, humana, de saúde e segurança, de gestão e político-legal. Esse conhecimento pode contribuir para o avanço da literatura, o desenvolvimento da teoria sobre riscos digitais e a proposição de melhorias regulatórias para auxiliar as indústrias a permanecerem competitivas na transformação digital (Fernando *et al.*, 2023).

Para a construção deste mapa de riscos, são consideradas 11 dimensões e 49 riscos mapeados, garantindo a robustez e confiabilidade do modelo. Identificar riscos sem mensurá-los ou avaliar seus impactos tem pouca aplicabilidade prática. Por isso, este estudo busca desenvolver um modelo capaz de minimizar esses riscos e seus impactos, proporcionando uma abordagem mais estratégica e eficaz para a gestão da Transformação Digital.

Durante a revisão de literatura, diversos estudos foram encontrados que não tratam esses riscos como tal, mas sim como desafios, barreiras ou até oportunidades, como citado por (Lee; Lee, 2015; Foidl; Felderer, 2016; Luthra; Preuveneers; Ilie-Zudor, 2017; Fonseca, 2018;

Gobbo Junior *et al.*, 2018; Mangla, 2018; Moktadir *et al.*, 2018; Romero *et al.*, 2018; Schneider, 2018; Sisinni *et al.*, 2018; Sharma, 2018; Kamble; Gunasekaran; Kurt, 2019; Ruzsa, 2019; Sae-Lim; Jermstittiparsert, 2019; Burgess; Connell, 2020; Bajic *et al.*, 2021; Chauhan; Singh; Luthra, 2021; Mourtzis; Angelopoulos; Panapoulos, 2022; Senna *et al.*, 2022; Rad *et al.*, 2022; Yilmaz *et al.*, 2022; Fernando *et al.*, 2023; Santos Filho; Resende; Pontes, 2024).

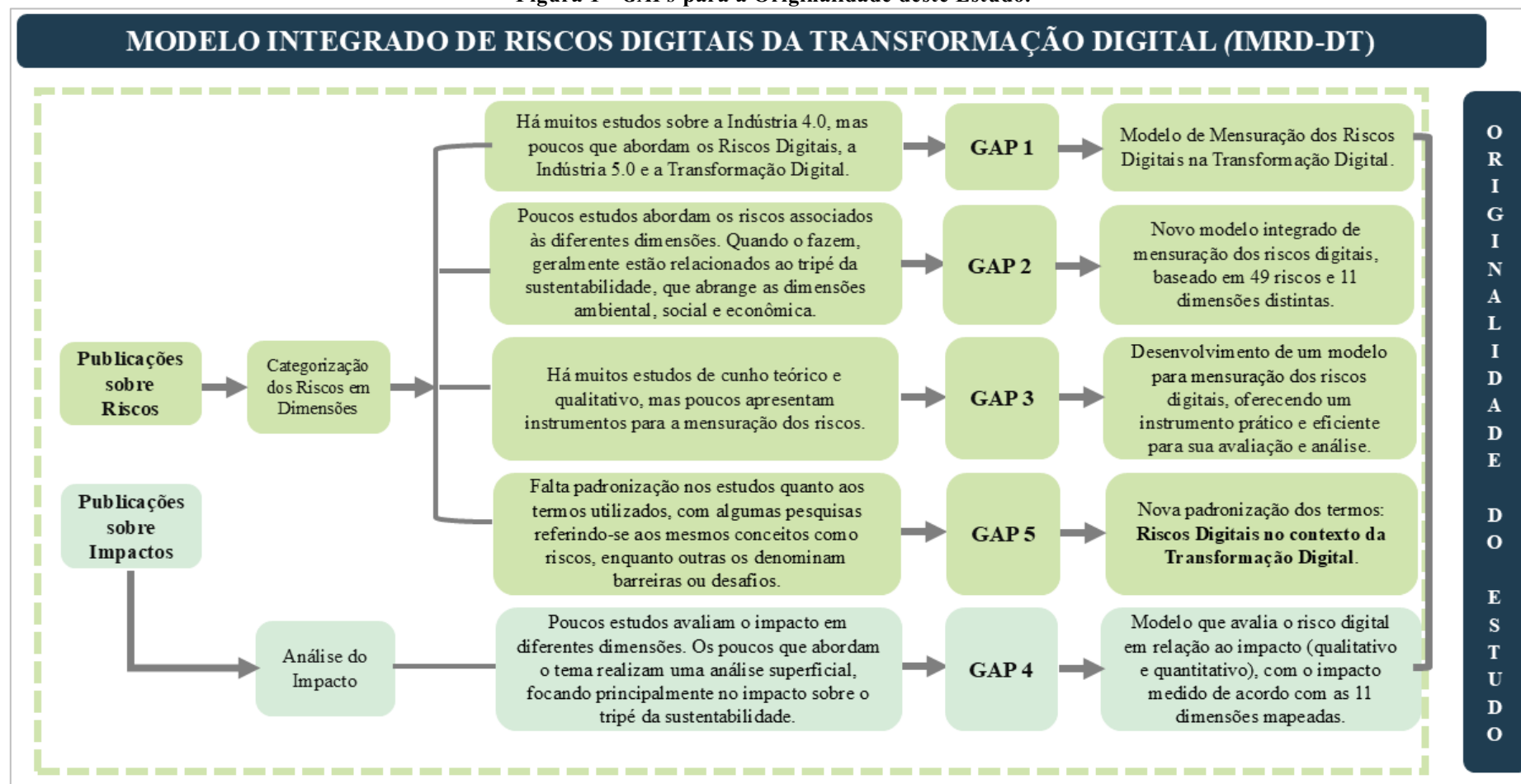
A partir desses estudos, percebe-se a ausência de consenso quanto à denominação desses riscos, que são ora chamados de riscos, impactos, barreiras ou desafios relacionados à transformação digital. Assim, surgiu o quinto e último *GAP* (*GAP* 5), que, para manter a padronização terminológica, decidiu-se denominar de "riscos digitais" no contexto da transformação digital, abrangendo todos os sinônimos mencionados. Esses riscos digitais referem-se aos riscos associados à implementação da Indústria 4.0, envolvendo tecnologias digitais e riscos emergentes da Sociedade 5.0.

Este estudo, além de propor uma nova caracterização dos riscos digitais no contexto da transformação digital, visa desenvolver um modelo teórico e prático (com 11 dimensões e 49 riscos), criar uma ferramenta para avaliar esses riscos, estabelecer critérios de avaliação e gerar mapas de riscos e impactos.

Durante a análise dos artigos, não foi encontrado nenhum estudo que categorizasse, avaliasse e criasse mapas de riscos e impactos para facilitar a identificação desses riscos pelos gestores. Esse *GAP* evidencia a necessidade de um modelo estruturado que permita a visualização clara dos riscos digitais e de seus impactos, possibilitando uma abordagem mais eficiente para mitigação e tomada de decisão.

A originalidade deste estudo reside na combinação desses cinco *GAPs* de pesquisa, resultando na proposta do Modelo Integrado de Riscos Digitais da Transformação Digital (*Integrated Model of Digital Risks in Digital Transformation – IMRD-DT*). O modelo foi testado e validado em setores industriais, trazendo descobertas tanto para a academia quanto para a indústria, além de servir como diagnóstico e referência para a análise dos riscos digitais no contexto da transformação digital.

Para as indústrias, este estudo representa uma ferramenta estratégica que capacita gestores a se prepararem para enfrentar os riscos e desafios trazidos pela transformação digital, permitindo avaliar seus impactos no curto e longo prazo. Embora existam estudos sobre o tema, a compreensão da transformação digital ainda é fragmentada e incipiente, especialmente no que se refere aos riscos, particularmente os negativos, que podem se tornar realidade. A Figura 1 apresenta de forma gráfica os *GAPs* de pesquisa, embasando teoricamente o estudo.

Figura 1 - *GAPs* para a Originalidade deste Estudo.

Fonte: Autor (2024).

Além dos *GAPs* já identificados, a originalidade deste estudo destaca-se pela criação de mapas de riscos digitais, que correlacionam riscos e impactos de forma detalhada e estruturada, integrando análises qualitativas e quantitativas. A metodologia empregada reforça essa originalidade, ao adotar técnicas métodos como o Alfa de *Cronbach*, para validar a consistência dos dados, e o método *Fuzzy Delphi*, para alcançar consenso entre especialistas.

Além disso, essa abordagem mista, que combina métodos qualitativos e quantitativos para a análise dos riscos digitais, ainda não foi identificada na literatura, evidenciando um *GAP* sobre a gestão de riscos na transformação digital. A combinação dessas metodologias permitiria uma avaliação mais robusta, ao integrar a percepção subjetiva dos impactos com dados mensuráveis, fornecendo aos gestores uma base mais sólida para a tomada de decisões estratégicas. Assim, torna-se essencial desenvolver estudos que utilizem essa abordagem integrada, garantindo uma compreensão mais abrangente e eficaz dos riscos digitais e suas implicações no cenário industrial.

Outro diferencial deste estudo é a classificação dos riscos em diferentes níveis, baseada na percepção dos respondentes, o que possibilita uma análise mais segmentada e aprofundada. O estudo propõe uma abordagem original ao relacionar riscos e impactos, avaliando não apenas o impacto individual de cada risco, mas também sua influência sobre as 11 dimensões identificadas. Esses aspectos reforçam a originalidade do trabalho, ao apresentar uma metodologia prática, detalhada e cientificamente robusta para a avaliação de riscos digitais no contexto da Transformação Digital em Indústrias.

Adicionalmente, o Quadro 5 (Descrição dos modelos que abordam os riscos e impactos na Indústria 4.0" – pág. 72) corrobora a originalidade deste trabalho, ao apresentar uma análise comparativa dos principais modelos disponíveis na literatura. Essa análise revela como este estudo não apenas preenche lacunas importantes, mas também apresenta aspectos originais em termos de metodologia, consolidando-se como uma contribuição única ao campo de estudo.

1.4 Contribuição do estudo para a Engenharia de Produção e o grupo de pesquisa Indústria 4.0 e Engenharia Organizacional (EORE)

A Engenharia de Produção (EP) surgiu como resposta às crescentes demandas por métodos e técnicas para a gestão eficiente dos meios produtivos, visando otimizar a utilização dos recursos disponíveis. Essa área do conhecimento tem como principal objetivo o aperfeiçoamento e a implementação de sistemas produtivos que integrem de forma eficiente pessoas, materiais, informações, equipamentos e energia, para a produção de bens e serviços.

Além disso, a Engenharia de Produção preocupa-se em garantir que esses sistemas operem com a máxima eficácia, respeitando aspectos legais, culturais e sociais envolvidos no processo (Almeida *et al.*, 2007; Turrioni; Melo, 2012).

A Associação Brasileira de Engenharia de Produção (ABEPRO, 2024) descreve que o Engenheiro de Produção é responsável por projetar, implementar, executar e melhorar os sistemas de produção e manutenção. A Engenharia de Produção é composta por dez subáreas principais, que abrangem diversos aspectos do processo produtivo: (i) engenharia de operações e processos de produção; (ii) logística; (iii) pesquisa operacional; (iv) engenharia de qualidade; (v) engenharia do produto; (vi) engenharia organizacional; (vii) engenharia econômica; (viii) engenharia do trabalho; (ix) engenharia da sustentabilidade; e (x) educação em engenharia de produção.

Este estudo foi desenvolvido como requisito para a obtenção do título de Doutor em Engenharia de Produção do Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção (PPGEP) da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) e faz parte do Grupo de Pesquisa “Indústria 4.0 na Engenharia Organizacional e Redes de Empresas”. O grupo desenvolve trabalhos voltados à compreensão do ambiente organizacional, buscando entender o contexto da Indústria 4.0, que ganhou destaque no setor acadêmico nos últimos anos.

Dessa forma, de acordo com o Diretório dos Grupos de Pesquisa no Brasil (2024), o grupo de pesquisa “Indústria 4.0 na Engenharia Organizacional e Redes de Empresas” busca desenvolver trabalhos teóricos e práticos em temas como: (i) Gestão Estratégica e Organizacional; (ii) Gestão da Produção; (iii) Desempenho Organizacional; (iv) Inovação/Empreendedorismo; (v) Responsabilidade Social; (vi) Formação de Recursos Humanos; (vii) Educação 4.0; (viii) Gestão da Qualidade; (ix) Gestão da Manutenção; e (x) Redes de Empresas/*Supply Chain* e Logística.

A partir do exposto, observa-se que o tema deste estudo está associado à abordagem da ABEPRO (2024), que menciona a subárea de Engenharia Organizacional, e está alinhado com o objetivo do Grupo de Pesquisa, conforme citado pelo Diretório dos Grupos de Pesquisa no Brasil (2024), que afirma que o grupo desenvolve trabalhos voltados à Indústria 4.0.

Alguns estudos já foram desenvolvidos sobre a Indústria 4.0 dentro do grupo de pesquisa, como: um modelo de maturidade para análise das indústrias no contexto da Indústria 4.0 (Basseto, 2019); Modelo teórico de categorização dos riscos provenientes da implantação da Indústria 4.0 no setor manufatureiro (Soltovski, 2020); Proposta de um modelo para mensurar o nível de prontidão de uma indústria para a implementação da Indústria 4.0

(Rodrigues, 2021); Proposta de mapeamento de competências para atuação do trabalhador no contexto da Indústria 4.0 (Silva, 2021); proposta de um sistema de manutenção 4.0 para máquinas e equipamentos agroindustriais florestais (Goulart, 2022); Modelo para priorização dos fatores críticos de sucesso - dimensões e tecnologias digitais das fintechs a partir da Indústria 4.0 (Fernandes, 2022); e Modelo de avaliação para os perfis de liderança no contexto da transformação digital (Souza, 2023).

Vale destacar que, até o momento, os estudos desenvolvidos pelo grupo de pesquisa foram realizados no nível de mestrado acadêmico. A proposição de um modelo para a avaliação dos riscos digitais provenientes da transformação digital, tema central desta tese, está em consonância com os últimos estudos realizados pelo grupo, o que reforça a sua relevância. Além disso, este estudo não apenas se relaciona diretamente com a Engenharia de Produção, mas também está alinhado com os objetivos e diretrizes do grupo de pesquisa ao qual o pesquisador está vinculado. Este será o primeiro trabalho do grupo no nível de doutorado no tema, demonstrando a continuidade e a ampliação dos temas já abordados pelo grupo.

A EP está intrinsecamente ligada à Transformação Digital, especialmente no contexto da Indústria 4.0, onde tecnologias como simulação, IA, IoT são incorporadas aos processos produtivos. O papel do Engenheiro de Produção é garantir que essas tecnologias sejam implementadas de maneira eficiente, integrando os recursos disponíveis para otimizar a produção de bens e serviços. A TD exige uma reestruturação dos sistemas de produção e uma adaptação constante às novas tecnologias, visando melhorar a competitividade e a sustentabilidade das empresas.

No entanto, a Transformação Digital traz também uma série de riscos, como ataques cibernéticos, vazamento de dados, incompatibilidade de sistemas, além de desafios econômicos e sociais, como a perda de empregos devido à automação. A EP tem a responsabilidade de gerenciar esses riscos, desenvolvendo estratégias de mitigação que assegurem a segurança e a eficácia dos processos digitais. Assim, o Engenheiro de Produção não só facilita a implementação das novas tecnologias, mas também protege as organizações contra os impactos negativos da Transformação Digital.

1.5 Escopo do estudo

Como muitos trabalhos acadêmicos, este estudo apresenta limites. Estruturado para desenvolver um modelo integrado de avaliação dos riscos digitais no contexto da Transformação Digital, ele deve ser aplicado em indústrias ou empresas de tecnologia que já

utilizam tecnologias da Indústria 4.0 (como *Internet das Coisas*, *Big Data*, Inteligência Artificial, Simulação, *Blockchain*, Realidade Virtual/Aumentada, dentre outras). Os riscos mapeados são considerados digitais, ou seja, decorrentes da implantação desses conceitos e tecnologias. Para ser validado, a indústria precisa utilizar ou aplicar, no mínimo, uma das quatorze tecnologias listadas. Além disso, o escopo do estudo é restrito para indústrias, o que abre espaço para futuras pesquisas em outros modelos de negócios.

Outra limitação diz respeito à aplicação do teste piloto para validar o modelo, bem como ao desenvolvimento prático, que foi realizado exclusivamente no contexto brasileiro. Assim, as duas primeiras limitações referem-se à necessidade de as indústrias possuírem conhecimento prévio sobre as tecnologias digitais da Indústria 4.0 e à consideração de apenas um único país.

Adicionalmente, é importante destacar que os respondentes do instrumento de pesquisa são de níveis gerenciais, como CEOs, diretores, presidentes e vice-presidentes, gerentes, líderes, gestores, coordenadores, analistas ou especialistas que tenham conhecimento sobre a Indústria 4.0. Para não comprometer os resultados, foi estabelecida uma escala *Likert* de 10 pontos para o avaliar o nível de conhecimento do respondente sobre as Tecnologias da Indústria 4.0, onde 1 indica pouco conhecimento e 10 representa alto conhecimento. Foram consideradas apenas as respostas superiores a 6,0 pontos, garantindo assim que os participantes tivessem a expertise necessária para responder à pesquisa.

A estruturação do instrumento de pesquisa, que consiste em um questionário com uma única questão para cada risco e impacto mencionado, também pode ser considerada uma limitação dentro do escopo do estudo. Embora tenham sido propostos três instrumentos (um para avaliar riscos e outros dois para os impactos), o questionário se tornou extenso, totalizando 166 questões, o que pode ter dificultado a taxa de retorno dos respondentes.

A amostra desta pesquisa também pode ser considerada uma limitação. Com 62 respondentes, a amostragem é estatisticamente mediana. Futuros estudos podem buscar uma amostra mais ampla e incluir outros países, o que permitiria uma análise ainda mais robusta.

Uma última limitação deste estudo está relacionada ao foco adotado na análise do impacto dos riscos digitais sobre as dimensões mapeadas, sem a utilização da matriz GUT (Gravidade, Urgência e Tendência) para avaliar a gravidade, urgência e tendência desses riscos. Embora muitos estudos utilizem essa metodologia para mensurar impactos, a escolha metodológica deste trabalho foi intencional.

O objetivo principal foi compreender e avaliar os impactos associados às 11 dimensões, oferecendo uma perspectiva detalhada e aprofundada sobre os efeitos dos riscos na transformação digital. Essa abordagem permite uma análise mais qualitativa e descritiva, priorizando a identificação das relações e influências dos riscos dentro de cada dimensão, ao invés de aplicar uma classificação quantitativa tradicional.

1.6 Estrutura da tese

A estruturação desta tese foi organizada em cinco capítulos, descritos a seguir:

Capítulo 1 – Introdução: Contextualiza e justifica o estudo, oferecendo uma visão geral do cenário da Transformação Digital (TD) e da gestão de riscos. Apresenta a problemática da pesquisa, o objetivo geral, os objetivos específicos, a justificativa, a originalidade e as contribuições do estudo para a Engenharia de Produção e o Grupo de Pesquisa Indústria 4.0 e Engenharia Organizacional. Também são abordadas as limitações do trabalho.

Capítulo 2 – Referencial Teórico: Explora a base literária utilizada para embasar o desenvolvimento do estudo, abordando temas como: revoluções industriais; transformação digital; Indústria 4.0; tecnologias habilitadoras da Indústria 4.0; Indústria e Sociedade 5.0; gerenciamento de riscos; riscos da transformação digital; matriz de probabilidade de risco e impacto; e modelos de mensuração de riscos e impactos.

Capítulo 3 – Metodologia da Pesquisa: Apresenta a metodologia adotada, subdividida em três partes: base teórica, base matemática e o modelo integrado para avaliação dos riscos digitais.

- i. A base teórica inicia-se com a caracterização da pesquisa em cinco abordagens, seguida pela revisão sistemática da literatura utilizando as nove etapas da *Methodi Ordinatio*. Também inclui os procedimentos para análise de conteúdo e categorização dos riscos digitais da transformação digital, culminando na elaboração do instrumento de pesquisa (questionário);
- ii. A base matemática descreve o uso do teste Alfa de *Cronbach* para avaliar a confiabilidade do instrumento de pesquisa e detalha as etapas do método *Fuzzy Delphi*, empregado para validar e aprimorar o modelo de riscos digitais;
- iii. A seção do modelo integrado apresenta o diagnóstico de avaliação das indústrias. Inclui a criação de mapas qualitativos e quantitativos de riscos e impactos, a proposição de ações para mitigação dos riscos e o desenvolvimento de uma ferramenta tecnológica em formato de *Dashboard*.

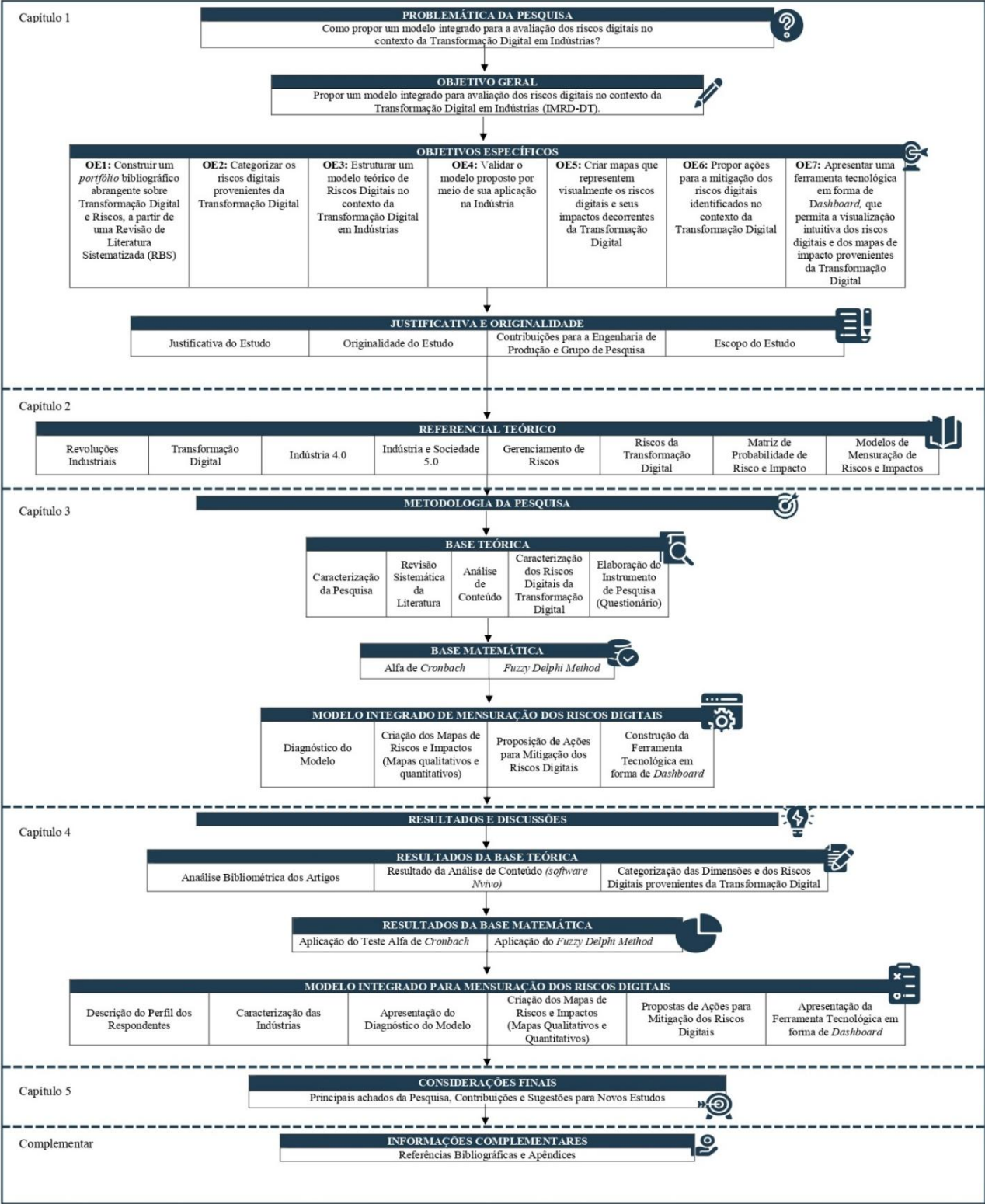
Capítulo 4 – Resultados e Discussões: Divide-se em três etapas principais:

- i. Revisão Sistemática da Literatura e Análise de Conteúdo: Apresenta os resultados das nove etapas da *Methodi Ordinatio*, seguidos pela análise bibliométrica dos artigos selecionados (utilizando o *software Nvivo*) e pela caracterização das dimensões e dos riscos digitais relacionados à transformação digital;
- ii. Teste e Validação do Modelo: Aplica o teste Alfa de *Cronbach* para verificar a confiabilidade dos dados e utiliza o método *Fuzzy Delphi* para validar o modelo proposto. Essa etapa permite propor uma nova classificação dos riscos, categorizados em riscos de primeira, segunda e terceira ordem;
- iii. Modelo Integrado de Avaliação dos Riscos Digitais: Descreve o perfil dos respondentes e caracteriza as indústrias participantes, apresentando o diagnóstico do modelo em cinco níveis de probabilidade de ocorrência dos riscos digitais. Também exibe a criação dos mapas de riscos e impactos (qualitativos e quantitativos), as ações de mitigação, as tecnologias associadas aos riscos e as telas da ferramenta tecnológica (*Dashboard*).

Capítulo 5 – Considerações Finais: Este capítulo apresenta as conclusões do estudo, avaliando o alcance dos objetivos propostos, as principais descobertas e as contribuições acadêmicas, industriais e sociais. Também discute as dificuldades enfrentadas durante o desenvolvimento do trabalho e fornece sugestões e recomendações para estudos futuros.

Referências Bibliográficas e Apêndices: Apresenta as referências utilizadas ao longo do estudo e documentos complementares relevantes para a elaboração e conclusão da pesquisa (Apêndices). Para sintetizar e facilitar a compreensão das etapas descritas, a Figura 2 ilustra graficamente toda a estrutura desta tese.

Figura 2 - Estruturação da Tese.



Fonte: Autor (2024).

2 REFERENCIAL TEÓRICO

O presente capítulo apresenta o referencial teórico utilizado para embasar o estudo, com o objetivo de descrever as revoluções industriais, a transformação digital, a Indústria 4.0 e a Indústria 5.0, abordando seus conceitos, características e tecnologias impulsionadoras. Além disso, discute o gerenciamento de riscos e a matriz de prioridade de riscos e impactos. Os conceitos apresentados neste capítulo contribuirão para o desenvolvimento do modelo de avaliação dos riscos digitais decorrentes da transformação digital.

2.1 Revoluções industriais

As revoluções industriais surgem da necessidade de mudanças estruturais sociais e econômicas, utilizando novas tecnologias e novas formas de compreender o mundo, identificando oportunidades que impactam direta e indiretamente todo o sistema produtivo. Nesse contexto, destaca-se que todas as revoluções industriais ocorrem em resposta ao crescimento das demandas industriais e são impulsionadas pelo aumento da produtividade industrial (Schwab, 2017; Mora Sanchez, 2019a).

Grandes revoluções industriais e tecnológicas ocorreram com o advento de novas tecnologias e métodos de produção (Li; Hou; Wu, 2017), sendo marcadas por inovações técnicas voltadas à melhoria da eficiência dos sistemas produtivos (Pilloni, 2018). Assim, a Figura 3 apresenta o histórico das revoluções industriais.

Conforme ilustrado na Figura 3, quatro grandes revoluções marcaram a história e trouxeram diversas consequências para o setor industrial e para a sociedade como um todo. Antes da Quarta Revolução Industrial, as três primeiras revoluções industriais ocorreram ao longo de quase 200 anos (Bajic *et al.*, 2021).

A Primeira Revolução Industrial teve início na Grã-Bretanha, por volta de 1760 (final do século XVIII e início do século XIX) (Xu; David; Kim, 2018; Satyro *et al.*, 2022) e foi caracterizada pela introdução da produção mecânica impulsionada pela força hidráulica e pela máquina a vapor (Li; Hou; Wu, 2017; Xu; Xu; Li, 2018; Bajic *et al.*, 2021; Rodrigues, 2021; Mourtzis; Angelopoulos; Panopoulos, 2022; Satyro *et al.*, 2022; Nouinou *et al.*, 2023). Além disso, considera-se que as primeiras construções de rodovias também foram impulsionadas durante essa revolução (Schwab, 2017).

Desde o início da Primeira Revolução Industrial, inúmeras transformações ocorreram, tornando esse período um dos mais significativos avanços da humanidade (Liao *et al.*, 2018).

Segundo Xu, David e Kim (2018), essa fase marcou a transição de uma economia agrária e artesanal para um sistema de manufatura, caracterizado pela introdução de máquinas no processo produtivo.

Além disso, os comboios eram o principal meio de transporte utilizado nesse período, contribuindo para a expansão da infraestrutura logística. A substituição do esforço físico humano por máquinas resultou em um aumento significativo da produtividade dos trabalhadores, impulsionando o desenvolvimento industrial e econômico (Satyro *et al.*, 2022).

Como resultado dessa revolução, destacam-se impactos sociais, ambientais e econômicos, como a formação de novos centros de vida comunitária, os avanços da industrialização e o surgimento de novas classes de trabalhadores (Mora Sanchez, 2019a).

Figura 3 - Histórico das Revoluções Industriais.



Fonte: Autor (2024).

A Segunda Revolução Industrial teve início por volta de 1900, no final do século XIX, trazendo transformações significativas para a indústria e a economia global (Xu; David; Kim, 2018). Esse período foi marcado pelo surgimento da indústria siderúrgica (Satyro *et al.*, 2022) e pelo início da produção em massa, amplamente difundida por Henry Ford, que implementou a linha de montagem baseada na divisão do trabalho. Essa inovação, aliada ao uso da energia elétrica, revolucionou os processos produtivos e aumentou a eficiência das fábricas (Li; Hou;

Wu, 2017; Liao *et al.*, 2018; Xu; Xu; Li, 2018; Bajic *et al.*, 2021; Mourtzis; Angelopoulos; Panopoulos, 2022; Satyro *et al.*, 2022; Nouinou *et al.*, 2023).

Outro fator determinante desse período foi o uso do petróleo, que se tornou uma fonte de energia essencial e um dos principais motores do avanço industrial (Xu; David; Kim, 2018). Além disso, esse período pode ser considerado o embrião da revolução digital, pois estabeleceu as bases tecnológicas e industriais que, mais tarde, impulsionariam o desenvolvimento das tecnologias digitais (Kurt, 2019).

Como consequência dessa segunda revolução, Mora Sanchez (2019a) afirma que houve um aumento expressivo da população migrando para os grandes centros urbanos, além de mudanças na forma de comunicação, impulsionadas pelo surgimento do rádio e do telefone, viabilizados pela eletricidade.

A Terceira Revolução Industrial ocorreu em meados do século XX e foi marcada pelo uso de sistemas eletrônicos e da tecnologia da informação (TI), promovendo a produção automatizada (Li; Hou; Wu, 2017; Liao *et al.*, 2018; Xu; David; Kim, 2018; Bajic *et al.*, 2021; Rodrigues, 2021; Mourtzis; Angelopoulos; Panopoulos, 2022; Nouinou *et al.*, 2023).

O advento da Terceira Revolução Industrial automatizou os processos de produção e levou ao surgimento de computadores, robôs, eletrônicos, *smartphones*, *softwares*, Tecnologia da Informação (TI) e controladores lógicos programáveis (CLP), além da ampliação do uso da automação. No entanto, essa revolução também resultou em consequências negativas, como o aumento do desemprego, o agravamento do aquecimento global e crises financeiras, entre outros impactos (Mora Sanchez, 2019a; Satyro *et al.*, 2022).

Por fim, o mundo vive atualmente a Quarta Revolução Industrial, caracterizada pela utilização de sistemas ciberfísicos (CPS), *Internet* das Coisas (IoT) e computação para a produção inteligente, promovendo grandes mudanças na indústria (Xu; Xu; Li, 2018; Bag; Pretorius, 2022). Hirschi (2018) destaca que essa revolução também se distingue pelo uso da inteligência artificial, computação em nuvem, nanotecnologia, biotecnologia, entre outras inovações.

Segundo Kurt (2019), a Quarta Revolução Industrial é marcada pelo avanço das tecnologias robóticas e pela intensificação do uso da *internet*, resultando em novos modelos de produção que estão transformando a forma de consumir bens e produtos, bem como os processos produtivos e as relações de trabalho (Kurt, 2019; Bag; Pretorius, 2022). O Quadro 1 apresenta um resumo das principais características das quatro revoluções industriais.

Quadro 1 - Principais Características das Revoluções Industriais.

EVOLUÇÕES	PERÍODO	RECURSO ENERGÉTICO	PRINCIPAL TÉCNICA	INDÚSTRIAS ENVOLVIDAS	MEIOS DE TRANSPORTE
Primeira	1760-1900	Carvão	Motor a Vapor	Têxtil, Aço	Comboio
Segunda	1900-1960	Petróleo e Eletricidade	Motor de Combustão Interna	Metalurgia, Construção de Máquinas	Trem, Carro
Terceira	1960-2000	Energia Nuclear e Gás Natural	Computadores e Robôs	Automóvel, Química	Carro, Avião
Quarta	2000 em diante	Energias Verdes	<i>Internet</i> , Impressora 3D	Altas Tecnologias Industriais	Carros Elétricos, Trens ultrarrápidos

Fonte: Traduzido e Adaptado de Prisecaru (2016).

De acordo com Xu, David e Kim (2017) e Müller, Buliga e Voigt (2018), embora cada revolução industrial tenha ocorrido em períodos distintos e isolados, quando analisadas em conjunto, contribuem para uma melhor compreensão dos sistemas de produção.

Apesar de a Quarta Revolução Industrial estar voltada para os conceitos de manufatura digital, seu escopo é muito mais amplo, pois envolve a integração de sistemas digitais e a digitalização de ativos ao longo de toda a cadeia de valor (Badri; Boudreau-Trudel; Souissi, 2018).

Nesse contexto, Schwab (2017) destaca que a Quarta Revolução Industrial possui características distintas em termos de escopo, magnitude e complexidade. Por esse motivo, deve ser analisada e compreendida de forma independente, considerando seus impactos e desafios específicos no cenário atual.

2.2 Transformação digital (TD)

A Indústria 4.0 (I4.0) integra o sistema de produção manufatureiro por meio do uso da inteligência artificial, da *Internet* das Coisas e de dispositivos conectados inteligentes. É considerada uma revolução digital, pois permite a transformação dos processos industriais, impactando significativamente a eficiência, ao buscar maior produtividade e lucratividade (Badri-Boudreau-Trudel; Souissi, 2018; Konur *et al.*, 2023). Segundo Senna *et al.*, (2022) a Transformação Digital, impulsionada pelas iniciativas da I4.0, promete revolucionar o cenário industrial, criando grandes oportunidades de negócios.

A I4.0 é vista como a digitalização da indústria, impulsionada por tecnologias avançadas, como computação, robótica e sensores, além do uso da *Internet* e da inteligência artificial para conectar sistemas por meio de redes e *softwares* avançados. Assim, a

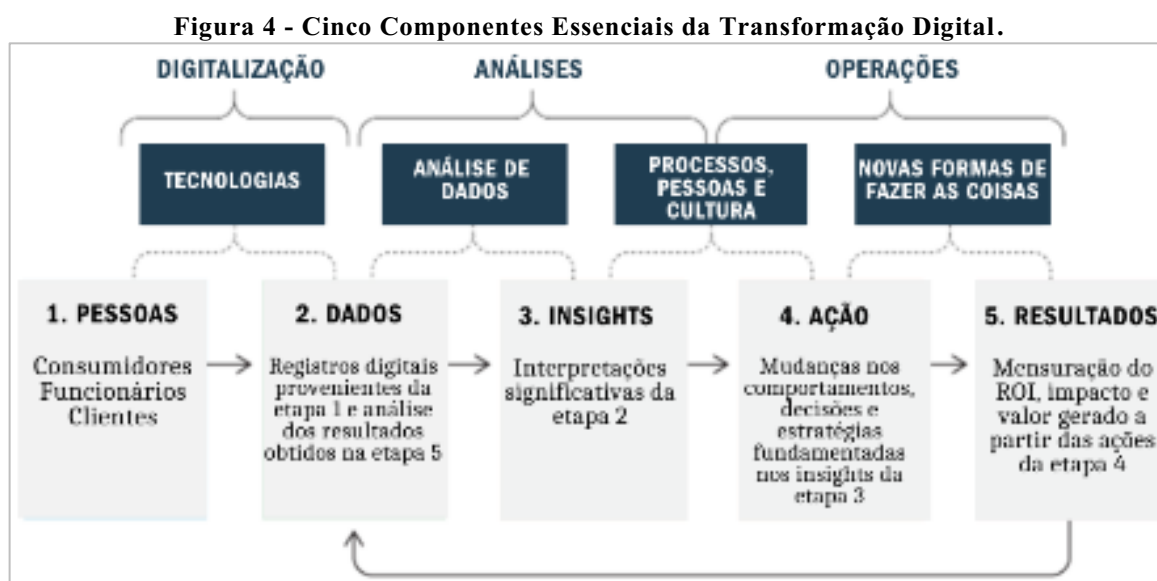
Transformação Digital abrange cenários de mudança e transformações organizacionais que vão além da dimensão digital (Bajic *et al.*, 2021; Chamorro-Premuzic, 2021; Rodríguez-Espíndola *et al.*, 2022; Konur *et al.*, 2023; Nouinou *et al.*, 2023).

De acordo com Konur *et al.*, (2023), o conceito central da I4.0 consiste na transformação de processos de fabricação manuais e desconectados em sistemas digitalizados, promovendo a interconexão entre funcionários, máquinas, pedidos, fornecedores, clientes e dispositivos eletrônicos, criando um ambiente industrial conectado e inteligente.

Embora Müller (2020) afirme que a I4.0 ainda esteja em desenvolvimento, especialmente para pequenas e médias empresas, alguns estudos já mencionam a Indústria 5.0 (Mourtzis; Angelopoulos; Panopoulos, 2022; Tavares; Azevedo; Marques, 2022; Alimohammadlou; Khoshsepehr, 2023).

Diferentemente da I4.0, a Indústria 5.0 (I5.0) é caracterizada pela criação de valor, resolução de problemas, diversidade, descentralização, resiliência e sustentabilidade, tendo o ser humano como ponto central. Essa abordagem possibilita uma melhor integração entre o homem e a máquina, conduzindo ao surgimento de uma sociedade superinteligente (Tavares; Azevedo; Marques, 2022; Mourtzis; Angelopoulos; Panopoulos, 2022).

Müller (2020) destaca que a I5.0 considera soluções centradas no ser humano, promovendo a interação homem-máquina com base em tempo real, simulação, gêmeos digitais e inteligência artificial, o que contribui para uma economia mais confiável e segura. Chamorro-Premuzic (2021) apresenta cinco componentes essenciais para a Transformação Digital, conforme ilustrado na Figura 4.



Fonte: Traduzido e Adaptado de Chamorro-Premuzic (2021).

Para Chamorro-Premuzic (2021), a Transformação Digital tem início com as pessoas, englobando consumidores, clientes e funcionários. Nesse contexto, as relações e preferências são manifestadas sem a necessidade de grande uso de tecnologia ou de uma extensa base de dados. No entanto, os dados possibilitam expandir o conhecimento sobre clientes e funcionários e replicá-lo em uma grande organização. Nesse caso, o uso de tecnologias pode ter um impacto positivo no processo de captura ou criação de registros digitais, promovendo mudanças no comportamento humano por meio da digitalização.

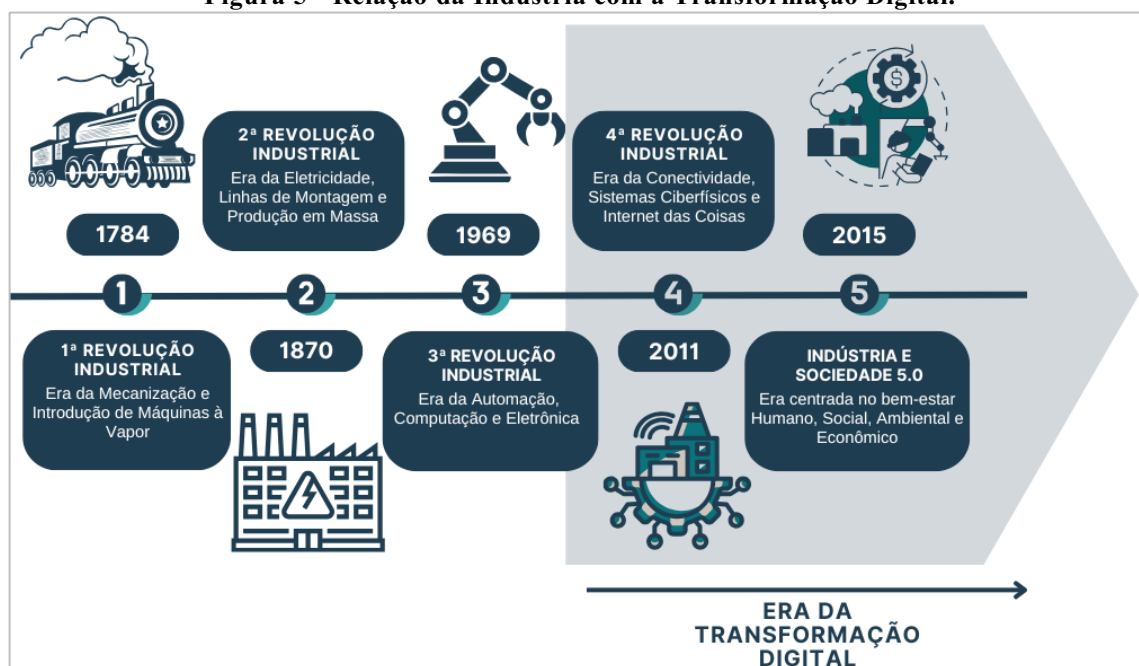
Os *insights* consistem na conversão de dados em ideias, utilizando tecnologias para análises relevantes e significativas. No entanto, apenas gerar *insights* não é suficiente; embora sejam valiosos, é fundamental integrá-los a um plano sólido para que possam se transformar em ações concretas. Por fim, na etapa de resultados, torna-se possível avaliar os efeitos gerados e seu impacto (Chamorro-Premuzic, 2021).

Nesse contexto, o conceito de Transformação Digital abrange um cenário de mudança e transformação, representando uma transição da Indústria 4.0 para uma Sociedade 5.0. Essa evolução busca eliminar desastres naturais e ataques cibernéticos, fortalecer redes de segurança e desenvolver ações para combater o desemprego (Chamorro-Premuzic, 2021; Mourtzis; Angelopoulos; Panopoulos, 2022). Assim, a Transformação Digital engloba conceitos e abordagens tanto da Indústria 4.0 quanto da Indústria 5.0, sendo esta última uma evolução e continuidade da Indústria 4.0. A I5.0 está diretamente associada ao ser humano, incorporando valores sociais e ecológicos, sem deixar de lado o uso de ferramentas digitais (Müller, 2020).

Para ilustrar o conceito de Transformação Digital, a Figura 5 tem o objetivo de demonstrar a relação da indústria com a Transformação Digital, destacando como essas evoluções tecnológicas se interconectam. Percebe-se que a Transformação Digital tem sua origem nos conceitos da Indústria 4.0, que enfatiza a conectividade, os sistemas ciberfísicos e a *Internet das Coisas*. Além disso, essa transformação incorpora uma abordagem centrada no ser humano, buscando um equilíbrio entre os aspectos sociais, ambientais, econômicos e tecnológicos.

Para alcançar seu potencial máximo, a Transformação Digital precisa ir além do simples uso de tecnologias digitais, explorando formas de promover maior interação, eficiência e agilidade. O foco deve estar na criação de operações que coloquem o ser humano no centro, adaptando-se às necessidades de colaboradores e clientes, além de priorizar um ambiente de trabalho mais colaborativo e inclusivo (Kumar; Mallipeddi, 2022; Mourtzis; Angelopoulos; Panopoulos, 2022; Alojaiman, 2023).

Figura 5 - Relação da Indústria com a Transformação Digital.



Fonte: Autor (2024).

A partir dessa apresentação prévia, os próximos tópicos têm por objetivo descrever de forma mais detalhada a Indústria 4.0 e a Indústria 5.0, explorando suas características, tecnologias chave, impactos e desafios em diversos contextos.

2.3 Indústria 4.0

O conceito de Indústria 4.0, segundo Brutovsky e Bugarova (2020), está associado a mudanças em grande escala, com a digitalização de diversos processos, produtos e serviços, afetando diretamente quase todas as áreas do sistema produtivo. Dessa forma, a Indústria 4.0 pode ser definida como um processo que conecta máquinas, pessoas e produtos às tecnologias digitais (Lu, 2017; Sung, 2018) ou, ainda, como uma automação gradual e constante das práticas tradicionais de fabricação (Schwab, 2017).

A Quarta Revolução Industrial, também chamada de manufatura digital ou *Internet Industrial das Coisas* (Satyro *et al.*, 2022), é caracterizada pela utilização de sistemas ciberfísicos, cujo objetivo é conectar o mundo físico ao mundo digital ou virtual (Zhang *et al.*, 2021). Além disso, a Indústria 4.0 conecta sistemas inteligentes, tendo como premissa a conectividade digital. Seu escopo envolve desde o sequenciamento genético e o uso de energias renováveis até a computação quântica. Esse conceito abrange uma série de tecnologias digitais que estão transformando os processos de produção (Satyro *et al.*, 2022), sendo que uma das

principais premissas da Indústria 4.0 é a construção de fábricas inteligentes, proporcionando o maior nível de automação possível (Liu; Xu, 2017; Schwab, 2017; Özdemir, 2018).

O termo Indústria 4.0 surgiu durante a *Hightech Strategy for 2020*, uma feira comercial organizada em Hannover, Alemanha, em novembro de 2011. Desde então, tornou-se um tema de estudo em diversas partes do mundo. O termo faz parte de um pacote de iniciativas governamentais da Alemanha para consolidar o país como líder da indústria integrada. Em 2012, foi formado um grupo de especialistas com o objetivo de popularizar o termo Indústria 4.0 como referência à Quarta Revolução Industrial (Kagermann *et al.*, 2015; Zhou; Liu; Zhou, 2015; Tupa; Simota; Steiner, 2017; Özdemir, 2018; Xu; Xu; Li, 2018; Kurt, 2019; Kumar; Singh; Kumar, 2021; Kovaitė; Stankevičienė, 2021; Fernando *et al.*, 2023). Desde então, surgiram diversos conceitos e perspectivas para descrever essa revolução, parte dos quais são sintetizados no Quadro 2.

Quadro 2 - Conceitos e Definições da Indústria 4.0.

DEFINIÇÕES	AUTORES
Utiliza a integração do sistema de produção manufatureiro com a revolução digital, inteligência artificial, <i>Internet das Coisas</i> e dispositivos inteligentes, sempre com o objetivo de aumentar a eficiência.	Badri; Boudreau-Trudel; Souissi, (2018)
Representa a digitalização e a integração dos processos industriais de manufatura e logística, utilizando também a <i>Internet</i> e dispositivos inteligentes.	Fonseca, (2018)
Relaciona-se a uma variedade de tecnologias que possibilitam o desenvolvimento da cadeia de valor, visando a redução dos prazos de fabricação e, conseqüentemente, a melhoria da qualidade dos produtos e processos, bem como o aprimoramento do desempenho organizacional.	Kamble; Gunasekaran; Gawankar, (2018)
Utiliza a <i>Internet das Coisas</i> (IoT) para integrar, comunicar e conectar sensores e objetos, sejam eles vivos ou inanimados. Além disso, faz uso de uma grande quantidade de dados (<i>Big Data</i>).	Özdemir, (2018)
Refere-se a um modelo de convergência entre nanotecnologia, biomedicina, tecnologia da informação e ciência cognitiva, englobando a fusão entre os mundos físico, real e digital.	Schwab; Davis; Nadella, (2018)
Compreende sistemas ciberfísicos e o uso de computação em nuvem como propulsores da rede digital, visando a criação de valor em todos os níveis do processo de fabricação.	Stock <i>et al.</i> , (2018)
Consiste em uma nova forma de produção que integra componentes físicos, cibernéticos e humanos para executar um conjunto de atividades preestabelecidas.	Essakly <i>et al.</i> , (2019)
Corresponde à integração de sistemas digitais para monitorar e controlar sistemas físicos, incorporando tecnologias digitais ao longo de todo o processo produtivo.	Luco <i>et al.</i> , (2019)
Define-se como a utilização da automação e da troca de dados por meio de ferramentas tecnológicas nos processos de manufatura.	Matsuda <i>et al.</i> , (2019)
Corresponde à digitalização dos processos produtivos por meio do uso de sensores e sistemas de informação, com o objetivo de tornar os processos mais eficientes.	Mora Sanchez, (2019a)
Integra novas tecnologias digitais de produção para aprimorar o trabalho, resultando no surgimento de novos modelos de negócios e no aumento da produtividade e da qualidade dos produtos.	Capodiecì; Mainetti; Dipietrangelo, (2020)

Configura-se na utilização da <i>Internet</i> para integrar máquinas, dispositivos eletrônicos, sensores e pessoas.	Kalsoom; Ramzan; Ahmed, (2020)
Integra as partes físicas e cibernéticas de um processo de fabricação por meio de redes e <i>softwares</i> avançados, sendo impulsionado pelas tecnologias da Indústria 4.0, utilizadas para previsão, controle, manutenção e integração dos processos de manufatura.	Bajic <i>et al.</i> , (2021)
Caracteriza uma nova forma de produção, permitindo que as máquinas sejam totalmente automatizadas e operem com o mínimo de intervenção humana.	Kiraz <i>et al.</i> , (2021)
Indica a adoção de novas tecnologias em todas as esferas econômicas, buscando a criação de um ecossistema digital por meio da integração de todos os sistemas e componentes de produção.	Kolodnyaya; Nikulina, (2021)
Representa a fusão entre o mundo físico e o mundo digital, utilizando Sistemas Ciberfísicos (CPS).	Kovaitė; Stankevičienė, (2021)
É um conjunto de tecnologias voltadas para ecossistemas inteligentes, permitindo a transformação de processos industriais e impactando a eficiência, a produtividade e a lucratividade dos negócios.	Konur <i>et al.</i> , (2023)

Fonte: Autor (2024).

A partir do Quadro 2, percebe-se que não há uma definição única para a Indústria 4.0. Com base nos conceitos expostos, define-se a Indústria 4.0 como um sistema que busca integrar máquinas, equipamentos e sistemas por meio de tecnologias digitais, visando obter processos automatizados mais eficientes e ágeis, com menor esforço humano. Schwab (2017) apresenta três conceitos norteadores da Indústria 4.0:

- a) Velocidade: diferentemente das revoluções anteriores, ocorre em um ritmo acelerado e exponencial;
- b) Amplitude e profundidade: promove diversas mudanças que impactam economias, empresas e sociedades, combinando múltiplas tecnologias;
- c) Impacto nos sistemas: inclui a transformação de sistemas inteiros, abrangendo países, empresas e indústrias como um todo.

A Indústria 4.0 baseia-se em seis princípios de *design*, conforme descrito por Carvalho *et al.*, (2018), Fonseca (2018) e Bag e Pretorius (2022):

- a) Interoperabilidade: integra os sistemas clássicos de produção com os modelos modernos, utilizando a integração e comunicação por meio de CPS e IoT;
- b) Virtualização: utiliza simulações e modelos de plantas virtuais;
- c) Descentralização: corresponde à capacidade dos CPS tomarem decisões sem a necessidade de um comando central;
- d) Capacidade em tempo real: possibilita a coleta e análise de dados para identificar inconsistências rapidamente, permitindo uma solução ágil a partir de alternativas geradas;

- e) Orientação a serviços: utiliza serviços de CPS para facilitar a tomada de decisão por gerentes, operadores e clientes;
- f) Modularidade: permite a incorporação de novas máquinas, módulos e sistemas sem a necessidade de modificar os componentes já existentes.

Além disso, a Indústria 4.0 utiliza a integração generalizada, permitindo a troca de informações entre os elementos do processo produtivo, podendo operar de forma autônoma e acionando ações controladas de maneira independente. Essa integração pode ocorrer de três formas: vertical, horizontal e ponta a ponta (Kagermann *et al.*, 2013; Weyer *et al.*, 2015; Barreto; Amaral; Pereira, 2017; Farkas, 2018; Gobbo Junior *et al.*, 2018; Luco *et al.*, 2019).

- a) Integração vertical: caracteriza-se pela implementação de sistemas de manufatura em rede, integrando diversos sistemas de informação em diferentes níveis hierárquicos. Nesse tipo de integração, a troca de informações ocorre de forma ascendente na hierarquia (Wu *et al.*, 2013; Posada *et al.*, 2015; Wang *et al.*, 2016; Tupa; Simota; Steiner, 2017; Gobbo Junior *et al.*, 2018; Müller; Kiel; Voigt, 2018);
- b) Integração horizontal: refere-se à integração de sistemas, processos, recursos e fluxos de informações dentro e entre indústrias. Esse modelo de integração envolve a troca de materiais, energia e informações ao longo de toda a cadeia de valor, abrangendo desde os fornecedores até o cliente final (Wu *et al.*, 2013; Posada *et al.*, 2015; Tupa; Simota; Steiner, 2017; Gobbo Junior *et al.*, 2018; Luco *et al.*, 2019);
- c) Integração ponta a ponta: ocorre por meio da digitalização completa da engenharia de toda a cadeia de valor, proporcionando soluções ágeis e assertivas. Esse modelo busca a personalização de produtos e a digitalização do ciclo de vida do produto, monitorando todas as etapas de concepção, desenvolvimento, produção, logística, vendas e encerramento do ciclo de vida do produto (Kagermann *et al.*, 2013; Xu; He; Li, 2014; Wang *et al.*, 2016; Gobbo Junior *et al.*, 2018; Saucedo-Martínez *et al.*, 2018).

Simonetto *et al.*, (2022) e Attiany *et al.*, (2023) destacam que a Indústria 4.0 traz diversos benefícios, como maior personalização de produtos e processos, melhoria na qualidade dos produtos, redução de custos operacionais, aumento da produtividade e aprimoramento do controle dos processos, além de um nível mais elevado de automação. Segundo Schumacher *et*

al., (2016) e Senna *et al.*, (2022), a interconectividade é um dos principais pilares da Indústria 4.0, promovendo uma mudança de paradigma devido ao crescente uso da digitalização da cadeia de valor e à troca de dados em tempo real entre agentes, objetos e sistemas conectados.

Por outro lado, Raj *et al.*, (2020) e Fernando *et al.*, (2023) apontam desafios na implementação da Indústria 4.0, como a escassez de recursos, a falta de uma estratégia digital clara e as constantes mudanças na regulamentação e nos padrões governamentais. Além disso, a gestão da mudança e a necessidade de maior qualificação dos profissionais também são desafios que precisam ser superados nesse novo cenário (Chauhan; Singh; Luthra, 2021).

A Indústria 4.0 também é conhecida por combinar tecnologias já existentes com novas inovações, criando um ambiente produtivo mais dinâmico e controlado (Trappey *et al.*, 2016). Essa revolução tecnológica faz uso de diversas ferramentas modernas, como CPS, *Machine Learning*, *Big Data*, RFID, Inteligência Artificial e IoT, entre outras (Fernando *et al.*, 2023). Essas tecnologias desempenham um papel fundamental no avanço da Indústria 4.0 e são essenciais para seu desenvolvimento contínuo. A próxima seção tem como objetivo descrever algumas dessas tecnologias em detalhes.

2.3.1 Tecnologias impulsionadoras da Indústria 4.0.

Para a criação e implementação de fábricas inteligentes, é essencial o uso de tecnologias digitais, consideradas impulsionadoras do desenvolvimento da Indústria 4.0 e fundamentais para o funcionamento industrial (Gurjanov *et al.*, 2018). Durante a análise dos artigos do *portfólio* bibliográfico, diversas tecnologias foram identificadas e mapeadas. Dessa forma, o Quadro 3 apresenta as tecnologias impulsionadoras da Indústria 4.0, juntamente com os autores que mencionaram cada uma delas.

Quadro 3 - Tecnologias Impulsionadoras da Indústria 4.0.

TECNOLOGIAS IMPULSIONADORAS	AUTORES
<i>Big Data</i>	Chen <i>et al.</i> , (2017); Khan <i>et al.</i> , (2017); Strange; Zucchella, (2017); Tupa; Simota; Steiner, (2017); Badri; Boudreau-Trudel; Souissi, (2018); Bonilla <i>et al.</i> , (2018); Farkas, (2018); Ivanov; Dolgui; Sokolov, (2018); Kamble; Gunasekaran; Gawankar, (2018); Moktadir <i>et al.</i> , (2018); Rehman <i>et al.</i> , (2018); Saucedo-Martínez <i>et al.</i> , (2018); Salento (2018); Amorim <i>et al.</i> , (2019); Essakly <i>et al.</i> , (2019); Galati; Bigliardi, (2019); Hoyos Guevara; Silva, (2019); Luco <i>et al.</i> , (2019); Mora Sanchez, (2019b); Ruzsa, (2019); Kalsoom; Ramzan; Ahmed, (2020); Kumar <i>et al.</i> , (2020); Bájic <i>et al.</i> , (2021); Bécoul; Praça; Gama, (2021); Jedynal <i>et al.</i> , (2021); Yang <i>et al.</i> , (2021); Bag; Pretorius, (2022); Dolgui; Sgarbossa; Simonetto, (2022); Hughes <i>et al.</i> , (2022);

	Mourtzis; Angelopoulos; Panopoulos, (2022); Rodríguez-Espíndola <i>et al.</i> , (2022); Senna <i>et al.</i> , (2022); Simonetto <i>et al.</i> , (2022); Rad <i>et al.</i> , (2022); Zorzenon <i>et al.</i> , (2022); Ghildiyal <i>et al.</i> , (2023); Konur <i>et al.</i> , (2023); Nouinou <i>et al.</i> , (2023); Shah <i>et al.</i> , (2023)
<i>Blockchain</i>	Bonilla <i>et al.</i> , (2018); Hoyos Guevara; Silva, (2019); Mora Sanchez (2019b); Shenkoya; Dae-Woo, (2019); Kumar <i>et al.</i> , (2020); Reyes; Visich; Jaska, (2020); Jedynal <i>et al.</i> , (2021); Kumar; Singh; Kumar, (2021); Yang <i>et al.</i> , (2021); Akinradewo <i>et al.</i> , (2022); Hughes <i>et al.</i> , (2022); Kumar; Mallipeddi, (2022); Kumar <i>et al.</i> , (2022b); Mangla <i>et al.</i> , (2022); Mourtzis; Angelopoulos; Panepoulos, (2022); Rad <i>et al.</i> , (2022); Rodríguez-Espíndola <i>et al.</i> , (2022); Ronaghi; Mosakhani, (2022); Simonetto <i>et al.</i> , (2022); Alojaiman, (2023); Ghildiyal <i>et al.</i> , (2023); Sadegui; Mahmoudi, Deng, (2023)
<i>Cloud Computing</i> Computação em Nuvem	Gao <i>et al.</i> , (2015); Lee; Lee, (2015); Roblek; Mesko; Krapez, (2016); Khan <i>et al.</i> , (2017); Strange; Zucchella, (2017); Bonilla <i>et al.</i> , (2018); Farkas, (2018); Jabbour <i>et al.</i> , (2018); Kamble; Gunasekaran; Gawankar (2018); Moktadir <i>et al.</i> , (2018); Saucedo-Martínez <i>et al.</i> , (2018); Salento, (2018); Stock <i>et al.</i> , (2018); Amorim <i>et al.</i> , (2019); Essakly <i>et al.</i> , (2019); Galati; Bigliardi, (2019); Matsuda <i>et al.</i> , (2019); Mora Sanchez, (2019b); Ruzsa, (2019); Kalsoom; Ramzan; Ahmed, (2020); Kumar <i>et al.</i> , (2020); Radanliev <i>et al.</i> , (2020); Bécue; Praça; Gama, (2021); Bajic <i>et al.</i> , (2021); Jedynal <i>et al.</i> , (2021); Kalsoom <i>et al.</i> , (2021); Kumar; Singh; Kumar, (2021); Sineviciene <i>et al.</i> , (2021); Gaddekar; Sarkar; Gaddekar, (2022); Hughes <i>et al.</i> , (2022); Rad <i>et al.</i> , (2022); Rodríguez-Espíndola <i>et al.</i> , (2022); Senna <i>et al.</i> , (2022); Simonetto <i>et al.</i> , (2022); Zorzenon <i>et al.</i> , (2022); Konur <i>et al.</i> , (2023); Nouinou <i>et al.</i> , (2023)
<i>Cyber-Physical System</i> Sistema Ciberfísico (CPS)	Barreto; Amaral; Pereira, (2017); Kiel <i>et al.</i> , (2017); Tupa; Simota; Steiner, (2017); Xu; Tang, (2017); Badri; Boudreau-Trudel; Souissi, (2018); Bonilla <i>et al.</i> , (2018); Gobbo Junior <i>et al.</i> , (2018); Jabbour <i>et al.</i> , (2018); Kamble; Gunasekaran; Sharma, (2018); Müller; Buliga; Voigt, (2018); Stock <i>et al.</i> , (2018); Amorim <i>et al.</i> , (2019); Galati; Bigliardi, (2019); Kalsoom; Ramzan; Ahmed, (2020); Zhdaneev; Korenev; Lyadov, (2020); Bajic <i>et al.</i> , (2021); Kumar; Singh; Kumar, (2021); Simonetto <i>et al.</i> , (2022); Zorzenon <i>et al.</i> , (2022); Konur <i>et al.</i> , (2023)
<i>Cyber Security</i> Cibersegurança	Strange; Zucchella, (2017); Farkas, (2018); Kamble; Gunasekaran; Gawankar, (2018); Moktadir <i>et al.</i> , (2018); Saucedo-Martínez <i>et al.</i> , (2018); Salento, (2018); Amorim <i>et al.</i> , (2019); Essakly <i>et al.</i> , (2019); Lucco <i>et al.</i> , (2019); Mora Sanchez, (2019b)
<i>Digital Twins</i> Gêmeos Digitais	Hughes <i>et al.</i> , (2022); Jbair <i>et al.</i> , (2022); Mourtzis; Angelopoulos; Panapoulos, (2022); Zorzenon <i>et al.</i> , (2022); Alojaiman, (2023); Ghildiyal <i>et al.</i> , (2023)
<i>Inteligência Artificial</i> (IA)	Hoyos Guevara; Silva, (2019); Matsuda <i>et al.</i> , (2019); Kumar <i>et al.</i> , (2020); Reyes; Visich; Jaska, (2020); Bajic <i>et al.</i> , (2021); Bécue; Praça; Gama, (2021); Jedynal <i>et al.</i> , (2021); Sineviciene <i>et al.</i> , (2021); Bag; Pretorius, (2022); Dolgui; Sgarbossa; Simonetto, (2022); Gaddekar; Sarkar; Gaddekar, (2022); Hughes <i>et al.</i> , (2022); Nayal <i>et al.</i> , (2022); Rad <i>et al.</i> , (2022); Rodríguez-Espíndola <i>et al.</i> , (2022); Singh <i>et al.</i> , (2022); Simonetto <i>et al.</i> , (2022); Zorzenon <i>et al.</i> , (2022); Ghildiyal <i>et al.</i> , (2023); Nouinou <i>et al.</i> , (2023); Shah <i>et al.</i> , (2023)

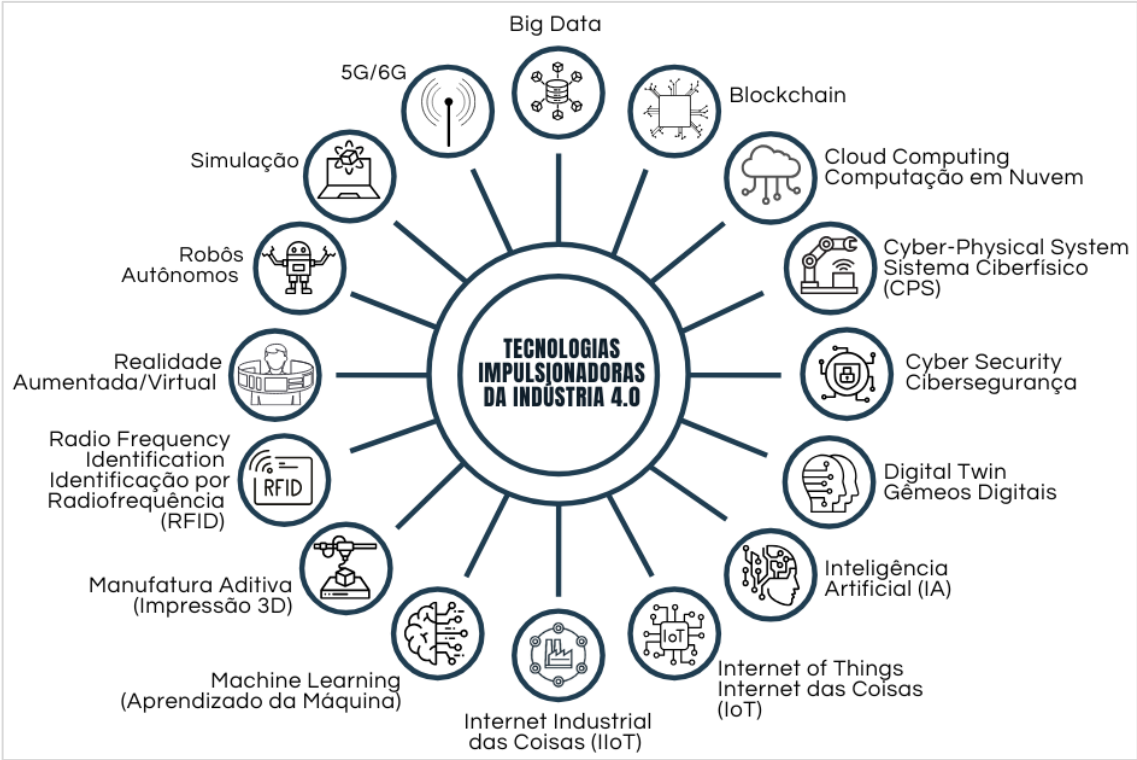
<i>Internet of Things</i> <i>Internet das Coisas</i> (IoT)	Lee; Lee, (2015); Roblek; Mesko; Krapez, (2016); Chen <i>et al.</i> , (2017); Khan <i>et al.</i> , (2017); Kiel <i>et al.</i> , (2017); Strange; Zucchella, (2017); Badri; Boudreau-Trudel; Souissi, (2018); Bonilla <i>et al.</i> , (2018); Farkas, (2018); Gobbo Junior <i>et al.</i> , (2018); Jabbour <i>et al.</i> , (2018); Kamble; Gunasekaran; Gawankar (2018); Moktadir <i>et al.</i> , (2018); Saucedo-Martínez <i>et al.</i> , (2018); Salento, (2018); Sisinni <i>et al.</i> , (2018); Xu; Xu; Li, (2018); Amorim <i>et al.</i> , (2019); Essakly <i>et al.</i> , (2019); Galati; Bigliardi, (2019); Hoyos Guevara; Silva, (2019); Lucco <i>et al.</i> , (2019); Mora Sanchez, (2019a); Mora Sanchez, (2019b); Ruzsa, (2019); Shenkoya; Dae-Woo, (2019); Kalsoom; Ramzan; Ahmed, (2020); Kumar <i>et al.</i> , (2020); Radanliev <i>et al.</i> , (2020); Reyes; Visich; Jaska, (2020); Bajic <i>et al.</i> , (2021); Jedynal <i>et al.</i> , (2021); Kumar; Singh; Kumar, (2021); Mendhurwar; Mishra, (2021); Sineviciene <i>et al.</i> , (2021); Vass; Shee; Miah, (2021); Yang <i>et al.</i> , (2021); Gadekar; Sarkar; Gadekar, (2022); Kumar <i>et al.</i> , (2022b); Mourtzis; Angelopoulos; Panopoulos, (2022); Satyro <i>et al.</i> , (2022); Senna <i>et al.</i> , (2022); Zorzenon <i>et al.</i> , (2022); Alojaiman, (2023); Konur <i>et al.</i> , (2023); Nouinou <i>et al.</i> , (2023); Ghildiyal <i>et al.</i> , (2023)
<i>Internet Industrial das Coisas</i> (IIoT)	Khan <i>et al.</i> , (2017); Kiel; Arnold; Voigt, (2017); Farkas, (2018); Rehman <i>et al.</i> , (2018); Mora Sanchez, (2019a); Ruzsa, (2019); Bécue; Praça; Gama, (2021); Jedynal <i>et al.</i> , (2021); Kolodnyaya; Nikulina, (2021)
<i>Machine Learning</i> (Aprendizado da Máquina)	Moktadir <i>et al.</i> , (2018); Haricha <i>et al.</i> , (2020); Bécue; Praça; Gama, (2021); Kumar; Singh; Kumar, (2021); Konur <i>et al.</i> , (2023)
Manufatura Aditiva (Impressão 3D)	Chen <i>et al.</i> , (2017); Strange; Zucchella, (2017); Bonilla <i>et al.</i> , (2018); Farkas, (2018); Jabbour <i>et al.</i> , (2018); Kamble; Gunasekaran; Gawankar, (2018); Moktadir <i>et al.</i> , (2018); Saucedo-Martínez <i>et al.</i> , (2018); Salento, (2018); Amorim <i>et al.</i> , (2019); Essakly <i>et al.</i> , (2019); Galati; Bigliardi, (2019); Ivanov; Dolgui; Sokolov, (2019); Luco <i>et al.</i> , (2019); Mora Sanchez, (2019b); Bajic <i>et al.</i> , (2021); Bécue; Praça; Gama, (2021); Kumar; Singh; Kumar, (2021); Sineviciene <i>et al.</i> , (2021); Yang <i>et al.</i> , (2021); Hughes <i>et al.</i> , (2022); Senna <i>et al.</i> , (2022); Simonetto <i>et al.</i> , (2022); Rad <i>et al.</i> , (2022); Zorzenon <i>et al.</i> , (2022); Alojaiman, (2023)
<i>Radio Frequency Identification</i> Identificação por Radiofrequência (RFID)	Khan <i>et al.</i> , (2017); Bonilla <i>et al.</i> , (2018); Ivanov; Dolgui; Sokolov, (2018); Xu; Xu; Li, (2018); Salento, (2018); Kalsoom; Ramzan; Ahmed, (2020); Reyes; Visich; Jaska, (2020); Kalsoom <i>et al.</i> , (2021); Kumar; Singh; Kumar, (2021); Sineviciene <i>et al.</i> , (2021); Yang <i>et al.</i> , (2021)
Realidade Aumentada/Virtual	Strange; Zucchella, (2017); Farkas, (2018); Kamble; Gunasekaran; Gawankar, (2018); Moktadir <i>et al.</i> , (2018); Saucedo-Martínez <i>et al.</i> , (2018); Salento, (2018); Amorim <i>et al.</i> , (2019); Essakly <i>et al.</i> , (2019); Galati; Bigliardi, (2019); Lucco <i>et al.</i> , (2019); Mora Sanchez, (2019b); Bajic <i>et al.</i> , (2021); Bécue; Praça; Gama, (2021); Dolgui; Sgarbossa; Simonetto, (2022); Gadekar; Sarkar; Gadekar, (2022); Mourtzis; Angelopoulos; Panopoulos, (2022); Rad <i>et al.</i> , (2022); Senna <i>et al.</i> , (2022); Simonetto <i>et al.</i> , (2022); Zorzenon <i>et al.</i> , (2022)
Robôs Autônomos	Strange; Zucchella, (2017); Saucedo-Martínez, (2017); Badri; Boudreau-Trudel; Souissi, (2018); Farkas, (2018); Freddi, (2018); Kamble; Gunasekaran; Gawankar, (2018); Moktadir <i>et al.</i> , (2018); Salento, (2018); Amorim <i>et al.</i> , (2019); Essakly <i>et al.</i> , (2019); Luco <i>et al.</i> , (2019); Mora Sanchez, (2019b); Kalsoom; Ramzan; Ahmed, (2020); Zhdaneev; Korenev; Lyadov, (2020); Kumar <i>et al.</i> , (2020); Bajic <i>et al.</i> , (2021);

	Bécue; Praça; Gama, (2021); Sineviciene <i>et al.</i> , (2021); Gadekar; Sarkar; Gadekar, (2022); Rad <i>et al.</i> , (2022); Senna <i>et al.</i> , (2022); Zorzenon <i>et al.</i> , (2022)
Simulação	Strange; Zucchella, (20017); Badri; Boudreau-Trudel; Souissi, (2018); Farkas, (2018); Kamble; Gunasekaran; Gawankar, (2018); Moktadir <i>et al.</i> , (2018); Saucedo-Martínez <i>et al.</i> , (2018); Salento, (2018); Amorim <i>et al.</i> , (2019); Essakly <i>et al.</i> , (2019); Luco <i>et al.</i> , (2019); Rad <i>et al.</i> , (2022); Senna <i>et al.</i> , (2022); Simonetto <i>et al.</i> , (2022); Zorzenon <i>et al.</i> , (2022)
5G/6G	Mourtzis; Angelopoulos; Panopoulos, (2022); Alojaiman, (2023); Ghildiyal <i>et al.</i> , (2023)

Fonte: Autor (2024).

A partir do Quadro 3, observa-se que 16 tecnologias foram identificadas como impulsionadoras da Indústria 4.0 por meio da revisão sistemática da literatura. Cada uma dessas tecnologias possui suas particularidades e importância, e sua correta implementação pode resultar em processos mais ágeis, redução de custos e desperdícios. Além disso, a adoção dessas tecnologias permite que parte do processo produtivo deixe de ser manual, tornando-se automatizado e, em muitos casos, controlado por sistemas inteligentes em tempo real (Zhdaneev; Korenev; Lyadov, 2020). Antes de detalhar o significado de cada uma delas, a Figura 6 apresenta, de forma ilustrativa, essas 16 tecnologias.

Figura 6 - Tecnologias Impulsionadoras da Indústria 4.0.



Fonte: Autor (2024).

2.3.1.1 Big data

Consiste na utilização de Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) e em ferramentas analíticas avançadas para analisar, processar e disseminar um grande volume de dados, monitorando e otimizando processos, tornando-os mais eficientes e auxiliando na tomada de decisões. Normalmente, emprega técnicas analíticas avançadas, como mineração de dados, análise estatística e preditiva, possibilitando a tomada de decisões em tempo real (Saucedo-Martínez *et al.*, 2018; Bajic *et al.*, 2021; Bécue; Praça; Gama, 2021; Yang *et al.*, 2021).

O *Big Data* representa um conjunto de dados diversos, gerados em volume e velocidade cada vez maiores (Nouinou *et al.*, 2023). Ele é caracterizado pelos 5Vs:

- Volume: grande quantidade de dados gerados simultaneamente;
- Variedade: dados provenientes de diversas fontes;
- Velocidade: geração de dados em tempo real ou com alta frequência;
- Veracidade: garantia de confiabilidade e qualidade dos dados;
- Valor: transformação dos dados em informações inteligentes e úteis.

Quando combinados, esses elementos permitem obter informações valiosas por meio da mineração de dados, contribuindo para processos mais estratégicos e eficientes (Yan *et al.*, 2017; Ivanov; Dolgui; Sokolov, 2018; Jedynak *et al.*, 2021; Rodríguez-Espíndola *et al.*, 2022; Nouinou *et al.*, 2023).

2.3.1.2 Blockchain

Refere-se ao registro de eventos digitais na cadeia de suprimentos, funcionando como um sistema de controle protegido por criptografia, garantindo maior segurança e transparência (Reyes; Visich; Jaska, 2020; Yang *et al.*, 2021). Também pode ser definido como um banco de dados compartilhado, projetado para assegurar a integridade e a inviolabilidade dos dados, garantindo controle e privacidade (Khrais, 2000; Hoyos Guevara; Silva, 2019; Yang *et al.*, 2021; Alojaiman, 2023).

O *Blockchain* é baseado em transações organizadas em blocos, interligadas em uma cadeia protegida por criptografia. Atualmente, o uso dessa tecnologia tem crescido significativamente, sendo amplamente adotada por mercados financeiros, como no caso do

crescente uso do *Bitcoin* (Jedynak *et al.*, 2021; Alimohammadlou; Khoshsepehr, 2023; Sadeghi; Mahmoudi; Deng, 2023).

2.3.1.3 Cloud computing (computação em nuvem)

Trata-se de uma plataforma tecnológica virtual que permite o armazenamento de arquivos, informações e programas na *Internet*, denominada nuvem, eliminando a necessidade de armazenamento local nos computadores (Liu; Xu, 2017; Mora Sanchez, 2019b). O sistema em nuvem oferece alto desempenho e baixo custo de implementação, além de, em muitos casos, possibilitar o armazenamento de uma grande quantidade de dados (Zheng *et al.*, 2014; Xu; Xu; Li, 2018; Bajic *et al.*, 2021; Kumar; Singh; Kumar, 2021).

2.3.1.4 Cyber-physical system (sistema ciberfísico – CPS)

Considerada uma das principais tecnologias da Indústria 4.0, caracterizando-se por máquinas inteligentes e sistemas físicos que podem ser monitorados e integrados por meio de um sistema de comunicação e computação. Esse sistema inclui o uso de sensores e atuadores, conectando humanos, máquinas e produtos (Barreto; Amaral; Pereira, 2017; Kiel *et al.*, 2017; Bonilla *et al.*, 2018; Müller; Buliga; Voigt, 2018; Bajic *et al.*, 2021).

Por meio da integração entre os mundos real e virtual, conectando sistemas físicos, objetos, máquinas e dispositivos, é possível viabilizar a transferência de dados em tempo real, contribuindo significativamente para o monitoramento e diagnóstico dos sistemas de produção (Lee; Lee, 2015; Kumar; Singh; Kumar, 2021).

Essa integração é composta por quatro elementos principais: computadores e *softwares*, responsáveis pelo processamento e análise de dados; redes computacionais, que garantem a conectividade e a troca de informações; sensores e atuadores, que captam dados do ambiente físico e executam ações conforme necessário; e, por fim, sistemas de captura e transmissão de informações, que possibilitam a comunicação entre os diferentes componentes da infraestrutura digital (Gunes *et al.*, 2014; Gobbo Junior *et al.*, 2018).

2.3.1.5 Cyber security (cibersegurança)

Consiste em garantir a segurança e proteção dos dados e informações coletadas por meio das tecnologias digitais, evitando adulterações e vazamentos. Dessa forma, a

cibersegurança é considerada um dos principais desafios para a implementação da Indústria 4.0 (Moktadir *et al.*, 2018; Saucedo-Martínez *et al.*, 2018).

A cibersegurança envolve a proteção de dados e sistemas contra possíveis interceptações ou ataques cibernéticos, incluindo tentativas de invasão e manipulação de informações (Jansen; Jeschke, 2018). Quanto mais conectado e integrado um sistema, maiores são suas vulnerabilidades, tornando essencial o fortalecimento da segurança dos dados (Moktadir *et al.*, 2018).

2.3.1.6 Digital twin - DT (gêmeos digitais)

Refere-se à replicação virtual de um objeto físico que opera da mesma forma que sua contraparte no mundo real. O gêmeo digital é utilizado como uma simulação de um sistema, permitindo analisar seu comportamento a partir de dados do mundo real. Dessa forma, inconsistências ou falhas podem ser identificadas e corrigidas antes mesmo de ocorrerem no ambiente físico (Mourtzis; Angelopoulos; Panopoulos, 2022; Alojaiman, 2023).

Alojaiman (2023) destaca que *softwares* e ferramentas como *machine learning* e IoT podem aprimorar os resultados e as simulações realizadas pelos gêmeos digitais. Além disso, Hughes *et al.*, (2022) afirmam que o gêmeo digital muitas vezes é integrado a sistemas CPS, contribuindo para maior eficiência e produtividade.

2.3.1.7 Inteligência artificial (IA)

Refere-se à forma como um sistema é utilizado para interpretar dados corretamente, empregando padrões preestabelecidos para estimular o aprendizado de maneira flexível, adaptável, interativa e autônoma, sem a necessidade de intervenções para seu funcionamento. Assim, pode-se dizer que a Inteligência Artificial (IA) opera como um sistema de autoaprendizado que, em condições ideais, não necessitaria da interferência humana para sua execução (Taddeo; Floridi, 2018; Paes; Silveira; Akkari, 2021).

A IA utiliza algoritmos com a capacidade de aprender de forma autônoma a partir de dados e, com base nesse processo de "alimentação", aplica os conhecimentos adquiridos para atingir objetivos específicos. As principais ferramentas da IA Industrial incluem robôs, computação e aprendizado de máquina (*machine learning*), que, quando combinados, aprimoram a tomada de decisões e melhoram a qualidade de produtos e serviços (Bécue; Praça; Gama, 2021; Jedynek *et al.*, 2021; Nayal *et al.*, 2022; Rodríguez-Espíndola *et al.*, 2022).

2.3.1.8 Internet of things (internet das coisas) – IoT

Facilita a coleta e transmissão de dados entre diferentes dispositivos e objetos, referindo-se à integração de máquinas e dispositivos que se conectam entre si, permitindo a troca de informações. A *Internet das Coisas* (IoT) representa a interconexão de objetos físicos por meio de sensores conectados à *Internet*, que coletam e transmitem dados entre dispositivos, reduzindo a necessidade de interação humana (Lee; Lee, 2015; Jabbour *et al.*, 2018; Kalsoom; Ramzan; Ahmed, 2020; Bajic *et al.*, 2021; Kumar; Singh; Kumar, 2021).

A IoT transforma objetos comuns em dispositivos conectados. Dessa forma, todos os ativos industriais, incluindo máquinas, sistemas de controle, sistemas de informação e processos de negócios, podem ser integrados e monitorados remotamente (Sisinni *et al.*, 2018). Alguns componentes são essenciais para o melhor desempenho da IoT, como códigos de barras, sensores sem fio e infravermelhos, *middleware* e computação em nuvem (Lee; Lee, 2015; Zhang *et al.*, 2017; Jabbour *et al.*, 2018; Yang *et al.*, 2021).

2.3.1.9 Internet industrial das coisas (IIoT)

Refere-se ao uso da *Internet* exclusivamente para aplicações industriais, empregando dispositivos, máquinas e sensores para projetar soluções baseadas em IoT para a indústria. Essa tecnologia possibilita o processamento e a análise de dados de forma rápida e avançada (Khan *et al.*, 2017; Kie; Arnold; Voigt, 2017; Mora Sanchez, 2019a; Bécue; Praça; Gama, 2021). Devido à sua estrutura, permite a implementação de projetos e sistemas complexos, contribuindo para a automação e otimização dos processos industriais (Kolodynyaya; Nikulina, 2021).

2.3.1.10 Machine learning (aprendizado de máquina)

Utiliza algoritmos e dados históricos para treinar máquinas e computadores, permitindo-lhes prever e gerar soluções para problemas sem a necessidade de intervenção humana, ou seja, um aprendizado que ocorre sem a necessidade de programação explícita (Haricha *et al.*, 2020; Bécue; Praça; Gama, 2021). Esse recurso possibilita que empresas analisem defeitos e otimizem seus sistemas de produção e operações (Moktadir *et al.*, 2018).

O *Machine Learning* opera com base em algoritmos, permitindo que as máquinas aprendam e se adaptem de forma iterativa, possibilitando a tomada de decisões assertivas

quando expostas a novos dados (Li; Hou; Wu, 2017; Bécue; Praça; Gama, 2021; Jedynak *et al.*, 2021).

2.3.1.11 Manufatura aditiva (impressão 3D)

Refere-se à união de materiais camada por camada por meio de modelagem computacional. Atualmente, essa tecnologia é amplamente utilizada devido ao seu baixo custo e alta velocidade, proporcionando maior flexibilidade na produção e possibilitando a fabricação de produtos personalizados (Berman, 2012; Vaidyya; Ambad; Bhosle, 2018; Bajic *et al.*, 2021; Bécue; Praça; Gama, 2021). Com isso, a Manufatura Aditiva transformou a forma como os produtos são projetados, fabricados e entregues aos clientes (Hughes *et al.*, 2022).

2.3.1.12 Radio frequency identification (identificação por radiofrequência – RFID)

Refere-se ao compartilhamento e à transferência de dados utilizados para identificar e rastrear *tags* associadas a qualquer tipo de objeto ou ativo por meio de identificação automática (Khan *et al.*, 2017; Kalsoom; Ramzan; Ahmed, 2020; Reyes; Visich; Jaska, 2020; Kumar; Singh; Kumar, 2021). Cada dispositivo industrial possui uma etiqueta de identificação e rastreamento, com uma numeração exclusiva (Khan *et al.*, 2017). A utilização da tecnologia RFID nas indústrias possibilita maior visibilidade, coordenação e controle da cadeia de suprimentos (Reyes; Visich; Jaska, 2020).

2.3.1.13 Realidade aumentada/realidade virtual (RA/RV)

Refere-se a uma variação do ambiente virtual baseada em um ambiente real, permitindo a sobreposição de imagens e objetos digitais sobre elementos físicos por meio de informações computacionais e gráficas (Billinghurst; Clark; Lee, 2015; Bongomin *et al.*, 2020; Bajic *et al.*, 2021). Com isso, a realidade aumentada contribui para a coleta de dados em tempo real (Vaidya; Ambad; Bhosle, 2018).

2.3.1.14 Robôs autônomos

Refere-se à utilização de robôs para executar atividades com maior precisão e inteligência, garantindo maior segurança, autonomia, flexibilidade, versatilidade e colaboração. Esse avanço permite que as máquinas tomem suas próprias decisões ou até mesmo aprendam

com operadores humanos (Moktadir *et al.*, 2018; Vaidya; Ambad; Bhosle, 2018; Bajic *et al.*, 2021; Bécue; Praça; Gama, 2021).

2.3.1.15 Simulação

Representa os processos industriais por meio de um *software* que transforma o cenário real em um ambiente virtual (Moktadir *et al.*, 2018). Além disso, corresponde à simulação do comportamento de um sistema industrial com base em um modelo computacional, utilizando diversas variáveis do processo que podem ser manipuladas e avaliadas (Badri; Boudreau-Trudel; Souissi, 2018).

2.3.1.16 5G/6G

A tecnologia 6G surge como uma evolução dos serviços desenvolvidos pelo 5G, expandindo suas capacidades e tornando-se, gradualmente, mais acessível para as organizações. O 5G já desempenhou um papel fundamental na aceleração da Indústria 4.0, permitindo maior integração entre máquinas, dispositivos e sistemas autônomos. Com o avanço para o 6G, espera-se uma conectividade ainda mais eficiente, com menor latência, maior largura de banda e avanços significativos na computação em nuvem, segurança cibernética e processamento de dados em tempo real (Mourtzis; Angelopoulos; Panopoulos, 2022; Alojaiman, 2023; Ghildiyal *et al.*, 2023).

A implementação dessas tecnologias no contexto da transformação digital exige estudos e planejamento em diferentes níveis estratégicos para garantir a integração de todos os sistemas. A efetividade e o correto funcionamento dessas inovações dependerão de sua implementação adequada. Vale ressaltar que essas tecnologias também contribuem para a transição da Indústria 4.0 (I4.0) para a Indústria 5.0 (I5.0) (Bécue; Praça; Gama, 2012; Bajic *et al.*, 2021; Senna *et al.*, 2022; Tavares; Azevedo; Marques, 2022; Alojaiman, 2023), tema que será abordado com mais detalhes a seguir.

2.4 Indústria e Sociedade 5.0

A Indústria 5.0 (I5.0) representa uma verdadeira transformação tecnológica, colocando no centro a qualidade de vida, o bem-estar humano, social, ambiental e econômico (Tavares;

Azevedo; Marques, 2022). Diferentemente das revoluções industriais anteriores, que tinham como foco a transformação industrial, a I5.0 avança tanto em aspectos tecnológicos quanto sociais (Sá *et al.*, 2021; Mourtzis; Angelopoulos; Panopoulos, 2022).

A I5.0 é uma evolução do conceito da Indústria 4.0 (I4.0), utilizando tecnologias e aplicações de forma a equilibrar o mundo virtual e físico, colocando o ser humano como protagonista. Essa nova abordagem busca continuar explorando tecnologias e sistemas digitais, como a Inteligência Artificial, mas com um foco voltado para a resolução de problemas sociais, ambientais e tecnológicos. O objetivo é promover a retomada do crescimento econômico, superar desafios sociais e ambientais e contribuir para o bem-estar global (Tavares; Azevedo; Marques, 2022; Alojaiman, 2023; Alimohammadlou; Khoshsepehr, 2023).

Autores como Carayannis e Morawska-Jancelewicz (2022) e Tavares, Azevedo e Marques (2022) enfatizam que a Indústria 5.0 não deve ser vista apenas como uma continuidade da Indústria 4.0, mas como um modelo que busca corrigir e mitigar os desafios gerados pela Quarta Revolução Industrial. Esses desafios estão diretamente relacionados a temas como sustentabilidade, impacto no emprego, educação e segurança digital.

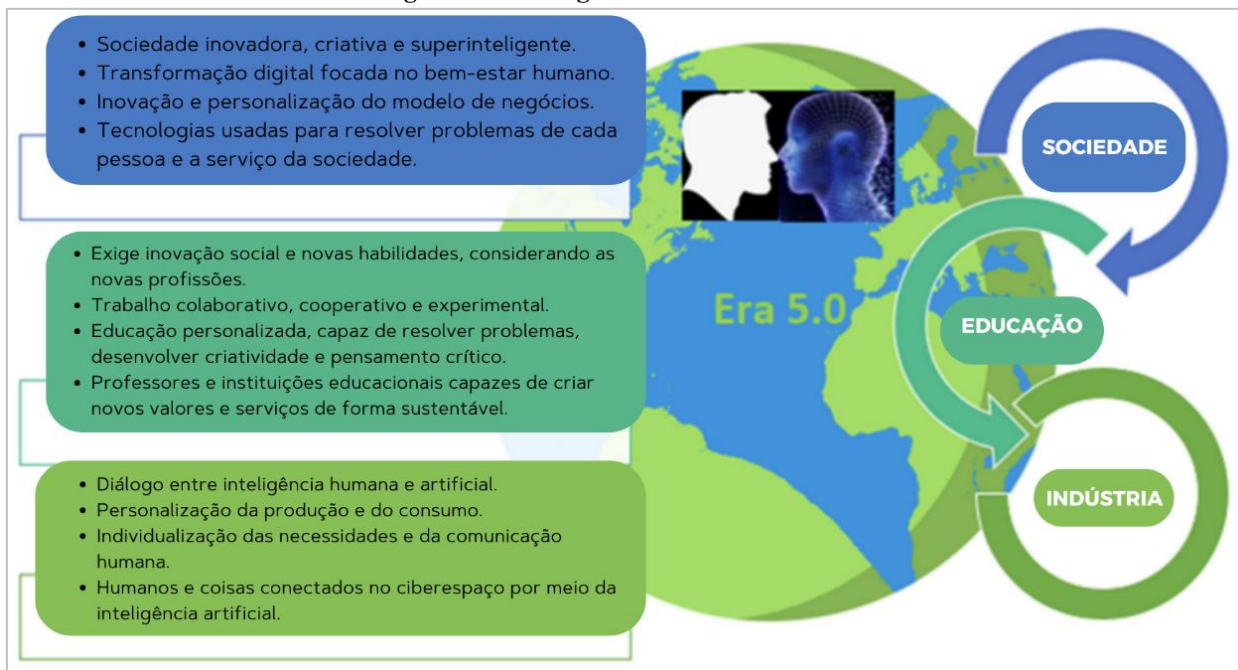
Além disso, a Indústria 5.0 não se limita apenas à eficiência produtiva e à automação, mas propõe uma nova visão centrada no ser humano, promovendo uma integração equilibrada entre tecnologia e bem-estar social. Esse conceito sustenta a ideia da Sociedade 5.0 (S5.0), também chamada de Sociedade Superinteligente, onde os avanços tecnológicos são direcionados para melhorar a qualidade de vida das pessoas (Carayannis; Morawska-Jancelewicz, 2022; Tavares; Azevedo; Marques, 2022).

Enquanto a Indústria 4.0 aplica essas tecnologias ao setor industrial, a Sociedade 5.0 utiliza tecnologias digitais avançadas como *Internet das Coisas* (IoT), Realidade Aumentada (RA) e Inteligência Artificial (IA) no cotidiano das pessoas, incluindo serviços diários e atendimento à saúde (Sá *et al.*, 2021; Mourtzis; Angelopoulos; Panopoulos, 2022; Tavares; Azevedo; Marques, 2022; Alimohammadlou; Khoshsepehr, 2023).

O termo Sociedade 5.0 (S5.0) foi introduzido no Japão durante o 5º Plano Básico de Ciência e Tecnologia, em 2015, um programa voltado à conexão entre os mundos real e digital para aumentar o uso de novas tecnologias e construir uma sociedade mais inovadora e equilibrada. Após essa primeira discussão, realizada no encontro de Ciência e Tecnologia, foi estabelecido o Conselho de Investimentos para o Futuro, criado com o objetivo de acelerar reformas estruturais e aumentar investimentos em soluções centradas no ser humano (Fujii *et al.*, 2018; Aquilani *et al.*, 2020; Fukuda, 2020; Sá *et al.*, 2021; Mourtzis; Angelopoulos;

Panopoulos, 2022; Tavares; Azevedo; Marques, 2022; Alimohammadlou; Khoshsepehr, 2023). A Figura 7 traz uma síntese dos novos paradigmas da Sociedade 5.0.

Figura 7 - Paradigmas da Sociedade 5.0.



Fonte: Traduzido e Adaptado de Tavares, Azevedo e Marques (2022).

Segundo Tavares, Azevedo e Marques (2022), a compreensão desses novos paradigmas pela sociedade, pela educação e pela indústria potencializa a transformação promovida pela Indústria 4.0 (I4.0) e Indústria 5.0 (I5.0), resultando em uma sociedade mais centrada no ser humano. Para uma melhor compreensão das principais características dessas revoluções industriais, o Quadro 4 apresenta uma comparação entre a I4.0 e a I5.0.

Quadro 4 - Comparativo entre a I4.0 e I5.0.

FATORES	INDÚSTRIA 4.0	INDÚSTRIA 5.0
Definição	Está transformando a maneira como as empresas produzem, inovam e oferecem seus produtos, incorporando novas tecnologias, como <i>Internet das Coisas</i> (IoT), computação em nuvem e Inteligência Artificial (IA), em seus processos produtivos	Refere-se a uma nova era de industrialização em que os humanos colaboram entre si e com as máquinas, que são impulsionadas por Inteligência Artificial (IA) para aprimorar os processos no ambiente de trabalho. Essa abordagem é acompanhada por uma maior orientação centrada no ser humano, maior adaptabilidade e uma ênfase no desenvolvimento sustentável
Objetivo	Fabricação Inteligente	Sustentabilidade, centrada no ser humano e resiliência
Motivação	Produção em Massa	Sociedade inteligente e desenvolvimento sustentável
Surgimento	Alemanha	Japão

Metodologia	Vigilância de dados em tempo real por meio de uma rede interligada que monitora todas as fases do ciclo de vida dos produtos e processos, garantindo maior transparência, eficiência e controle em tempo real na tomada de decisões	Uso estratégico da tecnologia para atender às prioridades e preocupações humanas, garantindo que as inovações digitais sejam aplicadas de forma ética e eficiente para melhorar a qualidade de vida, promover o bem-estar social e impulsionar o desenvolvimento sustentável
Tecnologias Facilitadoras	Computação em Nuvem, IoT, <i>Big Data</i> , Cibersegurança e CPS	<i>Big Data</i> , Computação em nuvem, IoT, Robôs colaborativos, Cibersegurança, Sistemas de tomada de decisão, Redes Inteligentes, Manufatura Aditiva, Realidade Aumentada e Virtual
Inferências Climáticas	Os sistemas tornam-se mais econômicos, reduzindo o desperdício por meio de inteligência empresarial, manufatura aditiva e sistemas otimizados. Além disso, há um uso mais eficiente de materiais e energia, aumentando a sustentabilidade e expandindo o ciclo de vida dos produtos	Prevenção e regeneração de resíduos, utilização de fontes de energia sustentáveis e implementação de sensores inteligentes e energeticamente mais eficientes. Além disso, há otimização no armazenamento, transporte e análise de dados, visando um consumo reduzido de energia e maior sustentabilidade nos processos produtivos

Fonte: Adaptado e traduzido de Alojaiman (2023).

A partir das características apresentadas no Quadro 4, pode-se concluir que a Indústria 4.0 (I4.0) é marcada pela fabricação inteligente e automação avançada, com o uso de tecnologias digitais que otimizam os processos produtivos, promovendo maior eficiência e conexão entre máquinas.

Por outro lado, a Indústria 5.0 (I5.0) reposiciona o ser humano no centro do processo produtivo, buscando não apenas a harmonia entre humanos e máquinas, mas também enfatizando a sustentabilidade e a adaptação às necessidades dos consumidores. Além disso, a I5.0 reconhece a importância do trabalho colaborativo e do bem-estar social, promovendo uma abordagem mais equilibrada e integrada (Mourtzis; Angelopoulos; Panopoulos, 2022; Tavares; Azevedo; Marques, 2022; Alojaiman, 2023).

Até o momento, este capítulo abordou a Indústria 4.0 e Indústria 5.0, considerando o histórico das revoluções industriais, principais tecnologias impulsionadoras e a Transformação Digital. Diante disso, o próximo tópico tem como objetivo descrever os riscos e a gestão de riscos associados a essas revoluções industriais.

2.5 Gerenciamento de riscos

Com o advento da Indústria 4.0 (I4.0), muitas mudanças estão ocorrendo, aumentando a pressão por produtividade, otimização de processos e melhor utilização de recursos e pessoal (Bukanova; Simickova, 2020). Dessa forma, os autores destacam que essas transformações

podem ter impactos tanto positivos quanto negativos, tornando essencial a antecipação, gestão e mitigação de riscos para explorar as melhores oportunidades. A literatura tem enfatizado a importância de analisar e avaliar os riscos decorrentes da implementação das tecnologias da I4.0 (Bonilla *et al.*, 2018; Birkel *et al.*, 2019; Gadekar; Sarkar; Gadekar, 2022).

O risco está presente em todas as áreas da indústria, tornando essencial sua gestão para minimizar perdas e impactos. Além disso, a gestão de riscos na Transformação Digital tem ganhado ainda mais relevância, especialmente após a pandemia da COVID-19 (Tanjung *et al.*, 2019a; Rodríguez-Espíndola *et al.*, 2022).

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) – NBR ISO 31000:2018 define o risco como o “resultado da incerteza dos objetivos, podendo ser positivo, negativo ou ambos, resultando em ameaças ou oportunidades potenciais”. O risco considera a probabilidade de perdas ou consequências em um determinado período, podendo ser minimizado por meio de ações preventivas (Tanjung *et al.*, 2019a; Kovaitė; Stankevičienė, 2021).

Jbair *et al.*, (2022) afirmam que o risco representa um potencial impacto negativo causado por um agente de ameaça. Portanto, esses riscos devem ser avaliados e medidos de acordo com sua severidade, podendo ser analisados tanto quantitativa quanto qualitativamente. Já Gadekar, Sarkar e Gadekar (2022) destacam que os riscos podem ser compreendidos como ameaças, impactos, consequências ou erros que podem inviabilizar atividades normais e prejudicar processos planejados, sendo que a interação humana desempenha um papel essencial na compreensão e mitigação desses riscos. Assim, o gerenciamento de riscos é uma atividade complexa e fundamental, auxiliando as organizações na identificação, análise e controle dos riscos (Tupa; Simota; Steiner, 2017; Xu; Tang, 2017).

Segundo Bugarova e Simickova (2020), o gerenciamento de riscos pode ser compreendido como um sistema estruturado, que não apenas permite avaliar riscos, mas também possibilita minimizar danos e maximizar oportunidades. Além disso, compreender os riscos e sua gravidade é essencial para que as organizações adotem estratégias preventivas e de mitigação eficazes. Dessa forma, é possível proteger processos críticos, reduzir vulnerabilidades e aumentar a resiliência organizacional diante dos desafios da transformação digital (Bécue; Praça; Gama, 2021; Jbair *et al.*, 2022; Rodríguez-Espíndola *et al.*, 2022).

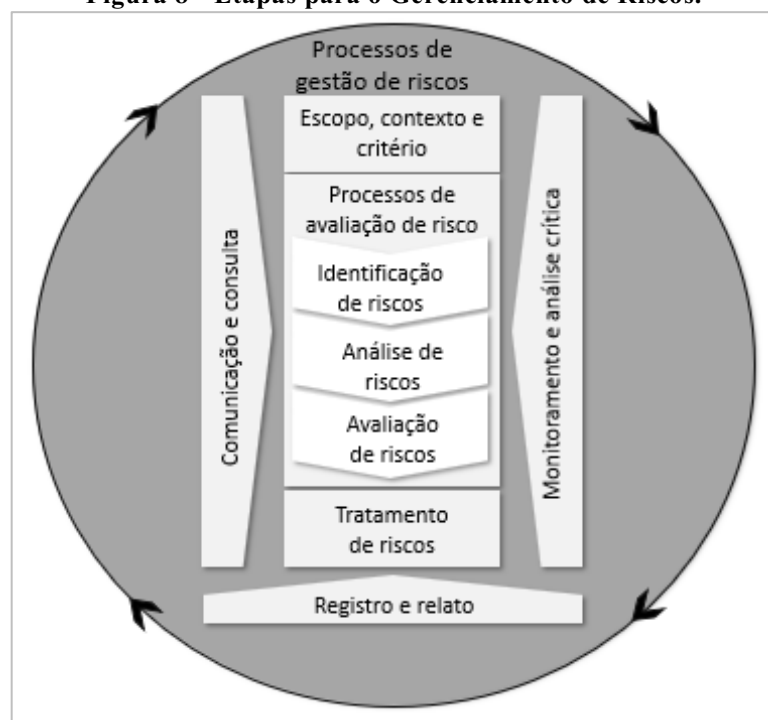
Rodríguez-Espíndola *et al.*, (2022) enfatizam que a gestão de riscos exige a consolidação e organização de dados em formatos heterogêneos, permitindo obter *insights* estratégicos a partir de um grande volume de dados, gerados em tempo real e com velocidade crescente.

De acordo com Sae-Lim e Jernsittiparsert (2019), o *Committee of Sponsoring Organizations of the Treadway Commission* (COSO) descreve duas categorias de gerenciamento de riscos: uma abordagem tradicional e uma abordagem corporativa.

- O gerenciamento de risco tradicional concentra-se na identificação, avaliação, monitoramento e mitigação dos riscos;
- O gerenciamento de risco corporativo, além desses aspectos, também considera o impacto da governança, a identificação da cultura de risco e a avaliação do ambiente interno do sistema de gerenciamento de riscos.

A ABNT – NBR ISO 31000:2018 estabelece que o gerenciamento de riscos envolve várias etapas, conforme ilustrado na Figura 8.

Figura 8 - Etapas para o Gerenciamento de Riscos.



Fonte: ABNT – NBR ISO 31000:2018 (2018).

Conforme demonstrado na Figura 8, o gerenciamento de riscos inclui a definição do escopo e dos critérios a serem avaliados, seguida pelo processo de avaliação dos riscos, que engloba sua identificação, análise e avaliação. Ainda segundo a NBR ISO 31000:2018, todo esse processo deve contemplar procedimentos e práticas voltados para comunicação e consulta, garantindo que a gestão de riscos seja um processo contínuo e bem estruturado.

Buganova e Simickova (2020) destacam que a gestão de riscos deve ser implementada em todos os níveis organizacionais, abrangendo tanto o nível estratégico quanto o operacional, e deve ser avaliada continuamente e de forma sistemática. Muncinelli *et al.*, (2018) ressaltam a importância de os gestores identificarem corretamente os riscos e sua origem, pois somente dessa forma será possível gerenciá-los e minimizá-los eficazmente.

A correta identificação dos riscos é essencial para o seu gerenciamento posterior, auxiliando no desenvolvimento de ações e estratégias para mitigação eficaz (Tchankova, 2002). Gobbo Junior *et al.*, (2018) reforçam que o principal objetivo da avaliação de riscos é auxiliar na tomada de decisão, reduzindo a probabilidade de ocorrência e, consequentemente, minimizando seus impactos.

As ações e controles de mitigação devem ser implementados de forma preventiva, articulada e estruturada, garantindo que todos os riscos identificados possam ser tratados dentro de um nível de tolerância aceitável. Dois tipos principais de controles de mitigação de riscos podem ser identificados (Jbair *et al.*, 2022):

1. Controles técnicos: envolvem medidas tecnológicas para alcançar seus objetivos, como a implementação de soluções de controle.
2. Controles de gerenciamento: incluem elementos administrativos para o cumprimento dos objetivos, como a adoção de políticas de senha e boas práticas organizacionais.

A identificação, avaliação e proposição de ações para mitigação dos riscos são atividades fundamentais e exigem a coleta, armazenamento e monitoramento sistemático de dados (Shah *et al.*, 2023). Além disso, a mitigação de riscos ambientais, sociais e econômicos contribui para a redução dos desafios associados à Indústria 4.0 e à Transformação Digital, influenciando positivamente a adoção de tecnologias digitais (Bonilla *et al.*, 2018; Gadekar; Sarkar; Gadekar, 2022).

2.6 Riscos da transformação digital

Diversos riscos digitais decorrentes da Transformação Digital são frequentemente citados na literatura, sendo considerados mais prejudiciais para as indústrias. Entre os principais, destacam-se: Risco de Falta de Segurança Cibernética (Sommer, 2015; Luthra; Mangla, 2018; Kumar *et al.*, 2020; Yang *et al.*, 2021; Senna *et al.*, 2022; Attiany *et al.*, 2023; Shah *et al.*, 2023); Risco de Ataque Cibernético (Vartolomei; Avasilcai, 2019; Salimova;

Biryukova; Anikina, 2021; Senna *et al.*, 2022; Fernando *et al.*, 2023); Risco de Vazamento de Dados (Roblek; Mesko; Krapez, 2016; Xu; Xu; Li, 2018; Mora Sanchez, 2019a; Mangla *et al.*, 2022; Yap *et al.*, 2022; Fernando *et al.*, 2023); Risco de Falta de Mão de Obra Qualificada (Kamble; Gunasekaran; Sharma, 2018; Olha *et al.*, 2018; Kurt, 2019; Rodríguez-Espíndola *et al.*, 2022; Fernando *et al.*, 2023; Nouinou *et al.*, 2023); Risco de Disrupção da Cadeia de Suprimentos (Sommer, 2015; Ali *et al.*, 2021; Yang *et al.*, 2021; Ngo *et al.*, 2023; Razak; Hendry; Stevenson, 2023); Risco de Alto Custo de Investimento e Implementação (Xu; Tang, 2017; Zimmermann *et al.*, 2019; Kolodnyaya; Nikulina, 2021; Yap *et al.*, 2022; Fernando *et al.*, 2023; Ricci, 2023).

O Risco de Falta de Segurança Cibernética, segundo Müller, Buliga e Voigt (2018), Kovaitė e Stankevičienė (2021) e Bakhtari *et al.*, (2021), refere-se à ausência de uma estrutura robusta de proteção de dados, que pode abrir brechas em sistemas de controle industrial, resultando em falhas e comprometendo a integridade operacional.

O Risco de Ataque Cibernético consiste na possibilidade de invasões digitais, causadas por *hackers* com o objetivo de roubo de informações, o que pode gerar consequências operacionais severas para as organizações (Ruzsa, 2019; Kovaitė; Stankevičienė, 2021; Park *et al.*, 2021; Salimova; Biryukova; Anikina, 2021; Razak; Hendry; Stevenson, 2023). O Risco de Vazamento de Dados ocorre quando informações sigilosas são expostas por ações intencionais, falhas humanas ou erros sistêmicos, prejudicando a imagem da organização (Roblek; Mesko; Krapez, 2016; Xu; Xu; Li, 2018; Mora Sanchez, 2019a; Kolodnyaya; Nikulina, 2021; Yilmaz *et al.*, 2022).

O Risco de Falta de Mão de Obra Qualificada está relacionado à escassez de profissionais treinados para lidar com as tecnologias da Transformação Digital, dificultando sua aplicação adequada. Esse cenário pode comprometer organizações que investiram alto capital na aquisição dessas tecnologias, mas não conseguem utilizá-las de forma eficiente (Kurt, 2019; Kamble; Gunasekaran; Sharma, 2018; Sae-Lim; Jernsittiparsert, 2019; Lyashok; Maleva; Lopatina, 2020; Nouinou *et al.*, 2023; Sadeghi; Mahmoudi; Deng, 2023).

O Risco de Disrupção da Cadeia de Suprimentos é um tema amplamente discutido na literatura (Kumar; Singh; Kumar, 2021; Rad *et al.*, 2022; Simonetto *et al.*, 2022; Ngo *et al.*, 2023). Ele se refere à interrupção no fornecimento de materiais e produtos essenciais para a produção, podendo ser causado por problemas logísticos, crises econômicas ou desastres naturais. Essas disrupções podem aumentar os custos e comprometer prazos de entrega,

afetando diretamente a relação com os consumidores (Sommer, 2015; Muncinelli *et al.*, 2018; Tanjung *et al.*, 2019a; Simonetto *et al.*, 2022; Razak; Hendry; Stevenson, 2023).

Por fim, o Risco de Alto Custo de Investimento e Implementação é um dos desafios mais recorrentes enfrentados pelas organizações. O alto investimento necessário para a aquisição, implementação e manutenção de tecnologias digitais muitas vezes se torna um entrave para empresas que buscam modernizar suas operações (Kamble; Gunasekaran; Sharma, 2018; Luthra; Mangla, 2018; Moktadir *et al.*, 2018; Reyes; Visich; Jaska, 2020; Salimova; Biryukova; Anikina, 2021; Fernando *et al.*, 2023; Ricci, 2023). Além disso, os custos elevados não se restringem apenas à compra de equipamentos, mas também envolvem infraestrutura, treinamento de pessoal e adaptação dos processos organizacionais (Mora Sanchez, 2019a; Mora Sanchez, 2019b; Bakhtari *et al.*, 2021).

2.7 Matriz de probabilidade de risco e impacto

Além de identificar um risco, seja ele relacionado a um processo ou a um produto, faz-se necessária também sua avaliação. O risco é caracterizado como a probabilidade de sua ocorrência, podendo gerar efeitos positivos ou negativos. Além disso, todo risco possui um impacto, que pode variar de baixo a alto (Olha *et al.*, 2018; Bajic *et al.*, 2021; Yilmaz *et al.*, 2022).

A NBR ISO 31000:2018 estabelece que os riscos podem estar associados tanto ao ambiente externo, incluindo fatores culturais, sociais, políticos, legais, financeiros, tecnológicos, econômicos, naturais e competitivos, quanto ao contexto interno, como governança, estrutura organizacional, responsabilidades, objetivos e recursos. Esses fatores impactam diretamente os objetivos das organizações.

Ainda segundo a NBR ISO 31000:2018, o risco está relacionado a eventos potenciais, normalmente acompanhados da probabilidade de ocorrência e das consequências caso o risco se concretize. O risco pode ser representado de acordo com sua gravidade e a probabilidade de ocorrência (Pacaiova; Nagyova, 2019; Abdul-Rahim *et al.*, 2022; Sadeghi; Mahmoudi; Deng, 2023). Mais do que identificar um risco, é essencial compreender sua probabilidade de ocorrência e impacto. Para isso, o principal método de priorização qualitativa dos riscos é a Matriz de Probabilidade e Impacto (Hillson, 2002; Kwak; Laplace, 2005).

Durante a revisão da literatura, foram encontrados diversos estudos que avaliam os riscos com base na probabilidade de ocorrência e impacto, como o estudo de Buganova e

Simickova (2020), que analisa a importância e viabilidade da implementação da gestão de riscos em uma empresa focada na gestão de projetos.

O estudo de Tanjung *et al.*, (2019b) adota a cadeia de suprimentos de uma indústria de brinquedos de madeira como objeto de análise para avaliar e priorizar riscos com base em oportunidades e impactos potenciais. Da mesma forma, Sae-Lim e Jermstittiparsert (2019) investigam o impacto da Indústria 4.0 em relação à probabilidade de ocorrência e severidade dos riscos, destacando a importância de estratégias eficazes para mitigação e adaptação.

A gestão eficaz de um projeto não se resume apenas à identificação dos riscos, mas também exige a avaliação das consequências que podem decorrer de sua influência. A Matriz de Probabilidade e Impacto é considerada um método qualitativo amplamente utilizado na avaliação de riscos. Essa matriz normalmente considera duas variáveis principais, sendo a probabilidade de ocorrência do risco e também a magnitude do impacto caso o risco de concretize (Dumbravă; Iacob, 2013).

De acordo com o *Project Management Institute* (PMI, 2017), a avaliação de riscos envolve a priorização dos riscos individuais para posterior análise. A probabilidade de um risco representa a chance de ele ocorrer, enquanto a matriz de probabilidade e impacto permite o mapeamento desses riscos em relação ao impacto total no projeto, possibilitando a identificação dos riscos e grupos de riscos que devem ser priorizados (Sae-Lim; Jermstittiparsert, 2019). A matriz é considerada uma das formas mais eficazes para fornecer uma visão ampla dos riscos e suas inter-relações (Padoveze, 2010). O PMI (2017) apresenta um modelo de Matriz de Probabilidade e Impacto, incluindo um esquema de pontuação, conforme ilustrado na Figura 9.

Figura 9 - Exemplo de Matriz de Probabilidade e Impacto com Esquema de Pontuação.

Probabilidade	Ameaças					Oportunidades				
0,90	0,05	0,09	0,18	0,36	0,72	0,72	0,36	0,18	0,09	0,05
0,70	0,04	0,07	0,14	0,28	0,56	0,56	0,28	0,14	0,07	0,04
0,50	0,03	0,05	0,10	0,20	0,40	0,40	0,20	0,10	0,05	0,03
0,30	0,02	0,03	0,06	0,12	0,24	0,24	0,12	0,06	0,03	0,02
0,10	0,01	0,01	0,02	0,04	0,08	0,08	0,04	0,02	0,01	0,01
	0,05	0,10	0,20	0,40	0,80	0,80	0,40	0,20	0,10	0,05

Fonte: PMI (2017).

Conforme apresentado na Figura 9, a Matriz de Probabilidade e Impacto é uma ferramenta utilizada para avaliar a probabilidade de ocorrência de um risco em relação ao

impacto causado. Essa matriz é considerada uma ferramenta de fácil interpretação, podendo apresentar escalas qualitativas ou quantitativas. Normalmente, as escalas são estruturadas em níveis, como, por exemplo, muito alto, alto, moderado, baixo e muito baixo, tanto para probabilidade quanto para impacto (Jbair *et al.*, 2022).

A Matriz de Risco e Impacto é uma ferramenta essencial para a avaliação de riscos, pois proporciona uma visualização clara das ameaças que podem comprometer o sucesso de um projeto (PMI, 2017; Sae-Lim; Jermisittiparsert, 2019; Jbair *et al.*, 2022; Gadekar; Sarkar; Gadekar, 2022; Sadeghi; Mahmoudi; Deng, 2023).

Diante desse cenário, o desenvolvimento de um método que mensure esses riscos e estruture uma matriz de probabilidade e impacto é de extrema importância no contexto da Transformação Digital. Isso possibilita que gestores se antecipem aos riscos e impactos que podem surgir com a implementação da Transformação Digital (TD), permitindo a adoção de estratégias mais seguras e eficazes.

2.8 Modelos de mensuração de riscos e impactos

Durante a análise dos 166 artigos selecionados para compor o *portfólio* bibliográfico final, foram identificados estudos que analisam os riscos decorrentes da Transformação Digital, bem como seus impactos. Observou-se que alguns desses estudos não vinculam os riscos a nenhuma dimensão específica (Steiner, 2017; Tupa; Simota; Schneider, 2018; Kamble; Gunasekaran; Sharma, 2018; Moktadir *et al.*, 2018; Capodieci; Mainetti; Dipietrangelo, 2020; Sineviciene *et al.*, 2021). Isso dificulta o agrupamento e categorização dos riscos, comprometendo sua mensuração e avaliação.

Com relação às dimensões analisadas, nenhum dos estudos revisados contemplou as 11 dimensões abordadas neste estudo. O trabalho que mais se aproximou foi o de Hoyos Guevara *et al.*, (2020) que analisou sete dimensões, incluindo as ambiental, econômica, educacional, humana, organizacional, social e tecnológica. Outros estudos, como os de Muncinelli *et al.*, (2018) e Bajic *et al.*, (2021) contemplaram seis dimensões cada. Além disso, pesquisas como as de Stock *et al.*, (2018), Soltvski *et al.*, (2020), Mangla *et al.*, (2022) e Attiany *et al.*, (2023) abordaram cinco dimensões, demonstrando que, apesar dos avanços na literatura, ainda existem lacunas a serem preenchidas.

Quanto ao mapeamento de riscos e impactos, observa-se que a maioria dos estudos analisados aborda apenas um desses aspectos, ou seja, tratam somente dos riscos ou apenas dos impactos. Apenas os trabalhos de Li, Hou e Wu (2017); Sae-Lim e Jermisittiparsert (2019); e

Satyro *et al.*, (2022) apresentam uma abordagem que classifica os riscos e também avalia seus impactos. No entanto, mesmo nesses estudos, a abordagem é limitada. O trabalho de Li, Hou e Wu (2017), por exemplo, descreve os riscos e impactos apenas em termos teóricos, sem aplicação de métodos quantitativos ou análises empíricas aprofundadas.

Em relação ao uso de métodos matemáticos e multicritérios para a tomada de decisão, três estudos aplicaram esses métodos de forma combinada. Luthra e Mangla (2018) aplicaram a Análise Fatorial Explicativa (EFA) juntamente com o método *Analytic Hierarchy Process* (AHP) para identificar e priorizar os principais desafios da Indústria 4.0 no setor manufatureiro da Índia; Tanjung *et al.*, (2019a) utilizaram os métodos AHP, Análise de Criticidade do Efeito de Falha (FMECA) e Processo Analítico de Rede (ANP) para avaliar os riscos da cadeia de suprimentos, bem como a probabilidade de ocorrência e o grau de criticidade em uma indústria de brinquedos de madeira. Tanjung *et al.*, (2019b) também estudando a indústria da madeira, utilizaram os métodos *Fuzzy Logic* e ANP para identificar e priorizar riscos e oportunidades, considerando o impacto caso o risco seja concretizado.

Na análise dos questionários, apenas os estudos de Luthra e Mangla (2018); Müller, Kiel e Voigt (2018); Sae-Lim e Jermstittiparsert (2019); e Satyro *et al.*, (2022) apresentaram um questionário estruturado em suas pesquisas. Quanto à aplicação prática dos estudos, observou-se que Müller, Kiel e Voigt (2018) conduziram suas análises em pequenas e médias empresas manufatureiras da Alemanha; Luthra e Mangla (2018) avaliaram indústrias manufatureiras da Índia e Moktadir *et al.*, (2018) investigaram o setor de couro em Bangladesh. Além disso, outros pesquisadores adotaram abordagens empíricas para validar suas análises.

No que se refere aos estudos que apresentam uma matriz de relação entre riscos e impactos, apenas dois estudos adotaram essa abordagem: Sae-Lim e Jermstittiparsert (2019), que avaliaram os impactos considerando apenas os riscos sociais e econômicos e Tanjung *et al.*, (2019a), que analisaram os riscos considerando gravidade, detecção e nível de criticidade.

Por fim, verificou-se que nenhum dos estudos analisados apresentou um modelo de avaliação que utilizasse uma ferramenta tecnológica para coleta ou interpretação dos dados, evidenciando uma lacuna na aplicação de soluções digitais para a avaliação dos riscos.

Dessa forma, o Quadro 5 tem como objetivo resumir as principais características dos estudos analisados, realizando uma comparação dos modelos existentes em relação a: dimensões abordadas; métodos de mensuração; abordagem sobre riscos e impactos; forma de tratamento de dados; presença ou ausência de questionário para avaliação e, representação gráfica e tecnológica dos dados.

Quadro 5 - Descrição dos Modelos que Abordam os Riscos e Impactos da Transformação Digital.

ESTUDO	AUTORES	Ambiental	Cultural	Econômica	Educacional	Humana	Saúde e Segurança	Gestão	Organizacional	Político-Legal	Social	Tecnológica	Mapeamento de Riscos ou Impactos?	Apresenta Modelo Matemático?	Apresenta Método Multicritério?	Apresenta Questionário?	Apresentação Aplicação?	Relação de Riscos x Impactos?	Apresenta Ferramenta Tecnológica?
15	Müller; Kiel; Voigt (2018)	X		X							X		Risco X Impacto	X Sim Não	Sim X Não	X Sim Não	X Sim Não	Sim X Não	Sim X Não
16	Kiel <i>et al.</i> , (2017)	X		X							X		Risco X Impacto	Sim X Não	Sim X Não	Sim X Não	X Sim Não	Sim X Não	Sim X Não
19	Stock <i>et al.</i> , (2018)	X		X		X			X		X		X Risco Impacto	Sim X Não	Sim X Não	Sim X Não	Sim X Não	Sim X Não	Sim X Não
23	Luthra; Mangla (2018)								X	X		X	X Risco Impacto	X Sim Não	X Sim Não	X Sim Não	X Sim Não	Sim X Não	Sim X Não
30	Li; Hou; Wu (2017)			X							X		X Risco X Impacto	Sim X Não	Sim X Não	Sim X Não	Sim X Não	Sim X Não	Sim X Não
33	Bajic <i>et al.</i> , (2021)		X		X	X	X			X		X	X Risco Impacto	Sim X Não	Sim X Não	Sim X Não	Sim X Não	Sim X Não	Sim X Não
44	Rodríguez-Espindola <i>et al.</i> , (2022)			X		X		X		X			X Risco Impacto	X Sim Não	Sim X Não	Sim X Não	X Sim Não	Sim X Não	Sim X Não
53	Attiany <i>et al.</i> , (2023)		X	X		X				X	X		X Risco Impacto	X Sim Não	Sim X Não	Sim X Não	Sim X Não	Sim X Não	Sim X Não
55	Mangla <i>et al.</i> , (2022)			X	X				X		X	X	X Risco Impacto	Sim X Não	X Sim Não	Sim X Não	X Sim Não	Sim X Não	Sim X Não
70	Senna <i>et al.</i> , (2022)	X							X			X	X Risco Impacto	Sim X Não	X Sim Não	Sim X Não	X Sim Não	Sim X Não	Sim X Não
76	Kumar <i>et al.</i> , (2022a)		X				X	X					X Risco Impacto	Sim X Não	X Sim Não	Sim X Não	X Sim Não	Sim X Não	Sim X Não
78	Kumar <i>et al.</i> , (2022b)		X	X				X		X			X Risco Impacto	X Sim Não	Sim X Não	Sim X Não	X Sim Não	Sim X Não	Sim X Não
79	Satyro <i>et al.</i> , (2022)	X	X								X	X	X Risco X Impacto	X Sim Não	Sim X Não	X Sim Não	X Sim Não	Sim X Não	Sim X Não
80	Fernando <i>et al.</i> , (2023)			X								X	X Risco Impacto	X Sim Não	Sim X Não	Sim X Não	X Sim Não	Sim X Não	Sim X Não
87	Gadekar; Sarkar; Gadekar (2022)			X					X		X		X Risco Impacto	X Sim Não	Sim X Não	Sim X Não	X Sim Não	Sim X Não	Sim X Não
99	Sae-Lim; Jermisittiparsert (2019)			X							X		X Risco Impacto	Sim X Não	Sim X Não	X Sim Não	Sim X Não	X Sim Não	Sim X Não
107	Postelnicu; Câlea (2019)										X		X Risco Impacto	Sim X Não	Sim X Não	Sim X Não	Sim X Não	Sim X Não	Sim X Não
125	Mora Sanchez (2019a)			X	X								X Risco Impacto	Sim X Não	Sim X Não	Sim X Não	Sim X Não	Sim X Não	Sim X Não
134	Hoyos Guevara <i>et al.</i> , (2020)	X		X	X	X				X		X	Risco X Impacto	Sim X Não	Sim X Não	Sim X Não	Sim X Não	Sim X Não	Sim X Não
152	Olha <i>et al.</i> , (2018)	X		X							X	X	X Risco Impacto	Sim X Não	Sim X Não	Sim X Não	Sim X Não	Sim X Não	Sim X Não
155	Mora Sanchez (2019b)	X		X							X		X Risco Impacto	Sim X Não	Sim X Não	Sim X Não	Sim X Não	Sim X Não	Sim X Não
160	Tanjung <i>et al.</i> , (2019a)	X		X									X Risco Impacto	X Sim Não	X Sim Não	Sim X Não	Sim X Não	X Sim Não	Sim X Não
162	Tanjung <i>et al.</i> , (2019b)	X		X									X Risco Impacto	X Sim Não	X Sim Não	Sim X Não	Sim X Não	Sim X Não	Sim X Não
164	Muncinelli <i>et al.</i> , (2018)			X		X			X	X	X	X	X Risco Impacto	Sim X Não	Sim X Não	Sim X Não	Sim X Não	Sim X Não	Sim X Não
165	Soltviski <i>et al.</i> , (2020)	X		X				X			X	X	X Risco Impacto	Sim X Não	Sim X Não	Sim X Não	Sim X Não	Sim X Não	Sim X Não
IMRD-DT	Santos Filho (2024)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X Risco X Impacto	X Sim Não	X Sim Não	X Sim Não	X Sim Não	X Sim Não	X Sim Não

Fonte: Autor (2024).

2.9 Considerações sobre o capítulo

O presente capítulo abordou a teoria que serviu como arcabouço teórico para fundamentar o Modelo Integrado de Avaliação dos Riscos Digitais no contexto da Transformação Digital. A partir das discussões apresentadas ao longo do capítulo, foi possível adquirir um conhecimento aprofundado sobre Indústria 4.0, Indústria 5.0, Transformação Digital, Riscos Digitais, Gestão de Riscos e Impactos, que são os pilares deste estudo.

O capítulo iniciou com uma descrição das quatro revoluções industriais, seguida por uma análise detalhada da Indústria 4.0, abordando seu surgimento, principais características e tecnologias impulsionadoras. Em seguida, foram discutidos os conceitos de Transformação Digital, Indústria 5.0 e Sociedade 5.0. Além disso, explorou-se o processo de gestão de riscos, com ênfase na Matriz de Probabilidade e Impacto, ferramenta essencial para que gestores industriais possam identificar as incertezas da Transformação Digital e mitigar possíveis ameaças.

Por fim, foram apresentados modelos da literatura que contemplam os riscos e impactos da Transformação Digital. O Quadro 5 também contribui para a identificação de lacunas (*GAPs*) na literatura, reforçando a originalidade e a relevância deste estudo. Esse levantamento permite uma análise estruturada dos impactos da digitalização e auxilia na formulação de estratégias mais eficazes para a gestão e mitigação de riscos.

A partir da análise desses modelos, percebeu-se que o modelo proposto neste estudo se diferencia dos demais, pois introduz um novo Modelo Integrado de Riscos Digitais da Transformação Digital em Indústrias (*Integrated Model of Digital Risks in Digital Transformation in Industries – IMRD-DT*). Com o desenvolvimento deste capítulo, alguns conceitos puderam ser fixados:

A Indústria 4.0 é caracterizada pelo uso de tecnologias digitais nos processos produtivos, visando a automatização e a tomada de decisões baseada em dados. Fundamenta-se na hiperconectividade, automação e integração de sistemas ciberfísicos, utilizando tecnologias como *Internet das Coisas* (IoT), Inteligência Artificial (IA), Computação em Nuvem, *Big Data*, Cibersegurança e Manufatura Aditiva. Essa abordagem cria sistemas produtivos autônomos e interconectados, permitindo maior flexibilidade e eficiência operacional.

A Indústria 5.0 (ou Sociedade 5.0) não se concentra apenas no avanço das tecnologias digitais, mas enfatiza a sinergia entre humanos e máquinas, promovendo um ambiente produtivo centrado no bem-estar social, econômico e sustentável. Assim, a Indústria 5.0 não

busca apenas aumentar a eficiência industrial, mas também gerar impactos positivos para o ser humano, o meio ambiente e a sociedade.

A Transformação Digital citada neste estudo é impulsionada pela convergência de tecnologias e integra os conceitos tanto da Indústria 4.0 (por meio da conectividade e sistemas ciberfísicos) quanto da Indústria 5.0 (focada no bem-estar humano, social, ambiental e econômico). O objetivo é utilizar a tecnologia sem negligenciar o fator humano, promovendo uma interação mais integrada entre pessoas, tecnologias, máquinas, equipamentos e informações. Essa sinergia tem se tornado um grande diferencial competitivo para organizações que buscam inovação sustentável.

No contexto deste estudo, um risco digital representa qualquer ameaça ou vulnerabilidade decorrente do uso de tecnologias digitais no processo de Transformação Digital, podendo comprometer segurança, privacidade e continuidade operacional de indivíduos ou empresas. A gestão de riscos busca identificar, avaliar e monitorar incertezas que possam comprometer os resultados organizacionais. Mais do que uma estratégia de proteção, a gestão de riscos representa uma abordagem proativa, permitindo que as organizações operem de forma mais segura e sustentável em um ambiente cada vez mais interconectado.

O impacto dos riscos digitais refere-se às consequências que essas ameaças podem causar quando não identificadas e mitigadas a tempo, afetando diretamente a estabilidade dos sistemas e a competitividade das indústrias.

Com base nas discussões apresentadas e na compreensão desses conceitos fundamentais, a próxima etapa do estudo consiste em descrever todas as fases da construção do Modelo Integrado de Avaliação dos Riscos Digitais na Transformação Digital, detalhando sua metodologia, estrutura e aplicabilidade.

3 METODOLOGIA DA PESQUISA

Este capítulo tem como objetivo apresentar a metodologia utilizada para o desenvolvimento de um Modelo Integrado para Avaliação dos Riscos Digitais no Contexto da Transformação Digital. Para tanto, o capítulo foi estruturado em três partes, sendo:

- I. **Base Teórica:** caracterização da pesquisa; procedimentos da Revisão Sistemática da Literatura (*Methodi Ordinatio*); Análise de Conteúdo (*Software QSR Nvivo® versão 10*); Categorização dos Riscos Digitais da Transformação Digital; Elaboração do instrumento de pesquisa (Questionário);
- II. **Base Matemática do estudo:** descrição do Teste Alfa de *Cronbach* que foi utilizado como análise da confiabilidade e validação do Questionário; Método Multicritério para tomada de decisão *Fuzzy Delphi Method* para validar e aprimorar a construção do modelo dos Riscos Digitais;
- III. **Modelo Integrado de Avaliação dos Riscos Digitais:** diagnóstico do modelo; criação dos mapas de Riscos e Impactos (mapas qualitativos e quantitativos); proposição de ações para mitigação dos Riscos Digitais e; construção da ferramenta tecnológica em forma de *Dashboard* para visualização dos Riscos Digitais e dos Mapas de Impacto.

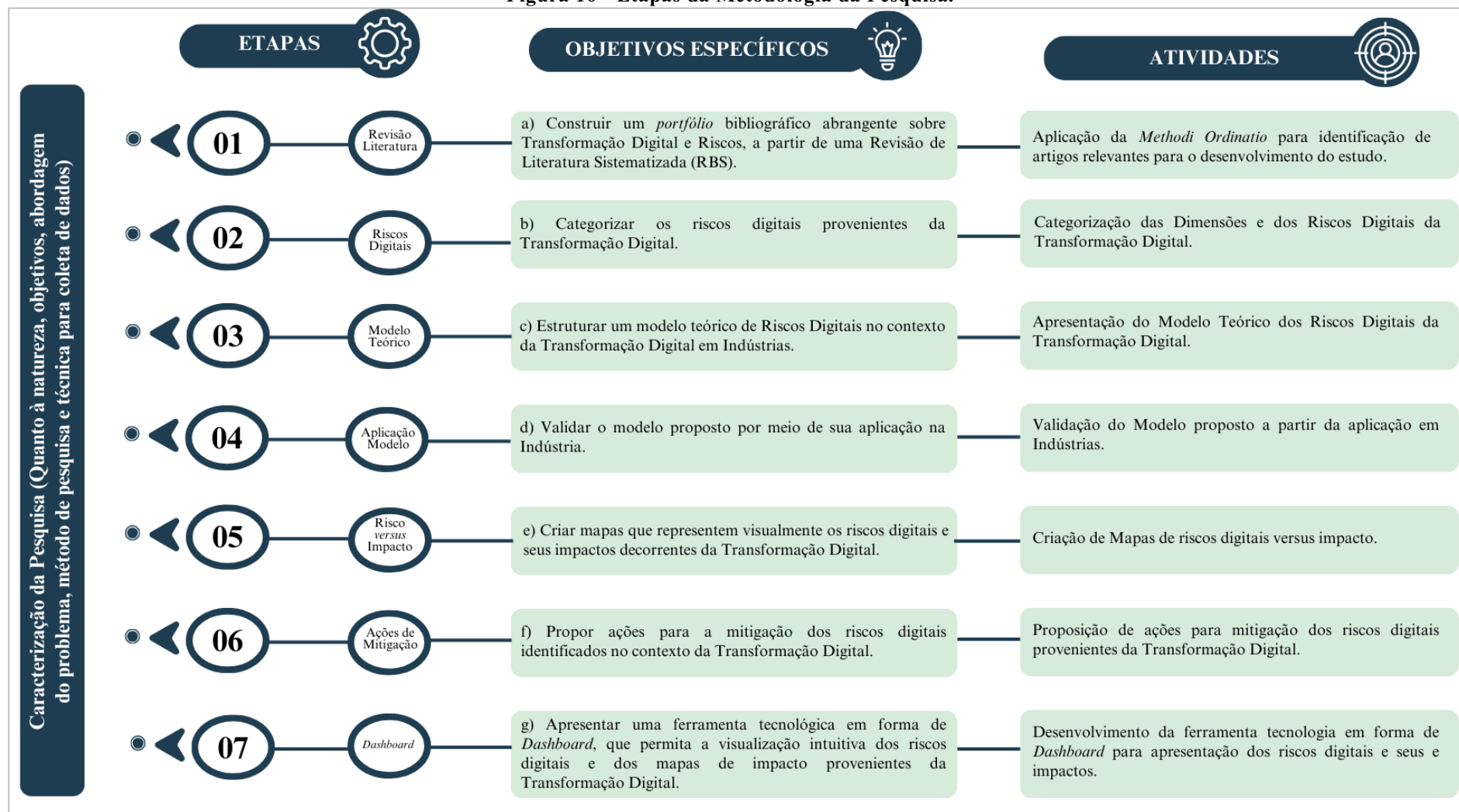
Desta forma, a Figura 10 tem por objetivo apresentar as etapas da Metodologia da Pesquisa deste estudo.

3.1 Metodologia para construção da base teórica do modelo integrado para avaliação dos riscos digitais no contexto da transformação digital

3.1.1 Caracterização da pesquisa

A caracterização da pesquisa foi desenvolvida levando em consideração 5 principais abordagens, sendo: quanto à natureza; quanto aos objetivos; quanto à abordagem do problema; quanto ao método de pesquisa e quanto à técnica para coleta de dados.

Figura 10 - Etapas da Metodologia da Pesquisa.



Fonte: Autor (2024).

Quanto à natureza, este estudo caracteriza-se como uma pesquisa Aplicada, que de acordo com Gil (2019) tem a finalidade de conceber aplicações práticas e gerar novos conhecimentos, objetivando a resolução de problemas específicos. Logo, este estudo foi classificado como aplicado, uma vez que, foi proposto um estudo sobre as temáticas da Transformação Digital e Riscos Digitais, de modo a desenvolver um novo Modelo Integrado para Avaliação dos Riscos Digitais no Contexto da Transformação Digital.

Quanto aos objetivos, o estudo foi classificado como exploratório. A pesquisa Exploratória é definida por Gil (2019) e Marconi e Lakatos (2022), como a realização de um estudo bibliográfico que proporciona uma maior investigação determinado problema, de modo a torná-lo explícito, ou ainda, de modo a construir hipóteses. Por isso, o estudo foi classificado como exploratório, pois buscou por meio de uma ampla revisão de literatura mapear e categorizar as dimensões e os riscos da Transformação Digital, possibilitando assim a compreensão e o aprofundamento das temáticas.

Quanto à abordagem do problema, uma pesquisa pode ser qualitativa e ou quantitativa. Neste caso, este estudo foi considerado como combinado, que envolve fundamentos Qualitativos e Quantitativos. Considera-se uma pesquisa qualitativa uma vez que a partir da revisão sistemática de literatura mapeou as dimensões e riscos provenientes da implantação da Transformação Digital, e pesquisa quantitativa uma vez que a partir deste mapeamento, foi construído um instrumento de pesquisa e foram descritos métodos estatísticos e multicritérios para operacionalização, validação e tratamento dos dados. O *Alfa de Cronbach* foi utilizado para confiabilidade e validação do questionário, enquanto o Método *Fuzzy Delphi Method* foi utilizado para aprimorar a construção do modelo dos Riscos Digitais.

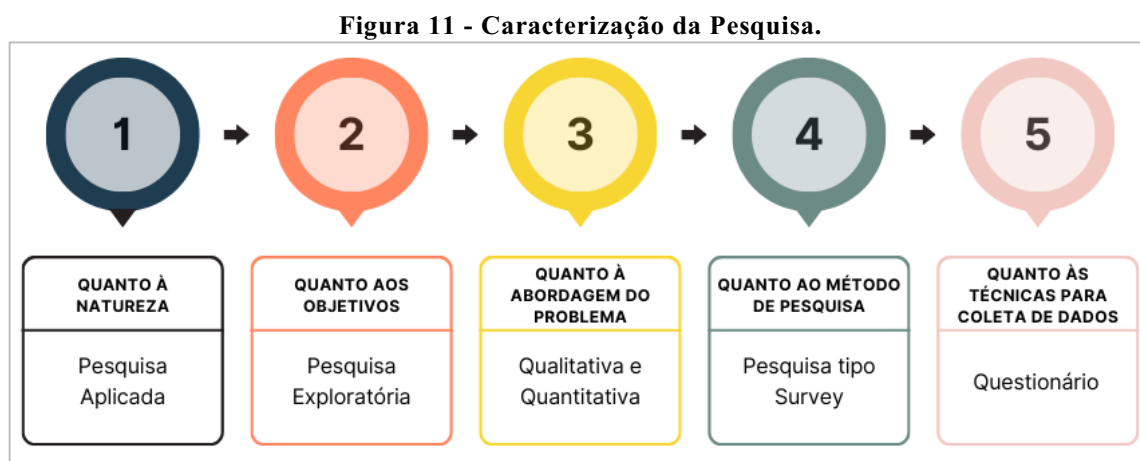
Conceituando, um estudo qualitativo é aquele com detalhes de dados descritivos, sendo que o pesquisador por vezes pode opinar, contribuindo assim para o desenvolvimento da ciência. Já o estudo quantitativo relaciona-se ao uso de alguma técnica ou ferramenta estatística para tratamento de dados, ou seja, está diretamente ligado ao que pode ser quantificado, mensurável e calculado, gerando assim informações e dados (Turrioni; Melo, 2012; Gil, 2019; Marconi; Lakatos, 2022).

Em relação ao método de pesquisa, este estudo caracteriza-se como uma pesquisa *Survey*. A pesquisa *Survey* é um método de coleta de dados de forma sistemática utilizado para descrever características de uma população, identificando padrões e tendências, geralmente por meio de instrumentos padronizados como questionários estruturados aplicados a uma amostra representativa, fornecendo dados robustos para análises descritivas ou inferenciais (Miguel,

2007; Fleury *et al.*, 2012; Yin, 2015). O estudo foi caracterizado como uma pesquisa do tipo *Survey*, pois o modelo de avaliação dos riscos digitais no contexto da transformação digital foi aplicado a partir do instrumento de pesquisa (questionário) em Industriais que utilizam das tecnologias da transformação digital.

Por fim, a última abordagem foi quanto à técnica de coleta de dados. Neste caso, a coleta de dados foi realizada por meio de análise documental resultante de uma revisão bibliográfica sistematizada e da aplicação de um Questionário. Os questionários são descritos por Gil (2019) como um conjunto limitado de itens ou questões que tem por objetivo coletar dados e informações referente a um determinado assunto. Para os autores, esses assuntos podem ser relacionados a conhecimentos, crenças, sentimentos, valores, interesses, expectativas, dentre outros. Logo, a partir do mapeamento dos riscos digitais provenientes da transformação digital, foi desenvolvido um instrumento de pesquisa em forma de questionário, para coletar informações referentes aos riscos digitais mensurados, onde, estes riscos digitais foram tabulados, analisados e tratados.

De forma a simplificar o entendimento sobre a caracterização da pesquisa, objetiva-se com a Figura 11 apresentar de forma sintetizada as abordagens da caracterização bem como sua indicação.



Fonte: Autor (2024).

3.1.2 Procedimentos para revisão sistemática da literatura (RSL)

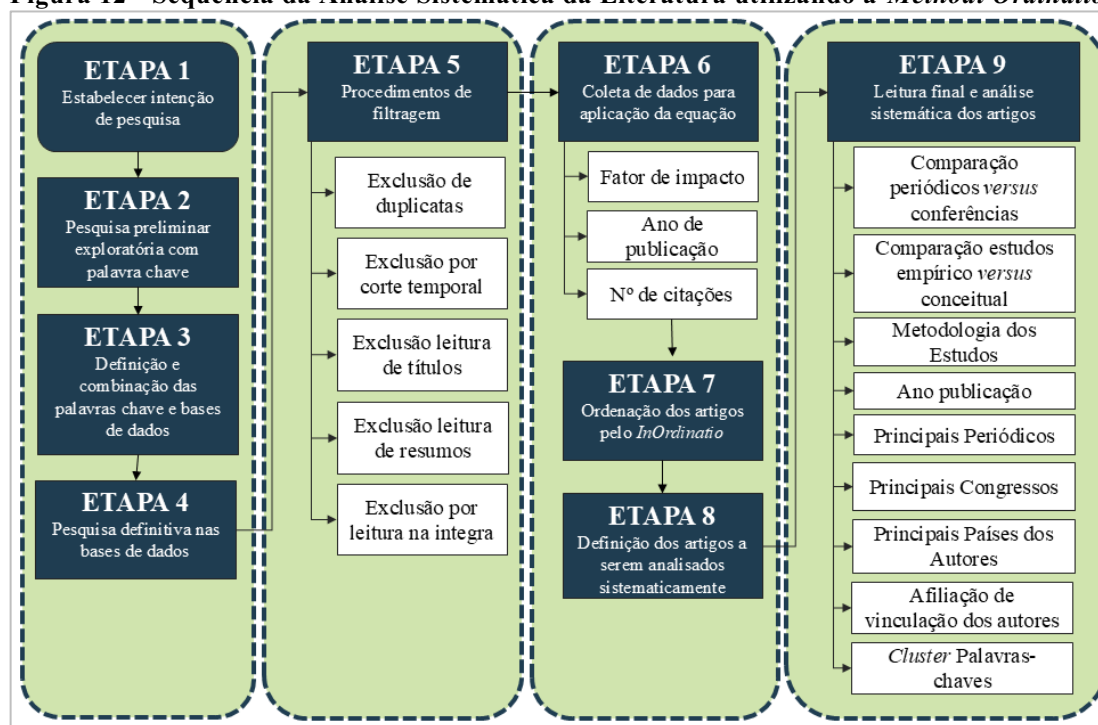
O processo de Revisão Sistemática da Literatura na visão de Kitchenham (2004) é avaliar informações e evidências relevantes, de modo a desenvolver um processo sistemático, garantindo assim que o protocolo de pesquisa seja replicado por outros pesquisadores, de modo

a identificar material na literatura pertinente para determinado estudo. A revisão bibliográfica permite o pesquisador identificar trabalhos que estão relacionados com um tema estudado, buscando sempre a identificação de trabalhos relevantes para o desenvolvimento do estudo.

Neste estudo, objetivou-se com a Revisão Sistemática da Literatura a construção de um *portfólio* bibliográfico, a fim de desenvolver um modelo integrado para avaliação dos riscos digitais no contexto da transformação digital. Para auxiliar no processo de revisão sistemática da literatura, optou-se em utilizar a *Methodi Ordinatio* que foi desenvolvida por (Pagani; Kovaleski; Resende, 2015; 2017).

Para os autores, a *Methodi Ordinatio* consiste na sistematização e ordenação de artigos, permitindo a seleção e classificação de acordo com o grau de relevância. A *Methodi* leva em consideração três indicadores, sendo o fator de impacto do periódico (*Journal*) que o artigo foi publicado, número de citações que o artigo possui (obtido a partir de pesquisa no *Google Acadêmico – Google Scholar*) e ano de publicação do artigo. A partir destes três indicadores, é possível preparar uma lista de artigos (*portfólio* de artigos) que são ordenados em ordem decrescente, ou seja, do maior para o menor. A *Methodi* é composta por 9 etapas, conforme apresenta a Figura 12, que apresenta também a sequência e algumas ações da Análise Sistemática da Literatura em seguida, são descritas e detalhadas cada uma das etapas.

Figura 12 - Sequência da Análise Sistemática da Literatura utilizando a *Methodi Ordinatio*.



Fonte: Adaptado de Pagani, Kovaleski e Resende (2017).

3.1.2.1 Estabelecendo a intenção da pesquisa

Consiste em detalhar e explicar o motivo que a pesquisa está sendo realizada. Neste caso, a intenção da pesquisa foi estabelecida pela necessidade de construir-se um *portfólio* bibliográfico de artigos que foi utilizado para fundamentar toda a construção do modelo para avaliação dos riscos digitais no contexto da transformação digital. Por consequência, os temas pesquisados nesta pesquisa foram I4.0, I5.0, Transformação Digital, e Riscos e gerenciamento de Riscos Digitais.

A partir da elaboração do *portfólio* bibliográfico, o referencial teórico e o modelo teórico deste estudo foram desenvolvidas. O referencial teórico conceituou sobre as temáticas abordadas, possibilitando a identificação de elementos chaves para a construção do modelo de avaliação dos riscos digitais no contexto da transformação digital.

3.1.2.2 Pesquisa preliminar nas bases de dados

Consiste em pesquisar estudos na base de dados de forma a identificar quais palavras-chaves podem ser utilizadas para busca de artigos. Para este estudo, foi realizada uma pesquisa aleatória na base de dados da *SCOPUS (SC)* e *WEB OF SCIENCE (WoS)* (que foram consideradas por contemplarem artigos relevantes e por serem bases importantes para a Engenharia de Produção. As palavras-chaves utilizadas nesta etapa foram “*Industry 4.0*” e *Risk**. A busca preliminar nas bases de dados foi realizada em abril de 2021. Objetiva-se com a Tabela 1 apresentar o resultado da pesquisa preliminar que foi realizada nas bases de dados.

Tabela 1 - Resultado da Pesquisa Preliminar nas Bases de Dados.

COMBINAÇÃO DE PALAVRAS-CHAVES	SCOPUS	WEB OF SCIENCE	TOTAL
" <i>Industry 4.0</i> " and <i>Risk*</i>	849	763	1612

Fonte: Autor (2024).

3.1.2.3 Definição das palavras-chaves, bases de dados e delimitação temporal

A partir da pesquisa preliminar, fez-se necessário definir quais seriam os eixos de pesquisas e as palavras-chaves a serem consideradas na busca definitiva. Com isso, analisou-se as palavras-chaves encontradas nos artigos localizados na etapa anterior. Desta forma, o Quadro 6 apresenta os eixos de pesquisa utilizados bem como suas variações (primeira revisão de literatura).

Quadro 6 - Eixos de Pesquisa e Palavras-Chaves.

EIXOS DE PESQUISA	VARIAÇÕES
INDUSTRY 4.0*	<i>Industry 4.0</i> <i>Industrie 4.0</i> <i>Fourth Industrial Revolution</i> <i>4th Industrial Revolution</i> <i>Smart Manufacturing</i> <i>Supply Chain 4.0</i> <i>Advanced Manufacturing</i>
RISK*	<i>Risk</i> <i>Uncertainty</i> <i>Challenge</i> <i>Risk Analysis</i>
IMPACT*	<i>Impact*</i>

Fonte: Autor (2024).

De acordo com a Quadro 6 observa-se que os eixos de pesquisa foram definidos como “*Industry 4.0*” AND Risk AND Impact. Também foram utilizadas algumas variações dos eixos de pesquisa, como: Eixo 1 - (“*Industry 4.0*” OR “*Industrie 4.0*” OR “*Fourth Industrial Revolution*” OR “*4th Industrial Revolution*” OR “*Smart Manufacturing*” OR “*Supply Chain 4.0*” OR “*Advanced Manufacturing*”) AND Eixo 2 - (*Risk* OR *Uncertainty* OR *Challenge* OR “*Risk Analysis*”) AND Eixo 3 - *Impact**.

Para melhorar as buscas nas bases de dados, e para retornar artigos pertinentes aos eixos definidos, foram utilizados agentes *booleanos* (OR e AND), que auxiliaram na formação de 2 conjuntos de palavras-chaves (denominadas como *Query*). Essas *Querys* foram utilizadas para as buscas definitivas nas bases de dados.

As bases de dados definidas foram SCOPUS (SC); WEB OF SCIENCE (WoS) e SCIENCE DIRECT (SD). Novamente, optou-se por essas bases por contemplarem artigos relevantes para a temática, e por serem as mais importantes para a Engenharia de Produção.

Ainda, a escolha das bases de dados, deu-se ao fato que as bases de dados da SCOPUS (SC) e WEB OF SCIENCE (WoS) contemplarem muitas outras bases dentro da própria base, mesmo sendo de editoras diferentes. A SCOPUS (SC) pertence a Elsevier, entretanto, também contempla periódicos de editoras distintas. E mais, as bases WEB OF SCIENCE (WoS) e SCOPUS (SC) são consideradas bases bibliométricas, enquanto outras como Emerald, Wiley, são consideradas como bibliográficas (Rodrigues, 2021). Nesta etapa de pesquisa, preferiu-se em não delimitar recorte temporal, sendo que esse filtro foi aplicado durante as etapas de filtragem da *Methodi Ordinatio*.

3.1.2.4 Pesquisa definitiva nas bases de dados

Consiste em realizar de forma definitiva a busca pelos trabalhos nas bases de dados escolhidas. Duas foram as pesquisas nas bases de dados. A primeira pesquisa definitiva nas bases de dados foi realizada no mês de setembro de 2021, resultando em um total de 912 artigos. Percebe-se que o número de artigos diminuiu em relação a busca preliminar devido às *Querys* utilizadas. Vale ressaltar que, embora o número de artigos tenha diminuído, isso não prejudica o estudo, uma vez que os resultados retornados na busca com a *Querys* tendem a ser mais direcionado com as temáticas do estudo.

A segunda pesquisa foi realizada no mês de abril de 2024. Essa segunda pesquisa foi realizada primeiramente para atualizar o *portfólio* de artigos, e, pois, após estudos iniciais, decidir adotar não somente conceitos da Indústria 4.0, mas também para contemplar o contexto da Transformação Digital. A busca da segunda pesquisa resultou em um total de 10.384 artigos.

O número exponencial de artigos ocorreu devido aos novos protocolos de pesquisa, em que foram incorporadas novas palavras-chaves a fim de expandir o campo de buscas. Nesta nova pesquisa, foram incorporados novos sinônimos para o termo Indústria 4.0 e foram incorporadas as palavras-chaves relacionadas a Indústria 5.0, Sociedade 5.0 e Transformação Digital, bem como algumas de suas variações.

Para auxiliar no gerenciamento de todos os estudos retornados, utilizou-se do *Mendeley Desktop®*, que é um gerenciador de referências. Optou-se por seu uso devido a ser um gerenciador gratuito, de interface fácil e bastante intuitivo. Logo, a Figura 12 tem por finalidade apresentar as *Querys*, bem como a quantidade de artigos retornados em cada uma destas bases.

A partir da Figura 13, percebe-se que foi realizada uma pesquisa até o ano de 2021, depois uma pesquisa de 2021 a 2024 e por fim, uma pesquisa durante todo o período que foram inclusas as notas palavras-chaves e combinações. A base que teve um maior retorno foi a *SCOPUS (SC)* com 5.236 artigos retornados (46,35%), seguido pela *WEB OF SCIENCE (WoS)* com 5.211 artigos (46,13%), e por último a *SCIENCE DIRECT (SC)* com 849 artigos (7,52%) - número bem abaixo das demais bases, o que pode ser justificado devido aos periódicos indexados em cada uma das bases, totalizando 11.296 artigos brutos nas duas revisões de literatura.

Figura 13 - *Querys* da Pesquisa.

Figura 15 – *Queries* da Pesquisa.

COMBINAÇÕES/ <i>QUERYS</i> DA PESQUISA	1ª REVISÃO			2ª REVISÃO					
	ATÉ 2021			2021-2024			TODO O PERÍODO		
	BASES DE DADOS			BASES DE DADOS			BASES DE DADOS		
	WoS	SC	SD	WoS	SC	SD	WoS	SC	SD
("Industry 4.0" OR "Industrie 4.0" OR "Fourth Industrial Revolution" OR "4th Industrial Revolution") AND (Risk* OR Uncertainty OR Challenge OR "Risk Analysis") AND (Impact*)	303	308	57	1330	1573	243	***	***	***
("Smart Manufacturing" OR "Supply Chain 4.0" OR "Advanced Manufacturing") AND (Risk* OR Uncertainty OR Challenge OR "Risk Analysis") AND (Impact*)	159	70	15	473	251	54	***	***	***
("Industrial Internet" OR "Internet of Everything" OR "Made-in-China 2025" OR "Smarty Industry") AND (Risk* OR Uncertainty OR Challenge OR "Risk Analysis") AND (Impact*)	***	***	***	***	***	***	310	360	37
("Smarty Factory" OR "Digital Transformation" OR "Cyber Physical Systems") AND (Risk* OR Uncertainty OR Challenge OR "Risk Analysis") AND (Impact*)	***	***	***	***	***	***	2370	2245	389
("5th Industrial Revolution" OR "Fifth Industrial Revolution" OR "Industry 5.0" OR "Society 5.0") AND (Risk* OR Uncertainty OR Challenge OR "Risk Analysis") AND (Impact*)	***	***	***	***	***	***	134	216	26
("Human-centric manufacturing" OR "Human-cyber-physical" OR "Industry 5.0" OR "Society 5.0") AND (Risk* OR Uncertainty OR Challenge OR "Risk Analysis") AND (Impact*)	***	***	***	***	***	***	132	213	28
TOTAL POR BASE DE DADOS	462	378	72	1803	1824	297	2946	3034	480
TOTAL BRUTO DE ARTIGOS	912			3924			6460		
TOTAL DE ARTIGO BRUTO DA SEGUNDA REVISÃO	10384 Artigos								
TOTAL BRUTO DE ARTIGOS DAS DUAS REVISÕES	11296 Artigos								

Fonte: Autor (2024).

Para a busca dentro da base *WEB OF SICECE (WoS)* utilizou-se como busca “todos os campos”. Já na base *SCOPUS (SC)* foi considerado para busca “*article title, abstract e keywords*”. Por último, na base *SCIENCE DIRECT (SC)* foi aplicado o filtro de “*title, abstract e author-specified keywords*”. Nesta base, não foi considerado o uso do (*), pois a base não possibilita a busca com a utilização de *caracteres* especiais.

Ainda, os campos de buscas foram diferentemente utilizados nas 3 bases devido a restrições e limitações das próprias bases. As *Querys* foram divididas em seis partes também devido a restrições e limitações das bases de dados, que possuem características diferentes.

Para auxiliar na leitura sistemática e na análise de dados, foi utilizado o *software QSR Nvivo® version 10* para melhor sistematizar a leitura dos artigos selecionados nas etapas anteriores, sendo considerada uma ferramenta robusta para mapear as dimensões e os riscos provenientes da transformação digital.

3.1.2.5 Procedimentos de filtragem

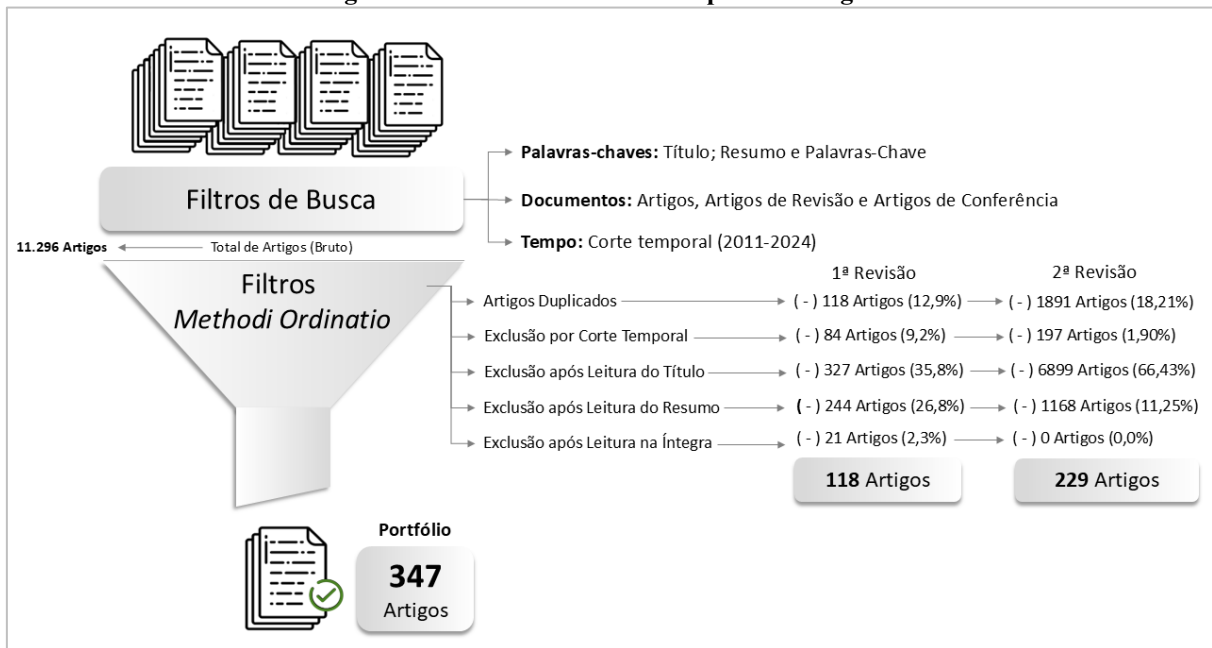
Os procedimentos de filtragem consistem em refinar a pesquisa para formar um *portfólio* de artigos, sendo que estes artigos são os mais relevantes e voltados para a temática em estudo. Portanto, a filtragem permite eliminar da quantidade total de artigos aqueles que não estão completamente alinhados com o objetivo do estudo.

Neste estudo, foram aplicados 5 filtros, a saber:

- (i) artigos duplicados;
- (ii) exclusão por conte temporal;
- (iii) exclusão após leitura do título;
- (iv) exclusão após leitura do resumo (*abstract*) e,
- (v) exclusão após leitura do artigo na íntegra.

Objetiva-se com a Figura 14, demonstrar os critérios de filtragem utilizados neste estudo, bem como a quantidade de artigos que foram excluídos em cada uma das etapas. As etapas de filtrações foram separadas de acordo com as duas revisões de literatura.

Figura 14 - Critérios Utilizados para Filtragem.



Fonte: Autor (2024).

Considerando a Figura 14, observa-se que ao final, foram considerados 347 artigos *aptos* para compor o *portfólio* de artigos (3,07%) do total. Os critérios de filtragem são especificados a seguir:

- Artigos duplicados: aplicou-se este filtro, pois a pesquisa foi realizada em três bases de dados distintas, muitos estudos que estavam indexados em uma base, também estavam em outra e devido ao fato da base da *SCOPUS (SC)* e *SCIENCE DIRECT (SC)* possuírem indexação na *Elsevier*;
- Exclusão por corte temporal: a exclusão por recorte temporal deu-se para que fossem utilizados artigos recentes em relação a temática, considerando que estes artigos atuais contemplam os artigos clássicos, sendo então, considerado fontes de pesquisa. A primeira revisão considerou um período de 2011 a 2022, sendo 2011 quando estudos sobre Indústria 4.0 começaram a ser publicados e 2022 sendo o ano da pesquisa. A segunda pesquisa considerou um recorte temporal de 2022 a abril de 2024 (ano vigente);
- Exclusão após leitura do título: nessa etapa excluiu aqueles artigos que o título não condizia com a pesquisa. Na primeira pesquisa muitos estudos tratavam de assuntos voltados a temáticas que não estavam relacionadas necessariamente com Indústria 4.0 e Riscos no contexto industrial (muitos estavam vinculados a áreas da saúde e Pequenas e Médias Empresas - PMEs). Já na segunda pesquisa, uma quantidade

consideravelmente elevada fora excluída por tratarem da pandemia da COVID-19, estes estudos falavam sobre risco de contaminação, impacto, consequências da COVID-19. Muitos também tinham o foco a I4.0 em PMEs, outros falavam sobre componentes da I4.0 como CPS, *IoT*, *Big Data*, não apresentando a parte de riscos. E ainda, uma parcela significativa tinha o foco exclusivamente na Sustentabilidade e da Cadeia de Suprimentos não focando especificadamente em Indústrias;

- iv. Exclusão após leitura do resumo (*abstract*): nesta etapa seguiu-se os mesmos critérios já descritos na etapa anterior com a diferença de que alguns títulos causavam dúvidas se estavam ou não de acordo com o escopo deste estudo, não evidenciando se o estudo tratava sobre Indústria 4.0 e Riscos. Desta forma, fez-se necessário ler todos os resumos de modo a selecionar os artigos realmente relevantes;
- v. Exclusão após leitura na íntegra: este filtro foi aplicado somente na primeira pesquisa, em que todos os 118 artigos foram lidos na íntegra, mesmo após todos os filtros anteriores, alguns artigos ainda estavam fora do escopo, principalmente por serem artigos que abordava tecnologias da Indústria 4.0, mas que em momento algum citavam algum conceito da Indústria 4.0 ou ainda, não mencionavam nada relacionados com riscos. Na segunda pesquisa, não houve exclusão de artigos após a leitura na íntegra, pois foi aplicado o princípio de Pareto, que permite selecionar os artigos mais relevantes, priorizando aqueles que têm maior impacto no desenvolvimento do estudo.

3.1.2.6 Identificação do fator de impacto, ano de publicação e número de citações

Identificação do Fator de Impacto (FI), Ano de Publicação e Número de Citações são as métricas consideradas pela *Methodi Ordinatio* para o ranqueamento dos artigos selecionados para compor o *portfólio* de artigos.

O Fator de Impacto (FI) corresponde a métrica que classifica o periódico em que o artigo foi publicado, demonstrando então a relevância do periódico (*Journal*). Neste estudo, o Fator de Impacto foi retirado do site do próprio periódico.

O Ano de Publicação corresponde ao ano em que o artigo foi publicado, que foi retirado do próprio artigo, e por fim, o Número de Citações corresponde ao número de vezes que o artigo foi citado por outros pesquisadores, sendo que as citações foram consultadas no *Google Acadêmico* (*Google Scholar*).

3.1.2.7 InOrdinatio

Consiste na aplicação da Equação do *InOrdinatio* que possibilita o ranqueamento dos artigos em ordem decrescente, demonstrando assim o grau de importância, levando em consideração as três métricas já citadas (Fator de Impacto, Ano e Número de Citações). De acordo com Pagani, Kovalesski e Resende (2015) o ranqueamento e a aplicação do *InOrdinatio*, dá-se por meio da Equação 1.

$$InOrdinatio = (Fi/1000) + \alpha^* [10 - (AnoPesq - AnoPub)] + (Ci) \quad \text{Eq. (1)}$$

Onde:

Fi: fator de impacto (JCR, Cite Score, SJR ou SNIP) da revista em que foi publicado o artigo;

α^* : valor que o pesquisador atribui ao ano (normalmente atribui peso 10);

AnoPesq: ano em que a pesquisa está sendo realizada;

Ano Pub: ano de publicação do artigo;

Ci: total de citações que o artigo possui (obtido por meio do Google Scholar).

Com a aplicação da Equação 1, os artigos foram ranqueados em ordem decrescente de acordo com o ranqueamento do *InOrdinatio*, consequentemente, os artigos mais importantes são aqueles que aparecem nas primeiras colocações. Importante ressaltar que o valor atribuído ao (α^*) depende da importância que o pesquisador atribui ao ano de publicação do artigo. Como neste estudo buscou-se compor um *portfólio* bibliográfico com referências atuais, o ano de publicação é importante, justificando então o uso do peso 10.

Uma outra consideração a se fazer é que como os primeiros artigos sobre Indústria 4.0 são oriundos de conferências e congressos científicos, optou-se por não excluí-los do *portfólio* bibliográfico de artigos. Entretanto, sabe-se que muitas dessas conferências e congressos não possuem Fator de Impacto, o que justifica a baixa colocação no ranqueamento dos artigos. Nesta etapa foi utilizado o *Microsoft Excel®*.

3.1.2.8 Localização dos textos em formato integral

Consiste em encontrar e baixar o artigo completo para posterior leitura e análise. Então, logo após a classificação e ordenação destes artigos conforme a aplicação da Equação 1, os artigos foram localizados e realizou-se o *download* de cada um destes artigos.

3.1.2.9 Leitura sistemática e análise do artigos

Na primeira revisão, todos os 118 do *portfólio* bibliográfico foram lidos e analisados na íntegra. A segunda revisão teve por objetivo atualizar a literatura e também identificar riscos que não haviam sido contemplados na primeira revisão. Por conta disso, foi aplicado o princípio de Pareto para selecionar a quantidade de artigos para leitura.

O Diagrama ou Análise de Pareto foi criado por Wilfredo Pareto e é uma representação gráfica de dados que ajuda a identificar quais são os aspectos prioritários que devem ser trabalhados. Também é conhecido como Princípio de Pareto, Diagrama ou Gráfico ABC ou Diagrama 20-80. Ficou conhecido após o desenvolvimento da Teoria da Escala de Preferência, que foi baseado em distribuição de riquezas, em que uma pequena porcentagem das causas (20%) produz a maioria dos defeitos (80%). Ou seja, o Princípio de Pareto define que poucos “projetos” são considerados vitais e responsáveis por maiores resultados, alguns defeitos representam maior perda, alguns fornecedores respondem pela maior parte do problema, alguns serviços representam uma maior parte da demanda (Toledo *et al.*, 2012; Juran; Defeo, 2015; Paladini, 2019).

A partir da segunda revisão de literatura, que resultou em um portfólio de 229 artigos, aplicou-se o Princípio 80/20, considerando os 80% mais relevantes desse conjunto. Assim, foram selecionados 48 artigos para leitura integral, representando o conteúdo bibliográfico mais significativo para o estudo. Somados aos 118 artigos já lidos na primeira revisão, o *portfólio* final considerado neste estudo totalizou 166 artigos.

Os 166 artigos do *portfólio* bibliográfico final, juntamente com o nome do artigo e nome do periódico podem ser visualizados no Apêndice A. O Apêndice B apresenta os 229 artigos da segunda revisão, sendo possível identificar a o Princípio de Pareto aplicado. Já o Apêndice C apresenta um quadro resumo da leitura sistêmica dos artigos, apresentando o título, autores, abordagem, metodologia e um breve resumo de cada um dos artigos.

A partir da leitura destes artigos, também foi possível extrair alguns indicadores bibliométricos como comparação entre o número de artigos de periódicos *versus* artigos de conferência, ano de publicação dos artigos, periódicos e anais de congressos (conferências) que mais publicaram sobre a transformação digital, autores e coautores, países de publicação, afiliação de vinculação dos autores e palavras-chaves encontradas nos estudos. Para essas análises, foram utilizados a ferramenta da *Microsoft Excel*® e o *software VOSviewer*®.

3.1.3 Procedimentos para a análise de conteúdo

A análise de conteúdo caracteriza um conjunto de normas técnicas para análise das comunicações, tendo por objetivo avaliar documentos, de forma a facilitar a consulta e armazenagem de informações, buscando identificar, analisar e relatar padrões de temas. Para isso, utiliza-se de técnicas qualitativas. Com isso, busca-se com a análise de conteúdo, elucidar indicadores sobre determinados assuntos (Braun; Clarke, 2006; Bardin, 2008). Ainda de acordo com Bardin (2008), a análise de conteúdo consiste na descrição de três fases, sendo:

- i. Pré análise ou análise preliminar do conteúdo;
- ii. Exploração do material (citação de trechos relevantes e atribuições de códigos, reagrupamento e estabelecimento de relações entre códigos e categorização) e;
- iii. Tratamento, inferência e interpretação ou estudo quantitativo e análise.

Neste estudo, o *software* utilizado para o desenvolvimento da Análise de Conteúdo foi o *QSR Nvivo® version 10*. O *software* apoiou na identificação das dimensões e categorização dos riscos digitais provenientes da transformação digital. A Figura 15 tem por objetivo apresentar as etapas para a elaboração da análise do conteúdo.

Figura 15 - Etapas para a Elaboração da Análise de Conteúdo.



Fonte: Rodrigues (2021).

A Figura 15 apresenta de forma geral, as etapas para a condução da análise de conteúdo. Para o desenvolvimento da análise de conteúdo, utilizou-se como embasamento as etapas descritas por Bardin (2008), conforme mencionadas a seguir.

3.1.3.1 Análise preliminar do conteúdo

Consiste em importar os estudos (artigos) encontrados com a revisão sistemática da literatura no *software QSR Nvivo® version 10*. Com essa importação, é possível realizar a leitura dos artigos e realizar a análise de conteúdo.

Desta forma, os 166 artigos utilizados nestes estudos foram importados para o *software* para análises. Sendo assim, objetiva-se com a Figura 16 apresentar a interface do *software QSR Nvivo® version 10*, bem como apresentar a importação dos artigos para dentro do *software*.

Figura 16 - Interface do Software QSR Nvivo® version 10.

Internas			
Nome	Nós	Referências	
Abdul-Rahim et al., (2022)	0	0	
Akinradewo et al., (2022)	0	0	
Alberts et al., (2019)	0	0	
Ali (2019)	0	0	
Ali et al., (2021)	0	0	
Alimohammadlou; Khoshsepehr, (2023)	0	0	
Alojaiman, (2023)	0	0	
Amorim et al., (2019)	0	0	
Attiany et al., (2023)	0	0	
Badri; Boudreau-Trudel; Souissi, (2018)	0	0	
Bag; Pretorius, (2022)	0	0	
Bajic et al., (2021)	0	0	
Bakhtari et al., (2021)	0	0	
Barreto; Amaral; Pereira, (2017)	0	0	
Bécuel; Praça; Gama, (2021)	0	0	
Benešová et al., (2019)	0	0	
Bonilla et al., (2018)	0	0	
Brutovský; Bugarová, (2020)	0	0	
Bugarová; Šimíčková, (2020)	0	0	
Burgess; Connell, (2020)	0	0	
Capodieci; Mainetti; Dipietrangelo, (2020)	0	0	
Căpușneanu et al., (2021)	0	0	
Caruso (2018)	0	0	
Chauhan; Singh; Lutra, (2021)	0	0	

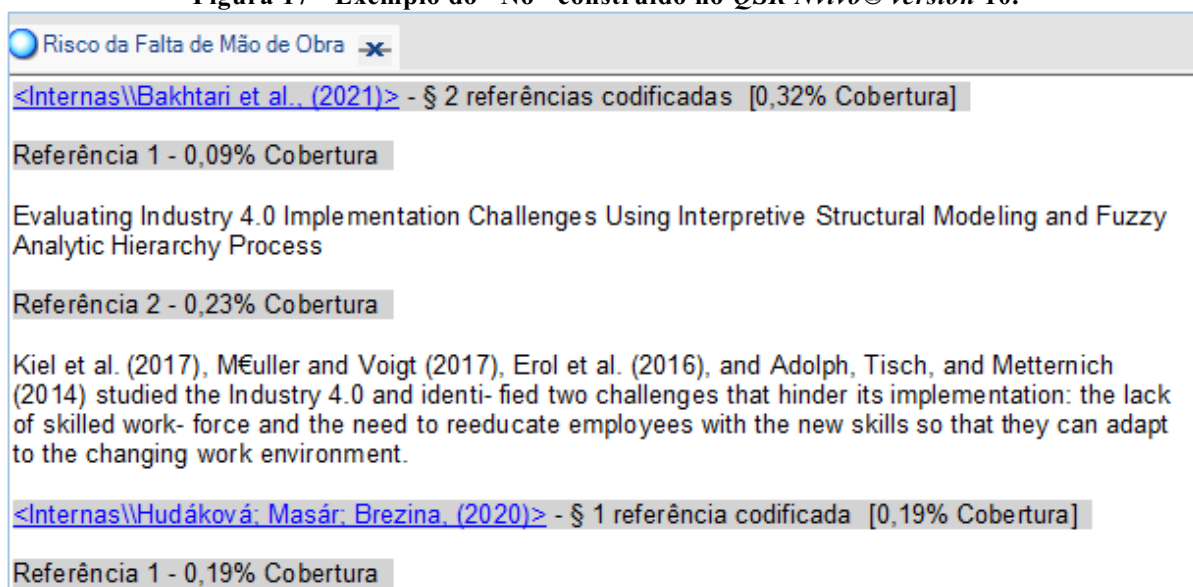
Fonte: Autor (2024) com o auxílio do QSR Nvivo® version 10.

A Figura 16 apresenta a interface do *software QSR Nvivo® version 10*, que foi utilizado para análise de conteúdo. Os 166 artigos importados para o *software* foram ordenados e renomeados de acordo com os nomes dos autores.

Inicialmente, os artigos mapeados e identificados para compor o *portfólio* bibliográfico final da literatura foram avaliados individualmente, de modo a identificar as principais dimensões e riscos digitais da implementação da transformação digital, com isso, padrões de agrupamentos puderam ser identificados. Durante essa leitura, trechos relevantes em relação as temáticas foram codificadas pelo *software*, na qual são denominados como “nó”.

A Figura 17 representa a codificação entre “nós” que foram agrupados em caixas de conteúdo, que ilustram então as informações relativas das dimensões e riscos digitais, sendo que o mesmo processo representado na Figura 16 foi replicado para todas as dimensões e riscos.

Figura 17 - Exemplo do "Nó" construído no *QSR Nvivo® version 10*.



Fonte: Autor (2024) com o auxílio do *QSR Nvivo® version 10*.

A Figura 17 mostra a criação dos “nós” que auxilia na organização de todas os aspectos dentro do *software*. Após a leitura de todos os 166 artigos, foram identificadas 11 dimensões em que os riscos digitais foram agrupados. Desta forma, a Figura 18 representa o agrupamento destas 11 dimensões estruturada com o auxílio do *Nvivo®*.

Figura 18 - "Nós" das Dimensões em que os Riscos Digitais foram Agrupados.

Nós			
Nome	Fontes	Referências	
Dimensão Ambiental	13	13	
Dimensão Cultural	6	6	
Dimensão Econômica	16	16	
Dimensão Educacional	5	5	
Dimensão Humana	7	7	
Dimensão de Saúde e Segurança	6	6	
Dimensão de Gestão	7	7	
Dimensão Organizacional	11	11	
Dimensão Político-Legal	7	7	
Dimensão Social	17	17	
Dimensão Tecnológica	13	13	

Fonte: Autor (2024) com o auxílio do *QSR Nvivo® version 10*.

Observa-se a partir da Figura 18 um exemplo de como ficou o agrupamento das dimensões dentro do *software QSR Nvivo® version 10*. Essas dimensões foram consideradas para o agrupamento dos riscos digitais conforme suas características e semelhanças, como forma de facilitar sua visualização e compressão, além de possibilitar uma melhor análise.

3.1.3.2 Exploração do material

Nesta fase, os riscos digitais provenientes da transformação digital foram explorados. Para isso, foi definido que os riscos seriam agrupados em cada uma das 11 dimensões de acordo com sua característica e especificidade. Esse agrupamento também foi realizado por meio dos “nós” criados anteriormente. Foram encontrados 49 riscos digitais, classificados em 11 dimensões. A Figura 19 apresenta um exemplo de como esses riscos foram agrupados.

Pode-se observar pela Figura 19 que o *software QSR Nvivo® version 10*, facilitou na organização e no agrupamento das 11 dimensões e dos 49 riscos digitais provenientes da transformação digital, que foram identificados a partir da leitura dos 166 artigos do *portfólio bibliográfico*.

Figura 19 - Organização das Dimensões e Riscos Digitais organizados em "Nós".

Nós			
	Nome	Fontes	Referências
+	Dimensão Ambiental	13	13
+	Dimensão Cultural	6	6
+	Dimensão Econômica	16	16
+	Dimensão Educacional	5	5
+	Dimensão Humana	7	7
+	Dimensão de Saúde e Segurança	6	6
+	Dimensão de Gestão	7	7
+	Dimensão Organizacional	11	11
+	Dimensão Político-Legal	7	7
+	Dimensão Social	17	17
+	Dimensão Tecnológica	13	13
	Risco da Falta de Integração entre Sistemas e Equipamentos	0	0
	Risco da Falta de Segurança Cibernética e Proteção de Dad	0	0
	Risco de Ataque Cibernético (RT3)	0	0
	Risco da Baixa Qualidade dos Dados Existentes (RT4)	0	0
	Risco de Elevado Grau de Automação (RT5)	0	0
	Risco de Erros da Inteligência Artificial (RT6)	0	0
	Risco da Falta de Infraestrutura Tecnológica (RT7)	0	0
	Risco de Hiperconectividade (RT8)	0	0
	Risco de Incapacidade de Interpretação de Dados (RT9)	0	0
	Risco de Vazamento de Dados Privados (RT10)	0	0
	Risco de Obsolescência Rápida (RT11)	0	0
	Risco de Maturidade Tecnológica (RT12)	0	0

Fonte: Autor (2024) com o auxílio do QSR Nvivo® version 10.

3.1.3.3 Estudo quantitativo e análise

A última etapa da análise de conteúdo descreveu o levantamento quantitativo de ocorrência de cada um dos “nós” criados, que neste caso corresponde às 11 dimensões e aos 49 riscos digitais da transformação digital. Esta etapa representou os “nós” em porcentagens ilustrando a representatividade dos itens codificados pelo *software*. Objetiva-se com a Figura 20 ilustrar um exemplo da informação sobre o número de fontes e referências utilizadas no agrupamento dos “nós”.

A Figura 20 representa um exemplo dos números de fontes e referências utilizadas para o agrupamento dos “nós”. Desta forma, a coluna fonte representa o número de documentos onde o item do “nó” foi agrupado, já a coluna referências representa a quantidade de vezes em que cada item do “nó” apareceu nos documentos da fonte. As análises completas bem como a representatividade das fontes e das referências estão descritas na seção de resultados. A

porcentagem de representatividade foi calculada a partir da relação entre o número de fontes utilizadas sobre o número total de artigos que compõem o *portfólio* final (166 artigos).

Figura 20 - Número de Fontes e Referências utilizadas no Agrupamento dos "Nós".

Nós			
	Nome	Fontes	Referências
+	Dimensão Ambiental	31	44
+	Dimensão Cultural	22	31
+	Dimensão de Gestão	26	37
+	Dimensão de Saúde e Segurança	19	29
+	Dimensão Econômica	61	88
+	Dimensão Educacional	17	23
+	Dimensão Humana	49	60
+	Dimensão Organizacional	34	46
+	Dimensão Político-Legal	30	51
+	Dimensão Social	40	56
-	Dimensão Tecnológica	102	210
	- Risco da Baixa Qualidade dos Dados Existentes (RT4) - Risco da Falta de Infraestrutura Tecnológica (RT7) - Risco da Falta de Integração entre Sistemas e Equipame - Risco da Falta de Segurança Cibernética e Proteção de - Risco de Ataque Cibernético (RT3) - Risco de Elevado Grau de Automação (RT5) - Risco de Erros da Inteligência Artificial (RT6) - Risco de Hiperconectividade (RT8) - Risco de Incapacidade de Interpretação de Dados (RT9) - Risco de Maturidade Tecnológica (RT12) - Risco de Obsolescência Rápida (RT11) - Risco de Vazamento de Dados Privados (RT10)	13 13 20 39 37 5 9 12 5 7 4 33	13 13 20 39 37 5 9 12 5 7 4 33

Fonte: Autor (2024) com o auxílio do *QSR Nvivo® version 10*.

3.1.4 Caracterização dos riscos digitais da transformação digital¹

A revisão sistemática da literatura utilizando a *Methodi Ordinatio* e a análise de conteúdo do *Nvivo®* foi importante para a identificação das dimensões e dos riscos digitais da transformação digital. Isto posto, essas dimensões e a categorização dos riscos são os pilares para a construção do modelo integrado de avaliação dos riscos digitais.

Como resultado destas duas etapas anteriores, foram identificadas 11 dimensões em que os riscos digitais foram agrupados. Importante salientar que essas dimensões foram

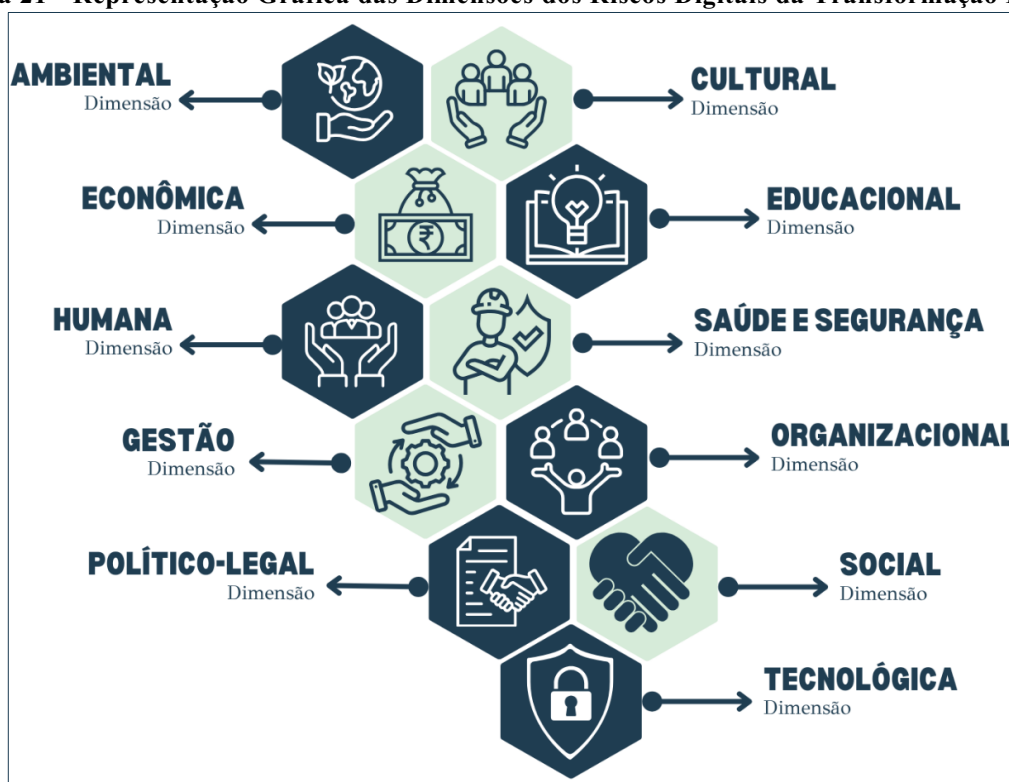
¹ Parte da Caracterização dos Riscos Digitais da Transformação Digital publicado durante a elaboração desta Tese no Periódico *Future Internet*. DOI: <https://doi.org/10.3390/fi16060215>.

mapeadas da literatura, mas a escolha, definição e estruturação foi definida a partir do conhecimento adquirido com a leitura dos artigos e de acordo com a percepção do pesquisador.

As dimensões identificadas na literatura e que fazem parte do modelo integrado para avaliação dos riscos digitais da transformação digital, conforme apresentado na Figura 21, são Dimensão Ambiental, Cultural, Econômica, Educacional, Humana, de Saúde e Segurança, de Gestão, Organizacional, Político-legal, Social e Tecnológica. No Quadro 7 são apresentadas essas dimensões bem como a descrição de cada uma delas e os respectivos autores que abordam cada uma das dimensões.

Vale ressaltar que nenhum dos 166 artigos abordaram todas essas dimensões de forma conjunta. Parte destes artigos aborda somente as dimensões econômica, social e ambiental que são as consideradas no tripé da sustentabilidade. Outros mapeiam os riscos, mas não caracterizam suas dimensões. Logo, a categorização destas 11 dimensões para agrupamento dos riscos digitais faz parte da elaboração do novo modelo integrado de avaliação dos riscos digitais provenientes da transformação digital.

Figura 21 - Representação Gráfica das Dimensões dos Riscos Digitais da Transformação Digital.



Fonte: Autor (2024).

Quadro 7 - Descrição das Dimensões dos Riscos Digitais provenientes Transformação Digital.

DIMENSÕES	AUTORES	DESCRIÇÃO
Ambiental	Kiel <i>et al.</i> , (2017); Müller; Kiel; Voigt, (2018); Olha <i>et al.</i> , (2018); Stock <i>et al.</i> , (2018); Mora Sanchez, (2019b); Essakly <i>et al.</i> , (2019); Tanjung <i>et al.</i> , (2019a); Tanjung <i>et al.</i> , (2019b); Hoyos Guevara <i>et al.</i> , (2020); Souza <i>et al.</i> , (2020); Akinradewo <i>et al.</i> , (2022); Satyro <i>et al.</i> , (2022); Kazancoglu, (2023)	São aquelas causadas ao meio ambiente devido a exploração da natureza muitas vezes sem se preocupar com a reposição ou esgotamento dos recursos naturais, provocando a desestruturação ambiental. Essa exploração quando não realizada de forma ordenada pode causar sérias consequências para o ambiente, causando danos que podem ser irreversíveis.
Cultural	Shenkoya; Dae-Woo, (2019) Kumar <i>et al.</i> , (2020); Kumar <i>et al.</i> , (2022b); Satyro <i>et al.</i> , (2022); Attiany <i>et al.</i> , (2023); Nouinou <i>et al.</i> , (2023)	Relaciona-se com a mudança de comportamento e padrões, que por vezes pode não ser bem aceitos. É a forma de se adaptar a mudanças que são provocadas por fatores internos quanto externos. Tais mudanças são associadas com a forma de pensar, agir e de tomadas de decisões.
Econômica	Kiel <i>et al.</i> , (2017); Li; Hou; Wu, (2017); Muncinelli <i>et al.</i> , (2018); Müller; Kiel; Voigt, (2018); Olha <i>et al.</i> , (2018); Stock <i>et al.</i> , (2018); Mora Sanchez, (2019b); Sae-Lim; Jermstipparsert, (2019); Shenkoya; Dae-Woo, (2019); Tanjung <i>et al.</i> , (2019a); Tanjung <i>et al.</i> , (2019b); Hoyos Guevara <i>et al.</i> , (2020); Zhang <i>et al.</i> , (2021); Gadekar; Sarkar; Gadekar, (2022); Rodríguez-Espíndola <i>et al.</i> , (2022); Fernando <i>et al.</i> , (2023)	Refere-se ao retorno financeiro que um investimento pode apresentar, sendo ele positivo (lucro) ou negativo (prejuízo). A dimensão econômica refere-se não somente ao lucro ou prejuízo, mas também ao investimento despendido, custo para aquisição de tecnologias e outros.
Educacional	Mora Sanchez, (2019a); Burgess; Connell, (2020); Hoyos Guevara <i>et al.</i> , (2020); Grybauskas; Stefanini; Ghobakhloo, (2022); Yilmaz <i>et al.</i> , (2022)	A dimensão educacional está relacionada com a forma com que os indivíduos aprendem. Está diretamente associado com o desenvolvimento de competências e habilidades tanto comportamentais quanto técnicas.
Humano	Jansen; Jescke, (2018); Muncinelli <i>et al.</i> , (2018); Stock <i>et al.</i> , (2018); Hoyos Guevara <i>et al.</i> , (2020); Bajic <i>et al.</i> , (2021); Satyro <i>et al.</i> , (2022); Nouinou <i>et al.</i> , (2023)	Relaciona-se com as mudanças e o impacto que estas podem trazer para o ser humano. É centrada no trabalhador e nas alterações provocadas em seu ambiente de trabalho.
Saúde e Segurança	Badri; Boudreau-Trudel; Souissi, (2018); Bajic <i>et al.</i> , (2021); Bécue; Praça; Gama, (2021); Grybauskas; Stefanini; Ghobakhloo, (2022); Kumar <i>et al.</i> , (2022a); Zorzenon <i>et al.</i> , (2022)	Está relacionada com a saúde e segurança dos indivíduos, estabelecendo práticas e políticas que protegem a integridade física, mental e social, seja em um ambiente de trabalho ou na sociedade, buscando prevenir acidentes, doenças ocupacionais, além de promover o bem-estar.
Gestão	Luthra; Mangla, (2018); Tripathi; Gupta, (2021); Vass; Shee; Miah, (2021); Yang <i>et al.</i> , (2021); Kumar <i>et al.</i> , (2022a); Rodríguez-Espíndola <i>et al.</i> , (2022); Hendry; Stevenson, (2023)	Está relacionando ao gerenciamento da organização e a forma com que os gestores atuam, que pode ameaçar as operações e processos de gestão e na tomada de decisões, que muitas vezes é ocasionado também por planejamento inadequado e devido à falta de apoio da gestão.
Organizacional	Jansen; Jescke, (2018); Luthra; Mangla, (2018); Muncinelli <i>et al.</i> ,	Está diretamente relacionada com a forma de gerenciar uma empresa. Além disso, infere-se as

	(2018); Scheider (2018); Stock <i>et al.</i> , (2018); Essakly <i>et al.</i> , (2019); Hoyos Guevara <i>et al.</i> , (2020); Reyes; Visich; Jaska, (2020); Anikina, (2021); Tripathi; Gupta, (2021); Ngo <i>et al.</i> , (2023)	mudanças que as organizações enfrentam devido ao surgimento de novas tecnologias, modelos de negócios e alterações em todo cenário empresarial.
Político-Legal	Luthra; Mangla, (2018); Muncinelli <i>et al.</i> , (2018); Burgess; Connell, (2020); Bajic <i>et al.</i> , (2021); Jedynek <i>et al.</i> , (2021); Rodríguez-Espíndola <i>et al.</i> , (2022); Razak; Hendry; Stevenson, (2023)	A dimensão político-legal está relacionada não somente com as leis, padrões e normas a serem seguidas, como também as ações e política de incentivo para desenvolvimento. Inclui-se também o padrão ético.
Social	Maynard, (2015); Kiel <i>et al.</i> , (2017); Li; Hou; Wu, (2017); Muncinelli <i>et al.</i> , (2018); Müller; Kiel; Voigt, (2018); Olha <i>et al.</i> , (2018); Stock <i>et al.</i> , (2018); Essakly <i>et al.</i> , (2019); Mora Sanchez, (2019b); Postelnicu; Câlea, (2019); Sae-Lim; Jermisittiparsert, (2019); Shenkoya; Dae-Woo, (2019); Burgess; Connell, (2020); Hoyos Guevara <i>et al.</i> , (2020); Gadekar; Sarkar; Gadekar, (2022); Kumar <i>et al.</i> , (2022a); Satyro <i>et al.</i> , (2022)	Contempla as consequências que determinado evento pode causar na sociedade. Impacta diretamente na qualidade de vida das pessoas e deve ser sempre mitigada para que o impacto produzido seja considerado mínimo.
Tecnológica	Tupa; Simota; Steiner, (2017); Jansen; Jescke. (2018); Luthra; Mangla, (2018); Muncinelli <i>et al.</i> , (2018); Olha <i>et al.</i> , (2018); Burgess; Connell, (2020); Hoyos Guevara <i>et al.</i> , (2020); Souza <i>et al.</i> , (2020); Jedynek <i>et al.</i> , (2021); Vass; Shee; Miah, (2021); Senna <i>et al.</i> , (2022); Fernando <i>et al.</i> , (2023); Razak; Hendry; Stevenson, (2023)	Consiste na utilização de tecnologias para execução de atividades e tarefas, contudo, preocupando-se com o efeito de sua implantação. Destaca-se que é um dos maiores focos de estudo, realçando sempre a utilização, manipulação e segurança dos dados.

Fonte: Autor (2024).

Fixadas as 11 dimensões, fez-se necessário agrupar os 49 riscos digitais mapeados nas dimensões estabelecidas. Esse agrupamento foi realizado a partir da afinidade do risco digital com a dimensão.

A Figura 22, representa a categorização destes riscos e no Quadro 8 são apresentados o agrupamento dos riscos digitais em suas respectivas dimensões, assim como sua descrição e os autores que mencionam em seus respectivos estudos. Assim como as dimensões, os riscos também foram mapeados a partir da revisão de literatura, mas a categorização foi definida a partir do conhecimento e percepção do pesquisador.

Figura 22 - Categorização dos Riscos Digitais provenientes da Transformação Digital.

 RISCOS AMBIENTAIS Alterações Climáticas Alto Consumo de Energia Aumento de Lixo Eletrônico e Resíduos e Descarte Inadequado Emissões Poluentes	 RISCOS DE GESTÃO Baixo Entendimento sobre as Implicações da Indústria 4.0 Falta de Apoio de Gestão Planejamento Inadequado
 RISCOS CULTURAIS Falta de Cultura Digital Relutância à Mudanças Falta de Compreensão dos Recursos e Limitações das Novas Tecnologias	 RISCOS ORGANIZACIONAIS Disrupção da Cadeia de Suprimentos Mudanças Organizacionais nos Processos Novos Modelos de Negócios Problemas de Coordenação, Colaboração e Comunicação
 RISCOS ECONÔMICOS Alto Custo de Investimentos e Implementação Falta de Recursos Financeiros Incerteza de Retorno Financeiro Dependência de Parceiros Mudanças no Mercado	 RISCOS POLÍTICOS-LEGAIS Questões Éticas Falta ou Mudança de Legislação Falta de Apoio Política e Governamental
 RISCOS EDUCACIONAIS Falta de Pesquisa sobre a Indústria 4.0 Políticas Educacionais Inconsistentes Falta de Competências Digitais Dificuldade em Contratar/Treinar Pessoas em Tecnologia Digital	 RISCOS SOCIAIS Desigualdade Social Desemprego Aceitação de Clientes
 RISCOS HUMANOS Falta de Interação Humana Falta de Experiência e Treinamentos Falta de Trabalhadores com uma visão clara e sobre a Indústria 4.0 Falta de Mão de Obra Qualificada	 RISCOS TECNOLÓGICOS Falta de Integração entre Sistemas e Equipamentos (Interoperabilidade) Falta de Segurança Cibernética e Proteção de Dados Ataque Cibernético Baixa Qualidade dos Dados Existentes Elevado Grau de Automação Erros da Inteligência Artificial Falta de Infraestrutura Tecnológica Hiperconectividade Incapacidade de Interpretação de Dados Vazamento de Dados Privados Obsolescência Rápida Maturidade Tecnológica
 RISCOS DE SAÚDE E SEGURANÇA Integridade Física de Trabalhadores Acidente de Trabalho Ocupacional Problemas Psicossociais e Doenças Musculoesqueléticas	

Fonte: Autor (2024).

Quadro 8 - Categorização das Dimensões e Riscos Digitais provenientes da Transformação Digital.

DIMENSÃO DE RISCOS AMBIENTAIS		
Risco de Alterações Climáticas (RA1)	O Risco de Alterações Climáticas ocorre quando as atividades da indústria contribuem para o aumento das emissões de dióxido de carbono, geradas por processos de combustão ou pela queima de combustíveis fósseis, como carvão mineral, petróleo e gás natural.	Bonilla <i>et al.</i> , (2018); Olha <i>et al.</i> , (2018); Stock <i>et al.</i> , (2018); Amorim <i>et al.</i> , (2019); Akinradewo <i>et al.</i> , (2022); El Baz <i>et al.</i> , (2022)
Risco de Alto Consumo de Energia (RA2)	O Risco de Alto Consumo de Energia ocorre quando a indústria apresenta um elevado consumo de energia devido à operação de novas tecnologias associadas à Transformação Digital, como o uso intensivo da internet, robôs autônomos, impressoras 3D, e outros sistemas que demandam grandes quantidades de energia para funcionar.	Bonilla <i>et al.</i> , (2018); Moktadir <i>et al.</i> , (2018); Pilloni, (2018); Zhou <i>et al.</i> , (2018); Hudakova; Masar; Brezina, (2020); Soltovski <i>et al.</i> , (2020); Kalsoom <i>et al.</i> , (2021); Kumar; Singh; Kumar, (2021); Soltovski <i>et al.</i> , (2021); Akinradewo <i>et al.</i> , (2022); Kumar <i>et al.</i> , (2022a); Kumar <i>et al.</i> , (2022b); Satyro <i>et al.</i> , (2022); Simonetto <i>et al.</i> , (2022)
Risco de Aumento de Lixo Eletrônico e Resíduos e Descarte Inadequado (RA3)	O Risco de Aumento de Lixo Eletrônico e Resíduos e Descarte Inadequado ocorre quando a indústria gera um volume significativo de lixo eletrônico, como computadores e dispositivos obsoletos, e resíduos, como plásticos ou componentes não reaproveitáveis, além de praticar um descarte inadequado desses materiais, seja pela falta de reciclagem ou pela eliminação em locais impróprios.	Kumar; Singh; Kumar, (2021); Soltovski <i>et al.</i> (2021); Vass; Shee; Miah, (2021); El Baz <i>et al.</i> , (2022); Simonetto <i>et al.</i> , (2022); Kazancoglu, (2023)
Risco de Emissões Poluentes (RA4)	O Risco de Emissões Poluentes diz respeito à contribuição da indústria para a liberação de poluentes, incluindo gases de efeito estufa e outros poluentes atmosféricos, decorrentes de seus processos produtivos, do uso de maquinário e das tecnologias associadas à Transformação Digital. Essas emissões podem	Bag; Pretorius, (2022); El Baz <i>et al.</i> , (2022); Satyro <i>et al.</i> , (2022); Simonetto <i>et al.</i> , (2022); Yilmaz <i>et al.</i> , (2022)

impactar negativamente a qualidade do ar e o meio ambiente.	
DIMENSÃO DE RISCOS CULTURAIS	
Risco da Falta de Cultura Digital (RC1)	O Risco de Falta de Cultura Digital está relacionado às dificuldades que a indústria pode enfrentar devido à resistência de colaboradores ou parceiros em adotar e utilizar recursos digitais disponíveis, como Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs), internet e softwares para coleta e análise de dados. Essa ausência de uma cultura digital pode resultar em ineficiências na comunicação, na tomada de decisões e na adoção de novas tecnologias, comprometendo a agilidade e a inovação da organização. Farkas, (2018); Luthra; Mangla, (2018); Jedynak <i>et al.</i>, (2021); Gadekar; Sarkar; Gadekar, (2022); Satyro <i>et al.</i>, (2022); Senna <i>et al.</i>, (2022); Yilmaz <i>et al.</i>, (2022); Attiany <i>et al.</i>, (2023); Fernando <i>et al.</i>, (2023)
Risco de Relutância à Mudanças (RC2)	O Risco de Relutância às Mudanças ocorre quando a indústria enfrenta resistência por parte de colaboradores em adotar novas tecnologias, processos ou métodos de trabalho. Essa relutância pode impactar a eficiência operacional e a capacidade de adaptação às inovações da Transformação Digital, dificultando o progresso e a competitividade da organização. Soltovski <i>et al.</i>, (2020); Bajic <i>et al.</i>, (2021); Chauhan; Singh; Luthra, (2021); Soltovski <i>et al.</i>, (2021); Vass; Shee, Miah, (2021); Satyro <i>et al.</i>, (2022); Attiany <i>et al.</i>, (2023); Nouinou <i>et al.</i>, (2023); Razak; Hendry; Stevenson, (2023)
Risco da Falta de Compreensão dos Recursos e Limitações das Novas Tecnologias (RC3)	O Risco de Falta de Compreensão dos Recursos e Limitações das Novas Tecnologias refere-se aos desafios que a indústria pode enfrentar devido à falta de entendimento sobre os recursos e limitações das tecnologias da Transformação Digital. Essa falta de compreensão pode levar a decisões inadequadas em relação à implementação e utilização dessas ferramentas tecnológicas, comprometendo a eficácia dos processos produtivos e a eficiência operacional. Lee; Lee, (2015); Kamble; Gunasekaran; Sharma, (2018); Bajic <i>et al.</i>, (2021); Zhang <i>et al.</i>, (2021); Kumar <i>et al.</i>, (2022b); Senna <i>et al.</i>, (2022); Satyro <i>et al.</i>, (2022)
DIMENSÃO DE RISCOS ECONÔMICOS	
Risco de Alto Custo de Investimentos e Implementação (RE1)	O Risco de Alto Custo de Investimentos e Implementação refere-se aos altos custos que a indústria pode enfrentar ao investir e implementar tecnologias da Transformação Digital. Esse risco inclui despesas relacionadas à aquisição de novos equipamentos e à atualização da infraestrutura necessária. Kiel <i>et al.</i>, (2017); Li; Hou; Wu, (2017); Xu; Tang, (2017); Kamble; Gunasekaran; Sharma, (2018); Liao <i>et al.</i>, (2018); Luthra; Mangla, (2018); Moktadir <i>et al.</i>, (2018); Müller; Buliga; Voigt, (2018); Ali, (2019); Masar; Hudakova, (2019); Mora Sanchez, (2019a); Mora Sanchez, (2019b); Zimmermann <i>et al.</i>, (2019); Reyes; Visich; Jaska, (2020); Soltovski <i>et al.</i>, (2020); Zhdanev; Korenev; Lyadov, (2020); Bajic <i>et al.</i>, (2021); Bakhtari <i>et al.</i>, (2021); Bécue; Praça; Gama, (2021); Chauhan; Singh; Luthra, (2021); Kalsoom <i>et al.</i>, (2021); Kolodnyaya; Nikulina, (2021); Salimova; Byukova; Anikina, (2021); Soltovski <i>et al.</i>, (2021); Vass; Shee; Miah, (2021); Zhang <i>et al.</i>, (2021); Akinradewo <i>et al.</i>, (2022); Bag; Pretorius, (2022); Gadekar; Sarkar; Gadekar, (2022); Kumar <i>et al.</i>, (2022b);

		Kumar <i>et al.</i> , (2022b); Mangla <i>et al.</i> , (2022); Rad <i>et al.</i> , (2022); Satyro <i>et al.</i> , (2022); Senna <i>et al.</i> , (2022); Yap <i>et al.</i> , (2022); Yilmaz <i>et al.</i> , (2022); Attiany <i>et al.</i> , (2023); Fernando <i>et al.</i> , (2023); Ngo <i>et al.</i> , (2023); Nouinou <i>et al.</i> , (2023); Ricci, (2023)
Risco de Falta de Recursos Financeiros (RE2)	O Risco de Falta de Recursos Financeiros refere-se à possibilidade de a indústria não conseguir adquirir e implementar as tecnologias da Transformação Digital devido à insuficiência de recursos financeiros. Essa limitação pode incluir tanto a falta de capital próprio quanto a ausência de apoio de órgãos públicos e governamentais, comprometendo a capacidade da empresa de inovar e manter sua competitividade no mercado.	Benesova <i>et al.</i> , (2019); Kumar <i>et al.</i> , (2020); Bajic <i>et al.</i> , (2021); Bakhtari <i>et al.</i> , (2021); Kumar <i>et al.</i> , (2022b); Rodríguez-Espíndola <i>et al.</i> , (2022); Yilmaz <i>et al.</i> , (2022); Fernando <i>et al.</i> , (2023)
Risco de Incerteza de Retorno Financeiro (RE3)	O Risco de Incerteza de Retorno Financeiro está relacionado à possibilidade da indústria enfrentar incertezas em relação ao retorno financeiro dos investimentos realizados na implementação de tecnologias da Transformação Digital. Essa incerteza pode impactar a viabilidade econômica da empresa e influenciar negativamente a tomada de decisões estratégicas.	Geissbauer, (2016); Kiel <i>et al.</i> , (2017); Man; Strandhagen, (2017); Kamble; Gunasekaran; Sharma, (2018); Müller; Buliga; Voigt, (2018); Birkel <i>et al.</i> , (2019); Mora Sanchez, (2019b); Soltovski <i>et al.</i> , (2020); Bajic <i>et al.</i> , (2021); Bakhtari <i>et al.</i> , (2021); Holubčík <i>et al.</i> , (2021); Kovaitė; Stankevičienė, (2021); Soltovski <i>et al.</i> , (2021); Rodríguez-Espíndola <i>et al.</i> , (2022); Fernando <i>et al.</i> , (2023)
Risco de Dependência de Parceiros (RE4)	O Risco de Dependência de Parceiros está relacionado à situação em que a indústria se torna dependente de parceiros externos para a implementação e operação das tecnologias da Transformação Digital. Essa dependência afeta negativamente a autonomia e a flexibilidade da empresa, além de resultar em aumento de custos e incertezas financeiras.	Mora Sanchez, (2019a); Mora Sanchez, (2019b); Soltovski <i>et al.</i> , (2020); Chauhan; Singh; Luthra, (2021); Soltovski <i>et al.</i> , (2021)
Risco de Mudanças no Mercado (RE5)	O Risco de Mudanças no Mercado está relacionado à possibilidade de a indústria enfrentar desafios econômicos devido a flutuações nas demandas dos consumidores, ao surgimento de novos concorrentes ou a inovações disruptivas. Essas mudanças podem afetar a posição competitiva da empresa e impactar sua rentabilidade.	Kiel <i>et al.</i> , (2017); Chauhan; Singh; Luthra, (2021); Soltovski <i>et al.</i> , (2021); Yilmaz <i>et al.</i> , (2022)
DIMENSÃO DE RISCOS EDUCACIONAIS		
Risco da Falta de Pesquisa sobre a Indústria 4.0 (RED1)	O Risco de Falta de Pesquisa sobre a Indústria 4.0 refere-se ao impacto negativo que a indústria pode sofrer devido à carência de pesquisa e desenvolvimento nesse campo. Essa lacuna educacional resulta em uma compreensão inadequada das novas tecnologias, limitando a capacidade de inovação e a adaptação às mudanças do mercado.	Luthra; Mangla, (2018); Mora Sanchez, (2019a); Mora Sanchez, (2019b); Bajic <i>et al.</i> , (2021); Kumar; Singh; Kumar, (2021); Yilmaz <i>et al.</i> , (2022)
Riscos de Políticas Educacionais Inconsistentes (RED2)	O Risco de Políticas Educacionais Inconsistentes refere-se ao impacto que a indústria pode enfrentar devido a políticas educacionais que não proporcionam uma	Kumar; Singh; Kumar, (2021); Gadekar; Sarkar; Gadekar, (2022); Grybauskas; Stefanini; Ghobakhloo, (2022)

	formação adequada dos colaboradores sobre as tecnologias da Transformação Digital. Essa inconsistência pode dificultar a capacitação da equipe, afetando negativamente a competitividade e a eficiência da indústria no mercado.	
Risco de Falta de Competências Digitais (RED3)	O Risco de Falta de Competências Digitais refere-se ao impacto que a indústria pode enfrentar devido à ausência de habilidades digitais entre os colaboradores. Essa falta de competências pode resultar em dificuldades na utilização de ferramentas de software, análise de dados, tecnologias de informação e comunicação, e na adaptação a novos sistemas digitais. Consequentemente, isso pode comprometer a adoção e a eficácia das tecnologias da Transformação Digital, gerando ineficiências operacionais e prejudicando a competitividade da empresa no mercado.	Kumar; Singh; Kumar, (2021); Kumar <i>et al.</i>, (2022b); Attiany <i>et al.</i>, (2023); Ngo <i>et al.</i>, (2023); Nouninou <i>et al.</i>, (2023)
Risco de Dificuldade em Contratar/Treinar Pessoas em Tecnologia Digital (RED4)	O Risco de Dificuldade em Contratar/Treinar Pessoas em Tecnologia Digital envolve o desafio que a indústria pode enfrentar ao tentar contratar e treinar profissionais com habilidades em tecnologia digital, como programação, análise de dados e uso de ferramentas digitais. Essa dificuldade pode limitar a implementação eficaz das tecnologias da Transformação Digital, comprometendo a capacidade de inovação e a adaptação da empresa às exigências do mercado moderno.	Jabbour <i>et al.</i>, (2018); Birkel <i>et al.</i>, (2019); Satyro <i>et al.</i>, (2022)
DIMENSÃO DE RISCOS HUMANOS		
Risco de Falta de Interação Humana (RH1)	O Risco de Falta de Interação Humana abrange o impacto que a indústria pode enfrentar devido à diminuição da interação pessoal, provocada pelo aumento da automação e pelo uso de tecnologias digitais. Essa falta de interação pode prejudicar a comunicação, afetar o trabalho em equipe e comprometer a cultura organizacional.	Caruso, (2018); Fonseca, (2018); Hirschi, (2018); Salento, (2018); Sae-Lim; Jermstittiparsert, (2019); Bajic <i>et al.</i>, (2021)
Risco de Falta de Experiência e Treinamentos (RH2)	O Risco de Falta de Experiência e Treinamentos aborda as dificuldades que a indústria pode encontrar em decorrência da ausência de experiência e da falta de treinamentos adequados para a operacionalização das tecnologias digitais da Transformação Digital. Essa lacuna no conhecimento pode comprometer a adoção eficaz dessas tecnologias, impactando negativamente a produtividade da equipe.	Müller; Buliga; Voigt, (2018); Zhdaneev; Korenev; Lyadov, (2020); Bajic <i>et al.</i>, (2021); Bakhtari <i>et al.</i>, (2021); Kumar; Singh; Kumar, (2021); Akinradewo <i>et al.</i>, (2022); Senna <i>et al.</i>, (2022); Yap <i>et al.</i>, (2022); Fernando <i>et al.</i>, (2023); Razak; Hendry; Stevenson, (2023)
Risco de Falta de Trabalhadores com uma visão clara sobre a Indústria 4.0 (RH3)	O Risco de Falta de Trabalhadores com uma Visão Clara sobre a Indústria 4.0 envolve a carência de profissionais que possuam uma compreensão clara e abrangente sobre a transformação digital, incluindo o entendimento das tecnologias emergentes, a integração de sistemas e o impacto das mudanças no mercado. Essa falta de visão resulta em desafios na adoção de novas tecnologias e na integração de processos,	Sjödin <i>et al.</i>, (2018); Bajic <i>et al.</i>, (2021); Akinradewo <i>et al.</i>, (2022); Kumar <i>et al.</i>, (2022b); Yilmaz <i>et al.</i>, (2022); Attiany <i>et al.</i>, (2023)

comprometendo a competitividade da indústria.		
Risco de Falta de Mão de Obra Qualificada (RH4)	O Risco de Falta de Mão de Obra Qualificada envolve as dificuldades enfrentadas pela indústria para encontrar profissionais capacitados para operar e manter as tecnologias da Transformação Digital, como automação, análise de dados e sistemas de controle. Essa escassez de mão de obra qualificada impacta diretamente a eficiência operacional.	Lee; Lee, (2015); Vacek, (2016); Kiel <i>et al.</i> , (2017); Li; Hou; Wu, (2017); Tupa; Simota; Steiner, (2017); Freddi, (2018); Kamble; Gunasekaran; Sharma, (2018); Moktadir <i>et al.</i> , (2018); Saucedo-Martinez <i>et al.</i> , (2018); Ali, (2019); Benesova <i>et al.</i> , (2019); Imran; Kantola, (2019); Kurt, (2019); Marková <i>et al.</i> , (2019); Hudakova; Masar; Brezina, (2020); Kumar <i>et al.</i> , (2020); Soltovski <i>et al.</i> , (2020); Anikina, (2021); Bajic <i>et al.</i> , (2021); Bakhtari <i>et al.</i> , (2021); Biryukova; Soh; Connolly, (2021); Kumar; Singh; Kumar, (2021); Salimova; Soltovski <i>et al.</i> , (2021); Gadekar; Sarkar; Gadekar, (2022); Kumar <i>et al.</i> , (2022a); Kumar <i>et al.</i> , (2022b); Rad <i>et al.</i> , (2022); Rodríguez-Espíndola <i>et al.</i> , (2022); Satyro <i>et al.</i> , (2022); Senna <i>et al.</i> , (2022); Yap <i>et al.</i> , (2022); Fernando <i>et al.</i> , (2023); Nouinou <i>et al.</i> , (2023); Sadeghi; Mahmoudi, Deng, (2023)
DIMENSÃO DE RISCOS DE SAÚDE E SEGURANÇA		
Risco à Integridade Física de Trabalhadores (RSS1)	O Risco à Integridade Física de Trabalhadores envolve a possibilidade da indústria enfrentar ameaças à segurança e saúde dos colaboradores, incluindo lesões ocupacionais, problemas de saúde decorrentes de ambientes de trabalho inadequados, acidentes operacionais e riscos ergonômicos. A implementação de tecnologias da Transformação Digital, como automação, robótica e sistemas de monitoramento, pode gerar novos desafios nesse contexto, exigindo atenção especial às normas de segurança, ergonomia e saúde ocupacional para proteger a integridade física dos trabalhadores.	Soltovski <i>et al.</i> , (2020); Grybauskas; Stefanini; Ghobakhloo, (2022)
Risco de Acidente de Trabalho (RSS2)	O Risco de Acidente de Trabalho envolve a ocorrência de incidentes como quedas, cortes, choques elétricos e lesões por esforço repetitivo na indústria. Esses acidentes podem resultar da implementação de tecnologias da Transformação Digital, que alteram as dinâmicas de trabalho e introduzem novos riscos operacionais, exigindo uma gestão cuidadosa para garantir a segurança dos colaboradores e minimizar a ocorrência de acidentes.	Vignali <i>et al.</i> , (2019); Grybauskas; Stefanini; Ghobakhloo, (2022); Zorzenon <i>et al.</i> , (2022)
Risco Ocupacional (RSS3)	O Risco Ocupacional abrange a possibilidade da indústria enfrentar problemas como fadiga mental, incluindo esgotamento, dificuldade de concentração e diminuição da eficiência no trabalho. Além disso, condições adversas como ruído, vibrações, radiações, frio, calor e umidade podem afetar negativamente o bem-estar e a produtividade dos trabalhadores.	Gao <i>et al.</i> , (2015); Sommer, (2015); Jansen; Jeschke, (2018); Gobbo Junior <i>et al.</i> , (2018); Vignali <i>et al.</i> , (2019); Imran; Kantola, (2019); Bugarova; Simickova, (2020); Kumar <i>et al.</i> , (2022a); Zorzenon <i>et al.</i> , (2022)

Riscos de Problemas Psicossociais e Doenças Musculoesqueléticas (RSS4)	O Risco de Problemas Psicossociais e Doenças Musculoesqueléticas consiste na ocorrência de questões relacionadas ao estresse, ansiedade e conflitos interpessoais, além de doenças musculoesqueléticas, como dor nas costas, lesões por esforço repetitivo e problemas articulares. Esses fatores impactam a saúde e o bem-estar dos colaboradores, exigindo atenção especial para promover um ambiente de trabalho saudável e implementar práticas que minimizem esses problemas.	Badri; Boudreau-Trudel; Souissi, (2018); Vignali <i>et al.</i>, (2019); Soltovski <i>et al.</i>, (2020); Soltovski <i>et al.</i>, (2021); Gadekar; Sarkar; Gadekar, (2022); Kumar <i>et al.</i>, (2022a); Grybauskas; Stefanini; Ghobakhloo, (2022); Kumar <i>et al.</i>, (2022a); Zorzenon <i>et al.</i>, (2022)
DIMENSÃO DE RISCOS DE GESTÃO		
Risco de Baixo Entendimento sobre as Implicações da Indústria 4.0 (RG1)	O Risco de Baixo Entendimento sobre as Implicações da Indústria 4.0 envolve a falta de compreensão acerca das transformações nos processos produtivos que essa nova era tecnológica traz. Essa carência de entendimento pode impactar negativamente a governança da empresa, dificultando a tomada de decisões estratégicas e a implementação de práticas eficazes, o que compromete a competitividade e a sustentabilidade da indústria.	Jabbour <i>et al.</i>, (2018); Kamble; Gunasekaran; Sharma, (2018); Luthra; Mangla, (2018); Müller; Buliga; Voigt, (2018); Müller; Kiel; Voigt, (2018); Piccarozzi; Aquilani; Gatti, (2018); Schneider, (2018); Benesova <i>et al.</i>, (2019); Chauhan; Singh; Luthra, (2021); Kovaitė; Stankevičienė, (2021)
Risco de Falta de Apoio de Gestão (RG2)	O Risco de Falta de Apoio da Gestão na implementação das tecnologias da Transformação Digital refere-se à ausência de suporte essencial que pode se manifestar de diversas maneiras, como a falta de recursos financeiros adequados, a ausência de liderança para orientar as iniciativas digitais, a resistência a mudanças culturais dentro da organização, a falta de comunicação clara sobre os objetivos das novas tecnologias e a insuficiência de treinamento para os colaboradores. Essa ausência de suporte pode comprometer a eficácia das iniciativas digitais, limitar a capacidade de inovação e dificultar a adoção bem-sucedida das tecnologias digitais.	Luthra; Mangla, (2018); Moktadir <i>et al.</i>, (2018); Brutovsky; Buganova, (2020); Bakhtari <i>et al.</i>, (2021); Chauhan; Singh; Luthra, (2021); Kumar; Singh; Kumar, (2021); Salimova; Biryukova; Anikina, (2021); Vass; Shee; Miah, (2021); Gadekar; Sarkar; Gadekar, (2022); Kumar <i>et al.</i>, (2022a); Rodríguez-Espíndola <i>et al.</i>, (2022); Satyro <i>et al.</i>, (2022); Yap <i>et al.</i>, (2022); Yilmaz <i>et al.</i>, (2022); Razak; Hendry; Stevenson, (2023)
Risco de Planejamento Inadequado (RG3)	O Risco de Planejamento Inadequado na implementação das tecnologias da Transformação Digital, diz respeito à possibilidade de a indústria enfrentar problemas resultantes de uma falta de planejamento eficaz. Isso pode incluir a ausência de definição clara de metas e objetivos, a falta de um cronograma realista para a implementação, a alocação insuficiente de recursos financeiros e humanos, a falta de análise de riscos potenciais e a desconsideração de aspectos importantes, como a capacitação da equipe e a adaptação da infraestrutura existente.	Moktadir <i>et al.</i>, (2018); Brutovsky; Buganova, (2020); Tripathi; Gupta, (2021); Yang <i>et al.</i>, (2021);
DIMENSÃO DE RISCOS ORGANIZACIONAIS		
Risco de Disrupção da Cadeia de Suprimentos (RO1)	O Risco de Disrupção da Cadeia de Suprimentos na implementação das tecnologias da Transformação Digital refere-se à possibilidade de a indústria enfrentar interrupções significativas em seus processos logísticos e de fornecimento. Essas disrupções	Sommer, (2015); Kiel <i>et al.</i>, (2017); Kamble; Gunasekaran; Sharma, (2018); Luthra; Mangla, (2018); Müller; Buliga; Voigt, (2018); Müller; Kiel; Voigt, (2018); Muncinelli <i>et al.</i>, (2018); Ivanov; Dolgui; Sokolov, (2019);

	podem ocorrer devido à falta de fornecedores, escassez de insumos e matérias-primas, ausência de mão de obra qualificada, limitações na disponibilidade de tecnologias e a dependência de um número restrito de parceiros.	Tanjung <i>et al.</i> , (2019a); Zimmermann <i>et al.</i> , (2019); Kumar <i>et al.</i> , (2020); Zhdanev; Korenev; Lyadov, (2020); Ali <i>et al.</i> , (2021); Salimova; Biryukova; Anikina, (2021); Soltovski <i>et al.</i> , (2021); Yang <i>et al.</i> , (2021); Ngo <i>et al.</i> , (2023); Razak; Hendry; Stevenson, (2023)
Risco de Mudanças Organizacionais nos Processos (RO2)	O Risco de Mudanças Organizacionais nos Processos decorrentes da adoção de tecnologias da Transformação Digital envolve desafios significativos, como reestruturações na hierarquia, alterações de funções e responsabilidades, adaptações nos fluxos de trabalho e resistência à implementação de novas práticas. Essas mudanças impactam a eficiência operacional e a cultura organizacional, dificultando a transição para um ambiente de trabalho mais digital e integrado.	Kamble; Gunasekaran; Sharma, (2018); Ivanov; Dolgui; Sokolov, (2019); Tanjung <i>et al.</i> , (2019a); Tripathi; Gupta, (2021)
Risco de Novos Modelos de Negócios (RO3)	O Risco de Novos modelos de Negócios impulsionados pela Transformação Digital apresenta desafios significativos para a adaptação das indústrias, incluindo a transição de vendas tradicionais para plataformas digitais, a oferta de serviços sob demanda, a utilização de assinaturas para produtos e serviços, e a formação de parcerias estratégicas com startups ou empresas de tecnologia. Essas mudanças podem impactar diretamente a competitividade no mercado.	Barreto; Amaral; Pereira, (2017); Freddi, (2018); Bakhtari <i>et al.</i> , (2021); Chauhan; Singh; Luthra, (2021); Jedynak <i>et al.</i> , (2021); Tripathi; Gupta, (2021); Gadekar; Sarkar; Gadekar, (2022); Hughes <i>et al.</i> , (2022)
Risco de Problemas de Coordenação, Colaboração e Comunicação (RO4)	O Risco de Problemas de Coordenação, Colaboração e Comunicação no contexto da Transformação Digital envolve dificuldades significativas, como a dificuldade em alinhar equipes interdisciplinares, falhas na troca de informações entre departamentos, resistência à adoção de ferramentas de comunicação digital, e a falta de clareza nas responsabilidades e tarefas. Esses fatores podem impactar negativamente a eficiência operacional e a produtividade da indústria.	Sommer, (2015); Luthra; Mangla, (2018); Kumar <i>et al.</i> , (2020); Bajic <i>et al.</i> , (2021); Bakhtari <i>et al.</i> , (2021)
DIMENSÃO DE RISCOS POLÍTICOS-LEGAIS		
Risco de Questões Éticas (RPL1)	O Risco de Questões Éticas na indústria envolve preocupações relacionadas à privacidade e segurança dos dados dos colaboradores e clientes, o uso responsável de inteligência artificial na tomada de decisões, e a transparência nas práticas de automação e no tratamento de informações.	Sommer, (2015); Luthra; Mangla, (2018); Müller; Kiel; Voigt, (2018); Bajic <i>et al.</i> , (2021); Bakhtari <i>et al.</i> , (2021); Chauhan; Singh; Luthra, (2021); Sá <i>et al.</i> , (2021); Soltovski <i>et al.</i> , (2021); Vass; Shee; Miah, (2021); Gadekar; Sarkar; Gadekar, (2022); Senna <i>et al.</i> , (2022); Attiany <i>et al.</i> , (2023); Razak; Hendry; Stevenson, (2023)
Risco na Falta ou Mudança de Legislação (RPL2)	O Risco na Falta ou Mudança de Legislação impacta a indústria por meio de alterações nas regulamentações relacionadas à Transformação Digital, incluindo mudanças nas leis de segurança, proteção de dados, direitos trabalhistas e normas ambientais.	Kamble; Gunasekaran; Sharma, (2018); Hudakova; Masar; Brezina, (2020); Bajic <i>et al.</i> , (2021); Bécue; Praça; Gama, (2021); Kumar; Singh; Kumar, (2021); Sá <i>et al.</i> , (2021); Salimova; Biryukova; Anikina, (2021);

	Essas alterações podem afetar significativamente as operações da empresa, a conformidade com as leis e a formulação de estratégias, exigindo que a indústria esteja atenta e pronta para se adaptar às novas exigências legais para evitar penalidades e garantir a continuidade dos negócios.	Abdul-Rahim <i>et al.</i> , (2022); Akinradewo <i>et al.</i> , (2022); Gadekar; Sarkar; Gadekar, (2022); Hughes <i>et al.</i> , (2022); Kumar <i>et al.</i> , (2022b); Rad <i>et al.</i> , (2022); Rodríguez-Espíndola <i>et al.</i> , (2022); Yap <i>et al.</i> , (2022); Fernando <i>et al.</i> , (2023)
Risco de Falta de Apoio Política e Governamental (RPL3)	O Risco de Falta de Apoio Político e Governamental dificulta a implementação das tecnologias da Transformação Digital, uma vez que a ausência de incentivos, políticas públicas favoráveis e regulamentações que promovam a inovação pode impactar negativamente a competitividade e a sustentabilidade da indústria.	Kamble; Gunasekaran; Sharma, (2018); Luthra; Mangla, (2018); Hudakova; Masar; Brezina, (2020); Kumar <i>et al.</i> , (2020); Bécue; Praça; Gama, (2021); Chauhan; Singh; Luthra, (2021); Jedynak <i>et al.</i> , (2021); Kumar; Singh; Kumar, (2021); Gadekar; Sarkar; Gadekar, (2022); Kumar <i>et al.</i> , (2022a); Kumar <i>et al.</i> , (2022b); Rodríguez-Espíndola <i>et al.</i> , (2022); Senna <i>et al.</i> , (2022); Yap <i>et al.</i> , (2022); Razak; Hendry; Stevenson, (2023)
DIMENSÃO DE RISCOS SOCIAIS		
Risco de Desigualdade Social (RS1)	O Risco de Desigualdade Social decorre da implementação das tecnologias da Transformação Digital, uma vez que a exclusão de trabalhadores que não possuem acesso a essas tecnologias, a automação de funções que pode levar à perda de empregos e a dificuldade de inserção no mercado de trabalho para aqueles que não têm acesso a capacitação adequada podem ampliar as disparidades sociais.	Maynard, (2015); Li; Hou; Wu, (2017); Rajnai; Kocsis, (2017); Bonilla <i>et al.</i> , (2018); Caruso, (2018); Freddi, (2018); Olha <i>et al.</i> , (2018); Salento, (2018); Sae-Lim; Jermisittiparsert, (2019); Soltovski <i>et al.</i> , (2020); Soltovski <i>et al.</i> , (2021); Gadekar; Sarkar; Gadekar, (2022); Satyro <i>et al.</i> , (2022)
Risco de Desemprego (RS2)	O Risco de Desemprego resulta da implementação das tecnologias da Transformação Digital, pois a automação de processos e a substituição de trabalhadores por máquinas podem levar ao aumento do desemprego, especialmente se a necessidade de requalificação profissional não for atendida.	Kamble; Gunasekaran; Sharma, (2018); Olha <i>et al.</i> , (2018); Galati; Bigliardi, (2019); Kurt, (2019); Marková <i>et al.</i> , (2019); Mora Sanchez, (2019a); Mora Sanchez, (2019b); Sae-Lim; Jermisittiparsert, (2019); Shenkoya; Dae-Woo, (2019); Burgess; Connell, (2020); Lyashok; Maleva; Lopatina, (2020); Soltovski <i>et al.</i> , (2020); Gadekar; Sarkar; Gadekar, (2022); Grybauskas; Stefanini; Ghobakhloo, (2022); Kumar <i>et al.</i> , (2022a); Satyro <i>et al.</i> , (2022); Attiany <i>et al.</i> , (2023)
Risco de Aceitação de Clientes (RS3)	O Risco de Aceitação de Clientes está relacionado às dificuldades que sua indústria pode enfrentar em razão da implementação das tecnologias da Transformação Digital. Essa resistência pode ser influenciada por fatores como a familiaridade dos clientes com a tecnologia, a percepção da necessidade de mudança, os custos associados, a qualidade do suporte oferecido, a reputação da empresa no mercado e as preocupações com a privacidade dos dados.	Barreto; Amaral; Pereira, (2017); Kiel; Arnold; Voigt, (2017); Kiel <i>et al.</i> , (2017); Kamble; Gunasekaran; Sharma, (2018); Müller; Buliga; Voigt, (2018); Schneider, (2018); Soltovski <i>et al.</i> , (2020); Soltovski <i>et al.</i> , (2021); Kumar; Singh; Kumar, (2021)
DIMENSÃO DE RISCOS TECNOLÓGICOS		
Risco da Falta de Integração entre Sistemas e Equipamentos	O Risco de Falta de Integração entre Sistemas e Equipamentos (Interoperabilidade) envolve problemas que podem ocorrer devido à diversidade de sistemas existentes e à	Gao <i>et al.</i> , (2015); Khan <i>et al.</i> , (2017); Kiel <i>et al.</i> , (2017); Bonilla <i>et al.</i> , (2018); Luthra; Mangla, (2018); Kamble; Gunasekaran; Sharma, (2018);

(Interoperabilidade) (RT1)	compatibilidade entre diferentes tecnologias. A ausência de padrões abertos e a possibilidade de que maquinários, sistemas de software ou equipamentos não consigam se comunicar entre si, em função da grande heterogeneidade de formatos de dados, podem resultar em ineficiências operacionais, dificultar a troca de informações e comprometer a eficácia das iniciativas digitais.	Rehman <i>et al.</i>, (2018); Sisinni <i>et al.</i>, (2018); Xu; Xu; Li, (2018); Farsi; Zio, (2019); Wan <i>et al.</i>, (2019); Kalsoom; Ramzan; Ahmed, (2020); Reyes; Visich; Jaska, (2020); Soltovski <i>et al.</i>, (2020); Bajic <i>et al.</i>, (2021); Kalsoom <i>et al.</i>, (2021); Sá <i>et al.</i>, (2021); Soltovski <i>et al.</i>, (2021); Vass; Shee; Miah, (2021); Akinradewo <i>et al.</i>, (2022); Kumar <i>et al.</i>, (2022b); Oks, (2022); Senna <i>et al.</i>, (2022)
Risco da Falta de Segurança Cibernética e Proteção de Dados (RT2)	O Risco de Falta de Segurança Cibernética e Proteção de Dados envolve a vulnerabilidade a ataques cibernéticos, a possibilidade de vazamentos de dados e a ausência de políticas adequadas de segurança da informação. Isso resulta na exposição de informações sensíveis de colaboradores e clientes, deixando os dados desprotegidos e potencialmente comprometendo a integridade e a confidencialidade das informações.	Lee; Lee, (2015); Sommer, (2015); Farkas, (2018); Kamble; Gunasekaran; Sharma, (2018); Luthra; Mangla, (2018); Müller; Buliga; Voigt, (2018); Benesova <i>et al.</i>, (2019); Giehl; Wiedermann; Plaga, (2019); Hoyos Guevara; Silva, (2019); Matsuda <i>et al.</i>, (2019); Mora Sanchez, (2019a); Mora Sanchez, (2019b); Pacaiova; Nagyova, (2019); Andriani, (2020); Capodieci; Mainetti; Dipietrangelo, (2020); Kalsoom; Ramzan; Ahmed, (2020); Kumar <i>et al.</i>, (2020); Labadi <i>et al.</i>, (2020); Soltovski <i>et al.</i>, (2020); Souza <i>et al.</i>, (2020); Alvarez-Napagao, (2021); Bakhtari <i>et al.</i>, (2021); Bajic <i>et al.</i>, (2021); Chauhan; Singh; Luthra, (2021); Kovaité; Stankevičienė, (2021); Sá <i>et al.</i>, (2021); Vass; Shee; Miah, (2021); Yang <i>et al.</i>, (2021); Abdul-Rahim <i>et al.</i>, (2022); Akinradewo <i>et al.</i>, (2022); Gaddekar; Sarkar; Gaddekar, (2022); Kumar <i>et al.</i>, (2022a); Kumar <i>et al.</i>, (2022b); Rad <i>et al.</i>, (2022); Senna <i>et al.</i>, (2022); Yap <i>et al.</i>, (2022); Yilmaz <i>et al.</i>, (2022); Attiany <i>et al.</i>, (2023); Fernando <i>et al.</i>, (2023); Moreira, (2023); Nouinou <i>et al.</i>, (2023); Razak; Hendry; Stevenson, (2023); Shah <i>et al.</i>, (2023)
Risco de Ataque Cibernético (RT3)	O Risco de Ataque Cibernético implica a possibilidade de os sistemas e equipamentos conectados serem invadidos e prejudicados, seja fisicamente ou virtualmente, por hackers ou de forma não intencional. Isso abrange fatores como a vulnerabilidade dos sistemas a invasões externas, o uso inadequado de redes e dispositivos, e a falta de protocolos de segurança robustos, resultando no potencial exposição de dados sensíveis. As consequências podem incluir sucateamento de máquinas, espionagem industrial e perdas financeiras, causando danos à reputação da empresa e interrupções operacionais significativas.	Gao <i>et al.</i>, (2015); Lee; Lee, (2015); Maynard, (2015); Kiel <i>et al.</i>, (2017); Tupa; Simota; Teiner, (2017); Strange; Zucchella, (2017); Farkas, (2018); Jansen; Jeschke, (2018); Kamble; Gunasekaran; Sharma, (2018); Olha <i>et al.</i>, (2018); Özdemir, (2018); Pilloni, (2018); Zhou <i>et al.</i>, (2018); Giehl; Wiedermann; Plaga, (2019); Hoyos Guevara; Silva (2019); Matsuda <i>et al.</i>, (2019); Mora Sanchez, (2019b); Sae-Lim; Jermisittiparsert, (2019); Ruzsa, (2019); Vartolomei; Avasilcai, (2019); Capodieci; Mainetti; Dipietrangelo, (2020); Hashim <i>et al.</i>, (2020); Hudakova; Masar; Brezina, (2020); Labadi <i>et al.</i>, (2020); Radanliev <i>et al.</i>, (2020); Reyes; Visich; Jaska, (2020); Soltovski <i>et al.</i>, (2020); Capuşneanu <i>et al.</i>, (2021);

		Jedynak <i>et al.</i> , (2021); Kalsoom <i>et al.</i> , (2021); Kolodnyaya; Nikulina, (2021); Kovaitė; Stankevičienė, (2021); Park <i>et al.</i> , (2021); Salimova; Biryukova; Anikina, (2021); Soltovski <i>et al.</i> , (2021); Senna <i>et al.</i> , (2022); Attiany <i>et al.</i> , (2023); Fernando <i>et al.</i> , (2023)
Risco da Baixa Qualidade dos Dados Existentes (RT4)	O Risco da Baixa Qualidade dos Dados Existentes está relacionado ao impacto que dados imprecisos, incompletos ou desatualizados podem ter na implementação de tecnologias da Transformação Digital. Essa situação compromete a tomada de decisões e prejudica a eficiência operacional, uma vez que informações de baixa qualidade podem levar a análises errôneas e à adoção de estratégias inadequadas.	Chen <i>et al.</i> , (2017); Kirchen <i>et al.</i> , (2017); Yan <i>et al.</i> , (2017); Luthra; Mangla, (2018); Rehman <i>et al.</i> , (2018); Xu; Xu; Li, (2018); Soltovski <i>et al.</i> , (2020); Chauhan; Singh; Luthra, (2021); Soltovski <i>et al.</i> , (2021); Abdul-Rahim <i>et al.</i> , (2022); Gaddekar; Sarkar; Gaddekar, (2022); Kumar <i>et al.</i> , (2022b); Attiany <i>et al.</i> , (2023); Fernando <i>et al.</i> , (2023)
Risco de Elevado Grau de Automação (RT5)	O Risco de Elevado Grau de Automação refere-se aos desafios que uma indústria pode enfrentar devido à dependência excessiva de sistemas automatizados, que pode resultar em uma redução da interação humana e em possíveis falhas. Essas questões têm o potencial de impactar a continuidade das operações.	Sommer, (2015); Luco <i>et al.</i> , (2019); Tripathi; Gupta, (2021); Foster-Mcgregor; Nomaler; Verspagen, (2021); Attiany <i>et al.</i> , (2023)
Risco de Erros da Inteligência Artificial (RT6)	O Risco de Erros da Inteligência Artificial refere-se aos desafios que uma indústria pode enfrentar devido a decisões incorretas geradas por sistemas de inteligência artificial, como diagnósticos errôneos e vies nos algoritmos que podem favorecer certos grupos ou informações. Esses erros podem resultar em impactos negativos significativos nas operações.	Hudakova; Masar; Brezina, (2020); Soltovski <i>et al.</i> , (2020); Bécue; Praça; Gama, (2021); Jedynak <i>et al.</i> , (2021); Kovaitė; Stankevičienė, (2021); Sá <i>et al.</i> , (2021); Soltovski <i>et al.</i> , (2021); Kumar <i>et al.</i> , (2022a); Schäfer, (2023)
Risco da Falta de Infraestrutura Tecnológica (RT7)	O Risco da Falta de Infraestrutura Tecnológica refere-se aos desafios que uma indústria pode enfrentar devido à ausência de hardware, software, redes e sistemas de comunicação adequados para suportar as tecnologias da transformação digital. Essa carência resulta em limitações na implementação de tecnologias digitais, ineficiências operacionais e dificuldades em atender às demandas do mercado.	Chen <i>et al.</i> , (2017); Khan <i>et al.</i> , (2017); Preuveneers; Ilie-Zudor, (2017); Luthra; Mangla, (2018); Moktadir <i>et al.</i> , (2018); Pilloni, (2018); Sisinni <i>et al.</i> , (2018); Kumar <i>et al.</i> , (2020); Soltovski <i>et al.</i> , (2020); Bajic <i>et al.</i> , (2021); Kumar <i>et al.</i> , (2022a); Kumar <i>et al.</i> , (2022b); Senna <i>et al.</i> , (2022); Attiany <i>et al.</i> , (2023)
Risco de Hiperconectividade (RT8)	O Risco de Hiperconectividade refere-se aos problemas que uma indústria pode enfrentar devido à sobrecarga de informações geradas por múltiplas fontes. Essa situação pode levar à dificuldade em gerenciar e analisar esses dados, resultando em comunicação ineficaz e comprometendo a qualidade da tomada de decisões.	Lee; Lee, (2015); Maynard, (2015); Stock; Seliger, (2016); Khan <i>et al.</i> , (2017); Ivanov; Dolgui; Sokolov, (2018); Özdemir, (2018); Bajic <i>et al.</i> , (2021); Kovaitė; Stankevičienė, (2021); Soltovski <i>et al.</i> , (2021); Abdul-Rahim <i>et al.</i> , (2022); Attiany <i>et al.</i> , (2023); Fernando <i>et al.</i> , (2023)
Risco de Incapacidade de Interpretação de Dados (RT9)	O Risco de Incapacidade de Interpretação de Dados refere-se às dificuldades que uma indústria pode enfrentar ao tentar entender as informações geradas pelas tecnologias da Transformação Digital. Isso pode resultar em decisões mal fundamentadas e na incapacidade	Hudakova; Masar; Brezina, (2020); Soltovski <i>et al.</i> , (2020); Bajic <i>et al.</i> , (2021); Bakhtari <i>et al.</i> , (2021); Attiany <i>et al.</i> , (2023)

	de extrair insights valiosos, devido à falta de habilidades analíticas, interpretação incorreta de informações ou à complexidade dos dados apresentados.	
Risco de Vazamento de Dados Privados (RT10)	O Risco de Vazamento de Dados Privados refere-se aos enfrentamentos de incidentes que comprometam informações sensíveis de colaboradores e clientes. Isso pode ocorrer devido a falhas na segurança da informação, práticas inadequadas de gestão de dados ou ataques cibernéticos.	Lee; Lee, (2015); Sommer, (2015); Roblek; Mesko; Krapez, (2016); Strange; Zucchella, (2017); Freddi, (2018); Moktadir <i>et al.</i> , (2018); Müller; Buliga; Voigt, (2018); Özdemir, (2018); Romero <i>et al.</i> , (2018); Sisinni <i>et al.</i> , (2018); Xu; Xu; Li, (2018); Zhou <i>et al.</i> , (2018); Benesova <i>et al.</i> , (2019); Hoyos Guevara; Silva, (2019); Mora Sanchez, (2019a); Mora Sanchez, (2019b); Vartolomei; Avasilcai, (2019); Soltovski <i>et al.</i> , (2020); Chauhan; Singh; Luthra, (2021); Capuşneanu <i>et al.</i> , (2021); Jedynek <i>et al.</i> , (2021); Kolodnyaya; Nikulina, (2021); Kovaitė; Stankevičienė, (2021); Park <i>et al.</i> , (2021); Soltovski <i>et al.</i> , (2021); Abdul-Rahim <i>et al.</i> , (2022); Gaddekar; Sarkar; Gaddekar, (2022); Kumar <i>et al.</i> , (2022a); Kumar <i>et al.</i> , (2022b); Mangla <i>et al.</i> , (2022); Senna <i>et al.</i> , (2022); Yap <i>et al.</i> , (2022); Yilmaz <i>et al.</i> , (2022); Fernando <i>et al.</i> , (2023)
Risco de Obsolescência Rápida (RT11)	O Risco de Obsolescência Rápida refere-se à desafios relacionados à rápida evolução tecnológica da Transformação Digital, o que pode levar à necessidade de frequentes atualizações ou substituições de equipamentos, <i>software</i> e sistemas de TI. Essa situação pode resultar em custos adicionais significativos para a empresa, além de dificuldades em manter a competitividade no mercado.	Bag; Pretorius, (2022); Souza Leite <i>et al.</i> , (2022); Yilmaz <i>et al.</i> , (2022); Razak; Hendry; Stevenson, (2023)
Risco de Maturidade Tecnológica (RT12)	O Risco de Maturidade Tecnológica refere-se a enfrentar desafios relacionados ao alinhamento entre as tecnologias adotadas e as necessidades do negócio. Isso pode incluir a dificuldade em integrar novos sistemas e processos devido a uma infraestrutura defasada, a resistência à mudança por parte dos colaboradores, e a carência de competências digitais essenciais para operar as tecnologias emergentes.	Chien; Hong; Gui, (2017); Ghobakhloo, (2018); Sjödin <i>et al.</i> , (2018); Bajic <i>et al.</i> , (2021); Kumar <i>et al.</i> , (2022a); Yilmaz <i>et al.</i> , (2022); Attiany <i>et al.</i> , (2023)

Fonte: Autor (2024).

A Figura 22 e o Quadro 8 apresentam os riscos digitais identificados na literatura como consequência da Transformação Digital. A identificação desses riscos é um passo essencial para compreender sua existência e mapear suas possíveis ocorrências em diferentes organizações. A partir dessa identificação e categorização, foi possível a proposição do Modelo Teórico do estudo, que estrutura os riscos digitais em dimensões específicas, proporcionando uma visão mais clara de sua inter-relação e impacto no contexto organizacional.

Com a definição desse modelo, torna-se viável a avaliação da probabilidade de ocorrência dos riscos em determinada organização, possibilitando que as empresas se antecipem aos seus efeitos e impactos. Além disso, a criação de uma ferramenta para mensuração desses riscos se torna crucial, pois permite uma análise detalhada do nível de probabilidade de ocorrência, seus efeitos e impactos, auxiliando na gestão proativa dos riscos digitais decorrentes da Transformação Digital.

3.1.5 Elaboração do instrumento de pesquisa (questionário)

A partir da categorização das dimensões e dos riscos digitais provenientes transformação digital, passou-se a construir um instrumento para avaliação destes riscos, de forma a avaliar cada um dos 49 riscos mapeados. O questionário possibilita uma maior autonomia de tempo para os entrevistados, garante também uma precisão nas respostas, garantindo também por muitas vezes manter o respondente anônimo.

O instrumento de pesquisa foi elaborado em cinco etapas, sendo:

- i. Caracterização do perfil do respondente;
- ii. Caracterização da Indústria;
- iii. Avaliação dos Riscos Digitais no Contexto da Transformação Digital;
- iv. Avaliação Qualitativa dos Impactos causados pelos Riscos e;
- v. Avaliação Quantitativa dos Impactos causados pelos Riscos.

A primeira etapa caracteriza o respondente sendo coletado o nome e *e-mail* (opcionais), gênero, cargo que ocupa na empresa, grau de escolaridade e profissão. A caracterização da empresa (segunda etapa) coleta o nome da indústria (opcional), localização, segmento de atuação, classificação da indústria quanto à natureza, porte da indústria, tempo de atuação do respondente na indústria, nível de conhecimento sobre as tecnologias da Indústria 4.0 e tecnologias impulsionadoras adotadas pela Indústria. Ressalta-se que durante a análise de dados nenhuma informação sobre o respondente foi divulgada sendo tratado de forma totalmente anônima.

A terceira etapa do questionário avalia a probabilidade de ocorrência dos riscos digitais provenientes da transformação digital. O questionário é composto por afirmativas, em que o respondente indica se na indústria existe a probabilidade daquele risco ocorrer.

A escala de mensuração do instrumento de pesquisa considera uma escala *Likert* de 5 pontos que vai de 1 a 5 e que considera a probabilidade daquele risco ocorrer, sendo: 1 -

improvável de ocorrer; 2 - pouco provável de ocorrer; 3 - eventualmente pode ocorrer; 4 - provável de ocorrer e; 5 - quase certo de ocorrer. Uma prévia do instrumento de pesquisa desenvolvido pode ser visualizada a partir da Figura 23, sendo que o instrumento (questionário) completo encontra-se no Apêndice D.

Figura 23 - Exemplo da Estrutura do Questionário Elaborado para Avaliação dos Riscos Digitais da Transformação Digital.

ETAPA 03: AVALIAÇÃO DOS RISCOS DIGITAIS NO CONTEXTO DA TRANSFORMAÇÃO DIGITAL							
Esta parte do Questionário Avalia os Riscos Digitais no Contexto da Transformação Digital.							
Os itens serão avaliados quanto a Probabilidade de Ocorrência do Risco acontecer em sua Indústria. Avalie de acordo com o cenário atual (Lembrando que não existe alternativa certa ou errada). <i>Os campos de "comentários" são opcionais e podem ser utilizados apenas se você sentir necessidade ou desejar complementar sua resposta.</i>							
Para responder à questão considere a seguinte escala:							
1 - Improvável de Ocorrer 2 - Pouco Provável de Ocorrer 3 - Eventualmente pode Ocorrer 4 - Provável de Ocorrer 5 - Quase Certo de Ocorrer							
Nº.	RISCO	PROBABILIDADE DE OCORRÊNCIA					COMENTÁRIOS (opcional):
		1	2	3	4	5	
P. 15	Risco de Alterações Climáticas (RA1) <i>Qual é a probabilidade de que as atividades da sua indústria contribuam para as alterações climáticas, especificamente devido às emissões de dióxido de carbono geradas por processos de combustão ou pela queima de combustíveis fósseis, como carvão mineral, petróleo e gás natural?</i>	☐	☐	☐	☐	☐	
P. 16	Risco de Alto Consumo de Energia (RA2) <i>Qual é a probabilidade de sua indústria apresentar um alto consumo de energia devido à operação de novas tecnologias relacionadas à Transformação Digital, como uso intensivo da internet, robôs autônomos, impressoras 3D, entre outros?</i>	☐	☐	☐	☐	☐	
P. 17	Risco de Aumento de Lixo Eletrônico e Resíduos Descarte Inadequado (Ra3) <i>Qual é a probabilidade de sua indústria gerar um aumento significativo de lixo eletrônico, como computadores e dispositivos obsoletos, e resíduos, como materiais plásticos ou componentes não reaproveitáveis, além de realizar o descarte inadequado, como a falta de reciclagem ou eliminação em locais não apropriados desses materiais?</i>	☐	☐	☐	☐	☐	
P. 18	Risco de Emissões Poluentes (RA4) <i>Qual é a probabilidade de sua indústria contribuir para emissões poluentes, como gases de efeito estufa e poluentes atmosféricos, resultantes de processos produtivos, uso de</i>	☐	☐	☐	☐	☐	

Fonte: Autor (2024).

Percebe-se então a partir da Figura 23, que o instrumento de pesquisa proposto é intuitivo e de fácil preenchimento. Optou-se em desenvolver um instrumento de pesquisa pois não foi encontrado na literatura nenhum questionário que contemplasse todas as dimensões e riscos mapeados neste estudo. Nesta etapa do questionário, o respondente também identifica quais os riscos digitais são mais prejudiciais e menos prejudiciais para a Indústria, podendo elencar até 5 dos 49 riscos mapeados. Buscou-se como respondentes colaboradores que estivessem em cargos gerenciais ou estratégicos, como CEO, diretor, presidente, vice-presidente, gerente, gestor, coordenador, líder, especialista ou analista.

A quarta etapa do questionário avalia o impacto que cada um dos 49 riscos mapeados pode causar, relacionando de forma qualitativa o risco digital com as dimensões de impacto. Nesta etapa o respondente faz a associação do risco com as 11 dimensões (Ambiental, Cultural, Econômica, Educacional, Humana, de Saúde e Segurança, de Gestão, Organizacional, Político-

legal, Social e Tecnológica). A Figura 24 apresenta um exemplo das questões que avalia qualitativamente o impacto dos riscos digitais, sendo que a etapa completa pode ser visualizada no Apêndice D.

Figura 24 - Exemplo da Estrutura do Questionário Elaborado para Avaliar Qualitativamente o Impacto dos Riscos Digitais provenientes da Transformação Digital.

ETAPA 04: AVALIAÇÃO QUALITATIVA DO IMPACTO QUE OS RISCOS DIGITAIS PODEM OCASIONAR													
Nesta seção, você avaliará o Impacto potencial dos Riscos Digitais relacionados à Implementação das Tecnologias da Transformação Digital.													
Para responder, considere o seguinte cenário: se os riscos listados ocorrerem, o impacto seria mais significativo em qual das 11 áreas/dimensões apresentadas abaixo? (Lembrando que não existe alternativa certa ou errada).													
Impacto Ambiental (IA) Impacto Cultural (IC) Impacto Educacional (IED) Impacto Econômico (IE) Impacto na Gestão (IG) Impacto Humano (IH) Impacto Organizacional (IO) Impacto Político-Legal (IPL) Impacto na Saúde e Segurança (ISS) Impacto Social (IS) Impacto Tecnológico (IT)													
<i>Novamente, reforçamos que os campos de "comentários" são opcionais e podem ser utilizados apenas se você sentir necessidade ou desejar complementar sua resposta.</i>													
Nº.	RISCO	IA	IC	IED	IE	IG	IH	IO	IPL	ISS	IS	IT	COMENTÁRIOS (opcional):
P. 67	Risco de Alterações Climáticas (RA1) <i>Considerando o Risco de Alterações Climáticas, em qual área/dimensão você acredita que o impacto seria mais significativo?</i>	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	
P. 68	Risco de Alto Consumo de Energia (RA2) <i>Considerando o Risco de Alto Consumo de Energia, em qual área/dimensão você acredita que o impacto seria mais significativo?</i>	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	
P. 69	Risco de Aumento de Lixo Eletrônico e Resíduos e Descarte Inadequado (RA3)	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	

Fonte: Autor (2024).

Observa-se por meio da Figura 24 que para cada um dos riscos o respondente identifica qual seria o impacto levando em consideração as 11 dimensões mapeadas. Essa etapa foi desenvolvida para que fosse identificado o impacto não somente na dimensão em que o risco foi classificado, mas avaliar também a influência que este risco pode ter nas demais dimensões.

Por último, a última etapa do questionário avalia quantitativamente o impacto a partir da atribuição de notas do risco em relação as dimensões de impacto. Logo, para cada um dos riscos, o respondente responde qual o impacto daquele risco em cada uma das 11 dimensões definidas.

Para ilustrar como essa parte do questionário é avaliado, a Figura 25 apresenta uma prévia do questionário elaborado, sendo que a etapa completa também pode ser visualizada no Apêndice D.

Figura 25 - Exemplo da Estrutura do Questionário Elaborado para Avaliar Quantitativamente o Impacto dos Riscos Digitais provenientes da Indústria 4.0.

ETAPA 04: AVALIAÇÃO QUALITATIVA DO IMPACTO QUE OS RISCOS DIGITAIS PODEM OCASIONAR													
Nesta seção, você avaliará o Impacto potencial dos Riscos Digitais relacionados à Implementação das Tecnologias da Transformação Digital.													
Para responder, considere o seguinte cenário: se os riscos listados ocorrerem, o impacto seria mais significativo em qual das 11 áreas/dimensões apresentadas abaixo? (Lembrando que não existe alternativa certa ou errada).													
Impacto Ambiental (IA) Impacto Cultural (IC) Impacto Educacional (IED) Impacto Econômico (IE) Impacto na Gestão (IG) Impacto Humano (IH) Impacto Organizacional (IO) Impacto Político-Legal (IPL) Impacto na Saúde e Segurança (ISS) Impacto Social (IS) Impacto Tecnológico (IT)													
Novamente, reforçamos que os campos de "comentários" são opcionais e podem ser utilizados apenas se você sentir necessidade ou desejar complementar sua resposta.													
Nº.	RISCO	IMPACTO										COMENTÁRIOS (opcional):	
P. 67	Risco de Alterações Climáticas (RA1) <i>Considerando o Risco de Alterações Climáticas, em qual área/dimensão você acredita que o impacto seria mais significativo?</i>	IA ☐	IC ☐	IED ☐	IE ☐	IG ☐	IH ☐	IO ☐	IPL ☐	ISS ☐	IS ☐	IT ☐	
P. 68	Risco de Alto Consumo de Energia (RA2) <i>Considerando o Risco de Alto Consumo de Energia, em qual área/dimensão você acredita que o impacto seria mais significativo?</i>	IA ☐	IC ☐	IED ☐	IE ☐	IG ☐	IH ☐	IO ☐	IPL ☐	ISS ☐	IS ☐	IT ☐	
P. 69	Risco de Aumento de Lixo Eletrônico e Resíduos e Descarte Inadequado (RA3)	IA ☐	IC ☐	IED ☐	IE ☐	IG ☐	IH ☐	IO ☐	IPL ☐	ISS ☐	IS ☐	IT ☐	

Fonte: Autor (2024).

A Figura 25 mostra o Exemplo do Risco de Alterações Climáticas (RA1) em que o respondente atribui uma nota de 1 a 10 de acordo com sua percepção para o impacto que o risco pode ser em cada uma das 11 dimensões. Nesta escala, o 1 indica um baixo impacto e o 10 indica um alto impacto. Esta etapa é importante pois, é a partir destas respostas que foi criado mapas que representam visualmente os riscos digitais da transformação digital e seus impactos.

Destaca-se que foi criado apenas uma questão para cada risco da etapa 3, e uma questão para cada impacto, de forma a tentar sintetizar o questionário. Entende-se que, se fossem acrescentadas mais de uma questão por risco e impacto, o questionário se tornaria extenso e dificultaria a coleta de dados. E ainda, em cada uma das questões, seja em relação ao risco ou em relação ao impacto, o questionário destina um campo para comentários, em que o respondente pode justificar o porquê da escolha da nota, e adicionar comentários que contribuem para o desenvolvimento desta pesquisa.

Após a elaboração do questionário, optou-se em construir também o questionário na plataforma *SurveyMonkey* para ser enviado de forma *online* aos respondentes. A distribuição dos questionários foi realizada por meio de contatos via *e-mail*, *WhatsApp* e *LinkedIn*, tanto a partir de buscas por perfis de respondentes que possui conhecimento sobre a Indústria 4.0 e a partir de indicações de respondentes. A distribuição do questionário ocorreu nos meses de setembro e outubro de 2024.

3.1.5.1 Validação do instrumento de pesquisa (questionário)

Antes do envio do questionário para os respondentes, o questionário foi enviado para validação por dois especialistas industriais. O auxílio de especialistas industriais auxiliou a encontrar possíveis inconsistências, garantindo assim a qualidade e coerência do questionário.

O primeiro especialista atua em uma indústria de Papel e Celulose (grande porte), com mais de 16 anos de experiência, e que atua IIoT, *Machine Learning*, RFID, *Big Data* e Inteligência Artificial. O segundo especialista atua em uma indústria de Alimentos e Bebidas (grande porte), atua nesta posição há quase 10 anos, e atua com Cibersegurança, Manufatura Aditiva, Robôs Autônomos, Inteligência Artificial e *Big Data*. Como comentários e sugestões dos especialistas industriais, foi sugerido:

- i. Deixar os campos “identificação do respondente” e do “nome da empresa” opcionais e não obrigatório de forma a deixar o respondente mais confortável;
- ii. Fosse realizada mudanças em riscos de modo a deixar claro qual a ideia do risco (como por exemplo o Risco Ocupacional – dimensão Saúde e Segurança);
- iii. Junção do Risco Falta de Segurança Cibernética e Proteção de Dados (da dimensão Tecnológica), para que os conceitos não fossem confundidos;
- iv. Inserção do Risco de Obsolescência Rápida das tecnologias também na dimensão Tecnológica;
- v. Remoção do Risco de Desastre Natural (dimensão Ambiental), pois a probabilidade de ocorrência seria pequena, devido as atividades desenvolvidas pelas indústrias serem seguras e possuírem laudos técnicos que atestem as atividades;
- vi. Que o Risco de Alto Custo de Investimentos e Implementação com o Risco de Incerteza de Retorno Financeiro fossem desmembrados, por considerar que são coisas distintas e que deixar da forma que estava pode causar duplas interpretações.

Os *feedbacks* dos especialistas foram considerados e incorporados ao longo do questionário, sendo que o questionário apresentado no Apêndice D já está descrito com as adequações de acordo com os especialistas. A partir da validação do instrumento de pesquisa, o questionário foi submetido para tratamento matemático conforme descrito na próxima seção.

3.2 Metodologia para construção da base matemática do modelo integrado para avaliação dos riscos digitais no contexto da transformação digital

3.2.1 Análise de confiabilidade e validação do questionário – Alfa de *Cronbach*

O Alfa de *Cronbach* é uma medida de diagnóstico que avalia a consistência de uma escala, determinando a confiabilidade de um instrumento de pesquisa. Foi criado por Lee Cronbach em 1951, sendo considerado uma das principais ferramentas estatísticas para medir a confiabilidade de questionários (Field, 2009; Hair, 2009).

A consistência e confiabilidade são medidas a partir das respostas obtidas pelos respondentes, correlacionando a média das respostas com a variância individuais e da variância da soma dos itens respondidos (Hora; Monteiro, Arica, 2010). O Alfa de *Cronbach* (α) pode ser calculado a partir da Equação 2 (Field, 2009).

$$\alpha = \left(\frac{k}{k-1} \right) \times \left(1 - \frac{\sum_{i=1}^k s_i^2}{s_t^2} \right)$$

Eq. (2)

Onde:

α = Alfa de *Cronbach*;

K = Número de itens do questionário;

s^2_i = Variância de cada item;

s^2_t = Variância total do questionário (soma de todas as variâncias).

O valor do Alfa de *Cronbach* (α) é obtido a partir da resolução da primeira parte da Equação 2, cujo resultado é então multiplicado pela segunda parte da equação.

Para Hair (2009) o valor do Alfa de *Cronbach* varia de 0 a 1, sendo que os valores de 0,60 a 0,70 são considerados como valores de limite inferior de confiabilidade. Field (2009) e Hair (2009) afirmam que um alfa aceito é de 0,70, podendo ser considerado também de 0,60 quando se trata de pesquisa exploratória. Olivedo e Campos-Arias (2005) afirmam que um valor aceitável para o Alfa de *Cronbach* corresponde a 0,70 e o valor máximo esperado é de 0,90.

Se o Alfa apresentar um valor abaixo de 0,70, a consistência do instrumento de pesquisa é considerada baixa, e ainda, caso o valor de Alfa seja maior que 0,90, têm-se que o instrumento de pesquisa é considerado redundante, podendo apresentar questões duplicadas, devendo ser imediatamente eliminadas (Olivedo; Campo-Arias, 2005).

Vale destacar que, para a validação do instrumento de pesquisa por meio do Teste *Alfa de Cronbach*, alguns pressupostos devem ser avaliados, como (Hora; Monteiro; Arica, 2010):

- i. o questionário deve ser estruturado e agrupado de acordo com características semelhantes, abordando sempre os mesmos aspectos;
- ii. o questionário deve ser aplicado em uma amostra significativa e heterogênea e;
- iii. a escala utilizada no questionário deve ser uma escala já conhecida e validada.

Neste estudo, os pressupostos descritos são atendidos, uma vez que: (i) agrupou-se os riscos digitais da transformação digital em dimensões, pensando sempre no agrupamento dos riscos de acordo com suas características; (ii) foi considerada uma amostra de mais de 60 respondentes e, (iii) a escala utilizada é a escala *Likert* de 5 pontos, que já é uma escala conhecida e validada a partir da aplicação em diversos estudos.

3.2.2 Método de apoio multicritério à decisão *Fuzzy Delphi Method*

De forma a validar e aprimorar os resultados deste estudo, optou-se também em utilizar o Método de Apoio Multicritério à Decisão *Fuzzy Delphi Method*. A lógica *Fuzzy* foi desenvolvida em 1965, por Lofti Asker Zadeh, que possibilita que variáveis adotem valores precisos, ao mesmo tempo que apresente pertinência entre os elementos avaliados, diminuindo então imprecisões e incertezas (Zadeh, 1965).

Desta forma, pode-se afirmar que a lógica *Fuzzy* reduz a subjetividade das respostas obtidas por um estudo, transformando então ambiguidades e incertezas em números numéricos (Zadeh, 1965; Alimohammadlou, 2023). De acordo com Klir e Yuan (1995), para construir conjuntos *Fuzzy*, é necessário expandir a função característica da lógica clássica, de modo que ela cubra o intervalo $[0,1]$. Isso significa que, em vez de uma avaliação binária de pertencimento ou não pertencimento, considera-se uma faixa contínua de valores de pertinência. Assim, um elemento “X” estará no subconjunto A com um grau de pertencimento representado por um valor entre 0 e 1.

A lógica *Fuzzy* utiliza de variáveis linguísticas, e segundo o conceito de Zadeh (1988) e Zadeh (1988) essas variáveis linguísticas referem-se a expressões de uma linguagem natural, onde cada palavra, representada por x , dentro de uma linguagem natural L , pode ser descrita como um subconjunto *Fuzzy* $M(x)$ em um universo de discurso U . Nesse contexto, $M(x)$ representa o significado atribuído a x .

A partir de sua estruturação, a lógica *Fuzzy* vem sendo aplicada nas mais diversas áreas e vem sofrendo adaptações. Kamble, Gunasekaran e Sharma (2018) avaliam a direção e dependência das barreiras significativas para a adoção da I4.0 na Indústria Manufatureira Indiana, aplicando o *Fuzzy MICMAC (Matriced' Impacts Croise's Multiplication Applique'ea' un Classement)*.

Tanjung *et al.*, (2019) utilizam do método *Development of Fuzz Reasosing Methods (Fuzzy Logic)* para identificar os riscos da cadeia de suprimentos de uma Indústria de brinquedos de madeira. Bakhtari *et al.*, (2021) priorizam 12 desafios para a implementação, desenvolvendo então uma estrutura de priorização destes desafios, considerando seu poder motriz e de dependência para avaliar os desafios da implementação da I4.0 na indústria a partir *Fuzzy Analytic Hierarchy Process*.

Alimohammadlou e Khoshsepehr (2023) aplicam o *Spherical Fuzzy Set* para avaliar como as transformações digitais introduzidas pela S5.0 pode contribuir para o desenvolvimento sustentável, a partir de fatores que afetam a sociedade. Sadeghi, Mahmoudi e Deng (2023) avaliam os fatores de risco que o *Blockchain* pode apresentar para as empresas da construção, avaliando também como os riscos podem afetar as organizações com o *Fuzzy Ordinal Priority*.

Neste estudo, o método escolhido foi o *Fuzzy Delphi Method*. O *Fuzzy Delphi* foi proposto por Murray, Pipino e Gigch (1985) sendo uma derivação de uma metodologia híbrida do Método *Delphi* (método qualitativo) juntamente com a lógica *Fuzzy* (ferramenta matemática) tradicional. O *Fuzzy Delphi* julga as respostas das variáveis linguísticas informadas pelos respondentes, utilizando do número triangular *Fuzzy*, reduzindo então incertezas e imprecisões das respostas obtidas por um instrumento de pesquisa, tornando os resultados mais concisos. Além disso, o modelo busca simular as respostas dos especialistas por meio de informações estimadas, permitindo a redução das incertezas nas tomadas de decisão. Dessa forma, é possível obter resultados qualitativos mais precisos (Chang; Huang; Lin, 2000; Kuo; Chein, 2008; Hsu; Lee; Kreng, 2010; Zhang, 2017; Battissacco, 2021; Padilla-Rivera *et al.*, 2021, Hisamuddin; Hairulnizam, 2022; Souza, 2023).

O *Fuzzy Delphi* tem sido utilizado no contexto da Transformação Digital, como encontrado no estudo de Bozkus, Kaya, Yakut (2022) que avaliam a partir do *Fuzzy Delphi* a segurança, ergonomia, produtividade e qualidade de processos produtivos que devido a transformação digital tem mudado a produção manual para uma produção automatizada. Caiado *et al.*, (2023) adotam o *Fuzzy Delphi* para avaliar as percepções de especialistas sobre a

taxonomia dos fatores críticos de sucesso para a I4.0 em operações e gerenciamento da cadeia de suprimentos.

O trabalho de Cazeri *et al.*, (2023) adota o método para validar as práticas de treinamento sobre conceitos da Indústria 4.0 de gestores do setor de manufatura. Hassan, Negash e Hanum (2024) descrevem sobre o desafio de circularidade do setor da construção que vem sendo afetado com a transformação digital, com isso os autores utilizam o método *Fuzzy Delphi* para abordar incertezas e estabelecer inter-relações entre as barreiras regulatórias, organizacionais, culturais e financeiras das práticas circulares digitais.

Sendo assim, o método *Fuzzy Delphi* foi escolhido devido à sua eficácia em tratar informações incertas e subjetivas, características comuns em processos de coleta de opiniões. Ele permite captar nuances nas respostas dos participantes, ajustando essas percepções individuais de maneira sistemática e estruturada, o que facilita a obtenção de um consenso mais confiável.

De acordo com Bozkus, Kaya e Yakut (2022), a avaliação de riscos depende fortemente da experiência e do conhecimento dos especialistas envolvidos. No entanto, essa dependência pode introduzir vieses nas respostas, o que compromete a objetividade e a precisão da análise. Reconhecendo que as percepções dos especialistas podem variar de acordo com suas vivências e interpretações individuais, o método *Fuzzy Delphi* se torna particularmente adequado. Esse método permite lidar com essas diferenças ao ajustar as opiniões individuais de forma estruturada, proporcionando uma abordagem mais equilibrada e objetiva para captar o consenso entre os especialistas, mesmo em cenários onde as percepções subjetivas divergem.

A literatura apresenta diversas etapas e métodos para a aplicação do método *Fuzzy Delphi*, com variações nas abordagens e nos cálculos de cada etapa. Para simplificar tanto os cálculos quanto a compreensão dos resultados, este estudo selecionou etapas e conceitos de diferentes abordagens, integrando-os para criar uma análise mais robusta e consistente (Hsu; Lee; Kreng, 2010; Habibi; Jahantigh; Sarafrazi, 2015; Saffie; Shukor; Rasmani, 2016; Zhang, 2017; Battissacco, 2021; Bozkus; Kaya; Yakut, 2022; Hisamuddin; Hairulnizam, 2022; Caiado *et al.*, 2023; Souza, 2023; Hassan; Negash; Hanum, 2024).

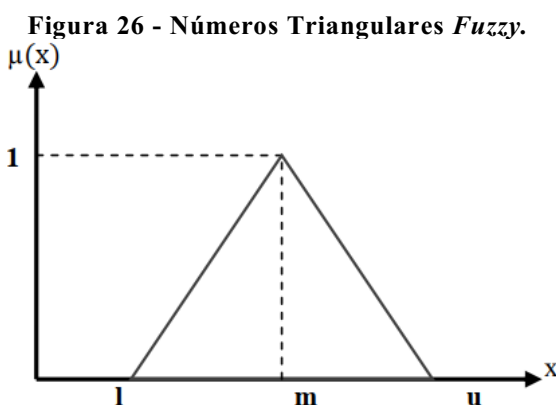
3.2.2.1 Números triangulares *Fuzzy Delphi*

O número triangular *Fuzzy* é o mais utilizado e encontrado na literatura e apresenta a conversão de um número real (variável linguística) em um número triangular (correlação matemática), representado por três números reais, representado por $F = (l, m, u)$, sendo definido

como função de domínio $[0,1]$, encontrando a importância de cada item de acordo com os respondentes. O valor “ l ” representa um valor mínimo, enquanto “ m ” um valor intermediário e “ u ” representa o valor máximo. Esses valores podem ser representados em forma de função, conforme representado pela Equação 3.

$$\mu_f(x) = \begin{cases} \frac{x-l}{m-l} & l < x < m \\ \frac{u-x}{u-m} & m < x < u \\ 0 & \text{outro} \end{cases} \quad \text{Eq. (3)}$$

É possível representar a função em forma gráfica, conforme representada pela Figura 26.



Fonte: Habibi, Jahantigh e Sarafrizim (2015).

Para a triangulação *Fuzzy*, faz-se necessário definir os números triangulares para a escala *Likert* adotada durante a coleta de dados. Conforme já detalhado, a escala de mensuração do instrumento de pesquisa dos riscos digitais considera uma escala *Likert* de 5 pontos que vai de 1 a 5. A partir desta escala é preciso definir a escala linguística entre a escala *Likert* e os números triangulares, conforme pode ser representado pela Tabela 2.

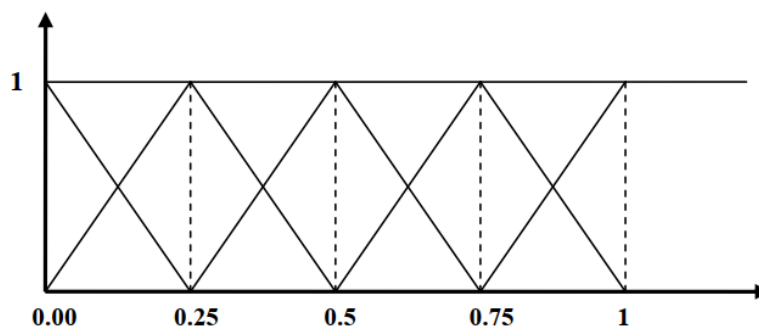
Tabela 2 - Números Triangulares Fuzzy a partir da Escala Likert de 5 Pontos.

ESCALA LIKERT	VARIÁVEIS LINGÜÍSTICAS	ESCALA FUZZY
1	Improvável de Ocorrer	(0,00; 0,00; 0,25)
2	Pouco Provável de Ocorrer	(0,00; 0,25; 0,50)
3	Eventualmente pode Ocorrer	(0,25; 0,50; 0,75)
4	Provável de Ocorrer	(0,50; 0,75; 1,00)
5	Quase certo de Ocorrer	(0,75; 1,00; 1,00)

Fonte: Adaptado de Hassan; Negash; Hanum (2024).

Também é possível representar os números Fuzzy triangulares para escala *Likert* de cinco pontos conforme apresenta a Figura 27.

Figura 27 - Números Fuzzy Triangulares para uma Escala Likert de 5 Pontos.



Fonte: Habibi; Jahantigh; Sarafrazi (2015).

As respostas fornecidas pelos participantes sobre os riscos digitais no contexto da transformação digital foram convertidas em Números *Fuzzy* Triangulares. Essa abordagem foi adotada com o objetivo de minimizar a subjetividade nas avaliações, permitindo uma representação mais precisa das percepções individuais.

3.2.2.2 Fuzzificação

A partir das respostas dos participantes, é necessário indicar o valor de avaliação do número triangular *Fuzzy* correspondente a cada nota atribuída. Para os 49 riscos mapeados no questionário, a cada resposta de um determinado respondente foi atribuído um valor para os parâmetros “*l*” (limite inferior), “*m*” (valor intermediário) e “*u*” (limite superior). Cada resposta integra um conjunto “*S*”, que é avaliado de acordo com um critério “*i*”. Assim, o critério em questão é denominado “*k*”, com $i \in S$. Dessa forma, é possível converter a avaliação dos especialistas em valores *Fuzzy*, representados como $Rik = (“lik”, “mik”, “uik”)$. Essa conversão permite uma análise mais precisa das percepções dos especialistas em relação aos riscos digitais identificados.

Após o processo de *Fuzzificação*, é necessário consolidar as respostas fornecidas por cada respondente em relação aos critérios definidos. A abordagem mais comum encontrada na literatura para realizar essa consolidação é o cálculo da média aritmética das respostas obtidas nos valores “*lik*”, “*mik*” e “*uik*”. Essa média serve para sintetizar as opiniões dos especialistas e gerar um valor representativo para cada critério analisado.

3.2.2.3 Defuzzificação

Essa etapa envolve a conversão da agregação dos números *Fuzzy* em valores exatos, conhecidos como números “*crisp*” (Z_i). Essa transformação é fundamental para facilitar a análise quantitativa dos dados, permitindo que as avaliações subjetivas dos especialistas sejam expressas em uma forma numérica precisa.

Habibi, Jahantigh e Sarafrazi, (2015) apontam que existem vários métodos para este processo de *defuzzificação*, que o mais comum e simples de se utilizar é a partir de números *Fuzzy* triangulares médios.

O valor de “*crisp* (Z_i)” é obtido a partir de valores denominados “ x_m^1 ”, “ x_m^2 ”, “ x_m^3 ”, que considera o valor de “ Z_i ” máximo entre “ x_m^1 ”, “ x_m^2 ”, “ x_m^3 ”. Esses valores podem ser obtidos a partir das Equações 4, 5 e 6.

$$x_m^1 = \frac{Li + Mi + Ui}{3} \quad \text{Eq. (4)}$$

$$x_m^2 = \frac{Li + 2Mi + Ui}{4} \quad \text{Eq. (5)}$$

$$x_m^3 = \frac{Li + 4Mi + Ui}{6} \quad \text{Eq. (6)}$$

Onde:

Li : somatório de “ l ” dividido pelo total de respondentes;

Mi : somatório de “ m ” dividido pelo total de respondentes;

Ui : somatório de “ u ” dividido pelo total de respondentes.

3.2.2.4 Limite e critérios de filtragem

Calculados os valores de “ x_m^1 ”, “ x_m^2 ”, “ x_m^3 ”, a última etapa do método *Fuzzy Delphi* consiste em definir os limites e critérios de filtragem a partir do estabelecimento de um limite médio para o valor de (d). A partir de “ d ” é possível avaliar a pertinência e o consenso de cada critério avaliado pelos respondentes.

Hisamuddin e Hairulnizam (2022) para considerar uma concordância de especialistas para cada item, o valor de “ d ” não deve ser maior que 0,2. Um valor de $d < 0,2$ indica que há um consenso entre o item avaliado, em contrapartida, um valor de $d > 0,2$ indica que se faz

necessário uma segunda rodada para avaliar se o item é necessário ou não. O cálculo de “d” é feito pela Equação 7.

$$d_{ik}(\bar{O}, \bar{R}) = \sqrt{\frac{1}{3}[(\bar{l}_i - l_{ik})^2 + (\bar{m}_i - m_{ik})^2 + (\bar{u}_i - i_{ik})^2]} \quad \text{Eq. (7)}$$

A partir do cálculo do valor limite de “d” para cada um dos critérios avaliados, é possível calcular o valor médio que então é calculado a partir do resultado obtido pela Equação 7 pelo número total de respondentes. Por fim, é necessário também estabelecer o valor de consenso para os respondentes. O consenso, além de considerar um valor de “d” médio $\leq 0,2$, um outro fator foi considerado a partir da aplicação da Equação 8.

$$\text{Consenso}(\%) = \frac{\text{Número de itens (d)} \leq 0,2 \times 100\%}{\text{Número de respondentes}} \quad \text{Eq. (8)}$$

Diversos autores propõem valores de referência para o consenso. Hisamuddin e Hairulnizam (2022) utilizam um valor de consenso $\geq 0,5$ como critério para considerar um item aceitável, enquanto Habibi, Jahantigh e Sarafrazi (2015) indicam que o limite ideal para consenso é 0,70, podendo variar de acordo com a opinião do pesquisador. Segundo esses autores, um valor acima do limite estabelecido confirma o critério, enquanto um valor inferior indica que o critério deve ser removido.

Neste estudo, o *Fuzzy Delphi* foi aplicado com o objetivo de validar e aprimorar a compreensão sobre os riscos digitais no contexto da transformação digital. Optou-se por seguir o valor de consenso de $\geq 0,5$, conforme adotado por Hisamuddin e Hairulnizam (2022). Essa escolha foi baseada na premissa de que o risco digital existirá, o que muda é a sua probabilidade de ocorrência que pode ser maior ou menor. Dessa forma, quanto menor a probabilidade de risco, melhor para a indústria.

Os critérios utilizados neste estudo para a aplicação da metodologia *Fuzzy Delphi* foram definidos com base em três parâmetros principais. Primeiramente, foi considerado o cálculo do valor de *crisp* (Z_i), com o valor de referência estabelecido como $\geq 0,5$. Em seguida, avaliou-se o valor de $d_{méd}$, que representa a dispersão entre as respostas dos especialistas, com o limite de referência definido como $\leq 0,2$. Por fim, analisou-se o índice de consenso entre especialistas, para o qual foi estipulado um valor de referência de $\geq 60\%$.

O índice de consenso entre especialistas na metodologia *Fuzzy Delphi* foi estipulado em 60%, alinhando-se ao valor de referência adotado para o *Alfa de Cronbach*. Essa escolha visa manter uma coerência metodológica entre os critérios, mesmo que sejam técnicas distintas, sendo uma baseada em métodos multicritério (*Fuzzy Delphi*) e a outra de natureza estatística (*Alfa de Cronbach*). A definição desse parâmetro garante que ambos os métodos, apesar de suas diferenças, utilizem limites semelhantes para a análise, fortalecendo a confiabilidade dos resultados.

Para que um risco digital fosse aceito pela metodologia empregada neste estudo, ele precisava atender a pelo menos dois dos três critérios estabelecidos, conforme apresentado pela Tabela 3.

Tabela 3 - Exemplo dos critérios para o *Fuzzy Delphi Method*.

RISCO	Z_i	$d_{méd}$	CONSENSO	ANÁLISE
RA1	$\geq 0,5$	$\leq 0,2$	$\geq 60\%$	ACEITO
RED 3	$\geq 0,5$	$\leq 0,2$	$\leq 60\%$	ACEITO
RT 1	$\geq 0,5$	$\geq 0,2$	$\leq 60\%$	NÃO ACEITO
RT 7	$\leq 0,5$	$\leq 0,2$	$\leq 60\%$	NÃO ACEITO

Fonte: Autor (2024).

A partir da análise realizada, também foi possível classificar os riscos em três categorias, de acordo com a quantidade de parâmetros atendidos, sendo:

- **Riscos de Primeira Ordem:** Riscos que atenderam aos três critérios estabelecidos, ou seja, apresentaram $Z_i \geq 0,5$, $d_{méd} \leq 0,2$ e consenso maior ou igual a 60%.
- **Riscos de Segunda Ordem:** Riscos que atenderam a dois dos três critérios estabelecidos.
- **Riscos de Terceira Ordem:** Riscos que atenderam a apenas um ou nenhum dos critérios.

A Tabela 4 apresenta, de forma sintética, os critérios estabelecidos para a classificação dos riscos de primeira, segunda e terceira ordem.

Tabela 4 - Exemplo para Classificação dos Riscos em Primeira, Segunda e Terceira Ordem.

RISCO	Z_i	$d_{méd}$	CONSENSO	ANÁLISE	ORDEM
RA1	$\geq 0,5$	$\leq 0,2$	$\geq 60\%$	ACEITO	1ª Ordem
RED 3	$\geq 0,5$	$\leq 0,2$	$\leq 60\%$	ACEITO	2ª Ordem
RT 1	$\geq 0,5$	$\geq 0,2$	$\leq 60\%$	NÃO ACEITO	3ª Ordem

Fonte: Autor (2024).

A abordagem pelo critério de aceitação (aceito e não aceito), juntamente com a classificação dos riscos por ordem de relevância (1ª, 2ª e 3ª ordem), garantiu a inclusão de riscos considerados significativos pelos especialistas. Ao mesmo tempo, essa abordagem manteve um rigor metodológico, fundamentado na convergência de opiniões e na validade estatística das respostas obtidas.

Dessa forma, os critérios selecionados possibilitaram uma análise criteriosa e embasada dos riscos digitais no contexto da transformação digital nas indústrias, permitindo uma identificação mais precisa das ameaças e de seus potenciais impactos, além de auxiliar na priorização das estratégias de mitigação.

3.3 Metodologia para construção do modelo integrado para avaliação dos riscos digitais no contexto da transformação digital

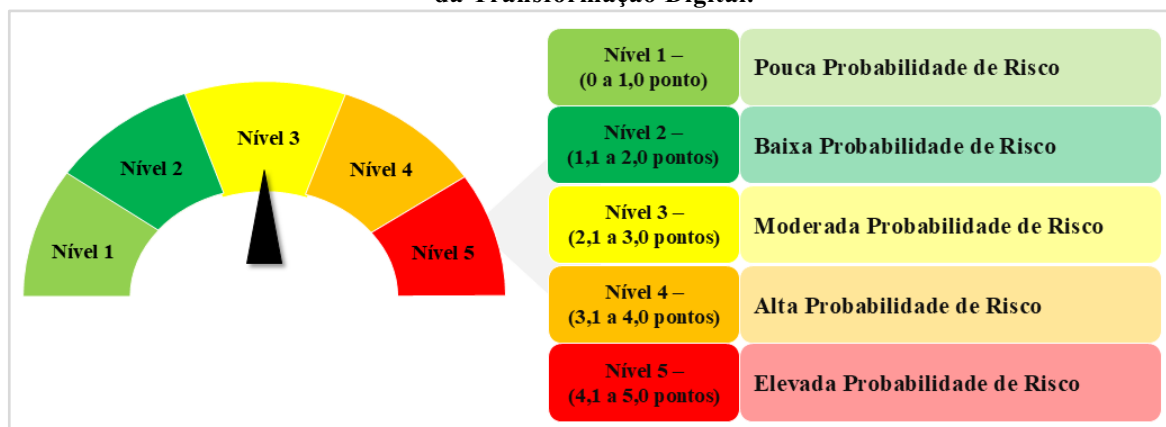
3.3.1 Diagnóstico do modelo

O diagnóstico do modelo consiste em determinar o nível de probabilidade de ocorrência dos riscos digitais decorrente da transformação digital, bem como o impacto que estes riscos podem causar levando em consideração as 11 dimensões de riscos (ambiental, cultural, econômico, educacional, humano, saúde e segurança, gestão, organizacional, político-legal, social e tecnológico).

Com base nas respostas coletadas por meio do instrumento de pesquisa, os riscos digitais foram classificados em uma escala de 5 níveis, de 1 a 5, utilizando a média aritmética das respostas. Nessa classificação, quanto menor o nível atribuído, mais favorável é a situação para a indústria, pois indica uma menor probabilidade de ocorrência daquele risco específico.

Os riscos foram divididos de acordo com a sua probabilidade de ocorrência, conforme apresentado pela Figura 28.

Figura 28 - Níveis de Classificação da Probabilidade de Ocorrência dos Riscos Digitais no Contexto da Transformação Digital.



Fonte: Autor (2024).

A Classificação por Níveis permite uma visão clara sobre a probabilidade dos riscos digitais na transformação digital, auxiliando na priorização de ações para mitigar impactos. A descrição de cada nível é definida a seguir.

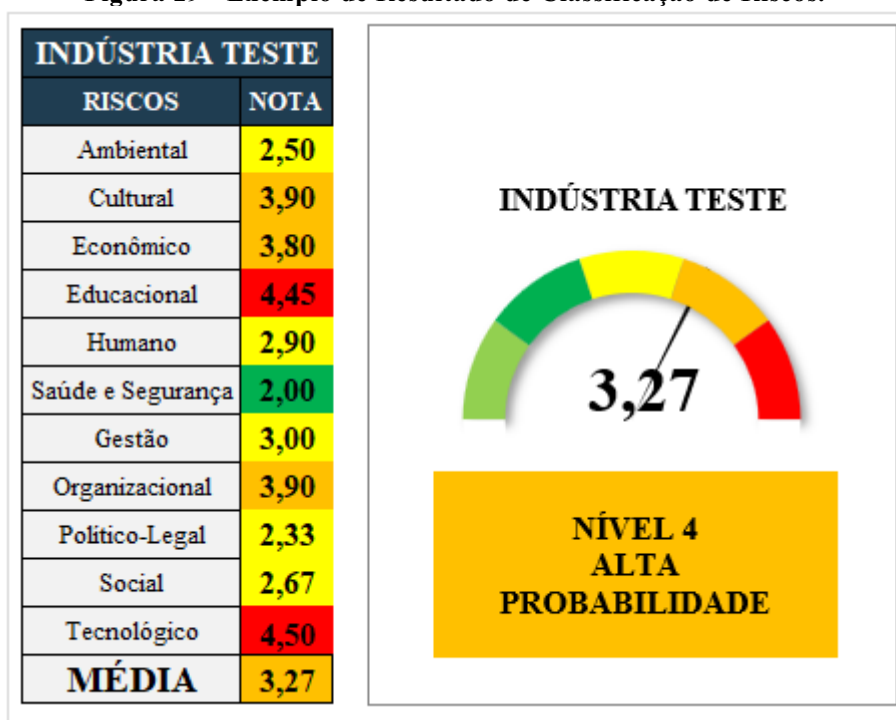
- **Nível 1 (0,0 a 1,0 ponto) - Pouca Probabilidade de Risco:** a probabilidade de risco é quase nula e representa uma situação de baixo impacto, representando que o ambiente organizacional está bem protegido e controlado. No contexto da transformação digital, esses riscos são geralmente minimizados por uma infraestrutura segura e processos bem estruturados, exigindo monitoramento básico;
- **Nível 2 (1,1 a 2,0 pontos) – Baixa Probabilidade de Risco:** representa uma probabilidade baixa, mas não desprezível, de ocorrência de riscos. Embora incomuns, esses riscos podem surgir em cenários específicos e exigem alguma atenção. No contexto digital, eles geralmente estão associados a novas tecnologias que ainda requerem ajustes, sendo necessário acompanhamento ocasional para evitar problemas futuros;
- **Nível 3 (2,1 a 3,0 pontos) – Moderada Probabilidade de Risco:** demandam uma atenção mais ativa, pois têm uma chance razoável de ocorrência. Na transformação digital, esses riscos podem estar relacionados à adoção de tecnologias complexas ou a um ambiente digital em fase de adaptação. A gestão desses riscos exige práticas de controle regulares e medidas preventivas para manter a segurança;
- **Nível 4 (3,1 a 4,0 pontos) – Alta Probabilidade de Risco:** a probabilidade de ocorrência é alta neste nível, representando uma ameaça que requer monitoramento constante e estratégias de mitigação robustas. Esses riscos são frequentemente associados a processos digitais mais vulneráveis, como a integração de sistemas com

segurança limitada ou a utilização de tecnologias avançadas que ainda não foram plenamente testadas. A resposta rápida e a prevenção ativa são essenciais;

- **Nível 5 (4,1 a 5,0 pontos) – Elevada Probabilidade de Risco:** neste nível, os riscos são altamente prováveis e apresentam um perigo significativo para a operação digital. Na transformação digital, esses riscos podem ser decorrentes de grandes falhas na segurança, falta de políticas adequadas de governança ou vulnerabilidades em sistemas críticos. Esse nível exige um plano de resposta emergencial, com monitoramento intensivo e medidas rigorosas para evitar interrupções graves.

A Figura 29 apresenta um modelo de como ficará a classificação dos Riscos de acordo então com seu nível de probabilidade de Ocorrência.

Figura 29 - Exemplo de Resultado de Classificação de Riscos.



Fonte: Autor (2024).

Observa-se pela Figura 29 que, para facilitar a compreensão e aprimorar a gestão visual dos riscos, as notas atribuídas às indústrias são representadas por um código de cores. Essa abordagem permite a rápida identificação do nível de criticidade de cada situação. O sistema de cores é definido da seguinte forma:

- **Tons de Verde:** indicativos de pouca ou baixa probabilidade de risco, sugerindo que a situação atual é estável e não apresenta preocupações imediatas.

- **Amarelo:** representa uma probabilidade moderada de risco, sinalizando a necessidade de atenção e monitoramento contínuo, uma vez que podem surgir problemas se as condições não forem adequadamente geridas.
- **Laranja e Vermelho:** sinalizam uma alta e elevada probabilidade de risco, respectivamente. Indústrias nessas categorias requerem ações urgentes e intervenções para mitigar os riscos identificados e evitar consequências adversas.

Vale ressaltar que, por se tratar de níveis de risco, valores menores indicam uma situação mais favorável para a indústria, demonstrando um maior controle sobre os possíveis riscos da Transformação Digital. Dessa forma, quanto menor o nível de risco, menor será a incidência e a probabilidade de sua ocorrência, resultando em um ambiente mais estável e seguro para as operações industriais. Portanto, um nível de risco reduzido reflete a eficácia das estratégias de mitigação adotadas pela empresa, contribuindo para uma transformação digital mais segura e eficiente.

A partir dessa classificação de probabilidade por níveis, obtém-se uma visão clara sobre a probabilidade de ocorrência dos riscos digitais decorrentes da transformação digital. Esse entendimento permite que as empresas se antecipem e desenvolvam estratégias para a minimização e mitigação desses riscos, reduzindo possíveis impactos negativos em suas operações.

Além disso, as empresas poderão avaliar o impacto potencial que esses riscos podem gerar caso se concretizem, possibilitando a adoção de medidas preventivas mais eficazes. Essa análise detalhada será aprofundada no próximo subtópico, onde serão exploradas as implicações e consequências desses riscos no ambiente industrial.

3.3.2 Criação dos mapas de riscos *versus* impactos

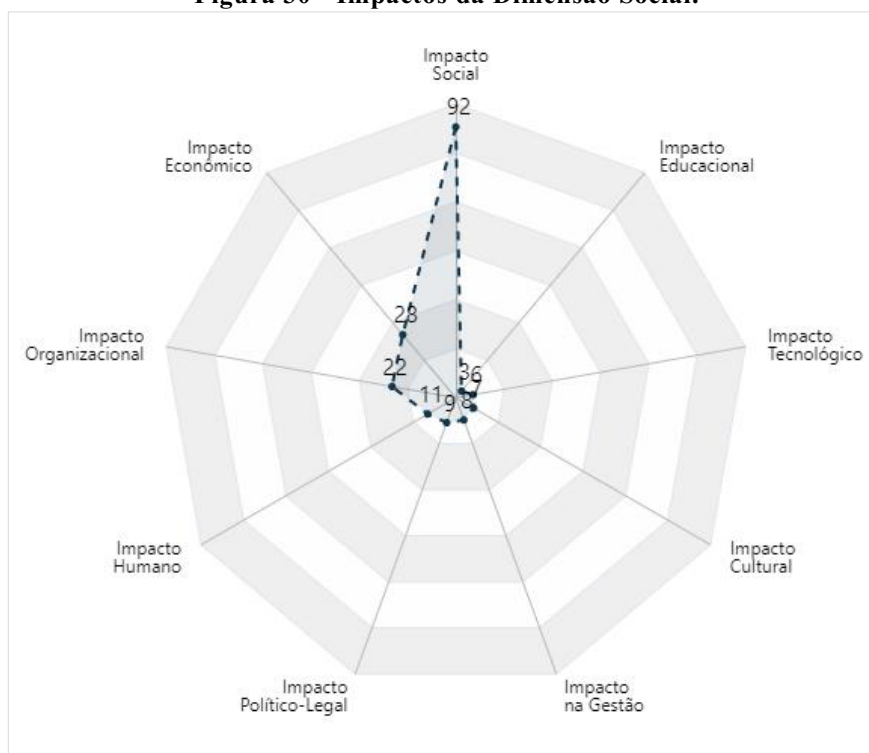
A criação dos mapas de riscos digitais e seus impactos foi proposta com o objetivo de investigar a relação entre os riscos digitais e os potenciais impactos que eles podem gerar. Para a construção desses mapas, foram adotadas duas análises distintas: a primeira visa avaliar o impacto qualitativo dos riscos digitais, levando em consideração as dimensões de impacto, enquanto a segunda foca na avaliação quantitativa desses riscos, com o intuito de mensurar de maneira mais objetiva os possíveis efeitos gerados pela ocorrência dos riscos identificados.

3.3.2.1 Mapa de riscos qualitativo do impacto

Nesta etapa, para cada um dos 49 riscos mapeados, os respondentes identificaram quais seriam seus impactos considerando as 11 dimensões mapeadas. Assim, cada risco foi analisado individualmente, e os participantes indicaram, com base em sua percepção, qual seria a dimensão mais impactada com o risco. As dimensões avaliadas foram: ambiental, cultural, econômica, educacional, humana, saúde e segurança, gestão, organizacional, político-legal, social e tecnológica.

Com base nas respostas obtidas, foram gerados gráficos representativos para cada uma das dimensões, possibilitando uma visualização clara da distribuição dos impactos. Um exemplo pode ser observado na Figura 30, que apresenta os resultados específicos para a Dimensão Social, evidenciando como os riscos digitais da Transformação Digital podem afetar esse aspecto em particular.

Figura 30 - Impactos da Dimensão Social.



Fonte: Autor (2024).

A partir da Figura 30, é possível identificar em quais dimensões os respondentes consideraram que os riscos apresentam maior impacto. No exemplo analisado, percebe-se que os riscos da dimensão social foram predominantemente associados à dimensão social e tecnológica, refletindo a percepção de que essas áreas são mais sensíveis às ameaças da

Transformação Digital. Além disso, observou-se impacto relevante também nas dimensões econômica e organizacional, evidenciando a interconexão entre os diferentes aspectos afetados pelos riscos digitais.

A análise do impacto permitirá que os gestores tomem decisões mais estratégicas, direcionando esforços para mitigar riscos nas áreas mais críticas. Com essa compreensão, as indústrias poderão priorizar ações preventivas, desenvolver planos de contingência e alocar recursos de forma mais eficiente, garantindo maior segurança e sustentabilidade no processo de Transformação Digital.

A partir desta análise dos respondentes, um Mapa de Risco Digital *versus* Impacto Qualitativo foi elaborado para representar os principais achados desta etapa do estudo, um exemplo deste mapa é apresentado pelo Quadro 9.

Quadro 9 - Exemplo de Mapa de Risco Digital versus Impacto Qualitativo.

		IMPACTO										
RISCO	IMPACTO	IA	IC	IE	IED	IH	ISS	IG	IO	IPL	IS	IT
	IA											
	IC											
	IE			RE1 RE2				RE1	RE2			
	IED											
	IH											
	ISS											
	IG											
	IO											
	IPL											
	IS											
	IT			RT7		RT10			RT7	RT10		RT7 RT10

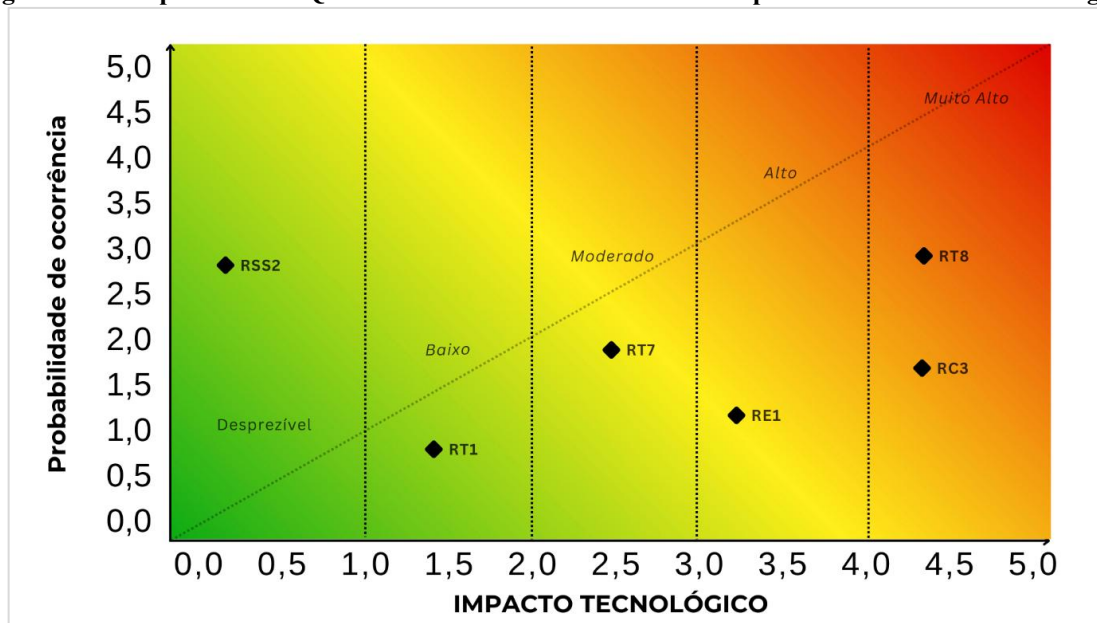
Fonte: Autor (2024).

A partir do exemplo do Quadro 9, é possível observar por exemplo que embora o Risco de Alto Custo de Investimento e Implementação (RE1) foi classificado como um Risco de Impacto Econômico (IE), ele também apresenta um Impacto de Gestão (IG). O mesmo ocorre com o Risco de Problemas Psicossociais e Doenças Musculoesqueléticas (RSS4) que foi classificado como um Risco de Impacto de Saúde e Segurança (ISS) mas que também pode ter um Impacto Humano (IH). Por fim, neste exemplo, o Risco de Vazamento de Dados Privados (RT10) tem um Impacto Tecnológico (IT) e também Humano (IH) e de Política-Legal (IPL).

3.3.2.2 Mapa de riscos quantitativo do impacto

Para esta etapa, a partir da média das notas de 1 a 5 que os respondentes atribuíram durante a coleta de dados, foi elaborado um Mapa de Riscos Quantitativo do Impacto para cada uma das 11 Dimensões estipulada para categorização dos Riscos Digitais. A Figura 31, apresenta o Mapa de Risco Quantitativo de Probabilidade de Impacto da Dimensão Tecnológica.

Figura 31 - Mapa de Risco Quantitativo de Probabilidade de Impacto da Dimensão Tecnológica.



Fonte: Autor (2024).

Pela Figura 31, é possível visualizar todos os Riscos da Dimensão Tecnológica de acordo com a Probabilidade de Ocorrência, sendo que as Probabilidades são obtidas a partir das notas atribuídas pelos respondentes. A escala de Impacto está descrita a seguir.

- **Impacto Desprezível (0,0 a 1,0 ponto):** o impacto é quase imperceptível, gerando pequenos transtornos que podem ser resolvidos sem esforço significativo;
- **Impacto Baixo (1,1 a 2,0 pontos):** o impacto é leve, causando alguns inconvenientes menores;
- **Impacto Moderado (2,1 a 3,0 pontos):** o impacto é relevante, podendo afetar partes do processo ou sistema. Ações e intervenções devem ser planejadas;
- **Impacto Alto (3,1 a 4,0 pontos):** o impacto é severo, comprometendo o sistema ou processo de maneira significativa, exigindo correções substanciais, com efeitos notáveis;

- **Impacto Muito Alto (4,1 a 5,0 pontos):** o impacto é crítico, levando a falhas graves ou interrupções substanciais nas operações. A correção é urgente e envolve ações emergenciais.

3.3.3 Proposição de ações para mitigação dos riscos digitais

Um plano de mitigação para os riscos digitais no contexto da Transformação Digital foi proposto de forma a auxiliar as indústrias a reduzirem os efeitos dos riscos. O plano apresenta o nome do risco, o impacto, a tecnologia digital que pode ocasionar o risco e as ações de mitigação. Um exemplo do Plano de Mitigação pode ser observado no Quadro 10.

Quadro 10 - Ações de Mitigação para os Riscos Digitais no Contexto da Transformação Digital.

RISCO	IMPACTO	TECNOLOGIA DIGITAL	AÇÕES DE MITIGAÇÃO
Risco de Falta de Mão de Obra Qualificada (RH4)	Humano, Social e Organizacional	Inteligência Artificial, <i>Machine Learning</i> e Robôs Autônomos	1. Implementar capacitações e treinamentos focados em novas habilidades. 2. Estabelecer parcerias estratégicas com centros de treinamentos e capacitações. 3. Oferecer incentivos para que os trabalhadores possam buscar qualificação profissional.
Risco de Hiperconectividade (RT8)	Tecnológico e Social	IoT e CPS	1. Implementar protocolos de segurança robustos para proteger as redes conectadas. 2. Promover treinamentos de conscientização sobre segurança cibernética, enfatizando a importância de boas práticas e identificação de ameaças.

Fonte: Autor (2024).

3.3.4 Construção de ferramenta tecnológica em forma de *dashboard*

Um dos objetivos específicos deste estudo é propor uma ferramenta tecnológica (*dashboard*) para melhor visualização dos riscos digitais e seus impactos ocasionados pela Transformação Digital. Para isso, todos os riscos e impactos mapeados, foram organizados na plataforma da *Microsoft Power BI®*, que após os comandos e “programação”, foi capaz de diagnosticar as organizações de modo fácil e rápido, garantindo uma melhor análise e interpretação dos dados e informações.

A partir dos Mapas de Riscos Quantitativo de Probabilidade de Impacto é possível perceber quais são os riscos que causam maiores impactos de acordo com cada uma das 11 dimensões. Objetiva-se com a Figura 32 apresentar de forma gráfica um resumo do Modelo Integrado de Riscos Digitais da Transformação Digital (*Integrated Model of Digital Risks in Digital Transformation – IMRD-DT*).

Com a Figura 32 é possível observar que o modelo foi estruturado a partir de suas 11 dimensões e 49 riscos digitais que foram agrupados de acordo com suas semelhanças. Com a aplicação do instrumento de pesquisa foi possível diagnosticar as indústrias em relação a seus riscos (classificação em 5 níveis) bem como avaliar os possíveis impactos a partir da concretização destes riscos (também classificados em 5 níveis). A partir da revisão de literatura, não encontrou-se nenhum outro modelo de forma semelhante e com as mesmas fases do modelo proposto neste estudo.

Ressalva-se que o modelo proposto é dinâmico e flexível, e caso algum risco seja retirado do modelo devido à incompatibilidade da indústria, a base matemática não será afetada, por analisar individualmente cada uma das dimensões e dos riscos.

3.4 Considerações sobre o capítulo

Este capítulo abordou todas as etapas necessárias para a construção do Modelo Integrado de Riscos Digitais na Transformação Digital, fornecendo uma visão abrangente e detalhada de todo o processo metodológico envolvido. Primeiramente, o capítulo apresentou a caracterização da pesquisa, onde foram delineadas e justificadas as cinco abordagens adotadas.

Em seguida, foi descrito o desenvolvimento da base teórica, incluindo uma revisão sistemática da literatura, que serviu para consolidar o conhecimento sobre os riscos digitais. Este processo foi seguido pela análise de conteúdo e pela categorização dos riscos digitais, que permitiram a construção de uma categorização de riscos e a organização de informações que fundamentam o modelo e também para a construção do modelo teórico do estudo.

Na sequência, foram definidas as bases matemáticas do modelo, que incluíram o uso do teste Alfa de *Cronbach* para aferir a confiabilidade dos dados e o Método *Fuzzy Delphi* para lidar com incertezas e subjetividades, garantindo que o modelo fosse robusto e adaptável às variáveis complexas da transformação digital.

Posteriormente, foram estabelecidas as diretrizes para o diagnóstico do modelo, que incluiu a criação de mapas de riscos e impactos, tanto qualitativos quanto quantitativos. Esses mapas proporcionaram uma visualização clara das ameaças e seus possíveis efeitos. Além disso, foram propostas ações para a mitigação dos riscos digitais identificados, assegurando que o modelo não apenas identificasse os riscos, mas também sugerisse formas de minimizá-los.

Complementando essas ações, foi desenvolvida uma ferramenta tecnológica em formato de *Dashboard*, visando a implementação prática do modelo, facilitando o monitoramento dos riscos, auxiliando as organizações na gestão dos riscos digitais.

Este capítulo é, portanto, um dos mais importantes do estudo, pois concentra toda a concepção, o desenvolvimento e a análise de riscos e impactos, aspectos fundamentais para o desenvolvimento do modelo. Com a conclusão deste capítulo, os objetivos específicos A e B foram alcançadas (construção do portfólio bibliográfico abrangente sobre a Transformação Digital a partir de uma Revisão de Literatura Sistematizada, e foram estabelecidas as bases necessárias para o cumprimento dos demais objetivos específicos (C, D, E, F e G), que são abordados nas próximas seções.

Assim, o estudo avança significativamente em direção ao cumprimento de seu objetivo geral, fornecendo uma base sólida para a análise dos riscos digitais na transformação digital. Os resultados obtidos a partir das metodologias e diretrizes descritas aqui são detalhados no Capítulo 4 (Resultados e Discussões), onde são avaliados os dados e as informações do modelo proposto.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

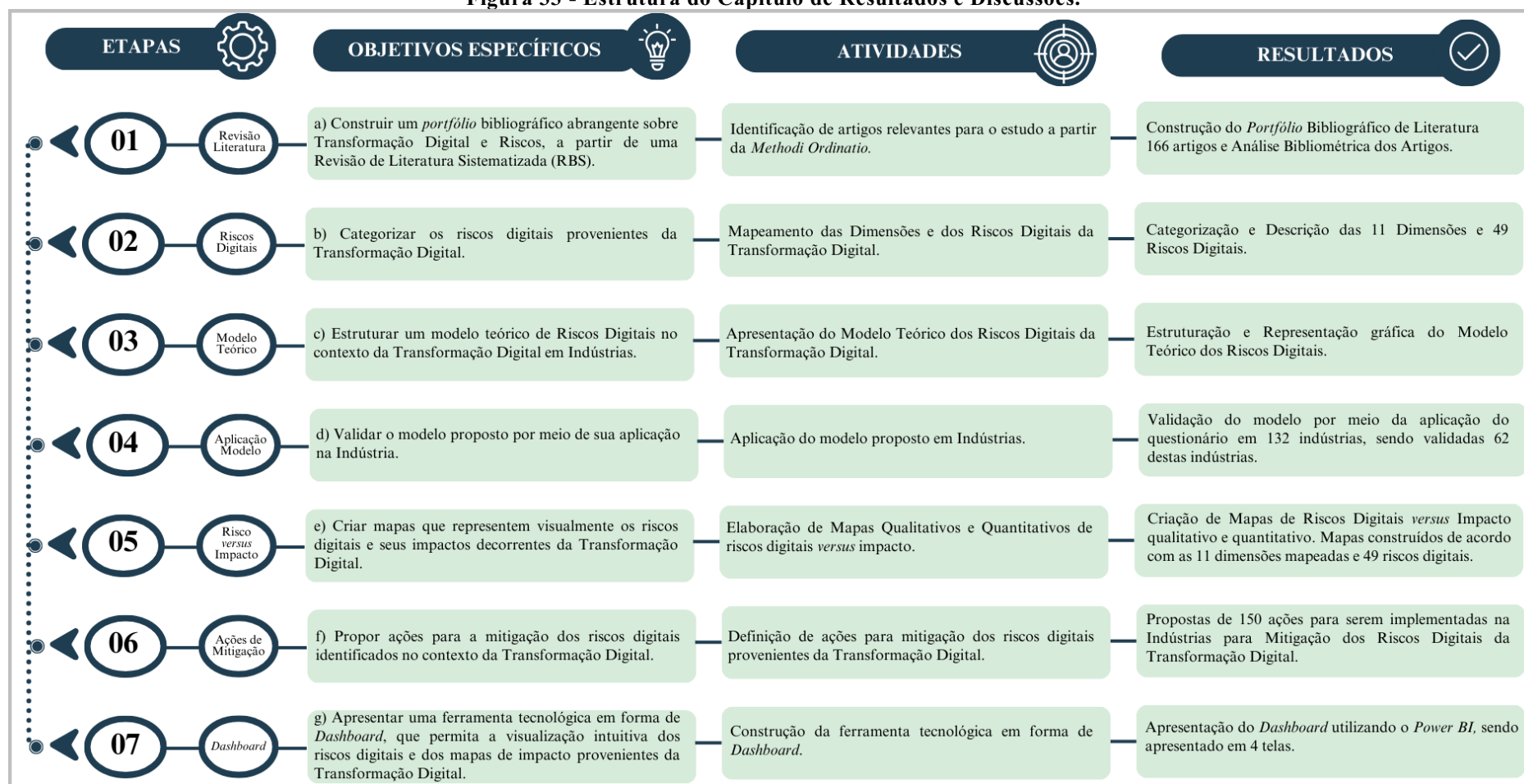
Este capítulo tem por objetivo descrever os resultados alcançados a partir da metodologia para a Proposta do Modelo Integrado para Avaliação dos Riscos Digitais no Contexto da Transformação Digital. Assim como na Metodologia, o capítulo também foi subdividido em três partes, sendo resultados da Base Teórica, resultados da Base Matemática e Resultados do Modelo Integrado para Avaliação dos Riscos Digitais.

Os resultados da Base Teórica foram subdivididos em outras três partes, a Base Matemática em duas partes e por fim, os resultados do Modelo Integrado em outras seis partes, conforme descrito a seguir.

- I. **Resultados da Base Teórica:** apresentação da Análise Bibliométrica dos Artigos selecionados durante a Revisão Sistemática da Literatura (*Methodi Ordinatio*); resultados da Análise de Conteúdo (a partir do *software Nvivo software QSR Nvivo®* versão 10); categorização das dimensões e dos riscos digitais provenientes da transformação digital;
- II. **Resultados da Base Matemática:** aplicação do Teste Alfa de *Cronbach* pelo *software SPSS version 23*, de forma a analisar a confiabilidade e validação do Questionário e aplicação do *Fuzzy Delphi Method* para validar e aprimorar o Modelo Integrado dos Riscos Digitais;
- III. **Resultados para o Modelo Integrado de Avaliação dos Riscos Digitais:** descrição do perfil dos respondentes do instrumento de pesquisa (questionário); caracterização das indústrias que participaram da pesquisa; apresentação e discussão do diagnóstico do modelo; Criação dos Mapas de Riscos e Impactos (resultados tanto para mapas qualitativos como quantitativos); propostas de ações para mitigação dos Riscos Digitais e; apresentação da ferramenta tecnológica em forma de *Dashboard* para visualização dos Riscos Digitais e Mapas de Impacto.

Para ilustrar as etapas estruturadas para este capítulo, criou-se a Figura 33.

Figura 33 - Estrutura do Capítulo de Resultados e Discussões.



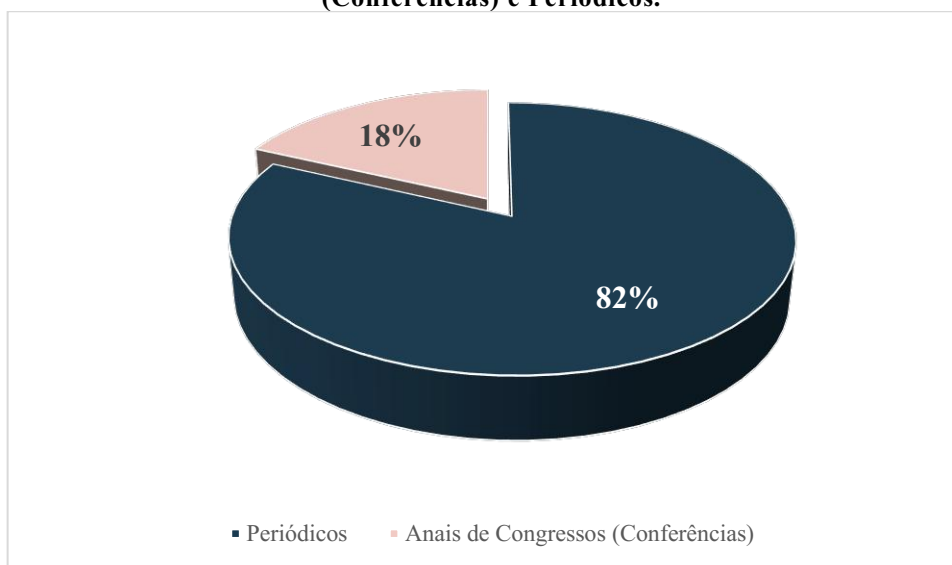
Fonte: Autor (2024).

4.1 Resultados da base teórica para construção do modelo integrado para avaliação dos riscos digitais no contexto da transformação digital

4.1.1 Análise bibliométrica dos artigos da revisão sistemática da literatura (RBS)

De posse do *portfólio* de 166 artigos obtidos a partir da utilização da *Methodi Ordinatio*, foi possível identificar algumas características bibliométricas destes estudos. Essas análises possibilitam entender o cenário e como as temáticas da transformação digital vem sendo discutidas em um cenário global. Desta forma, a primeira análise realizada foi a comparação do número de artigos do *portfólio* que foram publicados em anais de congressos (conferências) com aqueles que foram publicados em periódicos. Desta forma, o Gráfico 1 tem por objetivo comparar estes artigos de acordo com suas respectivas fontes de publicação.

Gráfico 1 - Comparação de Artigos Publicados em Anais de Congressos (Conferências) e Periódicos.



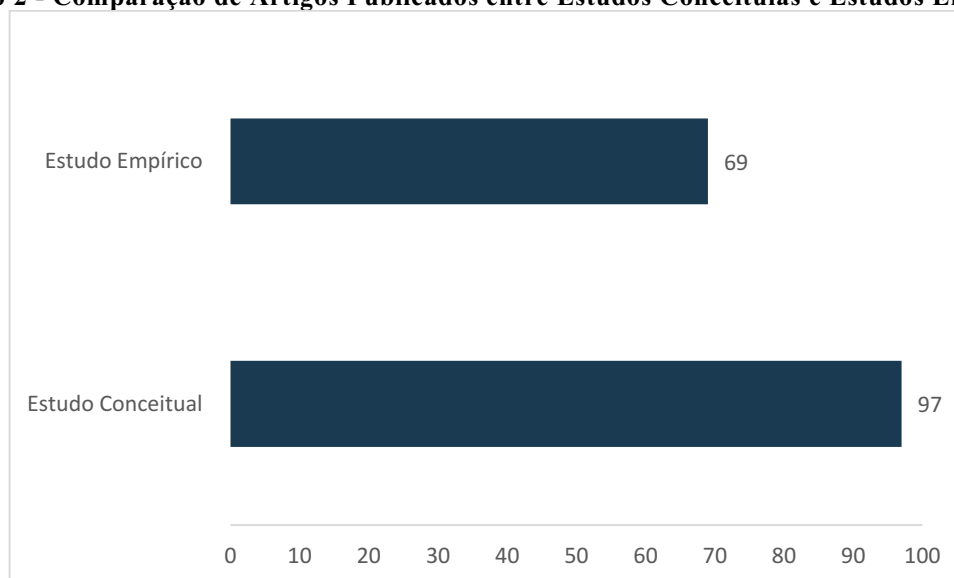
Fonte: Autor (2024).

Observa-se a partir do Gráfico 1 que, dos 166 artigos do *portfólio* bibliográfico de artigos, 136 artigos (que correspondem a 82%) foram publicados em periódicos, e que apenas uma pequena parcela de 30 artigos (que correspondem a 18%) foram publicados em anais de congressos e ou conferências. O tema Indústria 4.0 e Transformação Digital ainda é considerado por diversos autores um tema novo e emergente, por essa razão, optou-se em não excluir artigos de anais de congressos e conferências que pertenciam o *portfólio* de artigos, por considerar que bons artigos são publicados nestes canais primeiros por ser mais “rápido” e segundo por

considerar que sempre as primeiras ideias sobre determinados assuntos são exploradas e divulgadas nestes congressos e conferências.

A partir da análise do *portfólio* de artigos, também foi possível avaliar a quantidade de estudos conceituais e empíricos presentes na literatura. Essa distinção é fundamental para compreender o equilíbrio entre pesquisas teóricas, que exploram conceitos e modelos, e estudos aplicados, que validam essas abordagens em cenários reais. Com isso, o Gráfico 2 tem como objetivo apresentar a distribuição desses artigos entre as duas categorias, permitindo uma melhor compreensão sobre a predominância de abordagens teóricas ou práticas na pesquisa sobre riscos digitais na Transformação Digital.

Gráfico 2 - Comparação de Artigos Publicados entre Estudos Conceituais e Estudos Empíricos.



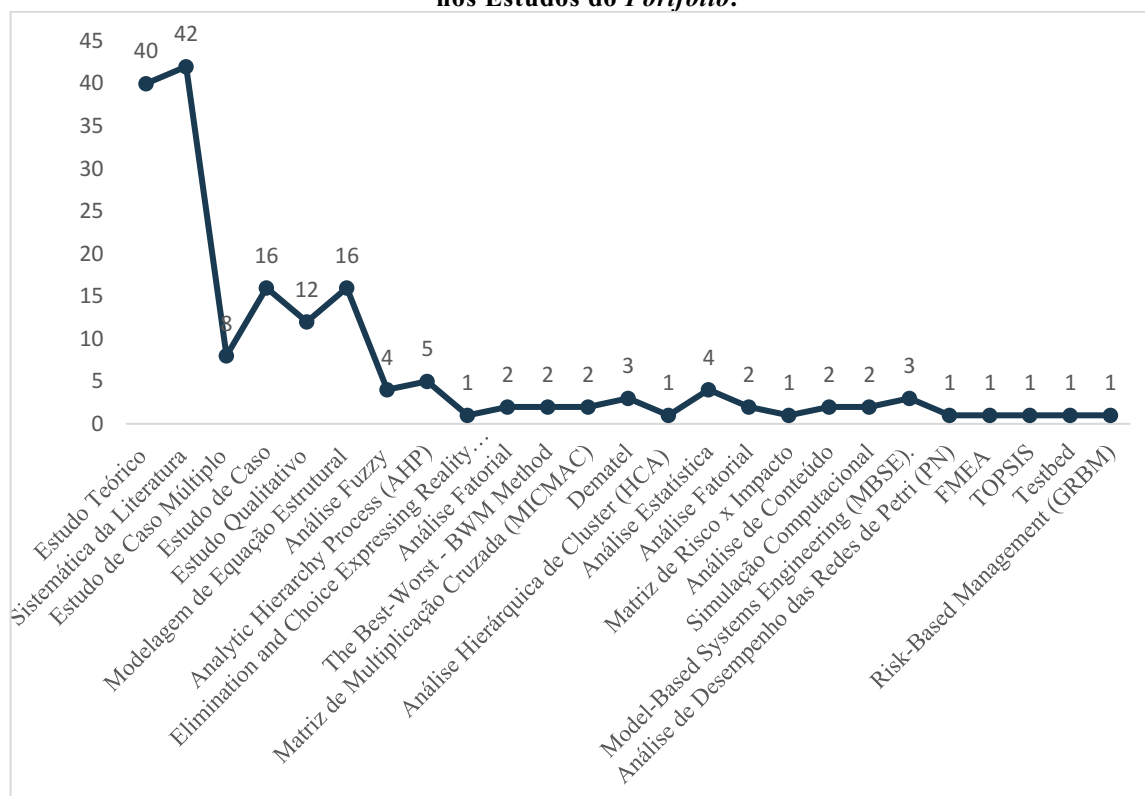
Fonte: Autor (2024).

Observa-se pelo Gráfico 2 que o número de estudos conceituais foi superior ao de estudos empíricos, totalizando 97 e 69 artigos, respectivamente. Esse dado evidencia que, dentro da temática de riscos digitais na transformação digital, há uma predominância de pesquisas conceituais, enquanto estudos aplicados ainda são menos explorados. Essa constatação fortalece o objetivo e a justificativa deste estudo, pois demonstra a necessidade de avançar além da identificação e mapeamento dos riscos digitais. Assim, a proposta deste trabalho se diferencia ao buscar mensurar e avaliar o impacto desses riscos, além de propor ações de mitigação, oferecendo uma abordagem mais prática e aplicável à realidade das indústrias.

Em seguida, foi realizada uma análise sobre as metodologias empregadas nos estudos do *portfólio* bibliográfico. Esse levantamento permite compreender quais abordagens são mais

utilizadas na pesquisa sobre riscos digitais na transformação digital, evidenciando tendências e possíveis lacunas metodológicas. Dessa forma, o Gráfico 3 apresenta essa distribuição, fornecendo uma visão clara das metodologias aplicadas nos estudos analisados.

Gráfico 3 - Distribuição dos estudos em Relação a Metodologia Empregada nos Estudos do *Portfólio*.

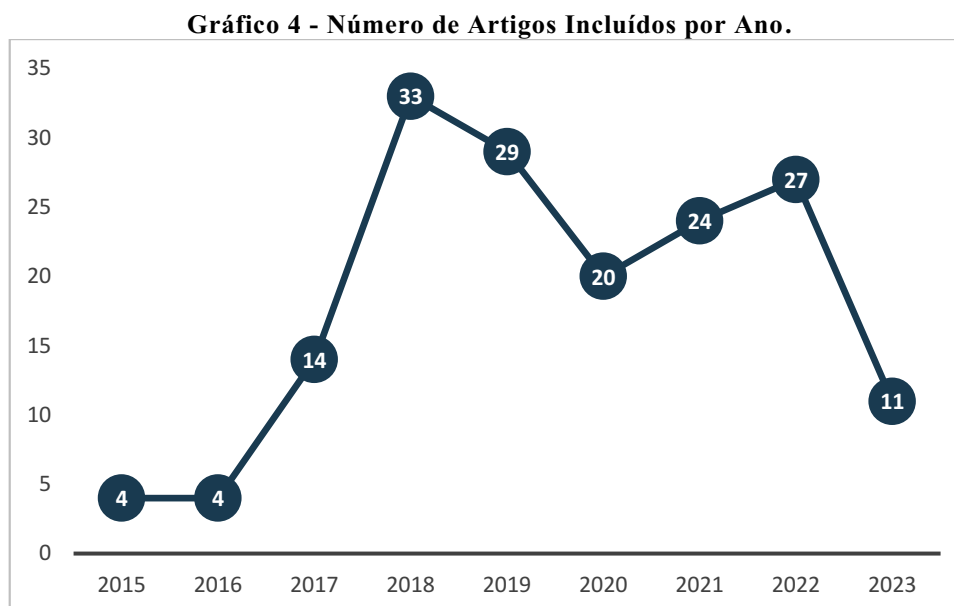


Fonte: Autor (2024).

Observa-se pelo Gráfico 3 que a metodologia mais utilizada nos artigos analisados foi a revisão sistemática de literatura, com 42 ocorrências, seguida pelos estudos teóricos, com 40 ocorrências. Além disso, tanto o estudo de caso quanto a Modelagem de Equações Estruturais foram aplicados em 16 estudos cada. Esse resultado indica que a pesquisa sobre riscos digitais na transformação digital ainda se concentra, em grande parte, na abordagem conceitual e na revisão do conhecimento existente, enquanto metodologias empíricas, como estudos de caso e modelagem estatística, ainda são menos exploradas. Isso reforça a necessidade de investigações mais aplicadas, que possam validar modelos teóricos em ambientes reais e fornecer *insights* mais concretos para a gestão de riscos digitais da transformação digital.

Com o *portfólio* de artigos também foi possível identificar o número de artigos incluídos por ano e periódicos que mais publicaram sobre os temas de Indústria 4.0 e riscos

digitais da transformação digital. Desta forma, os Gráficos 4 tem por objetivo apresentar o número de artigos incluídos por ano de publicação.



Fonte: Autor (2024).

Percebe-se a partir do Gráfico 4 que o ano que teve maior quantidade de artigos incluídos no *portfólio* foi o ano de 2018 com 33 artigos, que corresponde a aproximadamente 20% do total de artigos, seguidos pelo ano de 2019 e 2022, com 29 (17,47%) e 27(16,27%) artigos respectivamente. Logo, percebe-se que o tema I4.0, transformação digital e riscos digitais têm sido discutido nos últimos anos, o que justifica também a necessidade deste estudo, de forma a compreender melhor todo este cenário. A Tabela 5 representa a distribuição dos artigos por periódicos e a Tabela 6 indica a distribuição dos artigos por anais de congressos (conferências).

Tabela 5 - Distribuição dos Artigos por Periódico.

PERIÓDICO	QUANT.	PERIÓDICO	QUANT.	PERIÓDICO	QUANT.
Procedia Cirp	6	Cybersecurity	1	Journal of Industrial Engineering and Management	1
IFAC Papers Online	5	Diabetes & Metabolic Syndrome-Clinical Research & Reviews	1	Journal of Manufacturing Systems	1
Process Safety and Environmental Protection	5	Ekonomicheskaya Politika	1	Journal of Organizational Change Management	1
Sustainability	5	Energies	1	Journal of Science and Technology Policy Management	1

Technological Forecasting and Social Change	5	Engineering Construction and Architectural Management	1	Kybernetes	1
AI & Society	4	Enterprise Information Systems	1	Land Use Policy	1
Journal of Cleaner Production	4	Environment Development and Sustainability	1	Lecture Notes in Information Systems and Organisation	1
Advances in Human Factors, Business Management and Society	3	Environmental Science and Pollution Research	1	Lecture Notes in Networks and Systems	1
Computers in Industry	3	Financial And Credit Activity-Problems Of Theory And Practice	1	Montenegrin Journal of Economics	1
IEEE Access	3	Future Internet	1	Multinational Business Review	1
International Journal of Production Research	3	IEEE Communications Magazine	1	Nature Nanotechnology	1
Procedia Manufacturing	3	IEEE Engineering Management Review	1	Neural Computing & Applications	1
Computers & Industrial Engineering	2	IEEE Signal Processing Magazine	1	New Political Economy	1
IEEE Transactions on Engineering Management	2	IEEE Systems Journal	1	OMICS A Journal of Integrative Biology	1
Procedia Computer Science	2	IEEE Transactions on Industrial Informatics	1	Operations and Supply Chain Management An International Journal	1
Production Planning & Control	2	Industrial Marketing Management	1	Operations Management Research	1
Risus-Journal on Innovation and Sustainability	2	Information Systems Frontiers	1	Processes	1
Safety Science	2	International Journal of Economics and Business Research	1	Production	1
Technology in Society	2	International Journal of Financial Research	1	Production and Operations Management	1
Technovation	2	International Journal of Global Energy Issues	1	Research Policy	1
Academic Journal of Interdisciplinary Studies	1	International Journal of Innovation Management	1	Resources Conservation and Recycling	1
Advances in Production Management Systems	1	International Journal of Innovation, Creativity and Change	1	Review of Managerial Science	1
Applied Sciences (Switzerland)	1	International Journal of Logistics Management	1	Russian Journal of Applied Chemistry	1
Artificial Intelligence Review	1	International Journal of Organizational Analysis	1	SAGE OPEN	1
Asia Pacific Journal of Innovation and Entrepreneurship	1	International Journal of Production Economics	1	Smart Innovation, Systems and Technologies	1
Business Horizons	1	Inzinerine Ekonomika-Engineering Economics	1	Societies	1
Business Process Management Journal	1	Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing	1	Sustainable Energy Technologies and Assessments	1
Business Strategy and the Environment	1	Journal of Ambient Intelligence and Smart Environments	1	Sustainable Production and Consumption	1

Chinese Geographical Science	1	Journal of Civil Engineering and Management	1	The Career Development Quarterly	1
CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology	1	Journal of Engineering Design and Technology	1	Uncertain Supply Chain Management	1
Cybernetics and Systems	1				

Fonte: Autor (2024).

A partir da Tabela 5, observa-se que o periódico com o maior número de publicações é o *Procedia CIRP*, com um total de 6 publicações. Em seguida, destacam-se os periódicos *IFAC Papers Online*, *Process Safety and Environmental Protection*, *Sustainability e Technological Forecasting and Social Change*, cada um com 5 publicações.

Esse resultado evidencia a distribuição das pesquisas sobre riscos digitais na transformação digital em periódicos de relevância internacional, abrangendo diferentes áreas do conhecimento. A predominância dessas publicações demonstra a importância e a interdisciplinaridade do tema, reforçando a necessidade de estudos contínuos para compreender e mitigar os impactos dos riscos digitais no ambiente industrial.

Tabela 6 - Distribuição dos Artigos por Anais de Congressos (Conferências).

ANAIS DE CONGRESSO	QUANT.
IOP Conference Series: Materials Science and Engineering	6
VPLYV Industry 4.0 na Tvorbu Pracovnych Miest 2019	4
ACM International Conference Proceeding Series	2
11th International Conference On Computer and Automation Engineering	2
IEEE 15th International Conference on Industrial Informatics	1
IEEE 15th International Symposium on Intelligent Systems and Informatics	1
IEEE International Conference on Communications	1
Proceedings of 2nd International Conference on Innovative Practices in Technology and Management	1
IEE Conference On Application, Information And Network Security	1
International Conference on UK-China Emerging Technologies	1
79th Annual Meeting of the Academy of Management 2019: Understanding the Inclusive Organization	1
8th International Scientific Symposium Economy of Eastern Croatia - Vision and Growth	1
Proceedings of the International DAAAM Symposium	1
E3S Web of Conferences	1
Global IoT Summit, GIoTTS 2019	1
Innovation Management, Entrepreneurship and Corporate Sustainability	1
Proceedings of the 2nd International Conference on Industry 4.0 and Smart Manufacturing	1
Proceedings of the International Conference on Business Excellence	1
Proceedings of the Tenth International Conference on Management Science and Engineering Management	1
European Conference on Smart Objects, Systems and Technologies	1

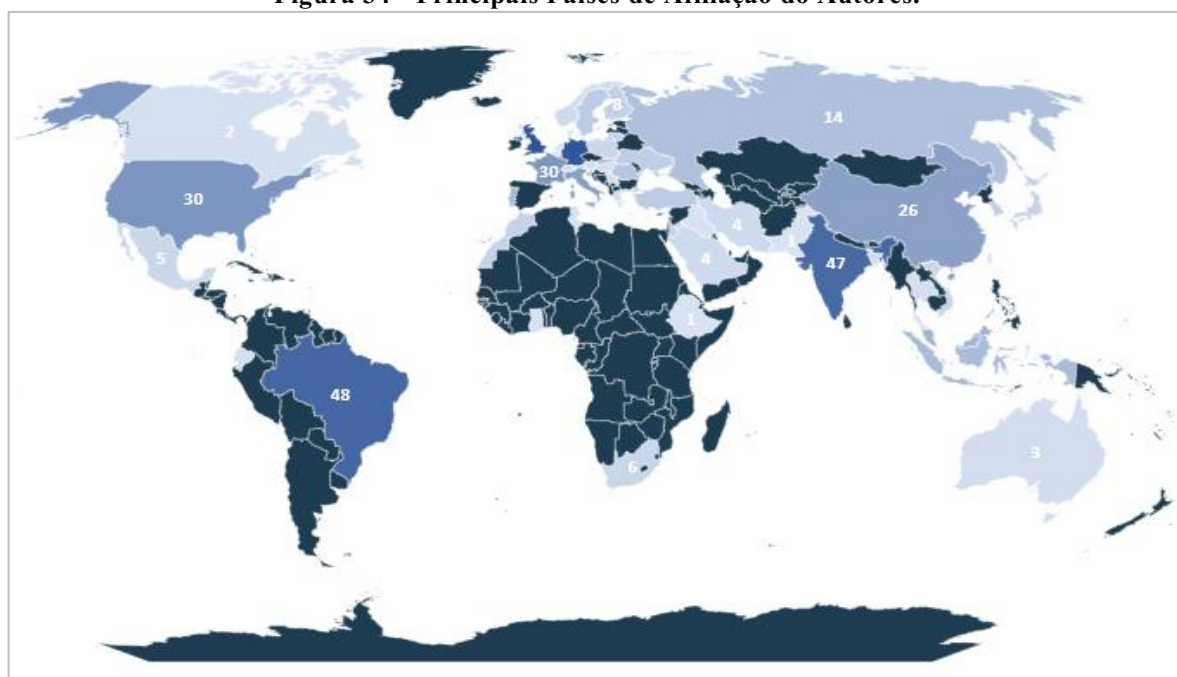
Fonte: Autor (2024).

A partir da Tabela 6, pode-se identificar os anais de congressos e conferências com maior número de publicações sobre a temática analisada. O *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* se destacou com a publicação de 4 artigos, seguido pelo *VPLYV Industry 4.0 na Tvorbu Pracovnych Miest 2019*, que também apresentou 4 artigos. Além disso, com 2 publicações cada, destacam-se os congressos *ACM International Conference Proceedings Series* e o *11th International Conference on Computer and Automation Engineering*.

Esses resultados indicam que as discussões sobre riscos digitais e transformação digital estão sendo amplamente exploradas em conferências internacionais. A presença significativa de estudos nesses eventos reforça a importância da temática na agenda científica global, bem como a necessidade de abordagens interdisciplinares para compreender e mitigar os impactos da transformação digital.

Com o *portfólio* bibliográfico de artigos também foi possível analisar os países com maior representatividade de publicações, sendo que essa análise foi realizada a partir dos países que os autores estão afiliados. Ressalta-se que para essa análise, foram considerados todos os autores do artigo, e não somente o primeiro autor, logo, como um artigo pode conter vários autores, este estudo também pode apresentar mais de uma afiliação, consequentemente, mais de um país de afiliação. Objetiva-se com a Figura 34 apresentar o mapa com os principais países de afiliação dos autores.

Figura 34 - Principais Países de Afiliação dos Autores.



Fonte: Autor (2024).

Dos 166 artigos que compõem o *portfólio* bibliográfico, foram identificados 572 autores e coautores destes estudos (uma média de 3 autores por artigo). A partir da Análise da Figura 34, percebeu-se também que dos 193 países reconhecidos internacionalmente, 55 foram encontrados nas análises de Países. Para melhorar a compreensão e identificar a quantidade de artigo por países, a Tabela 7 apresenta a relação de países com o número total de autores e coautores.

Tabela 7 - Países de Afiliação dos Autores e Coautores.

PAÍS	OCORRÊNCIA	PAÍS	OCORRÊNCIA
Reino Unido	55	Arábia Saudita	4
Alemanha	54	Inglaterra	4
Brasil	48	Irã	4
Índia	47	Noruega	4
Estados Unidos	30	Países Baixos	4
França	30	Austrália	3
Itália	27	Bangladesh	3
China	26	Eslovênia	3
Malásia	18	Grécia	3
Portugal	17	Hungria	3
Indonésia	16	Suíça	3
Eslováquia	15	Áustria	2
Rússia	14	Budapest	2
Romênia	12	Canadá	2
Suécia	10	Equador	2
Turquia	10	Sérvia	2
Ucrânia	9	Tailândia	2
Coreia do Sul	8	Bélgica	1
Finlândia	8	Dinamarca	1
República Tcheca	8	Etiópia	1
Japão	7	Gana	1
Jordânia	7	Holanda	1
Lituânia	7	Iraque	1
Marrocos	7	Paquistão	1
África do Sul	6	Singapura	1
Vietnã	6	Taiwan	1
México	5	Tunísia	1
Polônia	5		

Fonte: Autor (2024).

Observa-se então a partir da Tabela 7 que o tema possui ampla distribuição geográfica, ou seja, os autores afiliados a Instituições espalhadas em todas as regiões globais. Com isso, pode-se afirmar que o tema é pertinente e pesquisado e difundido em uma esfera global. Observa-se que o Reino Unido e Alemanha são os países com maior quantidade de autores e

coautores nos artigos do *portfólio* bibliográfico, apresentando respectivamente 55 e 54 autores e coautores. Já o Brasil, destaca-se em terceiro lugar com 48 autores e coautores.

O destaque da Alemanha pode-se justificar visto que os primeiros conceitos e discussões sobre a Indústria 4.0 ocorreu na Alemanha. E o destaque do Brasil, mostra o interesse dos pesquisadores brasileiros em relação a Indústria 4.0 e a transformação digital.

Seguindo as análises, também foi possível encontrar as Instituição de Ensino que estes autores estão vinculados. Novamente, foram considerados todos os autores e coautores dos artigos, e não somente o primeiro autor. Desta forma, objetiva-se com a Tabela 8 apresentar as TOPs 20 filiações dos autores e coautores. Selecionou-se somente as 20 primeiras de forma a facilitar a visualização no corpo do trabalho. Entretanto, a lista completa de todas essas Instituições pode ser consultada a partir do Apêndice E.

Tabela 8 - TOPs 20 com as Principais Afiliações dos Autores e Coautores.

INSTITUIÇÕES DE VINCULAÇÃO	NÚMERO DE AUTORES
Friedrich Alexander University Erlangen Nürnberg	13
Universitas Al Azhar Indonesia	12
Pontifical Catholic University of Parana	9
University of Žilina	9
Paulista University	8
University of West Bohemia	8
Pontifical University Catholic of São Paulo	7
Universiti Teknikal Malaysia	7
University of Technology of Troyes	7
Institute of Product Engineering at the Karlsruhe Institute of Technology	6
Norwegian University of Science and Technology	6
Sumy State University	6
University of Johannesburg	6
Institute of Product Engineering at the Karlsruhe Institute of Technology	5
Kaunas University of Technology	5
LUT University	5
MINES ParisTech-PSL Paris	5
National Institute of Industrial Engineering	5
University Hassan II of Casablanca	5
University of Southern Santa Catarina	5

Fonte: Autor (2024).

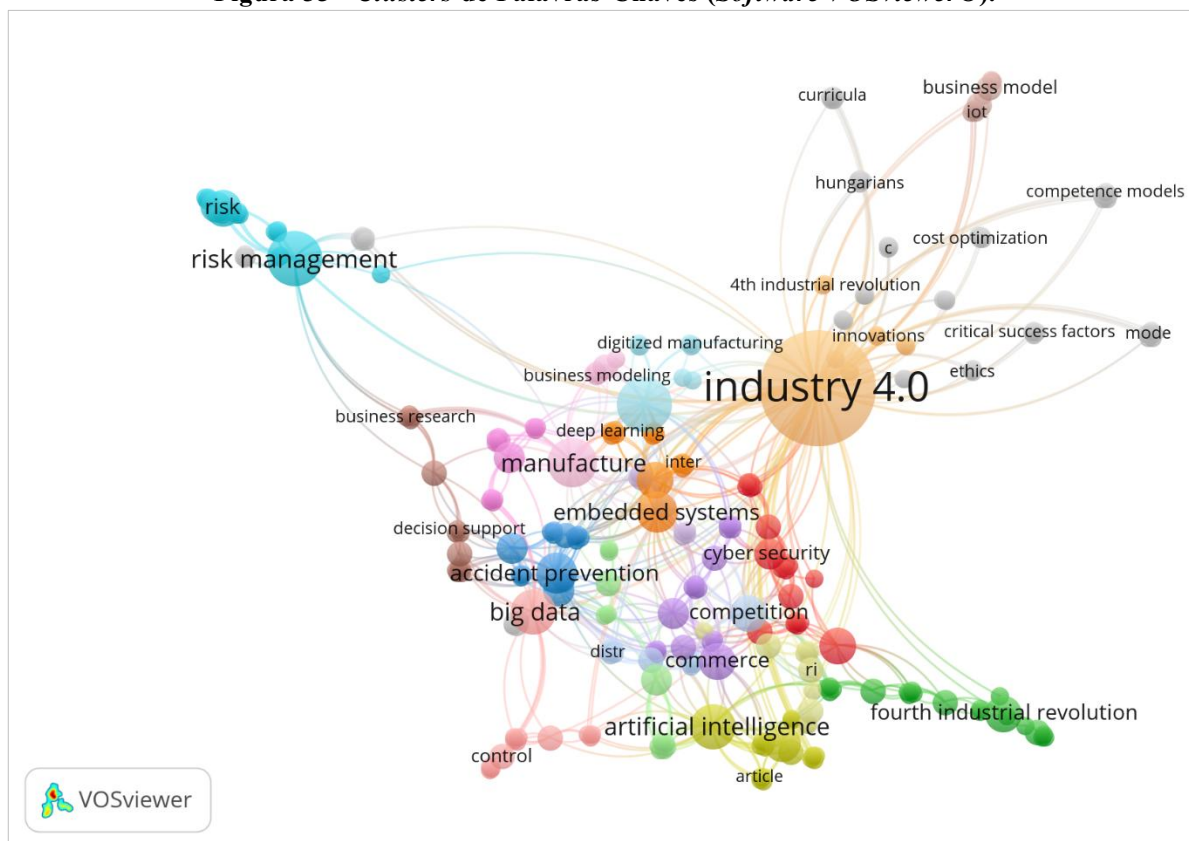
A partir da Tabela 8, observa-se que a instituição com maior destaque foi a *Friedrich Alexander University Erlangen Nürnberg*, com 13 autores afiliados. Em seguida, a *Universitas*

Al Azhar Indonesia apresentou 12 autores afiliados, enquanto a Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUC-PR) e a *University of Žilina* registraram 9 ocorrências cada.

Vale ressaltar que, entre as 20 principais instituições, quatro são brasileiras, demonstrando a crescente relevância do Brasil no cenário acadêmico sobre Indústria 4.0, Transformação Digital e Riscos Digitais. Entre essas instituições, destacam-se a Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUC-PR) e a Universidade Paulista (UNIP), ambas com 8 autores afiliados, seguidas pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC-SP), com 7 autores, e pela Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), com 5 autores afiliados. Esses dados evidenciam o crescimento das pesquisas brasileiras nessa área, reforçando a importância da contribuição científica nacional para o avanço do conhecimento sobre os desafios e oportunidades da transformação digital no contexto industrial.

Por fim, a última análise bibliométrica realizada foi em relação as palavras-chaves encontradas nos artigos pertencentes ao *portfólio* bibliográfico. Para isso, foi utilizado o *software VOSviewer®* para facilitar a identificação e no número de ocorrências destas palavras-chaves. Logo, a Figura 35 tem por objetivo apresentar essas palavras-chaves e os *clusters* formados.

Figura 35 - Clusters de Palavras-Chaves (Software VOSviewer®).



Fonte: Autor (2024).

Identifica-se a partir da Figura 35 a formação de 33 *clusters* e um total de 297 itens, sendo que o principal *cluster* é composto por 20 itens, que apresentam algumas palavras que foram utilizadas na busca definitiva nas bases de dados. Percebe-se também que a expressão Indústria 4.0 aparece em evidência quase no centro da Figura, demonstrando sua importância e relação com todas as demais palavras que pertencem ao *cluster*. De forma complementar, a Figura 36 apresenta em forma tabular as principais palavras-chaves bem como o número de ocorrências que cada palavra possui.

Identifica-se a partir da Figura 36 que a expressão Indústria 4.0 é a que mais aparece nas palavras-chaves com um total de 39 ocorrências. O segundo eixo desta pesquisa que é Riscos, aparece na 6 posição, com 9 ocorrências, isso demonstra que as palavras-chaves utilizadas para a busca neste estudo estão em consonância com as palavras-chaves que outros pesquisadores e estudiosos estão utilizando.

De posse de todas as análises e indicadores bibliométricos, a próxima etapa constituiu em analisar os resultados da análise de conteúdo que foi realizada com o auxílio do *software QSR Nvivo®* versão 10.

Figura 36 - Ocorrência de Palavras-Chaves (Software VOSviewer®).

Selected	Keyword	Occurrences	Total link strength
☒	industry 4.0	39	145
☒	internet of things	9	38
☒	manufacture	7	38
☒	artificial intelligence	6	36
☒	big data	6	33
☒	risk management	9	33
☒	embedded systems	5	30
☒	accident prevention	5	28
☒	competition	4	26
☒	commerce	4	25
☒	decision making	4	25
☒	risk assessment	4	22
☒	automation	4	18
☒	employment	3	18
☒	cyber security	3	17
☒	digital technologies	3	17
☒	challenges	3	16
☒	augmented reality	3	15
☒	cloud computing	3	15
☒	managers	2	15

Fonte: Autor (2024).

4.1.2 Resultados da análise de conteúdo

A análise de conteúdo foi desenvolvida para auxiliar na categorização das dimensões e dos riscos digitais provenientes da transformação digital. O software QSR Nvivo® versão 10 foi utilizado para auxiliar na organização e nas análises, permitindo então a melhor organização e quantificação de suas ocorrências e menções. Vale mencionar novamente que as dimensões foram consideradas como “categorias” que posteriormente cada um dos riscos digitais mapeados da literatura fosse agrupado de acordo com suas características e semelhanças.

4.1.2.1 Resultados das dimensões para construção do modelo

A partir da análise de conteúdo foi possível identificar 11 dimensões de riscos digitais da transformação digital. Com isso, a Tabela 9 tem por finalidade apresentar essas dimensões e sua ocorrência. Na Tabela, a fonte e a referência correspondem a quantidade de artigos que citou cada uma das dimensões, e a porcentagem de representatividade corresponde ao número de vezes que a dimensão foi citada pela quantidade de artigos final do *portfólio* bibliográfico.

Tabela 9 - Mapeamento das Dimensões a partir da Ocorrência de Fontes e Referências.

DIMENSÃO	FONTE	REF.	(%)
Ambiental	13	13	7,83%
Cultural	6	6	3,61%
Econômica	16	16	9,64%
Educacional	5	5	3,01%
Humana	7	7	4,22%
Saúde e Segurança	6	6	3,61%
Gestão	7	7	4,22%
Organizacional	11	11	6,63%
Político-Legal	7	7	4,22%
Social	17	17	10,24%
Tecnológica	13	13	7,83%

Fonte: Autor (2024).

Observa-se na Tabela 9 que foram mapeadas 11 dimensões, sendo Ambiental, Cultural, Econômica, Educacional, Humana, de Saúde e Segurança, de Gestão, Organizacional, Político-Legal, Social e Tecnológica. Comparando a quantidade de fontes e ocorrência (referência), observa-se que a dimensão Social foi a mais citada, por 17 artigos, correspondendo a um percentual de 10,24% do *portfólio* bibliográfico de artigos.

Posteriormente, destacam-se as dimensões econômica com 16, que correspondem a 9,64% e as dimensões ambiental e tecnológica com 13 artigos o que corresponde a um

percentual de 7,83% cada uma. A dimensão menos citada foi a Educacional com 6 ocorrências, que corresponde a 3,61% do *portfólio* bibliográfico final.

É importante acentuar que a dimensão tecnológica, obteve apenas 13 ocorrências, que corresponde a um percentual de 7,83%. Esse número corresponde a quantidade de autores que citaram a dimensão tecnológica em seus estudos, o que não significa que ela não seja importante, pois um dos maiores desafios da transformação digital é lidar com a questão tecnológica e seus riscos.

Observou-se que muitos estudos do *portfólio* bibliográfico mencionam os riscos tecnológicos, evidenciando sua elevada representatividade dentro do contexto analisado. No entanto, grande parte dessas pesquisas não estabelece uma associação clara ou uma caracterização específica dos riscos tecnológicos dentro de sua própria dimensão tecnológica.

Essa falta de categorização dificulta uma abordagem sistemática para a análise e mitigação desses riscos. A organização dos riscos por dimensões é importante, pois permite agrupar ameaças com características semelhantes, facilitando tanto a avaliação de impactos quanto a definição de estratégias eficazes de tratamento e prevenção.

4.1.2.2 Resultados dos riscos digitais para construção do modelo

De posse da análise das dimensões dos riscos digitais da transformação digital, também foram relacionados os riscos digitais categorizados em cada uma delas. Desta forma, objetiva-se com a Tabela 10 apresentar a forma que esses riscos foram agrupados, e a quantidade de ocorrências, sendo que novamente, a fonte e a referência correspondem a quantidade de autores que citaram os riscos digitais em seus respectivos estudos bem como sua porcentagem de representatividade.

De forma a agrupar os riscos digitais pertencentes a cada uma das dimensões, a Tabela 10 apresenta as fontes e as referências agrupadas dos riscos digitais bem como sua representatividade em porcentagem.

Tabela 10 - Agrupamento das Dimensões a partir da Ocorrência de Fontes e Referências.

DIMENSÃO	CÓDIGO	FORTE	REF.	(%)
Riscos Ambientais	RA	31	44	18,67%
Riscos Culturais	RC	22	31	13,25%
Riscos Econômicos	RE	61	88	36,75%
Riscos Educacionais	RED	17	23	10,24%
Riscos Humanos	RH	49	60	29,52%
Riscos de Saúde e Segurança	RSS	19	29	11,45%
Risco de Gestão	RG	26	37	15,66%
Riscos Organizacionais	RO	34	46	20,48%
Riscos Políticos-Legais	RPL	30	51	18,07%
Riscos Sociais	RS	40	56	24,10%
Riscos Tecnológicos	RT	102	210	61,45%

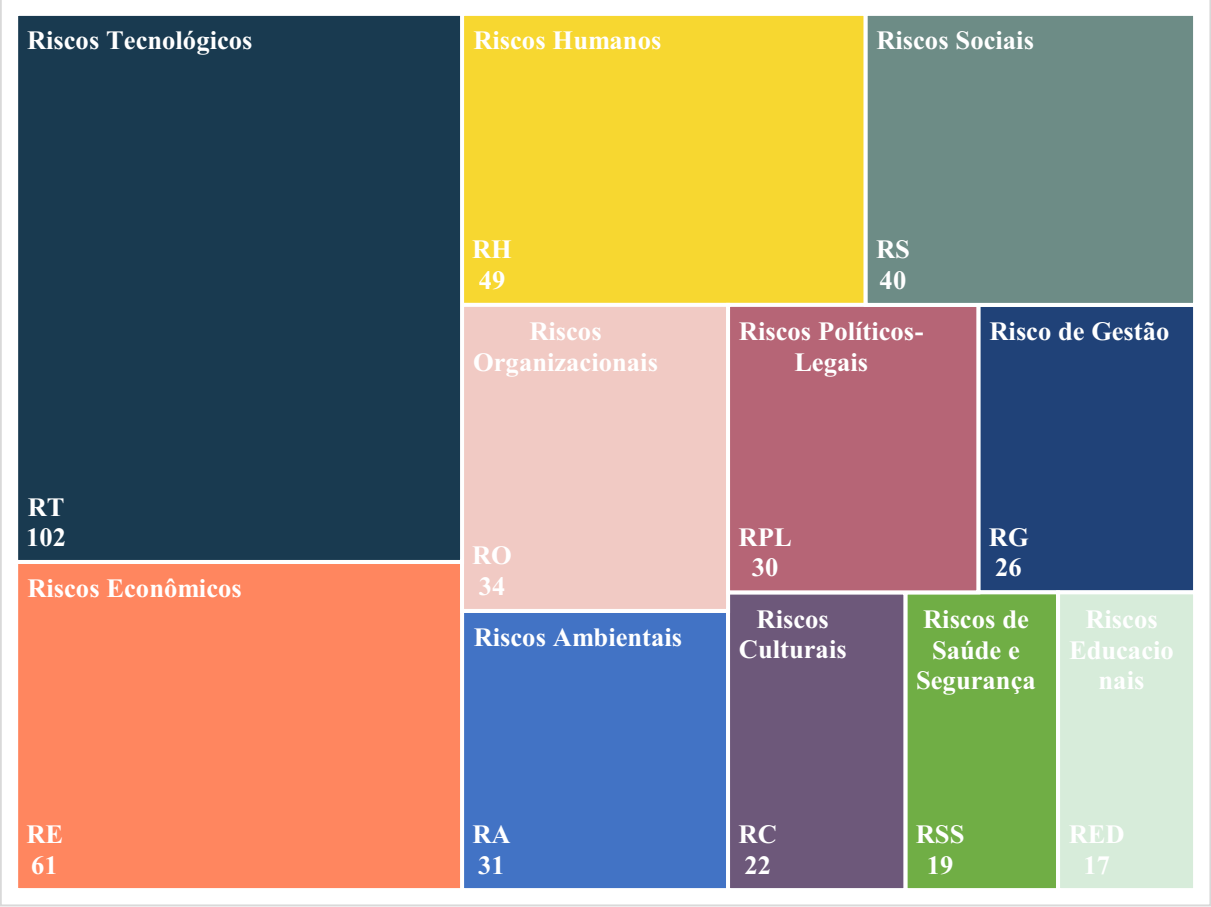
Fonte: Autor (2024).

De acordo com a Tabela 10, após o agrupamento de todos os riscos digitais em suas respectivas dimensões, a dimensão de Riscos Tecnológicos (RT) permanece como a mais representativa. Esta dimensão apresenta um total de 210 referências, que correspondem à soma das ocorrências de todos os riscos agrupados nessa categoria, e 102 fontes distintas, considerando apenas os artigos que tratam desses riscos, eliminando as duplicações em mais de um risco.

A dimensão de Riscos Econômicos (RE) aparece como a segunda mais significativa, com um total de 88 referências, representando o número de vezes que os riscos econômicos foram mencionados no agrupamento, e 61 fontes distintas, desconsiderando as duplicações entre os riscos. Esses dados reforçam a importância das questões econômicas e tecnológicas no contexto dos riscos digitais, destacando sua ampla presença tanto na literatura acadêmica quanto no ambiente industrial.

A Figura 37 complementa essa análise apresentando um mapa de árvore, construído para representar visualmente a representatividade de cada dimensão. O mapa foi criado com o auxílio do *Microsoft Excel®*, apresentando uma visão clara das fontes associadas a cada dimensão. O mapa facilita a compreensão da representatividade de cada grupo de riscos, permitindo um entendimento mais detalhado sobre os riscos relacionados à transformação digital nas indústrias.

Figura 37 - Mapa de Árvore das Dimensões que os Riscos Digitais foram Agrupados.



Fonte: Autor (2024).

A Tabela 11 apresenta o agrupamento dos Riscos Digitais com base na ocorrência de fontes e referências, indicando o quantitativo de cada um dos 49 riscos mapeados. Essa categorização permite uma visão estruturada sobre a frequência e relevância de cada risco dentro do contexto da transformação digital. Em complemento, a Figura 38 exibe um mapa de árvore, que permite identificar quais riscos possuem maior incidência na literatura, ajudando a priorizar aqueles que exigem maior atenção e estratégias de mitigação.

Tabela 11 - Agrupamento dos Riscos Digitais a partir da Ocorrência de Fontes e Referências.

DIMENSÃO	CÓDIGO	RISCO DIGITAL	FONTE	REF.	(%)
RISCOS AMBIENTAIS	RA1	Risco de Alterações Climáticas	6	6	3,61%
	RA2	Risco de Alto Consumo de Energia	14	14	8,43%
	RA3	Risco de Aumento de Lixo Eletrônico e Resíduos e Descarte Inadequado	6	6	3,61%
	RA4	Risco de Emissões Poluentes	5	5	3,01%
RISCOS CULTURAIS	RC1	Risco da Falta de Cultura Digital	9	9	5,42%
	RC2	Risco de Relutância à Mudanças	9	9	5,42%

	RC3	Risco da Falta de Compreensão dos Recursos e Limitações das Novas Tecnologias	7	7	4,22%
RISCOS ECONÔMICOS	RE1	Risco de Alto Custo de Investimento e Implementação	40	40	24,10%
	RE2	Risco de Falta de Recursos Financeiros	8	8	4,82%
	RE3	Risco de Incerteza de Retorno Financeiro	15	15	9,04%
	RE4	Risco de Dependência de Parceiros	5	5	3,01%
	RE5	Risco de Mudanças no Mercado	4	4	2,41%
RISCOS EDUCACIONAIS	RED1	Risco da Falta de Pesquisa sobre a Indústria 4.0	6	6	3,61%
	RED2	Risco de Políticas Educacionais Inconsistentes	3	3	1,81%
	RED3	Risco de Falta de Competências Digitais	5	5	3,01%
	RED4	Risco de Dificuldade em Contratar/Treinar Pessoas em Tecnologia Digital	3	3	1,81%
RISCOS HUMANOS	RH1	Risco de Falta de Interação Humana	6	6	3,61%
	RH2	Risco da Falta de Experiência e Treinamentos	10	10	6,02%
	RH3	Risco de Falta de Trabalhadores com uma visão clara sobre a Indústria 4.0	6	6	3,61%
	RH4	Risco de Falta de Mão de Obra Qualificada	31	31	18,67%
RISCO DE SAÚDE E SEGURANÇA	RSS1	Risco à Integridade Física de Trabalhadores	2	2	1,20%
	RSS2	Risco de Acidente de Trabalho	3	3	1,81%
	RSS3	Risco Ocupacional	9	9	5,42%
	RSS4	Risco de Problemas Psicossociais e Doenças Musculoesqueléticas	8	8	4,82%
RISCO DE GESTÃO	RG1	Risco de Baixo Entendimento sobre as Implicações da Indústria 4.0	9	9	5,42%
	RG2	Risco de Falta de Apoio de Gestão	15	15	9,04%
	RG3	Risco de Planejamento Inadequado	4	4	2,41%
RISCOS ORGANIZACIONAIS	RO1	Risco de Disrupção da Cadeia de Suprimentos	18	18	10,84%
	RO2	Risco de Mudanças Organizacionais dos Processos	4	4	2,41%
	RO3	Risco de Novos Modelos de Negócios	8	8	4,82%
	RO4	Risco de Problemas de Coordenação, Colaboração e Comunicação	5	5	3,01%
RISCOS POLÍTICOS-LEGAIS	RPL1	Risco de Questões Éticas	13	13	7,83%
	RPL2	Risco na Falta ou Mudança de Legislação	16	16	9,64%
	RPL3	Risco de Falta de Apoio Política e Governamental	15	15	9,04%
RISCOS SOCIAIS	RS1	Risco de Desigualdade Social	13	13	7,83%
	RS2	Risco de Desemprego	17	17	10,24%
	RS3	Risco de Aceitação de Clientes	9	9	5,42%

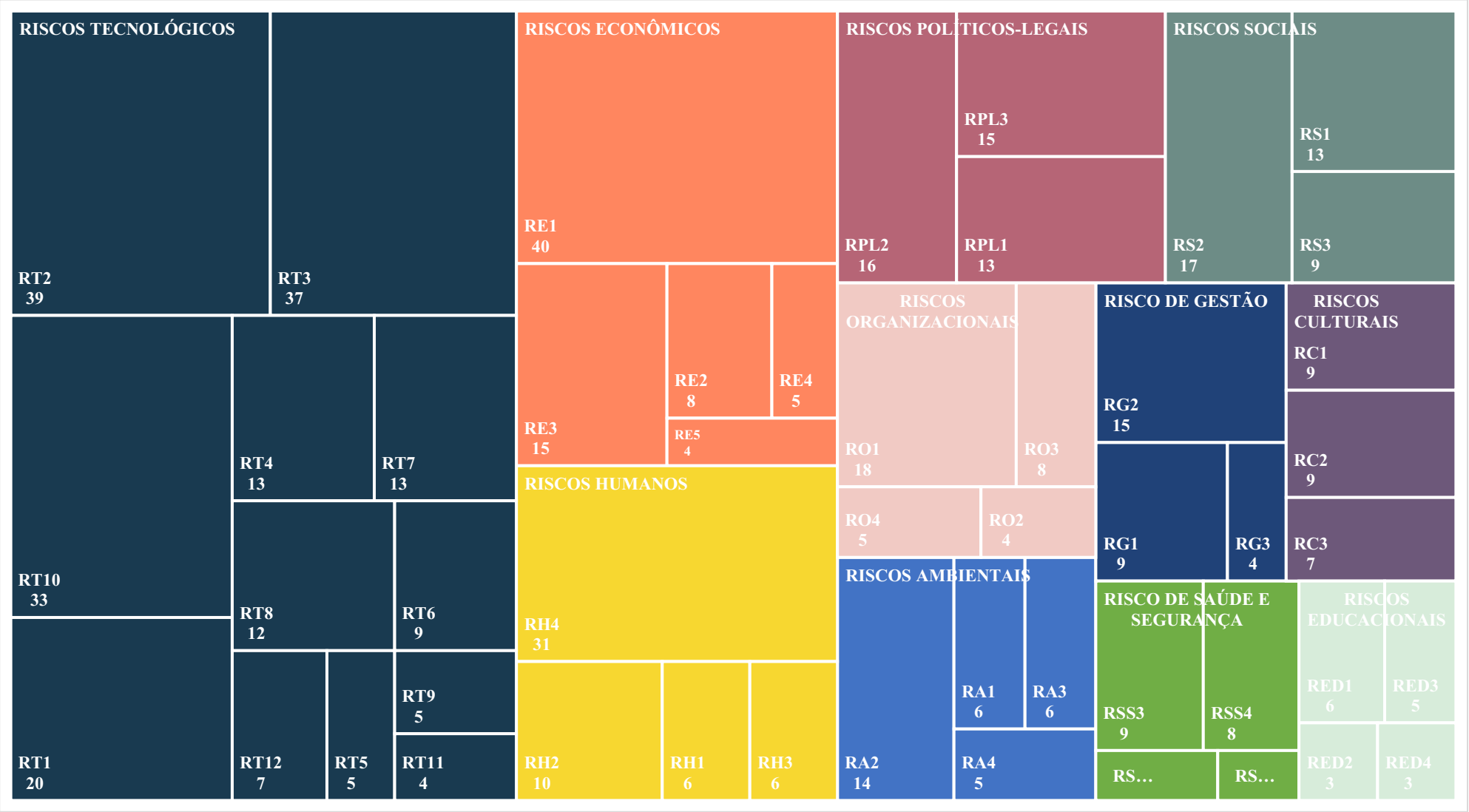
RISCOS TECNOLÓGICOS	RT1	Risco da Falta de Integração entre Sistemas e Equipamentos (Interoperabilidade)	20	20	12,05%
	RT2	Risco da Falta de Segurança Cibernética e Proteção de Dados	39	39	23,49%
	RT3	Risco de Ataque Cibernético	37	37	22,29%
	RT4	Risco de Baixa Qualidade dos Dados Existentes	13	13	7,83%
	RT5	Risco de Elevado Grau de Automação	5	5	3,01%
	RT6	Risco de Erros da Inteligência Artificial	9	9	5,42%
	RT7	Risco da Falta de Infraestrutura Tecnológica	13	13	7,83%
	RT8	Risco de Hiperconectividade	12	12	7,23%
	RT9	Risco de Incapacidade de Interpretação de Dados	5	5	3,01%
	RT10	Risco de Vazamento de Dados Privados	33	33	19,88%
	RT11	Risco de Obsolescência Rápida	4	4	2,41%
	RT12	Risco de Maturidade Tecnológica	7	7	4,22%

Fonte: Autor (2024).

A partir da análise da Tabela 11 e da Figura 38, observa-se que o Risco de Alto Custo de Investimento e Implementação (RE1), pertencente à Dimensão Econômica, apresentou a maior incidência, com 40 fontes. Esse resultado indica que os altos custos associados à adoção e implementação de tecnologias da Indústria 4.0 representam uma barreira significativa para muitas empresas, impactando sua capacidade de modernização e adaptação ao novo cenário tecnológico.

Em seguida, destaca-se o Risco de Falta de Segurança Cibernética e Proteção de Dados (RT2), que foi o de maior ocorrência, com 39 fontes, seguido pelo Risco de Ataque Cibernético (RT3), ambos pertencentes à Dimensão Tecnológica. Entre os 49 riscos mapeados, nota-se que as maiores ocorrências estão concentradas na Dimensão Tecnológica, evidenciando que os riscos tecnológicos são os mais propensos a ocorrer e também os mais prejudiciais no contexto da Transformação Digital. Isso ressalta a importância da segurança digital e da proteção de dados como elementos críticos para a mitigação dos riscos e a sustentabilidade das inovações tecnológicas nas indústrias.

Figura 38 - Mapa de Árvore dos Riscos Digitais agrupados por suas Dimensões.



Fonte: Autor (2024)

4.1.3 Resultados da categorização das dimensões e dos riscos digitais da transformação digital e proposição do modelo teórico

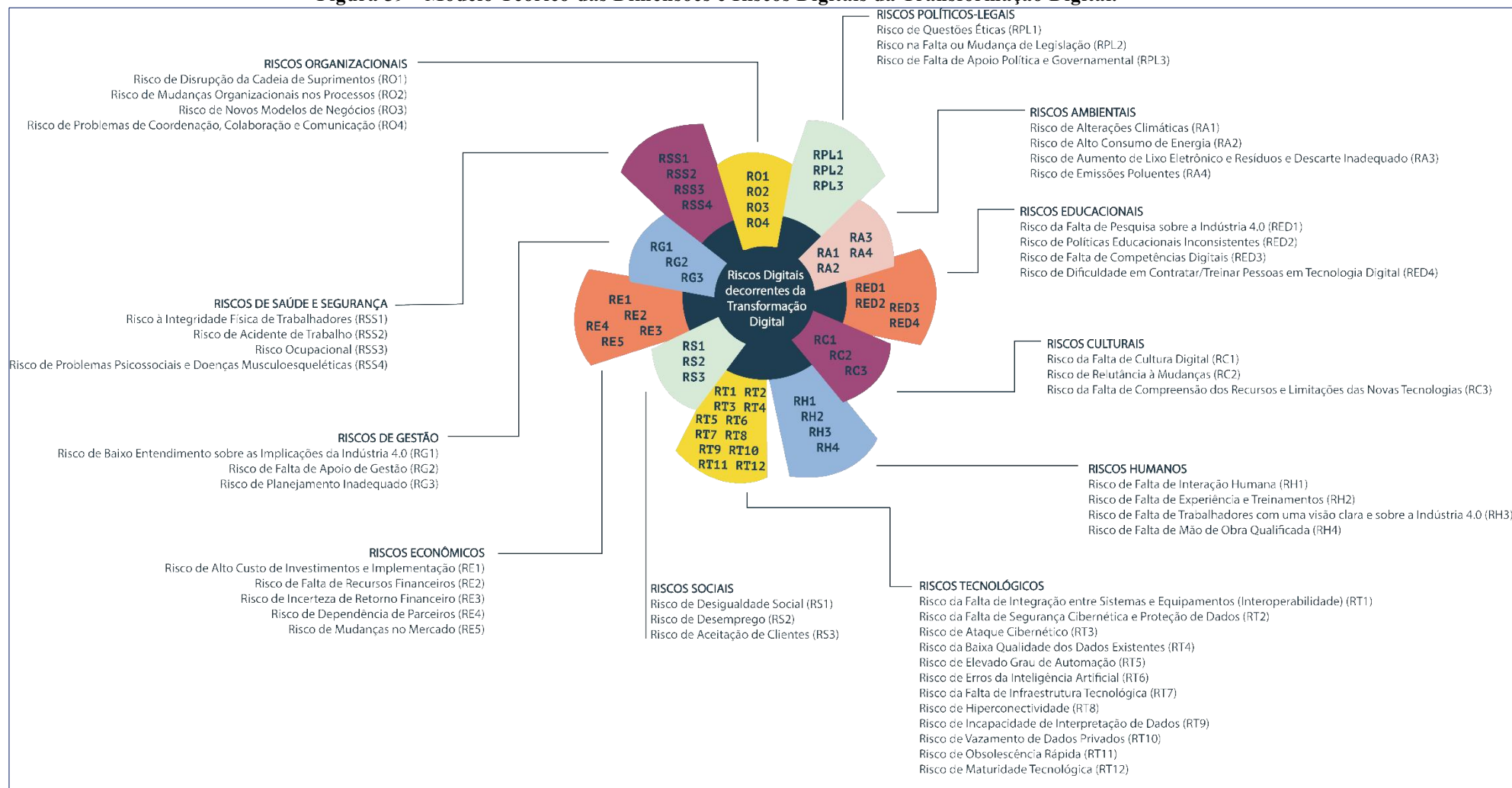
A partir da análise dos resultados obtidos na análise bibliométrica e na análise de conteúdo, foi possível estabelecer a categorização final das Dimensões e Riscos Digitais da Transformação Digital. Esse processo permitiu um agrupamento estruturado dos riscos, garantindo uma organização coerente baseada em suas características e semelhanças dentro das dimensões identificadas.

Com isso, a Figura 39 tem como objetivo apresentar graficamente essa categorização final, consolidando-a como o Modelo Teórico deste estudo. Essa estrutura permite uma visualização clara e sistemática dos riscos digitais em suas respectivas dimensões, facilitando a compreensão de sua inter-relação e impacto no contexto da transformação digital.

A categorização das dimensões e dos riscos digitais da Transformação Digital bem como o modelo teórico é essencial para que organizações compreendam, gerenciem e mitiguem os desafios associados à implementação da Transformação Digital. Portanto, a classificação desses riscos e dimensões permite que empresas se preparem para mitigar problemas, aprimorando seus processos e desenvolvendo ações estratégicas, evitando que estes riscos sejam efetivados.

Além do mais, a categorização dessas dimensões e riscos digitais facilita na compreensão dos desafios de cada área envolvida na Transformação Digital, possibilitando a criação de políticas e estratégias para mitigação. A partir da categorização das dimensões e riscos digitais da transformação digital, a próxima sessão deste capítulo discorre sobre a base matemática para tratamento de todas essas informações.

Figura 39 - Modelo Teórico das Dimensões e Riscos Digitais da Transformação Digital.



Fonte: Autor (2024).

4.2 Resultados da base matemática para construção do modelo integrado para avaliação dos riscos digitais no contexto da transformação digital

4.2.1 Resultado da aplicação do teste Alfa de *Cronbach*

O Teste Alfa de *Cronbach* foi utilizado para avaliar a confiabilidade do instrumento de pesquisa. Para auxiliar nos testes foi utilizado o *software* da *IBM Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) Statistics version 23.0*. Os pressupostos estabelecidos por Hora, Monteiro e Arica (2010) foram atendidos, uma vez que:

- i. O instrumento de pesquisa (questionário) dos riscos digitais da transformação digital foi agrupado de acordo com suas dimensões, sendo categorizados de acordo com suas características e semelhanças. Essas dimensões foram estabelecidas em dimensões Ambiental, Cultural, Econômico, Educacional, Humano, de Saúde e Segurança, de Gestão, Organizacional, Político-Legal, Social e Tecnológico;
- ii. A amostragem de respondentes é uma amostragem heterogênea, que considerou 62 respondentes (sendo estes diretores, gestores e analistas da indústria);
- iii. A escala utilizada foi a escala *Likert* de 5 pontos, que já é uma escala validada por diversos pesquisadores, sendo reconhecida por toda comunidade acadêmica.

A Tabela 12 apresenta o valor do Alfa de *Cronbach* (α) para o instrumento de pesquisa utilizado para mensurar a ocorrência dos riscos digitais no contexto da transformação digital.

Tabela 12 - Resultado Alfa de *Cronbach* (α) do Instrumento de Pesquisa.

DIMENSÃO/ VARIÁVEL	MÉDIA	DESVIO	ALFA DE <i>CRONBACH</i> (α)	ALFA DE <i>CRONBACH</i> (α) SE EXCLUÍDO
Ambiental			0,738	
RA1	2,493	1,244		0,676
RA2	2,783	1,096		0,692
RA3	2,464	1,183		0,730
RA4	2,145	0,845		0,621
Cultural			0,889	
RC1	2,971	1,295		0,868
RC2	2,841	1,052		0,774
RC3	3,000	1,057		0,882
Econômica			0,748	
RE1	3,739	0,869		0,733
RE2	2,696	1,102		0,723
RE3	3,116	0,883		0,670
RE4	3,130	1,084		0,682
RE5	3,058	1,083		0,706

Educacional		0,860	
RED1	2,725	1,162	0,820
RED2	3,087	0,966	0,848
RED3	3,101	1,073	0,788
RED4	3,348	1,109	0,826
Humano		0,817	
RH1	2,638	1,014	0,872
RH2	3,072	1,019	0,718
RH3	3,420	0,976	0,741
RH4	3,681	0,962	0,726
Saúde e Segurança		0,775	
RSS1	1,942	0,745	0,686
RSS2	1,928	0,734	0,750
RSS3	2,493	0,933	0,677
RSS4	2,435	0,866	0,763
Gestão		0,796	
RG1	2,681	0,899	0,684
RG2	2,638	0,996	0,705
RG3	2,971	0,970	0,777
Organizacional		0,658	
RO1	2,725	0,984	0,622
RO2	3,203	0,994	0,483
RO3	2,986	1,091	0,638
RO4	2,942	0,922	0,607
Político-Legal		0,640	
RPL1	2,275	0,953	0,653
RPL2	2,812	1,004	0,437
RPL3	2,797	1,037	0,515
Social		0,670	
RS1	2,493	1,146	0,530
RS2	2,609	1,003	0,305
RS3	2,203	0,815	0,770
Tecnológica		0,909	
RT1	3,188	1,141	0,902
RT2	2,652	1,109	0,897
RT3	2,928	1,061	0,903
RT4	2,797	1,051	0,905
RT5	2,870	1,161	0,899
RT6	2,841	0,949	0,903
RT7	2,986	1,105	0,903
RT8	2,870	1,103	0,898
RT9	3,087	1,095	0,899
RT10	2,333	0,950	0,899
RT11	2,826	1,057	0,904
RT12	2,986	0,849	0,906

Fonte: Autor (2024).

Para a análise dos dados apresentados na Tabela 12, foram adotados os critérios estabelecidos por Field (2019) e Hair (2009), que recomendam um valor de Alfa de *Cronbach* (α) igual ou superior a $\geq 0,70$ para indicar confiabilidade. Embora algumas dimensões tenham apresentado valores próximos desse limite, todas foram consideradas dentro dos parâmetros aceitáveis. O menor valor encontrado foi 0,670, enquanto o maior foi 0,909, demonstrando que o instrumento de pesquisa é confiável para os propósitos do estudo.

Em uma análise mais aprofundada e robusta, pode considerar o intervalo para o Alfa de *Cronbach* (α) $\geq 0,60$ e $\leq 0,90$. Neste caso, a dimensão Tecnológica está fora destes parâmetros, pois apresentou um $\alpha = 0,909$. Mesmo que Olivedo, Campo-Arias (2005) tenham afirmado que um $\alpha > 0,90$ apresenta um instrumento de pesquisa redundante, Field (2009) afirma que, à medida que o número de itens do instrumento de pesquisa aumenta, o valor de α também tende a aumentar. Desta forma, o resultado pode ser justificado devido a dimensão Tecnológica possuir 12 riscos mapeados, enquanto as demais dimensões, apresentam mínimo 3 e máximo 5 riscos cada.

Na Tabela 12, também foi incluída uma coluna com o valor de para o Alfa de *Cronbach* (α) caso determinado risco seja eliminado do modelo. Field (2009) e Hair (2009) afirmam que se o valor de (α) for maior do que excluindo o item, sugere-se então confirmar a exclusão, por outro lado, se após a remoção do item o (α) diminuir, recomenda-se que o item não seja excluído.

Considerando por exemplo a Dimensão Ambiental, que apresentam os Riscos RA1, RA2, RA3 e RA4, qualquer um dos itens que for removido diminuiria o valor de (α) que inicialmente foi de 0,738, sendo preferível então, manter todos os itens já mencionados. O mesmo ocorre com as demais dimensões e riscos, com exceções dos riscos RH1 que se removido, o (α) da dimensão Humana será de 0,872 sendo maior que o inicial de 0,817; RPL1 que se removido será de 0,653, sendo superior que o inicial de 0,640; RS3 que seria de 0,770 sendo superior ao 0,670.

Embora exista diferença nestes itens, percebe-se a diferença é pequena, não sendo necessariamente obrigatório a exclusão do item. Essa exclusão seria de acordo com a preferência ou não de manter os riscos que se trata de RH1 – Risco da Falta de Interação Humana; RPL1 – Riscos de Questões Éticas e RS3 – Risco de Questões Éticas.

4.2.2 Resultado do *Fuzzy Delphi Method*

O Método *Fuzzy Delphi Method* foi aplicado com o objetivo de refinar o Modelo Integrado dos Riscos Digitais. Dessa forma, a Tabela 13 sintetiza os resultados obtidos, apresentando os valores de Z_i , $d_{méd}$, Consenso e a Análise para cada um dos 49 riscos digitais identificados no contexto da transformação digital no setor manufatureiro, com base nas respostas de 69 especialistas participantes do estudo. A tabulação completa do *Fuzzy Delphi* pode ser encontrada no Apêndice G. Esse apêndice apresenta de forma detalhada os valores calculados para cada critério avaliado, permitindo uma análise mais aprofundada sobre a convergência das respostas dos especialistas e a validação dos riscos identificados no estudo.

Tabela 13 - Resultado do *Fuzzy Delphi Method* para os Riscos Digitais da Transformação Digital.

RISCO	Z_i	$d_{méd}$	CONSENSO	ANÁLISE
Ambiental				
RA1	0,36	0,20	66%	ACEITO
RA2	0,56	0,20	71%	ACEITO
RA3	0,40	0,22	65%	NÃO ACEITO
RA4	0,31	0,15	74%	ACEITO
Cultural				
RC1	0,50	0,26	19%	NÃO ACEITO
RC2	0,51	0,20	27%	ACEITO
RC3	0,50	0,17	45%	ACEITO
Econômico				
RE1	0,70	0,15	76%	ACEITO
RE2	0,57	0,23	60%	ACEITO
RE3	0,60	0,20	76%	ACEITO
RE4	0,52	0,21	31%	NÃO ACEITO
RE5	0,49	0,21	31%	NÃO ACEITO
Educacional				
RED1	0,43	0,20	61%	ACEITO
RED2	0,53	0,19	35%	ACEITO
RED3	0,51	0,16	47%	ACEITO
RED4	0,57	0,20	60%	ACEITO
Humano				
RH1	0,40	0,20	73%	ACEITO
RH2	0,50	0,17	44%	ACEITO
RH3	0,65	0,19	71%	ACEITO
RH4	0,70	0,20	71%	ACEITO
Saúde e Segurança				
RSS1	0,26	0,12	84%	ACEITO
RSS2	0,26	0,12	84%	ACEITO

RSS3	0,37	0,17	77%	ACEITO
RSS4	0,37	0,17	79%	ACEITO
Gestão				
RG1	0,43	0,17	76%	ACEITO
RG2	0,41	0,20	73%	ACEITO
RG3	0,48	0,18	39%	NÃO ACEITO
Organizacional				
RO1	0,44	0,19	71%	ACEITO
RO2	0,53	0,18	42%	ACEITO
RO3	0,50	0,20	31%	ACEITO
RO4	0,49	0,16	45%	NÃO ACEITO
Político-legal				
RPL1	0,34	0,19	69%	ACEITO
RPL2	0,44	0,19	71%	ACEITO
RPL3	0,44	0,20	63%	ACEITO
Social				
RS1	0,32	0,19	60%	ACEITO
RS2	0,42	0,20	71%	ACEITO
RS3	0,30	0,14	52%	NÃO ACEITO
Tecnológico				
RT1	0,60	0,20	60%	ACEITO
RT2	0,45	0,20	63%	ACEITO
RT3	0,60	0,20	68%	ACEITO
RT4	0,51	0,14	53%	ACEITO
RT5	0,55	0,22	65%	ACEITO
RT6	0,43	0,19	71%	ACEITO
RT7	0,51	0,17	39%	ACEITO
RT8	0,50	0,09	65%	ACEITO
RT9	0,50	0,17	44%	ACEITO
RT10	0,44	0,20	66%	ACEITO
RT11	0,50	0,17	42%	ACEITO
RT12	0,56	0,14	85%	ACEITO

Fonte: Autor (2024).

A análise dos riscos digitais com base no método *Fuzzy Delphi* apresenta resultados que refletem uma abordagem criteriosa, considerando parâmetros definidos como: intensidade ($Z_i \geq 0,5$), dispersão média ($d_{med} \leq 0,2$) e consenso ($\geq 60\%$). Para que um risco fosse considerado aceito, foi estabelecido que pelo menos dois dos três critérios deveriam estar dentro dos limites estabelecidos. Esse parâmetro permitiu uma maior flexibilidade, ao mesmo tempo em que manteve o rigor metodológico, permitindo identificar os riscos de maior relevância para o contexto analisado.

Os valores de intensidade (Z_i) desempenharam um papel central na análise, servindo como um parâmetro da relevância ou probabilidade de ocorrência de cada risco. Os riscos com valores de Z_i mais altos foram considerados mais urgentes e demandam ações imediatas de mitigação, pois apresentam maior potencial de impacto. Por outro lado, alguns riscos apresentaram valores de intensidade mais baixos, o que pode ser explicado pela percepção de menor probabilidade de ocorrência nas indústrias. Essa percepção de risco reduzido, por sua vez, pode comprometer os valores de dispersão média ($d_{méd}$), indicando uma maior variabilidade na opinião dos especialistas em relação à relevância desses riscos.

Os riscos digitais com os maiores valores de Z_i foram identificados como os mais críticos para o contexto manufatureiro, sendo eles: RE1 e RH4, ambos com um Z_i de 0,70, seguidos por RSS1 e RSS2, ambos com um valor de 0,65, e RH3 também com 0,65. Esses riscos refletem uma maior probabilidade de ocorrência, demandando ações imediatas de mitigação.

Por outro lado, os riscos com os menores valores de Z_i indicam uma percepção de menor relevância, sendo eles: RC3, com um Z_i de 0,17, seguido por RSS1 e RSS2, ambos com 0,26, e RS3 com 0,30, além de RA4, com 0,31. Esses valores sugerem que esses riscos possuem menor probabilidade de ocorrência, podendo ser tratados com menor urgência.

Na análise dos riscos digitais, os valores de $d_{méd}$ e consenso foram avaliados para identificar os níveis de concordância entre os especialistas. Os menores valores de $d_{méd}$, que indicam maior alinhamento nas opiniões, foram observados no risco RT8 com um valor de $d_{méd}$ de 0,09 e nos riscos RSS1 e RSS2, ambos com $d_{méd}$ de 0,12. Outro risco com baixa dispersão foi RA4, com $d_{méd}$ de 0,15. Em contrapartida, o maior valor de $d_{méd}$ foi identificado no risco RC1, com 0,26, indicando divergência entre os respondentes. Valores elevados também foram observados em RE2 e RA3, com 0,23 e 0,22, respectivamente, indicando diferentes interpretações sobre a probabilidade desses riscos.

Quanto ao consenso, os maiores níveis foram registrados em RSS1 e RSS2, ambos com 84%, sendo os riscos de maior probabilidade de ocorrência. Além deles, RSS3 e RSS4, também relacionados à saúde e segurança, alcançaram altos consensos de 77% e 79%, respectivamente. Por outro lado, o menor consenso foi encontrado em RC1, com apenas 19%, demonstrando discordância sobre sua probabilidade de ocorrência. Outros riscos com baixos níveis de consenso incluem RC2, com 27%, e RE5, com 31%, indicando que esses riscos possuem uma percepção distintas sobre a probabilidade de ocorrência.

De forma geral, os riscos que apresentaram simultaneamente baixos valores de d_{med} e altos níveis de consenso devem ser priorizados, pois demonstram criticidade evidente e alinhamento entre os especialistas quanto à sua relevância. Por outro lado, riscos com elevada dispersão e baixo consenso demandam maior investigação, pois podem representar lacunas no entendimento ou na percepção coletiva de sua importância. No entanto, os riscos não aceitos demandam estudos complementares para validar ou refinar as percepções iniciais, contribuindo para uma compreensão ainda mais profunda das probabilidades de riscos digitais no contexto da Transformação Digital em Indústrias.

A classificação dos 49 riscos digitais foi realizada com base nos parâmetros estabelecidos pelo método *Fuzzy*, considerando os critérios de valores *crisp* (Z_i), dispersão média (d_{med}) e consenso. Os riscos foram organizados em três categorias, conforme a quantidade de parâmetros atendidos.

Desta forma, a Tabela 14 tem por objetivo apresentar a classificação dos 49 riscos digitais em primeira ordem, segunda ordem e terceira ordem, conforme os critérios estabelecidos pelo método *Fuzzy Delphi*.

Tabela 14 - Classificação dos Riscos em Primeira, Segunda e Terceira Ordem de acordo com o método *Fuzzy Delphi*.

RISCO	Z_i	d_{med}	CONSENSO	ANÁLISE	ORDEM
Ambiental					
RA1	0,36	0,20	66%	ACEITO	2ª Ordem
RA2	0,56	0,20	71%	ACEITO	1ª Ordem
RA3	0,40	0,22	65%	NÃO ACEITO	3ª Ordem
RA4	0,31	0,15	74%	ACEITO	2ª Ordem
Cultural					
RC1	0,50	0,26	19%	NÃO ACEITO	1ª Ordem
RC2	0,51	0,20	27%	ACEITO	2ª Ordem
RC3	0,50	0,17	45%	ACEITO	2ª Ordem
Econômico					
RE1	0,70	0,15	76%	ACEITO	1ª Ordem
RE2	0,57	0,23	60%	ACEITO	2ª Ordem
RE3	0,60	0,20	76%	ACEITO	1ª Ordem
RE4	0,52	0,21	31%	NÃO ACEITO	3ª Ordem
RE5	0,49	0,21	31%	NÃO ACEITO	3ª Ordem
Educacional					
RED1	0,43	0,20	61%	ACEITO	2ª Ordem
RED2	0,53	0,19	35%	ACEITO	2ª Ordem
RED3	0,51	0,16	47%	ACEITO	2ª Ordem
RED4	0,57	0,20	60%	ACEITO	1ª Ordem
Humano					

RH1	0,40	0,20	73%	ACEITO	2ª Ordem
RH2	0,50	0,17	44%	ACEITO	2ª Ordem
RH3	0,65	0,19	71%	ACEITO	1ª Ordem
RH4	0,70	0,20	71%	ACEITO	1ª Ordem
Saúde e Segurança					
RSS1	0,26	0,12	84%	ACEITO	2ª Ordem
RSS2	0,26	0,12	84%	ACEITO	2ª Ordem
RSS3	0,37	0,17	77%	ACEITO	2ª Ordem
RSS4	0,37	0,17	79%	ACEITO	2ª Ordem
Gestão					
RG1	0,43	0,17	76%	ACEITO	2ª Ordem
RG2	0,41	0,20	73%	ACEITO	2ª Ordem
RG3	0,48	0,18	39%	NÃO ACEITO	3ª Ordem
Organizacional					
RO1	0,44	0,19	71%	ACEITO	2ª Ordem
RO2	0,53	0,18	42%	ACEITO	2ª Ordem
RO3	0,50	0,20	31%	ACEITO	2ª Ordem
RO4	0,49	0,16	45%	NÃO ACEITO	3ª Ordem
Político-legal					
RPL1	0,34	0,19	69%	ACEITO	2ª Ordem
RPL2	0,44	0,19	71%	ACEITO	2ª Ordem
RPL3	0,44	0,20	63%	ACEITO	2ª Ordem
Social					
RS1	0,32	0,19	60%	ACEITO	2ª Ordem
RS2	0,42	0,20	71%	ACEITO	2ª Ordem
RS3	0,30	0,14	52%	NÃO ACEITO	3ª Ordem
Tecnológico					
RT1	0,60	0,20	60%	ACEITO	1ª Ordem
RT2	0,45	0,20	63%	ACEITO	2ª Ordem
RT3	0,60	0,20	68%	ACEITO	1ª Ordem
RT4	0,51	0,14	53%	ACEITO	2ª Ordem
RT5	0,55	0,22	65%	ACEITO	2ª Ordem
RT6	0,43	0,19	71%	ACEITO	2ª Ordem
RT7	0,51	0,17	39%	ACEITO	2ª Ordem
RT8	0,50	0,09	65%	ACEITO	1ª Ordem
RT9	0,50	0,17	44%	ACEITO	2ª Ordem
RT10	0,44	0,20	66%	ACEITO	2ª Ordem
RT11	0,50	0,17	42%	ACEITO	2ª Ordem
RT12	0,56	0,14	85%	ACEITO	1ª Ordem

Fonte: Autor (2024).

Observa-se que, após a aplicação do método *Fuzzy Delphi*, 11 riscos digitais foram classificados como de 1ª Ordem, indicando que atenderam aos três critérios estabelecidos (Z_i , $d_{méd}$ e Consenso) e, portanto, são os mais críticos, demandando atenção prioritária para ações

de mitigação. 32 riscos foram classificados como de 2ª Ordem, pois atenderam a dois dos três critérios, evidenciando uma relevância moderada, mas que ainda requer monitoramento e ações específicas de mitigação. Por fim, 6 riscos foram classificados como de 3ª Ordem, atendendo a apenas um ou nenhum critério, sendo considerados de menor criticidade no cenário analisado.

Com o Instrumento de Pesquisa validado tanto pelo *Alfa de Cronbach* quanto pelo Método *Fuzzy Delphi*, a próxima seção deste capítulo apresenta os Resultados e Diagnóstico do Modelo Integrado de Avaliação dos Riscos Digitais.

4.3 Resultados para o modelo integrado para avaliação dos riscos digitais no contexto da transformação digital

4.3.1 Apresentação do perfil dos respondentes

Para validação do modelo proposto, o instrumento de pesquisa (questionário) foi enviado para indústrias brasileiras, por sua destacada preparação para o processo de transformação digital. De modo geral, as empresas desse setor já apresentam um nível elevado de maturidade tecnológica, o que as posiciona de maneira favorável para adotar as inovações digitais e aprimorar seus processos.

O questionário foi distribuído por meio do *LinkedIn*, rede de contatos e *WhatsApp*, entre os meses de setembro e outubro de 2024. Foram enviados 550 questionários para profissionais da indústria brasileira, que compõem a população do estudo, e obteve-se um retorno de 24%, com 132 questionários respondidos.

Dos 132 respondentes, 87 estavam completos, correspondendo a 15,81% da taxa de respostas, sendo essa a amostra considerada para análise e discussões deste estudo. Esse fato justifica-se, pois, 45 respondentes deixaram o questionário incompleto, não respondendo todas as 166 questões que compõem o questionário. Dos 87 respondentes que estavam completos, mais alguns foram excluídos desta lista de respondentes, sendo 2 respondentes que não possuíam um conhecimento de no mínimo nota de seis em relação as tecnologias da transformação digital; 4 foram excluídos por não utilizar nenhuma das tecnologias na indústria que trabalha; 7 foram excluídos por trabalharem em empresas de tecnologias, não trabalhando diretamente com a indústria e 12 foram excluídos por não trabalharem diretamente com a gestão da indústria, sendo 1 assistente, 1 faturista, 2 estagiários, 1 desenhista, 1 almoxarife, 1 recursos humanos, 1 empresa de consultoria, 2 na estação de tratamento de água e 2 prestadores de

serviços, totalizando mais 25 exclusões. Desta forma, a amostragem final foi de 62 respondentes, que corresponde a 11,27% em relação a população.

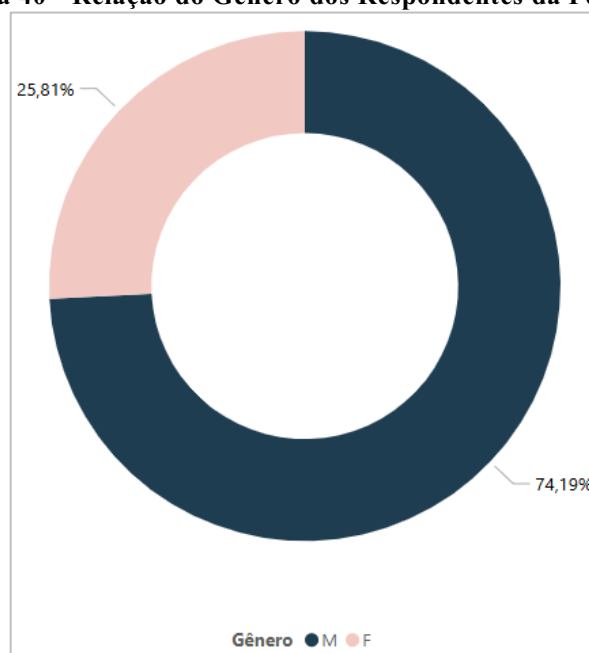
A Tabela 15 tem por objetivo apresentar as características e dados demográficos do perfil da amostra. Apresenta dados como gênero do respondente, cargo que ocupa na Indústria, formação acadêmica e profissão.

Tabela 15 - Dados Demográficos da Amostra de Respondentes.

GÊNERO	FREQUÊNCIA	%
M	46	74,19%
F	16	25,81%
TOTAL	62	100,00%
CARGO	FREQUÊNCIA	%
CEO	1	1,61%
Gerente	4	6,45%
Gestor	7	11,29%
Coordenador	15	24,19%
Líder	3	4,84%
Especialista	17	27,42%
Analista	15	24,19%
TOTAL	62	100,00%
FORMAÇÃO ACADÊMICA	FREQUÊNCIA	%
Superior Completo	11	17,74%
Superior Incompleto	1	1,61%
Pós-Graduação Completa	36	58,06%
Pós-Graduação Incompleta	4	6,45%
Mestrado Completo	5	8,06%
Mestrado Incompleto	3	4,84%
Doutorado Incompleto	2	3,23%
TOTAL	62	100,00%
PROFISSÃO	FREQUÊNCIA	%
Engenharia	48	77,42%
Administração	4	6,45%
Logística	1	1,61%
Tecnologia da Informação (TI)	5	8,06%
Economia	1	1,61%
Outros	3	4,84%
TOTAL	62	100,00%

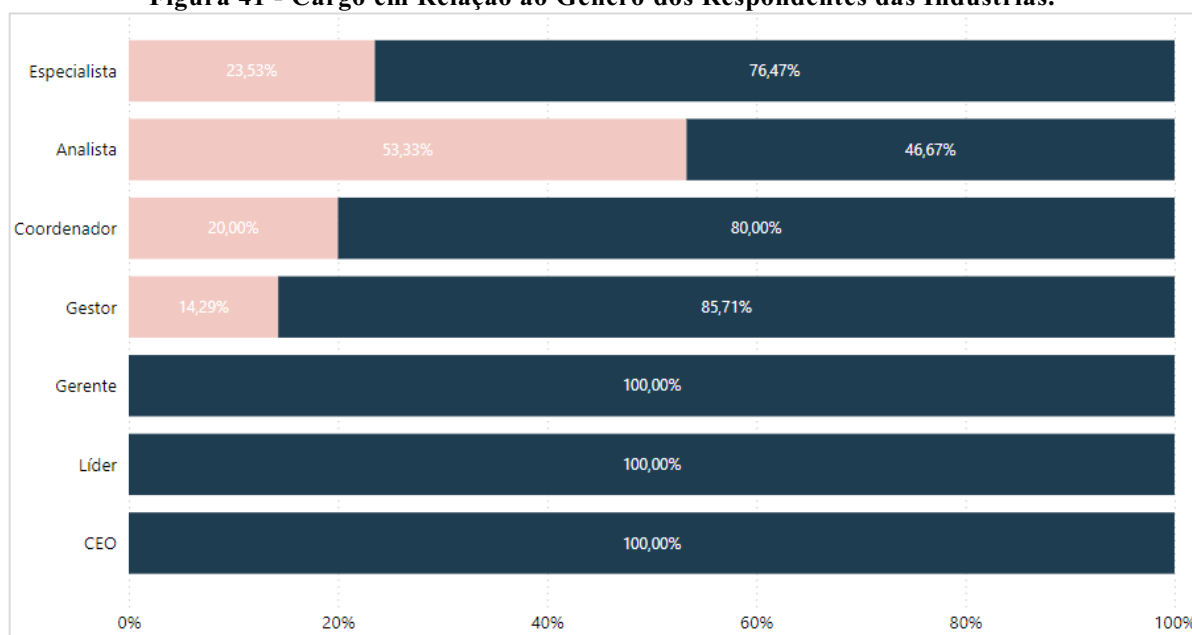
Fonte: Autor (2024).

De forma a compreender melhor os resultados e apresentar graficamente os resultados tabulados na Tabela 15, a Figura 40, apresenta a relação do gênero dos respondentes.

Figura 40 - Relação do Gênero dos Respondentes da Pesquisa.

Fonte: Autor (2024).

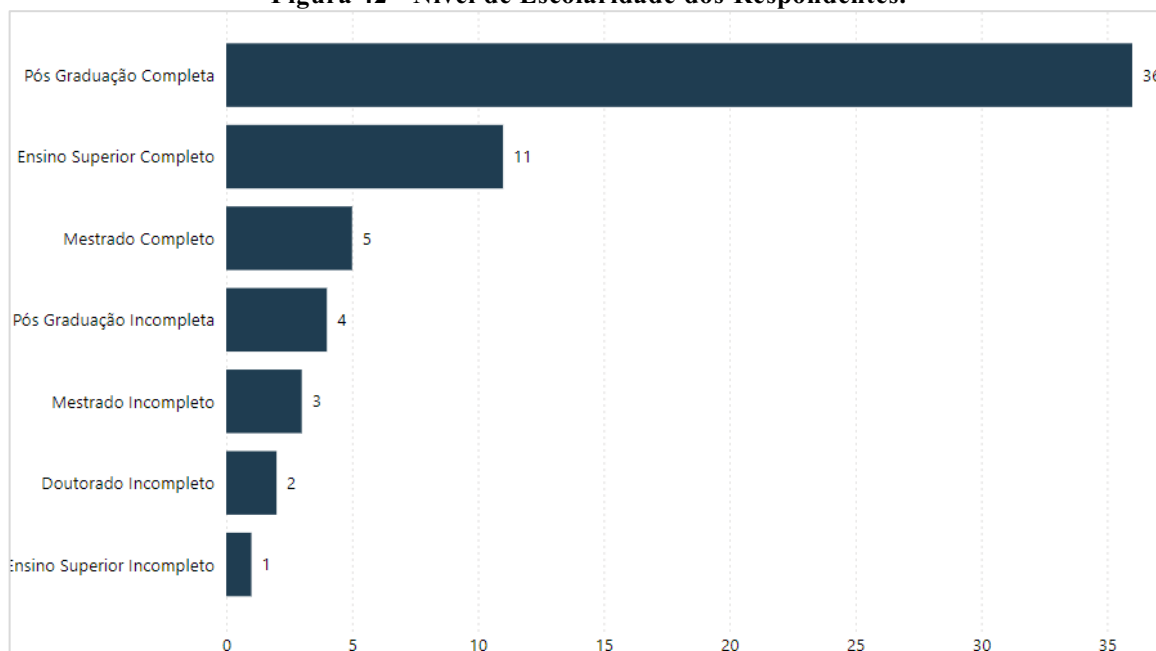
Ao analisar os dados contemplados na Figura 40, observa-se que dos 62 respondentes, 46 são do gênero masculino (correspondendo a quase 75% do total de respondentes). O que demonstra uma predominância masculina no contexto industrial. A Figura 41, apresenta o cargo que estes respondentes ocupam dentro da Indústria, em que, foi realizada a análise comparando o gênero dos respondentes.

Figura 41 - Cargo em Relação ao Gênero dos Respondentes das Indústrias.

Fonte: Autor (2024).

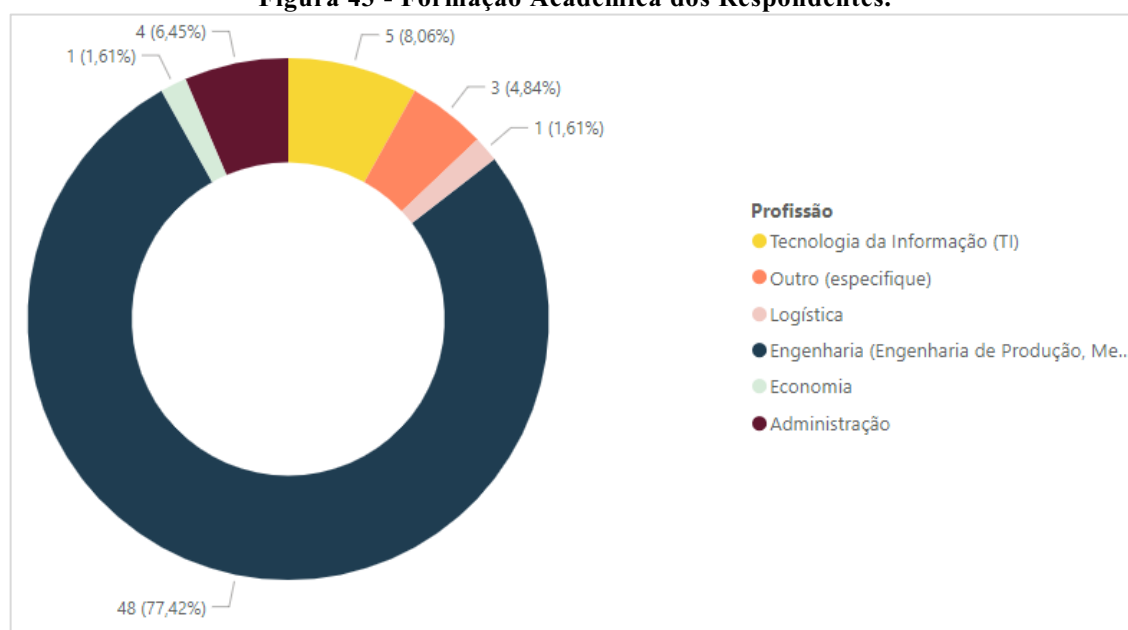
Em relação aos cargos ocupados pelos respondentes, conforme apresentado na Figura 40, observa-se que a maior predominância foi de especialistas, com 17 participantes (um pouco mais de 27%), seguidos por coordenadores e analistas, com 15 respondentes em cada categoria, representando pouco mais de 24% do total. Ao comparar os dados com o gênero, percebe-se que o percentual de mulheres respondentes para o cargo de analista foi superior ao de homens. No entanto, à medida que as funções se tornam mais altas na hierarquia das empresas, a presença de mulheres diminui consideravelmente, enquanto os cargos de maior hierarquia foram predominantemente ocupados por homens. A partir da Figura 42, observa-se o nível de escolaridade dos respondentes.

Figura 42 - Nível de Escolaridade dos Respondentes.



Fonte: Autor (2024).

Observa-se na Figura 42 que, mais da metade dos respondentes (36 deles, que corresponde a 58,06%, possui pós-graduação completa. Nota-se também que, somente 1 respondente possui graduação incompleta, e em se tratando de mestrados e doutorado, 5 possuem mestrado completo, 3 mestrados incompleto e 2 doutorados incompleto, correspondendo respectivamente a 8,06%, 4,84% e 3,23%. A Figura 43 apresenta a Formação Acadêmica dos Respondentes.

Figura 43 - Formação Acadêmica dos Respondentes.

Fonte: Autor (2024).

Observa-se na Figura 43 que, 48 respondentes (77,42%) são formados em Engenharia sendo Engenharia de Produção, Mecânica, Elétrica, Civil, Química ou Ambiental). Já 5 respondentes são formados em Tecnologia da Informação (TI), que corresponde a 8,06%. E ainda, que a categoria “outros”, teve 3 respostas, sendo esse 1 respondente formado em Qualidade, 1 em Segurança do Trabalho e 1 Pedagoga, mostrando a diversidade dos profissionais que estão atuando com a Transformação Digital na Indústria.

4.3.2 Caracterização das indústrias

A Tabela 16 apresenta a caracterização das indústrias às quais os respondentes pertencem, fornecendo informações detalhadas sobre o estado de localização das indústrias, seus segmentos de atuação, natureza e porte.

A partir da análise da Tabela 11 e da Figura 38, observa-se que o Risco de Alto Custo de Investimento e Implementação (RE1), pertencente à Dimensão Econômica, apresentou a maior incidência, com 40 fontes. Esse resultado indica que os altos custos associados à adoção e implementação de tecnologias da Indústria 4.0 representam uma barreira significativa para muitas empresas, impactando sua capacidade de modernização e adaptação ao novo cenário tecnológico.

Em seguida, destaca-se o Risco de Falta de Segurança Cibernética e Proteção de Dados (RT2), que foi o de maior ocorrência, com 39 fontes, seguido pelo Risco de Ataque Cibernético

(RT3), ambos pertencentes à Dimensão Tecnológica. Entre os 49 riscos mapeados, nota-se que as maiores ocorrências estão concentradas na Dimensão Tecnológica, evidenciando que os riscos tecnológicos são os mais propensos a ocorrer e também os mais prejudiciais no contexto da Transformação Digital. Isso ressalta a importância da segurança digital e da proteção de dados como elementos críticos para a mitigação dos riscos e a sustentabilidade das inovações tecnológicas nas indústrias.

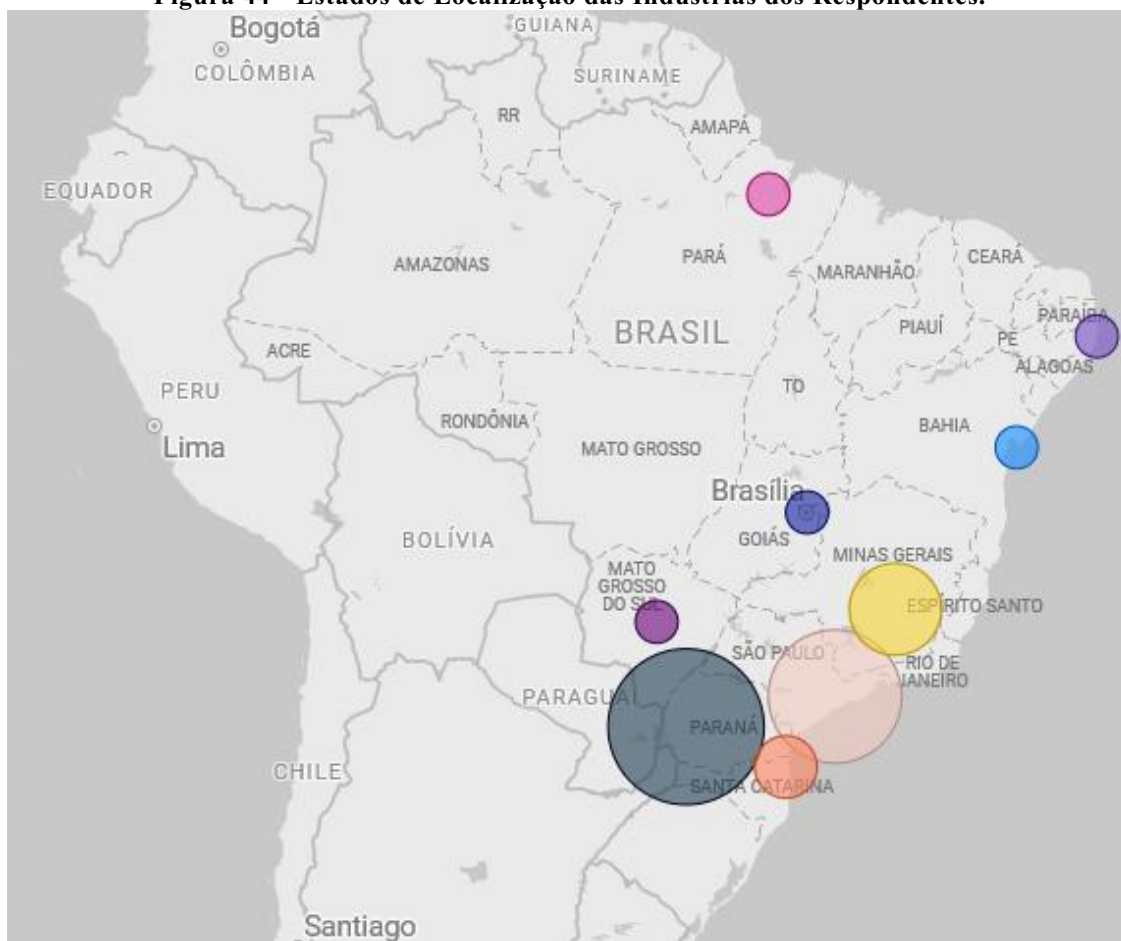
Tabela 16 - Caracterização das Indústrias dos Respondentes.

ESTADO	FREQUÊNCIA	%
BA	1	1,61%
DF	1	1,61%
MS	1	1,61%
MG	8	12,90%
PA	1	1,61%
PR	27	43,55%
PE	1	1,61%
SC	3	4,84%
SP	19	30,65%
TOTAL	62	100,00%
SEGMENTO	FREQUÊNCIA	%
Alimentos e Bebidas	12	19,35%
Automotivo	7	11,29%
Construção Civil	1	1,61%
Embalagens	2	3,23%
Equipamentos e Aparelhos Elétricos	3	4,84%
Farmacêutico/Médico	3	4,84%
Máquinas/Mecânico/Metais	2	3,23%
Papel e Celulose	19	30,65%
Petroquímica e Gás	1	1,61%
Outros	12	19,35%
TOTAL	62	100,00%
NATUREZA	FREQUÊNCIA	%
Multinacional	43	69,35%
Setor Privado	16	25,81%
Setor Público	3	4,84%
TOTAL	62	100,00%
PORTE	FREQUÊNCIA	%
Pequena – 10 a 49 Trabalhadores	2	3,23%
Grande – Maior que 250 Trabalhadores	60	96,77%
TOTAL	62	100,00%

Fonte: Autor (2024).

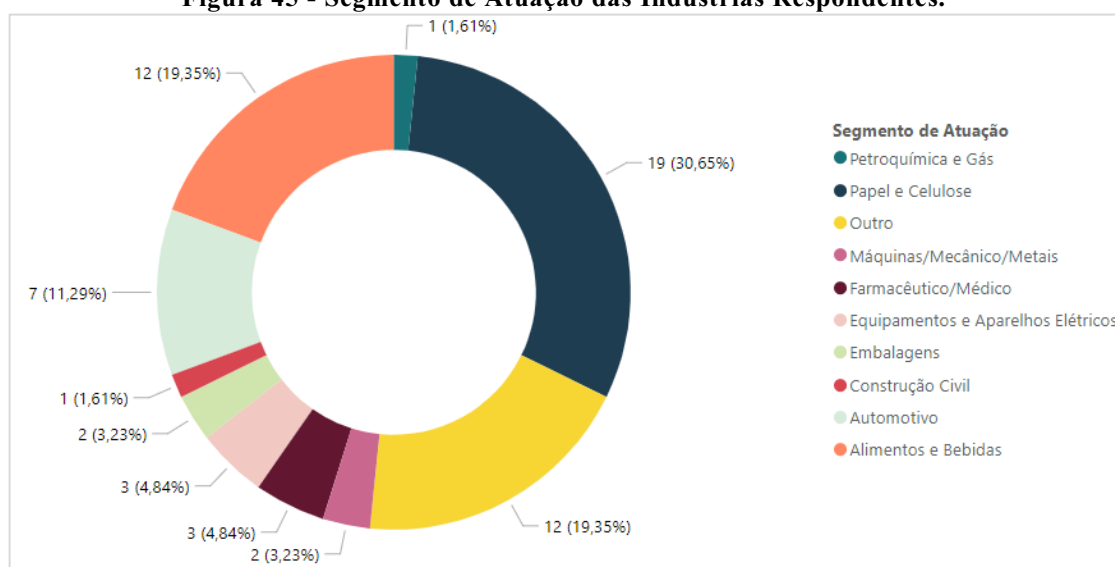
Novamente para uma melhor compreensão e de forma a apresentar as informações apresentadas na Tabela 16 de forma gráfica, a Figura 44, apresenta a relação de Indústrias que participaram do estudo classificados de acordo com o Estado de localização.

Figura 44 - Estados de Localização das Indústrias dos Respondentes.



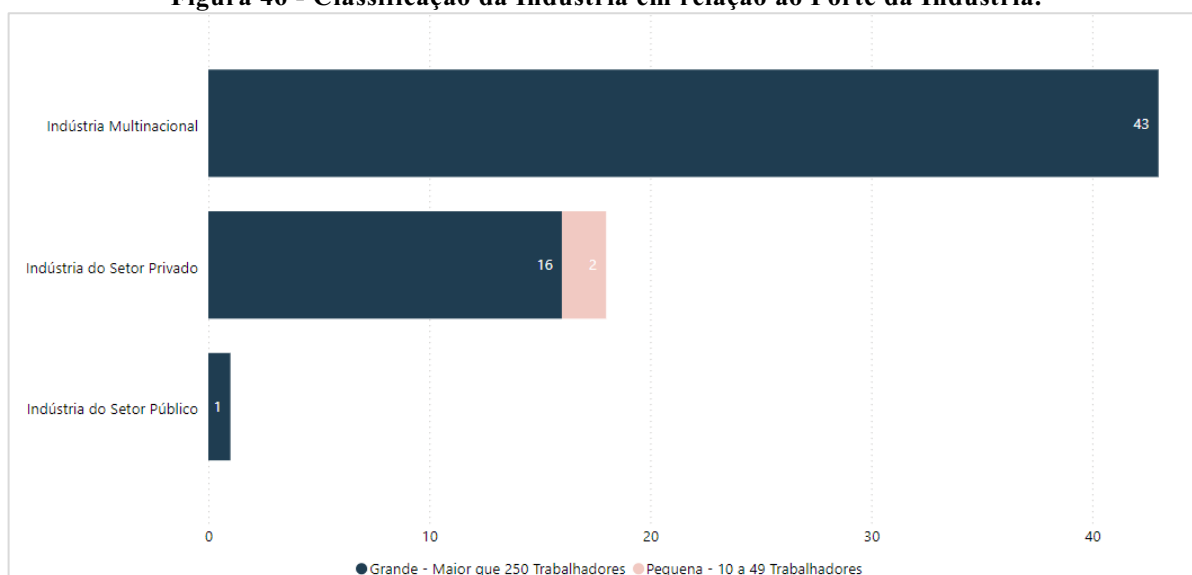
Fonte: Autor (2024).

A partir da Figura 44, observa-se que o estado com maior predominância das respostas é o Estado do Paraná com 27 respondentes (43,55%). Seguidos pelos estados de São Paulo, Minas Gerais e Santa Catarina, com 19, 8 e 3 respondentes cada uma, que correspondem a 30,65%, 12,90% e 4,84%, respectivamente. Os demais estados, como Bahia, Distrito Federal, Mato Grosso do Sul, Pará e Pernambuco, obtiveram um respondente em cada um dos estados, o que corresponde a 1,61% do total de respondentes cada. A partir da Figura 45 pode-se conferir o semento de atuação das Indústrias.

Figura 45 - Segmento de Atuação das Indústrias Respondentes.

Fonte: Autor (2024).

Com a Figura 44, observa-se que o segmento de atuação da indústria predominante é o segmento de Celulose e Papel com 19 respondentes, correspondendo a 30,65%. O setor de alimentos e bebidas também foi destaque, apresentando 12 respondentes, que corresponde a 19,33%. Observa-se também que a opção de “outros” foi assinalada também por 12 respondentes, sendo 1 da indústria de eletrodomésticos, 2 da química, 2 da indústria de borracha, 1 de máquinas agrícolas, 2 de produtos de limpeza, 1 de mineração, 1 da usina de preservação, 1 representando o segmento da agroindústria e 1 da indústria cimenteira. A Figura 46 tem apresenta a classificação da Indústria quanto à natureza e também ao porte da Indústria.

Figura 46 - Classificação da Indústria em relação ao Porte da Indústria.

Fonte: Autor (2024).

A Figura 46 apresenta que quanto à natureza, 43 dos respondentes estão lotados a Indústria Multinacional (69,35%), enquanto, a indústria do setor privado e do setor público, representam respectivamente, 25,81% e 4,84%. Quanto ao porte, percebe-se que 62 são consideradas como grande indústria (mais de 250 trabalhadores), representando um percentual de 96,77%, e a pequena indústria que vai até 49 trabalhadores, representando 3,23%.

Uma parte do questionário também avaliou sobre o tempo de atuação dos respondentes na Indústria, bem como o nível de conhecimento em relação as tecnologias da Indústria 4.0 e sobre quais as tecnologias impulsionadoras da Indústria 4.0 são utilizadas ou aplicadas na Indústria. Desta forma, a Tabela 17 apresenta de forma tabular os resultados destas perguntas.

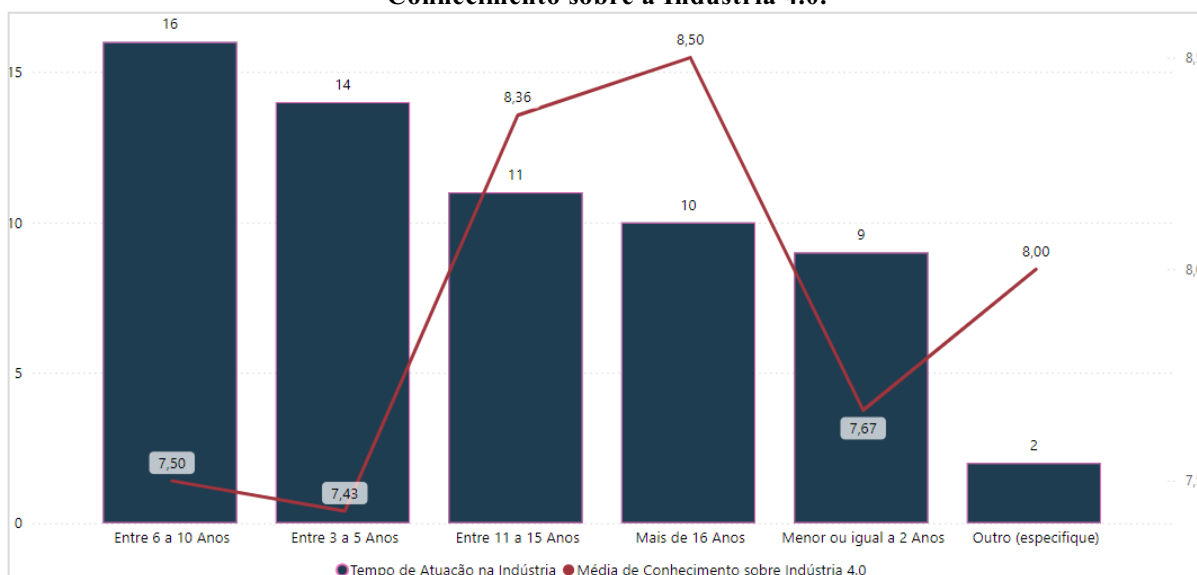
Tabela 17 - Tempo de Atuação, Nível de Conhecimento e Tecnologias da Indústria 4.0.

TEMPO DE ATUAÇÃO	FREQUÊNCIA	%
Menor ou igual a 2 Anos	9	14,52%
Entre 3 e 5 Anos	14	22,58%
Entre 6 e 10 Anos	16	25,81%
Entre 11 e 15 Anos	11	17,74%
Mais de 16 Anos	10	16,13%
Outros	2	3,23%
TOTAL	62	100,00%
NÍVEL CONHECIMENTO	FREQUÊNCIA	%
6	10	16,13%
7	12	19,35%
8	22	35,48%
9	14	22,58%
10	4	6,45%
TOTAL	62	100,00%
TECNOLOGIAS DA INDÚSTRIA 4.0	FREQUÊNCIA	%
<i>Big Data</i>	16	9,09%
<i>Blockchain</i>	1	0,57%
<i>Cloud Computing</i>	16	9,09%
<i>Cyber-Physical System (CPS)</i>	4	2,27%
<i>Cyber Security</i>	26	14,77%
Inteligência Artificial (IA)	17	9,66%
<i>Internet of Things (IoT)</i>	8	4,55%
<i>Internet Industrial das Coisas (IIoT)</i>	15	8,52%
<i>Machine Learning</i>	18	10,23%
Manufatura Aditiva	7	3,98%
RFID	12	6,82%
Realidade Aumentada/Realidade Virtual	8	4,55%
Robôs Autônomos	15	8,52%
Simulação	13	7,39%
TOTAL	176	100,00%

Fonte: Autor (2024).

A Figura 47 apresenta o resultado do tempo de atuação dos respondentes na Indústria em função do nível de conhecimento que os respondentes possuem em relação as Tecnologias da Indústria 4.0.

Figura 47 - Tempo de Atuação na Indústria em Relação à Média de Conhecimento sobre a Indústria 4.0.



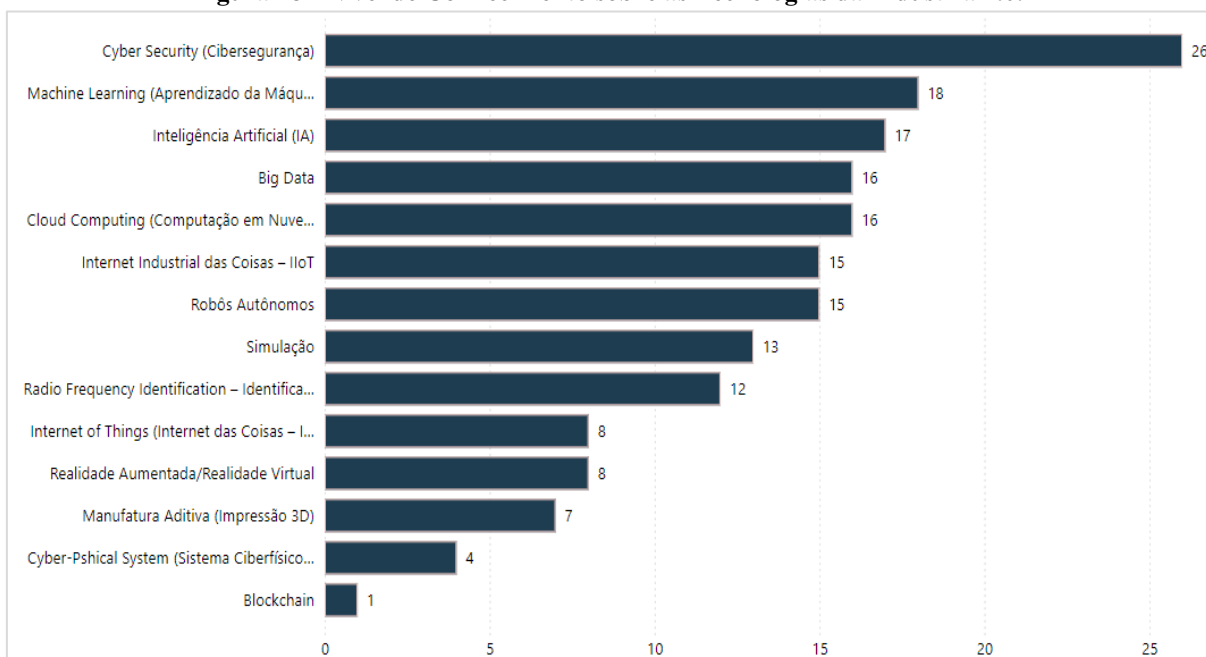
Fonte: Autor (2024).

Como resultado, pode-se observar pela Figura 47 que 16 respondentes atuam entre 6 e 10 anos na indústria (25,81%), enquanto 14 atuam entre 3 e 5 anos na indústria (22,58%), 11 respondentes atuam entre 11 e 15 anos (17,74%), 10 respondentes a mais de 10 anos (16,13%), 9 respondentes trabalham a menos de 2 anos (14,52%), e 1 respondente trabalha na indústria há mais de 25 anos e outro a mais de 40 anos. Já em relação ao nível de conhecimento, como foi mencionado na metodologia deste estudo, foi delimitado uma nota de corte mínima de 6 pontos, desta forma, 4 respondentes apontaram que possuem alto conhecimento em relação as tecnologias da Indústria 4.0, apresentando uma nota 10 (6,45%), 14 respondentes responderam com nota 9 (22,58%), 22 respondentes nota 8 (35,48%), 12 respondentes nota 7 e 10 respondentes nota 6, demonstrando que em média, o nível de conhecimento destes respondentes são consideradas alta.

Em relação à média de conhecimento sobre as tecnologias da Indústria, observa-se que aqueles que estão atuando por mais de 16 anos na indústria, são aqueles que apresentam maior conhecimento em relação as tecnologias da Indústria 4.0, com uma média de 8,50 pontos (em uma escala de 1 a 10). Em seguida, destaca-se os respondentes que atuam na indústria entre 11 e 15 anos, com 8,36 pontos. Nota-se que a menor média de conhecimento são daqueles que

atuam na indústria entre 3 e 5 anos, com uma média de 7,43 pontos. Também foi possível identificar quais são as tecnologias da Indústria 4.0 são mais utilizadas ou aplicadas na Indústria, conforme apresentado na Figura 48.

Figura 48 - Nível de Conhecimento sobre as Tecnologias da Indústria 4.0.



Fonte: Autor (2024).

A partir da Figura 48, observa-se que a tecnologia mais utilizada nas indústrias dos respondentes foi a *Cyber Security* (Cibersegurança), sendo utilizada por 26 indústrias (14,77%). Em seguida, aparecem o *Machine Learning* (Aprendizado de Máquina) com 18 indústrias (10,23%). Empatados com 16 ocorrências, aparecem o *Big Data* e *Cloud Computing* (Computação em Nuvem), representando um percentual de 9,09%.

Pela Figura, ainda é capaz de observar que as Tecnologias menos utilizadas são o Blockchain com apenas 1 ocorrência (0,57%), Cyber-Physical System (sistema Ciberfísico CPS) com 4 ocorrências (2,27%) e Manufatura Aditiva (Impressão 3D) com 7 ocorrências, que corresponde a um percentual de 3,98%.

A partir da caracterização do perfil do respondente e da caracterização das Indústrias que os respondentes pertencem, foi possível avaliar os riscos digitais do contexto da transformação digital, conforme descrito no tópico a seguir.

4.3.3 Diagnóstico do modelo integrado dos riscos digitais da transformação digital

Para calcular o nível de Riscos Digitais da Transformação Digital em Indústrias, utilizou-se a média aritmética obtidas pela escala *Likert* (1 a 5) das 11 dimensões e dos 49 riscos. O resultado obtido foi considerado como o Nível de Risco que foi classificado em 5 níveis (pouca, baixa, moderada, alta e elevada probabilidade de risco). De forma a facilitar a compreensão, optou-se em representar os resultados em forma tabular (com a média final por dimensão), conforme apresentado pela Tabela 18. A tabulação completa com todas as notas atribuídas pelos respondentes pode ser visualizada no Apêndice H. Esse apêndice apresenta de forma detalhada os dados coletados, permitindo uma análise mais aprofundada sobre a distribuição das respostas e a percepção dos participantes em relação aos riscos digitais da transformação digital.

Tabela 18 - Classificação dos Níveis de Riscos Digitais por Indústria Respondente.

Nº.	RA	RC	RE	RED	RH	RSS	RG	RO	RPL	RS	RT	MÉDIA	CLASSIFICAÇÃO
1	2,75	3,00	3,00	3,00	3,75	2,75	2,33	3,00	2,00	2,67	2,58	2,80	NÍVEL 3 - Moderada Probabilidade de Risco
2	2,50	3,67	3,00	4,25	2,75	2,00	3,00	3,75	2,33	2,67	3,17	3,01	NÍVEL 3 - Moderada Probabilidade de Risco
3	3,50	4,00	4,00	3,50	2,75	2,25	3,33	3,25	3,00	3,00	3,08	3,24	NÍVEL 4 - Alta Probabilidade de Risco
4	3,00	4,00	4,00	5,00	5,00	2,00	4,00	3,25	3,33	2,00	4,42	3,64	NÍVEL 4 - Alta Probabilidade de Risco
5	1,25	3,00	3,20	3,75	3,50	2,25	2,33	2,75	1,33	2,00	3,50	2,62	NÍVEL 3 - Moderada Probabilidade de Risco
6	2,50	2,00	3,20	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,33	2,67	3,25	2,36	NÍVEL 3 - Moderada Probabilidade de Risco
7	3,75	4,00	4,40	3,25	3,75	3,75	3,67	3,50	3,67	3,67	3,92	3,76	NÍVEL 4 - Alta Probabilidade de Risco
8	3,75	1,33	3,40	2,00	2,25	2,75	2,00	2,25	1,00	1,00	1,83	2,14	NÍVEL 3 - Moderada Probabilidade de Risco
9	3,25	1,00	3,00	1,50	1,00	2,00	1,00	1,50	1,67	2,33	1,25	1,77	NÍVEL 2 - Baixa Probabilidade de Risco
10	2,00	2,33	2,60	2,75	3,50	2,00	2,33	3,50	2,67	3,00	2,50	2,65	NÍVEL 3 - Moderada Probabilidade de Risco
11	2,25	4,00	3,80	4,25	3,50	1,00	3,33	3,50	2,00	2,33	2,08	2,91	NÍVEL 3 - Moderada Probabilidade de Risco
12	1,00	3,33	4,40	2,00	3,50	1,50	4,67	4,00	3,00	3,67	3,67	3,16	NÍVEL 4 - Alta Probabilidade de Risco
13	1,00	1,67	3,40	2,75	3,50	1,50	3,00	3,00	2,67	2,67	2,33	2,50	NÍVEL 3 - Moderada Probabilidade de Risco
14	3,50	4,67	3,40	3,00	3,75	2,00	3,67	3,00	4,33	3,33	4,08	3,52	NÍVEL 4 - Alta Probabilidade de Risco
15	2,50	2,00	3,40	2,25	2,00	2,00	2,67	2,00	2,00	2,33	1,92	2,28	NÍVEL 3 - Moderada Probabilidade de Risco
16	2,00	3,67	2,80	2,75	2,00	1,75	2,33	2,75	2,67	2,00	2,83	2,50	NÍVEL 3 - Moderada Probabilidade de Risco
17	3,75	2,00	2,20	3,50	2,50	2,00	2,00	2,25	3,00	2,00	2,92	2,56	NÍVEL 3 - Moderada Probabilidade de Risco
18	3,00	4,00	3,20	2,50	3,00	2,50	3,67	3,00	2,67	2,33	2,42	2,93	NÍVEL 3 - Moderada Probabilidade de Risco
19	2,25	2,67	2,80	2,50	3,25	2,75	2,67	3,25	3,33	2,67	3,08	2,84	NÍVEL 3 - Moderada Probabilidade de Risco
20	3,75	2,67	2,60	3,00	2,50	2,50	3,33	4,00	3,00	2,00	2,58	2,90	NÍVEL 3 - Moderada Probabilidade de Risco
21	2,75	3,67	2,60	1,75	2,00	1,00	1,00	2,25	2,00	2,00	3,00	2,18	NÍVEL 3 - Moderada Probabilidade de Risco
22	3,25	3,67	3,60	3,50	3,75	2,75	3,00	5,00	3,00	2,00	4,42	3,45	NÍVEL 4 - Alta Probabilidade de Risco
23	4,50	2,33	3,80	3,75	4,25	2,75	3,00	3,75	3,33	2,67	3,00	3,38	NÍVEL 4 - Alta Probabilidade de Risco
24	2,75	1,00	2,80	1,50	2,50	1,50	1,33	2,50	2,67	2,00	2,42	2,09	NÍVEL 3 - Moderada Probabilidade de Risco
25	2,00	4,00	3,60	4,00	3,50	1,75	3,33	3,00	2,67	2,33	3,58	3,07	NÍVEL 4 - Alta Probabilidade de Risco
26	2,00	1,00	2,40	2,00	2,25	1,75	2,00	2,25	2,33	2,00	1,67	1,97	NÍVEL 2 - Baixa Probabilidade de Risco
27	1,25	2,67	2,80	4,00	3,25	2,50	3,00	3,00	3,33	4,67	3,50	3,09	NÍVEL 4 - Alta Probabilidade de Risco
28	2,75	1,67	2,20	2,00	2,50	1,75	2,00	3,00	1,67	1,33	2,00	2,08	NÍVEL 3 - Moderada Probabilidade de Risco
29	2,50	3,33	3,60	3,50	3,25	2,25	3,33	4,00	2,67	4,00	3,25	3,24	NÍVEL 4 - Alta Probabilidade de Risco
30	1,25	1,67	1,80	2,75	3,25	1,50	2,67	1,75	2,33	1,67	2,00	2,06	NÍVEL 3 - Moderada Probabilidade de Risco
31	2,00	4,33	4,20	4,50	4,00	2,25	3,00	3,00	3,00	3,00	2,67	3,27	NÍVEL 4 - Alta Probabilidade de Risco
32	2,50	4,00	4,20	3,75	4,00	4,00	3,33	3,25	3,00	2,67	3,58	3,48	NÍVEL 4 - Alta Probabilidade de Risco
33	1,75	2,00	2,00	1,50	1,75	2,25	2,00	2,00	2,00	2,00	1,92	1,92	NÍVEL 2 - Baixa Probabilidade de Risco
34	2,75	2,67	4,20	4,25	3,75	2,50	3,00	3,00	3,33	3,00	3,75	3,29	NÍVEL 4 - Alta Probabilidade de Risco
35	3,50	4,67	2,60	4,00	4,25	1,00	4,33	4,00	3,33	2,00	3,17	3,35	NÍVEL 4 - Alta Probabilidade de Risco
36	2,00	3,00	3,00	4,00	4,00	1,25	3,67	3,25	1,67	2,00	2,08	2,72	NÍVEL 3 - Moderada Probabilidade de Risco
37	1,00	1,67	1,80	1,25	2,25	2,00	1,33	1,75	1,00	1,00	1,67	1,52	NÍVEL 2 - Baixa Probabilidade de Risco
38	2,25	3,00	2,80	4,25	3,75	2,50	3,33	3,00	3,33	3,00	4,33	3,23	NÍVEL 4 - Alta Probabilidade de Risco
39	3,00	2,33	3,20	1,75	2,75	2,75	2,67	2,25	2,67	3,00	3,08	2,68	NÍVEL 3 - Moderada Probabilidade de Risco
40	1,00	3,00	2,20	3,00	2,50	1,00	1,33	1,50	3,00	1,00	1,92	1,95	NÍVEL 2 - Baixa Probabilidade de Risco
41	2,50	2,33	3,40	3,75	4,00	3,00	3,67	3,75	2,00	2,00	3,17	3,05	NÍVEL 4 - Alta Probabilidade de Risco

42	2,75	3,00	2,80	1,50	2,25	1,75	2,00	3,00	3,00	2,67	3,25	2,54	NÍVEL 3 - Moderada Probabilidade de Risco
43	2,00	1,67	1,80	2,00	3,00	1,75	1,33	3,00	1,67	1,00	1,75	1,91	NÍVEL 2 - Baixa Probabilidade de Risco
44	2,50	4,00	3,20	3,25	3,50	2,50	3,00	4,00	3,33	3,00	3,75	3,28	NÍVEL 4 - Alta Probabilidade de Risco
45	2,25	4,00	2,60	3,00	3,00	3,00	3,00	2,75	2,67	2,67	3,00	2,90	NÍVEL 3 - Moderada Probabilidade de Risco
46	2,50	3,33	3,60	3,75	3,75	2,25	3,67	3,00	3,00	2,33	3,33	3,14	NÍVEL 4 - Alta Probabilidade de Risco
47	4,25	2,67	4,00	4,00	3,25	2,50	3,67	3,75	3,67	3,67	3,17	3,51	NÍVEL 4 - Alta Probabilidade de Risco
48	2,25	3,33	4,20	3,25	3,00	3,50	2,67	3,50	3,33	3,00	3,25	3,21	NÍVEL 4 - Alta Probabilidade de Risco
49	2,50	3,67	3,00	3,75	4,00	2,50	3,00	2,75	4,00	4,33	3,25	3,34	NÍVEL 4 - Alta Probabilidade de Risco
50	2,75	4,00	2,80	4,00	3,75	2,75	2,67	3,00	3,67	3,33	2,42	3,19	NÍVEL 4 - Alta Probabilidade de Risco
51	2,25	3,00	4,00	2,75	3,75	2,25	2,33	3,25	4,00	3,33	3,42	3,12	NÍVEL 4 - Alta Probabilidade de Risco
52	1,75	1,33	3,00	3,50	3,00	1,75	2,00	2,75	2,33	2,00	3,50	2,45	NÍVEL 3 - Moderada Probabilidade de Risco
53	2,75	2,00	4,20	4,50	4,50	2,00	4,00	3,75	2,67	1,67	3,33	3,22	NÍVEL 4 - Alta Probabilidade de Risco
54	4,00	4,33	3,00	3,50	3,50	3,00	3,33	3,75	4,33	3,00	2,50	3,48	NÍVEL 4 - Alta Probabilidade de Risco
55	1,75	4,00	2,60	3,75	2,50	2,50	3,00	2,00	2,33	1,33	2,25	2,55	NÍVEL 3 - Moderada Probabilidade de Risco
56	1,25	1,67	1,80	1,75	1,75	2,00	2,00	2,25	2,00	1,67	1,33	1,77	NÍVEL 2 - Baixa Probabilidade de Risco
57	3,25	4,33	3,00	3,00	3,75	2,25	2,00	3,25	2,33	3,33	2,33	2,98	NÍVEL 3 - Moderada Probabilidade de Risco
58	3,25	3,00	3,60	3,00	3,75	2,50	2,67	2,00	2,00	2,33	2,58	2,79	NÍVEL 3 - Moderada Probabilidade de Risco
59	2,00	4,33	3,40	2,75	3,00	2,50	3,00	2,75	2,00	2,00	3,58	2,85	NÍVEL 3 - Moderada Probabilidade de Risco
60	1,75	1,67	2,00	2,00	2,25	1,75	2,00	1,75	1,00	1,67	2,00	1,80	NÍVEL 2 - Baixa Probabilidade de Risco
61	2,50	3,67	3,40	3,50	4,25	1,75	2,67	3,75	2,33	2,67	2,92	3,04	NÍVEL 4 - Alta Probabilidade de Risco
62	2,50	2,67	2,40	2,25	3,50	2,75	2,67	2,75	2,00	1,67	2,17	2,48	NÍVEL 3 - Moderada Probabilidade de Risco

Fonte: Autor (2024).

Analisando os resultados obtidos, percebe-se que as indústrias que foram objeto deste estudo foram classificadas em níveis 2, 3 e 4. Ainda, 8 indústrias (aproximadamente 13%) foram classificadas como nível 2 (baixa probabilidade), enquanto 28 indústrias (45%) foram classificadas como nível 3 (moderada probabilidade de risco) e 26 (42%) foram classificadas como nível 4 (alta probabilidade de risco).

Observa-se também que nenhuma indústria foi classificada com o nível 1 (pouca probabilidade de risco) e nem nível 5 (elevada probabilidade de risco). O resultado desta classificação pode indicar um ambiente de controle razoavelmente estável, no qual as empresas têm práticas eficazes de mitigação, evitando riscos críticos, mas ainda enfrentam uma exposição intermediária a eventos de risco. Também pode ser explicada uma vez que os respondentes preferem evitar classificações extremas.

Observado os riscos digitais mapeados, identificou-se que o risco com maior probabilidade de ocorrência considerando todos os 62 respondentes foi o Risco de Alto Custo de Investimento e Implementação (RE1) com uma média de 3,76, o que confirma os pressupostos encontrados na literatura que destaca o alto custo de investimento e implementação como um dos principais riscos da transformação digital em indústrias.

O resultado indica que muito embora a transformação digital proporcione benefícios e vantagens como ganho de eficiência, substituição de trabalho manual por tecnologias digitais e automatização de processos, o investimento inicial é considerado um risco significativo, que pode ter impacto no planejamento estratégico da organização, bem como comprometer a viabilidade econômica e financeira da indústria no processo de transformação digital (Liao *et*

al., 2018; Müller; Buliga; Voigt, 2018; Bécue; Praça; Gama, 2021; Vass; Shee; Miah, 2021; Kumar *et al.*, 2022b; Nouinou *et al.*, 2023).

Destaca-se também que na literatura os Riscos de Falta de Segurança Cibernética e Proteção de Dados (RT2), Risco de Ataque Cibernético (RT3) e Risco de Vazamento de Dados Privados (RT10), são sempre identificados como grandes riscos, e que neste estudo apresentou um nível considerado relativamente moderada apresentando uma média de 2,66, 2,94 e 2,34, respectivamente. O resultado pode indicar que as indústrias já possuem sistemas de segurança de dados bem estruturados e em funcionamento, permitindo então que as indústrias possam focar mais em outros riscos críticos da transformação digital (Lee; Lee, 2015; Zhou *et al.*, 2018; Kumar *et al.*, 2022a; Mangla *et al.*, 2022; Senna *et al.*, 2022).

Já os riscos com menor probabilidade de ocorrência de acordo com os respondentes são os riscos à integridade física de trabalhadores (RSS1) e Risco de acidente de trabalho (RSS2) com uma média de 1,97. Esse resultado indica que as tecnologias implementadas não expõem os trabalhadores a novos perigos, ou que as indústrias já adotam medidas eficazes de segurança ocupacional, garantindo que o processo de transformação digital ocorra sem comprometer a integridade física de colaboradores.

Apesar dos resultados apresentados, esses riscos devem ser medidos e monitorados de forma a garantir a saúde e segurança dos colaboradores. E ainda, que as atividades desenvolvidas por esses colaboradores sejam realizadas de maneira segura, reduzindo as chances de quedas, cortes e lesões dentro das indústrias (Vignali *et al.*, 2019; Grybauskas; Stefanini; Ghobakhloo, 2022; Zorzenon *et al.*, 2022). Analisando os resultados e com base nas respostas dos respondentes, é possível agrupar os riscos por níveis, conforme sua probabilidade de ocorrência, conforme ilustrado no Quadro 10.

A análise do agrupamento dos riscos no Quadro 11 mostra que a maioria dos riscos mapeados – 34 deles, ou cerca de 69,4% – foi classificada no nível 3, indicando uma probabilidade moderada de ocorrência. Isso sugere que, embora não sejam extremamente prováveis, muitos dos riscos digitais apresentam uma chance considerável de impactar as operações e processos industriais. Além disso, 13 riscos (26,6%) foram classificados no nível 4, refletindo uma alta probabilidade de ocorrência e demandando atenção prioritária. Apenas 2 riscos (4%) foram classificados no nível 2, com baixa probabilidade de ocorrência, o que indica que a maioria dos riscos digitais, ainda que em níveis variados, merece atenção, enquanto poucos são percebidos como improváveis.

Quadro 11 - Riscos Agrupados por Níveis de acordo com os Respondentes.

NÍVEIS DE RISCO	RISCOS
Nível 2 (1,1 a 2,0 pontos) – Baixa Probabilidade	Risco à Integridade Física de Trabalhadores (RSS1) – 1,97 Risco de Acidente de Trabalho (RSS2) – 1,97
Nível 3 (2,1 a 3,0 pontos) – Moderada Probabilidade	Risco de Alterações Climáticas (RA1) – 2,58 Risco de Alto Consumo de Energia (RA2) – 2,79 Risco de Aumento de Lixo Eletrônico e Resíduos e Descarte Inadequado (RA3) – 2,47 Risco de Emissões Poluentes (RA4) – 2,18 Risco de Relutância à Mudanças (RC2) – 2,84 Risco da Falta de Compreensão dos Recursos e Limitações das Novas Tecnologias (RC3) – 2,97 Risco de Falta de Recursos Financeiros (RE2) – 2,61 Risco de Mudanças no Mercado (RE5) – 2,98 Risco da Falta de Pesquisa sobre a Indústria 4.0 (RED1) – 2,65 Risco de Falta de Interação Humana (RH1) – 2,6 Risco Ocupacional (RSS3) – 2,44 Risco de Problemas Psicossociais e Doenças Musculoesqueléticas (RSS4) – 2,44 Risco de Baixo Entendimento sobre as Implicações da Indústria 4.0 (RG1) – 2,68 Risco de Falta de Apoio de Gestão (RG2) – 2,65 Risco de Planejamento Inadequado (RG3) – 2,92 Risco de Disrupção da Cadeia de Suprimentos (RO1) – 2,76 Risco de Novos Modelos de Negócios (RO3) – 2,98 Risco de Problemas de Coordenação, Colaboração e Comunicação (RO4) – 2,95 Risco de Questões Éticas (RPL1) – 2,34 Risco na Falta ou Mudança de Legislação (RPL2) – 2,79 Risco de Falta de Apoio Política e Governamental (RPL3) – 2,81 Risco de Desigualdade Social (RS1) – 2,56 Risco de Desemprego (RS2) – 2,66 Risco de Aceitação de Clientes (RS3) – 2,15 Risco da Falta de Segurança Cibernética e Proteção de Dados (RT2) – 2,66 Risco de Ataque Cibernético (RT3) – 2,94 Risco da Baixa Qualidade dos Dados Existentes (RT4) – 2,76 Risco de Elevado Grau de Automação (RT5) – 2,87 Risco de Erros da Inteligência Artificial (RT6) – 2,82 Risco da Falta de Infraestrutura Tecnológica (RT7) – 3,0 Risco de Hiperconectividade (RT8) – 2,85 Risco de Vazamento de Dados Privados (RT10) – 2,34 Risco de Obsolescência Rápida (RT11) – 2,81 Risco de Maturidade Tecnológica (RT12) – 2,95
Nível 4 (3,1 a 4,0 pontos) – Alta Probabilidade	Risco da Falta de Cultura Digital (RC1) – 3,03 Risco de Alto Custo de Investimentos e Implementação (RE1) – 3,76 Risco de Incerteza de Retorno Financeiro (RE3) – 3,06 Risco de Dependência de Parceiros (RE4) – 3,15 Risco de Políticas Educacionais Inconsistentes (RED2) – 3,15 Risco de Falta de Competências Digitais (RED3) – 3,13 Risco de Dificuldade em Contratar/Treinar Pessoas em Tecnologia Digital (RED4) – 3,27 Risco de Falta de Experiência e Treinamentos (RH2) – 3,02 Risco de Falta de Trabalhadores com uma visão clara sobre a Indústria 4.0 (RH3) – 3,4 Risco de Falta de Mão de Obra Qualificada (RH4) – 3,65 Risco de Mudanças Organizacionais nos Processos (RO2) – 3,15 Risco da Falta de Integração entre Sistemas e Equipamentos (Interoperabilidade) (RT1) – 3,13 Risco de Incapacidade de Interpretação de Dados (RT9) – 3,06

Fonte: Autor (2024).

Com o objetivo de identificar os riscos com maior e menor probabilidade de ocorrência em cada dimensão, o Quadro 12 apresenta um resumo detalhado desses extremos, enquanto o Gráfico 5 representa essas informações de forma visual. Essa organização por dimensões possibilita uma análise direcionada e estratégica, facilitando a interpretação dos resultados. Com essa visão, é possível destacar os riscos que exigem maior atenção para mitigação, ao mesmo tempo em que identifica aqueles de menor prioridade.

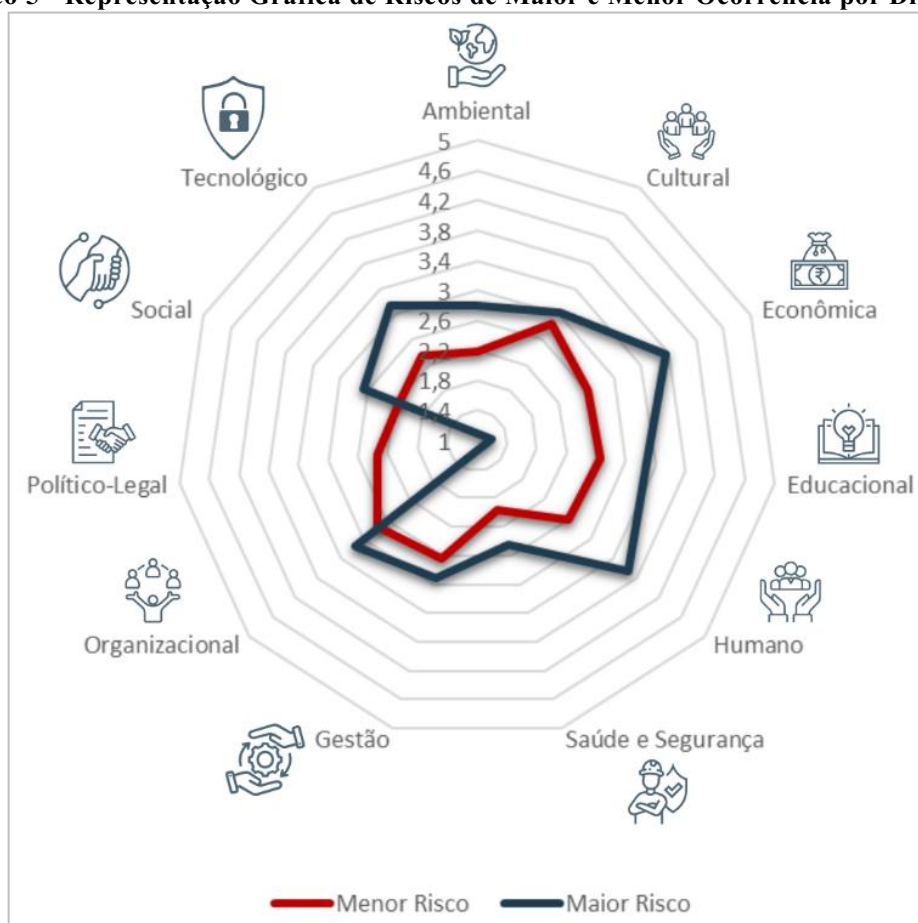
Quadro 12 - Riscos de Maior e Menor Probabilidade de Ocorrência por Dimensão.

DIMENSÃO	MENOR RISCO	MAIOR RISCO
Ambiental	Risco de Emissões Poluentes (RA4) – 2,18	Risco de Alto Consumo de Energia (RA2) – 2,79
Cultural	Risco de Relutância à Mudanças (RC2) – 2,84	Risco da Falta de Cultura Digital (RC1) – 3,03
Econômica	Risco de Falta de Recursos Financeiros (RE2) – 2,61	Risco de Alto Custo de Investimentos e Implementação (RE1) – 3,76
Educacional	Risco da Falta de Pesquisa sobre a Indústria 4.0 (RED1) – 2,65	Risco de Dificuldade em Contratar/Treinar Pessoas em Tecnologia Digital (RED4) – 3,27
Humano	Risco de Falta de Interação Humana (RH1) – 2,6	Risco de Falta de Mão de Obra Qualificada (RH4) – 3,65
Saúde e Segurança	Risco à Integridade Física de Trabalhadores (RSS1) – 1,97 Risco de Acidente de Trabalho (RSS2) – 1,97	Risco de Problemas Psicossociais e Doenças Musculoesqueléticas (RSS4) – 2,45
Gestão	Risco de Falta de Apoio de Gestão (RG2) – 2,65	Risco de Planejamento Inadequado (RG3) – 2,92
Organizacional	Risco de Disrupção da Cadeia de Suprimentos (RO1) – 2,76	Risco de Mudanças Organizacionais nos Processos (RO2) – 3,15
Político-Legal	Risco de Questões Éticas (RPL1) – 2,34	Risco de Falta de Apoio Política e Governamental (RPL3) – 2,81
Social	Risco de Aceitação de Clientes (RS3) – 2,15	Risco de Desemprego (RS2) – 2,66
Tecnológico	Risco de Vazamento de Dados Privados (RT10) – 2,34	Risco da Falta de Integração entre Sistemas e Equipamentos (Interoperabilidade) (RT1) – 3,13

Fonte: Autor (2024).

A análise dos menores riscos identificados por dimensão revela que, embora a maioria das áreas envolvidas na transformação digital apresente desafios significativos, alguns riscos são percebidos pelos respondentes como de menor impacto.

Na dimensão ambiental, o Risco de Emissões Poluentes (RA4) foi classificado com uma média de 2,18, indicando que, para os respondentes, a transformação digital não é vista como uma grande ameaça ambiental em termos de poluição. Na dimensão cultural, o Risco de Relutância à Mudanças (RC2), com uma média de 2,84, aponta que, apesar da resistência cultural a mudanças, ela não é considerada um grande obstáculo para a transformação digital.

Gráfico 5 - Representação Gráfica de Riscos de Maior e Menor Ocorrência por Dimensão.

Fonte: Autor (2024).

Em termos econômicos, o Risco de Falta de Recursos Financeiros (RE2) obteve uma média de 2,61, sugerindo que, embora o recurso seja uma preocupação constante de diretores e gestores, não é visto como um risco iminente. Na dimensão educacional, o Risco da Falta de Pesquisa sobre a Indústria 4.0 (RED1), com média de 2,65, indica que, embora a falta de pesquisa seja relevante, ela não é uma grande limitação para as indústrias.

Quanto a dimensão humana, o Risco de Falta de Interação Humana (RH1) foi classificado com média de 2,6, sugerindo que a perda de interação social não é percebida como uma ameaça significativa à produtividade ou para a transformação digital. No entanto, na dimensão de saúde e segurança, o Risco à Integridade Física de Trabalhadores (RSS1) e o Risco de Acidente de Trabalho (RSS2), ambos com médias de 1,97, indicam que esses riscos são considerados os de menor probabilidade de ocorrência, indicando que as Indústrias estão adaptadas as novas atividades e que conseguem minimizar esses riscos.

Na gestão, o Risco de Falta de Apoio de Gestão (RG2) obteve uma média de 2,65, apontando que, apesar da importância do apoio da gestão, não é visto como um risco altamente

crítico. No âmbito organizacional, o Risco de Disrupção da Cadeia de Suprimentos (RO1), com média de 2,76, mostra que a interrupção da cadeia de suprimentos não é o fator preponderante quanto a organização.

Na dimensão político-legal, o Risco de Questões Éticas (RPL1) (média de 2,34) e na dimensão social, o Risco de Aceitação de Clientes (RS3) (média de 2,15), são classificados com médias mais baixas, indicando que esses aspectos não são percebidos como riscos de alta probabilidade. Por fim, na dimensão tecnológica, o Risco de Vazamento de Dados Privados (RT10) foi classificado com uma média de 2,34, indicando que, apesar de ser uma preocupação constante no contexto da transformação digital nas indústrias, é percebido como um risco de menor probabilidade em comparação a outros riscos tecnológicos.

O resultado sugere que as indústrias podem ter implementado mecanismos de segurança eficazes para proteger os dados, reduzindo a percepção de risco nesse aspecto (Sommer, 2015; Xu, Xu, Li, 2018; Mora Sanchez, 2019a).

Contudo, é importante salientar que, embora o risco de vazamento de dados não seja considerado uma ameaça iminente para os respondentes deste estudo, ele ainda merece atenção contínua, especialmente em um cenário de crescente digitalização e regulamentação de dados, como a Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD) (Sommer, 2015; Sisinni *et al.*, 2018; Park *et al.*, 2021; Senna *et al.*, 2022).

Os riscos identificados como de maior probabilidade de ocorrência em cada uma das dimensões mapeadas refletem as principais preocupações das indústrias em relação à transformação digital. Na dimensão ambiental, o Risco de Alto Consumo de Energia (RA2), com média de 2,79, destaca-se como a principal preocupação, indicando que as indústrias estão atentas ao aumento do consumo energético associado à implementação de novas tecnologias digitais.

O elevado consumo de energia tem como causa principal a crescente utilização de novas tecnologias, que demandam cada vez mais energia para operar, seja em processos industriais, comerciais ou domésticos. Além disso, esse aumento está diretamente relacionado à necessidade de atender à expansão da produção e à crescente demanda energética gerada pelo avanço econômico e populacional. O impacto é intensificado pela integração de dispositivos conectados, sistemas automatizados e máquinas de alta performance, característicos da transformação digital (Bonilla *et al.*, 2018; Stock *et al.*, 2018; Zhou *et al.*, 2018; Kumar *et al.*, 2022a; Satyro *et al.*, 2022; Simonetto *et al.*, 2022).

Na dimensão cultural, o Risco da Falta de Cultura Digital (RC1), com média de 3,03, reflete um desafio significativo, pois a falta de uma cultura digital sólida pode dificultar a adoção e o aproveitamento das tecnologias Transformação Digital (Farkas, 2018; Gadekar, Sarkar, Gadekar, 2022).

Já na dimensão econômica, o Risco de Alto Custo de Investimentos e Implementação (RE1), com média de 3,76, é o de maior destaque, o que é consistente com a literatura, que aponta o custo elevado da transformação digital como um risco potencial para muitas indústrias.

O investimento em máquinas, equipamentos e sistemas de TI é essencial para garantir a competitividade e a eficiência organizacional. No entanto, trata-se de um grande desafio, pois a implementação de uma infraestrutura robusta e bem planejada exige altos investimentos financeiros. Além disso, é necessário considerar custos adicionais relacionados à manutenção, atualizações tecnológicas, treinamento de pessoal e adaptação de processos, tornando o planejamento estratégico fundamental para otimizar os recursos e maximizar os benefícios dessas tecnologias (Liao *et al.*, 2018; Müller; Buliga; Voigt, 2018; Moktadir *et al.*, 2018; Baktari *et al.*, 2021; Zhang *et al.*, 2021; Attiany *et al.*, 2023; Nouinou *et al.*, 2023).

Na dimensão educacional, o Risco de Dificuldade em Contratar/Treinar Pessoas em Tecnologia Digital (RED4), com média de 3,27, demonstra a dificuldade em encontrar e capacitar profissionais qualificados, um fator crítico para o sucesso da transformação digital, que fica refém a mão de obra qualificada (Jabbour; Jaboor, 2016; Satyro *et al.*, 2022). No aspecto humano, o Risco de Falta de Mão de Obra Qualificada (RH4), com média de 3,65, é um dos maiores desafios, refletindo a escassez de habilidades especializadas necessárias para operar tecnologias avançadas (Kiel *et al.*, 2017; Tupa; Simota; Steiner, 2017; Moktadir *et al.*, 2018; Bajic *et al.*, 2021; Bakhtari, *et al.*, 2021; Rodríguez-Espíndola *et al.*, 2022).

Na dimensão de saúde e segurança, o Risco de Problemas Psicossociais e Doenças Musculoesqueléticas (RSS4), com média de 2,45, embora relevante, apresenta uma preocupação moderada em relação à saúde dos trabalhadores em indústrias. Na gestão, o Risco de Planejamento Inadequado (RG3), com média de 2,92, destaca-se como uma preocupação, pois um planejamento falho pode comprometer a implementação eficaz das mudanças necessárias (Moktadir, *et al.*, 2018; Yang *et al.*, 2021).

No âmbito organizacional, o Risco de Mudanças Organizacionais nos Processos (RO2), com média de 3,15, é um dos maiores riscos, refletindo o impacto das mudanças nos processos organizacionais ao adotar novas tecnologias. Na dimensão político-legal, o Risco de

Falta de Apoio Político e Governamental (RPL3), com média de 2,81, indica que a falta de apoio institucional pode ser um obstáculo, mas não é visto como uma grande preocupação.

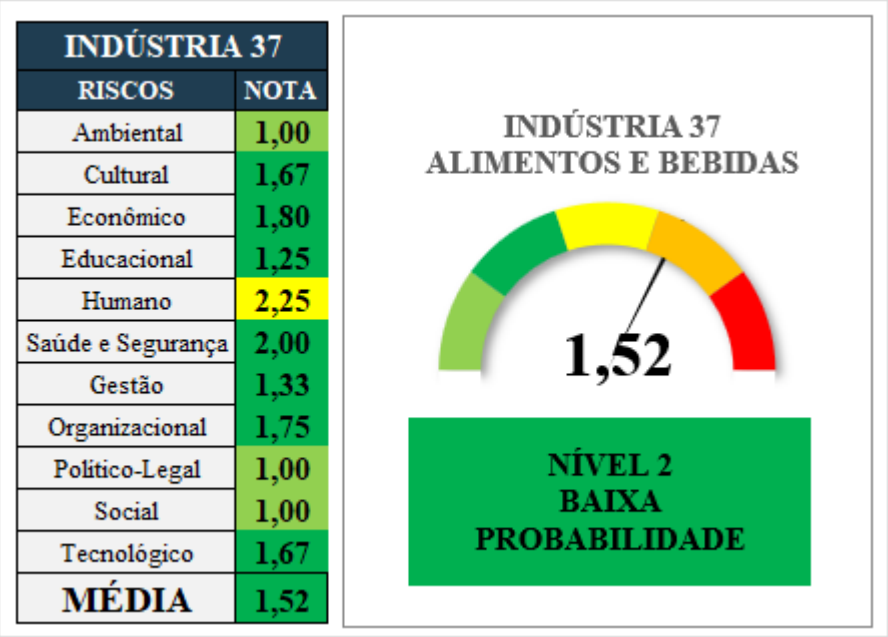
Na dimensão social, o Risco de Desemprego (RS2), com média de 2,66, indica a preocupação com a perda de empregos devido à automação e digitalização, embora esse risco não seja considerado de alta probabilidade. Os avanços tecnológicos têm provocado profundas mudanças no mercado de trabalho, alimentando preocupações relacionadas ao desemprego. A substituição da força de trabalho humano por sistemas automatizados não se limita a tarefas repetitivas e operacionais, mas também afeta atividades de alta complexidade, que exigem competências especializadas. Esse cenário aumenta a pressão sobre os trabalhadores, que enfrentam o risco de perderem seus empregos para tecnologias mais eficientes (Li, Hou, Wu, 2017; Caruso, 2018; Olha *et al.*, 2018; Gadekar; Sarkar; Gadekar, 2022; Kumar *et al.*, 2022a; Attiany *et al.*, 2023);

Finalmente, na dimensão tecnológica, o Risco da Falta de Integração entre Sistemas e Equipamentos (RT1), com média de 3,13, destaca-se como o maior risco, pois a integração inadequada pode dificultar a eficácia das tecnologias implementadas e gerar custos adicionais. Os resultados indicam que os problemas estão diretamente relacionados à falta de compatibilidade entre sistemas, o que resulta em ineficiências operacionais. Essa limitação cria desafios significativos para a conectividade e o desempenho dos sistemas, comprometendo o nível de automação e integração esperados em ambientes industriais (Gao *et al.*, 2015; Bonilla *et al.*, 2018; Luthra; Mangla, 2018; Sisinni *et al.*, 2018; Akinradewo *et al.*, 2022; Senna *et al.*, 2022).

Com a classificação em níveis, também foi possível avaliar a indústria que apresentou maior nível em relação aos riscos digitais e a de menor nível. A Figura 49 apresenta o Diagnóstico da Indústria que se destacou por ter um menor nível de risco.

A Indústria 37, pertencente ao segmento de alimentos e bebidas e localizada no Estado de São Paulo, apresentou o menor nível de probabilidade de risco entre as indústrias analisadas, com uma média de 1,52, classificando-se como nível 2, ou seja, com baixa probabilidade de ocorrência de riscos. Essa indústria se destacou principalmente pela sua baixa exposição a riscos nas dimensões ambiental, político-legal e social. Além disso, foi classificada com baixa probabilidade de risco também nas dimensões cultural, econômica, educacional, saúde e segurança, gestão, organizacional e tecnológica.

Figura 49 - Diagnóstico da Indústria Destaque por Menor Nível de Risco.



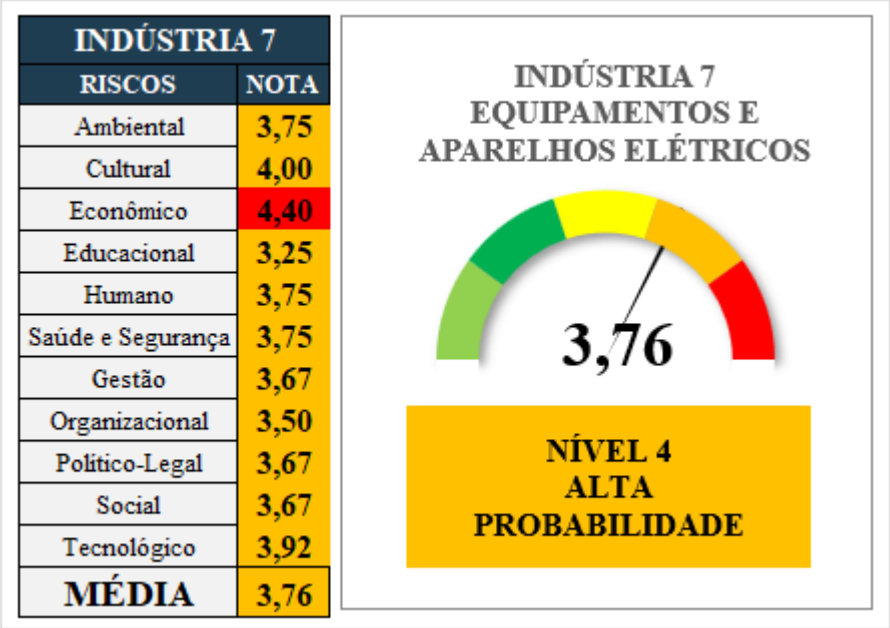
Fonte: Autor (2024).

No entanto, a Indústria 37 demonstrou uma moderada probabilidade de risco na dimensão humana, o que indica que, embora apresente uma boa gestão de riscos nas outras áreas, a questão das pessoas e do desenvolvimento de competências digitais ainda seja um ponto de atenção, embora não seja considerado um risco significativo em relação aos outros fatores analisados.

O resultado sugere que a Indústria 37, com sua baixa probabilidade de risco em diversas dimensões, demonstra uma gestão eficiente das tecnologias digitais, por consequência também dos riscos, com ênfase na conformidade regulatória, responsabilidade social e sustentabilidade, especialmente nas áreas ambiental, político-legal e social. Contudo, a moderada probabilidade de risco na dimensão humana indica a necessidade de mais investimentos em capacitação e desenvolvimento de pessoal, especialmente no contexto da transformação digital e novas tecnologias.

A Figura 50 apresenta o diagnóstico da Indústria que apresentou o Maior Nível de Risco.

Figura 50 - Diagnóstico da Indústria que apresentou Maior Nível de Risco.



Fonte: Autor (2024).

A Indústria 7, uma multinacional do segmento de eletrodomésticos localizada no Estado do Paraná, se destacou entre as 62 indústrias analisadas por apresentar o maior nível de probabilidade de riscos, com uma média de 3,76, sendo classificada como nível 4, ou seja, alta probabilidade de ocorrência. Esse resultado pode ser explicado pelo fato de que a indústria mostrou uma alta probabilidade de risco em quase todas as dimensões avaliadas, incluindo ambiental, cultural, educacional, humana, saúde e segurança, gestão, organizacional, político-legal, social e tecnológica. Além disso, a dimensão econômica também apresentou uma elevada probabilidade de risco, o que pode indicar a presença de desafios significativos em diversas áreas que exigem atenção estratégica para mitigar os potenciais riscos.

Além disso, o alto nível de probabilidade de risco observado na Indústria 7 pode indicar uma necessidade urgente de estratégias de gestão de riscos em várias frentes. A alta probabilidade nas dimensões ambiental e tecnológica sugere que a indústria pode estar enfrentando desafios relacionados à sustentabilidade e à adaptação às novas tecnologias, o que pode exigir investimentos em melhoria de processos. Já a dimensão humana, saúde e segurança, e educacional indicam a importância de aprimorar o treinamento e desenvolvimento de pessoal, além de reforçar a segurança no ambiente de trabalho.

A presença de riscos significativos nas áreas de gestão e organizacional pode apontar para desafios em termos de planejamento estratégico, comunicação interna e alinhamento organizacional, fatores que impactam diretamente na eficiência organizacional. A elevada

probabilidade de risco na dimensão política-legal também pode sugerir a necessidade de uma maior conformidade com regulamentações e de monitoramento constante das políticas que possam afetar a operação da indústria. Dessa forma, a Indústria 7 necessita de um plano de mitigação imediata e abrangente, focado na melhoria da gestão e na redução dos riscos identificados, para garantir sua sustentabilidade e competitividade a longo prazo. O diagnóstico de todas as Indústrias que participaram deste estudo pode ser encontrado no Apêndice F.

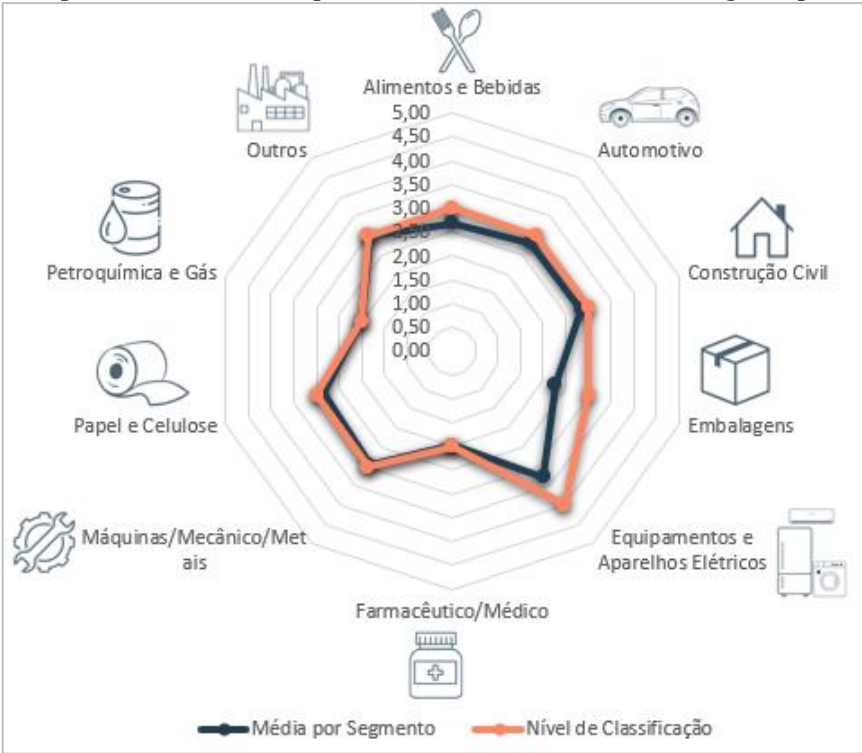
Além disso, foi possível categorizar os níveis de risco digital com base nos segmentos industriais. A Tabela 19 e o Gráfico 6 tem como objetivo apresentar os segmentos industriais aos quais os respondentes deste estudo estão vinculados, bem como a classificação correspondente aos níveis de risco. A classificação, por meio da representação gráfica individual de cada um dos 10 segmentos, pode ser encontrada no Apêndice I.

Tabela 19 - Classificação dos Níveis de Riscos Digitais por Segmento da Indústria.

SEGMENTO	RA	RC	RE	RED	RH	RSS	RG	RO	RPL	RS	RT	MÉDIA	CLASSIFICAÇÃO
Alimentos e Bebidas	2,50	3,00	3,00	3,00	3,00	2,00	3,00	3,00	2,00	2,00	3,00	2,68	NÍVEL 3 - Moderada Probabilidade de Risco
Automotivo	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	2,00	3,00	3,00	3,00	2,00	3,00	2,82	NÍVEL 3 - Moderada Probabilidade de Risco
Construção Civil	3,30	4,00	3,00	3,00	4,00	2,00	2,00	3,00	2,00	3,00	2,00	2,85	NÍVEL 3 - Moderada Probabilidade de Risco
Embalagens	1,90	2,00	3,00	2,00	3,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	3,00	2,26	NÍVEL 3 - Moderada Probabilidade de Risco
Equipamentos e Aparelhos Elétricos	3,00	3,00	4,00	4,00	3,00	3,00	3,00	4,00	3,00	3,00	3,00	3,27	NÍVEL 4 - Alta Probabilidade de Risco
Farmacêutico/Médico	1,80	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	1,98	NÍVEL 2 - Baixa Probabilidade de Risco
Máquinas/Mecânico/Metais	1,50	3,00	3,00	4,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	2,95	NÍVEL 3 - Moderada Probabilidade de Risco
Papel e Celulose	2,50	3,00	3,00	3,00	3,00	2,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	2,86	NÍVEL 3 - Moderada Probabilidade de Risco
Petroquímica e Gás	1,00	3,00	2,00	3,00	3,00	1,00	1,00	2,00	3,00	1,00	2,00	2,00	NÍVEL 2 - Baixa Probabilidade de Risco
Outros	2,60	3,00	3,00	3,00	4,00	2,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	2,96	NÍVEL 3 - Moderada Probabilidade de Risco

Fonte: Autor (2024).

Gráfico 6 - Representação Gráfica por Média dos Níveis de Riscos Digitais por Segmento.



Fonte: Autor (2024).

A análise da Tabela 19 e o Gráfico 6 revelam que os segmentos de farmacêutico e médico, bem como o segmento de petroquímica e gás, apresentaram baixa probabilidade de ocorrência dos riscos digitais (nível 2). Esse resultado pode ser atribuído devido a essas indústrias geralmente possuem estruturas robustas de governança e de segurança cibernética. Devido à sua complexidade operacional, tendem a adotar tecnologias de forma mais planejada e estratégica, avaliando previamente os impactos e os riscos associados à implementação.

Os segmentos de alimentos e bebidas, automotivo, construção civil, embalagens, máquinas/mecânico/metals, e papel e celulose apresentaram nível moderado de probabilidade de ocorrência de riscos (nível 3). Esse resultado pode ser justificado pela presença de tecnologias digitais em fase de consolidação nesses setores, onde a adoção de ferramentas e sistemas integrados está em crescimento, mas ainda enfrenta desafios na gestão de segurança cibernética e integração tecnológica. Além disso, esses setores operam em ambientes com alta variabilidade de processos e demandas, o que aumenta a exposição a riscos relacionados à digitalização.

Já o segmento de equipamentos e aparelhos elétricos apresentou um alto nível de probabilidade de riscos digitais (nível 4). Este resultado pode ser explicado pelo elevado grau de dependência tecnológica desse setor, onde a integração de sistemas complexos, automação avançada e conectividade entre dispositivos são essenciais para as operações. Essa alta conectividade aumenta a probabilidade de ataque para ameaças cibernéticas.

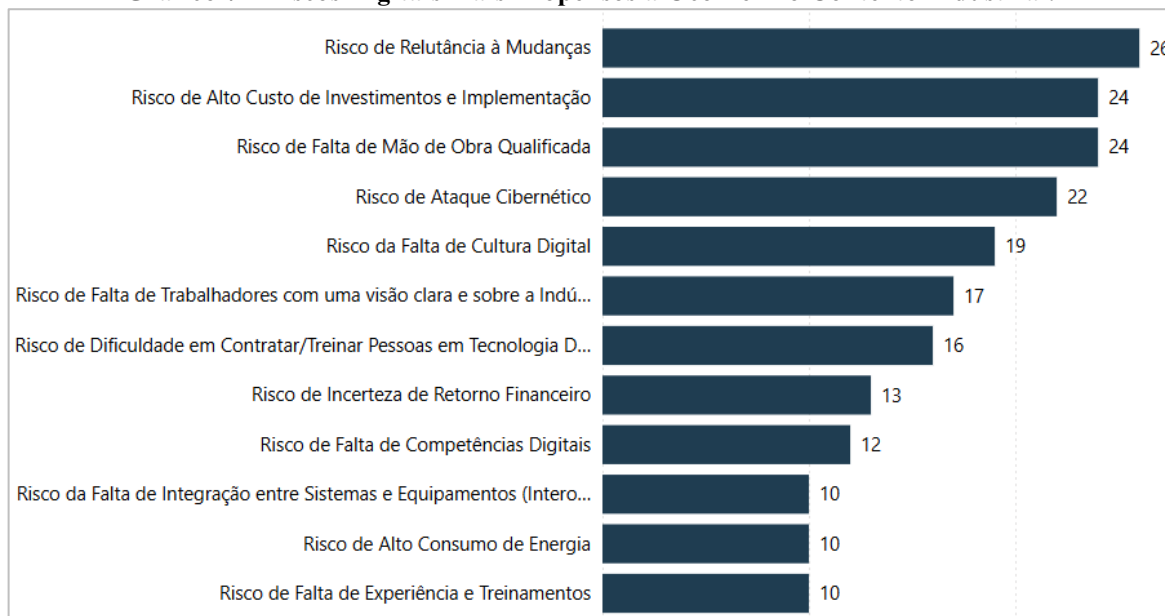
Por fim, o segmento "outros", que inclui a indústria química, indústria de borracha, máquinas agrícolas, produtos de limpeza, mineração, usina de preservação, agroindústria e indústria cimenteira, apresentou um nível moderado de probabilidade de ocorrência de riscos digitais (nível 3). Esse resultado pode ser justificado pela diversidade de processos e tecnologias utilizados nesses setores, que variam entre sistemas mais avançados e estruturas ainda em transição para a digitalização.

Outro fator é o investimento desigual em soluções de segurança digital, que pode ser mais limitado em indústrias com menor retorno financeiro ou em setores onde a percepção dos riscos digitais ainda não é uma prioridade estratégica. Dessa forma, o nível moderado reflete tanto o avanço quanto os desafios enfrentados por esses segmentos na adaptação à transformação digital.

Os respondentes do questionário também identificaram quais riscos digitais, associados à implementação da transformação digital, são mais prejudiciais ou mais propensos

a ocorrer no contexto industrial. Dessa forma, o Gráfico 7 tem como objetivo ilustrar essa relação.

Gráfico 7 - Riscos Digitais mais Propensos a Ocorrer no Contexto Industrial.



Fonte: Autor (2024).

De acordo com o Gráfico 7, observa-se que, na visão dos respondentes, o risco mais prejudicial e com maior probabilidade de ocorrência na indústria é o Risco de Relutância à Mudança (RC2), registrado 26 vezes. Esse resultado indica que, dentro das indústrias, ainda há uma resistência significativa à implementação de mudanças. Essa resistência pode estar relacionada à cultura organizacional já estabelecida, à conveniência de seguir padrões consolidados ou até mesmo ao receio do novo, que, por vezes, pode ser mal compreendido, e este resultado pode impactar a eficiência operacional e a capacidade de adaptação a eficiência operacional e a adaptação às novas tecnologias (Bajic *et al.*, 2021; Gadeka; Sarkar; Gadekar, 2022; Senna *et al.*, 2022).

Em seguida, aparecem o Risco de Alto Custo de Investimento e Implementação (RE1) e o Risco de Falta de Mão de Obra Qualificada (RH4), ambos mencionados 24 vezes. O alto custo de investimento e implementação pode ter sido apontado devido à necessidade de adoção de tecnologias que, muitas vezes, exigem um investimento considerável, que impede por vezes a aquisição de novos equipamentos e atualização dos equipamentos e de toda infraestrutura (Liao *et al.*, 2018; Zhang *et al.*, 2021; Kumar *et al.*, 2022b; Fernando *et al.*, 2023; Noinou *et al.*, 2023). Já a falta de mão de obra qualificada reflete a dificuldade de preparar colaboradores para operar essas novas tecnologias, evidenciando um desafio na capacitação profissional, pois

pode impactar diretamente a eficiência operacional (Soltovski *et al.*, 2020; Rad *et al.*, 2022; Rodríguez-Espíndola *et al.*, 2022).

Por fim, o Risco de Ataque Cibernético (RT3), amplamente discutido na literatura, foi mencionado 22 vezes, indicando que essa é uma preocupação recorrente dentro das indústrias. Esse resultado reforça a necessidade de medidas robustas de segurança digital para mitigar possíveis impactos no ambiente industrial (Matsuda *et al.*, 2019; Soltovski *et al.*, 2020; Fernando *et al.*, 2023).

Da mesma forma, os respondentes também identificaram quais riscos digitais, associados à implementação da transformação digital, são menos prejudiciais ou menos propensos a ocorrer no contexto industrial. Esses resultados podem ser estão no Gráfico 8.

Gráfico 8 - Riscos Digitais menos Propensos a Ocorrer no Contexto Industrial.



Fonte: Autor (2024).

Os riscos menos prejudiciais elencados pelos respondentes foram o Risco de Alterações Climáticas (RA1) e Risco de Emissões Poluentes (RA4), com 41 e 31 vezes, respectivamente, indicando que a implementação de tecnologias digitais não tem impactado diretamente para alterações climáticas e emissão de poluentes.

Os riscos considerados menos prejudiciais pelos respondentes foram o Risco de Alterações Climáticas (RA1) e o Risco de Emissões Poluentes (RA4), mencionados 41 e 31 vezes, respectivamente. Esse resultado indica que a implementação de tecnologias digitais não tem sido percebida como um fator de impacto direto nas alterações climáticas e na emissão de poluentes dentro do contexto industrial.

Isso pode estar relacionado ao fato de que a transformação digital, na maioria dos casos, busca otimizar processos produtivos, reduzir desperdícios e aumentar a eficiência operacional. Tecnologias como a automação industrial, inteligência artificial, *big data* e análise de dados tendem a melhorar o aproveitamento de recursos e minimizar impactos ambientais, o que pode justificar a baixa percepção desses riscos pelos respondentes (Olha *et al.*, 2018; Bajic *et al.*, 2021; Kumar *et al.*, 2022a; Senna *et al.*, 2022; Yilmaz *et al.*, 2022).

Durante a coleta de dados, foram feitos alguns comentários sobre os riscos relacionados à Transformação Digital na Indústria. Um dos respondentes que atua na indústria de Papel e Celulose apontou que há um número crescente de aplicações voltadas para a Indústria 4.0 com foco em retorno financeiro. No entanto, ele ressaltou que a dependência de parceiros tecnológicos representa um desafio, uma vez que o *core business* da empresa é centrado em produtos de madeira. Embora as operações sejam otimizadas por métodos tradicionais, tecnologias mais avançadas poderiam trazer ganhos adicionais de produtividade.

Outro respondente destacou o risco de desalinhamento estratégico entre a implementação das tecnologias digitais e os objetivos gerais da empresa. Ele mencionou que, muitas vezes, são feitos investimentos em tecnologia sem uma compreensão clara de como esses recursos se alinham às metas de negócios, o que pode resultar em retornos aquém do esperado ou em soluções insustentáveis a longo prazo. Além disso, a hiperconectividade característica da transformação digital pode levar a uma sobrecarga de dados, dificultando o processamento e o uso eficaz dessas informações, o que, por sua vez, pode gerar decisões inadequadas e ineficiências.

Outro respondente comentou que a indústria de papel e celulose ainda não atingiu a maturidade necessária para a plena implementação das tecnologias da transformação digital. Ele observou que, apesar do potencial do *Big Data*, muitos parâmetros nas máquinas de papel ainda são configurados manualmente, o que limita o uso eficiente das tecnologias digitais.

Um quarto respondente enfatizou que um dos principais desafios na implementação de novas tecnologias é a inflexibilidade organizacional. Segundo ele, essa dificuldade em adaptar-se a novos processos e culturas organizacionais tem sido um dos principais fatores limitantes para o sucesso das tecnologias da Indústria 4.0. Ele considera a mudança organizacional um pré-requisito fundamental para alcançar ganhos em competitividade e eficiência.

Outro respondente comentou sobre os problemas de interoperabilidade entre diferentes sistemas e tecnologias, o que representa um risco relevante para a transformação digital. Ele

apontou que a falta de integração pode comprometer o desempenho das soluções tecnológicas adotadas, exigindo uma abordagem focada em cibersegurança e gestão de mudanças para mitigar tais riscos. Além disso, um respondente destacou que o uso indevido das tecnologias habilitadoras da Indústria 4.0 pode representar ameaças, como invasões e danos à propriedade. Ele também expressou preocupações com o uso ético dessas tecnologias e com a proteção da propriedade intelectual, considerando esses fatores como pontos críticos de atenção.

Outro respondente observou que, em indústrias menos automatizadas, o clima organizacional e o comprometimento dos colaboradores são priorizados em relação à produtividade. Ele explicou que a disposição e a motivação dos funcionários são elementos essenciais para a operação, sobretudo em ambientes onde a automatização ainda é limitada.

Por fim, um último respondente comentou sobre o alto custo da implementação de automação, especialmente em sistemas de controle à distância. Ele ressaltou que, além dos equipamentos, há custos significativos com cabeamento e transmissão de sinal, o que pode tornar o investimento proibitivo para empresas já estabelecidas no mercado. Em muitos casos, essas empresas podem não ver um retorno financeiro imediato, o que dificulta a justificativa para a adoção dessas tecnologias.

A partir da análise dos riscos digitais, também se tornou necessário avaliar o impacto que esses riscos podem ocasionar, pois compreender as possíveis consequências permite às empresas antecipar problemas e desenvolver estratégias eficazes de mitigação. Além disso, essa avaliação ajuda a identificar quais áreas estão mais vulneráveis e necessitam de atenção prioritária para garantir a segurança e a continuidade das operações e dos processos industriais. Sendo assim, a próxima seção apresenta a análise detalhada do impacto desses riscos digitais, abordando como eles podem afetar diferentes aspectos da organização e propondo possíveis ações para reduzir suas consequências negativas.

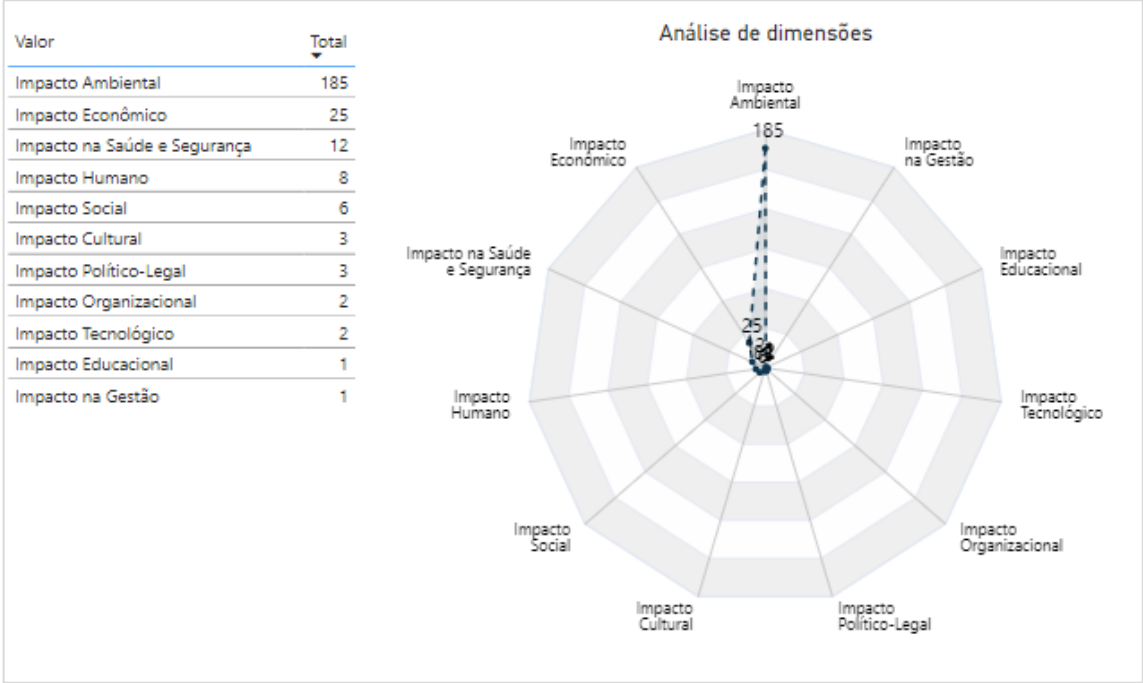
4.3.4 Criação dos mapas dos riscos digitais e impactos

4.3.4.1 Mapa de riscos do impacto (mapa qualitativo)

A primeira análise de impacto realizada buscou identificar se os riscos de uma determinada dimensão também afetaram outras dimensões. Essa análise permite verificar a interdependência entre os riscos e como um impacto em uma área pode influenciar ou desencadear consequências em outras, oferecendo uma visão mais abrangente dos riscos digitais e facilitando a elaboração de estratégias de mitigação mais integradas e eficazes. A

Figura 51 apresenta o Impacto dos Riscos Ambientais em relação a dimensão ambiental e outras dimensões.

Figura 51 - Impacto dos Riscos Ambientais na Dimensão Ambiental e demais Dimensões.

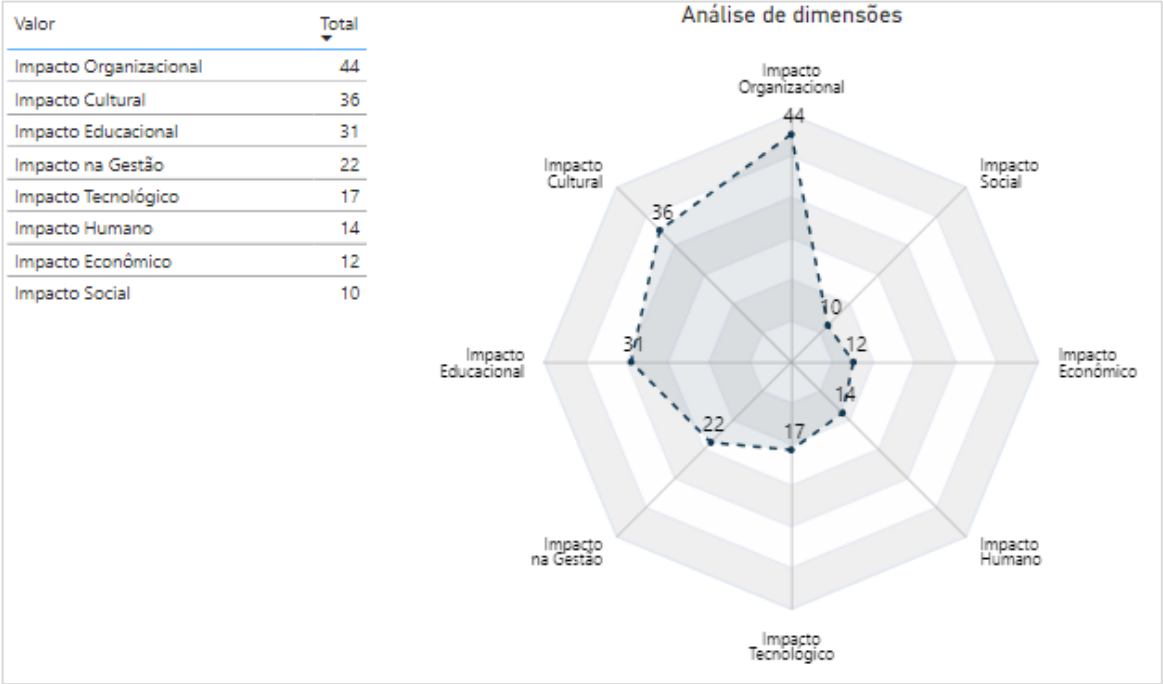


Fonte: Autor (2024).

Observa-se que, na visão dos respondentes, os riscos ambientais, incluindo Risco de Alterações Climáticas (RA1), Risco de Alto Consumo de Energia (RA2), Risco de Aumento de Lixo Eletrônico e Resíduos e Descarte Inadequado (RA3) e Risco de Emissões Poluentes (RA4), possuem impacto direto na dimensão ambiental e afetam a dimensão econômica. Esses riscos não apenas representam ameaças ao meio ambiente, mas também acarretam custos para as indústrias. Por exemplo, o alto consumo de energia pode aumentar os gastos operacionais, enquanto o aumento de resíduos e o descarte inadequado podem gerar despesas com destinação correta e atender a regulamentações ambientais rigorosas.

Da mesma forma, emissões poluentes podem levar investimentos em tecnologias de controle ambiental, enquanto alterações climáticas podem impactar a disponibilidade de recursos e a estabilidade das operações. A Figura 52 apresenta o Impacto dos Riscos Culturais em relação a dimensão cultural e das demais dimensões.

Figura 52 - Impacto dos Riscos Culturais na Dimensão Cultural e demais Dimensões.



Fonte: Autor (2024).

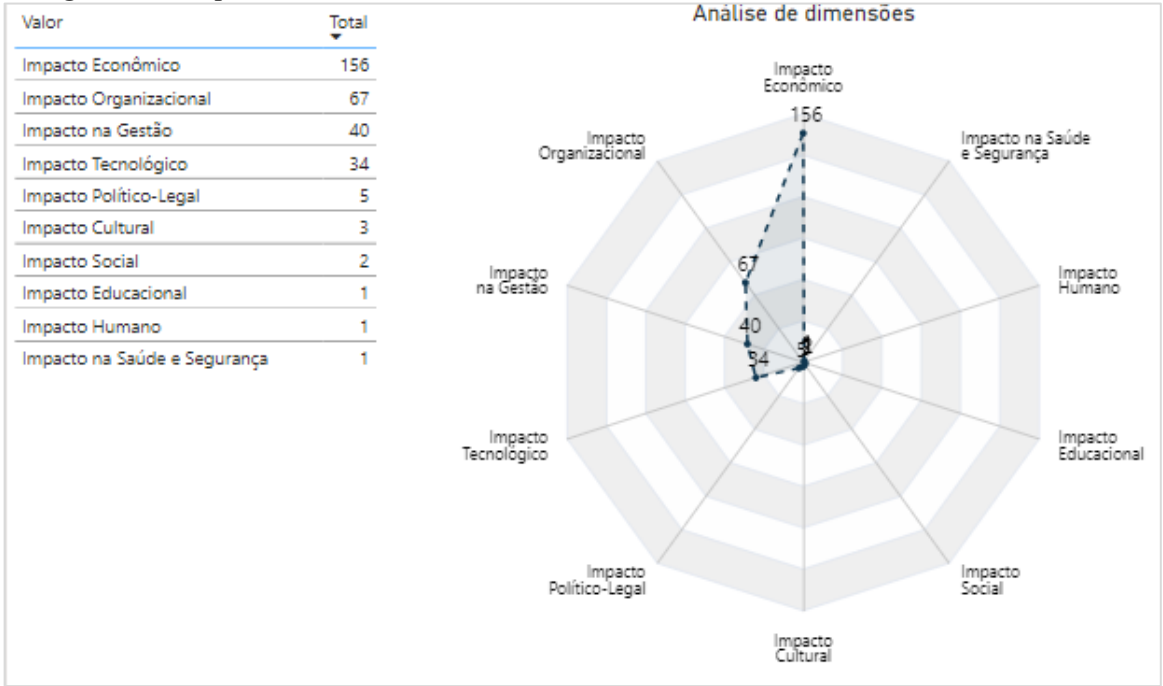
Os riscos culturais, incluindo o Risco da Falta de Cultura Digital (RC1), o Risco de Relutância à Mudança (RC2) e o Risco de Falta de Compreensão dos Recursos e Limitações das Novas Tecnologias (RC3), foram apontados pelos respondentes como fatores com impactos significativos tanto na dimensão organizacional quanto na educacional.

A ausência de uma cultura digital (RC1) dificulta que colaboradores e gestores utilizem plenamente as tecnologias digitais disponíveis. Por outro lado, a Relutância à Mudança (RC2) reflete resistências que podem prejudicar a implementação de ferramentas tecnológicas, comprometendo a competitividade da organização. Esse tipo de resistência é frequentemente relacionado ao desconhecimento ou medo do novo.

Por fim, o Risco de Falta de Compreensão dos Recursos e Limitações das Novas Tecnologias (RC3) reforça a importância de programas educacionais e treinamentos contínuos, indicando a necessidade de uma abordagem educacional estratégica e contínua. Esses riscos evidenciam impactos importantes para a integração e adoção eficaz de novas tecnologias nas organizações, afetando o desempenho e o desenvolvimento de competências essenciais.

A Figura 53 apresenta o Impacto dos Riscos Econômicos em relação a dimensão econômica e das demais dimensões.

Figura 53 - Impacto dos Riscos Econômicos na Dimensão Econômica e demais Dimensões.



Fonte: Autor (2024).

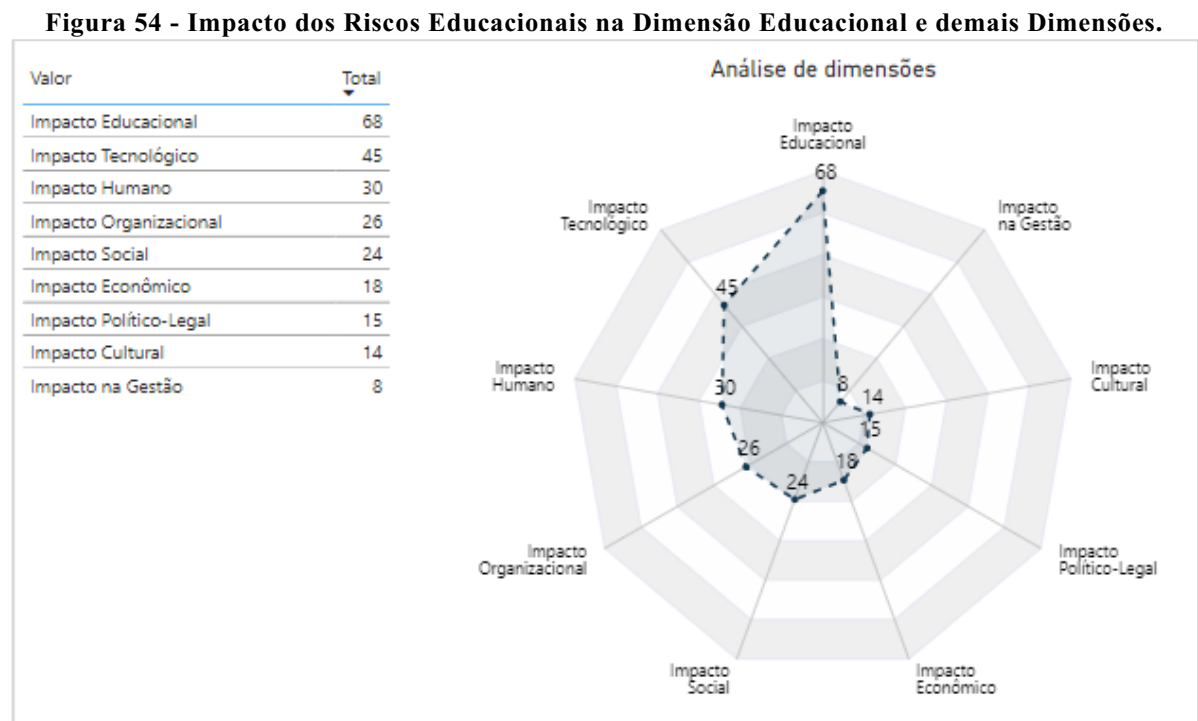
Os respondentes identificaram que os principais impactos dos riscos econômicos, como o Risco de Alto Custo de Investimentos e Implementação (RE1), Risco de Falta de Recursos Financeiros (RE2), Risco de Incerteza de Retorno Financeiro (RE3), Risco de Dependência de Parceiros (RE4) e Risco de Mudanças no Mercado (RE5), afetam de maneira significativa nas dimensões econômica, organizacional, de gestão e tecnológica.

Esses riscos trazem impactos que vão além das questões financeiras, influenciando o desempenho global da organização. O alto custo de investimentos e de implementação (RE1) impõe impactos significativas, sendo necessário planejamento financeiro estruturado para evitar o comprometimento de recursos de outras áreas. A falta de recursos financeiros (RE2) limita a capacidade de expansão em relação ao uso de tecnologias digitais, reduzindo o potencial competitivo organizacional e dificultando a implementação de novas tecnologias e projetos.

A incerteza em relação ao retorno financeiro (RE3) cria uma insegurança no ambiente industrial, uma vez que gestores tendem a evitar investimentos que não ofereçam garantias de retorno. Já a dependência de parceiros (RE4) coloca a organização em uma posição de vulnerabilidade, pois as mudanças nos serviços oferecidos por esses parceiros impactam diretamente a continuidade dos processos organizacionais.

Além disso, as mudanças no mercado (RE5) exigem que a organização seja adaptável. A incapacidade de responder a essas variações com rapidez pode levar à perda de oportunidades

e competitividade. A Figura 54 apresenta o Impacto dos Riscos Educacionais em relação a dimensão educacional e das demais dimensões.



Fonte: Autor (2024).

Os riscos educacionais, como o Risco da Falta de Pesquisa sobre a Indústria 4.0 (RED1), o Risco de Políticas Educacionais Inconsistentes (RED2), o Risco de Falta de Competências Digitais (RED3) e o Risco de Dificuldade em Contratar/Treinar Pessoas em Tecnologia Digital (RED4), são considerados pelos respondentes como fatores de impacto que ultrapassam a dimensão educacional. Esses riscos influenciam também nas dimensões tecnológica e humana, e, ainda que em menor escala, causam reflexos nas dimensões organizacional e social.

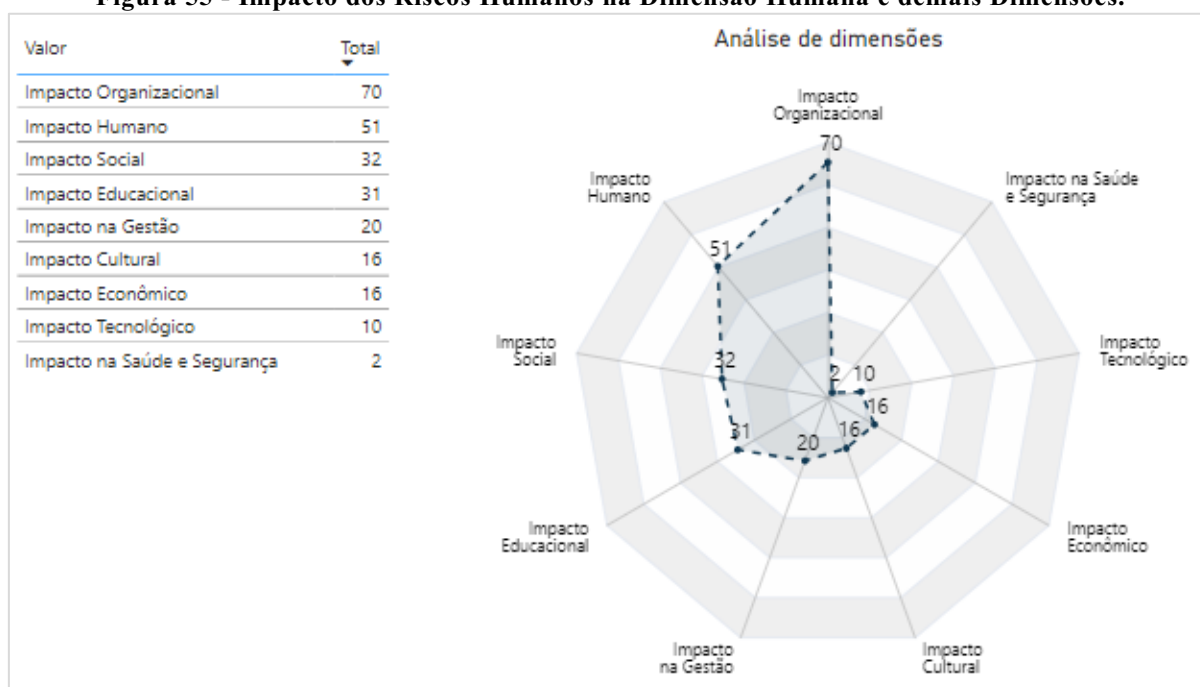
A falta de pesquisa sobre a Indústria 4.0 (RED1) impacta no desenvolvimento de novos conhecimentos em relação as tecnologias digitais, comprometendo o desenvolvimento de competências e habilidades, influenciando também no ambiente organizacional. Políticas educacionais inconsistentes (RED2) apresentam limitações quanto a formação de uma mão-de-obra qualificada, que são essenciais para o desenvolvimento de competências essenciais para o mercado atual.

A falta de competências digitais (RED3) afeta diretamente a dimensão humana, já que os colaboradores ficam menos preparados para lidar com as mudanças tecnológicas, comprometendo seu crescimento profissional e pessoal. Da mesma forma, as dificuldades em

contratar e treinar profissionais qualificados em tecnologias digitais (RED4) tornam o processo de inserção da transformação digital mais lento, pois a falta de profissionais capacitados representa uma dificuldade para o desenvolvimento das organizações.

Além disso, esses riscos impactam, ainda nas dimensões organizacional e social. No que tange a dimensão organizacional, as indústrias enfrentam dificuldades para se adaptar a mudanças diante da falta de uma base educacional sólida voltada para a transformação digital, o que, por sua vez, reflete-se na dimensão social, onde a falta de competências digitais pode resultar em grandes desigualdades. A Figura 55 apresenta o Impacto dos Riscos Humanos em relação a dimensão humana e das demais dimensões.

Figura 55 - Impacto dos Riscos Humanos na Dimensão Humana e demais Dimensões.



Fonte: Autor (2024).

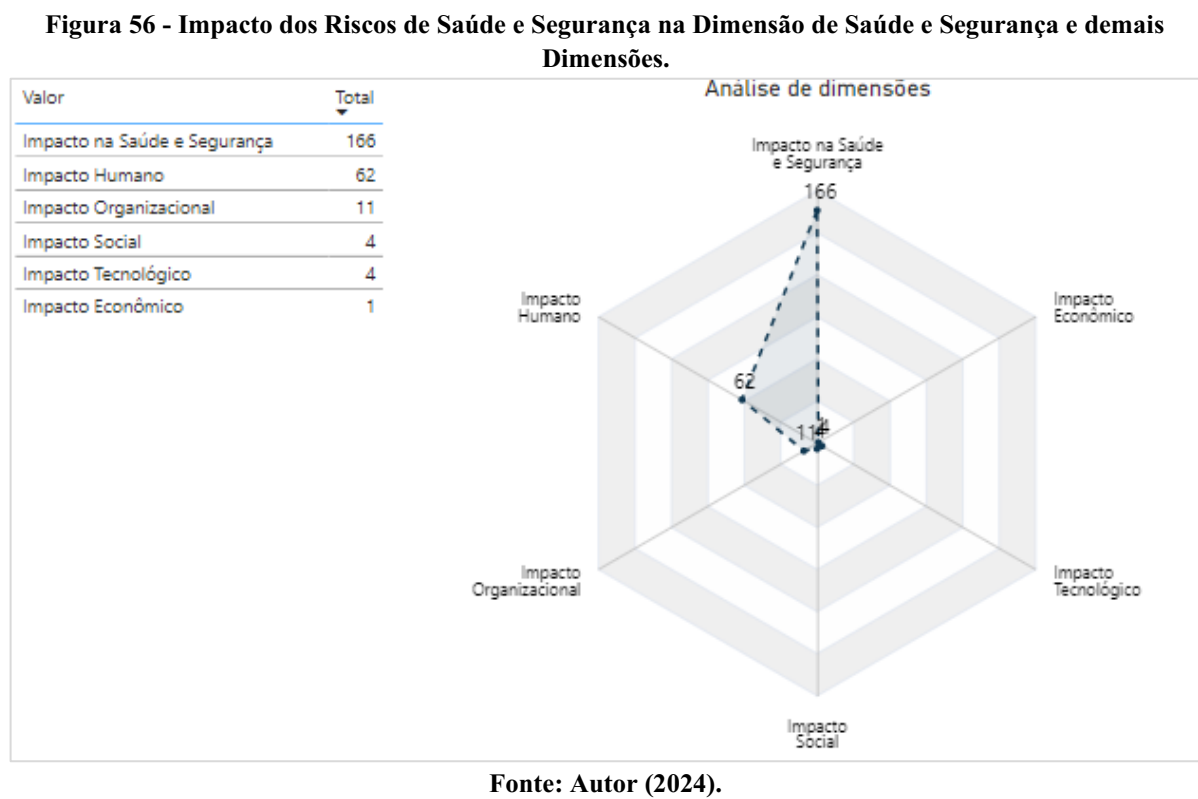
Observa-se que os riscos humanos que incluem o Risco de Falta de Interação Humana (RH1), o Risco de Falta de Experiência e Treinamentos (RH2), o Risco de Falta de Trabalhadores com Visão Clara sobre a Indústria 4.0 (RH3) e o Risco de Falta de Mão de Obra Qualificada (RH4), apresentam impactos não somente na dimensão humana, mas também na social e organizacional, de acordo com a percepção dos respondentes.

A falta de interação humana (RH1) pode afetar o compromisso dos colaboradores, reduzindo a capacidade de trabalho em equipe e a colaboração eficaz. A falta de experiência e treinamentos (RH2) limita o desenvolvimento de competências importantes neste novo cenário

de transformação digital, deixando os trabalhadores despreparados para lidar com as novas tecnologias digitais, o que pode reduzir a eficiência organizacional.

A falta de trabalhadores que compreendam a Indústria 4.0 (RH3) representa um grande desafio tanto para a adaptação das organizações quanto para a integração desses trabalhadores em processos que utilizam de tecnologias digitais. Além disso, a falta de mão de obra qualificada (RH4) evidencia uma necessidade urgente de formar, treinar e preparar profissionais com habilidades específicas para lidar com tecnologias digitais básicas e avançadas.

Esses riscos humanos não apenas impactam as organizações, mas também têm consequências sociais, visto que a falta de qualificação e de interação afeta as relações de trabalho e a capacidade de adaptação da força de trabalho. A Figura 56 apresenta o Impacto dos Riscos de Saúde e Segurança em relação a dimensão de saúde e segurança e das demais dimensões.



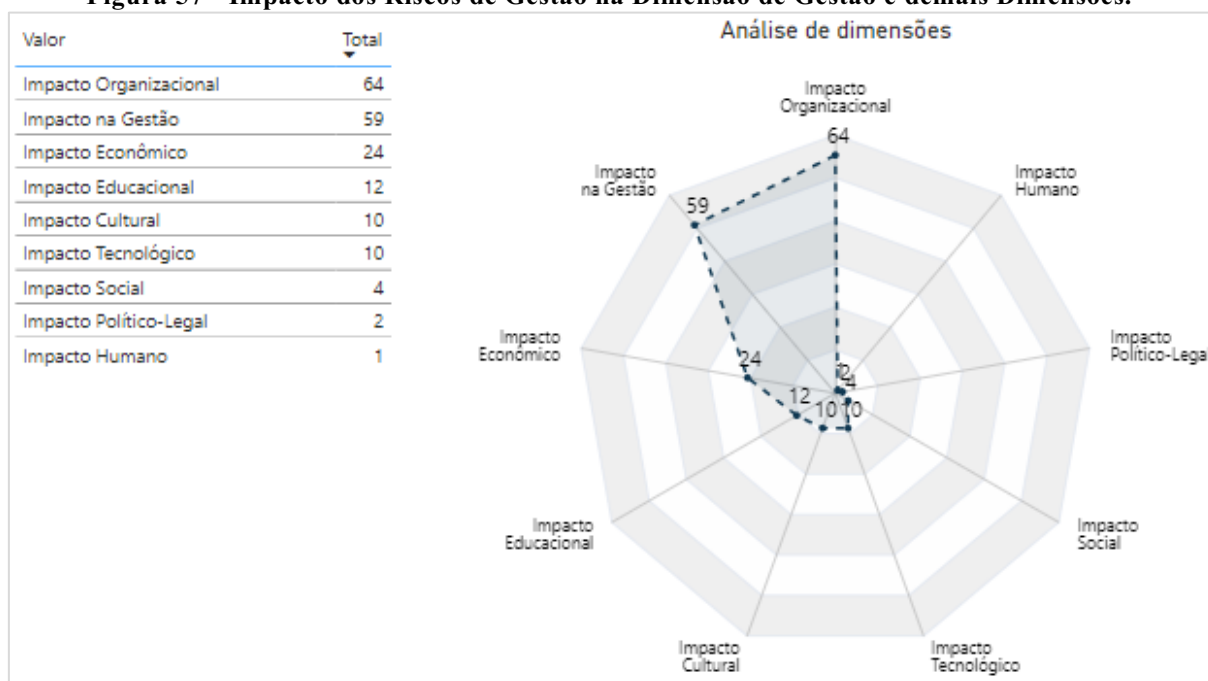
Fonte: Autor (2024).

Os riscos de saúde e segurança, como o Risco à Integridade Física dos Trabalhadores (RSS1), o Risco de Acidente de Trabalho (RSS2), o Risco Ocupacional (RSS3) e o Risco de Problemas Psicossociais e Doenças Musculoesqueléticas (RSS4), foram identificados pelos 62 respondentes como fatores que impactam não apenas a dimensão de saúde e segurança, mas também a dimensão humana.

O Risco à Integridade Física dos Trabalhadores (RSS1) representa uma ameaça direta à segurança dos indivíduos no ambiente de trabalho, necessitando de medidas preventivas para evitar danos físicos. O risco de acidente de trabalho (RSS2) é outra preocupação, pois podem comprometer o bem-estar dos colaboradores.

O Risco Ocupacional (RSS3) abrange ameaças associadas às condições do ambiente de trabalho, desde a exposição perigosas até o desgaste físico e emocional causado por atividades repetitivas. Já os problemas psicossociais e doenças musculoesqueléticas (RSS4) revelam riscos que afetam diretamente a saúde mental e física dos trabalhadores, influenciando aspectos como estresse, fadiga e qualidade de vida, que são fundamentais para o desempenho e satisfação no trabalho. Esses riscos impactam não somente a dimensão de saúde e segurança, mas também a dimensão humana, pois comprometem o bem-estar dos trabalhadores e podem resultar em afastamentos do ambiente de trabalho. A Figura 57 apresenta o Impacto dos Riscos de Gestão em relação a dimensão de gestão e das demais dimensões.

Figura 57 - Impacto dos Riscos de Gestão na Dimensão de Gestão e demais Dimensões.



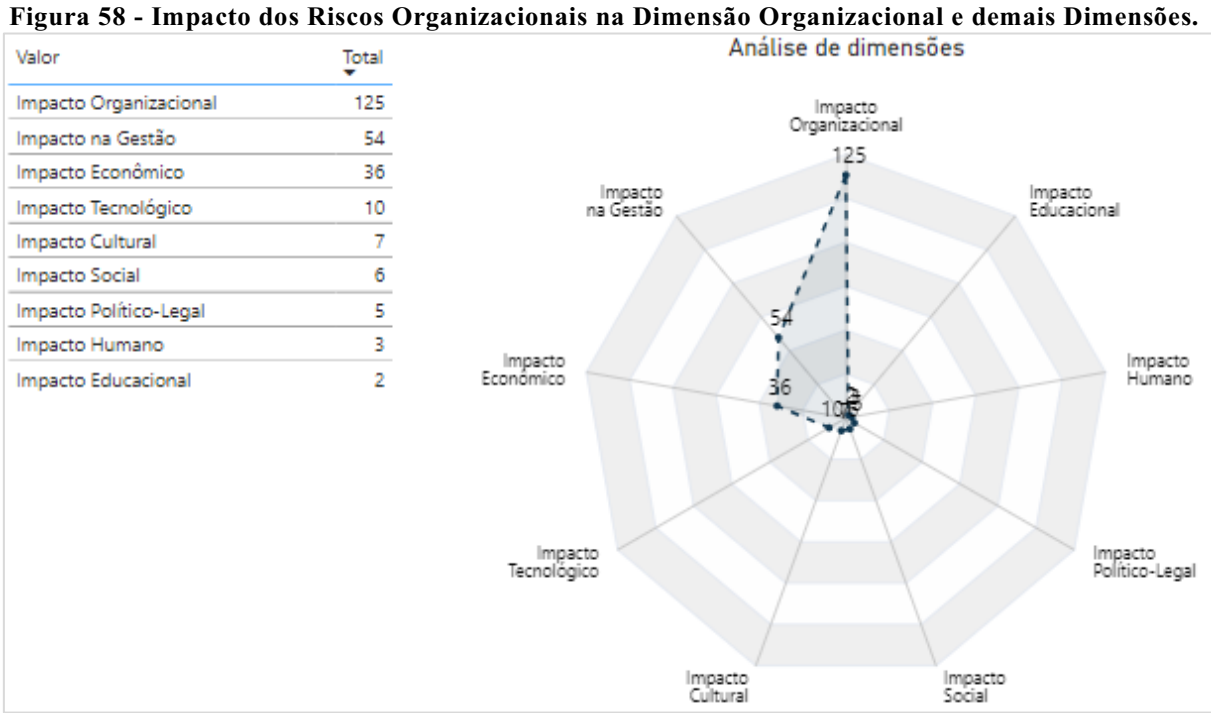
Fonte: Autor (2024).

Segundo os respondentes, os riscos classificados como riscos de gestão, Risco de Baixo Entendimento sobre as Implicações da Indústria 4.0 (RG1), Risco de Falta de Apoio da Alta Gestão (RG2) e Risco de Planejamento Inadequado (RG3), demonstraram impacto predominante na dimensão organizacional. Em seguida, observou-se um impacto na dimensão de gestão e, por fim, um impacto econômico, revelando uma influência entre essas dimensões.

O Risco de Baixo Entendimento sobre as Implicações da Indústria 4.0 (RG1) sugere que, sem uma visão clara das transformações da essa nova era industrial, as organizações encontram dificuldades para implementar mudanças eficazes, afetando sua estrutura e estratégias de adaptação. O Risco de Falta de Apoio da Alta Gestão (RG2) mostra que o comprometimento dos gestores é fundamental para promover uma cultura organizacional orientada à transformação digital.

O Risco de Planejamento Inadequado (RG3) evidencia a importância de desenvolver estratégias bem fundamentadas e adaptadas à realidade da transformação digital. A ausência de um planejamento eficaz pode resultar em estratégias mal definidas, além de causar uma má alocação de recursos, comprometendo o sucesso das iniciativas digitais.

Esses riscos destacam a interdependência entre os impactos de gestão e organizacionais, mostrando que decisões estratégicas equivocadas não apenas afetam os processos internos, mas também influenciam diretamente a estabilidade econômica da organização. A Figura 58 apresenta o Impacto dos Riscos Organizacionais em relação a dimensão organizacional e das demais dimensões.



Fonte: Autor (2024).

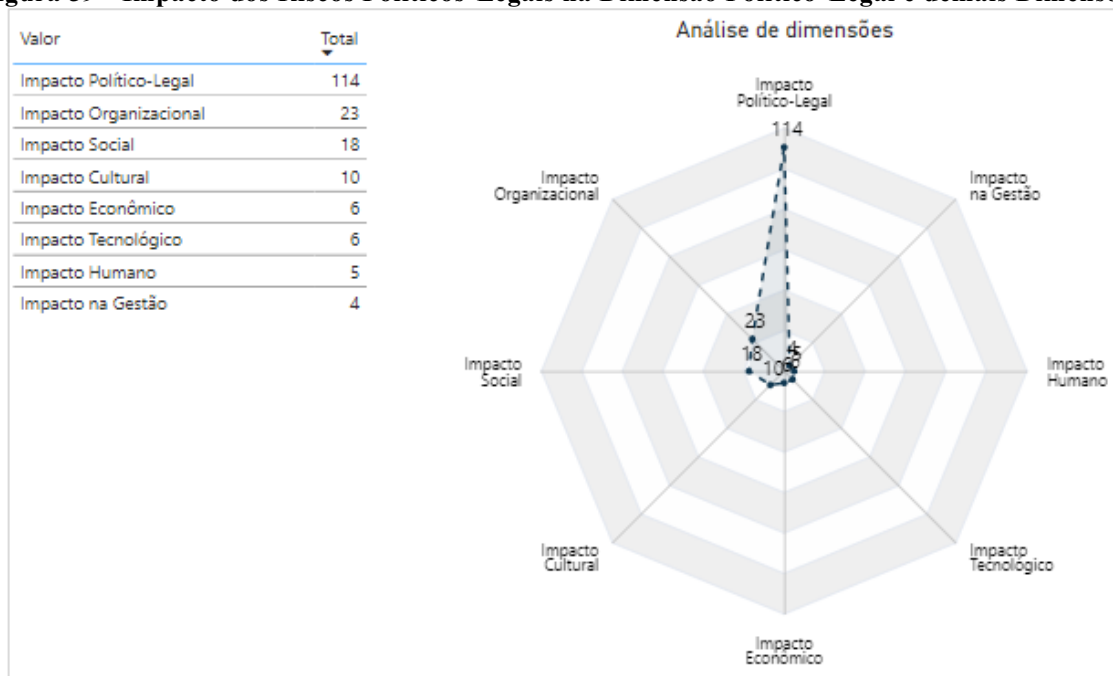
Assim como observado nos riscos de gestão, os riscos organizacionais classificados como Risco de Disrupção da Cadeia de Suprimentos (RO1), Risco de Mudanças Organizacionais nos Processos (RO2), Risco de Novos Modelos de Negócios (RO3) e Risco de

Problemas de Coordenação, Colaboração e Comunicação (RO4), têm impacto significativo tanto na dimensão organizacional quanto na dimensão de gestão.

O Risco de Disrupção da Cadeia de Suprimentos (RO1) representa uma ameaça direta à continuidade das operações industriais, visto que qualquer interrupção nos fluxos de materiais ou produtos pode comprometer a eficiência do processo e o atendimento ao cliente. Mudanças organizacionais nos processos (RO2) exigem uma adaptação constante, desafiando a gestão em alinhar as operações produtivas com novas práticas e exigências de mercado. Os novos modelos de negócios (RO3) demandam uma revisão estratégica e estrutural para garantir que a organização se posicione adequadamente em um cenário competitivo da transformação digital.

Já os riscos de problemas de coordenação, colaboração e comunicação (RO4) afetam a gestão interna, dificultando o alinhamento entre equipes e prejudicando a implementação de iniciativas e o alcance dos objetivos. Os riscos relacionados a gestão e a questão organização apresentam uma forte dependência, uma vez que a capacidade de coordenar e adaptar processos internos e modelos de negócios influencia diretamente a resiliência da empresa frente às mudanças. A Figura 59 apresenta o Impacto dos Riscos Políticos-Legais em relação a dimensão políticos-legais e das demais dimensões.

Figura 59 - Impacto dos Riscos Políticos-Legais na Dimensão Político-Legal e demais Dimensões.

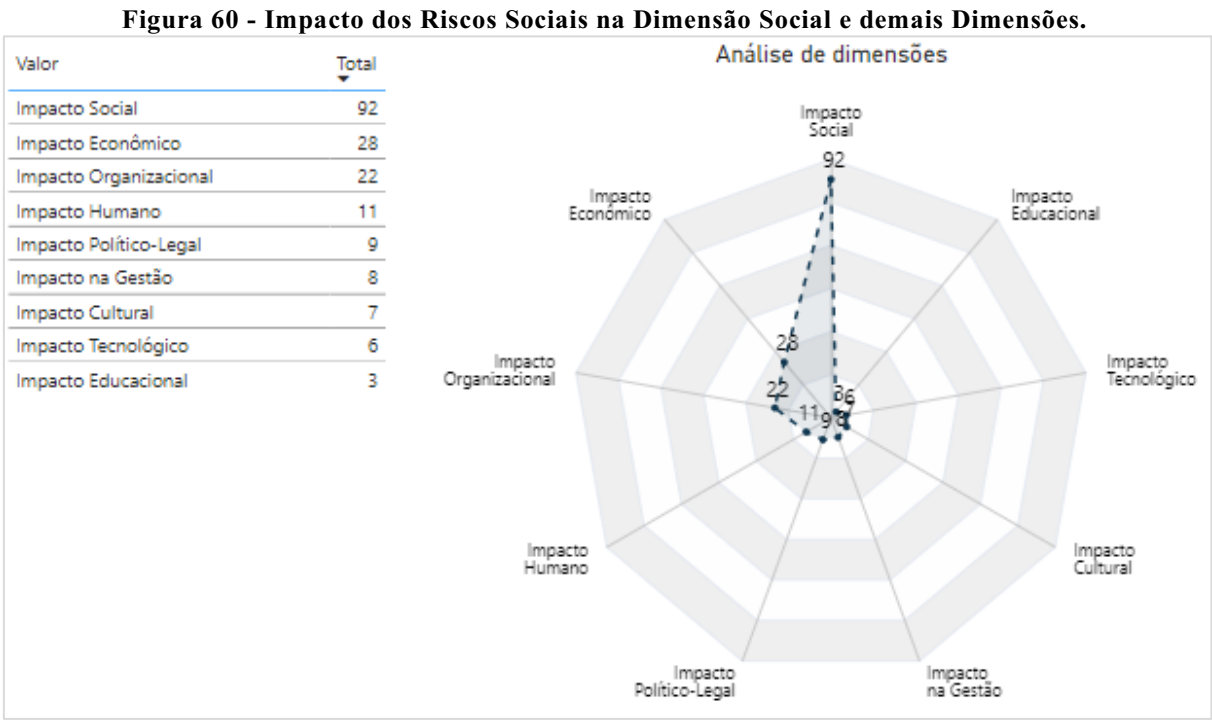


Fonte: Autor (2024).

De acordo com os respondentes, os riscos político-legais, que foram definidos como Risco de Questões Éticas (RPL1), Risco de Falta ou Mudança de Legislação (RPL2) e Risco

de Falta de Apoio Político e Governamental (RPL3), possuem um impacto direto na dimensão político-legal. O Risco de Questões Éticas (RPL1) destaca-se pela potencialidade de afetar a credibilidade e a imagem da organização, uma vez que práticas não éticas podem resultar em sanções, perda de confiança e desafios legais.

A mudança de legislações (RPL2) traz incertezas que dificultam o planejamento de longo prazo, fazendo com que as organizações se adaptem rapidamente a novos regulamentos, o que pode gerar operacionais significativas. Além disso, a falta de apoio político e governamental (RPL3) impede que a organização conte com incentivos do poder público que facilitem a implementação de novas tecnologias digitais. Desta forma, é necessário que as indústrias se antecipeem a possíveis mudanças legislativas e adotem práticas éticas rigorosas. A Figura 60 apresenta o Impacto dos Riscos Sociais em relação a dimensão social e das demais dimensões.

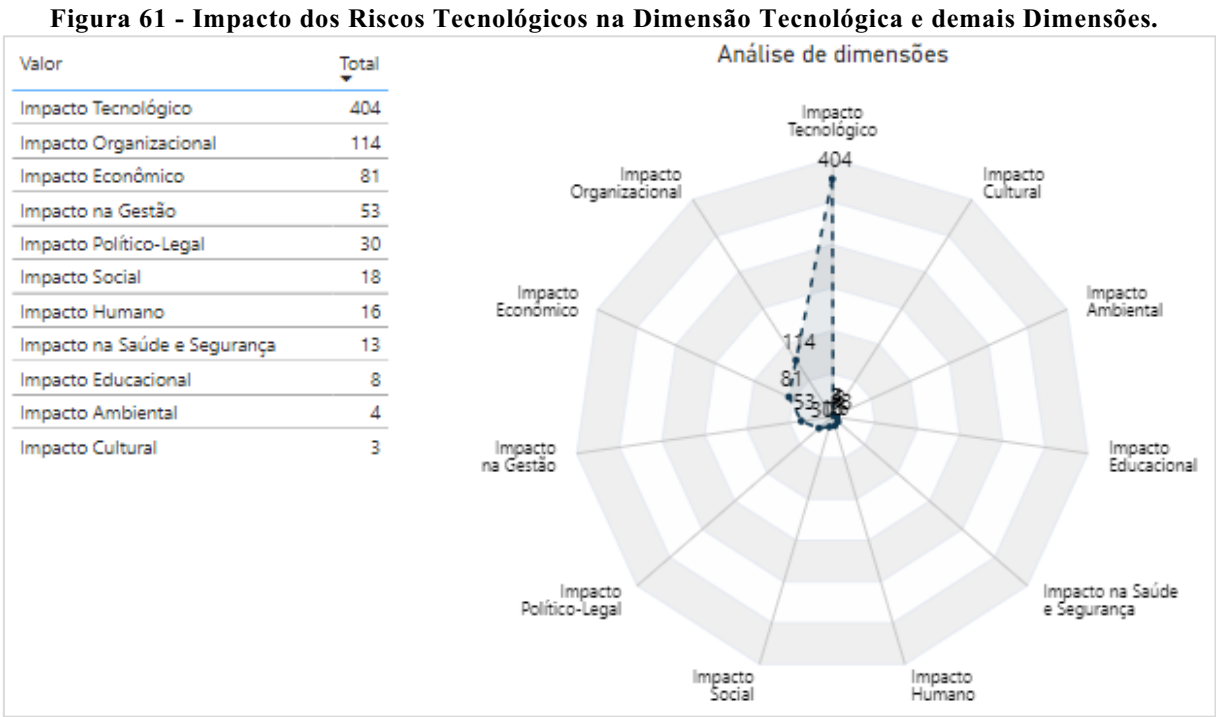


Fonte: Autor (2024).

Os riscos sociais incluindo o Risco de Desigualdade Social (RS1), o Risco de Desemprego (RS2) e o Risco de Aceitação de Clientes (RS3), foram identificados pelos respondentes como fatores com impacto profundo na dimensão social. O Risco de Desigualdade Social (RS1) reflete o potencial aumento de diferenças econômicas e sociais, uma vez que a implementação de tecnologias digitais pode beneficiar apenas certos grupos, potencializando a exclusão social. O Risco de Desemprego (RS2) é igualmente impactante, pois a automação e o

uso crescente das tecnologias digitais podem levar à redução de postos de trabalho, causando insegurança e instabilidade econômica para muitos trabalhadores e suas famílias.

O Risco de Aceitação de Clientes (RS3) apresenta que o sucesso de novas tecnologias e modelos de negócios depende diretamente da receptividade dos clientes. Se os clientes não aceitarem, a organização poderá enfrentar resistência e baixa adesão, o que pode prejudicar o sucesso das suas inovações. A Figura 61 apresenta o Impacto dos Riscos Tecnológicos em relação a dimensão tecnológica e das demais dimensões.



Os riscos tecnológicos são Risco da Falta de Integração entre Sistemas e Equipamentos (Interoperabilidade) (RT1), Risco da Falta de Segurança Cibernética e Proteção de Dados (RT2), Risco de Ataque Cibernético (RT3), Risco de Baixa Qualidade dos Dados Existentes (RT4), Risco de Elevado Grau de Automação (RT5), Risco de Erros da Inteligência Artificial (RT6), Risco da Falta de Infraestrutura Tecnológica (RT7), Risco de Hiperconectividade (RT8), Risco de Incapacidade de Interpretação de Dados (RT9), Risco de Vazamento de Dados Privados (RT10), Risco de Obsolescência Rápida (RT11) e Risco de Maturidade Tecnológica (RT12), foram identificados pelos respondentes como impactos significativos, especialmente na dimensão tecnológica.

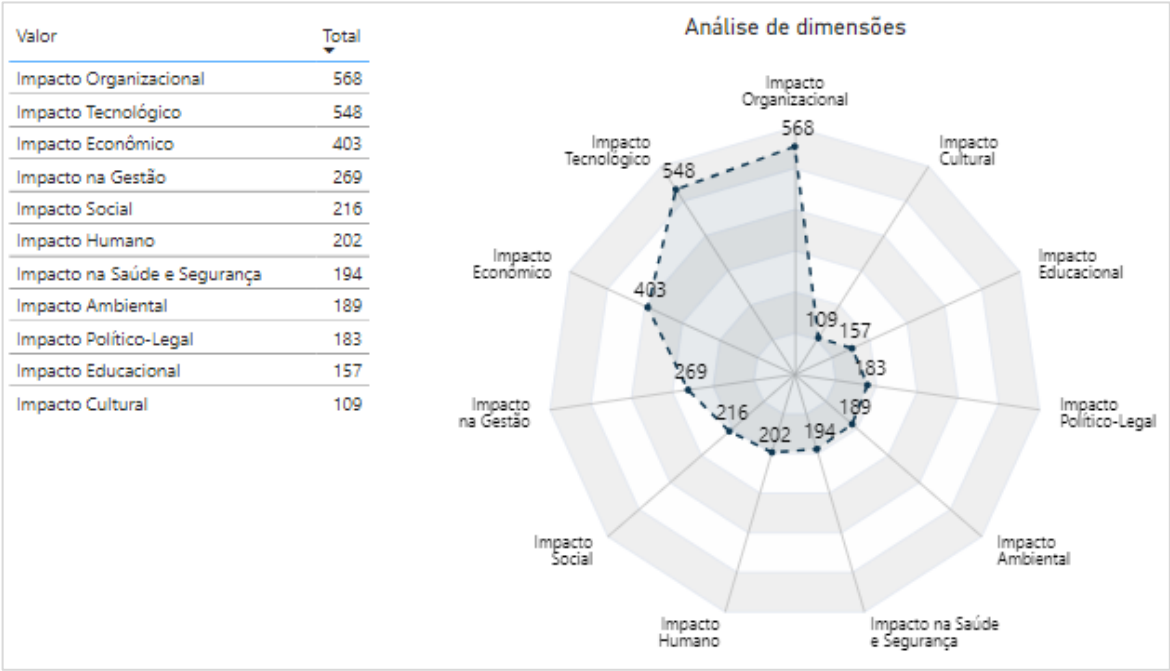
A falta de integração entre sistemas e equipamentos (RT1) limita o funcionamento dos processos, enquanto a falta de segurança cibernética e proteção de dados (RT2) e o risco de

ataques cibernéticos (RT3) ameaçam a integridade e confidencialidade dos dados. A baixa qualidade dos dados (RT4) afeta diretamente a precisão nas análises e decisões, ao passo que um elevado grau de automação (RT5) pode gerar dependência excessiva da tecnologia, reduzindo a flexibilidade organizacional.

Os erros da inteligência artificial (RT6) e a falta de infraestrutura tecnológica adequada (RT7) são riscos críticos que afetam a confiabilidade e a operacionalidade dos sistemas. A hiperconectividade (RT8), por sua vez, aumenta o risco de exposição a vulnerabilidades cibernéticas. Além disso, a incapacidade de interpretação de dados (RT9) e o vazamento de informações privadas (RT10) comprometem a segurança e a eficácia das operações.

A rápida obsolescência (RT11) e a maturidade tecnológica insuficiente (RT12) exigem investimentos constantes e adaptação das tecnologias digitais, o que faz com que as organizações tenham que se adaptar para acompanhar o ritmo acelerado das mudanças tecnológicas. Os resultados evidenciam que a dimensão tecnológica requer atenção redobrada e estratégias robustas de mitigação para que as indústrias possam operar de maneira segura e eficiente no contexto da transformação digital. A Figura 62 ilustra o quantitativo de todas as 11 dimensões, mostrando a frequência com que os 62 respondentes indicaram que os riscos poderiam gerar impacto em cada uma delas.

Figura 62 - Quantitativo do Impacto por Dimensão de acordo com a Frequência de Resposta.



Fonte: Autor (2024).

A análise apresentada na Figura 62 revela quais dimensões foram percebidas como mais críticas pelos respondentes, oferecendo uma visão clara dos impactos gerados pelos 49 riscos identificados. O impacto organizacional destacou-se como o mais relevante, com 568 apontamentos (representando 18,7% do total), indicando uma preocupação significativa com a estrutura e os processos internos das organizações, que são diretamente afetados por esses riscos. Em seguida, o impacto tecnológico apareceu com 548 apontamentos (18,03%), refletindo a importância de uma infraestrutura tecnológica sólida e segura para enfrentar os desafios da transformação digital. O impacto econômico, com 403 apontamentos (13,26%), evidencia a sensibilidade dos respondentes às possíveis repercussões financeiras que os riscos podem causar, afetando desde os custos operacionais até a sustentabilidade financeira.

Por outro lado, as dimensões menos destacadas foram o impacto cultural, com 109 apontamentos (3,58%), e o impacto educacional, com 157 apontamentos (5,16%), indicando que, embora esses fatores sejam relevantes, eles são percebidos como menos urgentes em comparação com os aspectos organizacionais, tecnológicos e econômicos. Esses dados são baseados nas 3.038 ocorrências registradas pelos 62 respondentes, considerando que cada um indicou uma opção de impacto para cada um dos 49 riscos.

Esses resultados sugerem que as dimensões organizacional, tecnológica e econômica requerem uma atenção prioritária. A preocupação com essas dimensões mostra que os respondentes valorizam uma abordagem estratégica para gerenciar riscos, reconhecendo que as falhas em qualquer uma dessas dimensões pode comprometer a operação e o crescimento da organização. Em contraste, os impactos culturais e educacionais, embora menos citados, ainda desempenham um papel importante na formação de uma cultura organizacional sólida.

A partir da análise dos apontamentos dos respondentes, foi possível avaliar os riscos com base nas dimensões mencionadas por eles. Para cada risco, os respondentes indicaram a dimensão onde acreditavam que o impacto seria mais significativo. Com base nas respostas obtidas e no conhecimento adquirido ao longo deste estudo, foi elaborado o Quadro 13, que identifica as dimensões adicionais, além da inicialmente indicada, onde cada risco também pode exercer influência.

Essa abordagem permitiu ampliar a compreensão dos impactos potenciais, destacando como certos riscos podem afetar várias dimensões simultaneamente. O Quadro 12 serve, assim, como uma ferramenta estratégica que proporciona uma visão mais completa dos riscos, evidenciando a necessidade de uma gestão integrada que considere todos os possíveis reflexos em diferentes dimensões.

Quadro 13 - Classificação dos Riscos por Dimensões de Acordo com os Impactos.

RISCO	IMPACTO											
	IMPACTO	IA	IC	IE	IED	IH	ISS	IG	IO	IPL	IS	IT
	IA	RA1 RA2 RA3 RA4		RA1 RA2			RA4				RA1 RA3	
	IC		RC1 RC2 RC3	RC1	RC3			RC2	RC1 RC3		RC1 RC2	
	IE			RE1 RE2 RE3 RE4 RE5				RE1 RE2 RE3 RE4	RE4 RE5			
	IED				RED1 RED2 RED3 RED4			RED4	RED1 RED3	RED2	RED4	RED1 RED3
	IH			RH3		RH1 RH2 RH3 RH4		RH3 RH4	RH2 RH4		RH1 RH4	RH2
	ISS					RSS1 RSS2 RSS3 RSS4	RSS1 RSS2 RSS3 RSS4					
	IG			RG1				RG1 RG2 RG3	RG2 RG3			RG1
	IO			RO1 RO3				RO1 RO2 RO3 RO4	RO1 RO2 RO3 RO4			
	IPL			RPL3		RPL2		RPL3	RPL2	RPL1 RPL2 RPL3	RPL1	
	IS		RS3	RS1 RS2 RS3							RS1 RS2 RS3	
	IT			RT7 RT11		RT2 RT3 RT5 RT6 RT10		RT4 RT9	RT1 RT8 RT12	RT2 RT3 RT10	RT5 RT6 RT8 RT11	RT1 RT2 RT3 RT4 RT5 RT6 RT7 RT8 RT9 RT10 RT11 RT12

Fonte: Autor (2024).

Observa-se, por exemplo, que o risco de alterações climáticas (RA1), classificado inicialmente na dimensão ambiental, apresenta impactos significativos também nas dimensões social e econômica. Esse risco pode afetar a disponibilidade e o custo de recursos naturais, gerando efeitos econômicos para empresas que dependem intensivamente desses insumos. Além disso, as mudanças climáticas trazem consequências sociais, como escassez de recursos, secas intensas, queimadas, aumento de temperatura, que por sua vez, impactam tanto a força de trabalho quanto as cadeias produtivas (Bonilla *et al.*, 2018; Stock *et al.*, 2018).

Já o risco de obsolescência rápida (RT11), embora esteja classificado na dimensão tecnológica, impacta também as dimensões econômica e social. A obsolescência acelerada dos equipamentos e sistemas exigem investimentos contínuos, comprometendo os orçamentos e aumentando os custos operacionais das organizações, o que impacta diretamente na saúde financeira da organização (Moktadir *et al.*, 2018; Olha *et al.*, 2018; Zhang *et al.*, 2021; Rodríguez-Espíndola *et al.*, 2022). Do ponto de vista social, a necessidade constante de atualização tecnológica pode limitar o acesso de equipamentos e sistemas, além de influenciar o mercado de trabalho, que precisa se adaptar rapidamente às novas tecnologias para evitar a perda de empregos e competências (Kumar *et al.*, 2022; Satyro *et al.*, 2022).

O Risco de Falta de Cultura Digital (RC1) foi identificado como aquele que impacta o maior número de dimensões, abrangendo as dimensões cultural, social, educacional e organizacional. Esse risco afeta a dimensão cultural, pois a falta de uma cultura digital impede e limite a adaptação à transformação tecnológica, dificultando a incorporação de novas práticas digitais na organização (Kumar *et al.*, 2022b; Satyro *et al.*, 2022; Attiany *et al.*, 2023).

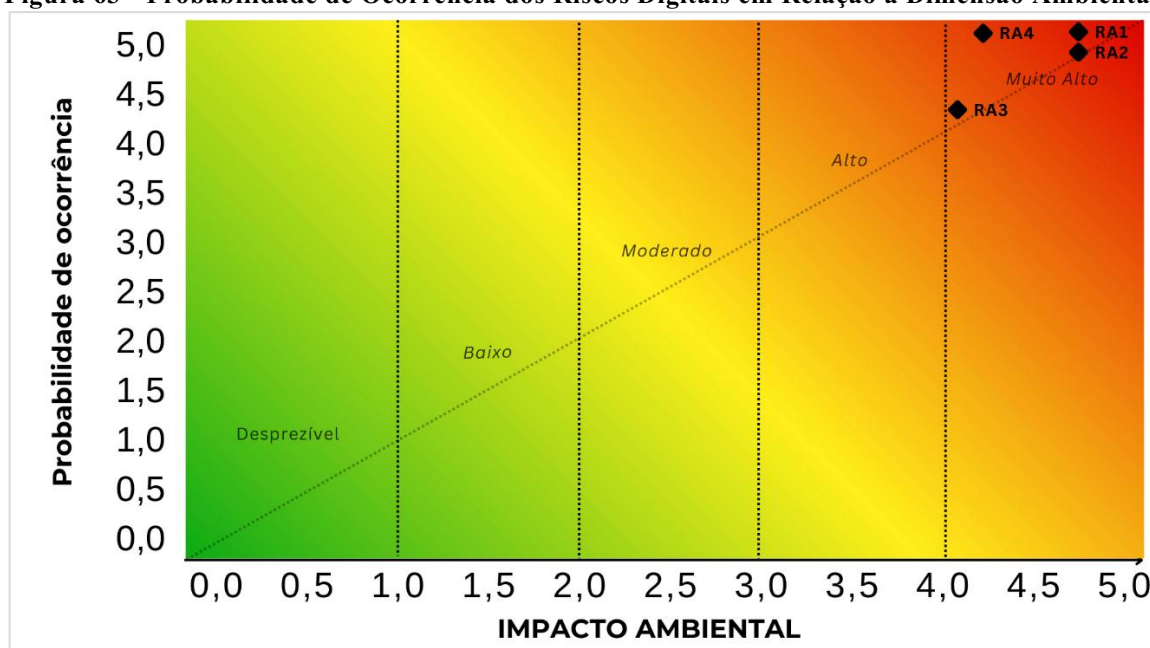
Na dimensão social, a falta de cultura digital contribui para a exclusão digital, acentuando desigualdades entre aqueles que não têm acesso a competências digitais essenciais (Stock *et al.*, 2018; Mora Sanchez, 2019b). No aspecto educacional, a falta dessa cultura prejudica o desenvolvimento de habilidades digitais em trabalhadores e estudantes, limitando a capacidade de aprendizado e a preparação para o mercado de trabalho que a cada dia se torna mais digital (Mora Sanchez, 2019b; Yilmaz *et al.*, 2022).

Quanto a dimensão organizacional, a falta de cultura digital representa um grande desafio para a implementação eficaz de tecnologias digitais e processos tecnológicos, dificultando a competitividade e a eficiência interna dos processos (Luthra; Mangla, 2018; Stock *et al.*, 2018; Ngo *et al.*, 2023). Após a análise qualitativa dos impactos dos riscos digitais, foi possível também quantificar esses impactos com base nas notas atribuídas pelos respondentes, como detalhado no próximo tópico.

4.3.4.2 Mapa de riscos do impacto (mapa quantitativo)

A probabilidade de impacto, atribuída com base na percepção dos respondentes, também foi quantificada. Para cada risco identificado, foi atribuída uma nota de 1 a 5 para cada uma das 11 dimensões, com o objetivo de quantificar o nível de impacto de forma mais precisa. A Figura 63, apresenta a probabilidade de ocorrência dos riscos na dimensão ambiental, apresentando uma visão detalhada de como os respondentes avaliam o impacto dessa dimensão a diferentes tipos de risco.

Figura 63 - Probabilidade de Ocorrência dos Riscos Digitais em Relação a Dimensão Ambiental.



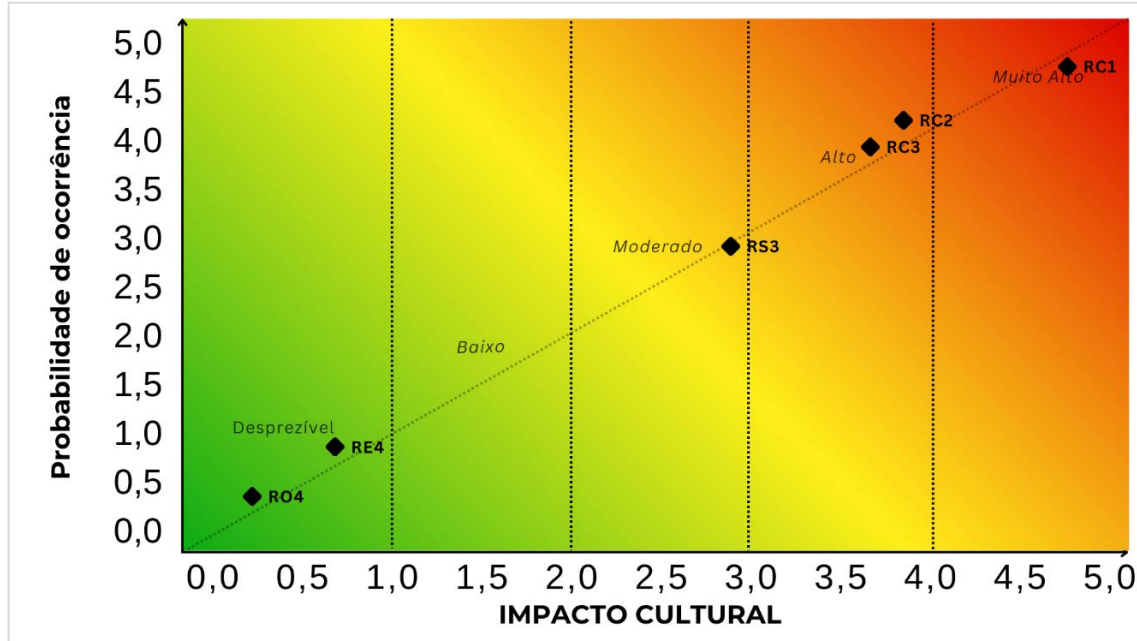
Fonte: Autor (2024).

Em relação ao impacto ambiental, observa-se que o Risco de Alterações Climáticas (RA1), o Risco de Alto Consumo de Energia (RA2) e o Risco de Emissões Poluentes (RA4) obtiveram uma média de 5,0 na probabilidade de ocorrência, enquanto o Risco de Aumento de Lixo Eletrônico, Resíduos e Descarte Inadequado (RA3) apresentou uma média de 4,33.

O impacto ambiental desses riscos foi considerado como muito alto, pois o alto consumo de recursos naturais, compromete a qualidade ambiental e amplia os desafios para a sustentabilidade. O impacto ambiental desses riscos não se limita ao ambiente natural, mas também afeta a viabilidade econômica e social das organizações, reforçando a importância de medidas de mitigação para garantir um equilíbrio entre a utilização das tecnológicas da transformação digital e preservação ambiental (Souza *et al.*, 2020; Rodríguez-Espíndola *et al.*,

2022; Satyro *et al.*, 2022). A Figura 64 apresenta a probabilidade de ocorrência dos riscos na dimensão cultural.

Figura 64 - Probabilidade de Ocorrência dos Riscos Digitais em Relação a Dimensão Cultural.

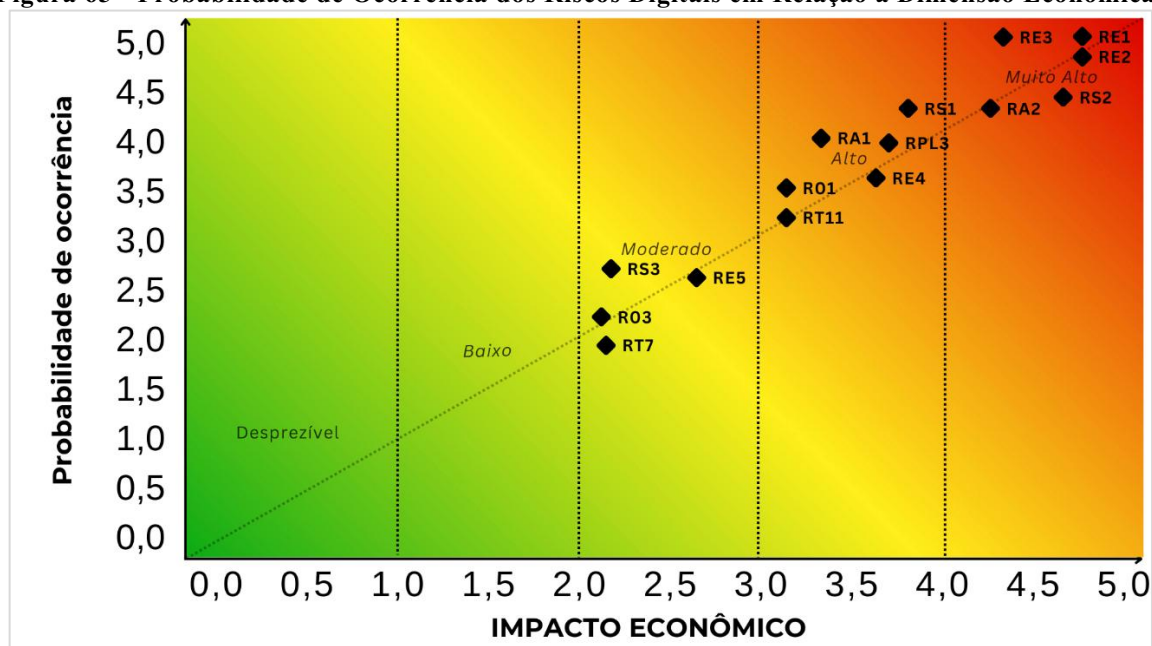


Fonte: Autor (2024).

Em relação ao Impacto Cultural, o Risco de Dependência de Parceiros (RE4), com média de 0,67, foi considerado de impacto desprezível. O Risco de Aceitação de Clientes (RS3), com média 2,0, foi classificado como baixo impacto. O Risco de Relutância à Mudança (RC2), com média 3,0, foi classificado como de impacto moderado. Já o Risco da Falta de Compreensão dos Recursos e Limitações das Novas Tecnologias (RC3), com média de 3,67, foi classificado como alto impacto, e o Risco da Falta de Cultura Digital (RC1), com média de 4,67, foi classificado como de impacto muito alto.

Esses riscos, no contexto da dimensão cultural, ressaltam a importância de uma cultura organizacional que valorize a adaptação e a aceitação de novas tecnologias (Kumar *et al.*, 2020; Kumar *et al.*, 2022b; Attiany *et al.*, 2023). A falta de cultura digital, a relutância à mudança e o desconhecimento dos recursos tecnológicos refletem uma cultura organizacional que pode resistir ao uso e aplicação das tecnologias digitais (Muncinelli *et al.*, 2018; Essakly *et al.*, 2019). A Figura 65 apresenta a probabilidade de ocorrência dos riscos na dimensão econômica.

Figura 65 - Probabilidade de Ocorrência dos Riscos Digitais em Relação a Dimensão Econômica.



Fonte: Autor (2024).

Em relação ao impacto econômico, alguns riscos foram classificados com impacto moderado, como o risco de novos modelos de negócios (R03) com nota 2,20, falta de infraestrutura tecnológica (RT7) com nota 2,23, mudanças no mercado (RE5) com nota 2,55 e aceitação de clientes (RS3) com nota 2,72. Outros riscos, classificados com impacto moderado-alto, incluem o risco de obsolescência rápida (RT11), disrupção da cadeia de suprimentos (R01), alterações climáticas (RA1), de dependência de parceiros (RE4) e falta de apoio político e governamental (RPL3), com notas variando entre 3,2 e 3,76.

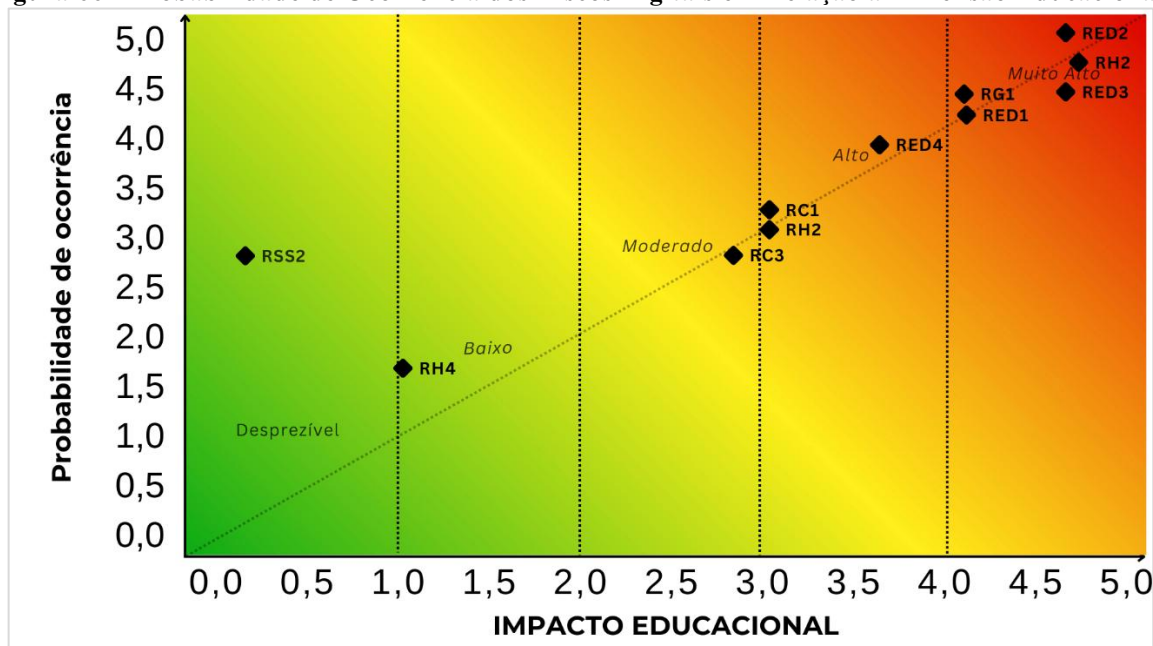
Por fim, os riscos classificados como de impacto econômico muito alto incluem risco de desigualdade social (RS1) com nota 4,29, alto consumo de energia (RA2) com nota 4,33, desemprego (RS2) com nota 4,67, além dos riscos de alto custo de investimentos e implementação (RE1), falta de recursos financeiros (RE2) e incerteza de retorno financeiro (RE3), todos com média de 5,0.

De maneira geral, esses riscos na dimensão econômica refletem a importância da estabilidade financeira e da capacidade das organizações de responder às demandas econômicas. Eles estão ligados à necessidade de investimentos contínuos, à adaptação às condições de mudanças do mercado e à sustentabilidade dos negócios (Tanjung *et al.*, 2019a; Rodríguez-Espíndola *et al.*, 2022).

Esses riscos representam ameaças críticas para a saúde financeira das organizações, aumentando os custos operacionais, dificultando o acesso ao capital e gerando incertezas em

relação ao retorno dos investimentos (Rodríguez-Espíndola *et al.*, 2022). Além disso, riscos como desigualdade social e desemprego afetam não apenas a economia interna das organizações, mas também o contexto socioeconômico externo, impactando o poder de consumo e a estabilidade do mercado (Stock *et al.*, 2018; Guevara *et al.*, 2020; Gadekar; Sarkar; Gadekar, 2022). A Figura 66 apresenta a probabilidade de ocorrência dos riscos na dimensão educacional.

Figura 66 - Probabilidade de Ocorrência dos Riscos Digitais em Relação a Dimensão Educacional.



Fonte: Autor (2024).

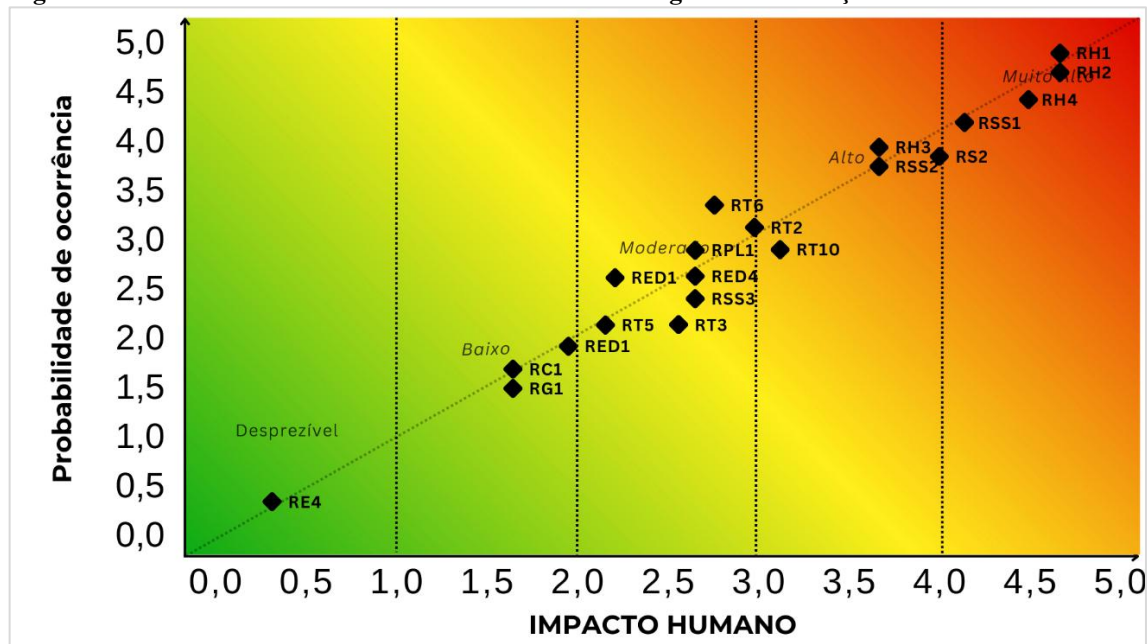
O Risco de Falta de Mão de Obra Qualificada (RH4), com nota de 1,63, foi classificado como de baixo impacto na dimensão educacional. Em seguida, o Risco da Falta de Compreensão dos Recursos e Limitações das Novas Tecnologias (RC3), com nota de 2,83, foi considerado de impacto moderado. Outros riscos, como a Falta de Cultura Digital (RC1) com 3,18, a Falta de Experiência e Treinamentos (RH2) com 3,21 e a Dificuldade em Contratar/Treinar Pessoas em Tecnologia Digital (RED4) com 3,76, foram avaliados como tendo um alto impacto. Por fim, os riscos de Baixo Entendimento sobre as Implicações da Indústria 4.0 (RG1) com 4,15, Falta de Pesquisa sobre a Indústria 4.0 (RED1), Falta de Competências Digitais (RED3) com 4,26, Falta de Trabalhadores com Visão sobre a Indústria 4.0 (RH3) com 4,67 e Políticas Educacionais Inconsistentes (RED2) com 5,0 foram classificados como de impacto muito alto.

Esses resultados refletem a importância dos riscos educacionais na transformação digital em indústrias. A falta de uma base sólida em cultura digital, competências específicas e

treinamento adequado dificulta que os trabalhadores desenvolvam competências fundamentais para lidar com as novas tecnologias digitais (Luthra; Mangla, 2018; Satyro *et al.*, 2022). Esses riscos impactam a capacidade de compreender e aplicar os recursos disponíveis, limitando o aproveitamento dos benefícios tecnológicos e deixando a organização deficiente quanto a mão de obra qualificada.

De maneira geral, os riscos na dimensão educacional apontam para a necessidade de um sistema de aprendizado, capacitação e desenvolvimento contínuo, focado na capacitação digital e tecnológica dos profissionais. A falta de compreensão dos recursos e tecnologias digitais, a escassez de treinamentos específicos e a inconsistência nas políticas educacionais afetam diretamente a capacidade de se adaptar ao ambiente digital em rápida evolução (Lee; Lee, 2015; Bajic *et al.*, 2021; Senna *et al.*, 2022). A Figura 67 apresenta a probabilidade de ocorrência dos riscos na dimensão humana.

Figura 67 - Probabilidade de Ocorrência dos Riscos Digitais em Relação a Dimensão Humana.



Fonte: Autor (2024).

Em se tratando do impacto humano, o Risco de Dependência de Parceiros (RE4) obteve uma média de 0,47, sendo classificado como impacto desprezível. Já riscos como Baixo Entendimento sobre as Implicações da Indústria 4.0 (RG1), Falta de Cultura Digital (RC1) e Falta de Pesquisa sobre a Indústria 4.0 (RED1) foram classificados como de baixo impacto, com médias de 1,67, 1,71 e 1,77, respectivamente.

Outros riscos, incluindo Problemas Psicossociais e Doenças Musculoesqueléticas (RSS4), Ataques Cibernéticos (RT3), Elevado Grau de Automação (RT5), Dificuldade em Contratar/Treinar Pessoas em Tecnologia Digital (RED4), Risco Ocupacional (RSS3), Questões Éticas (RPL1), Falta de Segurança Cibernética e Proteção de Dados (RT2) e Erros da Inteligência Artificial (RT6), apresentaram impacto moderado, com médias entre 2,37 e 3,0.

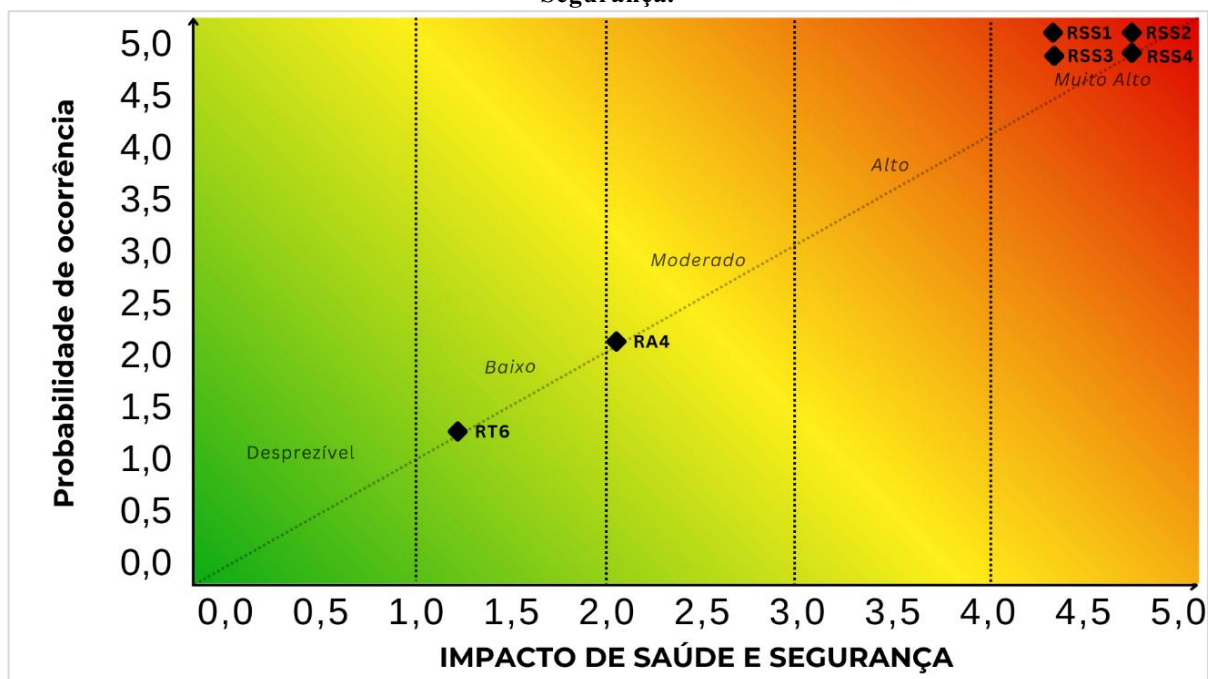
Classificados como alto impacto, encontram-se os riscos de Acidente de Trabalho (RSS2) com média de 3,57 e Falta de Trabalhadores com Visão sobre a Indústria 4.0 (RH3) com média de 3,87. Por fim, com impacto muito alto, estão o Risco à Integridade Física de Trabalhadores (RSS1) com 4,34, Falta de Mão de Obra Qualificada (RH4) com 4,43, Falta de Experiência e Treinamentos (RH2) com 4,5 e Falta de Interação Humana (RH1) com 4,67.

Esses resultados indicam que, na dimensão humana, os riscos afetam aspectos fundamentais do bem-estar, segurança e desenvolvimento profissional dos trabalhadores. A ausência de mão de obra qualificada, a falta de interação humana e a falta de experiência e treinamentos adequados refletem uma realidade em que os trabalhadores podem não estar preparados suficientemente para enfrentar os desafios tecnológicos da transformação digital. Isso cria barreiras significativas para o desenvolvimento e desempenho, ao mesmo tempo que aumenta o risco de acidentes e problemas psicossociais devido a pressões do ambiente digital e muitas vezes automatizado (Moktadir *et al.*, 2018; Saucedo-Martínez, 2018; Bajic *et al.*, 2021).

Esses riscos na dimensão humana revelam a importância de investir em programas de capacitação, segurança e bem-estar para os colaboradores. Riscos como a falta de qualificação, a ausência de uma cultura de interação e o impacto psicológico da automação evidenciam que o ser humano não pode ser negligenciado em ambientes digitais.

A Figura 68 apresenta a probabilidade de ocorrência dos riscos na dimensão de saúde e segurança.

Figura 68 - Probabilidade de Ocorrência dos Riscos Digitais em Relação a Dimensão de Saúde e Segurança.



Fonte: Autor (2024).

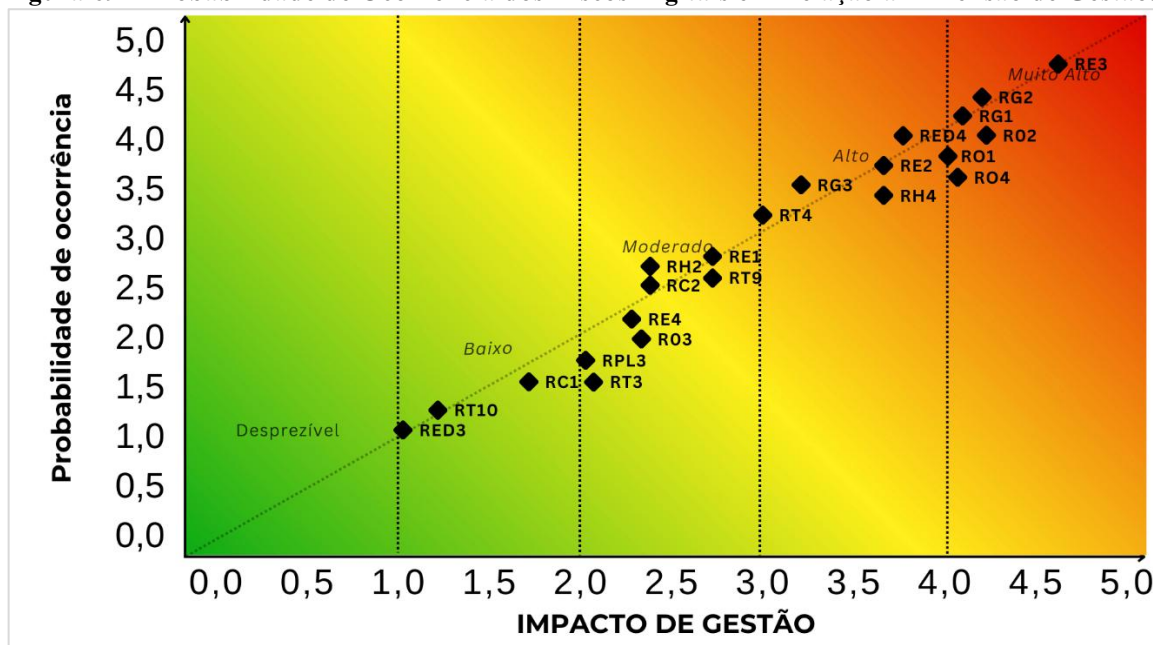
Em relação aos impactos dos riscos digitais na saúde e segurança, observou-se que o Risco de Erros da Inteligência Artificial (RT6), com média de 1,30, e o Risco de Emissões Poluentes (RA4), com média de 2,05, foram classificados como de baixo impacto. No entanto, riscos como Risco à Integridade Física de Trabalhadores (RSS1), Risco de Acidente de Trabalho (RSS2), Risco Ocupacional (RSS3) e Risco de Problemas Psicossociais e Doenças Musculoesqueléticas (RSS4) atingiram a média 5,0, sendo considerados de impacto muito alto na dimensão de saúde e segurança.

Esses resultados evidenciam que, na dimensão de saúde e segurança, os riscos digitais apresentam ameaças significativas ao bem-estar físico e mental dos trabalhadores. Riscos de acidentes de trabalho, problemas psicossociais e condições ocupacionais reforçam a necessidade de um ambiente de trabalho controlado e seguro, principalmente em um cenário de alta automação, onde a interação entre humanos e máquinas se torna cada vez maior. As consequências para estes riscos podem ser graves, desde lesões físicas até transtornos psicológicos, prejudicando tanto a qualidade de vida dos trabalhadores quanto a produtividade das organizações (Gadekar; Sarkar; Gadekar, 2022; Kumar *et al.*, 2022a).

Além disso, o impacto dos riscos digitais na saúde e segurança destaca a importância de políticas preventivas, que incluam treinamento adequado e monitoramento de condições de trabalho. A saúde e segurança dos trabalhadores são elementos essenciais para uma operação

eficiente e sustentável. A Figura 69 apresenta a probabilidade de ocorrência dos riscos na dimensão de gestão.

Figura 69 - Probabilidade de Ocorrência dos Riscos Digitais em Relação a Dimensão de Gestão.



Fonte: Autor (2024).

Ao analisar os riscos que impactam a gestão, observa-se impactos desprezíveis, como o Risco de Falta de Competências Digitais (RED3) com média de 1,0, até impactos muito elevados, como o Risco de Incerteza de Retorno Financeiro (RE3) com média de 4,67. Alguns riscos apresentam impacto baixo, como o Risco de Vazamento de Dados Privados (RT10) com média de 1,50, Falta de Cultura Digital (RC1) com 1,67 e Ataque Cibernético (RT3) com 2,0.

Outros riscos, classificados como de impacto moderado, incluem Falta de Apoio Político e Governamental (RPL3) com média de 2,17, Novos Modelos de Negócios (RO3) com 2,47, Relutância à Mudança (RC2), Dependência de Parceiros (RE4), Falta de Trabalhadores com Visão sobre a Indústria 4.0 (RH3), cada um com média de 2,50, além de Alto Custo de Investimentos e Implementação (RE1) e Incapacidade de Interpretação de Dados (RT9), ambos com média de 2,83, indicando que certas limitações na adaptação a novos modelos e tecnologias podem dificultar o progresso de gestão organizacional.

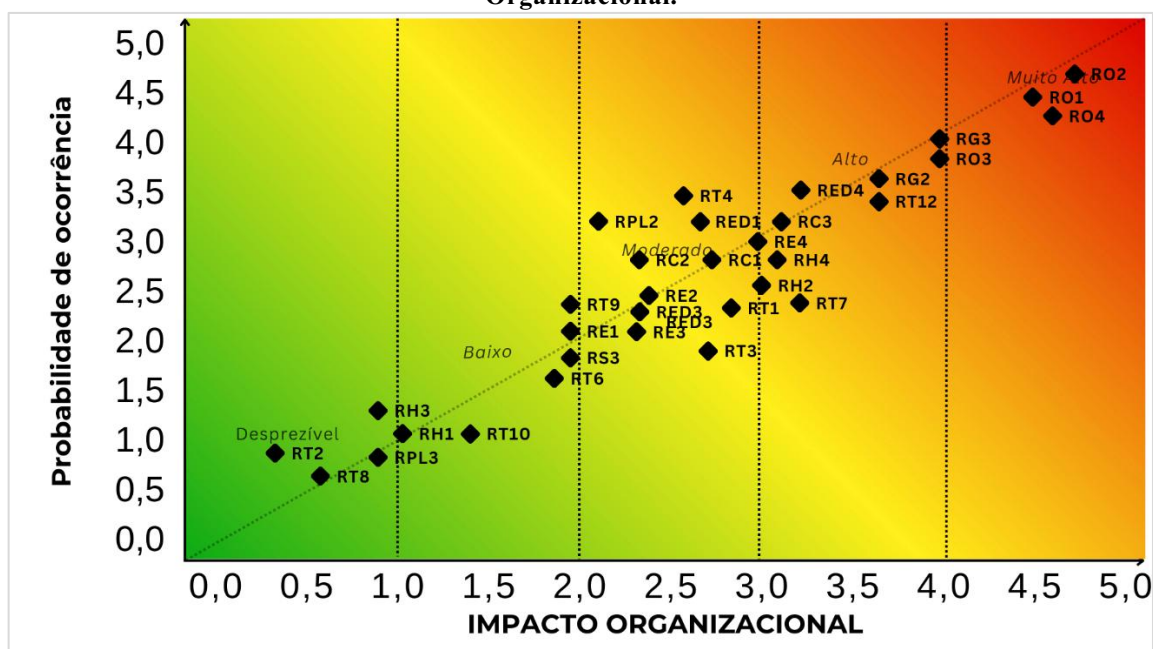
Os riscos de alto impacto, como Baixa Qualidade dos Dados Existentes (RT4) com média de 3,33, Planejamento Inadequado (RG3) com 3,57, Falta de Recursos Financeiros (RE2) e Falta de Mão de Obra Qualificada (RH4), ambos com 3,67, Dificuldade em Contratar/Treinar Pessoas em Tecnologia Digital (RED4) com 3,93 e Disrupção da Cadeia de Suprimentos (RO1)

com 4,0, que destacam a necessidade de investimentos em dados confiáveis, planejamento cuidadoso e alocação adequada de recursos.

Por outro lado, os riscos de impacto muito alto, como Mudanças Organizacionais nos Processos (RO2) com 4,10, Baixo Entendimento sobre as Implicações da Indústria 4.0 (RG1) e Problemas de Coordenação, Colaboração e Comunicação (RO4), ambos com 4,17, Falta de Apoio de Gestão (RG2) com 4,37 e Incerteza de Retorno Financeiro (RE3) com 4,67, representam as ameaças mais críticas, evidenciando a importância de um suporte forte da gestão e de uma coordenação eficaz para garantir que o sucesso da organização.

Esses resultados demonstram que, na dimensão de gestão, a capacidade de adaptação, a clareza no planejamento e o alinhamento estratégico são essenciais para reduzir os impactos e manter a estabilidade organizacional (Luthra; Mangla, 2018; Reyes; Visich; Jaska, 2020). Riscos como a falta de apoio da gestão, problemas de comunicação e a incerteza financeira não apenas impactam a gestão, mas também afetam a capacidade da organização de inovar e melhorar a competitividade organizacional (Salimova; Biryukova; Anikina, 2021; Rodríguez-Espíndola *et al.*, 2022; Satyro *et al.*, 2022). A Figura 70 apresenta a probabilidade de ocorrência dos riscos na dimensão organizacional.

Figura 70 - Probabilidade de Ocorrência dos Riscos Digitais em Relação a Dimensão Organizacional.



Fonte: Autor (2024).

A dimensão de impacto organizacional foi a mais afetada, com o maior número de riscos associados. Alguns desses riscos, como o Risco de Hiperconectividade (RT8) com média

de 0,69, Risco de Falta de Interação Humana (RH1), Risco de Falta de Apoio Político e Governamental (RPL3) e Risco de Falta de Segurança Cibernética e Proteção de Dados (RT2), ambos com 1,0, apresentaram impacto desprezível. Falta de Trabalhadores com Visão sobre a Indústria 4.0 (RH3) e Vazamento de Dados Privados (RT10) com 1,33, Alto Custo de Investimentos e Implementação (RE1), Aceitação de Clientes (RS3), Erros da Inteligência Artificial (RT6) e Incapacidade de Interpretação de Dados (RT9) com 2,0, foram classificados como de baixo impacto.

Riscos com impacto moderado incluem o Risco de Incerteza de Retorno Financeiro (RE3) com 2,10, Falta de Competências Digitais (RED3) com 2,40, Falta de Recursos Financeiros (RE2) com 2,50, Falta de Cultura Digital (RC1) com 2,63, Relutância à Mudança (RC2), Falta de Integração entre Sistemas e Equipamentos (Interoperabilidade) (RT1) e Ataque Cibernético (RT3) com 2,67, Falta de Pesquisa sobre a Indústria 4.0 (RED1) com 2,93, Dependência de Parceiros (RE4), Falta de Mão de Obra Qualificada (RH4), Falta ou Mudança de Legislação (RPL2) e Baixa Qualidade dos Dados Existentes (RT4) com 3,0. Esses riscos indicam a necessidade de uma gestão ativa para assegurar que os recursos financeiros, tecnológicos e humanos estejam alinhados com as expectativas e exigências do mercado.

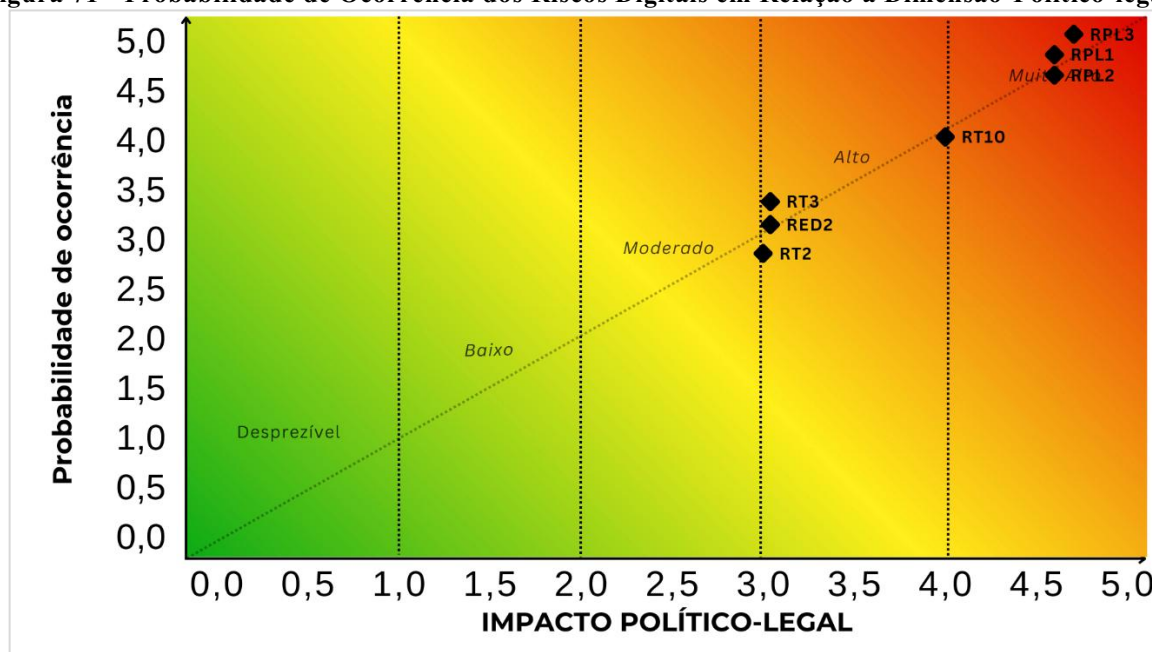
Na categoria de alto impacto, encontram-se riscos como Falta de Compreensão dos Recursos e Limitações das Novas Tecnologias (RC3) com 3,20, Falta de Experiência e Treinamentos (RH3) e Falta de Infraestrutura Tecnológica (RT7), ambos com 3,33, Dificuldade em Contratar/Treinar Pessoas em Tecnologia Digital (RED4) com 3,50, Falta de Apoio de Gestão (RG2) com 3,67, Maturidade Tecnológica (RT12) com 3,73, Mudanças no Mercado (RE5), Planejamento Inadequado (RG3) e Novos Modelos de Negócios (RO3), cada um com 4,0. Esses riscos são mais críticos, pois ameaçam a capacidade da organização de se adaptar a mudanças e de integrar novas tecnologias e práticas de forma eficiente, essenciais para a competitividade.

Por fim, os riscos de grande impacto incluem Problemas de Coordenação, Colaboração e Comunicação (RO4) com 4,47, Mudanças Organizacionais nos Processos (RO2) com 4,67 e Disrupção da Cadeia de Suprimentos (RO1) com 4,77, representando ameaças graves à integridade e continuidade das operações.

De forma geral, esses riscos na dimensão organizacional ressaltam a importância de uma estrutura organização ágil e adaptável, capaz de responder a mudanças sejam internas ou externas. A organização precisa de processos bem planejados e coordenados, desenvolvendo políticas de apoio consistentes e uma estratégia clara para enfrentar as incertezas da

transformação digital (Luthra; Mangla, 2018; Muncinelli *et al.*, 2018; Stock *et al.*, 2018; Anikina, 2021; Ngo *et al.*, 2023). A Figura 71 apresenta a probabilidade de ocorrência dos riscos na dimensão político-legal.

Figura 71 - Probabilidade de Ocorrência dos Riscos Digitais em Relação a Dimensão Político-legal.



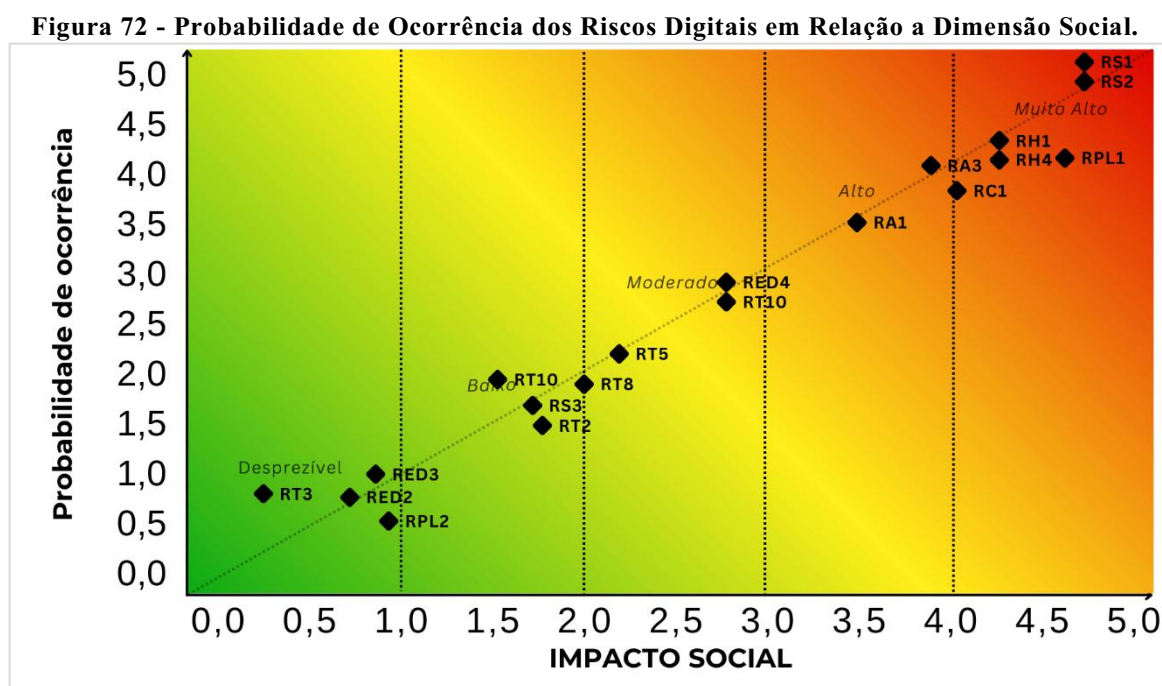
Fonte: Autor (2024).

Na análise do impacto político-legal, identificou como impacto moderado o Risco de Falta de Segurança Cibernética e Proteção de Dados (RT2) com média de 3,0, sugerindo preocupações crescentes com a conformidade e a segurança digital. Já os riscos com impacto alto, como Ataque Cibernético (RT3) com média de 3,27 e Políticas Educacionais Inconsistentes (RED2) com média de 3,37, refletem riscos mais sérios, pois comprovam a vulnerabilidade da organização frente a ataques externos, impactando a adaptação ao ambiente regulatório.

Os riscos de impacto muito alto, como Questões Éticas (RPL1) com média de 4,83, Falta ou Mudança de Legislação (RPL2) com média de 4,87 e Falta de Apoio Político e Governamental (RPL3) com média de 4,90, representam ameaças críticas à conformidade e à estabilidade da organização. A existência de problemas éticos e a incerteza nas políticas de legislação criam um ambiente de insegurança, onde a organização precisa constantemente adaptar-se a mudanças nas regulamentações, o que pode ser desafiador. Além disso, a falta de apoio governamental dificulta o acesso a incentivos e políticas que poderiam facilitar a

implementação de tecnologias e estratégias digitais (Luthra; Mangla, 2018; Jedynak *et al.*, 2021; Rodríguez-Espíndola, 2022).

Os riscos na dimensão político-legal evidenciam a importância de uma gestão que acompanhe de perto o cenário regulatório e ético. A conformidade com as regulamentações e o alinhamento com as políticas governamentais são essenciais para minimizar riscos e fortalecer a confiança da organização (Kamble; Gunasekaran; Sharma, 2018; Bajic *et al.*, 2021; Rad *et al.*, 2022; Rodríguez-Espíndola, 2022). Gerenciar esses riscos de forma eficaz exige uma abordagem preventiva, onde a organização esteja pronta para responder a mudanças legislativas, proteger dados e atuar de maneira ética em todos os níveis (Rodríguez-Espíndola *et al.*, 2022; Senna *et al.*, 2022). A Figura 72 apresenta a probabilidade de ocorrência dos riscos na dimensão social.



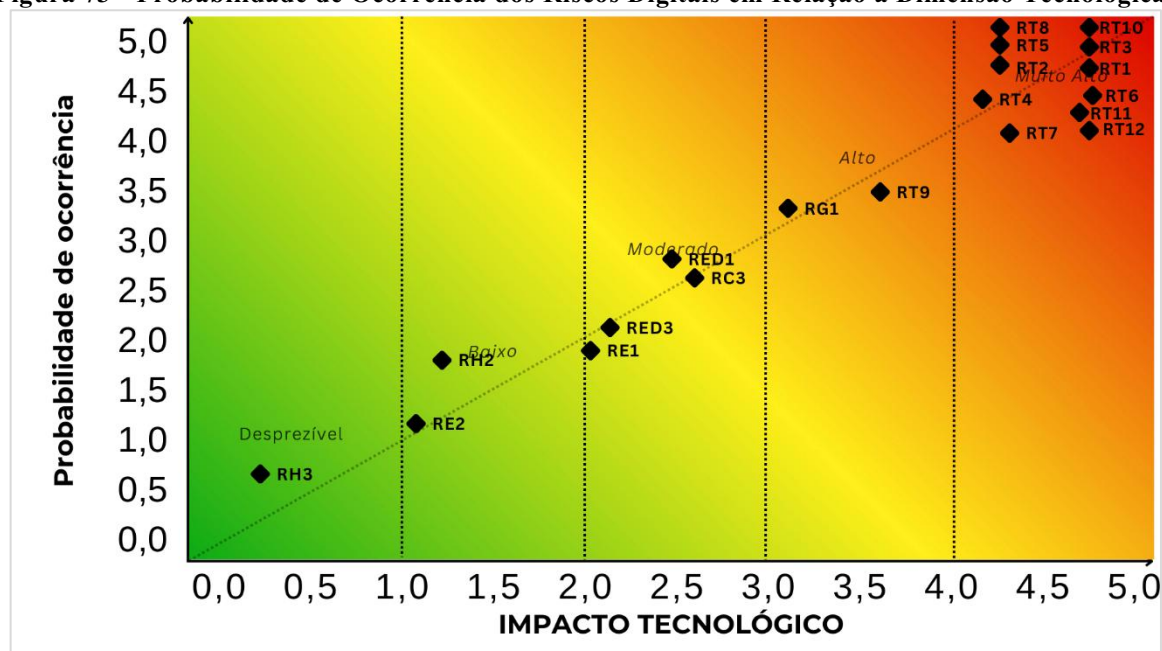
Fonte: Autor (2024).

Os riscos identificados na dimensão social variam, desde impactos desprezíveis até muito altos. Entre os riscos de impacto desprezível estão Políticas Educacionais Inconsistentes (RED2) com média de 0,83, enquanto Falta de Competências Digitais (RED3), Falta ou Mudança de Legislação (RPL2) e Ataque Cibernético (RT3), cada um com média de 1,0, são classificados como de baixo impacto. Os riscos de impacto moderado incluem Dificuldade em Contratar/Treinar Pessoas em Tecnologia Digital (RED4) com média de 2,80 e Falta de Cultura Digital (RC1) com média de 3,0.

Riscos com alto impacto, como Alterações Climáticas (RA1) com média de 3,50, Aumento de Lixo Eletrônico e Resíduos e Descarte Inadequado (RA3) e Falta de Mão de Obra Qualificada (RH4), ambos com média de 4,0, mostram que questões estruturais e ambientais podem ter consequências significativas para a sociedade. Nos riscos de impacto muito alto, encontram-se Questões Éticas (RPL1) com média de 4,27, Falta de Interação Humana (RH1) com 4,33, Desigualdade Social (RS1) com 4,93 e Desemprego (RS2) com a nota máxima de 5,0.

Esses resultados evidenciam que os impactos sociais dos riscos digitais não podem ser ignorados, pois afetam a aceitação das tecnologias digitais e o bem-estar dos trabalhadores. A falta de segurança no emprego, a exclusão digital e a ausência de interação humana são fatores que impactam diretamente a sociedade, dificultando a adaptação e a resiliência das comunidades em um ambiente de rápidas mudanças tecnológicas (Stock *et al.*, 2018; Mora Sanchez, 2019b; Gadekar; Sarkar; Gadekar, 2022; Satyro *et al.*, 2022). Por fim, a Figura 73 apresenta a probabilidade de ocorrência dos riscos na dimensão tecnológica.

Figura 73 - Probabilidade de Ocorrência dos Riscos Digitais em Relação a Dimensão Tecnológica.



Fonte: Autor (2024).

A análise de impacto tecnológico revela que os riscos digitais exercem uma variedade de influências na dimensão tecnológica, indo desde impactos desprezíveis até impactos muito altos. Entre os riscos de impacto desprezível, está o Risco de Falta de Trabalhadores com uma Visão Clara sobre a Indústria 4.0 (RH3) com média de 0,67. Já os riscos classificados com

baixo impacto, estão a Falta de Recursos Financeiros (RE2) com média de 1,33, e a Falta de Experiência e Treinamentos (RH2) com 1,80.

Falta de Competências Digitais (RED3) com média de 2,23 e Falta de Compreensão dos Recursos e Limitações das Novas Tecnologias (RC3) com 2,67, são classificados como impacto moderado. Nos riscos de impacto alto, estão Baixo Entendimento sobre as Implicações da Indústria 4.0 (RG1) com média de 3,23 e Incapacidade de Interpretação de Dados (RT9) com 3,67.

Por fim, os riscos com impacto muito alto, como Baixa Qualidade dos Dados Existentes (RT4) com média de 4,33, Falta de Infraestrutura Tecnológica (RT7) com 4,47, Falta de Integração entre Sistemas e Equipamentos (Interoperabilidade) (RT1) e Falta de Segurança Cibernética e Proteção de Dados (RT2) ambos com 4,67, e Ataque Cibernético (RT3) com 4,87, representam ameaças de impacto muito alto. Esses riscos indicam que a infraestrutura tecnológica, quando deficiente, expõe a organização a vulnerabilidades que podem comprometer seriamente sua segurança e privacidade (Luthra; Mangla, 2018; Souza *et al.*, 2020; Senna *et al.*, 2022). A hiperconectividade e o elevado grau de automação, aliados à possibilidade de vazamento de dados e à maturidade tecnológica insuficiente, intensificam esses desafios e exigem soluções robustas e seguras (Bajic *et al.*, 2021; Mangla *et al.*, 2022; Yilmaz *et al.*, 2022; Attiany *et al.*, 2023; Fernando *et al.*, 2023).

Esses resultados mostram que a dimensão tecnológica é fundamental para a estabilidade e o sucesso da organização no contexto da transformação digital em indústrias. A falta de uma infraestrutura adequada, a má qualidade dos dados e a ausência de proteção cibernética afetam diretamente a eficiência e a segurança tecnológica, aumentando a exposição a falhas e ataques externos (Pilloni, 2018; Bajic *et al.*, 2021; Kumar *et al.*, 2022b). Para minimizar esses riscos, é necessário investir continuamente em infraestrutura, segurança e capacitação, garantindo que as tecnologias sejam plenamente compreendidas, integradas e protegidas, fortalecendo o comprometimento da organização frente às exigências e aos desafios tecnológicos da transformação digital.

Em síntese, a análise dos riscos digitais e seus impactos evidencia uma ampla variedade de ameaças que afetam diferentes dimensões – social, econômica, organizacional, político-legal e tecnológica, com intensidades que variam de desprezíveis a muito altas. Os riscos tecnológicos, como a falta de segurança cibernética, o ataque cibernético e a hiperconectividade, foram identificados como os mais críticos, com impacto potencial muito alto, mostrando a vulnerabilidade das organizações em um ambiente digital cada vez mais

interconectado. Por outro lado, riscos de impacto desprezível, como a falta de trabalhadores com visão sobre a Indústria 4.0 e algumas questões de políticas educacionais inconsistentes, representam ameaças limitadas e de baixo efeito sobre as operações. Esta análise reforça a importância de priorizar uma gestão de riscos robusta, que se concentre em mitigar os riscos de maior impacto, assegurando que a organização esteja preparada para enfrentar os desafios e se adaptar de forma resiliente e sustentável em um cenário de rápida evolução.

Juntamente com o apontamento das dimensões em que cada risco teria impacto, os respondentes também puderam deixar comentários para complementar suas respostas. Um dos respondentes destacou que o maior risco percebido é o da interoperabilidade, apontando a importância de entender como os sistemas atuais irão se comunicar com os sistemas legados e como os sistemas do futuro se integrarão aos atuais, o que é crucial para a continuidade e eficiência dos processos organizacionais.

Outro respondente enfatizou que, embora os riscos e impactos negativos tenham sido o foco da pesquisa, também existem impactos positivos e potenciais de mitigação que não foram explorados. Um terceiro respondente mencionou que a área de tecnologia da Indústria 4.0, apesar de presente em muitas indústrias, ainda é amplamente subestimada e pouco compreendida pelo público em geral. Este respondente sugeriu que as empresas precisam divulgar melhor as ferramentas da Indústria 4.0 que utilizam, os ganhos obtidos, os potenciais impactos gerados e, sobretudo, as medidas de mitigação que estão sendo adotadas para minimizar os riscos.

Com isso, a partir da identificação e categorização dos riscos e seus respectivos impactos, foi possível desenvolver propostas de ações para mitigar esses riscos, que são detalhadas no próximo tópico.

4.3.5 Proposta de ações para mitigação dos riscos digitais da transformação digital em indústrias

Com base na categorização, mensuração e avaliação dos riscos digitais e seus impactos, foi desenvolvido um plano com ações para auxiliar na mitigação desses riscos. No total, foram elencados os 49 riscos mapeados neste estudo, com uma análise de sua relação com os principais impactos (aqueles com maior frequência e peso), a tecnologia digital associada que pode originar o risco e as respectivas propostas de ações de mitigação.

O propósito do plano não é detalhar cada ação com indicadores específicos, uma vez que o plano de ação precisa ser adaptado às expectativas, possibilidades e necessidades

particulares de cada indústria. O objetivo é, portanto, fornecer uma orientação estratégica para a mitigação dos riscos, indicando direções para reduzir os impactos negativos. As ações propostas foram desenvolvidas com foco em oferecer medidas práticas e estratégicas que apoiem a minimização dos riscos associados ao uso de tecnologias digitais.

Dessa forma, as ações e soluções sugeridas oferecem às empresas a oportunidade de implementar as tecnologias da transformação digital de forma mais segura, reduzindo os riscos e os impactos, e contribuindo para que a organização se torne mais competitiva e tecnológica neste cenário de transformação digital. Essas propostas de ações podem ser visualizadas no Quadro 14.

Quadro 14 - Proposta de Ações para Mitigação dos Riscos Digitais da Transformação Digital em Indústrias.

RISCO	PRINCIPAIS IMPACTOS	TECNOLOGIA DIGITAL	AÇÕES DE MITIGAÇÃO
Risco de Alterações Climáticas (RA1)	Ambiental, Social e Econômico	<i>Blockchain</i>	1. Adotar fontes de energia renovável, como energia solar ou eólica, para alimentar linhas de produção. 2. Utilizar sistemas de monitoramento ambiental para medir e gerenciar emissões de carbono na indústria.
Risco de Alto Consumo de Energia (RA2)	Ambiental e Econômico	<i>Blockchain, IA e 5G/6G</i>	1. Investir em equipamentos de produção com certificação de eficiência energética. 2. Implementar sistemas e sensores inteligentes que ajustem o consumo de energia de acordo com a necessidade do processo. 3. Utilizar inteligência artificial para otimizar o consumo de energia em tempo real nas operações de produção.
Risco de Aumento de Lixo Eletrônico e Resíduos e Descarte Inadequado (RA3)	Ambiental e Social	Impressão 3D e Robôs Autônomos	1. Desenvolver um programa de reciclagem para equipamentos industriais obsoletos, incluindo coleta e descarte responsável. 2. Estabelecer parcerias com empresas de reciclagem especializadas no descarte de eletrônicos industriais. 3. Integrar práticas de economia circular na linha de produção, visando o reaproveitamento de materiais.
Risco de Emissões Poluentes (RA4)	Ambiental e Saúde e Segurança	<i>Big Data e Computação em Nuvem</i>	1. Investir em tecnologias de controle de emissão, como filtros e catalisadores em chaminés e exaustores. 2. Substituir processos industriais de alta emissão por alternativas mais limpas e sustentáveis. 3. Estabelecer metas de redução de emissões e monitorar o progresso de maneira contínua.
Risco da Falta de Cultura Digital (RC1)	Cultural, Social, Educacional e Organizacional	IoT e IA	1. Oferecer treinamentos contínuos sobre a importância da transformação digital e seus benefícios para a manufatura. 2. Desenvolver programas de desenvolvimento digital para todos os

			níveis de colaboradores compreendendo a gestão estratégica e operacional da indústria. 3. Incentivar o uso de tecnologias digitais nos processos produtivos.
Risco de Relutância à Mudanças (RC2)	Cultural, Organizacional e de Gestão	Robôs Autônomos, IA e Realidade Aumentada/Virtual	1. Incluir colaboradores na fase de planejamento de novas tecnologias digitais para aumentar a aceitação. 2. Implementar tecnologias digitais gradualmente, oferecendo tempo para adaptação. 3. Comunicar os benefícios das novas tecnologias, destacando ganhos de eficiência e segurança.
Risco da Falta de Compreensão dos Recursos e Limitações das Novas Tecnologias (RC3)	Cultural, Tecnológico, Educacional e Organizacional	Gêmeos Digitais, CPS e <i>Machine Learning</i>	1. Fornecer treinamentos específicos sobre as tecnologias utilizadas na produção, como IoT, CPS, <i>Machine Learning</i> . 2. Estabelecer um canal de suporte para esclarecer dúvidas operacionais sobre o uso das tecnologias. 3. Documentar e compartilhar guias e manuais técnicos para facilitar a compreensão das tecnologias digitais. 4. Incentivar a participação em eventos do setor para ampliar o conhecimento sobre a transformação digital.
Risco de Alto Custo de Investimentos e Implementação (RE1)	Econômico e de Gestão	5G/6G, Robôs Autônomos e IA	1. Planejar a implementação de novas tecnologias em fases, distribuindo o investimento ao longo do tempo. 2. Procurar incentivos fiscais e subsídios governamentais para apoiar a modernização tecnológica industrial. 3. Realizar uma análise detalhada de custo-benefício antes de implementar grandes mudanças
Risco de Falta de Recursos Financeiros (RE2)	Econômico e de Gestão	Gêmeos Digitais, <i>Blockchain</i> e Realidade Aumentada/Virtual	1. Priorizar tecnologias que ofereçam maior retorno sobre o investimento e maior impacto na produtividade. 2. Buscar parcerias para dividir os custos de desenvolvimento e implementação de tecnologias digitais. 3. Buscar financiamento e linhas de crédito específicas para modernização tecnológica industrial. 4. Ajustar o orçamento anual para incluir um fundo de reserva dedicado à transformação digital.
Risco de Incerteza de Retorno Financeiro (RE3)	Econômico e de Gestão	Gêmeos Digitais e Manufatura Aditiva	1. Estabelecer indicadores financeiros (KPIs) claros para avaliar o desempenho das tecnologias implementadas. 2. Revisar continuamente os resultados financeiros e ajustar a estratégia conforme necessário. 3. Alinhar a transformação digital aos objetivos estratégicos de longo prazo da indústria.
Risco de Dependência de Parceiros (RE4)	Econômico, Organizacional e de Gestão	Computação em Nuvem e Cibersegurança	1. Diversificar fornecedores para reduzir a dependência de um único parceiro tecnológico.

			2. Estabelecer contratos com cláusulas específicas para garantir o fornecimento em caso de falhas.
Risco de Mudanças no Mercado (RE5)	Econômico e Organizacional	IA, 5G/6G e IoT	1. Monitorar regularmente as tendências de mercado e ajustar a estratégia digital conforme necessário. 2. Investir em análise de mercado para identificar novas oportunidades e desafios com antecedência.
Risco da Falta de Pesquisa sobre a Indústria 4.0 (RED1)	Educacional, Tecnológico e Organizacional	<i>Machine Learning</i> e Gêmeos Digitais	1. Criar um departamento de pesquisa e desenvolvimento focado na Indústria 4.0 e transformação digital. 2. Colaborar com universidades e centros de pesquisa para desenvolvimento de novos processos industriais.
Risco de Políticas Educacionais Inconsistentes (RED2)	Educacional e Político-Legal	IA e CPS	1. Alinhar os programas de treinamento às necessidades e avanços da transformação digital. 2. Trabalhar em conjunto com instituições de ensino para desenvolver disciplinas e currículos voltados ao desenvolvimento de novas competências e habilidades. 3. Oferecer subsídios para cursos externos de capacitação em tecnologias digitais.
Risco de Falta de Competências Digitais (RED3)	Educacional, Tecnológico e Organizacional	IA, <i>Machine Learning</i> e Realidade Aumentada/Virtual	1. Criar programas de treinamento interno em habilidades e competências digitais essenciais para manufatura. 2. Implementar uma plataforma de <i>e-learning</i> para capacitação contínua dos funcionários. 3. Contratar instrutores para ministrar cursos de capacitação digital no ambiente industrial. 4. Promover a troca de conhecimento e aprendizado entre diferentes setores da fábrica.
Risco de Dificuldade em Contratar/Treinar Pessoas em Tecnologia Digital (RED4)	Educacional, Social, Organizacional e de Gestão	Robôs Autônomos, <i>Machine Learning</i> e Cibersegurança	1. Estabelecer parcerias com universidades e escolas técnicas para a formação de mão de obra qualificada. 2. Oferecer programas de estágio e trainee focados em tecnologia digital. 3. Incentivar o desenvolvimento de carreiras em tecnologia dentro da empresa com planos de crescimento. 4. Criar um pacote de benefícios competitivo para atrair profissionais especializados.
Risco de Falta de Interação Humana (RH1)	Humano e Social	Robôs Autônomos e IA	1. Promover eventos e atividades de integração para reforçar o relacionamento entre equipes. 2. Equilibrar a automação com operações que incentivem o trabalho em equipe. 3. Incentivar a colaboração em projetos para aumentar a interação. 4. Criar espaços comuns para reuniões e discussões, estimulando a troca de ideias.
Risco de Falta de Experiência e	Humano, Social,	<i>Machine Learning</i> e IoT	1. Implementar programas de treinamento contínuo dentro da indústria.

Treinamentos (RH2)	Educacional e Organizacional		2. Oferecer cursos de capacitação e reciclagem para que os funcionários mantenham suas habilidades e competências atualizadas. 3. Realizar treinamentos em novas tecnologias digitais sempre que houver uma atualização significativa.
Risco de Falta de Trabalhadores com uma visão clara sobre a Indústria 4.0 (RH3)	Humano, Educacional e de Gestão	CPS e <i>Big Data</i>	1. Oferecer workshops sobre o impacto e a importância da Indústria 4.0 na manufatura. 2. Realizar reuniões com líderes e gerentes para alinhar a visão da empresa com a transformação digital. 3. Integrar a visão da Indústria 4.0 aos valores e objetivos estratégicos da organização.
Risco de Falta de Mão de Obra Qualificada (RH4)	Humano, Social, Organizacional e de Gestão	IA, <i>Machine Learning</i> e Robôs Autônomos	1. Implementar capacitações e treinamentos focados em novas habilidades e competências. 2. Estabelecer parcerias estratégicas com centros de treinamentos e capacitações. 3. Oferecer incentivos para que os trabalhadores possam buscar qualificação profissional.
Risco à Integridade Física de Trabalhadores (RSS1)	Saúde e Segurança e Humano	Robôs Autônomos	1. Implementar sistemas de segurança e sensores em máquinas automatizadas para evitar acidentes. 2. Treinar os operadores para o uso seguro de robôs e outros dispositivos automatizados. 3. Usar sensores para monitorar a saúde e segurança dos trabalhadores. 4. Realizar inspeções regulares de segurança nos equipamentos.
Risco de Acidente de Trabalho (RSS2)	Saúde e Segurança e Humano	Robôs Autônomos e Realidade Aumentada/Virtual	1. Estabelecer normas rigorosas de segurança e treinamentos específicos para cada máquina ou tecnologia digital. 2. Realizar auditorias frequentes de segurança para identificar e corrigir possíveis falhas. 3. Oferecer equipamentos de proteção individual (EPIs) especializados para ambientes da tecnologia digital.
Risco Ocupacional (RSS3)	Saúde e Segurança e Humano	IoT e 5G/6G	1. Avaliar ergonomicamente as estações de trabalho para diminuir lesões. 2. Realizar programas de conscientização sobre práticas seguras e saudáveis no uso de tecnologias digitais. 3. Fornecer períodos de descanso para colaboradores que utilizam equipamentos exigentes fisicamente. 4. Implementar tecnologia que monitore a postura e o comportamento dos trabalhadores, indicando correções. 5. Oferecer suporte ergonômico, como cadeiras ajustáveis e apoios para monitores e teclados.

Risco de Problemas Psicossociais e Doenças Musculoesqueléticas (RSS4)	Saúde e Segurança e Humano	Realidade Aumentada/Virtual e Robôs Autônomos	1. Criar programas de apoio psicológico e de bem-estar para colaboradores. 2. Realizar atividades que incentivem a movimentação e alongamentos durante o expediente, como ginástica laboral. 3. Implementar pausas regulares para evitar problemas de saúde relacionados ao uso prolongado de equipamentos.
Risco de Baixo Entendimento sobre as Implicações da Indústria 4.0 (RG1)	Gestão, Educacional e Tecnológico	IA e <i>Machine Learning</i>	1. Oferecer treinamentos específicos para a gestão e liderança sobre a Indústria 4.0. 2. Integrar o conceito de Indústria 4.0 na visão e objetivos de longo prazo da empresa. 3. Promover discussões sobre as vantagens e desafios da transformação digital.
Risco de Falta de Apoio de Gestão (RG2)	Gestão e Organizacional	IoT	1. Sensibilizar a alta administração sobre os benefícios das tecnologias digitais. 2. Envolver a gestão em cada fase do planejamento e implementação das tecnologias.
Risco de Planejamento Inadequado (RG3)	Gestão e Organizacional	Gêmeos Digitais e 5G/6G	1. Estabelecer um comitê de planejamento digital para coordenar a implementação de tecnologias digitais. 2. Monitorar o progresso das implementações e fazer ajustes contínuos conforme necessário. 3. Utilizar metodologias de gestão de projetos, como o ágil, para adaptar rapidamente o planejamento.
Risco de Disrupção da Cadeia de Suprimentos (RO1)	Organizacional, Econômico e de Gestão	5G/6G e IoT	1. Estabelecer múltiplos fornecedores, criando alternativas em caso de falha. 2. Desenvolver parcerias estratégicas com fornecedores para aumentar a flexibilidade. 3. Criar um plano de contingência para lidar com interrupções na cadeia de suprimentos.
Risco de Mudanças Organizacionais nos Processos (RO2)	Organizacional e de Gestão	IA	1. Planejar a transição para novas tecnologias digitais em etapas. 2. Estabelecer um programa de treinamento para preparar os colaboradores para novas rotinas e processos. 3. Monitorar o impacto das mudanças nos processos e realizar ajustes conforme necessário.
Risco de Novos Modelos de Negócios (RO3)	Organizacional, Econômico e de Gestão	Gêmeos Digitais e Realidade Aumentada/Virtual	1. Estudar o impacto de diferentes modelos de negócios no setor manufatureiro e adaptar-se lentamente. 2. Realizar estudos de viabilidade econômica para avaliar novos modelos antes da implementação.
Risco de Problemas de Coordenação, Colaboração e Comunicação (RO4)	Organizacional e de Gestão	CPS e 5G/6G	1. Realizar reuniões periódicas entre equipes e setores para garantir o alinhamento. 2. Estabelecer processos claros de comunicação e responsabilidade entre departamentos.

			3. Incentivar a criação de equipes interdisciplinares para melhorar a integração e a colaboração.
Risco de Questões Éticas (RPL1)	Político-Legal, Social e Humano	IA e <i>Machine Learning</i>	1. Desenvolver e aplicar um código de ética para o uso de tecnologias digital na indústria. 2. Estabelecer uma equipe de ética para monitorar a conformidade com normas e práticas éticas. 3. Realizar treinamentos regulares sobre ética no uso de tecnologias digitais.
Risco na Falta ou Mudança de Legislação (RPL2)	Político-Legal, Organizacional	IA e <i>Machine Learning</i>	1. Manter uma equipe informada sobre as regulamentações e garantir a conformidade. 2. Realizar auditorias internas periódicas de conformidade para evitar problemas legais. 3. Manter-se atualizado com consultorias legais especializadas em tecnologia e manufatura.
Risco de Falta de Apoio Política e Governamental (RPL3)	Político-Legal, Econômico e de Gestão	IoT e IA	1. Formar parcerias com ministérios, secretarias e agências governamentais que atuam nas áreas de transformação digital. 2. Organizar visitas técnicas, eventos e feiras que envolvam representantes do governo para apresentar os avanços e desafios enfrentados pela indústria no contexto da transformação digital. 3. Estabelecer parcerias público-privadas que permitam o compartilhamento de infraestrutura e investimentos com o governo. 4. Desenvolver projetos de pesquisa com universidades e centros de pesquisa que tenham impacto direto na comunidade e que possam atrair apoio governamental.
Risco de Desigualdade Social (RS1)	Social e Econômico	IA, Robôs Autônomos	1. Criar programas de capacitação para aumentar a empregabilidade nas comunidades locais. 2. Oferecer oportunidades de estágio e trainee para jovens. 3. Conduzir iniciativas de inclusão digital para trabalhadores e suas famílias.
Risco de Desemprego (RS2)	Social e Econômico	Robôs Autônomos	1. Investir em qualificação profissional para preparar os colaboradores para a transformação digital. 2. Promover a criação de novos postos de trabalho focados em tecnologias digitais. 3. Oferecer incentivos de apoio para realocação ou recolocação de trabalhadores.
Risco de Aceitação de Clientes (RS3)	Social, Econômico e Cultural	Realidade Aumentada/Virtual e Robôs Autônomos	1. Realizar campanhas para demonstrar o valor das novas tecnologias. 2. Realizar pesquisas de satisfação para monitorar a aceitação dos clientes. 3. Adotar uma comunicação clara e transparente sobre o uso de novas tecnologias digitais.

Risco da Falta de Integração entre Sistemas e Equipamentos (Interoperabilidade) (RT1)	Tecnológico e Organizacional	IoT e Cibersegurança	1. Implementar uma arquitetura de sistemas padronizada para facilitar a integração entre tecnologias. 2. Investir em <i>softwares</i> de integração e plataformas de gestão de dados unificadas. 3. Realizar testes de interoperabilidade antes da implementação em larga escala.
Risco da Falta de Segurança Cibernética e Proteção de Dados (RT2)	Tecnológico, Político-Legal e Humano	Cibersegurança	1. Adotar soluções de cibersegurança robustas, incluindo <i>firewall</i> e criptografia de dados. 2. Treinar os colaboradores em práticas de segurança cibernética para evitar falhas humanas. 3. Realizar auditorias de segurança regulares para identificar vulnerabilidades. 4. Implementar autenticação de múltiplos fatores para acesso a sistemas sensíveis
Risco de Ataque Cibernético (RT3)	Tecnológico, Político-Legal e Humano	5G/6G e IoT	1. Utilizar <i>software</i> de detecção de ameaças para prevenir ataques cibernéticos. 2. Oferecer treinamentos periódicos sobre segurança da informação para os funcionários. 3. Estabelecer políticas de atualização de <i>software</i> para corrigir vulnerabilidades.
Risco da Baixa Qualidade dos Dados Existentes (RT4)	Tecnológico e de Gestão	<i>Big Data</i> e IA	1. Implementar processos rigorosos de coleta e verificação de dados. 2. Realizar auditorias regulares de dados para identificar e corrigir problemas. 3. Treinar colaboradores sobre boas práticas na coleta de dados.
Risco de Elevado Grau de Automação (RT5)	Tecnológico, Social e Humano	Robôs Autônomos e <i>Machine Learning</i>	1. Equilibrar a automação com processos supervisionados por humanos para evitar falhas. 2. Implementar controles para monitorar a execução das tarefas automatizadas. 3. Realizar revisões periódicas dos processos automatizados para garantir a eficiência. 4. Monitorar o desempenho das máquinas para detectar problemas antecipadamente.
Risco de Erros da Inteligência Artificial (RT6)	Tecnológico, Humano e Saúde e Segurança	IA e <i>Machine Learning</i>	1. Realizar testes de validação e verificação contínuos dos algoritmos de IA. 2. Implementar um processo de revisão contínua dos resultados da IA para garantir precisão.
Risco da Falta de Infraestrutura Tecnológica (RT7)	Tecnológico, Econômico e Organizacional	Computação em Nuvem e 5G/6G	1. Planejar investimentos a longo prazo para fortalecer a infraestrutura tecnológica. 2. Realizar avaliações periódicas das necessidades de infraestrutura para planejar investimentos.
Risco de Hiperconectividade (RT8)	Tecnológico e Social	5G/6G, IoT e CPS	1. Implementar protocolos de segurança robustos para proteger as redes conectadas. 2. Promover treinamentos de conscientização sobre segurança

			cibernética, enfatizando a importância de boas práticas e identificação de ameaças.
Risco de Incapacidade de Interpretação de Dados (RT9)	Tecnológico e de Gestão	<i>Big Data e Machine Learning</i>	1. Treinar a equipe em análise e interpretação de dados industriais. 2. Utilizar ferramentas de visualização de dados para facilitar a compreensão. 3. Implementar processos de verificação para garantir a interpretação correta dos dados.
Risco de Vazamento de Dados Privados (RT10)	Tecnológico, Político-Legal e Humano	IoT e <i>Big Data</i>	1. Adotar políticas rigorosas de proteção de dados e segurança cibernética. 2. Treinar os colaboradores sobre práticas seguras de manuseio e armazenamento de dados. 3. Realizar auditorias regulares de segurança para identificar e corrigir vulnerabilidades. 4. Implementar criptografia de dados sensíveis para evitar acessos não autorizados.
Risco de Obsolescência Rápida (RT11)	Tecnológico, Econômico e Social	Tecnologias Digitais rapidamente se tornam obsoletas.	1. Planejar um cronograma de atualização e substituição de tecnologias obsoletas. 2. Investir em soluções tecnológicas modulares que permitam a atualização gradual. 3. Criar um fundo de reserva para investimentos em atualização tecnológica.
Risco de Maturidade Tecnológica (RT12)	Tecnológico e Organizacional	IA e IoT	1. Avaliar a maturidade de tecnologias antes da implementação. 2. Monitorar o desenvolvimento de cada tecnologia e ajustar conforme necessário.

Fonte: Autor (2024).

Essas ações têm como objetivo reduzir tanto a probabilidade de ocorrência quanto os efeitos dos riscos identificados, oferecendo uma abordagem mais segura e eficaz para enfrentar os desafios da transformação digital em indústrias. No entanto, essas ações foram elaboradas de maneira geral e precisam ser adaptadas em um plano de ação específico (como o *5W2H*) para cada organização, considerando suas estratégias, necessidades e recursos disponíveis. Logo, ações podem ser incorporadas ou até mesmo excluídas de acordo com a realidade e necessidade de cada instituição.

É fundamental que o plano de ação detalhado seja elaborado, definindo de forma precisa os responsáveis por cada ação, os prazos de execução, o orçamento necessário e os indicadores de sucesso. Esse planejamento assegurará que as ações de mitigação sejam efetivamente implementadas, resultando em medidas tangíveis e alcançáveis. Além disso, o plano de ação deve ser dinâmico e contínuo, permitindo atualizações à medida que a organização avança na adoção de novas tecnologias ou que a probabilidade de ocorrência dos riscos diminui.

Vale reforçar que, embora a identificação dos riscos e dos impactos seja essencial, ela, por si só não é capaz de mitigar riscos ou reduzir impactos. A implementação de ações concretas deve ser uma prioridade para a organização, pois somente a partir dessas medidas é possível prevenir ou minimizar os efeitos dos riscos associados à transformação digital.

Com base em todo o estudo desenvolvido, também foi proposta uma ferramenta digital em formato de *dashboard*, que apresenta os resultados de forma mais clara, dinâmica e interativa. Esse *dashboard* foi projetado para facilitar a compreensão e a análise dos dados por parte dos gestores, permitindo uma visualização rápida e intuitiva dos riscos e das ações de mitigação. Detalhes sobre a criação e funcionalidades dessa ferramenta estão descritos na próxima seção.

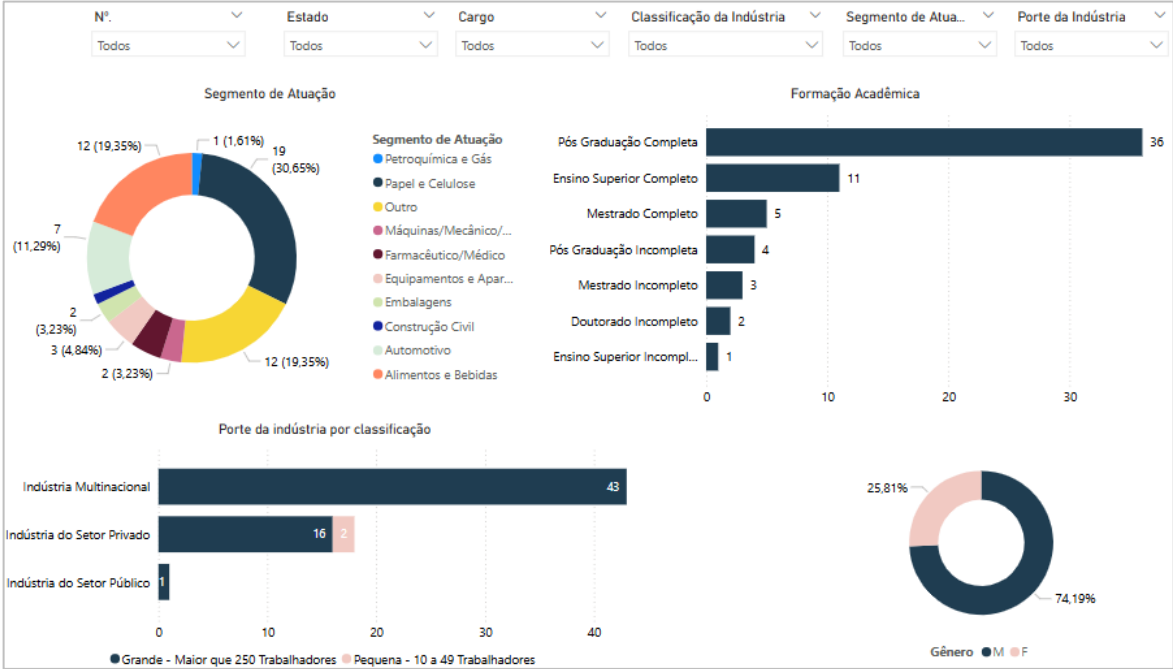
4.3.6 Ferramenta tecnológica em forma de *dashboard*

Com base em todo o estudo e análises realizadas, foi desenvolvida uma ferramenta tecnológica em formato de *dashboard*, projetada para facilitar a organização e compreensão dos dados. Esse *dashboard* permite que cada respondente visualize claramente sua situação em relação aos riscos digitais e seus respectivos impactos na transformação digital. Dessa forma, a ferramenta contribui para uma tomada de decisão mais ágil e assertiva, ao proporcionar uma visão estruturada e interativa das informações.

O *dashboard* foi estruturado em seis “telas” distintas, cada uma focada em um aspecto específico do estudo, para facilitar a navegação e o entendimento dos dados. A Figura 74 apresenta a primeira dessas telas.

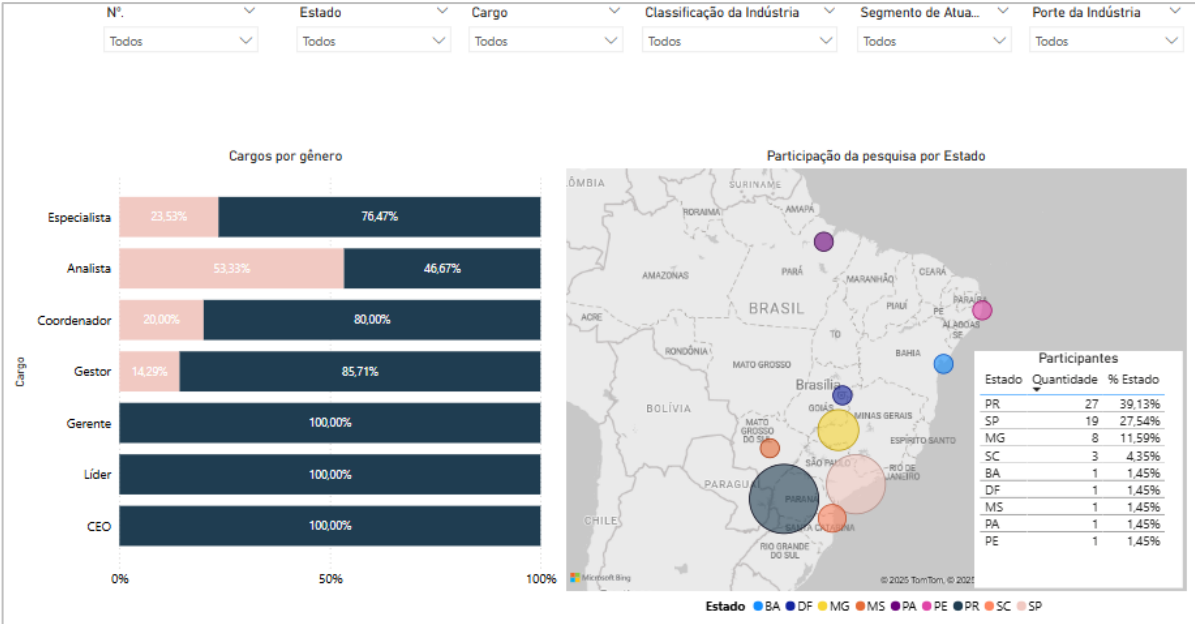
Nesta primeira tela do *dashboard*, são apresentadas informações sobre o segmento de atuação das empresas às quais os respondentes pertencem, além do gênero e da formação acadêmica de cada respondente e o porte da indústria onde atuam. Essa visualização inicial oferece um panorama geral, permitindo entender o perfil dos participantes e o ambiente industrial ao qual estão ligados. Essas informações são fundamentais para interpretar os dados subsequentes, pois possibilitam analisar como variáveis como setor, porte da empresa e formação dos profissionais influenciam a percepção e o impacto dos riscos digitais na transformação digital. A Figura 75 ilustra a segunda tela do *dashboard*, que exhibe os cargos ocupados por cada respondente, bem como o estado onde a indústria está localizada.

Figura 74 - Dashboard – Primeira Tela.



Fonte: Autor (2024).

Figura 75 - Dashboard – Segunda Tela.

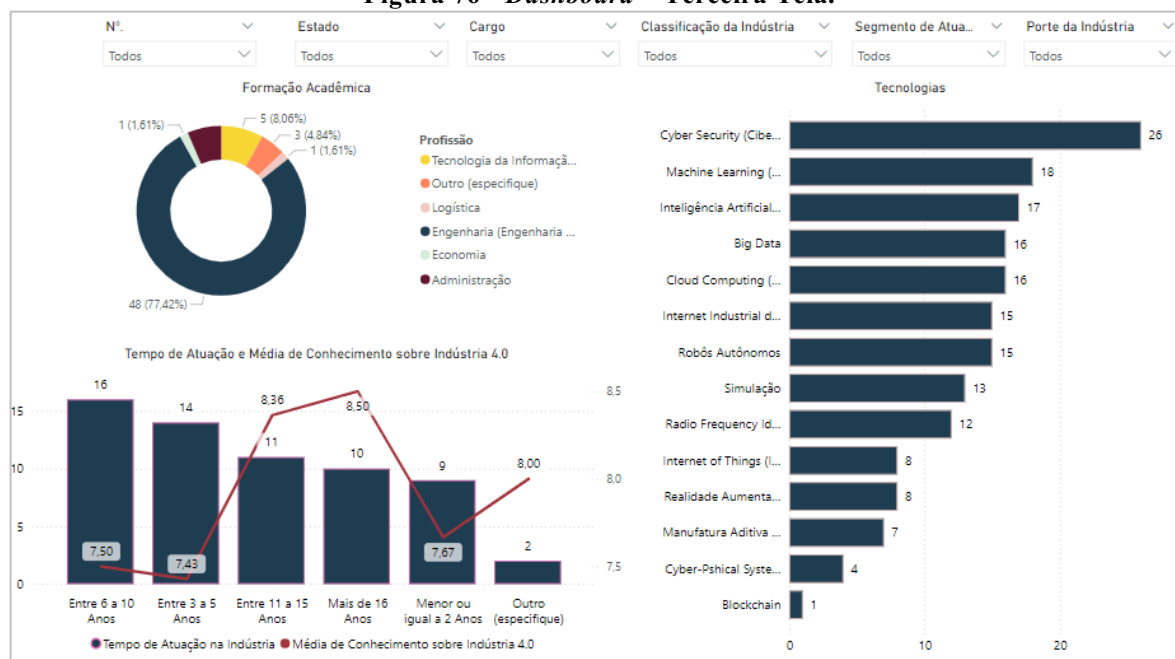


Fonte: Autor (2024).

Essa segunda tela permite uma análise mais detalhada do perfil profissional dos respondentes, além de identificar a distribuição geográfica do estado das indústrias. Essas informações oferecem uma visão estratégica sobre como a localização e o nível hierárquico dos respondentes podem influenciar na percepção e gestão dos riscos digitais na transformação digital.

A Figura 76 ilustra a terceira tela do *dashboard*, onde são apresentados a formação acadêmica dos respondentes, as principais tecnologias utilizadas pelas indústrias, o tempo de experiência do respondente e a nota atribuída por ele ao seu próprio conhecimento sobre Indústria 4.0.

Figura 76 - Dashboard – Terceira Tela.

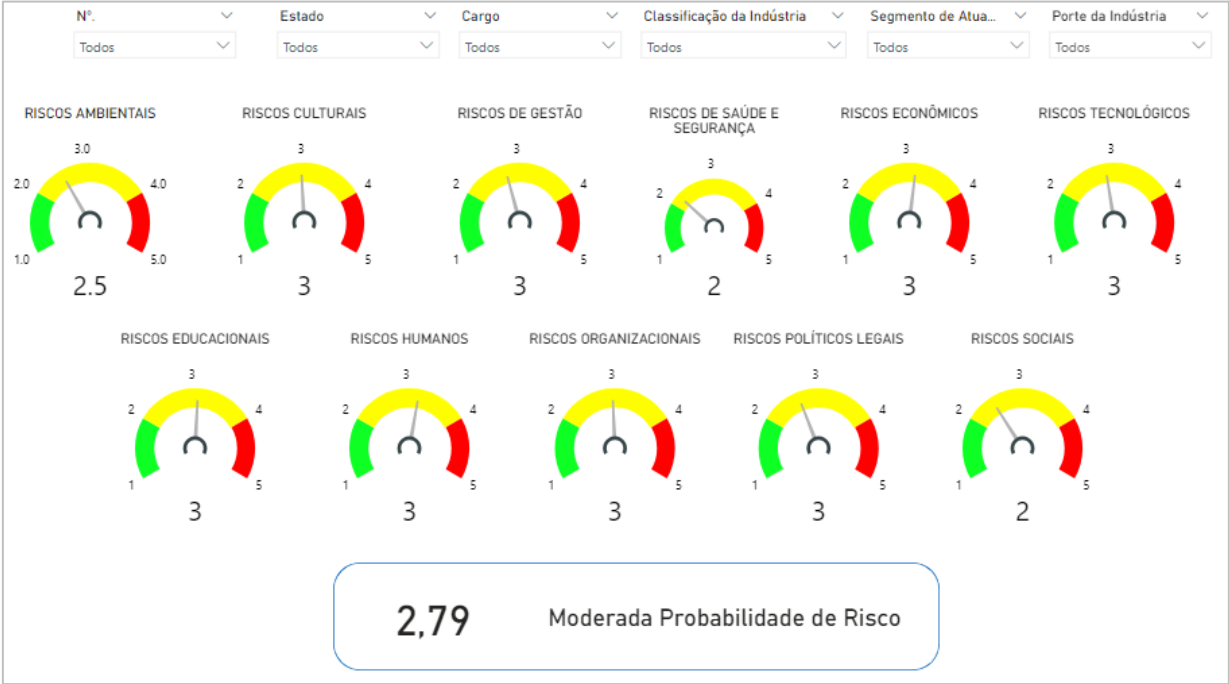


Fonte: Autor (2024).

Essa terceira tela oferece uma visão das qualificações e familiaridade dos profissionais com as tecnologias digitais, facilitando a análise do impacto do nível de conhecimento e da experiência na percepção dos riscos e oportunidades da transformação digital. A quarta tela, ilustrada na Figura 77, apresenta a avaliação dos riscos digitais associados à transformação digital em indústrias.

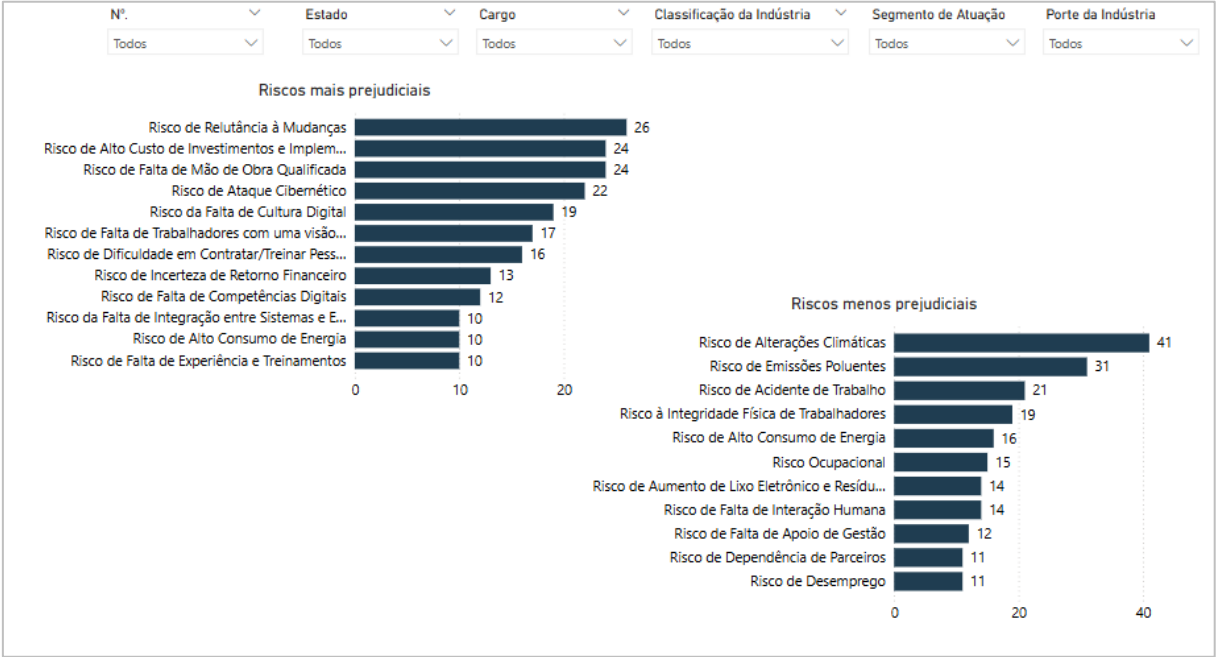
Nesta quarta seção, são exibidos os diferentes níveis de risco identificados pelos respondentes, permitindo uma análise detalhada de cada risco para a indústria. Essa visualização facilita a identificação dos principais pontos de atenção e auxilia na priorização de ações mitigadoras, proporcionando uma base sólida para tomadas de decisão mais prática e assertiva. A Figura 78 apresenta a penúltima tela do *dashboard*, exibindo os gráficos de análise dos riscos mais e menos prejudiciais, bem como os mais e menos propensos a ocorrer no contexto industrial.

Figura 77 - Dashboard – Quarta Tela.



Fonte: Autor (2024).

Figura 78 - Dashboard – Penúltima Tela.

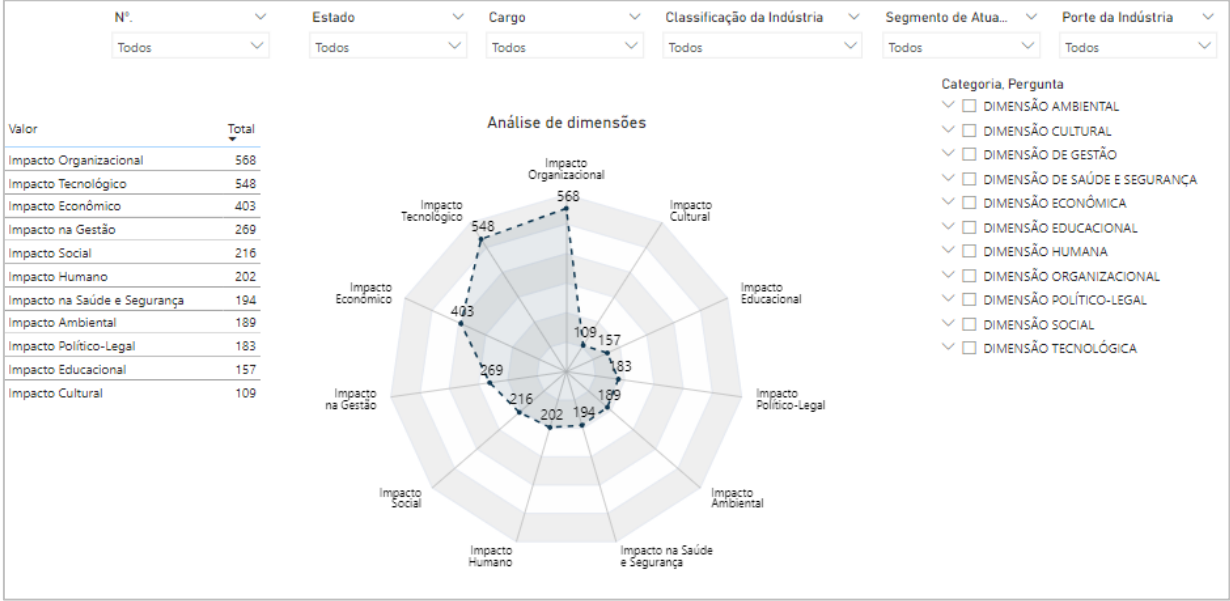


Fonte: Autor (2024).

Com essa penúltima tela, é possível visualizar os riscos mais e menos prejudiciais no contexto industrial. Os riscos mais prejudiciais demandam ações efetivas de mitigação, pois apresentam maior impacto e podem comprometer a operação e a competitividade das indústrias. Já os riscos menos propensos a ocorrer não devem ser ignorados, pois, mesmo com baixa

probabilidade, podem gerar efeitos significativos caso se concretizem. Dessa forma, é fundamental que esses riscos sejam monitorados continuamente, garantindo que medidas preventivas sejam implementadas para minimizar possíveis impactos futuros. Por fim, a Figura 79 exibe a última tela do *dashboard* apresentando o impacto que cada respondente identificou como potencial resultado dos riscos digitais.

Figura 79 - Dashboard – Última Tela.



Fonte: Autor (2024).

Nesta última tela para cada risco digital proveniente da transformação digital, é possível visualizar as dimensões que os respondentes acreditam serem afetadas, de acordo com suas percepções. Essa análise oferece uma compreensão das dimensões mais suscetíveis aos efeitos dos riscos digitais, possibilitando uma visão estratégica sobre onde concentrar esforços de mitigação e alinhamento com os objetivos da transformação digital.

Nesta tela, os impactos são apresentados de maneira detalhada, permitindo que sejam visualizados tanto por dimensão (como econômica, social, ambiental, tecnológica, entre outras) quanto individualmente para cada risco específico. Essa disposição facilita a análise, permitindo que gestores identifiquem rapidamente quais dimensões são mais afetadas por determinados riscos, assim como o impacto específico de cada um deles.

O *dashboard* foi desenvolvido com o propósito de simplificar a compreensão e a análise dos dados, proporcionando uma experiência interativa e personalizada para o respondente. A possibilidade de filtrar as informações por diversos critérios como respondente/indústria, localização, cargo, classificação e porte da indústria, segmento de atuação ou características específicas, permite que os gestores naveguem pelo *dashboard* de

forma dinâmica e obtenham *insights* específicos para suas necessidades. Essa estrutura facilita a identificação dos riscos e impactos mais relevantes para cada contexto, além de oferecer uma visão segmentada que contribui para a elaboração de estratégias direcionadas e eficientes.

4.4 Considerações sobre o capítulo

Com o desenvolvimento deste estudo, pode-se concluir que a transformação digital traz consigo desafios que vão além da simples adoção de novas tecnologias. A implementação de soluções digitais exige um planejamento estratégico, pois envolve mudanças organizacionais, investimentos financeiros significativos e a necessidade de qualificação profissional para lidar com as novas demandas industrial.

Os riscos digitais, embora variados, demonstram que a digitalização da indústria precisa ser acompanhada por políticas estruturadas de mitigação, garantindo que os impactos negativos sejam minimizados sem comprometer os benefícios da implementação. A relutância à mudança, os altos custos de investimento e a vulnerabilidade a ataques cibernéticos são alguns dos desafios que reforçam a importância de uma governança digital eficiente e de uma cultura organizacional adaptável às novas realidades tecnológicas.

Além disso, a análise dos riscos digitais evidência que, para uma transformação digital bem-sucedida, é essencial que as indústrias equilibrem a tecnologia com a segurança, promovendo um ambiente digital confiável. O avanço tecnológico deve ser acompanhado por capacitação contínua, investimento em infraestrutura digital segura e modelos de gestão que favoreçam a adaptação e o uso eficiente das novas tecnologias.

A transformação digital não pode ser vista apenas como um processo técnico, mas como uma mudança estrutural que impacta processos, pessoas e estrutura organizacional. A compreensão dos riscos digitais possibilita que as indústrias adotem estratégias mais eficazes, promovendo um crescimento sustentável, competitivo e alinhado às exigências do mercado global.

Os resultados do estudo também confirmam a hipótese inicial de que os riscos digitais decorrentes da transformação digital não afetam apenas o ambiente industrial e o setor de tecnologia, mas possuem impactos amplos e transversais que se estendem por toda a sociedade. Ficou evidenciado que esses riscos não se limitam às tradicionais preocupações econômicas, sociais e ambientais. Pelo contrário, a digitalização industrial introduz novas dimensões de risco, que exigem atenção detalhada e uma avaliação contínua.

Entre essas novas dimensões, destaca-se o impacto no setor educacional, onde a necessidade de qualificação constante torna-se um desafio tanto para empresas quanto para Instituições de ensino. No campo da gestão, a digitalização demanda novas abordagens para a administração de processos, exigindo maior integração entre áreas e a adoção de tecnologias que otimizem a tomada de decisão.

Na saúde e segurança, a transformação digital traz inovações que podem tanto melhorar as condições de trabalho quanto gerar vulnerabilidades, como riscos ergonômicos associados à automação, dependência de sistemas digitais críticos e potenciais falhas tecnológicas que comprometam a segurança dos trabalhadores. Já no âmbito político e legal, a digitalização impõe desafios regulatórios e legislativos, pois exige a criação de normas que acompanhem a rápida evolução das tecnologias e garantam segurança jurídica e ética no uso de novas ferramentas.

Dessa forma, a hipótese foi comprovada ao demonstrar que os riscos digitais vão muito além do setor produtivo, influenciando diretamente a estrutura da sociedade e exigindo uma abordagem multidisciplinar para sua compreensão e mitigação. Isso reforça a necessidade de um monitoramento constante e de estratégias dinâmicas de adaptação, garantindo que a transformação digital ocorra de forma sustentável e equilibrada, sem comprometer o desenvolvimento econômico, social e tecnológico.

A análise dos riscos digitais na transformação digital na indústria pode ser diretamente vinculada aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) e à criação de novas políticas públicas, pois envolve desafios sociais, econômicos e ambientais que exigem estratégias coordenadas para mitigação e governança. O ODS 8, que trata do trabalho decente e crescimento econômico (Nação Unidas Brasil, 2025), destaca a necessidade de políticas públicas voltadas para a capacitação e requalificação da força de trabalho, a fim de mitigar o desemprego tecnológico e preparar os trabalhadores para as novas exigências da Transformação Digital. Já o ODS 4 voltado para educação de qualidade (Nações Unidas Brasil, 2025), se conecta diretamente com a necessidade de programas educacionais focados na formação tecnológica, ampliando o acesso ao conhecimento e reduzindo a lacuna de habilidades no mercado de trabalho.

Além disso, o ODS 12, que trata de consumo e produção responsáveis (Nações Unidas Brasil, 2025), destaca a importância da digitalização na otimização dos processos produtivos, reduzindo desperdícios e promovendo o uso eficiente dos recursos naturais, embora traga desafios como o gerenciamento de resíduos eletrônicos e o impacto ambiental da produção

tecnológica. Assim, a interligação entre transformação digital, ODS e políticas públicas exige a formulação de diretrizes para lidar com os desafios emergentes desse novo contexto.

A criação de políticas voltadas para educação e capacitação profissional é essencial para preparar trabalhadores para a nova realidade digital, garantindo que a digitalização seja inclusiva e equitativa. Governança digital e proteção de dados também devem ser prioridades, com regulamentações específicas para segurança cibernética que evitem ataques digitais e garantam a proteção de informações sensíveis da indústria. Além disso, o fomento à infraestrutura digital deve ser incentivado por meio de programas de financiamento e incentivos fiscais que permitam a adoção segura e eficiente de novas tecnologias.

A inclusão digital e a redução das desigualdades tecnológicas são fundamentais para evitar que determinados setores da sociedade fiquem excluídos da transformação digital, o que exige políticas públicas que promovam o acesso equitativo às tecnologias. Por fim, o avanço da transformação digital no setor industrial também demanda uma regulação do trabalho digital, garantindo que os direitos dos trabalhadores sejam preservados em um ambiente cada vez mais automatizado, prevenindo a precarização das relações de trabalho. Para que a Transformação Digital ocorra de forma segura, é essencial que indústrias, governos, empresas e instituições de ensino atuem juntos na formulação de políticas que promovam a transformação digital com responsabilidade, minimizando riscos e maximizando benefícios.

Portanto, os resultados deste estudo reforçam que os riscos digitais no contexto da Transformação Digital em indústrias vão além da simples adoção de novas tecnologias. Ela exige um equilíbrio entre inovação, capacitação profissional e segurança digital, de forma que os riscos sejam mitigados sem comprometer os avanços proporcionados pela Transformação Digital. Logo, os resultados confirmam muitas das premissas teóricas, mas também aponta desafios específicos que só podem ser compreendidos por meio da investigação empírica, ressaltando a importância de estudos que integrem teoria e realidade industrial para embasar a tomada de decisão e a formulação de estratégias eficazes.

Mensurar os riscos digitais no contexto da Transformação Digital é fundamental para garantir uma transição tecnológica segura e eficiente na Indústria 4.0 e Indústria 5.0. A identificação e análise desses riscos permitem que as indústrias adotem estratégias preventivas e proativas de mitigação, reduzindo impactos negativos e potencializando os seus benefícios. Além disso, compreender esses riscos possibilita um equilíbrio entre tecnologia, ser humano, economia, gestão, saúde e segurança, assegurando que a Transformação Digital ocorra de forma estruturada e alinhada às demandas da indústria e da sociedade.

5 CONCLUSÕES

Esta tese teve como objetivo principal propor um modelo integrado para avaliação dos riscos digitais no contexto da Transformação Digital em Indústrias (IMRD-DT). Para atingir este objetivo geral, foi necessário cumprir uma série de objetivos específicos que subsidiaram a construção, validação e aplicação prática do modelo proposto. A seguir, detalham-se os objetivos específicos e os respectivos resultados alcançados:

- a) **Construir um *portfólio* bibliográfico abrangente sobre Transformação Digital e Riscos, a partir de uma Revisão de Literatura Sistematizada (RBS)** – Este objetivo foi alcançado por meio de uma ampla revisão de literatura, utilizando a *Methodi Ordinatio* como ferramenta metodológica. O processo foi realizado em nove etapas, resultando na construção de um *portfólio* bibliográfico com 166 artigos relevantes, conforme apresentado no capítulo 4 (seção 4.1.1);
- b) **Categorizar os riscos digitais provenientes da Transformação Digital** – Os 49 riscos digitais identificados foram organizados em 11 dimensões distintas, com base em suas semelhanças e características específicas, conforme detalhado no capítulo 4 (seção 4.1.3). As dimensões identificadas no estudo abrangem aspectos ambientais, culturais, econômicos, educacionais, humanos, de saúde e segurança, gestão, organizacionais, político-legais, sociais e tecnológicos. Dentro dessas dimensões, os principais riscos mapeados incluem o risco de alto custo de investimento e implementação, o risco de falta de segurança cibernética e proteção de dados, o risco de ataque cibernético, o risco de vazamento de dados privados e o risco de falta de mão de obra qualificada, entre outros.
- c) **Estruturar um modelo teórico de Riscos Digitais no contexto da Transformação Digital em Indústrias** – O modelo teórico foi desenvolvido a partir das 11 dimensões e dos 49 riscos digitais, agrupados de acordo com características comuns, conforme apresentado no capítulo 4 (seção 4.1.3);
- d) **Validar o modelo proposto por meio de sua aplicação em Indústrias** – A validação foi realizada em 62 indústrias de diferentes segmentos, como alimentos e bebidas, celulose e papel, automotivo, embalagem e tecnologia. O modelo demonstrou eficácia ao validar os riscos e dimensões, além de identificar as probabilidades e impactos em cada segmento industrial, conforme exposto no capítulo 4 (seção 4.3.1);

- e) **Criar mapas que representem visualmente os riscos digitais e seus impactos decorrentes da Transformação Digital** – Os mapas qualitativos mostraram que o impacto organizacional foi o mais relevante, com 568 apontamentos, seguido pelo impacto tecnológico com 548 apontamentos e pelo impacto econômico, com 403 apontamentos. A análise quantitativa indicou que os riscos tecnológicos, como falta de segurança cibernética e ataques cibernéticos, são os mais críticos, conforme apresentado no capítulo 4 (seção 4.3.4);
- f) **Propor ações para a mitigação dos riscos digitais identificados no contexto da Transformação Digital** – Foram estabelecidas 150 ações de mitigação, organizadas de acordo com as dimensões dos riscos digitais. Essas ações têm como objetivo auxiliar as indústrias a minimizar a probabilidade de ocorrência dos riscos e seus impactos, conforme apresentado no capítulo 4 (seção 4.3.5);
- g) **Apresentar uma ferramenta tecnológica em forma de *Dashboard*, que permita a visualização intuitiva dos riscos digitais e dos mapas de impacto provenientes da Transformação Digital** – Foi desenvolvido um *dashboard* interativo em seis telas, permitindo que as indústrias visualizassem rapidamente os cenários de riscos e impactos. A ferramenta facilita a tomada de decisões estratégicas com base em dados confiáveis.

A partir dos resultados apresentados, pode-se concluir que o objetivo geral desta tese foi cumprido, assim como os objetivos específicos. O estudo demonstrou que os riscos digitais decorrentes da Transformação Digital não afetam apenas o setor industrial e tecnológico, mas também geram impactos significativos em áreas como gestão, saúde e segurança, organização, e até mesmo nas esferas social e ambiental, comprovando também a hipótese inicial estabelecida nesta tese.

O avanço da Transformação Digital, como um dos pilares da Indústria 4.0, está alterando o ambiente industrial, colocando o ser humano no centro das discussões e buscando equilibrar os impactos positivos e negativos da adoção tecnológica. Este estudo abordou os riscos negativos como forma de ajudar as indústrias a diagnosticarem e mitigarem esses riscos, garantindo competitividade em um mercado cada vez mais acirrado e automatizado. Além disso, a pesquisa destacou a importância de compreender as mudanças estruturais e sociais causadas pela Transformação Digital, que vão além do uso intensivo da tecnologia,

influenciando processos produtivos, relações de trabalho, e até mesmo a formulação de políticas públicas.

Desta forma, este estudo apresenta uma contribuição acadêmica ao propor um novo modelo de avaliação para os riscos digitais decorrentes da Transformação Digital em indústrias. O modelo proposto abrange 11 dimensões e 49 riscos, os quais foram identificados e categorizados a partir de uma revisão de literatura robusta e consistente. Além de avaliar os modelos existentes, que mostraram limitações em relação ao mapeamento e tratamento desses riscos, o presente modelo buscou preencher essas lacunas, oferecendo uma abordagem mais estruturada e integrada.

Ele também relaciona os possíveis impactos que os riscos podem gerar em cada uma das 11 dimensões, proporcionando uma análise abrangente e profunda. Com isso, o estudo não se limita a propor um modelo teórico, mas também busca agregar valor ao que já foi publicado, contribuindo de forma inovadora tanto em termos teóricos quanto práticos. O modelo permitiu não apenas coletar informações detalhadas sobre os riscos digitais associados à Transformação Digital em indústrias, mas também mensurar e avaliar esses riscos, oferecendo um panorama claro e fundamentado.

No âmbito industrial, o estudo apresentou uma contribuição prática relevante ao propor um modelo de diagnóstico para as organizações e ao proporcionar uma ferramenta tecnológica em formato de *dashboard*, que permite uma visualização intuitiva e eficiente dos riscos digitais e seus impactos. Reconhecendo a necessidade das indústrias por soluções práticas e de fácil utilização, o estudo buscou atender essa demanda ao oferecer um diagnóstico teórico e prático, aliado a uma plataforma digital que facilita a compreensão e a análise dos dados. Essa ferramenta tecnológica auxilia as organizações a entenderem sua posição estratégica frente aos riscos digitais e seus respectivos impactos, além de identificar estratégias de desenvolvimento que minimizem os efeitos desses riscos sobre seus negócios. Dessa forma, as indústrias ganham não apenas um modelo analítico, mas também uma ferramenta prática para apoiar a tomada de decisões estratégicas, contribuindo para a sua competitividade.

Por fim, como contribuição social, este estudo destaca a importância de compreender e mitigar os impactos dos riscos digitais no contexto da Transformação Digital. A relação entre os riscos identificados e os impactos mapeados pode orientar a formulação de estratégias que impeçam esses riscos de comprometer as 11 dimensões analisadas. Essas estratégias não apenas auxiliam na prevenção, mas também abrem caminho para o estabelecimento de novos modelos de negócios, capazes de responder aos desafios impostos pela Transformação Digital. Além

disso, o estudo enfatiza a necessidade de uma maior qualificação profissional, preparando a sociedade para lidar com o novo cenário tecnológico.

A Transformação Digital traz mudanças profundas, alterando significativamente o ambiente de trabalho ao substituir funções braçais por equipamentos automatizados e robôs autônomos. Enquanto muitos postos de trabalho tradicionais tendem a ser eliminados, outros são criados, demandando habilidades especializadas e novos perfis profissionais. Nesse contexto, torna-se essencial compreender esses fatores para promover uma transição equilibrada, que permita não apenas minimizar os impactos sociais e econômicos, mas também aproveitar as oportunidades geradas pela Transformação Digital.

A construção de uma sociedade 4.0 e 5.0 depende da capacidade de superar os desafios sociais e gerenciais impostos pela transformação tecnológica. Ao propor um modelo que relaciona os riscos digitais aos seus impactos e apresenta estratégias práticas para mitigá-los, este estudo contribui para preparar organizações e indivíduos para um futuro mais competitivo. A compreensão e o gerenciamento desses fatores são fundamentais para garantir que a Transformação Digital seja um agente de progresso, promovendo equilíbrio em todos os níveis da sociedade.

A principal dificuldade encontrada na realização deste estudo foi a organização e categorização dos riscos digitais, considerando a diversidade de fatores envolvidos e a necessidade de estruturar uma abordagem coerente para sua análise. Além disso, a coleta de dados junto aos respondentes representou um desafio, especialmente devido ao número reduzido de participantes, o que exigiu estratégias para garantir a obtenção de uma amostragem significativa e relevante. Outro desafio encontrado foi a complexidade dos riscos digitais, uma vez que muitos deles estão interligados, tornando desafiador identificar suas causas e mensurar seus impactos de forma isolada.

Diante dessas dificuldades, torna-se evidente a importância de estudos contínuos sobre os riscos digitais, considerando a necessidade de abordagens cada vez mais integradas e adaptáveis às constantes mudanças tecnológicas e organizacionais. Desta forma, propõem-se as seguintes direções para estudos futuros, a fim de aprofundar e ampliar a análise sobre os riscos digitais no contexto da Transformação Digital em Indústrias:

- I. Desenvolver um plano de ação estruturado utilizando a metodologia 5W2H para a mitigação dos riscos digitais, detalhando os passos necessários para sua implementação. Além disso, estabelecer métricas claras e indicadores de sucesso que permitam avaliar

- a eficácia e a assertividade das ações realizadas, garantindo um acompanhamento contínuo e ajustando o plano conforme necessário para alcançar os resultados esperados;
- II. Aplicar outro método multicritério para identificar a causa e efeito dos riscos digitais e seus impactos como o *Decision-Making Trail and Evaluation Laboratory* (DEMATEL) ou *Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluations* (PROMETHEE) para classificar e priorizar riscos considerando preferências entre os critérios e diferentes cenários. A aplicação de outro método multicritério permitirá comparar os resultados encontrados e validar ainda mais a robustez do modelo;
 - III. Aplicar a Modelagem de Equações Estruturais (SEM) como ferramenta estatística para validar o modelo proposto e realizar uma análise comparativa dos resultados obtidos;
 - IV. Desenvolver um sistema automatizado com Inteligência Artificial (IA) para avaliação sistematizada dos riscos digitais, propondo ações de mitigação automáticas, com base em algoritmos de aprendizado de máquina;
 - V. Utilizar a Matriz Gravidade, Urgência e Tendência (Matriz GUT) para avaliar a criticidade de cada impacto;
 - VI. Analisar os riscos em diferentes segmentos industriais, expandindo a aplicação do modelo a outros setores industriais, como saúde, ampliando também a análise geográfica incorporando indústrias de diferentes regiões e países, considerando variáveis culturais, econômicas e sociais;
 - VII. Transformar o *Dashboard* em um Aplicativo Móvel ou *Web* para Visualização Interativa de Dados.

Sabe-se que a Transformação Digital ainda está em seus estágios iniciais, com um amplo campo de possibilidades a ser explorado e investigado. Nesse contexto, as direções para trabalhos futuros oferecem um caminho amplo para o avanço da pesquisa sobre riscos digitais. Essas perspectivas não apenas contribuem para o desenvolvimento acadêmico, mas também garantem maior aplicabilidade prática, fortalecendo o elo entre a academia e a indústria. Ao aprofundar a compreensão e o gerenciamento dos riscos digitais, esses estudos podem proporcionar soluções mais robustas, estratégicas e alinhadas às necessidades emergentes de um ambiente industrial cada vez mais dinâmico e digitalizado.

REFERÊNCIAS

- ABDUL-RAHIM, R.; BOHARI, S.; AMAN, A.; AWANG, Z. Benefit-Risk Perceptions of FinTech Adoption for Sustainability from Bank Consumers Perspective: The Moderating Role of Fear of COVID-19. **Sustainability**, v. 14, n. 14, jul. 2022.
- ABEPRO – Associação Brasileira de Engenharia de Produção. **A profissão da Engenharia de Produção. 2024**. Disponível em: <https://portal.abepro.org.br/profissao/>. Acesso em: 05 de fev. 2024.
- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR ISO 31000/2018. **Gerenciamento de Riscos Diretrizes**. Rio de Janeiro, ABNT, 2018. Disponível em: <https://www.apostilasopcao.com.br/arquivos-opcao/erratas/10677/66973/abnt-nbr-iso-31000-2018.pdf>. Acesso em: 18 de jan. 2023.
- AKINRADEWO, O. I.; AIGBAVBOA, C. O.; EDWARD, D. J.; OKE, A. E. A principal component analysis of barriers to the implementation of blockchain technology in the South African built environment. **Journal of Engineering Design and Technology**, v. 20, n. 4, p. 914–934, jun. 2022.
- ALBERS, A.; STÜRMLINGER, T.; MANDEL, C.; WANG, J.; DE FRUTOS, M. B.; BEHRENDT, M. Identification of potentials in the context of design for industry 4.0 and modelling of interdependencies between product and production processes. **Procedia CIRP**, v. 84, p. 100-105, 2019.
- ALI, I. **The impact of industry 4.0 on the nexus between supply chain risks and firm performance**. 79th Annual Meeting of the Academy of Management, 2019.
- ALI, I.; ARSLAN, A.; KHAN, Z.; TARBA, S. Y. The Role of Industry 4.0 Technologies in Mitigating Supply Chain Disruption: Empirical Evidence From the Australian Food Processing Industry. **IEEE Transactions on Engineering Management**, 2021.
- ALIMOHAMMADLOU, M.; KHOSHSEPEHR, Z. The role of Society 5.0 in achieving sustainable development: a spherical fuzzy set approach. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 30, n. 16, p. 47630–47654, 2023.
- ALMEIDA, A. T.; FLEURY, A.; RACHID, A.; LERIPIO, A. A.; PICHARSKI, A. E. T.; TORKOMIAN, A. L. V.; COSTA, A. P. C. S.; BORNIA, A. C.; RENTES, A. F.; ALLEDI, C.; SANTOS, F. C. A.; MÁSCULO, F. S.; CAMPOS, L. M. S.; MEIRIÑO, M. J.; CARVALHO, M. M.; QUELHAS, O. L. G.; SELIG, P. M.; MORABITO, R. NAVEIRO, R. M. **Introdução a Engenharia de Produção**. In: Mário Otávio Batalha (Org). 1. Ed. Rio de Janeiro: Editora Elsevier, 2007, 296p.
- ALOJAIMAN, B. Technological Modernizations in the Industry 5.0 Era: A Descriptive Analysis and Future Research Directions. **Processes**, v. 11, n. 5, 2023.
- ALVAREZ-NAPAGAO, S. Knowledge project–concept, methodology and innovations for artificial intelligence in industry 4.0. **Industrial informatics**, v. 2, n. 1, p. 65-87, 2021.
- AMORIM, W. S.; DEGGAU, A. B.; LIVRAMENTO G. G.; SILVA NEIVA, S.; PRASATH, A. R.; ANDRADE, J. B. S. O. Urban challenges and opportunities to promote sustainable food security through smart cities and the 4th industrial revolution. **Land use Policy**, v. 87, 2019.

- ANDRIANI, D. P. Risks analysis on digital platforms adoption to elevate SME businesses in developing country. *Journal of Physics: Conference Series*, **IOP Publishing**, v. 151, n. 8, p. 22-96, 2020.
- ATTIANY, M.; AL-KHARABSHEH, S.; ABED-QADER, M.; AL-HAWARY, S.; MOHAMMAD, A.; RAHAMNEH, A. Barriers to adopt industry 4.0 in supply chains using interpretive structural modeling. *Uncertain Supply Chain Management*, v. 11, n. 1, p. 299 – 306, 2023.
- AQUILANI, B.; PICCAROZZI, M.; ABBATE, T.; CODINI, A. The role of open innovation and value co-creation in the challenging transition from industry 4.0 to society 5.0: Toward a theoretical framework. *Sustainability*, v. 12, n. 21, p. 1–21, 2020.
- BADRI, A.; BOUDREAU-TRUDEL, B.; SOUISSI, A. S. Occupational health and safety in the industry 4.0 era: A cause for major concern? *Safety Science*, v. 109, p. 403–411, 2018.
- BAG, S.; PRETORIUS, J. H. C. Relationships between industry 4.0, sustainable manufacturing and circular economy: proposal of a research framework. *International Journal of Organizational Analysis*, v. 30, n. 4, p. 864 – 898, 2022.
- BAJIC, B.; RIKALOVIC, A.; SUZIC, N.; PIURI, V. Industry 4.0 Implementation Challenges and Opportunities: A Managerial Perspective. *IEEE Systems Journal*, v. 15, n. 1, p. 546–559, 2021.
- BAKHTARI, A. R.; WARIS, M. M.; SANIN, C.; SZCZERBICKI, E. Evaluating Industry 4.0 Implementation Challenges Using Interpretive Structural Modeling and Fuzzy Analytic Hierarchy Process. *Cybernetics and Systems*, v. 52, n. 5, p. 350–378, 2021.
- BARDIN, L. Análise de conteúdo. Lisboa: Edições 70; 1977. **Correspondência: Daiane Dal Pai Rua Santana**, 2008.
- BARRETO, L.; AMARAL, A.; PEREIRA, T. Industry 4.0 implications in logistics: an overview. *Procedia Manufacturing Engineering Society International Conference*, v. 13, p. 1245-1252, 2017.
- BASSETO, A. L. C. **Modelo de Maturidade para a Análise das Indústrias no Contexto da Indústria 4.0**. 2019. 184 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2019.
- BATTISSACCO, V. E. **Motivações, barreiras e fatores críticos de sucesso para implementação do DDMRP: um estudo exploratório pelo método Fuzzy Delphi**. 2021. 168 F. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Universidade de São Paulo, São Paulo, 2021.
- BÉCUE, A.; PRAÇA, I.; GAMA, J. Artificial intelligence, cyber-threats and Industry 4.0: challenges and opportunities. *Artificial Intelligence Review*, v. 54, n. 5, p. 3849 – 3886, 2021.
- BENEŠOVÁ, A.; HIRMAN, M.; STEINER, F.; TUPA, J. **Determination of Changes in Process Management within Industry 4.0**. *Procedia Manufacturing*, v. 38, p. 1691-1696, 2019.
- BERMAN, B. 3D Printing: The New Industrial Revolution. *Business Horizons*, v. 55. n. 2, p. 155-162, 2012.
- BILLINGHURST, M.; CLARK, A.; LEE, G. A Survey of Augmented Reality. *Foundations and Trends in Human–Computer Interaction*, v. 8, n. 2–3, p. 73– 272, 2015.

- BIRKEL, H. S.; VEILE, J. W.; MÜLLER, J. M.; HARTMANN, E.; VOIGT, K. I. Development of a risk framework for Industry 4.0 in the context of sustainability for established manufacturers. **Sustainability**, v. 11, n. 2, p. 384, 2019.
- BIRKEL, H.; MÜLLER, J. M. Potentials of industry 4.0 for supply chain management within the triple bottom line of sustainability – a systematic literature review. **Journal of Cleaner Production**, v. 289, p. 125612, 2021.
- BONGOMIN, O.; OCEN, G. G.; NGANYI, E. O.; MUSINGUZI, A.; OMARA, T. Exponential Disruptive Technologies and the Required Skills of Industry 4.0. **Journal of Engineering**, p. 1-17, 2020.
- BONILLA, S. H.; SILVA, H. R.; TERRA, S. M.; GONÇALVES, R. F.; SACOMANO, J. B. Industry 4.0 and Sustainability Implications: A Scenario-Based Analysis of the Impacts and Challenges. **Sustainability**, v. 10, n. 10, 2018.
- BOZKUŞ, E.; KAYA, I.; YAKUT, M. A fuzzy based model proposal on risk analysis for human-robot interactive systems. In: **2022 International Congress on Human-Computer Interaction, Optimization and Robotic Applications (HORA)**. IEEE, 2022. p. 1-6.
- BRAUN, V.; CLARKE, V. Using thematic analysis in psychology. **Qualitative research in psychology**, v. 3, n. 2, p. 77-101, 2006.
- BRUTOVSKY, M.; BUGANOVA, K. **Increasing the Resilience and Competitiveness of Industrial Enterprises to External and Internal Impacts Through the Implementation of Risk Management in Project Management**. VPLYV Industry 4.0 Na Tvorbu Pracovnych MIEST 2019.
- BUGANOVA, K.; SIMICKOVA, J. **Increasing the Competitiveness of Enterprises Through the Implementation of Risk Management in the Context of the Industry 4.0 Concept**. Vplyv Industry 4.0 Na Tvorbu Pracovnych MIEST 2019.
- BURGESS, J.; CONNELL, J. New technology and work: Exploring the challenges. **Economic and Labour Relations Review**, v. 31, n. 3, SI, p. 310–323, 2020.
- CAIADO, R. G. G.; SCAVARDA, L. F.; VIDAL, G.; MATTOS NASCIMENTO, D. L.; GARZA-REYES, J. A. A taxonomy of critical factors towards sustainable operations and supply chain management 4.0 in developing countries. **Operations Management Research**, p. 1-24, 2023.
- CAPODIECI, A.; MAINETTI, L.; DIPIETRANGELO, F. **Model-Driven approach to Cyber Risk Analysis in Industry 4.0**. ACM International Conference Proceeding Series, 2020.
- CĂPUŞNEANU, S.; MATEŞ, D.; TÜRKEŞ, M. C.; BARBU, C. M.; STARAŞ, A. I.; TOPOR, D. I.; FŪLÖP, M. T. The impact of force factors on the benefits of digital transformation in Romania. **Applied Sciences**, v. 11, n. 5, p. 1–21, 2021.
- CARAYANNIS, E. G.; MORAWSKA-JANCELEWICZ, J. The futures of Europe: Society 5.0 and Industry 5.0 as driving forces of future universities. **Journal of the Knowledge Economy**, v. 13, n. 4, p. 3445-3471, 2022.
- CARUSO, L. Digital innovation and the fourth industrial revolution: epochal social changes? **AI & Society**, v. 33, n. 3, p. 379–392, 2018.
- CARVALHO, N.; CHAIM, O.; CAZARINI, E.; GEROLAMO, M. Manufacturing in the fourth industrial revolution: A positive prospect in sustainable manufacturing. **Procedia Manufacturing**, v. 21, p. 671-678, 2018.

- CAZERI, G. T.; SANTA-EULALIA, L. A.; FIORAVANTI, A. R.; PAVAN SERAFIM, M.; RAMPASSO, I. S.; ANHOLON, R. Main challenges and best practices to be adopted in management training for Industry 4.0. **Kybernetes**, v. 52, n. 12, p. 5909-5927, 2023.
- CHAMORRO-PREMUZIC, T. The essential components of digital transformation. **Harvard Business Review**, p. 1–7, 2021.
- CHANG, P.; HSU, C.; CHANG, P. Fuzzy Delphi method for evaluating hydrogen production technologies. **International Journal of Hydrogen Energy**, v. 36, n. 21, p. 14172–14179, 2020.
- CHAUHAN, C.; SINGH, A.; LUTHRA, S. Barriers to industry 4.0 adoption and its performance implications: An empirical investigation of emerging economy. **Journal of Cleaner Production**, v. 285, 2021.
- CHEN, B.; WAN, J.; SHU, L.; LI, P.; MUKHERJEE, M.; YIN, B. Smart Factory of Industry 4.0: Key Technologies, Application Case, and Challenges. **IEEE Access**, v. 6, p. 6505–6519, 2017.
- CHIEN, C. F.; HONG, T. Y.; GUO, H. Z. An empirical study for smart production for TFT-LCD to empower Industry 3.5. **Journal of the Chinese Institute of Engineers**, v. 40, n. 7, p. 552-561, 2017.
- CNI – Confederação Nacional da Indústria. **A Importância da Indústria para o Brasil. 2023a**. Disponível em: <https://www.portaldaindustria.com.br/estatisticas/importancia-da-industria/#:~:text=Em%202022%2C%20a%20Ind%C3%BAstria%20respondeu,empresarial%20em%20pesquisa%20e%20desenvolvimento>. Acesso em: 20 de jan. 2023.
- CNI – Confederação Nacional da Indústria. **Indústria 4.0 é necessário para o Brasil ganhar competitividade, diz CNI. 2023b**. Disponível em: <https://noticias.portaldaindustria.com.br/noticias/competitividade/industria-40-e-necessaria-para-o-brasil-ganhar-competitividade-diz-cni/>. Acesso em: 20 de jan. 2023.
- CNI - Confederação Nacional da Indústria. **Indústria projeta PIB de 1,7% para 2024 e alta de 3% neste ano**. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2023-12/industria-projeta-pib-nacional-de-17-em-2024-e-alta-de-3-neste-ano>. Acesso em: 12 de out. 2024.
- DELOITTE. **As oportunidades do comércio 4.0. 2023**. Disponível em: <https://www2.deloitte.com/br/pt/pages/public-sector/articles/oportunidades-governo-comercio-4-0.html>. Acesso em: 20 de jan. 2023.
- DIRETÓRIO DOS GRUPOS DE PESQUISA DO BRASIL. **Indústria 4.0 em Engenharia Organizacional e Redes de Empresas – EORE. 2023**. Disponível em: <http://dgp.cnpq.br/dgp/espelhogrupo/8799449113244131>. Acesso em: 22 de jan. 2023.
- DOLGUI, A.; SGARBOSSA, F.; SIMONETTO, M. Design and management of assembly systems 4.0: systematic literature review and research agenda. **International Journal of Production Research**, v. 60, n. 1, SI, p. 184–210, 2022.
- DUMBRAVĂ, V.; IACOB, V. S. Using probability–impact matrix in analysis and risk assessment projects. **Științe Economice**, v. 42, n. 2013, p. 76-96, 2013.
- EL BAZ, J.; TIWARI, S.; AKENROYE, T.; CHERRAFI, A.; DERROUICHE, R. A framework of sustainability drivers and externalities for Industry 4.0 technologies using the Best-Worst Method. **Journal of Cleaner Production**, v. 344, 2022.

ESSAKLY, A.; WICHMANN, M.; SPENGLER, T. S. A reference framework for the holistic evaluation of Industry 4.0 solutions for small-and medium-sized enterprises. **IFAC-PapersOnLine**, v. 52, n. 13, p. 427-432, 2019.

FARKAS, A. **Impact of Industry 4.0 on robotic welding**. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2018.

FARSI, M. A.; ZIO, E. Industry 4.0: some challenges and opportunities for reliability engineering. **International Journal of Reliability**, v. 2, p. 23-34, 2019.

FERNANDES, C. H. **Modelo para Priorização dos Fatores Críticos de Sucesso, Dimensões e Tecnologias Digitais das Fintechs a partir da Indústria 4.0**. 2022. 210 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2022.

FERNANDO, Y.; WAHYUNI-TD, I. S.; GUI, A.; IKHSAN, R. B.; MERGERESA, F.; GANESAN, Y. A mixed-method study on the barriers of industry 4.0 adoption in the Indonesian SMEs manufacturing supply chains. **Journal of Science and Technology Policy Management**, v. 14, n. 4, p. 678–695, 2023.

FIELD, A. **Descobrendo a estatística usando o SPSS**. Penso Editora, 2009.

FLEURY, A.; MELLO, C. H. P.; NAKANO, D. N.; LIMA, E. P.; TURRIONI, J. B.; LEE HO, L.; MORABITO, R.; MARTINS, R. A.; SOUSA, R.; COSTA, S. E. G.; PUREZA, V. **Metodologia de Pesquisa em Engenharia de Produção e Gestão de Operações**. In: Paulo Augusto Cauchik Miguel (Org). 2. Ed. Rio de Janeiro: Editora Elsevier, 2012, 260p.

FOIDL, H.; FELDERER, M. **Research Challenges of Industry 4.0 for Quality Management**. Innovations in Enterprise Information Systems Management and Engineering, p. 121-137, 2016.

FONSECA, L. M. Industry 4.0 and the digital society: concepts, dimensions and envisioned benefits. **Proceedings of the International Conference on Business Excellence**, v. 12, n. 1, p. 386–397, 2018.

FOSTER-MCGREGOR, N.; NOMALER, Ö.; VERSPAGEN, B. Job Automation Risk, Economic Structure and Trade: a European Perspective. **Research Policy**, v. 50, n. 7, 2021.

FUJII, T.; GUO, T.; KAMOSHIDA, A. A consideration of service strategy of Japanese electric manufacturers to realize super smart society (Society 5.0). In: **Knowledge Management in Organizations: 13th International Conference, KMO 2018**. Springer International Publishing, 2018. p. 634-645.

FUKUDA, K. Science, technology and innovation ecosystem transformation toward society 5.0. **International journal of production economics**, v. 220, p. 107460, 2020.

FREDDI, D. Digitalisation and employment in manufacturing: Pace of the digitalisation process and impact on employment in advanced Italian manufacturing companies. **AI and Society**, v. 33, n. 3, p. 393–403, 2018.

GADEKAR, R.; SARKAR, B.; GADEKAR, A. Investigating the relationship among Industry 4.0 drivers, adoption, risks reduction, and sustainable organizational performance in manufacturing industries: An empirical study. **Sustainable Production and Consumption**, v. 31, p. 670–692, 2022.

GALATI, F.; BIGLIARDI, B. Industry 4.0: Emerging themes and future research avenues using a text mining approach. **Computers In Industry**, v. 109, p. 100–113, 2019.

- GAO, R.; WANG, L.; TETI, R.; DORNFELD, D.; KUMARA, S.; MORI, M.; HELU, M. Cloud-enabled prognosis for manufacturing. **CIRP Annals - Manufacturing Technology**, v. 64, n. 2, p. 749–772, 2015.
- GEISSBAUER, R.; VEDSO, J.; SCHRAUF, S. Global Industry 4.0 Survey. **Industry 4.0: Building the digital enterprise**, p. 5-6, 2016.
- GHILDIYAL, Y.; SINGH, R.; ALKHAYYAT, A.; GEHLOT, A.; MALIK, P.; SHARMA, R.; ALKWAI, L. M. An imperative role of 6G communication with perspective of industry 4.0: Challenges and research directions. **Sustainable Energy Technologies and Assessments**, v. 56, p. 103047, 2023.
- GHOBAKHLOO, M. The future of manufacturing industry: a strategic roadmap toward Industry 4.0. **J Manuf Technol Manag.** v. 29, n. 6, 910–936, 2018.
- GIEHL, A.; WIEDERMANN, N.; PLAGA, S. **A framework to assess impacts of cyber attacks in manufacturing**. Proceedings of 2019 11th International Conference on Computer and Automation Engineering, 2019 (ICCAE 2019).
- GIL, A. C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 7. Ed. [Reimpr]. São Paulo: Editora Atlas, 2019, 230p.
- GOBBO JUNIOR, J. A.; BUSO, C. M.; GOBBO, S. C. O.; CARREÃO, H. Making the links among environmental protection, process safety, and industry 4.0. **Process Safety and Environmental Protection**, v. 117, p. 372–382, 2018.
- GOULART, R. S. **Proposta de um Sistema de Manutenção 4.0 para Máquinas e Equipamentos Agroindustriais Florestais**. 2022. 104 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2022.
- GRYBAUSKAS, A.; STEFANINI, A.; GHOBAKHLOO, M. Social sustainability in the age of digitalization: A systematic literature Review on the social implications of industry 4.0. **Technology in Society**, v. 70, 2022.
- GUNES, V.; PETER, S.; GIVARGIS, T.; VAHID, F. A Survey on Concepts, Applications and Challenges in Cyber-Physical Systems. **KSII Transactions on Internet and Information Systems**, v. 8, n. 12, p. 4242-4268, 2014.
- GURJANOV, A. V.; ZAKOLDAEV, D. A.; SHUKALOV, A. V.; ZHARINOV, I. O. Principles of Designing Cyber-Physical System of Producing Mechanical Assembly Components at Industry 4.0 Enterprise. In **IOP Conference Series: Materials Science and Engineering**, v. 327, n. 2, 2018.
- HABIBI, A.; JAHANTIGH, F. F.; SARAFRAZI, A. Fuzzy Delphi Technique for Forecasting and Screening Items. **Asian Journal of Research in Business Economics and Management**, v. 5, n. 2, p. 130, 2015.
- HAIR, J. F.; BLACK, W. C.; BABIN, B. J.; ANDERSON, R. E.; TATHAM, R. L. **Análise multivariada de dados**. Bookman editora, 2009. Análise multivariada de dados. Tradução Adonai Schlup Sant’Anna. – 6. Ed. Porto Alegre: Bookman, 2009.
- HARICHA, K.; KHIAT, A.; ISSAOUI, Y.; BAHNASSE, A.; OUAJJI, H. Towards smart manufacturing: Implementation and benefits. **Procedia Computer Science**, 177, p. 639-644, 2020.

- HASHIM, N. A.; ABIDIN, Z. Z.; ABAS, Z. A.; ZAKARIA, N. A.; AHMAD, R.; MARDAID, E. Enhanced approach of risk assessment for insider threats detection in smart manufacturing. **IOP Conference Series: Materials Science and Engineering**, v. 864, n. 1, 2020.
- HASSAN, A. M.; NEGASH, Y. T.; HANUM, F. An assessment of barriers to digital transformation in circular Construction: An application of stakeholder theory. **Ain Shams Engineering Journal**, v. 15, n. 7, p. 102787, 2024.
- HILLSON, D. Extending the Risk Process to Manage Opportunities. **International Journal of Project Management**, v. 20, n. 3, p. 235-240, 2002.
- HIRSCHI, A. The Fourth Industrial Revolution: Issues and Implications for Career Research and Practice. **Career Development Quarterly**, v. 66, n. 3, p. 192–204, 2018.
- HISAMUDDIN, R. N.; HAIRULNIZAM, T. K. T. Developing key performance indicators for Emergency Department of Teaching Hospitals: a mixed fuzzy Delphi and Nominal Group technique Approach. **The Malaysian Journal of Medical Sciences: MJMS**, v. 29, n. 2, p. 114, 2022.
- HOLUBČÍK, M.; KOMAN, G.; SOVIAR, J. Industry 4.0 in logistics operations. **Transportation Research Procedia**, v. 53, p. 282-288, 2021.
- HORA, H. R. M.; MONTEIRO, G. T. R.; ARICA, J. Confiabilidade em Questionários para Qualidade: Um Estudo com o Coeficiente Alfa de Cronbach. **Produto & Produção**, v. 11, n. 2, p. 85-103, 2010.
- HOYOS GUEVARA, A. J.; DA SILVA, J. L. Internet of Things (IoT) Opportunities and Impacts of Well-Being on Citizens and Society. **Risus-Journal on Innovation and Sustainability**, v. 10, n. 3, p. 3–16, 2019.
- HOYOS GUEVARA, A. J.; TERRA, D. M.; PORTES, J. H.; SILVA, J. L. A.; MAGALHÃES, K. E. A Ranking of Countries Concerning Progress Towards a Society 5.0. **Risus-Journal on Innovation and Sustainability**, v. 11, n. 4, p. 188–199, 2020.
- HUDAKOVA, M.; MASAR, M.; BREZINA, D. **Perception of Personnel and Safety Risks by Smes in Slovakia at the Time of the Industrial Revolution Industry 4.0**. Vplyv Industry 4.0 na Tvorbu Pracovnyh MIEST 2019.
- HUGHES, L.; DWIVEDI, Y. K.; RANA, N. P.; WILLIAMS, M. D.; RAGHAVAN, V. Perspectives on the future of manufacturing within the Industry 4.0 era. **Production Planning and Control**, v. 33, n. 2–3, p. 138 – 158, 2022.
- HSU, Y.; LEE, C.; KRENG, V. B. The application of Fuzzy Delphi Method and Fuzzy AHP in lubricant regenerative technology selection. **Expert Systems With Applications**, v. 37, n. 1, p. 419–425, 2010.
- IMRAN, F.; KANTOLA, J. Review of industry 4.0 in the light of sociotechnical system theory and competence-based view: A future research agenda for the evolutive approach. **Advances in Intelligent Systems and Computing**, v. 783, p. 118–128, 2019.
- IMRAN, F.; SHAHZAD, K.; BUTT, A.; KANTOLA, J. Digital Transformation of Industrial Organizations: Toward an Integrated Framework. **Journal of Change Management**, v. 21, n. 4, p. 451-479, 2021.
- IVANOV, D.; DOLGUI, A.; SOKOLOV, B. The impact of digital technology and Industry 4.0 on the ripple effect and supply chain risk analytics. **International Journal of Production Research**, v. 57, n. 3, p. 829–846, 2019.

IVANOV, D.; DOLGUI, A.; SOKOLOV, B.; IVANOVA, M. Intellectualization of control: cyber-physical supply chain risk analytics. **IFAC Papers Online**, v. 52, n. 13, p. 355–360, 2019.

JABBOUR, A. B. L. S.; JABBOUR, C. J. C.; FOROPON, C.; GODINHO FILHO, M. When titans meet – Can industry 4.0 revolutionise the environmentally-sustainable manufacturing wave? The role of critical success factors. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 132, p. 18–25, 2018.

JANSEN, C.; JESCHKE, S. Mitigating risks of digitalization through managed industrial security services. **AI and Society**, v. 33, n. 2, p. 163–173, 2018.

JBAIR, M.; AHMAD, B.; MAPLE, C.; HARRISON, R. Threat modelling for industrial cyber physical systems in the era of smart manufacturing. **Computers in Industry**, v. 137, 2022.

JEDYNAK, M.; CZAKON, W.; KUŹNIARSKA, A.; MANIA, K. Digital transformation of organizations: what do we know and where to go next? **Journal of Organizational Change Management**, v. 34, n. 3, p. 629–652, 2021.

JURAN, J. M.; DEFEO, J. A. **Fundamentos da qualidade para líderes**. Porto Alegre: Bookman, 2015. *E-book*. p.189.

KAGERMANN, H.; HELBIG, J.; HELLINGER, A.; WAHLSTER, W. **Recommendations for Implementing the Strategic Initiative Industrie 4.0. Securing the Future of German Manufacturing Industry - Final Report of the Industrie 4.0**. Working Group. Forschungsunion, 2013.

KAGERMANN, H. Change through digitization—Value creation in the age of Industry 4.0. In: **Management of permanent change**, 2014. p. 23–45.

KALSOOM, T.; RAMZAN, N.; AHMED, S. **Societal Impact of IoT-Lead Smart Factory in the Context of Industry 4.0**. International Conference on UK-China Emerging Technologies 2020, UCET 2020.

KALSOOM, T.; AHMED, S.; RAFI-UL-SHAN, P. M.; AZMAT, M.; AKHTAR, P.; PERVEZ, Z.; UR-REHMAN, M. Impact of IoT on Manufacturing Industry 4.0: A New Triangular Systematic Review. **Sustainability**, v. 13, n. 22, 2021.

KAMBLE, S. S.; GUNASEKARAN, A.; GAWANKAR, S. A. Sustainable Industry 4.0 framework: A systematic literature review identifying the current trends and future perspectives. **Process Safety and Environmental Protection**, v. 117, p. 408–425, 2018.

KAMBLE, S. S.; GUNASEKARAN, A.; SHARMA, R. Analysis of the driving and dependence power of barriers to adopt industry 4.0 in Indian manufacturing industry. **Computers in Industry**, v. 101, p. 107–119, 2018.

KAZANCOGLU, Y. Framework for a sustainable supply chain to overcome risks in transition to a circular economy through Industry 4.0. **Production Planning & Control**, v. 34, n. 10, p. 902–917, 2023.

KHAN, M.; WU, X.; XU, X.; DOU, W. **Big Data Challenges and Opportunities in the Hype of Industry 4.0**. IEEE International Conference on Communications, 2017 (ICC, 2017).

KHRAIS, L. T. Comparison Study of Blockchain Technology and IOT. A Technology. In: **2020 Fourth International Conference on I-SMAC (IoT in Social, Mobile, Analytics and Cloud – I-SMAC)**, IEEE, p. 44–47, 2020.

- KIEL, D.; ARNOLD, C.; VOIGT, K. I. The influence of the Industrial Internet of Things on business models of established manufacturing companies – A business level perspective. **Technovation**, v. 68, p. 4–19, 2017.
- KIEL, D.; MÜLLER, J. M.; ARNOLD, C.; VOIGT, K. I. Sustainable industrial value creation: Benefits and challenges of industry 4.0. **International Journal of Innovation Management**, v. 21, n. 8, 2017.
- KIRAZ, A.; CANPOLAT, O.; ÖZKURT, C.; TAŞKIN, H. Analysis of the factors affecting the Industry 4.0 tendency with the structural equation model and an application. **Computers and Industrial Engineering**, v. 150, 2020.
- KIRCHEN, I.; SCHÜTZ, D.; FOLMER, J.; VOGEL-HEUSER, B. **Metrics for the Evaluation of Data Quality of Signal Data in Industrial Processes**. IEEE 15TH International Conference On Industrial Informatics, 2017 (INDIN, 2017).
- KITCHENHAM, B. Procedures for Performing Systematic Reviews. **Keele, UK, Keele University**, v. 33, n. 2004, p. 1-26, 2004.
- KLIR, G. J.; YUAN, B. **Fuzzy Sets and Fuzzy Logic: Theory and Applications**, Prentice-Hall, Upper Saddle River, 1995.
- KLOVIENE, L.; UOSYTE, I. Development of Performance Measurement System in the Context of Industry 4.0: a Case Study. **Inzinerine Ekonomika-Engineering Economics**, v. 30, n. 4, p. 472–482, 2019.
- KOLODNYAYA, G. V.; NIKULINA, O. V. Industry 4.0: Features of development in russia. **Lecture Notes in Networks and Systems**, v. 200, p. 677–682, 2021.
- KONUR, S.; LAN, Y.; THAKKER, D.; MORKYANI, G.; POLOVINA, N.; SHARP, J. Towards design and implementation of Industry 4.0 for food manufacturing. **Neural Computing & Applications**, v. 35, n. 33, p. 23753–23765, 2023.
- KOVAITĖ, K.; STANKEVIČIENĖ, J. Risk assessment of business models driven by Industry 4.0. **International Journal of Economics and Business Research**, v. 21, n. 1, p. 1–21, 2021.
- KUMAR, M. S.; RAUT, R. D.; NARWANE, V. S.; NARKHEDE, B. E. Applications of industry 4.0 to overcome the COVID-19 operational challenges. **Diabetes & Metabolic Syndrome-Clinical Research & Reviews**, v. 14, n. 5, p. 1283–1289, 2020.
- KUMAR, P.; SINGH, R. K.; KUMAR, V. Managing supply chains for sustainable operations in the era of industry 4.0 and circular economy: Analysis of barriers. **Resources Conservation and Recycling**, v. 164, 2021.
- KUMAR, S.; MALLIPEDDI, R. R. Impact of cybersecurity on operations and supply chain management: Emerging trends and future research directions. **Production and Operations Management**, v. 31, n. 12, p. 4488–4500, 2022.
- KUMAR, A.; AGRAWAL, R.; WANKHEDE, V. A.; SHARMA, M.; MULAT-WELDEMESKEL, E. A framework for assessing social acceptability of industry 4.0 technologies for the development of digital manufacturing. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 174, 2022a.
- KUMAR, S.; RAUT, R. D.; AGRAWAL, N.; CHEIKHROUHO, N.; SHARMA, M.; DAIM, T. Integrated blockchain and internet of things in the food supply chain: Adoption barriers. **Technovation**, v. 118, 2022b.

KUO, Y. F.; CHEN, P. C, Constructing performance appraisal indicators for mobility of the service industries using Fuzzy Delphi Method. **Expert systems with applications**, v. 35, n. 4, p. 1930-1939, 2008.

KURT, R. **Industry 4.0 in Terms of Industrial Relations and Its Impacts on Labour Life**. Procedia Computer Science, 2019.

KWAK, Y. H.; LAPLACE, K. S. Examining Risk Tolerance in Project-Driven Organization. **Technovation**, v. 25, n. 6, p. 691-695, 2005.

LABADI, K.; DARCHERIF, A. M.; EL ABBASSI, I.; HAMACI, S. **Petri Net-Based Approach for “cyber” Risks Modelling and Analysis for Industrial Systems**. E3S Web of Conferences, v. 170, 2020.

LEE, I.; LEE, K. The Internet of Things (IoT): Applications, investments, and challenges for enterprises. **Business Horizons**, v. 58, n. 4, p. 431–440, 2015.

LI, G.; HOU, Y.; WU, A. Fourth Industrial Revolution: Technological Drivers, Impacts and Coping Methods. **Chinese Geographical Science**, v. 27, n. 4, p. 626–637, 2017.

LIAO, Y.; LOURES, E. R.; DESCHAMPS, F.; BREZINSKI, G.; VENÂNCIO, A. The impact of the fourth industrial revolution: A cross-country/region comparison. **Production**, v. 28, 2018.

LIU, Y.; XU, X. Industry 4.0 and Cloud Manufacturing: A Comparative Analysis. **Journal of Manufacturing Science and Engineering**, v. 139, n. 3, 2017.

LU, Y. Industry 4.0: A Survey on Technologies, Applications and Open Research Issues. **Journal of Industrial Information Integration**, v. 6, p 1-10, 2017.

LUCO, J.; MESTRE, S.; HENRY, L.; TAMAYO, S.; FONTANE, F. **Industry 4.0 in SMEs: A Sectorial Analysis**. Advances in Production Management Systems: Production Management for the Factory of the Future, 2019.

LUTHRA, S.; MANGLA, S. K. Evaluating challenges to Industry 4.0 initiatives for supply chain sustainability in emerging economies. **Process Safety and Environmental Protection**, v. 117, p. 168–179. 2018.

LYASHOK, V. Y.; MALEVA, T. M.; LOPATINA, M. V. Impact of new technologies on the labor market: Past lessons and new challenges. **Ekonomicheskaya Politika**, v. 2020, n. 4, p. 62–87, 2020.

MAN, J. C.; STRANDHAGEN, J. O. **An Industry 4.0 research agenda for sustainable business models**. Manufacturing Systems 4.0, 2017.

MANGLA, S. K.; KAZANÇOĞLU, Y.; YILDIZBAŞI, A.; ÖZTÜRK, C.; ÇALIK, A. A conceptual framework for blockchain-based sustainable supply chain and evaluating implementation barriers: A case of the tea supply chain. **Business Strategy and the Environment**, v. 31, n. 8, p. 3693–3716, 2022.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de Metodologia Científica**. 9. Ed. [Reimpr]. São Paulo: Editora Atlas, 2022, 354p.

MARKOVÁ, P.; PRAJOVÁ, V.; HOMOKYOVÁ, M.; HORVÁTHOVÁ, M. **Human factor in industry 4.0 in point of view ergonomics in slovak republic**. Annals of DAAAM and Proceedings of the International DAAAM Symposium, 2019.

- MASAR, M.; HUDAKOVA, M. **Project Risk Management in The Context of Industry 4.0 in Condition of Manufacturing Enterprises in Slovakia**. VPLYV Industry 4.0 na Tvorbu Pracovnych, 2019 (MIEST, 2019).
- MATSUDA, W.; FUJIMOTO, M.; AOYAMA, T.; MITSUNAGA, T. **Cyber Security Risk Assessment on Industry 4.0 using ICS testbed with AI and Cloud**. IEEE Conference on Application, Information and Network Security, p. 54-59, 2019 (AINS, 2019).
- MAYNARD, A. D. Navigating the fourth industrial revolution. **Nature Nanotechnology**, v. 10, n. 12, p. 1005–1006, 2015.
- MENDHURWAR, S.; MISHRA, R. Integration of social and IoT technologies: architectural framework for digital transformation and cyber security challenges. **Enterprise Information Systems**, v. 15, n. 4, p. 565 – 584, 2021.
- MIGLIOLI, S. Original and Unpublished: Requirements for Article Submission to Information Science Scientific Journals. **Liinc em Revista**, v. 8, n. 2, 378-388, 2012.
- MIGUEL, P. A. C. Estudo de Caso na Engenharia de Produção: Estruturação e Recomendações para sua Condução. **Production**, v. 17, n. 1, p. 216–229, 2007.
- MOKTADIR, M. A.; ALI, S. M.; KUSI-SARPONG, S.; SHAIKH, M. A. A. Assessing challenges for implementing Industry 4.0: Implications for process safety and environmental protection. **Process Safety and Environmental Protection**, v. 117, p. 730–741, 2018.
- MORA SANCHEZ, D. O. **Sustainable Development Challenges and Risks of Industry 4.0: A literature review**. Global IoT Summit, p. 1-6, 2019a.
- MORA SANCHEZ, D. O. **Corporate social responsibility challenges and risks of industry 4.0 technologies: A review**. Smart SysTech 2019 - European Conference on Smart Objects, Systems and Technologies, p. 1-8, 2019b.
- MOREIRA, B. M. Redução dos riscos operacionais através da indústria 4.0: um estudo dos impactos da simulação na segurança das operações da lavra em uma mineração de minério de ferro. **Simpósio de Engenharia de Produção** v. 101, n.9, p. 1003-1010, 2023.
- MOURTZIS, D.; ANGELOPOULOS, J.; PANOPOULOS, N. A Literature Review of the Challenges and Opportunities of the Transition from Industry 4.0 to Society 5.0. **EnergieS**, v. 15, n. 17, 2022.
- MUELLER, J. M.; BULIGA, O.; VOIGT, K. I. Fortune favors the prepared: How SMEs approach business model innovations in Industry 4.0. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 132, p. 2–17, 2018.
- MÜLLER, J. M.; KIEL, D.; VOIGT, K.-I. What Drives the Implementation of Industry 4.0? The Role of Opportunities and Challenges in the Context of Sustainability. **Sustainability**, v. 10, n. 1, p. 247, 2018.
- MÜLLER, J. **Enabling technologies for Industry 5.0: results of a workshop with Europe's technology leaders**. Luxembourg: European Commission, 19p, 2020.
- MUNCINELLI, G.; PINHEIRO, E. L.; GOUVEA, S. E. C; DESCHAMPS, F. **Project risk management for digital manufacturing**. Advances in Transdisciplinary Engineering, p. 135-144, 2018.
- MURRAY, T. J.; PIPINO, L. L.; GIGCH, J. P. A pilot study of fuzzy set modification of Delphi. **Human Systems Management**, p. 6–80, 1985.

NAÇÕES UNIDAS BRASIL. **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável**. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>. Acesso em: 17 de fev. 2025.

NAYAL, K.; RAUT, R.; PRIYADARSHINEE, P.; NARKHEDE, B. E.; KAZANCOGLU, Y.; NARWANE, V. Exploring the role of artificial intelligence in managing agricultural supply chain risk to counter the impacts of the COVID-19 pandemic. **International Journal of Logistics Management**, v. 33, n. 3, p. 744–772, 2022.

NGO, V. M.; NGUYEN, H. H.; PHAM, H. C.; NGUYEN, H. M.; TRUONG, P. V. D. Digital supply chain transformation: effect of firm's knowledge creation capabilities under COVID-19 supply chain disruption risk. **Operations Management Research**, v. 16, n. 2, p. 1003–1018, 2023.

NOUINOU, H.; ASADOLLAHI-YAZDI, E.; BARET, I.; NGUYEN, N. Q.; TERZI, M.; OUAZENE, Y.; KELLY, R. Decision-making in the context of Industry 4.0: Evidence from the textile and clothing industry. **Journal of Cleaner Production**, v. 391, p. 136184, 2023.

OKS, S. J. Cyber-physical systems in the context of industry 4.0: A review, categorization and outlook. **Information Systems Frontiers**, p. 1-42, 2022.

OVIDO, H. C.; CAMPO-ARRIAS, A. Metodología de Investigación y Lectura Crítica de Estudios Aproximación al uso del Coeficiente Alfa de Cronbach. **Revista Colombiana de Psiquiatría**, n. 4, p.572-580, 2005.

ÖZDEMİR, V. The dark side of the moon: The internet of things, industry 4.0, and the quantified planet. **OMICS A Journal of Integrative Biology**, v. 22, n. 10, p. 637–641, 2018.

PACAIIOVA, H.; NAGYOVA, A. **Risk Based Thinking - New Approach for Modern Enterprises' Management**. Advances in Human Factors, Business Management and Society, 2019.

PACAU-LEMOINE, M.-P.; TRENTESAUX, D. **Ethical Risks of Human-Machine Symbiosis in Industry 4.0: Insights from the Human-Machine Cooperation Approach**. IFAC-PapersOnLine, 2019.

PADILLA-RIVERA, A.; CARMO, B. B. T.; ARCESE, G.; MERVEILLE, N. Social circular economy indicators: Selection through fuzzy delphi method. **Sustainable Production and Consumption**, v. 26, p. 101-110, 2021.

PADOVEZE, C. L. **Contabilidade gerencial**. Editora Atlas SA, 2010.

PAES, V. M.; SILVEIRA, F. F.; AKKARI, A. C. S. Ethical Impacts of Artificial Intelligence: Bibliometric Analysis. **Smart Innovation, Systems and Technologies**, v. 233, p. 178–186, 2021.

PAGANI, R. N.; KOVALESKI, J. L.; RESENDE, L. M. M. Methodi Ordinatio: A Proposed Methodology to Select and Rank Relevant Scientific Papers Encompassing the Impact Factor, Number of Citation, and Year of Publication. **Scientometrics**, v. 105, n. 3, p. 2109-2135, 2015.

PAGANI, R. N.; KOVALESKI, J. L.; RESENDE, L. M. M. Avanços na Composição da Methodi Ordinatio para Revisão Sistemáticas de Literatura. **Revista Ciência da Informação**, v. 46, n. 2, p. 161-187, 2017.

PALADINI, E. P. **Gestão da Qualidade - Teoria e Prática**. 4 ed. Rio de Janeiro: Editora Atlas, 2019.

- PARK, I.; YOON, B.; KIM, S.; SEOL, H. Technological opportunities discovery for safety through topic modeling and opinion mining in the fourth industrial revolution: The case of artificial intelligence. **IEEE Transactions on Engineering Management**, v. 68, n. 5, p. 1504–1519, 2021.
- PICCAROZZI, M.; AQUILANI, B.; GATTI, C. Industry 4.0 in Management Studies: A Systematic Literature Review. **Sustainability**, v. 10, n. 10, 2018.
- PICCAROZZI, M.; SILVESTRI, C.; AQUILANI, B.; CAGNETTI, C. Industry 4.0 tools in innovative European firms: Exploring their adoption and communication features through content analysis. **Procedia Computer Science**, v. 180, p. 414–423, 2021.
- PILLONI, V. How data will transform industrial processes: Crowdsensing, crowdsourcing and big data as pillars of industry 4.0. **Future Internet**, v. 10, n. 4, 2018.
- PMI - Project Management Institute. **Guia do Conhecimento em Gerenciamento de Projetos (Guia PMBOK)**. 6 ed. Estados Unidos: PMI, 2017.
- POSADA, J.; TORO, C.; BARANDIARAN, I.; OYARZUN, D.; STRICKER, D.; AMICIS, R.; VALLARINO, I. Visual Computing as a Key Enabling Technology for Industrie 4.0 and Industrial Internet. **IEEE Computer Graphics and Applications**, v. 35, n. 2, p. 26–40, 2015.
- POSTELNICU, C.; CÂLEA, S. The fourth industrial revolution. Global risks, local challenges for employment. **Montenegrin Journal of Economics**, v. 15, n. 2, p. 195–206, 2019.
- PREUVENEERS, D.; ILIE-ZUDOR, E. The intelligent industry of the future: A survey on emerging trends, research challenges and opportunities in Industry 4.0. **Journal of Ambient Intelligence and Smart Environments**, v. 9, n. 3, p. 287–298, 2017.
- PRISECARU, P. Challenges of the fourth industrial revolution. **Knowledge Horizons - Economics**, v. 8, n. 1, p. 57–62, 2016.
- QSR NVIVO 10. Disponível em: <https://www.qsrinternational.com/>. 2024.
- RAD, F. F.; OGHAI, P.; PALMIÉ, M.; CHIRUMALLA, K.; PASHKEVICH, N.; PATEL, P. C.; SATTARI, S. Industry 4.0 and supply chain performance: A systematic literature review of the benefits, challenges, and critical success factors of 11 core technologies. **Industrial Marketing Management**, v. 105, p. 268–293, 2022.
- RADANLIEV, P.; ROURE, D.; PAGE, K.; NURSE, J. R.; MANTILLA MONTALVO, R.; SANTOS, O.; BURNAP, P. Cyber risk at the edge: current and future trends on cyber risk analytics and artificial intelligence in the industrial internet of things and industry 4.0 supply chains. **Cybersecurity**, v. 3, n. 1, 2020.
- RAJ, A.; DWIVEDI, G.; SHARMA, A.; SOUSA JABBOUR, A. B. L.; RAJAK, S. Barriers to the adoption of industry 4.0 technologies in the manufacturing sector: An inter-country comparative perspective. **International Journal of Production Economics**, v. 224, p. 107546, 2020.
- RAJNAI, Z.; KOCSIS, I. **Labor market risks of industry 4.0, digitization, robots and AI**. IEEE 15th International Symposium on Intelligent Systems and Informatics, Proceedings, 2017 (SISY 2017).
- RAZAK, G. M.; HENDRY, L. C.; STEVENSON, M. Supply chain traceability: a review of the benefits and its relationship with supply chain resilience. **Production Planning & Control**, v. 34, n. 11, p. 1114–1134, 2023.

- REHMAN, M. H.; AHMED, E.; YAQOOB, I.; HASHEM, I. A. T.; IMRAN, M.; AHMAD, S. Big Data Analytics in Industrial IoT Using a Concentric Computing Model. **IEEE Communications Magazine**, v. 56, n. 2, p. 37–43, 2018.
- REYES, P. M.; VISICH, J. K.; JASKA, P. Managing the Dynamics of New Technologies in the Global Supply Chain. **IEEE Engineering Management Review**, v. 48, n. 1, p. 156–162, 2020.
- RICCI, M. Impact and Challenges of Design and Sustainability in the Industry 4.0 Era: Co-Designing the Next Generation of Urban Beekeeping. In: *Architecture and Design for Industry 4.0: Theory and Practice*. Cham: **Springer International Publishing**. p. 359-371. 2023.
- ROBLEK, V.; MEŠKO, M.; KRAPEZ, A. A Complex View of Industry 4.0. **Sage Open**, v. 6, n. 2, 2016.
- RODRIGUES, T. V. **Proposição de um Modelo para Mensurar o Nível de Prontidão de uma Indústria para a Implementação da Indústria 4.0**. 219 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2021.
- RODRIGUES, T. V.; SANTOS FILHO, V. H.; PONTES, J.; DE RESENDE, L. M. M.; YOSHINO, R. T. Government Initiatives 4.0: A Comparison between Industrial Innovation Policies for Industry 4.0. **Revista Gestão e Desenvolvimento**, v. 18, n. 4, p. 119-147, 2021.
- RODRÍGUEZ-ESPÍNDOLA, O.; CHOWDHURY, S.; DEY, P. K.; ALBORES, P.; EMROUZNEJAD, A. Analysis of the adoption of emergent technologies for risk management in the era of digital manufacturing. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 178, 2022.
- ROMERO, D.; MATTSSON, S.; FAST-BERGLUND, Å.; WUEST, T.; GORECKY, D.; TAHRE, J. Digitalizing occupational health, safety and productivity for the operator 4.0. **IFIP Advances in Information and Communication Technology**, v. 536, p. 473–481, 2018.
- RONAGHI, M. H.; MOSAKHANI, M. The effects of blockchain technology adoption on business ethics and social sustainability: evidence from the Middle East. **Environment Development and Sustainability**, v. 24, n. 5, p. 6834–6859, 2022.
- ROTH, S. Digital transformation of social theory. A research update. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 146, p. 88-93, 2019.
- RUZSA, C. **Industry 4.0-Expected Technological Impacts on Companies**. 8TH International Scientific Symposium Economy of Eastern Croatia - Vision and Growth, p. 1344-1355, 2019.
- SÁ, M. J.; SANTOS, A. I.; SERPA, S.; FERREIRA, C. M. Digital Literacy in Digital Society 5.0: Some Challenges. **Academic Journal of Interdisciplinary Studies**, v. 10, n. 2, p. 1 – 9, 2021.
- SAE-LIM, P.; JERMSITTIPARSERT, K. Is the fourth industrial revolution a panacea? Risks toward the fourth industrial revolution: Evidence in the thai economy. **International Journal of Innovation, Creativity and Change**, v. 5, n. 2, p. 732-752, 2019.
- SADEGHI, M.; MAHMOUDI, A.; DENG, X. Blockchain technology in construction organizations: risk assessment using trapezoidal fuzzy ordinal priority approach. **Engineering Construction and Architectural Management**, v. 30, n. 7, p. 2767–2793, 2023.

- SALENTO, A. Digitalisation and the regulation of work: theoretical issues and normative challenges. **AI and Society**, v. 33, n. 3, p. 369–378, 2018.
- SALIMOVA, T. A.; BIRYUKOVA I, L.; ANIKINA V, N. Business Transformation in the Digital Economy: The Foreign Approach and Russian Opportunities. **Regionologiya-Regionology Russian Journal of Regional Studies**, v. 29, n. 2, p. 328–354, 2021.
- SANTOS FILHO, V. H.; RESENDE, L. M. M.; PONTES, J. Development of a Theoretical Model for Digital Risks Arising from the Implementation of Industry 4.0 (TMR-I4.0). **Future Internet**, v. 16, n. 6, p. 215, 2024.
- SAUCEDO-MARTÍNEZ, J. A.; PÉREZ-LARA, M.; MARMOLEJO-SAUCEDO, J. A.; SALAIS-FIERRO, T. E.; VASANT, P. Industry 4.0 framework for management and operations: a review. **Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing**, v. 9, n. 3, SI, p. 789–801, 2018.
- SATYRO, W. C.; ALMEIDA, C. M. V. B.; PINTO JUNIOR, M. J. A.; CONTADOR, J. C.; GIANNETTI, B. F.; DE LIMA, A. F.; FRAGOMENI, M. A. Industry 4.0 implementation: The relevance of sustainability and the potential social impact in a developing country. **Journal of Cleaner Production**, v. 337, 2022.
- SCHWAB, K. **The Fourth Industrial Revolution**. New York, NY: Crown Business, 2017.
- SCHWAB, K.; DAVIS, N.; NADELLA, S. **Shaping the Fourth Industrial Revolution**. Geneva: World Economic Forum, 2018.
- SCHNEIDER, P. Managerial challenges of Industry 4.0: an empirically backed research agenda for a nascent field. **Review of Managerial Science**, v. 12, n. 3, p. 803–848, 2018.
- SCHUMACHER, A.; EROL, S.; SIHN, W. A maturity model for assessing Industry 4.0 readiness and maturity of manufacturing enterprises. **Procedia CIRP**, v. 52, p. 161-166, 2016.
- SENNA, P. P.; FERREIRA, L. M. D.; BARROS, A. C.; ROCA, J. B.; MAGALHÃES, V. Prioritizing barriers for the adoption of Industry 4.0 technologies. **Computers & Industrial Engineering**, v. 171, p. 108428, 2022.
- SHAH, H. M.; GARDAS, B. B.; NARWANE, V. S.; MEHTA, H. S. The contemporary state of big data analytics and artificial intelligence towards intelligent supply chain risk management: a comprehensive review. **Kybernetes**, v. 52, n. 5, p. 1643–1697, 2023.
- SHENKOYA, T.; DAE-WOO, C. Impact of IoT on social innovation in Japan. **Asia Pacific Journal of Innovation and Entrepreneurship**, v. 13, n. 3, p. 341–353, 2019.
- SIEDLER, C.; LANGLLOTZ, P.; AURICH, J. C. **Modeling and assessing the effects of digital technologies on KPIs in manufacturing systems**. *Procedia CIRP*, v. 93, p. 682-687, 2020.
- SJÖDIN, D. R.; PARIDA, V.; LEKSELL, M.; PETROVIC, A. Smart Factory Implementation and Process Innovation: A Preliminary Maturity Model for Leveraging Digitalization in Manufacturing Moving to smart factories presents specific challenges that can be addressed through a structured approach focused on people, processes, and technologies. **Research-technology management**, v. 61, n. 5, p. 22-31, 2018.
- SIMONETTO, M.; SGARBOSSA, F.; BATTINI, D.; GOVINDAN, K. Closed loop supply chains 4.0: From risks to benefits through advanced technologies. A literature review and research agenda. **International Journal of Production Economics**, v. 253, p. 108582, 2022.

SINGH, G.; BHARDWAJ, G.; SINGH, S. V.; CHAUDHARY, N. **Artificial Intelligence led Industry 4.0 Application for Sustainable Development**. Proceedings of 2nd International Conference on Innovative Practices in Technology and Management, v. 2, p. 339-343, 2022.

SILVA, L. B. P. **Proposta De Mapeamento De Competências Para Atuação Do Trabalhador No Contexto Da Indústria 4.0**. 2021. 159 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2021.

SINEVICIENE, L.; HENS, L.; KUBATKO, O.; MELNYK, L.; DEHTYAROVA, I.; FEDYNA, S. Socio-economic and cultural effects of disruptive industrial technologies for sustainable development. **International Journal of Global Energy Issues**, v. 43, n. 2–3, p. 284–305, 2021.

SISINNI, E.; SAIFULLAH, A.; HAN, S.; JENNEHAG, U.; GIDLUND, M. Industrial Internet of Things: Challenges, Opportunities, and Directions. **IEEE Transactions on Industrial Informatics**, v. 14, n. 11, p. 4724–4734, 2018.

SOH, C.; CONNOLLY, D. New Frontiers of Profit and Risk: The Fourth Industrial Revolution's Impact on Business and Human Rights. **New Political Economy**, v. 26, n. 1, p. 168–185, 2021.

SOLTOVSKI, R. **Modelo Teórico de Categorização dos Riscos Provenientes da Implantação da Indústria 4.0 no Setor Manufatureiro**. 2020. 140 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia da Produção, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2020.

SOLTOVSKI, R.; DE RESENDE, L. M. M.; PONTES, J.; YOSHINO, R. T.; DA SILVA, L. B. P. Um estudo quantitativo sobre os riscos da indústria 4.0 no contexto industrial: Uma revisão sistemática da literatura. **Revista Gestão e Desenvolvimento**, v. 17, n. 3, p. 165-191, 2020.

SOLTOVSKI, R.; RODRIGUES, T. V.; PONTES, J.; RESENDE, L. M. M. Theoretical framework of the Industry 4.0 risks from sustainability perspective. **Revista Competitividade e Sustentabilidade**, 2021.

SOMMER, L. Industrial revolution - industry 4.0: Are German manufacturing SMEs the first victims of this revolution? **Journal of industrial engineering and management**, v. 8, n. 5, p. 1512–1532, 2015.

SOUZA, M. L. H.; COSTA, C. A.; OLIVEIRA RAMOS, G.; ROSA RIGHI, R. A survey on decision-making based on system reliability in the context of Industry 4.0. **Journal of Manufacturing Systems**, v. 56, p. 133–156, 2020.

SOUZA LEITE, P. A.; NOGUEIRA, R. J. SCM (Gestão da Cadeia de Suprimentos) e indústria 4.0: uma revisão sistemática da literatura SCM (Supply Chain Management) and Industry 4.0: a systematic. **Brazilian Journal of Development**, v. 8, n. 6, p. 47845-47862, 2022.

SOUZA, M. P. **Modelo de Avaliação para os Perfis de Liderança no Contexto da Transformação Digital**. 2023. 237 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia da Produção, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2023.

STOCK, T.; SELIGER, G. Opportunities of Sustainable Manufacturing in Industry 4.0. **Procedia CIRP**, v. 40, p. 536–541, 2016.

- STOCK, T.; OBENAUS, M.; KUNZ, S.; KOHL, H. Industry 4.0 as enabler for a sustainable development: A qualitative assessment of its ecological and social potential. **Process safety and environmental protection**, v. 118, p. 254–267, 2018.
- STRANGE, R.; ZUCCHELLA, A. Industry 4.0, global value chains and international business. **Multinational Business Review**, v. 25, n. 3, p. 174–184, 2017.
- STÜRLINGER, T.; JOST, D.; MANDEL, C.; BEHRENDT, M.; ALBERS, A. **Impact and risk analysis in the integrated development of product and production system**. *Procedia CIRP*, v. 91, p. 627-633, 2020.
- SUNG, T. K. Industry 4.0: A Korea Perspective. **Technological Forecasting & Social Change**, v. 132, p. 40 – 45, 2018.
- SUURONEN, S.; UKKO, J.; ESKOLA, R.; SEMKEN, R. S.; RANTANEN, H. A systematic literature review for digital business ecosystems in the manufacturing industry: Prerequisites, challenges, and benefits. **CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology**, v. 37, p. 414–426, 2022.
- TADDEO, M.; FLORIDI, L. How AI can be a Force for Good. **Science**, v. 361, n. 6404, p. 751–752, 2018.
- TANJUNG, W. N.; ATIKAH, S. A.; HIDAYAT, S.; RIPMIATIN, E.; ASTI, S. S.; KHODIJAH, R. S. Risk Management Analysis Using FMECA and ANP Methods in the Supply Chain of Wooden Toy Industry. **IOP Conference Series: Materials Science and Engineering**, v. 528, n. 1, p. 012007, 2019a.
- TANJUNG, W. N.; ASTI, S. S.; HIDAYAT, S.; RIPMIATIN, E.; ATIKAH, S. A.; KHODIJAH, R. S. Supply Chain Risk Management Analysis using the Development of Fuzzy Reasoning Methods and Analytical Network Process (ANP) at Wooden Toys Industries. **IOP conference series. Materials Science and Engineering**, v. 528, n. 1, p. 12002, 2019b.
- TAVARES, M. C.; AZEVEDO, G.; MARQUES, R. P. The Challenges and Opportunities of Era 5.0 for a More Humanistic and Sustainable Society-A Literature Review. **Societies**, v. 12, n. 6, 2022.
- TCHANKOVA, L. Risk Identification basic Stage in Risk Management, **Environmental Management and Health**, v. 13, n. 3, p. 290-297, 2002.
- TOLEDO, J. C.; BORRÁS, M. A. A.; MERGULHÃO, R. C. **Qualidade - Gestão e Métodos**. Rio de Janeiro: LTC, 2012.
- TRAPPEY, A. J.; TRAPPEY, C. V.; GOVINDARAJAN, U. H.; SUN, J. J.; CHUANG, A. C. A Review of Technology Standards and Patent Portfolios for Enabling Cyber-Physical Systems in Advanced Manufacturing. **IEEE Access**, v. 4, p. 7356-7382, 2016.
- TRENTESAUX, D.; CAILLAUD, E. Ethical stakes of Industry 4.0. **IFAC Papersonline**, v. 53, n. 2, p. 17002–17007, 2020.
- TRIPATHI, S.; GUPTA, M. A framework for procurement process re-engineering in Industry 4.0. **Business Process Management Journal**, v. 27, n. 2, p. 439–458, 2021.
- TUPA, J.; SIMOTA, J.; STEINER, F. **Aspects of risk management implementation for Industry 4.0**. 27TH International Conference on Flexible Automation and Intelligent Manufacturing, v. 11, p. 1223-1230, 2017.

TURRIONI, J. B.; MELLO, C. H. P. **Metodologia de Pesquisa em Engenharia de Produção**. Estratégias, Métodos e Técnicas para Condução de Pesquisas Quantitativas e Qualitativas. Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção. Itajubá: Editora UNIFEI, 2012, 199p.

VACEK, J. **Socio-Economic Aspects of Industry 4.0**. Innovation Management, Entrepreneurship and Corporate Sustainability, p. 731-741, 2016.

VAIDYA, S.; AMBAD, P.; BHOSLE, S. Industry 4.0 – A Glimpse. **Procedia Manufacturing**, v. 20, p 233–238, 2018.

VALOR ECONOMICO. Valor 1000. **Ranking das 1000 maiores**. Disponível em: <https://infograficos.valor.globo.com/valor1000/rankings/ranking-das-1000-maiores/2022>. Acesso em: 12 de fev. 2023.

VARTOLOMEI, V. C.; AVASILCAI, S. **Challenges of digitalization process in different industries. before and after**. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, v. 568, n. 1, 2019.

VASS, T.; SHEE, H.; MIAH, S. J. IoT in Supply Chain Management: Opportunities and Challenges for Businesses in Early Industry 4.0 Context. **Operations and Supply Chain Management - An International Journal**, v. 14, n. 2, p. 148–161, 2021.

VIGNALI, G.; BOTTANI, E.; TEBALDI, L.; DI DONATO, L.; FERRARO, A.; PIROZZI, M.; TOMASSINI, L. Performance evaluation and cost analysis of a 2D laser scanner to enhance the operator's safety. In: **2019 IEEE International Conference on Engineering, Technology and Innovation**. IEEE, 2019. p. 1-6.

WAN, N.; LI, L.; YE, C.; WANG, B. Risk Assessment in Intelligent Manufacturing Process: A Case Study of an Optical Cable Automatic Arranging Robot. **IEEE ACCESS**, v. 7, p. 105892–105901, 2019.

WANG, S.; WAN, J.; ZHANG, D.; LI, D.; ZHANG, C. Towards Smart Factory for Industry 4.0: A Self-Organized Multi-Agent System with Big Data Based Feedback and Coordination. **Computer Networks**, v. 101, p. 158-168, 2016.

WEYER, S.; SCHMITT, M.; OHMER, M.; GORECKY, D. Towards Industry 4.0-Standardization as the Crucial Challenge for Highly Modular, Multi-Vendor Production Systems. **IFAC-Papersonline**, v. 48, n. 3, p. 579-584, 2015.

WU, H. K.; LEE, S. W. Y.; CHANG, H. Y.; LIANG, J. C. Current Status, Opportunities and Challenges of Augmented Reality in Education. **Computers & Education**, v. 62, p. 41-49, 2013.

XU, L.; HE, W.; LI, S. Internet of Things in Industries: A Survey. **IEEE Transactions on Industrial Informatics**, v. 10, n. 4, p. 2233–2243, 2014.

XU, L.; TANG, S. **Technology Innovation-Oriented Complex Product Systems R\&D Investment and Financing Risk Management: An Integrated Review**. Proceedings of the Tenth International Conference on Management Science and Engineering Management, 2017.

XU, M.; DAVID, J. M.; KIM, S. H. The fourth industrial revolution: Opportunities and challenges. **International Journal of Financial Research**, v. 9, n. 2, p. 90–95, 2018.

XU, L. DA; XU, E. L.; LI, L. Industry 4.0: state of the art and future trends. **International Journal of Production Research**, v. 56, n. 8, p. 2941–2962, 2018.

- YAN, J.; MENG, Y.; LU, L.; LI, L. Industrial Big Data in an Industry 4.0 Environment: Challenges, Schemes, and Applications for Predictive Maintenance. **IEEE Access**, v. 5, p. 23484–23491, 2017.
- YANG, J.; KUMAR, V.; EKREN, B.; KUZMIN, E. **Understanding the Role of Digital Technologies in Supply Chain Risks Management**. Lecture Notes in Information Systems and Organisation, p. 133-146, 2021.
- YAP, J. B. H.; LAM, C. G. Y.; SKITMORE, M.; TALEBIAN, N. Barriers to the Adoption of New Safety Technologies in Construction: A Developing Country Context. **Journal of Civil Engineering and Management**, v. 28, n. 2, p. 120–133, 2022.
- YATSENKO, O. M.; NITSENKO, V. S.; MARDANI, A.; TANANAIKO, T. S. The Impact of Global Risks on the World Trade and Economic Environment. **Financial and Credit Activity-Problems of Theory and Practice**, v. 4, n. 27, p. 435–444, 2018.
- YILMAZ, A.; DORA, M.; HEZARKHANI, B.; KUMAR, M. Lean and industry 4.0: Mapping determinants and barriers from a social, environmental, and operational perspective. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 175, 2022.
- YIN, R. K. **Estudo de Caso: Planejamento e Métodos**. 5. Ed. Porto Alegre: Editora Bookman, 2015. 290p.
- ZADEH, L. A. Fuzzy Sets. **Information and Control**, v.8, p. 338-353, 1965.
- ZADEH, L. A. Fuzzy Logic. University of California, Berkeley, 1988.
- ZADEH, L.A. Fuzzy Logic and the Calculus of Fuzzy If-Then Rules. IEEE, 1992.
- ZADEH, L. A., KACPRZYK, J. **Computing with Words in Information/Intelligent Systems 1: Foundations**. Heidelberg: Physica-Verlag, 1999.
- ZHANG, J. Evaluating regional low-carbon tourism strategies using the fuzzy Delphi-analytic network process approach. **Journal of Cleaner Production**, v. 141, p. 409-419, 2017.
- ZHANG, Y.; REN, S.; LIU, Y.; SI, S. A Big Data Analytics Architecture for Cleaner Manufacturing and Maintenance Processes of Complex Products. **Journal of Cleaner Production**, n. 142, p. 626–641, 2017.
- ZHANG, C.; CHEN, Y.; CHEN, H.; CHONG, D. Industry 4.0 and its Implementation: a Review. **Information Systems Frontiers**, v. 26, n. 5, p. 1773-1783, 2021.
- ZHDANEEV, O. V; KORENEV, V. V; LYADOV, A. S. Opportunities and Challenges to Deploy Industry 4.0 Technologies in the Russian Oil Refining and Petrochemical Industries. **Russian Journal of Applied Chemistry**, v. 93, n. 12, p. 1926–1930, 2020.
- ZHENG, X. P.; MARTIN, K.; BROHMAN; XU, L. Cloud Service Negotiation in Internet of Things Environment: A Mixed Approach. **IEEE Transactions on Industrial Informatics**, v. 10, n. 2, p. 1506–1515, 2014.
- ZHOU, K.; LIU, T.; ZHOU, L. Industry 4.0: Towards Future Industrial Opportunities and Challenges. In: **2015 12th International conference on fuzzy systems and knowledge discovery**. IEEE p. 2147-2152, 2015.
- ZHOU, L.; YEH, K. H.; HANCKE, G.; LIU, Z.; SU, C. Security and Privacy for the Industrial Internet of Things: An Overview of Approaches to Safeguarding Endpoints. **IEEE Signal Processing Magazine**, v. 35, n. 5, p. 76–87, 2018.

ZIMMERMANN, M.; ROSCA, E.; ANTONS, O.; BENDUL, J. C. Supply chain risks in times of Industry 4.0: Insights from German cases. **IFAC PapersOnLine**, v. 52, n. 13, p. 1755-1760, 2019.

ZORZENON, R.; LIZARELLI, F. L.; DE A. MOURA, D. B. A. What is the potential impact of industry 4.0 on health and safety at work? **Safety Science**, v. 153, p. 105802, 2022.

APÊNDICES

APÊNDICE A - Artigos utilizados na revisão sistemática de literatura (RBS) para construção do *portfólio* bibliográfico ordenados pela *Methodi Ordinatio*

RANK.	TÍTULO	PERIÓDICOS	ANO	JCR	N. CITAÇÃO	InOrdinatio	LEGENDA FATOR IMPACTO
1	<i>The Internet of Things (IoT): Applications, investments, and challenges for enterprises.</i>	Business Horizons	2015	6,361	2171	2211	JCR
2	<i>Opportunities of Sustainable Manufacturing in Industry 4.0</i>	Procedia Cirp	2016	3,300	1448	1498	CiteScore
3	<i>Industry 4.0: state of the art and future trends</i>	International Journal of Production Research	2018	8,568	1427	1497	JCR
4	<i>A Complex View of Industry 4.0</i>	SAGE OPEN	2016	1,356	1014	1064	JCR
5	<i>Fortune favors the prepared: How SMEs approach business model innovations in Industry 4.0</i>	Technological Forecasting and Social Change	2018	8,593	990	1060	JCR
6	<i>Smart Factory of Industry 4.0: Key Technologies, Application Case, and Challenges</i>	IEEE Access	2017	3,367	966	1026	JCR
7	<i>Sustainable Industry 4.0 framework: A systematic literature review identifying the current trends and future perspectives</i>	Process Safety and Environmental Protection	2018	6,158	909	979	JCR
8	<i>Industrial internet of things: Challenges, opportunities, and directions</i>	IEEE Transactions on Industrial Informatics	2018	10,215	751	821	JCR
9	<i>The impact of digital technology and Industry 4.0 on the ripple effect and supply chain risk analytics</i>	International Journal of Production Research	2019	8,568	554	634	JCR
10	<i>Industry 4.0, global value chains and international business</i>	Multinational Business Review	2017	3,018	573	633	JCR
11	<i>Industrial Revolution - Industry 4.0: Are German Manufacturing SMEs the First Victims of this Revolution?</i>	Journal of Industrial Engineering and Management	2015	3,600	592	632	CiteScore
12	<i>Industry 4.0 implications in logistics: an overview</i>	Procedia Manufacturing	2017	0,000	523	583	***
13	<i>Analysis of the driving and dependence power of barriers to adopt industry 4.0 in Indian manufacturing industry</i>	Computers in Industry	2018	7,635	469	539	JCR
14	<i>The fourth industrial revolution: Opportunities and challenges</i>	International Journal of Financial Research	2018	0,000	447	517	***
15	<i>What Drives the Implementation of Industry 4.0? The Role of Opportunities and Challenges in the Context of Sustainability</i>	Sustainability	2018	3,251	426	496	JCR
16	<i>Sustainable Industrial Value Creation: Benefits and Challenges of Industry 4.0</i>	International Journal of Innovation Management	2017	3,300	417	477	CiteScore
17	<i>Cloud-enabled prognosis for manufacturing</i>	Procedia CIRP	2015	3,300	414	454	CiteScore
18	<i>Relationships between industry 4.0, sustainable manufacturing and circular economy: proposal of a research framework</i>	International Journal of Organizational Analysis	2022	2,4	373	453	JCR
19	<i>Industry 4.0 as enabler for a sustainable development: Aqualitative assessment of its ecological and social potential.</i>	Process Safety and Environmental Protection	2018	6,158	380	450	JCR

20	<i>The influence of the Industrial Internet of Things on business models of established manufacturing companies - A business level perspective</i>	Technovation	2017	4,802	378	438	JCR
21	<i>Managing supply chains for sustainable operations in the era of industry 4.0 and circular economy: Analysis of barriers</i>	Resources Conservation and Recycling	2021	11,2	362	432	JCR
22	<i>When titans meet – Can industry 4.0 revolutionise the environmentally-sustainable manufacturing wave? The role of critical success factors</i>	Technological Forecasting and Social Change	2018	8,593	351	421	JCR
23	<i>Evaluating challenges to Industry 4.0 initiatives for supply chain sustainability in emerging economies</i>	Process Safety and Environmental Protection	2018	6,158	348	418	JCR
24	<i>Occupational health and safety in the industry 4.0 era: A cause for major concern?</i>	Safety Science	2018	2,835	321	391	JCR
25	<i>Industry 4.0 in Management Studies: A Systematic Literature Review</i>	Sustainability	2018	3,251	279	349	JCR
26	<i>A Literature Review of the Challenges and Opportunities of the Transition from Industry 4.0 to Society 5.0</i>	Energies	2022	3,0	266	346	JCR
27	<i>Barriers to industry 4.0 adoption and its performance implications: An empirical investigation of emerging economy</i>	Journal of Cleaner Production	2021	9,7	255	325	JCR
28	<i>Artificial intelligence, cyber-threats and Industry 4.0: challenges and opportunities</i>	Artificial Intelligence Review	2021	10,7	244	314	JCR
29	<i>The Fourth Industrial Revolution: Issues and Implications for Career Research and Practice</i>	The Career Development Quarterly	2018	2,491	238	308	JCR
30	<i>Fourth Industrial Revolution: Technological Drivers, Impacts and Coping Methods</i>	Chinese Geographical Science	2017	2,892	245	305	JCR
31	<i>Digital innovation and the fourth industrial revolution: epochal social changes?</i>	AI & Society	2018	0,000	229	299	***
32	<i>Industry 4.0 and Sustainability Implications: A Scenario-Based Analysis of the Impacts and Challenges</i>	Sustainability	2018	3,251	223	293	JCR
33	<i>Industry 4.0 Implementation Challenges and Opportunities: A Managerial Perspective</i>	IEEE Systems Journal	2021	4	211	281	JCR
34	<i>An Industry 4.0 Research Agenda for Sustainable Business Models</i>	Procedia Cirp	2017	3,300	220	280	CiteScore
35	<i>Industrial Big Data in an Industry 4.0 Environment: Challenges, Schemes, and Applications for Predictive Maintenance</i>	IEEE Access	2017	3,367	217	277	JCR
36	<i>Aspects of risk management implementation for Industry 4.0</i>	Procedia Manufacturing	2017	0,000	202	262	***
37	<i>Industry 4.0 framework for management and operations: a review</i>	Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing	2018	7,104	186	256	JCR
38	<i>Navigating the fourth industrial revolution</i>	Nature Nanotechnology	2015	39,213	210	250	JCR

39	<i>The impact of the fourth industrial revolution: A cross-country/region comparison</i>	Production	2018	0,000	174	244	***
40	<i>Assessing challenges for implementing Industry 4.0: Implications for process safety and environmental protection</i>	Process Safety and Environmental Protection	2018	6,158	170	240	JCR
41	<i>Managerial challenges of Industry 4.0: an empirically backed research agenda for a nascent field</i>	Review of Managerial Science	2018	7,127	168	238	JCR
42	<i>Social sustainability in the age of digitalization: A systematic literature Review on the social implications of industry 4.0</i>	Technology in Society	2022	10,1	155	235	JCR
43	<i>Industry 4.0 and supply chain performance: A systematic literature review of the benefits, challenges, and critical success factors of 11 core technologies</i>	Industrial Marketing Management	2022	7,8	138	218	JCR
44	<i>Analysis of the adoption of emergent technologies for risk management in the era of digital manufacturing</i>	Technological Forecasting and Social Change	2022	12,9	137	217	JCR
45	<i>Making the links among environmental protection, process safety, and industry 4.0</i>	Process Safety and Environmental Protection	2018	6,158	134	204	JCR
46	<i>The intelligent industry of the future: A survey on emerging trends, research challenges and opportunities in Industry 4.0</i>	Journal of Ambient Intelligence and Smart Environments	2017	2,105	140	200	JCR
47	<i>Supply chain traceability: a review of the benefits and its relationship with supply chain resilience</i>	Production Planning & Control	2023	6,1	106	196	JCR
48	<i>How Data Will Transform Industrial Processes: Crowdsensing, Crowdsourcing and Big Data as Pillars of Industry 4.0</i>	Future Internet	2018	5,400	125	195	CiteScore
49	<i>Exploring the role of artificial intelligence in managing agricultural supply chain risk to counter the impacts of the COVID-19 pandemic</i>	International Journal of Logistics Management	2022	7,2	109	189	CiteScore
50	<i>IoT in Supply Chain Management: Opportunities and Challenges for Businesses in Early Industry 4.0 Context</i>	Operations and Supply Chain Management An International Journal	2021	2,4	116	186	JCR
51	<i>Industry 4.0 and the digital society: concepts, dimensions and envisioned benefits</i>	Proceedings of the International Conference on Business Excellence	2018	0,000	115	185	Conferência
52	<i>Big Data Analytics in Industrial IoT Using a Concentric Computing Model</i>	IEEE Communications Magazine	2018	9,270	106	176	JCR
53	<i>Barriers to adopt industry 4.0 in supply chains using interpretive structural modeling</i>	Uncertain Supply Chain Management	2023	5,6	86	176	CiteScore
54	<i>Big Data Challenges and Opportunities in the Hype of Industry 4.0</i>	IEEE International Conference on Communications	2017	0,000	116	176	Conferência
55	<i>A conceptual framework for blockchain-based sustainable supply chain and evaluating implementation barriers: A case of the tea supply chain</i>	Business Strategy and the Environment	2022	12,5	93	173	JCR
56	<i>Industry 4.0 and its Implementation: a Review</i>	Information Systems Frontiers	2021	6,9	103	173	JCR

57	<i>Perspectives on the future of manufacturing within the Industry 4.0 era</i>	Production Planning & Control	2022	6,1	93	173	JCR
58	<i>Integration of social and IoT technologies: architectural framework for digital transformation and cyber security challenges</i>	Enterprise Information Systems	2021	4,4	102	172	JCR
59	<i>Research Challenges of Industry 4.0 for Quality Management</i>	Innovations in Enterprise Information Systems Management and Engineering	2016	0,000	119	169	***
60	<i>Benefit-Risk Perceptions of FinTech Adoption for Sustainability from Bank Consumers' Perspective: The Moderating Role of Fear of COVID-19</i>	Sustainability	2022	3,3	88	168	JCR
61	<i>Industry 4.0: Emerging themes and future research avenues using a text mining approach</i>	Computers in Industry	2019	7,635	87	167	JCR
62	<i>Towards design and implementation of Industry 4.0 for food manufacturing</i>	Neural Computing & Applications	2023	4,5	74	164	JCR
63	<i>The Challenges and Opportunities of Era 5.0 for a More Humanistic and Sustainable Society-A Literature Review</i>	Societies	2022	1,7	84	164	CiteScore
64	<i>Labor Market Risks of Industry 4.0, Digitization, Robots and AI</i>	International Symposium on Intelligent Systems and Informatics	2017	0,000	100	160	***
65	<i>Lean and and industry 4.0: Mapping determinants and barriers from a social, environmental, and operational perspective</i>	Technological Forecasting and Social Change	2022	12,9	79	159	JCR
66	<i>Impact of cybersecurity on operations and supply chain management: Emerging trends and future research directions</i>	Production and Operations Management	2022	4,8	79	159	JCR
67	<i>Threat modelling for industrial cyber physical systems in the era of smart manufacturing</i>	Computers in Industry	2022	8,2	77	157	JCR
68	<i>Design and management of assembly systems 4.0: systematic literature review and research agenda</i>	International Journal of Production Research	2022	7	76	156	JCR
69	<i>A framework of sustainability drivers and externalities for Industry 4.0 technologies using the Best-Worst Method</i>	Journal of Cleaner Production	2022	9,7	71	151	JCR
70	<i>Prioritizing barriers for the adoption of Industry 4.0 technologies</i>	Computers & Industrial Engineering	2022	6,7	71	151	JCR
71	<i>Digital transformation of organizations: what do we know and where to go next?</i>	Journal of Organizational Change Management	2021	2,7	80	150	JCR
72	<i>Digital Literacy in Digital Society 5.0: Some Challenges</i>	Academic Journal of Interdisciplinary Studies	2021	1,5	80	150	CiteScore
73	<i>Impact of IoT on Manufacturing Industry 4.0: A New Triangular Systematic Review</i>	Sustainability	2021	3,3	78	148	JCR
74	<i>A systematic literature review for digital business ecosystems in the manufacturing industry: Prerequisites, challenges, and benefits</i>	CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology	2022	4,6	67	147	JCR

75	<i>Technological Modernizations in the Industry 5.0 Era: A Descriptive Analysis and Future Research Directions</i>	Processes	2023	2,8	56	146	JCR
76	<i>A framework for assessing social acceptability of industry 4.0 technologies for the development of digital manufacturing</i>	Technological Forecasting and Social Change	2022	12,9	64	144	JCR
77	<i>Applications of industry 4.0 to overcome the COVID-19 operational challenges</i>	Diabetes & Metabolic Syndrome-Clinical Research & Reviews	2020	4,900	53	143	CiteScore
78	<i>Integrated blockchain and internet of things in the food supply chain: Adoption barriers</i>	Technovation	2022	11,1	60	140	JCR
79	<i>Industry 4.0 implementation: The relevance of sustainability and the potential social impact in a developing country</i>	Journal of Cleaner Production	2022	9,7	59	139	JCR
80	<i>A mixed-method study on the barriers of industry 4.0 adoption in the Indonesian SMEs manufacturing supply chains</i>	Journal of Science and Technology Policy Management	2023	2,9	49	139	JCR
81	<i>Decision-making in the context of Industry 4.0: Evidence from the textile and clothing industry</i>	Journal of Cleaner Production	2023	9,7	45	135	JCR
82	<i>The contemporary state of big data analytics and artificial intelligence towards intelligent supply chain risk management: a comprehensive review</i>	Kybernetes	2023	2,5	45	135	JCR
83	<i>Digitalizing occupational health, safety and productivity for the operator 4.0</i>	Advances in Human Factors, Business Management and Society	2018	0,000	65	135	***
84	<i>The effects of blockchain technology adoption on business ethics and social sustainability: evidence from the Middle East</i>	Environment Development and Sustainability	2022	4,7	54	134	JCR
85	<i>Review of industry 4.0 in the light of sociotechnical system theory and competence-based view: A future research agenda for the evolute approach</i>	Advances in Human Factors, Business Management and Society	2018	0,000	64	134	***
86	<i>Digital supply chain transformation: effect of firm's knowledge creation capabilities under COVID-19 supply chain disruption risk</i>	Operations Management Research	2023	6,9	40	130	JCR
87	<i>Investigating the relationship among Industry 4.0 drivers, adoption, risks reduction, and sustainable organizational performance in manufacturing industries: An empirical study</i>	Sustainable Production and Consumption	2022	10,9	49	129	JCR
88	<i>Closed loop supply chains 4.0: From risks to benefits through advanced technologies. A literature review and research agenda</i>	International Journal of Production Economics	2022	9,8	49	129	JCR
89	<i>Digitalisation and employment in manufacturing: Pace of the digitalisation process and impact on employment in advanced Italian manufacturing companies</i>	AI & Society: Knowledge, Culture and Communication	2018	0,000	59	129	***
90	<i>The role of Society 5.0 in achieving sustainable development: a spherical fuzzy set approach</i>	Environmental Science and Pollution Research	2023	8,7	37	127	CiteScore

91	<i>Security and Privacy for the Industrial Internet of Things An overview of approaches to safeguarding endpoints</i>	IEEE Signal Processing Magazine	2018	7,451	57	127	JCR
92	<i>A principal component analysis of barriers to the implementation of blockchain technology in the South African built environment</i>	Journal of Engineering Design and Technology	2022	2,6	47	127	JCR
93	<i>Artificial Intelligence led Industry 4.0 Application for Sustainable Development</i>	International Conference on Innovative Practices in Technology and Management, ICIPTM	2022	0	47	127	Conferência
94	<i>Industry 4.0 in Terms of Industrial Relations and Its Impacts on Labour Life</i>	Procedia Computer Science	2019	3,000	46	126	CiteScore
95	<i>A survey on decision-making based on system reliability in the context of Industry 4.0</i>	Journal of Manufacturing Systems	2020	8,633	35	125	JCR
96	<i>What is the potential impact of industry 4.0 on health and safety at work?</i>	Safety Science	2022	4,7	43	123	JCR
97	<i>Barriers to the Adoption of New Safety Technologies in Construction: A Developing Country Context</i>	Journal of Civil Engineering and Management	2022	4,3	42	122	JCR
98	<i>Blockchain technology in construction organizations: risk assessment using trapezoidal fuzzy ordinal priority approach</i>	Engineering Construction and Architectural Management	2023	3,6	31,0	121	JCR
99	<i>Is the fourth industrial revolution a panacea? Risks toward the fourth industrial revolution: Evidence in the Thai economy</i>	International Journal of Innovation, Creativity and Change	2019	0,230	41	121	SJR
100	<i>Cyber risk at the edge: current and future trends on cyber risk analytics and artificial intelligence in the industrial internet of things and industry 4.0 supply chains</i>	Cybersecurity	2020	0,000	30	120	***
101	<i>New Frontiers of Profit and Risk: The Fourth Industrial Revolution's Impact on Business and Human Rights</i>	New Political Economy	2021	4,681	19	119	JCR
102	<i>An imperative role of 6G communication with perspective of industry 4.0: Challenges and research directions</i>	Sustainable Energy Technologies and Assessments	2023	7,1	28	118	JCR
103	<i>Digitalisation and the regulation of work: theoretical issues and normative challenges</i>	Ai & Society	2018	0,000	42	112	***
104	<i>Mitigating risks of digitalization through managed industrial security services</i>	Ai & Society	2018	0,000	40	110	***
105	<i>Urban challenges and opportunities to promote sustainable food security through smart cities and the 4th industrial revolution</i>	Land Use Policy	2019	5,398	28	108	JCR
106	<i>A framework for procurement process re-engineering in Industry 4.0</i>	Business Process Management Journal	2021	3,464	5	105	JCR
107	<i>The Fourth Industrial Revolution. Global Risks, Local Challenges for Employment</i>	Montenegrin Journal of Economics	2019	3,000	25	105	CiteScore
108	<i>The dark side of the moon: The internet of things, industry 4.0, and the quantified planet</i>	A Journal of Integrative Biology	2018	0,000	35	105	***

109	<i>Job Automation Risk, Economic Structure and Trade: a European Perspective</i>	Research Policy	2021	8,110	2	102	CiteScore
110	<i>Technological opportunities discovery for safety through topic modeling and opinion mining in the fourth industrial revolution: The case of artificial intelligence</i>	IEEE Transactions on Engineering Management	2021	6,146	2	102	JCR
111	<i>Socio-economic and cultural effects of disruptive industrial technologies for sustainable development</i>	International Journal Of Global Energy Issues	2021	1,100	2	102	CiteScore
112	<i>The Role of Industry 4.0 Technologies in Mitigating Supply Chain Disruption: Empirical Evidence From the Australian Food Processing Industry</i>	IEEE Transactions on Engineering Management	2021	6,146	1	101	JCR
113	<i>Evaluating Industry 4.0 Implementation Challenges Using Interpretive Structural Modeling and Fuzzy Analytic Hierarchy Process</i>	Cybernetics and Systems	2021	1,879	1	101	JCR
114	<i>Industry 4.0 tools in innovative European firms: exploring their adoption and communication features through content analysis</i>	International Conference on Industry 4.0 and Smart Manufacturing	2021	0,000	1	101	Conferência
115	<i>Analysis of the factors affecting the Industry 4.0 tendency with the structural equation model and an application</i>	Computers & Industrial Engineering	2020	5,431	10	100	JCR
116	<i>The impact of force factors on the benefits of digital transformation in Romania</i>	Applied Sciences (Switzerland)	2021	2,679	0	100	JCR
117	<i>Ethical Risks of Human-Machine Symbiosis in Industry 4.0: Insights from the Human-Machine Cooperation Approach</i>	IFAC Papers Online	2019	2,100	20	100	CiteScore
118	<i>Managing the Dynamics of New Technologies in the Global Supply Chain</i>	IEEE Engineering Management Review	2020	2,000	10	100	CiteScore
119	<i>Risk assessment of business models driven by Industry 4.0</i>	International Journal of Economics and Business Research	2021	0,800	0	100	CiteScore
120	<i>Understanding the Role of Digital Technologies in Supply Chain Risks Management</i>	Lecture Notes in Information Systems and Organisation	2021	0,000	0	100	***
121	<i>Industry 4.0: Features of development in russia</i>	Lecture Notes in Networks and Systems	2021	0,000	0	100	***
122	<i>Ethical Impacts of Artificial Intelligence: Bibliometric Analysis</i>	Smart Innovation, Systems and Technologies	2021	0,000	0	100	***
123	<i>Business Transformation in the Digital Economy: The Foreign Approach and Russian Opportunities</i>	Regionologiya-Regionology Russian Journal of Regional Studies	2021	0,000	0	100	***
124	<i>Ethical stakes of Industry 4.0</i>	IFAC Papers Online	2020	2,100	7	97	CiteScore
125	<i>Sustainable development challenges and risks of industry 4.0: A literature review</i>	Global IoT Summit	2019	0,000	17	97	Conferência
126	<i>New technology and work: Exploring the challenges</i>	The Economic and Labour Relations Review	2020	1,571	3	93	JCR

127	<i>Modeling and assessing the effects of digital technologies on KPIs in manufacturing systems</i>	Procedia CIRP	2020	3,300	2	92	CiteScore
128	<i>Impact of New Technologies on the Labor Market: Past Lessons and New Challenges</i>	Ekonomicheskaya Politika	2020	0,330	2	92	SJR
129	<i>Perception of Personnel and Safety Risks by SMES in Slovakia at the Time of The Industrial Revolution Industry.4.0</i>	VPLYV Industry 4.0 Na Tvorbu Pracovnych Miest	2020	0,000	2	92	Conferência
130	<i>Increasing the Resilience and Competitiveness of Industrial Enterprises to External and Internal Impacts Through the Implementation of Risk Management in Project Management</i>	VPLYV Industry 4.0 Na Tvorbu Pracovnych Miest	2020	0,000	2	92	Conferência
131	<i>Impact and risk analysis in the integrated development of product and production system</i>	Procedia CIRP	2020	3,300	1	91	CiteScore
132	<i>Petri Net-Based Approach for "cyber" Risks Modelling and Analysis for Industrial Systems</i>	E3S Web of Conferences	2020	0,000	1	91	Conferência
133	<i>Enhanced Approach of Risk Assessment for Insider Threats Detection in Smart Manufacturing</i>	IOP Conference Series: Materials Science and Engineering	2020	0,000	1	91	Conferência
134	<i>A Ranking of Countries Concerning Progress Towards a Society 5.0</i>	Risus-Journal on Innovation and Sustainability	2020	0,000	1	91	***
135	<i>Societal Impact of IoT-Lead Smart Factory in the Context of Industry 4.0</i>	International Conference on UK-China Emerging Technologies	2020	0,000	1	91	Conferência
136	<i>Identification of potentials in the context of Design for Industry 4.0 and modelling of interdependencies between product and production processes</i>	Procedia CIRP	2019	3,300	10	90	CiteScore
137	<i>Towards smart manufacturing: Implementation and benefits</i>	Procedia Computer Science	2020	3,000	0	90	CiteScore
138	<i>A reference framework for the holistic evaluation of Industry 4.0 solutions for small- and medium-sized enterprises</i>	IFAC Papers Online	2019	2,100	10	90	CiteScore
139	<i>Opportunities and Challenges to Deploy Industry 4.0 Technologies in the Russian Oil Refining and Petrochemical Industries</i>	Russian Journal of Applied Chemistry	2020	0,850	0	90	JCR
140	<i>Model-Driven approach to Cyber Risk Analysis in Industry 4.0</i>	International Conference Proceeding Series	2020	0,000	0	90	Conferência
141	<i>Increasing the Competitiveness of Enterprises through the Implementation of Risk Management in the Context of the Industry 4.0 Concept</i>	VPLYV Industry 4.0 Na Tvorbu Pracovnych Miest	2020	0,000	0	90	Conferência
142	<i>Determination of Changes in Process Management within Industry 4.0</i>	Procedia Manufacturing	2019	0,000	10	90	***
143	<i>Risk Assessment in Intelligent Manufacturing Process: A Case Study of an Optical Cable Automatic Arranging Robot</i>	IEEE Access	2019	3,367	9	89	JCR

144	<i>Supply chain risks in times of Industry 4.0: Insights from German cases</i>	IFAC Papers Online	2019	2,100	8	88	CiteScore
145	<i>Project Risk Management in the Context of Industry 4.0 in Condition of Manufacturing Enterprises in Slovakia</i>	VPLYV Industry 4.0 Na Tvorbu Pracovnych Miest	2019	0,000	7	87	Conferência
146	<i>Industry 4.0 in SMEs: A Sectorial Analysis</i>	Advances in Production Management Systems: Production Management For The Factory of the Future	2019	0,000	7	87	Conferência
147	<i>Cyber Security Risk Assessment on Industry 4.0 using ICS testbed with AI and Cloud</i>	IEEE Conference on Application, Information and Network Security	2019	0,000	6	86	Conferência
148	<i>A framework to assess impacts of cyber attacks in manufacturing</i>	International Conference on Computer and Automation Engineering	2019	0,000	6	86	Conferência
149	<i>Impact of IoT on social innovation in Japan</i>	Asia Pacific Journal of Innovation and Entrepreneurship	2019	0,000	5	85	***
150	<i>Human factor in industry 4.0 in point of view ergonomics in slovak republic</i>	Annals of DAAAM and Proceedings of the International DAAAM Symposium	2019	0,000	5	85	Conferência
151	<i>The impact of industry 4.0 on the nexus between supply chain risks and firm performance</i>	Annual Meeting of the Academy of Management 2019: Understanding the Inclusive Organization	2019	0,000	5	85	Conferência
152	<i>The Impact of Global Risks on the World Trade and Economic Environment</i>	Financial and Credit Activity-Problems of Theory and Practice	2018	0,000	15	85	***
153	<i>Risk Based Thinking - New Approach for Modern Enterprises' Management</i>	Advances in Human Factors, Business Management and Society	2019	0,000	5	85	***
154	<i>Development of Performance Measurement System in the Context of Industry 4.0: a Case Study</i>	Inzinerine Ekonomika Engineering Economics	2019	1,000	4	84	JCR
155	<i>Corporate social responsibility challenges and risks of industry 4.0 technologies: A review</i>	European Conference on Smart Objects, Systems and Technologies	2019	0,000	4	84	Conferência
156	<i>Industry 4.0- Expected Technological Impacts on Companies</i>	International Scientific Symposium Economy of Eastern Croatia - Vision and Growth	2019	0,000	2	82	Conferência
157	<i>Metrics for the evaluation of data quality of signal data in industrial processes</i>	International Conference on Industrial Informatics	2017	0,000	22	82	Conferência
158	<i>Intellectualization of control: cyber-physical supply chain risk analytics</i>	IFAC Papers Online	2019	2,100	1	81	CiteScore
159	<i>Challenges of digitalization process in different industries. before and after</i>	Conference Series: Materials Science and Engineering	2019	0,000	1	81	Conferência
160	<i>Risk Management Analysis Using FMECA and ANP Methods in the Supply Chain of Wooden Toy Industry</i>	Conference Series: Materials Science and Engineering	2019	0,000	1	81	Conferência

161	<i>Internet of Things (IoT) Opportunities and Impacts of Well-Being on Citizens and Society</i>	Risus-Journal on Innovation and Sustainability	2019	0,000	0	80	***
162	<i>Supply Chain Risk Management Analysis using the Development of Fuzzy Reasoning Methods and Analytical Network Process (ANP) at Wooden Toys Industries</i>	IOP Conference Series: Materials Science and Engineering	2019	0,000	0	80	Conferência
163	<i>Impact of Industry 4.0 on robotic welding</i>	IOP Conference Series: Materials Science and Engineering	2018	0,000	8	78	Conferência
164	<i>Project Risk Management for Digital Manufacturing</i>	Transdisciplinary Engineering Methods for Social Innovation of Industry 4.0	2018	0,000	0	70	Conferência
165	<i>Socio-Economic Aspects of Industry 4.0</i>	Innovation Management, Entrepreneurship and Corporate Sustainability	2016	0,000	14	64	Conferência
166	<i>Technology Innovation-Oriented Complex Product Systems R\&D Investment and Financing Risk Management: An Integrated Review</i>	Proceedings of the Tenth International Conference on Management Science and Engineering Management	2017	0,000	2	62	Conferência

APÊNDICE B - 229 artigos da segunda revisão bibliográfica que foi aplicado o princípio de Pareto

	TÍTULOS	PERÍODICOS	ANO	JCR	N. CITAÇÃO	InOrdinatio	LEGENDA FATOR IMPACTO	%	% ACUMULADO
1	<i>Relationships between industry 4.0, sustainable manufacturing and circular economy: proposal of a research framework</i>	International Journal of Organizational Analysis	2022	2,4	373	453	JCR	6,28%	6,28%
2	<i>Managing supply chains for sustainable operations in the era of industry 4.0 and circular economy: Analysis of barriers</i>	Resources Conservation and Recycling	2021	11,2	362	432	JCR	6,09%	12,37%
3	<i>A Literature Review of the Challenges and Opportunities of the Transition from Industry 4.0 to Society 5.0</i>	Energies	2022	3,0	266	346	JCR	4,48%	16,85%
4	<i>Barriers to industry 4.0 adoption and its performance implications: An empirical investigation of emerging economy</i>	Journal of Cleaner Production	2021	9,7	255	325	JCR	4,29%	21,14%
5	<i>Artificial intelligence, cyber-threats and Industry 4.0: challenges and opportunities</i>	Artificial Intelligence Review	2021	10,7	244	314	JCR	4,11%	25,25%
6	<i>Industry 4.0 Implementation Challenges and Opportunities: A Managerial Perspective</i>	IEEE Systems Journal	2021	4	211	281	JCR	3,55%	28,80%
7	<i>Social sustainability in the age of digitalization: A systematic literature Review on the social implications of industry 4.0</i>	Technology in Society	2022	10,1	155	235	JCR	2,61%	31,41%
8	<i>Industry 4.0 and supply chain performance: A systematic literature review of the benefits, challenges, and critical success factors of 11 core technologies</i>	Industrial Marketing Management	2022	7,8	138	218	JCR	2,32%	33,73%
9	<i>Analysis of the adoption of emergent technologies for risk management in the era of digital manufacturing</i>	Technological Forecasting and Social Change	2022	12,9	137	217	JCR	2,31%	36,04%
10	<i>Supply chain traceability: a review of the benefits and its relationship with supply chain resilience</i>	Production Planning & Control	2023	6,1	106	196	JCR	1,78%	37,82%

11	<i>Exploring the role of artificial intelligence in managing agricultural supply chain risk to counter the impacts of the COVID-19 pandemic</i>	International Journal of Logistics Management	2022	7,2	109	189	CiteScore	1,83%	39,66%
12	<i>IoT in Supply Chain Management: Opportunities and Challenges for Businesses in Early Industry 4.0 Context</i>	Operations and Supply Chain Management An International Journal	2021	2,4	116	186	JCR	1,95%	41,61%
13	<i>Barriers to adopt industry 4.0 in supply chains using interpretive structural modeling</i>	Uncertain Supply Chain Management	2023	5,6	86	176	CiteScore	1,45%	43,06%
14	<i>A conceptual framework for blockchain-based sustainable supply chain and evaluating implementation barriers: A case of the tea supply chain</i>	Business Strategy and the Environment	2022	12,5	93	173	JCR	1,57%	44,62%
15	<i>Industry 4.0 and its Implementation: a Review</i>	Information Systems Frontiers	2021	6,9	103	173	JCR	1,73%	46,36%
16	<i>Perspectives on the future of manufacturing within the Industry 4.0 era</i>	Production Planning & Control	2022	6,1	93	173	JCR	1,57%	47,92%
17	<i>Integration of social and IoT technologies: architectural framework for digital transformation and cyber security challenges</i>	Enterprise Information Systems	2021	4,4	102	172	JCR	1,72%	49,64%
18	<i>Benefit-Risk Perceptions of FinTech Adoption for Sustainability from Bank Consumers' Perspective: The Moderating Role of Fear of COVID-19</i>	Sustainability	2022	3,3	88	168	JCR	1,48%	51,12%
19	<i>Towards design and implementation of Industry 4.0 for food manufacturing</i>	Neural Computing & Applications	2023	4,5	74	164	JCR	1,25%	52,36%
20	<i>The Challenges and Opportunities of Era 5.0 for a More Humanistic and Sustainable Society-A Literature Review</i>	Societies	2022	1,7	84	164	CiteScore	1,41%	53,78%
21	<i>Lean and and industry 4.0: Mapping determinants and barriers from a social, environmental, and operational perspective</i>	Technological Forecasting and Social Change	2022	12,9	79	159	JCR	1,33%	55,11%
22	<i>Impact of cybersecurity on operations and supply chain management:</i>	Production and Operations Management	2022	4,8	79	159	JCR	1,33%	56,44%

	Emerging trends and future research directions									
23	Threat modelling for industrial cyber physical systems in the era of smart manufacturing	Computers in Industry	2022	8,2	77	157	JCR	1,30%	57,73%	
24	Design and management of assembly systems 4.0: systematic literature review and research agenda	International Journal of Production Research	2022	7	76	156	JCR	1,28%	59,01%	
25	A framework of sustainability drivers and externalities for Industry 4.0 technologies using the Best-Worst Method	Journal of Cleaner Production	2022	9,7	71	151	JCR	1,20%	60,21%	
26	Prioritizing barriers for the adoption of Industry 4.0 technologies	Computers & Industrial Engineering	2022	6,7	71	151	JCR	1,20%	61,40%	
27	Digital transformation of organizations: what do we know and where to go next?	Journal of Organizational Change Management	2021	2,7	80	150	JCR	1,35%	62,75%	
28	Digital Literacy in Digital Society 5.0: Some Challenges	Academic Journal of Interdisciplinary Studies	2021	1,5	80	150	CiteScore	1,35%	64,10%	
29	Impact of IoT on Manufacturing Industry 4.0: A New Triangular Systematic Review	Sustainability	2021	3,3	78	148	JCR	1,31%	65,41%	
30	A systematic literature review for digital business ecosystems in the manufacturing industry: Prerequisites, challenges, and benefits	CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology	2022	4,6	67	147	JCR	1,13%	66,54%	
31	Technological Modernizations in the Industry 5.0 Era: A Descriptive Analysis and Future Research Directions	Processes	2023	2,8	56	146	JCR	0,94%	67,48%	
32	A framework for assessing social acceptability of industry 4.0 technologies for the development of digital manufacturing	Technological Forecasting and Social Change	2022	12,9	64	144	JCR	1,08%	68,56%	
33	Integrated blockchain and internet of things in the food supply chain: Adoption barriers	Technovation	2022	11,1	60	140	JCR	1,01%	69,57%	
34	Industry 4.0 implementation: The relevance of sustainability and the	Journal of Cleaner Production	2022	9,7	59	139	JCR	0,99%	70,56%	

	<i>potential social impact in a developing country</i>									
35	<i>A mixed-method study on the barriers of industry 4.0 adoption in the Indonesian SMEs manufacturing supply chains</i>	Journal of Science and Technology Policy Management	2023	2,9	49	139	JCR	0,82%	71,39%	
36	<i>Decision-making in the context of Industry 4.0: Evidence from the textile and clothing industry</i>	Journal of Cleaner Production	2023	9,7	45	135	JCR	0,76%	72,14%	
37	<i>The contemporary state of big data analytics and artificial intelligence towards intelligent supply chain risk management: a comprehensive review</i>	Kybernetes	2023	2,5	45	135	JCR	0,76%	72,90%	
38	<i>The effects of blockchain technology adoption on business ethics and social sustainability: evidence from the Middle East</i>	Environment Development and Sustainability	2022	4,7	54	134	JCR	0,91%	73,81%	
39	<i>Digital supply chain transformation: effect of firm's knowledge creation capabilities under COVID-19 supply chain disruption risk</i>	Operations Management Research	2023	6,9	40	130	JCR	0,67%	74,48%	
40	<i>Investigating the relationship among Industry 4.0 drivers, adoption, risks reduction, and sustainable organizational performance in manufacturing industries: An empirical study</i>	Sustainable Production and Consumption	2022	10,9	49	129	JCR	0,82%	75,31%	
41	<i>Closed loop supply chains 4.0: From risks to benefits through advanced technologies. A literature review and research agenda</i>	International Journal of Production Economics	2022	9,8	49	129	JCR	0,82%	76,13%	
42	<i>The role of Society 5.0 in achieving sustainable development: a spherical fuzzy set approach</i>	Environmental Science and Pollution Research	2023	8,7	37	127	CiteScore	0,62%	76,75%	
43	<i>A principal component analysis of barriers to the implementation of blockchain technology in the South African built environment</i>	Journal of Engineering Design and Technology	2022	2,6	47	127	JCR	0,79%	77,55%	

44	<i>Artificial Intelligence led Industry 4.0 Application for Sustainable Development</i>	Proceedings of 2nd International Conference on Innovative Practices in Technology and Management	2022	0	47	127	Conferência	0,79%	78,34%
45	<i>What is the potential impact of industry 4.0 on health and safety at work?</i>	Safety Science	2022	4,7	43	123	JCR	0,72%	79,06%
46	<i>Barriers to the Adoption of New Safety Technologies in Construction: A Developing Country Context</i>	Journal of Civil Engineering and Management	2022	4,3	42	122	JCR	0,71%	79,77%
47	<i>Blockchain technology in construction organizations: risk assessment using trapezoidal fuzzy ordinal priority approach</i>	Engineering Construction and Architectural Management	2023	3,6	31,0	121	JCR	0,52%	80,29%
48	<i>An imperative role of 6G communication with perspective of industry 4.0: Challenges and research directions</i>	Sustainable Energy Technologies and Assessments	2023	7,1	28	118	JCR	0,47%	80,76%
49	<i>Model development for assessing inhibitors impacting Industry 4.0 implementation in Indian manufacturing industries: an integrated ISM-Fuzzy MICMAC approach</i>	International Journal of System Assurance Engineering and Management	2024	1,6	18	118	JCR	0,30%	81,06%
50	<i>Systematic analysis of artificial intelligence in the era of industry 4.0</i>	Journal of Management Analytics	2023	3,6	27	117	JCR	0,45%	81,52%
51	<i>Digital transformation: A multidisciplinary perspective and future research agenda</i>	International Journal of Consumer Studies	2024	8,6	16	116	JCR	0,27%	81,79%
52	<i>Requirements for the Adoption of Industry 4.0 in the Sustainable Manufacturing Supply Chain</i>	Environmental Footprints and Eco-Design of Products and Processes	2024	1,2	16	116	CiteScore	0,0027	82,06%
53	<i>The “dark side” of Industry 4.0: How can technology be made more sustainable?</i>	International Journal of Operations & Production Management	2024	7,1	15	115	JCR	0,25%	82,31%
54	<i>Navigating Industry 5.0: A Survey of Key Enabling Technologies, Trends, Challenges, and Opportunities</i>	IEEE Communications Surveys and Tutorials	2024	34,4	14	114	JCR	0,24%	82,55%
55	<i>The impact of artificial intelligence on organisational cyber security: An outcome of a systematic literature review</i>	Data and Information Management	2024	3,7	14	114	CiteScore	0,24%	82,78%

56	<i>Adoption of modern technologies for implementing industry 4.0: an integrated MCDM approach</i>	Benchmarking an International Journal	2023	1,5	24	114	CiteScore	0,40%	83,18%
57	<i>Impact of Digital Transformation on the Energy Sector: A Review</i>	Algorithms	2023	1,8	23	113	JCR	0,39%	83,57%
58	<i>Impact of supply chain 4.0 and supply chain risk on organizational performance: An empirical evidence from the UAE food manufacturing industry</i>	Uncertain Supply Chain Management	2023	5,6	21	111	CiteScore	0,35%	83,93%
59	<i>Towards a new conceptual digital collaborative supply chain model based on Industry 4.0 technologies: a conceptual framework</i>	International Journal of Quality & Reliability Management	2024	2,7	11	111	JCR	0,19%	84,11%
60	<i>Drivers of digital supply chain transformation in SMEs and large enterprises - a case of COVID-19 disruption risk</i>	International Journal of Emerging Markets	2023	2,7	20	110	JCR	0,34%	84,45%
61	<i>Identification, assessment, and quantification of new risks for Logistics 4.0</i>	International Journal of Logistics Research and Applications	2024	13,7	9	109	CiteScore	0,15%	84,60%
62	<i>The benefits and barriers of additive manufacturing for circular economy: A framework proposal</i>	Sustainable Production and Consumption	2023	10,9	19	109	JCR	0,32%	84,92%
63	<i>Reshoring: A Road to Industry 4.0 Transformation</i>	British Journal of Management	2023	4,5	19	109	JCR	0,32%	85,24%
64	<i>When Operation Technology Meets Information Technology: Challenges and Opportunities</i>	Future Internet	2023	2,8	19	109	JCR	0,32%	85,56%
65	<i>Prospects, drivers of and barriers to artificial intelligence adoption in project management</i>	Built Environment Project and Asset Management	2023	1,9	19	109	JCR	0,32%	85,88%
66	<i>Assessing the Barriers to Industry 4.0 Implementation From a Maintenance Management Perspective-Pilot Study Results</i>	IFAC Papersonline	2022	1,7	29	109	CiteScore	0,49%	86,37%
67	<i>From Industry 4.0 Digital Manufacturing to Industry 5.0 Digital Society: a</i>	Information Systems Frontiers	2024	6,9	8	108	JCR	0,13%	86,50%

	<i>Roadmap Toward Human-Centric, Sustainable, and Resilient Production</i>									
68	<i>Identifying issues in adoption of AI practices in construction supply chains: towards managing sustainability</i>	Operations Management Research	2023	6,9	17	107	JCR	0,29%	86,79%	
69	<i>Curse or Blessing? Exploring risk factors of digital technologies in industrial operations</i>	International Journal of Production Economics	2022	9,8	26	106	JCR	0,44%	87,22%	
70	<i>Digitalization for sustainable buildings: Technologies, applications, potential, and challenges</i>	Journal of Cleaner Production	2024	9,7	6	106	JCR	0,10%	87,33%	
71	<i>Quantitative Risk Assessment of Cyber Attacks on Cyber-Physical Systems using Attack Graphs</i>	Workshop on Modelling and Simulation of Cyber-Physical Energy Systems	2022	0	25	105	Conferência	0,42%	87,75%	
72	<i>Industry 4.0 – Applications, challenges and opportunities in industries and academia: A review</i>	Materials Today: Proceedings	2023	4,9	14	104	CiteScore	0,24%	87,98%	
73	<i>Deployment of Interpretive Structural Modeling in Barriers to Industry 4.0: A Case of Small and Medium Enterprises</i>	Journal of Risk And Financial Management	2022	4,5	24	104	CiteScore	0,40%	88,39%	
74	<i>Key performance indicator based dynamic decision-making framework for sustainable Industry 4.0 implementation risks evaluation: reference to the Indian manufacturing industries</i>	Annals of Operations Research	2022	4,4	24	104	JCR	0,40%	88,79%	
75	<i>Role of Industry 5.0 for driving sustainability in the manufacturing sector: an emerging research agenda</i>	Journal of Strategy and Management	2024	3,8	4	104	JCR	0,07%	88,86%	
76	<i>Digital Twins in Industry 4.0 – Opportunities and challenges related to Cyber Security</i>	Procedia CIRP	2024	3,8	4	104	CiteScore	0,07%	88,92%	
77	<i>Review of studies on risk factors in critical infrastructure projects from 2011 to 2023</i>	Smart and Sustainable Built Environment	2024	3,5	4	104	JCR	0,07%	88,99%	
78	<i>A Framework for Sustainable Manufacturing: Integrating Industry 4.0 Technologies with Industry 5.0 Values</i>	Sustainability	2024	3,3	4	104	JCR	0,07%	89,06%	

79	<i>A structural equation modeling framework for exploring the industry 5.0 and sustainable supply chain determinants</i>	Supply Chain Analytics	2024	0	4	104	***	0,07%	89,13%
80	<i>Digital transformation, ESG practice, and total factor productivity</i>	Business Strategy and the Environment	2024	12,5	3	103	JCR	0,05%	89,18%
81	<i>Industrial Internet of Things Intelligence Empowering Smart Manufacturing: A Literature Review</i>	IEEE Internet of Things Journal	2024	8,2	3	103	JCR	0,05%	89,23%
82	<i>How digital transformation impact firm performance? The unmet needs of Indian exporting firms</i>	Journal of Strategic Marketing	2024	3,7	3	103	JCR	0,05%	89,28%
83	<i>A Risk Assessment Framework for Cyber-Physical Security in Distribution Grids with Grid-Edge DERs</i>	Energies	2024	3,0	3	103	JCR	0,05%	89,33%
84	<i>Integrated Multilevel Production Planning Solution According to Industry 5.0 Principles</i>	Applied Sciences	2024	2,5	3	103	JCR	0,05%	89,38%
85	<i>Challenges of industrial systems in terms of the crucial role of humans in the Industry 5.0 environment</i>	Production Engineering Archives	2024	1,9	3	103	JCR	0,05%	89,43%
86	<i>Research trends in industry 5.0 and its application in the construction industry</i>	Technological Sustainability	2024	1,6	3	103	CiteScore	0,05%	89,48%
87	<i>Industry 5.0 and sustainable manufacturing: a systematic literature review</i>	Benchmarking an International Journal	2024	1,5	3	103	CiteScore	0,05%	89,53%
88	<i>Success Factors to Deliver Organizational Digital Transformation: A Framework for Transformation Leadership</i>	Journal of Global Information Management	2022	4,5	22	102	JCR	0,37%	89,90%
89	<i>Assessing the uptake of Industry 4.0 technologies: barriers to their adoption and impact on quality management aspects</i>	International Journal of Quality & Reliability Management	2023	2,7	12	102	JCR	0,20%	90,10%
90	<i>Fourth industrial revolution concepts in the automotive sector: performativity, work and employment</i>	Journal of Industrial and Business Economics	2019	1,5	52	102	JCR	0,88%	90,98%

91	<i>Improving Supply Chain Sustainability Using Artificial Intelligence: Evidence from the Manufacturing Sector</i>	Environmental Footprints and Eco-Design of Products and Processes	2024	1,2	2	102	CiteScore	0,03%	91,01%
92	<i>Challenges and countermeasures for digital twin implementation in manufacturing plants: A Delphi study</i>	International Journal of Production Economics	2023	9,8	11	101	JCR	0,19%	91,20%
93	<i>The role of Industry 4.0 technologies in driving the financial importance of sustainability risk management</i>	Equilibrium Quarterly Journal of Economics and Economic Policy	2023	9,2	11	101	CiteScore	0,19%	91,38%
94	<i>Analyzing Managerial and Technological Barriers to the Adoption of Industry 4.0: An “ISM” and “MICMAC” Approach</i>	IEEE Transactions on Engineering Management	2024	4,6	1	101	JCR	0,02%	91,40%
95	<i>Impacts of 5G on cyber-physical risks for interdependent connected smart critical infrastructure systems</i>	International Journal of Critical Infrastructure Protection	2023	4,1	11	101	JCR	0,19%	91,58%
96	<i>Examining the impact of Industry 4.0 technologies on industrial performance of manufacturing organisations in India: an empirical study</i>	International Journal of Computer Integrated Manufacturing	2024	3,7	1	101	JCR	0,02%	91,60%
97	<i>Impact of digital technologies on the risk assessment in food supply chain: a wake towards digitalisation</i>	International Journal of Food Science and Technology	2024	2,6	1	101	JCR	0,02%	91,62%
98	<i>A comprehensive review on the impact of Industry 4.0 on the development of a sustainable environment</i>	Discover Sustainability	2024	2,4	1	101	JCR	0,02%	91,63%
99	<i>Assessing the Psychosocial Impacts of Industry 4.0 Technologies Adoption in the Operator 4.0: Literature Review & Theoretical Framework</i>	International Journal of Industrial Engineering and Management	2024	2,4	1	101	JCR	0,02%	91,65%
100	<i>An ISM-MICMAC approach for analyzing dependencies among barriers of supply chain digitalization</i>	Journal of Modelling in Management	2023	1,8	11	101	JCR	0,19%	91,84%
101	<i>Analysing the role of Industry 4.0 in sustainable lean manufacturing</i>	International Journal of Services and Operations Management	2024	1,2	1	101	CiteScore	0,02%	91,85%
102	<i>Adoption of Blockchain in Critical Minerals Supply Chain Risk Management</i>	International Journal of Information Systems And Supply Chain Management	2024	0,9	1	101	JCR	0,02%	91,87%

103	<i>Enhancing Supply Chain Sustainability Through Industry 4.0 and Additive Manufacturing Technologies: A Bibliometric-Based Review</i>	Lecture Notes in Mechanical Engineering	2024	0,9	1	101	CiteScore	0,02%	91,89%
104	<i>The Impacts of 6G Technologies on Achieving Economic Sustainability Goals in Digital Transformation Point of View: Literature Review</i>	Lecture Notes in Mechanical Engineering	2024	0,9	1	101	CiteScore	0,02%	91,90%
105	<i>Evaluating and Prioritizing the Barriers of Industry 4.0 Implementation in Indian SMEs: An ISM Approach</i>	Journal of The Institution of Engineers	2024	0,4	1	101	JCR	0,02%	91,92%
106	<i>Darker side of industry 4.0 and its impact on triple-bottom-line sustainability</i>	Sustainable Development	2024	9,9	0	100	JCR	0,00%	91,92%
107	<i>Generative AI for Industry 5.0: Analyzing the impact of ChatGPT, DALLE, and Other Models</i>	IEEE Open Journal of the Communications Society	2024	6,3	0	100	JCR	0,00%	91,92%
108	<i>Digital transformation and the challenges associated with applying digital technologies in achieving strategic flexibility in public administration: a case study in Jordan</i>	International Journal of Data and Network Science	2024	5,8	0	100	CiteScore	0,00%	91,92%
109	<i>The effect of maturity learn element in Enterprise risk management and corporate social responsibility on the level of digital transformation</i>	Business Strategy and Development	2024	4,8	0	100	JCR	0,00%	91,92%
110	<i>Impact of Industry 4.0 Technologies on Operations Resilience: Adverse Effects of COVID-19 as a Moderator</i>	Procedia Computer Science	2024	4,5	0	100	CiteScore	0,00%	91,92%
111	<i>AI-Driven Supply Chain Transformation in Industry 5.0: Enhancing Resilience and Sustainability</i>	Journal of the Knowledge Economy	2024	4,0	0	100	JCR	0,00%	91,92%
112	<i>Application of industry 4.0 technologies for mitigating humanitarian supply chains risks: the case of Covid-19</i>	Supply Chain Forum	2024	3,7	0	100	JCR	0,00%	91,92%
113	<i>A Methodological Approach towards Cyber Risk Management in Land Administrations Systems</i>	Land	2024	3,2	0	100	JCR	0,00%	91,92%

114	<i>A study of sustainability risks from industry 4.0 perspective: taxonomy and future research avenues</i>	Competitiveness Review	2024	2,9	0	100	JCR	0,00%	91,92%
115	<i>Aggregation of Risk Management and Non-Parametric Models to Rank Failure Modes of Radio Frequency Identification Systems</i>	Applied Sciences	2024	2,5	0	100	JCR	0,00%	91,92%
116	<i>Technology transfer model oriented to industry 4.0: proposal and application in the food industry</i>	Brazilian Journal of Operations & Production Management	2024	1,9	0	100	JCR	0,00%	91,92%
117	<i>Reinforcement Learning-Based Optimization for Sustainable and Lean Production within the Context of Industry 4.0</i>	Algorithms	2024	1,8	0	100	JCR	0,00%	91,92%
118	<i>Industry 4.0 Implementation: Evidence from Indian Industries</i>	Advances in Information and Communication Technology	2024	1,6	0	100	CiteScore	0,00%	91,92%
119	<i>Corporate Governance in the Digital Era</i>	Studies in Systems, Decision and Control	2024	1,6	0	100	CiteScore	0,00%	91,92%
120	<i>Unveiling barriers to Industry 5.0 adoption in supply chains: a DEMATEL approach</i>	RAUSP Management Journal	2024	1,3	0	100	JCR	0,00%	91,92%
121	<i>Challenges for the Adoption of Industry 4.0 in the Sustainable Manufacturing Supply Chain</i>	Environmental Footprints and Eco-Design of Products and Processes	2024	1,2	0	100	CiteScore	0,00%	91,92%
122	<i>Enabling a Green Supply Chain with Machine Learning and Industry 4.0: Certain Investigations for Research and Applications</i>	Lecture Notes in Mechanical Engineering	2024	0,9	0	100	CiteScore	0,00%	91,92%
123	<i>Enhancing Human Safety in Production Environments Within the Scope of Industry 5.0</i>	Lecture Notes in Mechanical Engineering	2024	0,9	0	100	CiteScore	0,00%	91,92%
124	<i>The Digital Paradigm: Unraveling the Impact of Artificial Intelligence and Internet of Things on Achieving Sustainable Development Goals</i>	Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies	2024	0,9	0	100	CiteScore	0,00%	91,92%
125	<i>Exploring the Challenges of the Implementation Technology 4.0 on Enterprises Operating in the Construction Sector in Vietnam</i>	Lecture Notes in Civil Engineering	2024	0,8	0	100	CiteScore	0,00%	91,92%

126	<i>Essential Elements for Radio Frequency Identification (RFID) adoption for Industry 4.0 Smart Manufacturing in Context of Technology-Organization-Environment (TOE) Framework - A Review</i>	Jurnal Kejuruteraan	2022	0,6	20	100	JCR	0,34%	92,26%
127	<i>The impact of industry 4.0 on automation and information technology</i>	AIP Conference Proceedings	2024	0,5	0	100	CiteScore	0,00%	92,26%
128	<i>Prospects and Challenges of Digital Transformation in the Malaysian Construction Industry</i>	Malaysian Construction Research Journal	2024	0,5	0	100	CiteScore	0,00%	92,26%
129	<i>Evaluation of blockchain technology in the three dimensions of sustainability and sustainable development goals: a systematic literature review</i>	International Journal Of Innovation And Sustainable Development	2024	0,4	0	100	JCR	0,00%	92,26%
130	<i>Effects of Adopting Industry 4.0 on a Manufacturing Plant</i>	International Conference on Reliability, Infocom Technologies and Optimization	2024	0	0	100	Conferência	0,00%	92,26%
131	<i>Cyber Risks: Systematic Literature Analysis</i>	International Multi-Conference on Complexity, Informatics and Cybernetics	2024	0	0	100	Conferência	0,00%	92,26%
132	<i>Selecting sustainability indicators for smart product design based on industry 4.0/5.0 technologies: analysis and proposal of a methodological framework</i>	Proceedings of the Design Society	2024	0	0	100	Conferência	0,00%	92,26%
133	<i>A Framework of Risks in the Context of Industry 4.0, Related to Sustainability</i>	World Futures	2023	1,6	9	99	CiteScore	0,15%	92,41%
134	<i>Industry 4.0 and 5.0-Organizational and Competency Challenges of Enterprises</i>	Polish Journal of Management Studies	2022	1,1	19	99	JCR	0,32%	92,73%
135	<i>Hierarchical analysis of barriers in additive manufacturing implementation with environmental considerations under uncertainty</i>	Journal of Cleaner Production	2023	9,7	8	98	JCR	0,13%	92,86%
136	<i>Selecting risk response strategies to minimize human errors in a design project for factories of the future</i>	Expert Systems With Applications	2023	7,5	8	98	JCR	0,13%	93,00%
137	<i>Challenges and opportunities for manufacturing SMEs in adopting industry 4.0 technologies for achieving</i>	Operations Management Research	2023	6,9	8	98	JCR	0,13%	93,13%

	<i>sustainability: Empirical evidence from an emerging economy</i>									
138	<i>Digital Transformation in Cambodia Policies, Strategies, Supporting Factors and Infrastructure</i>	Journal of Southeast Asian Economies	2023	0,8	8	98	JCR	0,13%	93,27%	
139	<i>The role of additive manufacturing in industry 4.0: An exploration of different business models</i>	Sustainable Operations and Computers	2022	18,2	17	97	CiteScore	0,29%	93,55%	
140	<i>Driving smartness for organizational performance through Industry 4.0: a systems perspective</i>	Journal of Manufacturing Technology Management	2023	7,3	7	97	JCR	0,12%	93,67%	
141	<i>Impact of emerging technologies on digital manufacturing: Insights from literature review</i>	Materials Today: Proceedings	2023	4,9	7	97	CiteScore	0,12%	93,79%	
142	<i>A Cyber-Physical Risk Assessment Approach for Internet of Things Enabled Transportation Infrastructure</i>	Applied Sciences	2022	2,5	17	97	JCR	0,29%	94,08%	
143	<i>Digital supply chain management: A comprehensive review using cluster analysis, with future directions and open challenges</i>	International Journal of Supply and Operations Management	2023	1,2	7	97	CiteScore	0,12%	94,19%	
144	<i>Factors inhibiting the adoption of industrial revolution 4.0 in Malaysian construction industry</i>	Smart and Sustainable Built Environment	2023	3,5	6	96	JCR	0,10%	94,29%	
145	<i>Identification of Key Brittleness Factors for the Lean-Green Manufacturing System in a Manufacturing Company in the Context of Industry 4.0, Based on the DEMATEL-ISM-MICMAC Method</i>	Processes	2023	2,8	6	96	JCR	0,10%	94,39%	
146	<i>Smart Manufacturing Technology for Environmental, Social, and Governance (ESG) Sustainability</i>	IEEE 5th Eurasia Conference on IOT, Communication and Engineering	2023	0	6	96	Conferência	0,10%	94,50%	
147	<i>A decision support model for evaluating risks in the digital economy transformation of the manufacturing industry</i>	Journal of Innovation & Knowledge	2023	15,6	5	95	JCR	0,08%	94,58%	
148	<i>Harnessing risk-informed data for disaster and climate resilience</i>	Progress in Disaster Science	2022	2,6	15	95	JCR	0,25%	94,83%	

149	<i>Artificial Intelligence from Industry 5.0 Perspective: Threats and Challenges</i>	Proceedings of the 5th International Conference on Modern Electrical and Energy System	2023	0	5	95	Conferência	0,08%	94,92%
150	<i>Exploring the Potential of Cyber Manufacturing System in the Digital Age</i>	ACM Transactions on Internet Technology	2023	3,9	4	94	JCR	0,07%	94,98%
151	<i>Addressing the Impact of Fourth Industrial Revolution on South African Manufacturing Small and Medium Enterprises (SMEs)</i>	Sustainability	2021	3,3	24	94	JCR	0,40%	95,39%
152	<i>Industry 4.0 and its impact on supply chain management: an overview</i>	International Journal of Services, Economics and Management	2023	1,7	4	94	CiteScore	0,07%	95,46%
153	<i>The Impact of Digital Technologies on the Companies' Strategic Management</i>	Economic Affairs (New Delhi)	2023	0,7	4	94	CiteScore	0,07%	95,52%
154	<i>The impact of digital transformation on incumbent firms: An analysis of changes, challenges, and responses at the business model level</i>	International Conference on Information Systems, ICIS 2020 - Making Digital Inclusive: Blending the Local and the Global	2021	0	24	94	Conferência	0,40%	95,93%
155	<i>Blockchain Enabled Digital Transformation: A Systematic Literature Review</i>	IEEE ACCESS	2022	3,4	13	93	JCR	0,22%	96,15%
156	<i>A New Industry 4.0 Approach for Development of Manufacturing Firms Based on DFSS</i>	Processes	2023	2,8	3	93	JCR	0,05%	96,20%
157	<i>Risk in Digital Assets</i>	Studies in Systems, Decision and Control	2023	1,6	3	93	CiteScore	0,05%	96,25%
158	<i>Finding the sweet spot in Industry 4.0 transformation: an exploration of the drivers, challenges and readiness of the Thai sugar industry</i>	Benchmarking an International Journal	2023	1,5	3	93	CiteScore	0,05%	96,30%
159	<i>A Framework for Smart Supply Chain Risk Assessment: An Empirical Study</i>	International Journal of Information Systems and Supply Chain Management	2023	0,9	3	93	JCR	0,05%	96,35%
160	<i>Adopting Artificial Intelligence in Industry 4.0: Understanding the Drivers, Barriers and Technology Trends</i>	28th International Conference on Automation and Computing	2023	0	3	93	Conferência	0,05%	96,40%
161	<i>Social Impacts of Artificial Intelligence and Mitigation Recommendations: An Exploratory Study</i>	Proceedings of the 7TH Brazilian Technology Symposium (BTSYM 21): Emerging Trends in Human Smart and Sustainable Future Of Cities	2023	0	3	93	Conferência	0,05%	96,45%

162	<i>Developing a Delphi assisted total interpretive structural model (D-TISM) for adopting the Industry 4.0 technologies within Lean Six Sigma framework</i>	Production Planning & Control	2023	6,1	2	92	JCR	0,03%	96,48%
163	<i>Artificial Intelligence Transformation in the Industry: Challenges and Opportunities</i>	Lecture Notes in Information Systems and Organisation	2023	1,4	2	92	CiteScore	0,03%	96,52%
164	<i>Understanding the Role of Digital Technologies in Supply Chain Management of SMEs</i>	Lecture Notes in Information Systems and Organisation	2023	1,4	2	92	CiteScore	0,03%	96,55%
165	<i>Impact of Industry (4.O) In Automobile Industry</i>	E3S Web of Conferences	2023	0,9	2	92	CiteScore	0,03%	96,58%
166	<i>Smart Supply Chain Management: A Literature Review</i>	Lecture Notes in Networks and Systems	2023	0,9	2	92	CiteScore	0,03%	96,62%
167	<i>Exploring IoT-Applications: A Survey of Recent Progress, Challenges, and Impact of AI, Blockchain, and Disruptive Technologies</i>	7th International Conference on Electronics, Communication and Aerospace Technology	2023	0	2	92	Conferência	0,03%	96,65%
168	<i>Unlocking the Potential of Procurement 4.0 the Role of Digitalization, Industry 4.0, and Information Systems</i>	Iberian Conference on Information Systems and Technologies	2023	0	2	92	Conferência	0,03%	96,68%
169	<i>Towards Industry 5.0: Augmented Reality Assistance Systems for People-Centred Digitalisation and Smart Manufacturing</i>	28th International Conference on Automation and Computing	2023	0	2	92	Conferência	0,03%	96,72%
170	<i>Digital Transformation from Planning to Execution - A Strategic Framework based on Ambidexterity and Enterprise Architecture and Interoperability</i>	Journal of Industrial Integration and Management Innovation and Entrepreneurship	2023	3,4	1	91	JCR	0,02%	96,73%
171	<i>Critical Factors of Industry 4.0 Implementation in an Emerging Country: Empirical Study</i>	Future Internet	2021	2,8	21	91	JCR	0,35%	97,09%
172	<i>Framework for Digital Supply Chains and Analysis of Impact of Challenges on Implementation of Digital Transformation</i>	Energy, Environment, and Sustainability	2023	2,0	1,0	91	CiteScore	0,02%	97,10%

173	<i>Selecting a knowledge management methodology in Society 5.0</i>	EPiC Series in Computing	2023	1,6	1	91	CiteScore	0,02%	97,12%
174	<i>Emerging Approaches for Enterprises and Human Integration Towards Industry 5.0</i>	IFIP Advances in Information and Communication Technology	2023	1,6	1	91	CiteScore	0,02%	97,14%
175	<i>Impact of Industry 4.0 as Perceived by the South African Railway Industry</i>	Lecture Notes in Networks and Systems	2023	0,9	1	91	CiteScore	0,02%	97,16%
176	<i>Challenges and Optimization Path of Digital Transformation of Manufacturing Industry</i>	Manufacturing and Service Operations Management	2023	4,8	0	90	JCR	0,00%	97,16%
177	<i>The Impact of Industry 4.0 on Supply Chain Resilience Management</i>	IFIP Advances in Information and Communication Technology	2023	1,6	0	90	CiteScore	0,00%	97,16%
178	<i>Modeling barriers to adoption of digitization in supply chains using FTOPSIS and its impact on sustainability TBL</i>	Benchmarking an International Journal	2023	1,5	0	90	CiteScore	0,00%	97,16%
179	<i>Efficient response by manufacturing industries towards core technologies, benefits, current status and barriers to implementing Industry 4.0 concept</i>	International Journal of Process Management and Benchmarking	2023	1,5	0	90	CiteScore	0,00%	97,16%
180	<i>Main Pillars Building UP the Risk Frame of Industry 4.0 Implementation in the Enterprises in Bulgaria</i>	Ikonomicheski Izsledvania	2023	1	0	90	CiteScore	0,00%	97,16%
181	<i>Industrial Internet of Things Cyber Security Risk: Understanding and Managing Industrial Control System Risk in the Wake of Industry 4.0</i>	Lecture Notes in Electrical Engineering	2023	0,7	0	90	CiteScore	0,00%	97,16%
182	<i>Analysis and Evaluation of Roadblocks Hindering Lean-Green and Industry 4.0 Practices in Indian Manufacturing Industries</i>	International Journal of Decision Support System Technology	2023	0,6	0	90	JCR	0,00%	97,16%
183	<i>Evaluating the Challenges of Additive Manufacturing Adoption Using the Average Analytic Hierarchy Process (A(AHP)) Method: Empirical Research In Vietnam</i>	MM Science Journal	2023	0,6	0	90	JCR	0,00%	97,16%
184	<i>Digital Transformation: Background, Trends, Risks, and Threats</i>	Social and Legal Studios	2022	0,4	10	90	CiteScore	0,17%	97,32%

185	<i>The Role of Microelectronics for Smart Cities, Smart Grids and Industry 5.0: Challenges, Solutions, and Opportunities</i>	13th Smart Grid Conference	2023	0	0	90	Conferência	0,00%	97,32%
186	<i>Augmenting the Framework for Design Science Research Goals and Evaluation Criteria with Aspects of Society 5.0</i>	29th Annual Americas Conference on Information Systems	2023	0	0	90	Conferência	0,00%	97,32%
187	<i>Industry 4.0 and Beyond: Enabling Digital Transformation and Sustainable Growth in Industry X.0</i>	IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management	2023	0	0	90	Conferência	0,00%	97,32%
188	<i>BPM in the Era of Industry 4.0: A Bibliometric Analysis</i>	International Conference on Enterprise Information Systems	2023	0	0	90	Conferência	0,00%	97,32%
189	<i>Aligning Manufacturing Skills When Implementing Industry 5.0</i>	Proceedings - Frontiers in Education Conference	2023	0	0	90	Conferência	0,00%	97,32%
190	<i>Industry 4.0/5.0 Manifest and Latent Dimensions Mapping to the Asem EMBOK</i>	Proceedings of the American Society for Engineering Management 2023 International Annual Conference and 44th Annual Meeting: Climbing Higher with Engineering Management	2023	0	0	90	Conferência	0,00%	97,32%
191	<i>Technology as Driver, Enabler and Barrier of Digital Transformation: A Review</i>	Information Systems	2022	3	9	89	JCR	0,15%	97,48%
192	<i>Industry 4.0 and Its Suitability in Post COVID-19</i>	Journal of Industrial Integration and Management Innovation and Entrepreneurship	2022	3,4	8	88	JCR	0,13%	97,61%
193	<i>Creating Value with Environmental, Social, Governance (ESG) in Irish Manufacturing SMEs': A Focus on Disclosure of Climate Change Risks and Opportunities</i>	IFAC Papersonline	2022	1,7	6	86	CiteScore	0,10%	97,71%
194	<i>Digital Transformation Impact in Security and Privacy</i>	Smart Innovation, Systems and Technologies	2022	1,1	6	86	CiteScore	0,10%	97,81%
195	<i>Examining The Correlations Between Industry 4.0 Assets, External and Internal Risk Factors and Business Performance among Hungarian Food Companies</i>	Amfiteatru Economic	2022	2,6	5	85	JCR	0,08%	97,90%

196	<i>Indicators to Evaluate Elements of Industry 5.0 in the Textile Production of MSMEs</i>	Communications in Computer and Information Science	2022	1,1	4	84	CiteScore	0,07%	97,96%
197	<i>Human Capital in Agriculture: Barriers to Industry 4.0</i>	Ad Alta Journal of Interdisciplinary Research	2022	0,7	4	84	JCR	0,07%	98,03%
198	<i>The Impact of Industry 4.0 Paradigm on the Pharmaceutical Industry in Portugal</i>	Innovations in Industrial Engineering	2022	0	4	84	Conferência	0,07%	98,10%
199	<i>Industry 4.0 concepts and implementation challenges: Literature Review</i>	Proceedings - 9th International Conference on Wireless Networks and Mobile Communications	2022	0	4	84	Conferência	0,07%	98,17%
200	<i>Evaluating the impact of Industry 4.0 technologies on medical devices manufacturing firm's operations during COVID-19</i>	International Journal of Productivity and Quality Management	2022	2,1	3	83	CiteScore	0,05%	98,22%
201	<i>A systematic literature review: benefits and challenges of blockchain-based digital transformation</i>	Issues in Information Systems	2022	0,8	3	83	CiteScore	0,05%	98,27%
202	<i>Challenges in the Transition from Supply Chain 4.0 to Supply Chain 5.0</i>	IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management	2022	0	3	83	Conferência	0,05%	98,32%
203	<i>Challenges and Prospects of Adopting Industry 4.0 and Assessing the Role of Intelligent Robotics</i>	Proceedings - 2022 IEEE World Conference on Applied Intelligence and Computing, AIC	2022	0	3	83	Conferência	0,05%	98,37%
204	<i>Modeling and Analysis of Industry 4.0 Adoption Challenges in the Manufacturing Industry</i>	Processes	2022	2,8	2	82	JCR	0,03%	98,40%
205	<i>An ISM Framework for Agile New Product Development Process Risk Elements: Industry 4.0 Perspective</i>	Lecture Notes in Mechanical Engineering	2022	0,9	2	82	CiteScore	0,03%	98,43%
206	<i>Implementation of elements of the Industry 4.0 concept and its impact on employees in line with Human Resource Management in industrial organisations in Slovakia</i>	20th Anniversary of IEEE International Conference on Emerging eLearning Technologies and Applications	2022	0	2	82	Conferência	0,03%	98,47%
207	<i>The Integration of Industry 4.0 into Corporate Social Responsibility Projects: A Review</i>	IEEE 28TH International Conference on Engineering, Technology and Innovation (ICE/TMC) & 31ST International	2022	0	2	82	Conferência	0,03%	98,50%

		Association for Management of Technology								
208	Impact of Digital Technologies on Business Processes at High-Tech Enterprises	Russian Engineering Research	2022	1,2	1	81	CiteScore	0,02%	98,52%	
209	Impacts of Industry 4.0 Technologies on Supply Chain Resilience	Proceedings of the International Conference on Innovative Intelligent Industrial Production and Logistics	2022	0	1	81	Conferência	0,02%	98,54%	
210	A Graph-Theoretic Approach to Evaluate the Intensity of Barriers in the Implementation of Industry 4.0	International Journal of Innovation and Technology Management	2021	1,6	10	80	JCR	0,17%	98,70%	
211	Impact of Industry 4.0 on the Development Processes of the Manufacturing Industry in Zone 9 Of Ecuador	Revista Universidad Y Sociedad	2022	0,2	0	80	JCR	0,00%	98,70%	
212	Analysis of Cyber Security Features in Industry 4.0 Maturity Models	Computer Security: ESORICS 2021 International Workshops	2022	0	0	80	Conferência	0,00%	98,70%	
213	Analysis of the Cyber Attacks in Indonesia's Health Sector in Industry 4.0 Era	IEEE 8th International Conference on Computing, Engineering and Design	2022	0	0	80	Conferência	0,00%	98,70%	
214	Toward Proactive Cyber-Physical-Human Risk Assessment in Power Systems	IEEE Texas Power and Energy Conference, TPEC	2022	0	0	80	Conferência	0,00%	98,70%	
215	Industry 4.0 and Sustainability in Through Life Smart Manufacturing	Proceedings - 2nd International Conference on Next Generation Intelligent Systems, ICNGIS	2022	0	0	80	Conferência	0,00%	98,70%	
216	Theoretical framework of the Industry 4.0 risks from sustainability perspective	Revista Competitividade e Sustentabilidade	2021	0	10	80	***	0,17%	98,87%	
217	Role of Industry 4.0 in Albanian Industry Transformation: An Integrated Understanding of Industry 4.0	Lecture Notes in Networks and Systems	2021	0,9	7	77	CiteScore	0,12%	98,99%	
218	Industry 4.0 and its Technologies: A Systematic Literature Review	IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management	2021	0	7	77	Conferência	0,12%	99,11%	
219	Analysis of Product Sustainability by Using a Risk-Oriented System Dynamics Model	Advanced Sustainable Systems	2021	6,5	5	75	JCR	0,08%	99,19%	

220	<i>Um estudo quantitativo sobre os riscos da indústria 4.0 no contexto industrial: Uma revisão sistemática da literatura</i>	Revista Gestão e Desenvolvimento	2020	0	15	75	***	0,25%	99,44%
221	<i>Developing a Conceptual Model for Process Capability in the Brazilian Data Protection Regulation Context</i>	Journal of Industrial Integration and Management Innovation and Entrepreneurship	2021	3,4	2	72	JCR	0,03%	99,48%
222	<i>Safety Management and Challenges Associated with Industry 4.0 on Transportation and Logistics: A Systematic Literature Review</i>	Lecture Notes in Computer Science	2021	2,6	1	71	CiteScore	0,02%	99,50%
223	<i>A qualitative risk identification framework for cyber-physical-social systems</i>	Proceedings of the International ISCRAM Conference	2021	0	1	71	Conferência	0,02%	99,51%
224	<i>Industry 4.0: Social challenges and risks</i>	Vide Tehnologija Resursi - Environment, Technology, Resources	2021	0	1	71	***	0,02%	99,53%
225	<i>Disaster and Climate Change Issues in Japan's Society 5.0-A Discussion</i>	Sustainability	2020	3,3	7	67	JCR	0,12%	99,65%
226	<i>Towards a Resilient Society - Technology 5.0, Risks and Ethics</i>	Digitalized Economy, Society and Information Management	2020	0	6	66	Conferência	0,10%	99,75%
227	<i>Industry 4.0 risks: a theoretical framework from the perspectives of sustainability</i>	The Journal of Engineering and Exact Sciences	2020	0	6	66	***	0,10%	99,85%
228	<i>Risks of industry 4.0: a theoretical framework from sustainability views</i>	The Journal of Engineering and Exact Sciences	2020	0	1	61	***	0,02%	99,87%
229	<i>Made in China 2025 and Industrie 4.0: the difficult Chinese transition from catching up to an economy driven by innovation</i>	Tempo Social	2018	0,4	8	48	JCR	0,13%	100,00%

APÊNDICE C - Abordagem dos artigos seleccionados para a construção da base teórica do modelo integrado para avaliação dos riscos digitais no contexto da transformação digital em indústrias

RANK.	TÍTULO	AUTORES	ABORDAGEM	METODOLOGIA	BREVE DESCRIÇÃO/RESUMO DO ESTUDO
1	<i>The Internet of Things (IoT): Applications, Investmentes, and Challenges for Enterprises</i>	Lee; Lee, (2015)	Estudo Conceitual	Estudo Teórico	O estudo discorre sobre a <i>Internet</i> das Coisas (IoT), abordando cinco tecnologias essenciais para a implantação de produtos e serviços da IoT: Identificação por Radiofrequência (RFID); Redes de Sensores Sem Fio (WSN); <i>Middleware</i> ; Computação em Nuvem e <i>Software</i> para Aplicativos IoT. Além disso, categoriza três fatores essenciais da IoT para aplicativos corporativos: Monitoramento e Controle; <i>Big Data</i> e Análise de Negócios e Compartilhamento e Colaboração de Informações. O estudo também discute a análise do Valor Presente Líquido (VPL) para avaliar a viabilidade de sua implantação, comparando-a com a abordagem de opção real para a adoção da IoT. Por fim, os autores apontam cinco desafios para a implementação da IoT, sendo: gerenciamento de dados; mineração de dados; privacidade dos dados; segurança e o caos no mundo hiperconectado da IoT.
2	<i>Opportunities of Sustainable Manufacturing in Industry 4.0</i>	Stock; Seliger, (2016)	Estudo Conceitual	Revisão do Estado da Arte	O estudo apresenta uma revisão do estado da arte sobre os conceitos da Indústria 4.0, abordando aspectos teóricos e práticos e associando-os aos conceitos de Fabricação Sustentável. Em seguida, são descritas algumas oportunidades para uma produção sustentável, considerando tanto uma perspectiva macro quanto micro da Indústria 4.0. O estudo finaliza com a descrição da adaptação de uma máquina de mesa em um laboratório de manufatura sustentável em Berlim, seguindo quatro etapas: análise da situação; definição da estratégia de monitoramento; processamento de dados e implementação nos equipamentos.
3	<i>Industry 4.0: State of the Art and Future Trends</i>	Xu; Xu; Li, (2018)	Estudo Conceitual	Estudo Teórico	O estudo ilustra o cenário da Indústria 4.0, abordando a evolução das quatro revoluções industriais e destacando as tecnologias impulsionadoras como ferramentas essenciais para sua implementação. Os autores descrevem conceitos como <i>Internet</i> das Coisas (IoT), integração industrial, Sistemas Ciberfísicos (CPS) e computação em nuvem, entre outros. Com isso, o estudo apresenta uma nova perspectiva sobre a Indústria 4.0, comparando o cenário atual e realizando uma prospecção para o futuro.
4	<i>A Complex View of Industry 4.0</i>	Roblek; Meško; Krapež, (2016)	Estudo Conceitual	Revisão Sistemática de Literatura	O estudo descreve a importância e influência da Indústria 4.0, destacando como seus conceitos geram valor agregado por meio das tecnologias conectadas à <i>internet</i> , beneficiando tanto as organizações quanto a sociedade. A partir de uma revisão sistemática da literatura, a pesquisa também investiga o impacto

					das mudanças organizacionais no ambiente empresarial. Com isso, o estudo sintetiza teorias e práticas já consolidadas sobre a Indústria 4.0, proporcionando uma visão abrangente de sua aplicação e evolução.
5	<i>Fortune Favors the Prepared: How SMEs Approach Business Model Innovations in Industry 4.0</i>	Müller; Buliga; Voigt, (2018)	Estudo Empírico	Estudo de Caso Múltiplo	O estudo identifica o impacto da Indústria 4.0 nas inovações do modelo de negócios das pequenas e médias empresas (PMEs) manufatureiras. Para isso, foram investigadas 68 PMEs alemãs dos setores de fornecedores automotivos, engenharia mecânica, instalações, elétrica e TICs. Como resultado, os autores discutem a influência da Indústria 4.0 na digitalização de processos, manufatura inteligente e conectividade entre as empresas. Além disso, o estudo analisa como a Indústria 4.0 também explora elementos essenciais do modelo de negócios, incluindo criação de valor, captura de valor e oferta de valor.
6	<i>Smart Factory of Industry 4.0: Key Technologies, Application Case, and Challenges</i>	Chen <i>et al.</i> , (2017)	Estudo Empírico	Estudo de Caso	O estudo analisa a arquitetura da fábrica inteligente, examinando as principais tecnologias da Indústria 4.0 utilizadas em três camadas: recursos físicos; rede e aplicação de dados. Os autores descrevem o papel da <i>Internet</i> das Coisas (IoT), <i>Big Data</i> e Computação em Nuvem no processo de fabricação, destacando sua importância na modernização e automação industrial. Essas tecnologias foram avaliadas e comparadas com o indicador de desempenho e eficácia geral do equipamento (OEE), demonstrando que há uma correlação positiva entre o uso dessas inovações e a melhoria da eficiência operacional na fábrica inteligente.
7	<i>Sustainable Industry 4.0 Framework: A Systematic Literature Review Identifying the Current Trends and Future Perspectives</i>	Kamble; Gunasekaran; Gawankar, (2018)	Estudo Conceitual	Revisão Sistemática de Literatura	O estudo explora as tendências atuais, novas perspectivas e propõe uma agenda de pesquisa sobre a Indústria Sustentável 4.0. Para isso, foi realizada uma Revisão Sistemática da Literatura (SLR) com o objetivo de responder a questões-chave, como as diferentes abordagens de pesquisa utilizadas para investigar a Indústria 4.0 e o estado atual dos estudos sobre o tema. Com base nas respostas obtidas, os autores propõem uma estrutura considerando aspectos sustentáveis, destacando a necessidade de integrar práticas inovadoras com a sustentabilidade no contexto da Indústria 4.0.
8	<i>Industrial Internet of Things: Challenges, Opportunities, and Directions</i>	Sisinni <i>et al.</i> , (2018)	Estudo Conceitual	Estudo Teórico	O estudo aborda os conceitos de <i>Internet</i> das Coisas (IoT), <i>Internet</i> das Coisas Industrial (IIoT) e Indústria 4.0, destacando as principais oportunidades, desafios e mudanças resultantes da transformação digital no setor industrial. A pesquisa enfatiza

					especialmente os desafios relacionados à eficiência energética, desempenho em tempo real, coexistência, interoperabilidade, segurança e privacidade. Por fim, os autores apresentam <i>insights</i> sobre temáticas relevantes para discussão e sugerem direções para a elaboração de estudos futuros no contexto da Indústria 4.0.
9	<i>The Impact of Digital Technology and Industry 4.0 on the Ripple Effect and Supply Chain Risk Analytics</i>	Ivanov; Dolgui; Sokolov, (2018)	Estudo Conceitual	Estudo Qualitativo	O estudo investiga o impacto da digitalização na Indústria 4.0 e seu efeito cascata na cadeia de suprimentos (SCM). Foram analisados os impactos da digitalização tanto no gerenciamento da cadeia de suprimentos quanto no controle do efeito cascata, destacando como a automação e a conectividade influenciam os fluxos logísticos e produtivos. Além disso, o estudo apresenta conceitos-chave e explora diferentes perspectivas, como negócios, informações, engenharia e análises sobre a digitalização e os riscos na cadeia de suprimentos 4.0.
10	<i>Industry 4.0, Global Value Chains and International Business</i>	Strange; Zucchella, (2017)	Estudo Conceitual	Estudo Teórico	O estudo apresenta uma avaliação sobre quatro tecnologias empregadas na Indústria 4.0: <i>Internet das Coisas</i> (IoT), <i>Big Data</i> , Robótica e Impressão 3D. Os autores analisam como a aplicação dessas tecnologias pode impactar a localização e a organização das atividades nas Cadeias Globais de Valor (GVCs), influenciando a dinâmica da produção e distribuição global. Por fim, o estudo realiza um comparativo entre tecnologias já estabelecidas e tecnologias emergentes, identificando aspectos positivos e negativos de cada uma, proporcionando uma visão crítica sobre os desafios e oportunidades na adoção dessas inovações.
11	<i>Industrial Revolution - Industry 4.0: Are German Manufacturing SMEs the First Victims of this Revolution?</i>	Sommer, (2015)	Estudo Conceitual	Revisão Sistemática de Literatura	O estudo examina, por meio de uma Revisão Sistemática da Literatura, como as Pequenas e Médias Empresas (PMEs) lidam com sua prontidão e capacidade para enfrentar os desafios impostos pela Indústria 4.0. Para isso, foram analisados nove estudos, dos quais foram extraídos os principais pontos e desafios enfrentados pelas PMEs nesse contexto. A pesquisa busca compreender as barreiras tecnológicas, estruturais e estratégicas que influenciam a adaptação dessas empresas à transformação digital.
12	<i>Industry 4.0 Implications in Logistics: An Overview</i>	Barreto; Amaral; Pereira, (2017)	Estudo Conceitual	Estudo Teórico	O estudo descreve a Logística 4.0, que representa a integração dos conceitos tradicionais da logística com as inovações tecnológicas da Indústria 4.0, por meio do uso de Sistemas Ciberfísicos (CPS), <i>softwares</i> avançados e suporte humano. Além disso, são levantadas reflexões sobre os requisitos e questões essenciais que permitem

					que as organizações se tornem mais eficientes nesse novo cenário. O estudo também identifica pontos-chave para a implementação da Logística 4.0, abordando suas principais implicações operacionais e estratégicas. Por fim, são destacados alguns desafios associados à sua adoção, evidenciando as barreiras que precisam ser superadas para uma transformação logística eficaz.
13	<i>Analysis of the Driving and Dependence Power of Barriers to Adopt Industry 4.0 in Indian Manufacturing Industry</i>	Kamble; Gunasekaran; Sharma, (2018)	Estudo Empírico	Modelagem Estrutural Interpretativa Combinada (ISM) Análise Fuzzy MICMAC	O estudo mapeia as barreiras significativas para a adoção da Indústria 4.0 no setor manufatureiro indiano. Foram identificadas doze barreiras na literatura, posteriormente validadas por especialistas, sendo elas interrupções de emprego, alto custo de implementação, mudanças organizacionais e de processos, necessidade de habilidades aprimoradas, falta de sistemas de gestão do conhecimento, falta de compreensão clara sobre os benefícios da IoT, falta de padrões e arquitetura de referência, falta de cobertura de <i>internet</i> e instalações de TI, problemas de segurança e privacidade, problemas de integração e compatibilidade, questões de conformidade regulatória e incerteza legal e contratual. Para o tratamento dos dados, foram aplicados dois métodos. A Modelagem Estrutural Interpretativa (ISM) foi utilizada para estabelecer relações entre as barreiras, enquanto a Análise Fuzzy MICMAC (<i>Matrice d'Impacts Croisés Multiplication Appliquée à un Classement</i>) permitiu avaliar a direção e as dependências dessas barreiras, proporcionando uma visão mais detalhada dos desafios e das interações entre os fatores que dificultam a implementação da Indústria 4.0 no setor manufatureiro.
14	<i>The Fourth Industrial Revolution: Opportunities and Challenges</i>	Xu; David; Kim, (2018)	Estudo Conceitual	Estudo Teórico	O estudo aborda as principais características da Indústria 4.0, discorrendo sobre as quatro revoluções industriais e destacando as oportunidades e desafios que acompanham o avanço dessa nova era. Os autores apresentam exemplos das transformações trazidas pela Quarta Revolução Industrial, ilustrando as mudanças nos processos produtivos e organizacionais. Além disso, fazem uma analogia com diversos setores impactados, demonstrando como diferentes indústrias estão sendo transformadas pela adoção das tecnologias da Indústria 4.0.
15	<i>What Drives the Implementation of Industry 4.0? The Role of</i>	Müller; Kiel; Voigt, (2018)	Estudo Empírico	Modelagem de Equação Estrutural	O estudo avalia as oportunidades e desafios da Indústria 4.0 sob a perspectiva do tripé da sustentabilidade, considerando os aspectos social, econômico e ambiental. Para isso, foram analisadas

	<i>Opportunities and Challenges in the Context of Sustainability</i>		de Mínimos Quadrados Parcial		variáveis como o tamanho das empresas, o setor de atuação e o papel da organização na adoção da Indústria 4.0. Os autores aplicaram a modelagem de equação estrutural de mínimos quadrados parciais (PLS-SEM) para avaliar 746 empresas manufatureiras alemãs. Como resultado, concluíram que as oportunidades estratégicas, operacionais e ambientais estão diretamente ligadas à implementação da Indústria 4.0, sendo consideradas grandes impulsionadoras da transformação digital. Em contrapartida, identificaram que a competitividade, viabilidade e o ajuste organizacional representam desafios significativos, que podem impedir o progresso e dificultar a adoção da Indústria 4.0 no ambiente industrial.
16	<i>Sustainable Industrial Value Creation: Benefits and Challenges of Industry 4.0</i>	Kiel <i>et al.</i> , (2017)	Estudo Empírico	Estudo de Caso Múltiplo	O estudo discorre sobre os principais benefícios e desafios econômicos, sociais e ambientais relacionados à Indústria 4.0. Por meio de um estudo de caso múltiplo, foram analisadas 46 indústrias alemãs com base em entrevistas semiestruturadas, permitindo uma avaliação aprofundada dos impactos da transformação digital no setor industrial. Os autores identificaram diversos desafios para a implementação da Indústria 4.0, incluindo integração técnica, transformação organizacional, segurança de dados, concorrência, cooperação, viabilidade futura, recursos e lucratividade, além de recursos humanos.
17	<i>Cloud-Enabled Prognosis for Manufacturing</i>	Gao <i>et al.</i> , (2015)	Estudo Empírico	Estudo de Caso	O estudo investiga o desenvolvimento das teorias e técnicas de diagnóstico possibilitado pela infraestrutura de nuvem emergente, destacando as principais técnicas e sua influência nos sistemas de manufatura. Além disso, apresenta a arquitetura da computação em nuvem aplicada às indústrias manufatureiras, abordando os desafios associados à sua implementação, como segurança, interoperabilidade, latência e confiabilidade dos dados.
18	<i>Relationships between Industry 4.0, Sustainable Manufacturing and Circular Economy: Proposal of a Research Framework</i>	Bag; Pretorius, (2022)	Estudo Conceitual	Revisão de Literatura	O estudo fornece, por meio de uma Revisão Sistemática da Literatura, uma visão abrangente sobre o conceito da Indústria 4.0, considerando sua relação com a produção sustentável e a economia circular. São identificados barreiras, motivadores, desafios e oportunidades, permitindo uma análise detalhada dos fatores que influenciam a adoção dessas práticas. Além disso, o estudo desenvolve um quadro com os principais resultados, destacando a adoção do <i>Big Data</i> alimentado por Inteligência Artificial no contexto da gestão da cadeia de suprimentos. Por fim, o estudo

					propõe uma agenda de investigação futura, sugerindo sete direções de pesquisa para aprofundar a relação entre Indústria 4.0, sustentabilidade e economia circular, contribuindo para o avanço do conhecimento e a implementação de soluções mais eficientes e sustentáveis no setor industrial.
19	<i>Industry 4.0 as Enabler for a Sustainable Development: Aqualitative Assessment of its Ecological and Social Potential</i>	Stock <i>et al.</i> , (2018)	Estudo Empírico	Estudo de Caso (Estudo Qualitativo)	O estudo analisa o potencial de criação de valor da Indústria 4.0, caracterizando suas tecnologias mais relevantes e considerando as dimensões ambiental e social da sustentabilidade, com foco no desenvolvimento sustentável dos sistemas organizacionais. A pesquisa foi conduzida em três etapas: a primeira avaliou o potencial para novos modelos de negócios, redes de criação de valor e ciclos de vida do produto; a segunda e a terceira abordaram os aspectos da criação de valor para a indústria. Os resultados do estudo permitiram identificar impactos positivos e negativos da Indústria 4.0 voltados para a sustentabilidade, evidenciando seus efeitos tanto na eficiência e inovação dos processos produtivos quanto nos desafios relacionados à adaptação organizacional e ao impacto ambiental.
20	<i>The Influence of the Industrial Internet of Things on Business Models of Established Manufacturing Companies - A business Level Perspective</i>	Kiel; Arnold; Voight, (2017)	Estudo Empírico	Estudo de Caso Múltiplo	O estudo avalia a influência da <i>Internet Industrial das Coisas</i> (IIoT) nos Modelos de Negócios (BMs) em empresas manufatureiras alemãs, investigando as inter-relações entre as mudanças nos componentes do modelo de negócios à luz dos conceitos da Indústria 4.0. Para isso, adota uma abordagem exploratória e empírica qualitativa, por meio de um estudo de caso múltiplo, analisando as respostas de 76 empresas de manufatura na Alemanha. Foram realizadas entrevistas semiestruturadas, que possibilitaram uma análise detalhada sobre os efeitos da IIoT nos modelos de negócios industriais. Por fim, as entrevistas foram transcritas e analisadas com base na análise de conteúdo qualitativa, proporcionando uma compreensão mais aprofundada das transformações e impactos gerados pela IIoT no setor manufatureiro.
21	<i>Managing Supply Chains for Sustainable Operations in the Era of Industry 4.0 and Circular Economy: Analysis of Barriers</i>	Kumar; Singh; Kumar, (2021)	Estudo Empírico	<i>Analytic Hierarchy Process</i> (AHP) e <i>Elimination and Choice Expressing Reality</i> (ELECTRE)	O estudo identifica e classifica as barreiras que impedem as operações sustentáveis de uma cadeia de suprimentos no contexto da Indústria 4.0 e da Economia Circular. As barreiras mapeadas incluem risco de baixo investimento, legislação e controles ineficientes, estratégia insuficiente para a integração da Indústria 4.0 e Economia Circular, falta de qualificação da força de trabalho,

					falta de investimentos para a Indústria 4.0, estrutura de desempenho ineficaz, uso de materiais como energia, falta de gestão de resíduos, qualidade inadequada de recursos/infraestrutura, falta de apoio governamental, resistência dos funcionários à mudança, demanda de mercado insuficiente, falta de apoio da gestão, foco em objetivos de curto prazo e falta de conscientização sobre a Indústria 4.0. Além disso, os parâmetros de sustentabilidade no contexto da economia circular foram identificados como circularidade de recursos, redução de custos por meio da qualidade do produto, redução de emissões, redução de resíduos e monitoramento da poluição, design de processos para eficiência de recursos e energia, aumento do lucro com produtos verdes, melhoria da logística verde, melhoria da saúde dos funcionários e da comunidade e melhoria das compras verdes. Para a análise, foram utilizados os métodos <i>Analytic Hierarchy Process</i> (AHP) e <i>Elimination and Choice Expressing Reality</i> (ELECTRE). O AHP permitiu comparações par a par entre as barreiras, enquanto o ELECTRE foi empregado para classificação dessas barreiras. Como resultado, constatou-se que as estratégias ineficazes para a integração da Indústria 4.0 e a falta de fundos para iniciativas da Indústria 4.0 são as principais barreiras identificadas, demonstrando os desafios críticos para a adoção de práticas sustentáveis na cadeia de suprimentos.
22	<i>When Titans Meet – Can Industry 4.0 Revolutionise the Environmentally-Sustainable Manufacturing Wave? The Role of Critical Success Factors</i>	Jabbour <i>et al.</i>, (2018)	Estudo Conceitual	Estudo Teórico	O estudo investiga os princípios e práticas da Indústria 4.0 em relação à sustentabilidade ambiental, buscando responder a três questões principais: apresentar argumentos que justifiquem a junção da Indústria 4.0 com a manufatura sustentável; mapear e discutir os fatores críticos de sucesso (CSF) dessa integração e propor uma agenda de pesquisa considerando esses fatores. Foram identificados onze fatores críticos de sucesso, sendo eles: liderança da gestão; prontidão para a mudança organizacional; compromisso da gestão; alinhamento estratégico; formação e capacitação; empoderamento; trabalho em equipe e equipe de implementação; cultura organizacional; comunicação; gestão de projetos; cultura nacional e diferenças regionais. Esses fatores são essenciais para uma implementação eficaz da Indústria 4.0 no contexto da manufatura sustentável, permitindo um modelo de produção mais eficiente e ambientalmente responsável.

23	<i>Evaluating Challenges to Industry 4.0 Initiatives for Supply Chain Sustainability in Emerging Economies</i>	Luthra; Mangla, (2018)	Estudo Empírico	Análise Fatorial Explicativa (EFA) e Processo Hierárquico Analítico (AHP)	O estudo apresenta os principais desafios para as iniciativas da Indústria 4.0 no setor manufatureiro da Índia, analisando esses desafios com o objetivo de priorizá-los para uma melhor compreensão das barreiras enfrentadas na sustentabilidade da cadeia de suprimentos em economias emergentes. Com base em uma Revisão Sistemática da Literatura, os autores mapearam 18 desafios, incluindo baixo entendimento sobre as implicações da Indústria 4.0, pesquisa e desenvolvimento deficientes, questões legais, visão e estratégia de operações digitais, baixo suporte e dedicação da gerência, problemas de criação de perfil, falta de cultura digital, comportamento relutante em relação à Indústria 4.0, benefício econômico sem investimentos digitais, falta de padrões globais e protocolos de compartilhamento de dados, falta de infraestrutura e redes baseadas na internet, falta de competência na adoção e aplicação de novos modelos de negócios, baixa qualidade dos dados existentes, falta de integração de plataformas tecnológicas, problemas de coordenação e colaboração, problemas de segurança, falta de apoio político e governamental e restrições financeiras. Após o mapeamento, os desafios foram submetidos à Análise Fatorial Exploratória (EFA), que os classificou em quatro dimensões principais: organizacional; questões legais e éticas; estratégicas e tecnológicas. Posteriormente, os desafios foram analisados por meio do Processo Hierárquico Analítico (AHP), permitindo a priorização das dimensões e dos desafios identificados, fornecendo <i>insights</i> estratégicos para a implementação da Indústria 4.0 no setor manufatureiro indiano.
24	<i>Occupational Health and Safety in the Industry 4.0 Era: A Cause for Major Concern?</i>	Badri; Boudreau-Trudel; Souissi, (2018)	Estudo Conceitual	Revisão Sistemática de Literatura	O estudo verifica como a saúde e segurança ocupacional (OHS) tem sido discutida e apresentada no contexto da Indústria 4.0, por meio de uma Revisão Sistemática da Literatura que busca analisar os efeitos positivos e negativos dessa transformação no ambiente de trabalho. Para isso, o estudo considera o impacto de tecnologias como <i>Big Data</i>, <i>Internet das Coisas</i> (IoT), Sistemas Ciberfísicos (CPS), Redes de Computadores, Robótica, Inteligência Artificial e Simulação na segurança e bem-estar dos trabalhadores. Por fim, a discussão do artigo é estruturada em quatro aspectos principais: organização do trabalho; enquadramento legislativo e regulamentar; sistemas de gestão e gestão de riscos ocupacionais

					forneendo uma visão abrangente sobre os desafios e oportunidades da OHS na Indústria 4.0.
25	<i>Industry 4.0 in Management Studies: A Systematic Literature Review</i>	Piccarozzi; Aquilani; Gatti, (2018)	Estudo Conceitual	Revisão Sistemática de Literatura	O estudo realiza uma Revisão Sistemática da Literatura para analisar e classificar as principais contribuições da Indústria 4.0, com o objetivo de identificar lacunas existentes sobre o tema. A pesquisa contribui para o desenvolvimento da literatura sobre Indústria 4.0 sob uma perspectiva gerencial e busca responder três questões principais: como a Indústria 4.0 pode ser definida do ponto de vista gerencial; quais são os principais tópicos desenvolvidos na literatura de gestão relacionados à Indústria 4.0 e quais são as principais lacunas identificadas. Dessa forma, o estudo fornece um panorama sobre o estado atual da pesquisa na área, destacando oportunidades para futuras investigações e abordagens estratégicas para a gestão na Indústria 4.0.
26	<i>A Literature Review of the Challenges and Opportunities of the Transition from Industry 4.0 to Society 5.0</i>	Mourtzis; Angelopoulos; Panopoulos, (2022)	Estudo Conceitual	Revisão de Literatura	O estudo apresenta uma análise da literatura sobre os desafios e oportunidades da transição do Setor 4.0 para a Sociedade 5.0. Para isso, os autores exploram definições e conceitos das principais tecnologias associadas à Indústria 4.0 e Sociedade 5.0, incluindo computação de bordo, gêmeos digitais, robôs colaborativos, <i>Internet das Coisas (IoT)</i> , <i>Big Data</i> e <i>Blockchain</i> . Além disso, o estudo discute direções para pesquisas futuras, abordando questões relevantes para a evolução da Indústria 4.0 em direção a um modelo de sociedade mais centrado no ser humano, sustentável e inteligente.
27	<i>Barriers to Industry 4.0 Adoption and its Performance Implications: An Empirical Investigation of Emerging Economy</i>	Chauhan; Singh; Luthra, (2021)	Estudo Empírico	Modelagem de Equações Estruturais (SEM)	O estudo avalia como as barreiras intrínsecas e extrínsecas à digitalização impactam a adoção da Indústria 4.0 nas empresas, analisando também a influência da digitalização no desempenho operacional e na gestão da cadeia de suprimentos. Foram mapeadas 10 barreiras extrínsecas e 10 barreiras intrínsecas, sendo desenvolvidas hipóteses para investigar a relação entre essas barreiras, as práticas de digitalização e o desempenho das empresas. O estudo analisou 143 empresas de manufatura indianas e utilizou a Modelagem de Equações Estruturais (SEM), aplicada por meio do <i>software Analysis of Moment Structure (AMOS)</i> , para testar oito hipóteses formuladas. Os resultados demonstraram que tanto as barreiras intrínsecas quanto as extrínsecas têm uma relação negativa com a digitalização, dificultando a adoção da Indústria 4.0. No entanto, verificou-se que a implementação da

					Indústria 4.0 melhora significativamente o desempenho operacional das empresas, bem como a eficiência da cadeia de suprimentos.
28	<i>Artificial Intelligence, Cyber-threats and Industry 4.0: Challenges and Opportunities</i>	Bécue; Praça; Gama, (2021)	Estudo Empírico	Estudo Teórico	O estudo apresenta uma discussão sobre as ameaças e oportunidades do uso da Inteligência Artificial (IA) no setor manufatureiro, considerando suas aplicações em usos defensivos e ofensivos. A pesquisa destaca os desafios técnicos, operacionais e de segurança associados à implementação da IA, analisando como essas questões impactam a eficiência e a confiabilidade dos processos industriais. Além disso, os desafios de segurança cibernética são discutidos no contexto da Indústria 4.0, evidenciando os riscos e precauções necessárias para garantir a proteção de dados.
29	<i>The Fourth Industrial Revolution: Issues and Implications for Career Research and Practice</i>	Hirschi, (2018)	Estudo Conceitual	Estudo Teórico	O estudo descreve como a Indústria 4.0 tem transformado o cenário do desenvolvimento de carreiras, analisando os modelos existentes de gestão de carreiras, suas estruturas e comparando-os com as questões emergentes que devem ser consideradas nesse novo contexto. Além disso, são discutidas as implicações das tecnologias e ferramentas da Indústria 4.0 na gestão de talentos e nas exigências do mercado de trabalho. Por fim, o estudo aponta direções e perspectivas para pesquisas futuras, sugerindo novas abordagens para a gestão de carreiras diante da digitalização e automação industrial.
30	<i>Fourth Industrial Revolution: Technological Drivers, Impacts and Coping Methods</i>	Li; Hou; Wu, (2017)	Estudo Conceitual	Estudo Teórico	O estudo apresenta algumas características da Indústria 4.0, abordando aspectos tecnológicos classificados como condutores tecnológicos e impulsionadores, além de avaliar seu impacto no desenvolvimento industrial, econômico e social. Os autores elencam 12 fatores de impacto, subdivididos em três dimensões principais, fabricação industrial, desenvolvimento econômico e emprego e igualdade social. Na dimensão de fabricação industrial, foram identificados cinco impactos: informatização do processo de fabricação; customização de produtos; redefinição da linha de produção; ajuste no modelo de negócios e escassez de recursos inovadores. Já a dimensão econômica engloba quatro impactos: grande oportunidade de desenvolvimento; aceleração da reestruturação econômica; aumento da eficiência produtiva e mudança global da cadeia de valor. Por fim, na dimensão de emprego e igualdade social, os impactos mapeados foram: criação

					de novos cargos; ampliação da desigualdade social e geração de desemprego estrutural. Para mitigar esses impactos, os autores propõem ações para as empresas e para o governo. No âmbito empresarial, são sugeridas alterações no modo de fabricação, ajustamento estratégico, melhor gestão organizacional e gestão flexível de recursos humanos. Já para o governo, são recomendadas a implementação de um novo plano de desenvolvimento, investimentos na formação de capital humano de ponta, atualização da estrutura do setor e maior controle da desigualdade social.
31	<i>Digital Innovation and The Fourth Industrial Revolution: Epochal Social Changes?</i>	Caruso, (2018)	Estudo Conceitual	Estudo Teórico	O estudo aborda as implicações das transformações provocadas pela Indústria 4.0 no mercado de trabalho, analisando os desafios e oportunidades decorrentes da Quarta Revolução Industrial. Para isso, avalia o impacto da inovação tecnológica tanto no cenário atual quanto em projeções para o futuro, considerando as mudanças nas demandas de qualificação profissional.
32	<i>Industry 4.0 and Sustainability Implications: A Scenario-Based Analysis of the Impacts and Challenges</i>	Bonilla <i>et al.</i> , (2018)	Estudo Conceitual	Revisão Sistemática de Literatura	O estudo discute, a partir de uma Revisão Sistemática da Literatura, o impacto e os desafios da sustentabilidade ambiental na Indústria 4.0, considerando quatro cenários principais: implantação; operação e tecnologias; integração e conformidade com as metas de desenvolvimento sustentável em cenários de longo prazo. Os impactos analisados são classificados pelos autores como positivos ou negativos, levando em conta quatro variáveis essenciais: consumo de matéria-prima (RM); consumo de energia (E); fluxo de informações (INFO) e descarte de produtos e resíduos (END). Essa abordagem permite compreender de forma detalhada os desafios ambientais da Indústria 4.0 e sua relação com a eficiência dos processos produtivos e a sustentabilidade a longo prazo.
33	<i>Industry 4.0 Implementation Challenges and Opportunities: A Managerial Perspective</i>	Bajic <i>et al.</i> , (2021)	Estudo Conceitual	Revisão Sistemática da Literatura	O estudo descreve os desafios de implementação da Indústria 4.0 em indústrias de manufatura, mapeando e categorizando essas dificuldades em desafios gerenciais e tecnológicos, com um maior enfoque nos desafios gerenciais. Para isso, os desafios foram identificados, codificados e organizados em dez categorias principais, associadas a riscos específicos: Sistemas Ciberfísicos; <i>Internet das Coisas</i> ; Análise de <i>Big Data</i> ; Computação em Nuvem; Realidade Aumentada e Virtual; Robótica; Segurança Cibernética; Tecnologias da <i>Web Semântica</i> e Manufatura Aditiva. Como

					resultado da Revisão Sistemática da Literatura, foram mapeados 55 desafios de implementação da Indústria 4.0, dos quais 23 estão relacionados a desafios gerenciais e 32 correspondem a desafios tecnológicos. Além disso, o estudo identifica oportunidades para minimizar esses desafios, fornecendo <i>insights</i> para a adoção mais eficaz da Indústria 4.0 no setor manufatureiro.
34	<i>An Industry 4.0 Research Agenda for Sustainable Business Models</i>	Man; Strandhagen, (2017)	Estudo Conceitual	Estudo Teórico	O estudo verifica a influência da Indústria 4.0 nos modelos de negócios sustentáveis, analisando como suas tecnologias impulsionadoras podem contribuir para a transformação dos processos empresariais. Para isso, os autores apresentam possíveis cenários de negócios sustentáveis, explorando diferentes formas de integração da digitalização, automação e conectividade com práticas sustentáveis. Além disso, o estudo propõe uma agenda de pesquisa futura, sugerindo direções para investigar como as tecnologias da Indústria 4.0 podem ser aplicadas no desenvolvimento de modelos de negócios sustentáveis.
35	<i>Industrial Big Data in an Industry 4.0 Environment: Challenges, Schemes, and Applications for Predictive Maintenance</i>	Yan <i>et al.</i> , (2017)	Estudo Empírico	Estudo de Caso	O estudo aborda o cenário do <i>Big Data</i> Industrial, explorando o processamento de dados no ambiente industrial e propondo uma nova estrutura para a caracterização dos dados a partir de diversas fontes de modelagem. Além disso, considera aspectos como a manutenção preditiva das instalações e a economia de energia como fatores estratégicos para a otimização dos processos produtivos. Para validar a eficácia do método proposto, foi realizado um estudo de caso, no qual foi projetada a vida útil restante de um componente-chave de um equipamento de usinagem, demonstrando a aplicabilidade da abordagem desenvolvida para a manutenção preditiva.
36	<i>Aspects of Risk Management Implementation for Industry 4.0</i>	Tupa; Simota; Steiner, (2017)	Estudo Conceitual	Revisão de Literatura	O estudo realiza uma análise sobre a Indústria 4.0, associando-a à implementação da gestão de riscos. Para isso, os autores desenvolvem um <i>framework</i> voltado para a gestão de riscos no contexto da Indústria 4.0, proporcionando uma abordagem estruturada para identificar, avaliar e mitigar riscos tecnológicos e operacionais. A implementação desse modelo foi baseada no ciclo PDCA (<i>Plan, Do, Check, Act</i>), proposto por Deming, um dos gurus da Qualidade, permitindo um processo contínuo de melhoria e adaptação às demandas da transformação digital.

37	<i>Industry 4.0 Framework for Management and Operations: A Review</i>	Saucedo-Martínez <i>et al.</i> , (2018)	Estudo Conceitual	Revisão Sistemática de Literatura (Análise Qualitativa de Conteúdo)	O estudo avalia as oportunidades e perspectivas na implementação das ferramentas e tecnologias da Indústria 4.0, por meio de uma Revisão Sistemática da Literatura. A pesquisa analisa as categorias e os avanços na literatura, buscando identificar lacunas de pesquisa relacionadas à aplicação da Indústria 4.0 em sistemas organizacionais dentro da cadeia de valor. Dessa forma, o estudo fornece uma visão ampla sobre o estado atual das pesquisas, destacando desafios, tendências e oportunidades para futuras investigações no contexto da transformação digital.
38	<i>Navigating the Fourth Industrial Revolution</i>	Maynard, (2015)	Estudo Conceitual	Estudo Teórico	O estudo descreve algumas características da Indústria 4.0 no contexto da Quarta Revolução Industrial, com foco na avaliação dos desafios para o desenvolvimento e uso responsável das tecnologias convergentes. O autor destaca seis ações para minimizar esses desafios, sendo elas: promover diálogos eficazes entre as partes interessadas; incentivar a empatia para melhorar esses diálogos; proporcionar novas oportunidades educacionais para atuais e novos interessados; desenvolver a capacidade de novas pessoas; transformar os riscos em novas oportunidades e, por fim, investir em parcerias público-privadas.
39	<i>The Impact of The Fourth Industrial Revolution: A cross-country/region Comparison</i>	Liao <i>et al.</i> , (2018)	Estudo Conceitual	Revisão Sistemática de Literatura	O estudo avalia, por meio de uma Revisão Sistemática da Literatura, as políticas públicas mais influentes em diferentes países, analisando suas características e diferenças e apresentando um panorama sobre seus principais objetivos, formas de financiamento, áreas de ação e setores de manufatura prioritários. Para atingir esse objetivo, os autores estruturaram a pesquisa em torno de três questões principais: qual o impacto da Quarta Revolução Industrial em diferentes países; quais são as políticas públicas mais influentes relacionadas à Indústria 4.0; e quais são as principais semelhanças e diferenças entre essas políticas. Dessa forma, o estudo contribui para a compreensão do papel governamental no incentivo à transformação digital da indústria e no desenvolvimento de estratégias eficazes para a adoção da Indústria 4.0.
40	<i>Assessing Challenges for Implementing Industry 4.0: Implications for Process Safety and Environmental Protection</i>	Moktadir <i>et al.</i> , (2018)	Estudo Empírico	Best-Worst - BWM	O estudo identifica os desafios para a implementação da Indústria 4.0 no setor manufatureiro de couro em Bangladesh, mapeando dez desafios principais encontrados na literatura: insegurança de dados; alto investimento; falta de infraestrutura tecnológica; conectividade instável entre empresas, diminuição de

					oportunidades de trabalho; falta de estratégia para a indústria; efeitos colaterais ambientais; complexidade na reconfiguração do padrão de produção; falta de equipe gestora qualificada e complexidade na integração de TI e OT. Para avaliar a relevância de cada desafio, o estudo aplicou o método de tomada de decisão multicritério <i>Best-Worst Method</i> (BWM), permitindo classificar os desafios em ordem de importância para a indústria manufatureira de couro. Além de identificar e priorizar esses desafios, o estudo apresenta implicações práticas e gerenciais para facilitar a adoção da Indústria 4.0 nesse setor, contribuindo para a criação de estratégias mais eficazes na transformação digital das indústrias de couro em Bangladesh.
41	<i>Managerial Challenges of Industry 4.0: An Empirically Backed Research Agenda for a Nascent Field</i>	Schneider, (2018)	Estudo Conceitual	Revisão Sistemática de Literatura	O estudo utiliza uma Revisão Sistemática da Literatura para identificar os desafios gerenciais da Indústria 4.0, organizando-os em seis grupos principais: estratégia e análise; planejamento e implementação; cooperação e redes; modelos de negócios; recursos humanos e mudança e liderança. A partir dessa categorização, foram identificados 18 desafios gerenciais, incluindo avaliação do impacto nos mercados e na concorrência, determinação de uma abordagem estratégica geral, desenvolvimento de um caminho de transformação estratégica, identificação e desenvolvimento de casos de uso específicos, realização de análises de custo-benefício e tomada de decisões de investimento, planejamento de caminhos de migração para implementação, avaliação da colaboração interorganizacional, decisão entre fazer ou comprar, identificação e seleção de formas de colaboração e parceiros adequados, derivação de implicações para o modelo de negócios, desenvolvimento e inovação de novos modelos de negócios, avaliação do impacto na vida profissional, projeção do local de trabalho do futuro e qualificação dos funcionários, construção de capacidades digitais no nível empresarial, governança, controle e coordenação do processo de transformação, criação de aceitação para a mudança e neutralização da inércia organizacional e, por fim, estabelecimento de uma cultura de experimentação, assunção de riscos e colaboração. Além disso, os desafios identificados foram qualificados em termos de importância prática por meio de uma pesquisa <i>online</i> com gestores e estudantes. Para concluir, o autor

					propôs uma agenda empírica em três categorias, sendo pesquisa de aprimoramento da prática, pesquisa de aprimoramento do conhecimento e pesquisa de alto impacto, fornecendo direções estratégicas para futuras investigações sobre os desafios gerenciais da Indústria 4.0.
42	<i>Social Sustainability in the Age of Digitalization: A Systematic Literature Review on the Social Implications of Industry 4.0</i>	Grybauskas; Stefanini; Ghobakhloo, (2022)	Estudo Conceitual	Revisão Sistemática da Literatura	O estudo analisa, por meio de uma Revisão Sistemática da Literatura, as tendências e consequências da sustentabilidade social da Indústria 4.0, destacando as principais lacunas existentes e propondo caminhos para futuras pesquisas. Os autores consideram tanto a literatura acadêmica quanto a literatura cinzenta, permitindo uma visão abrangente do tema. Como resultado, observa-se que a literatura cinzenta enfatiza as implicações positivas da Indústria 4.0 para a sustentabilidade econômica e social, enquanto a literatura acadêmica concentra-se nos impactos negativos da Indústria 4.0, evidenciando desafios como desigualdade social, mudanças no mercado de trabalho e impactos na força de trabalho.
43	<i>Industry 4.0 and Supply Chain Performance: A Systematic Literature Review of the Benefits, Challenges, and Critical Success Factors of 11 Core Technologies</i>	Rad et al., (2022)	Estudo Conceitual	Revisão Sistemática da Literatura	O estudo apresenta os benefícios, desafios e fatores críticos de sucesso de 11 tecnologias relacionadas à Indústria 4.0, sendo elas: <i>Internet das Pessoas</i> ; <i>Internet das Coisas</i> ; Computação em Nuvem; <i>Big Data</i> ; <i>Blockchain</i> ; Realidade Aumentada; Automação; Robótica; Manufatura Aditiva; Simulação e Tecnologias Semânticas. Após a identificação dos benefícios, desafios e fatores críticos de sucesso dessas tecnologias, também foram mapeadas lacunas de pesquisa e elaborada uma agenda para estudos futuros. Como principais implicações, os autores destacam a integração e otimização como benefícios, os elevados custos e a necessidade de qualificação de recursos humanos como desafios, e o alinhamento estratégico e o apoio da alta gestão como fatores críticos de sucesso para a adoção dessas tecnologias no contexto da Indústria 4.0.
44	<i>Analysis of the Adoption of Emergent Technologies for Risk Management in the Era of Digital Manufacturing</i>	Rodríguez-Espíndola et al., (2022)	Estudo Empírico	Modelo de Equações Estruturais	O estudo avalia o uso das tecnologias <i>Big Data</i> , Inteligência Artificial, Computação em Nuvem e <i>Blockchain</i> para o gerenciamento de riscos a partir da perspectiva de gerentes de operações da Indústria Manufatureira do Reino Unido. Para isso, foi aplicado o Modelo de Equações Estruturais (SEM), permitindo a construção de um modelo empírico para analisar a aceitação dos usuários em relação às tecnologias da Indústria 4.0 no

					gerenciamento de riscos. O estudo combina três abordagens teóricas, Visão Baseada em Recursos (RBV), Modelo de Aceitação de Tecnologia (TAM) e Teoria Institucional, levando em consideração a influência de fatores externos e internos na adoção dessas tecnologias. Como principais resultados, destaca-se o impacto da maturidade da Indústria de Transformação Digital, da pressão do mercado e das regulamentações na efetividade do gerenciamento de riscos operacionais, evidenciando os fatores que impulsionam ou limitam a adoção dessas inovações no setor manufatureiro.
45	<i>Making the Links Among Environmental Protection, Process Safety, and Industry 4.0</i>	Gobbo Junior et al., (2018)	Estudo Conceitual	Revisão de Literatura – Análise Bibliométrica	O estudo identifica os principais desafios e oportunidades de pesquisa futura em segurança de processo e proteção ambiental (PSEP) no contexto da Indústria 4.0, buscando avaliar o potencial de integração entre essas duas áreas. Para atingir esse objetivo, os autores empregaram redes bibliométricas, utilizando o <i>software VOSviewer</i> para mapear e analisar as principais características e conexões entre a Indústria 4.0 e o PSEP, além de avaliar as redes de coocorrência de palavras-chave. Como resultado, o estudo apresenta uma discussão detalhada sobre os principais benefícios dessa integração, destacando a importância da adoção de tecnologias da Indústria 4.0 para melhorar a segurança dos processos industriais e reduzir impactos ambientais.
46	<i>The Intelligent Industry of the Future: A Survey on Emerging Trends, Research Challenges and Opportunities in Industry 4.0</i>	Preuveneers; Ilie-Zudor, (2017)	Estudo Conceitual	Estudo Qualitativo	O estudo apresenta conceitos recentes sobre a Indústria 4.0, identificando desafios e oportunidades relacionados ao tema. Além disso, aborda tópicos essenciais para o design de ambientes inteligentes, explorando aspectos como produção em rede sem fios industriais, gestão do conhecimento aprimorada com sistemas industriais, planejamento e otimização orientados ao <i>Big Data</i> e análise de dados em nuvem. Também discute a criação de <i>insights</i> por meio de aprendizado de máquina e mineração de dados para aplicações na Indústria 4.0, além de aspectos de interação humano-computador. Por fim, o estudo analisa ameaças à segurança e privacidade, bem como as regulamentações de conformidade para o setor de manufatura, destacando os desafios da transformação digital na indústria.
47	<i>Supply Chain Traceability: A Review of the Benefits</i>	Razak; Hendry; Stevenson, (2023)	Estudo Conceitual	Revisão Sistemática da Literatura	O estudo desenvolve uma estrutura conceitual para investigar a relação direta entre os benefícios da rastreabilidade e a sensibilização sobre riscos e benefícios na Cadeia de Suprimentos.

	<i>and its Relationship with Supply Chain Resilience</i>				Para isso, utiliza uma Revisão Sistemática da Literatura, analisando o estado da arte sobre a implementação das tecnologias da Indústria 4.0 na gestão da cadeia de suprimentos. Como resultado, o estudo apresenta uma agenda para pesquisas futuras, propondo a expansão do modelo conceitual, com o objetivo de aprofundar a compreensão dos impactos da rastreabilidade na eficiência e segurança das operações logísticas.
48	<i>How Data Will Transform Industrial Processes: Crowdsensing, Crowdsourcing and Big Data as Pillars of Industry 4.0</i>	Pilloni, (2018)	Estudo Conceitual	Estudo Teórico	O estudo elenca os principais pontos da Indústria 4.0, abordando as tecnologias que impulsionam sua evolução e os principais indicadores de aplicação impactados por essa transformação. Entre as tecnologias impulsionadoras destacadas, estão: <i>Internet das Coisas</i> (IoT); <i>Sistemas Ciberfísicos</i> (CPS); <i>Crowdsensing</i> ; <i>Computação em Nuvem</i> e <i>Big Data</i> . Essas tecnologias são analisadas em relação a diferentes aspectos da indústria, incluindo eficiência produtiva, qualidade e custo-benefício, saúde e segurança no trabalho, qualidade das condições de trabalho e qualidade e disponibilidade dos produtos.
49	<i>Exploring the Role of Artificial Intelligence in Managing Agricultural Supply Chain Risk to Counter the Impacts of the COVID-19 Pandemic</i>	Nayal <i>et al.</i> , (2022)	Estudo Empírico	Modelo de Equações Estruturais	O estudo analisa os fatores que influenciam a adoção da Inteligência Artificial (IA) e sua contribuição para a minimização de riscos na Cadeia de Suprimentos (SCRM). Para isso, os autores exploram o impacto de fatores estruturais de tecnologia, organização e ambiente, além de considerar três fatores adicionais: integração da cadeia de suprimentos (SCI); compartilhamento de informação (SI) e fatores de processo (PF) na adoção da IA. A pesquisa foi conduzida com 297 empresários agroindustriais indianos, e os dados foram analisados por meio da Modelagem de Equações Estruturais (SEM) para testar as hipóteses propostas. Como contribuição, o estudo fornece <i>insights</i> estratégicos para gestores, auxiliando na tomada de decisões mais eficientes e eficazes sobre investimentos em soluções tecnológicas baseadas em IA para melhorar a resiliência e segurança das cadeias de suprimentos.
50	<i>IoT in Supply Chain Management: Opportunities and Challenges for Businesses in Early Industry 4.0 Context</i>	Vass; Shee; Miah, (2021)	Estudo Empírico	Estudo Qualitativo utilizando o NVivo	O estudo investiga as oportunidades e desafios do uso da <i>Internet das Coisas</i> (IoT) nas cadeias de suprimentos com o objetivo de otimizar o desempenho operacional. Para isso, foram realizadas entrevistas com gerentes australianos do setor varejista, e os dados foram analisados utilizando o <i>software NVivo</i> . As oportunidades e desafios foram mapeados por meio de perguntas abertas,

					cuidadosamente elaboradas pelos autores para minimizar vieses de desejabilidade social, garantindo uma análise mais objetiva e realista das percepções dos participantes.
51	<i>Industry 4.0 and The Digital Society: Concepts, Dimensions and Envisioned Benefits</i>	Fonseca, (2018)	Estudo Conceitual	Revisão de Literatura	O estudo fornece um panorama sobre os diferentes conceitos da Indústria 4.0, abordando sua implementação, benefícios e os principais desafios para sua adoção. Além disso, discute novas abordagens de modelos de negócios no contexto da Indústria 4.0, apresentando sugestões e direções para pesquisas futuras. Como principais resultados, são destacados os benefícios da Indústria 4.0, incluindo redução do tempo de ciclo das operações, maior agilidade nas entregas, melhoria da qualidade e customização de produtos e serviços, evidenciando o impacto positivo da transformação digital no setor industrial.
52	<i>Big Data Analytics in Industrial IoT Using a Concentric Computing Model</i>	Rehman et al., (2018)	Estudo Conceitual	Estudo Teórico	O estudo descreve um modelo de Computação Concêntrica (CCM), composto por sistemas de detecção, processadores de gateway internos e externos, além de processadores centrais (também internos e externos). O modelo foi desenvolvido com base nos conceitos e características do <i>Big Data</i> , aplicado à <i>Internet Industrial das Coisas</i> (IIoT), proporcionando uma abordagem estruturada para o processamento e análise de grandes volumes de dados no ambiente industrial. Além disso, o estudo discute os desafios enfrentados na implementação do CCM em conjunto com a IIoT, destacando questões como segurança, escalabilidade e eficiência computacional. Por fim, são apresentadas direções e sugestões para pesquisas futuras, contribuindo para o avanço do uso da computação concêntrica na otimização de processos industriais.
53	<i>Barriers to Adopt Industry 4.0 in Supply Chains using Interpretive Structural Modeling</i>	Attiany et al., (2023)	Estudo Empírico	Modelagem Estrutural Interpretativa (ISM) e Matriz Aplicadas à Classificação (MICMAC)	O estudo explora as barreiras à adoção da Indústria 4.0 na Cadeia de Suprimentos Manufatureira, identificando e ordenando dez barreiras principais. Para a classificação de acordo com importância e impacto, foram utilizadas a Modelagem Estrutural Interpretativa (ISM) e a Matriz Aplicada à Classificação (MICMAC). As barreiras identificadas incluem: falta de estratégia digital; falta de infraestrutura; resistência do pessoal para adotar novas tecnologias; elevados requisitos de investimento; desafios de gestão e qualidade de dados; incerteza dos benefícios econômicos; baixo nível de maturidade da tecnologia; falta de competências adequadas e rupturas no emprego. Como resultado, os autores

					concluíram que, para melhorar a adoção da Indústria 4.0, é essencial abordar oito barreiras principais, sendo elas: falta de infraestrutura; resistência à adoção de novas tecnologias; altos investimentos; desafios na gestão e qualidade de dados; incerteza dos benefícios econômicos; baixo nível de maturidade tecnológica; falta de competências adequadas e impactos no emprego. O estudo destaca a importância de estratégias que superem essas barreiras.
54	<i>Big Data Challenges and Opportunities in the Hype of Industry 4.0</i>	Khan et al., (2017)	Estudo Conceitual	Estudo Teórico	O estudo discute os desafios e oportunidades do <i>Big Data</i> Industrial no contexto da Indústria 4.0, destacando o potencial dessa tecnologia para novas pesquisas, inovação e implementação de diferentes algoritmos. Como principais desafios, são identificados aspectos relacionados à aquisição de dados de automação, transformação de dados, integração e modelagem de dados, processamento de dados em lote, acesso em tempo real, segurança e privacidade, análise de dados e apresentação de dados. Além disso, o estudo apresenta aplicações do <i>Big Data</i> na Indústria 4.0, incluindo inteligência de negócios (<i>Business Intelligence</i> – BI), tolerância a falhas, melhoria da qualidade do produto, previsão da saúde da máquina, planejamento de produção e cidades inteligentes.
55	<i>A Conceptual Framework for Blockchain-based Sustainable Supply Chain and Evaluating Implementation Barriers: A Case of the tea Supply Chain</i>	Mangla et al., (2022)	Estudo Empírico	Hierarquia Fuzzy Esférica de Abordagem de Processo (SF-AHP)	O estudo apresenta um quadro conceitual para a integração da tecnologia <i>Blockchain</i> na cadeia de fornecimento sustentável de chá, identificando os desafios para a transição para um sistema integrado de gerenciamento baseado em <i>Blockchain</i>. Além disso, o estudo propõe ações para classificar e priorizar os riscos potenciais que podem surgir durante esse processo de integração. Para isso, os autores utilizaram a <i>Hierarquia Fuzzy Esférica de Abordagem de Processo</i> (SF-AHP) aplicada à Indústria da Cadeia de Abastecimento de Chá na Turquia. Após uma revisão abrangente da literatura e com base nas opiniões de especialistas e decisores, foram identificadas e classificadas quatro dimensões principais: Tecnológica; Organizacional; Econômica e Social, além de 20 subcritérios de riscos, que foram alocados dentro dessas dimensões. O estudo contribui para uma melhor compreensão dos desafios e das estratégias necessárias para a implementação eficaz do <i>Blockchain</i> na cadeia de fornecimento, promovendo maior transparência, rastreabilidade e sustentabilidade.

56	<i>Industry 4.0 and its Implementation: a Review</i>	Zhang <i>et al.</i> , (2021)	Estudo Conceitual	Revisão Sistemática da Literatura	O estudo desenvolve uma Revisão Sistemática da Literatura sobre a Indústria 4.0, considerando o impacto da industrialização inteligente nos fabricantes. A pesquisa destaca os objetivos da Indústria 4.0, as barreiras para sua implementação e as principais soluções para superar esses desafios.
57	<i>Perspectives on the Future of Manufacturing within the Industry 4.0 Era</i>	Hughes <i>et al.</i> , (2022)	Estudo Conceitual	Revisão de Literatura	O estudo desenvolve uma revisão sobre os temas tecnológicos relacionados à Indústria 4.0, considerando a perspectiva de mercados em desenvolvimento e emergentes e analisando o contexto da Indústria 4.0 a partir dos conceitos dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) das Nações Unidas (ONU). O estudo aborda temas significativos, apresentando uma avaliação crítica dos principais tópicos que impactam a próxima geração de fabricantes, além de discutir os desafios e barreiras à implementação.
58	<i>Integration of Social and IoT Technologies: Architectural Framework for Digital Transformation and Cyber Security Challenges</i>	Mendhurwar; Mishra, (2021)	Estudo Conceitual	Estudo Qualitativo	O estudo descreve a importância da integração de tecnologias sociais e da IoT, destacando as oportunidades e desafios no contexto da transformação digital. Os autores analisam os principais desafios relacionados à segurança cibernética e à privacidade dos dados, que são aspectos críticos na adoção dessas tecnologias. Por fim, são identificadas possíveis medidas de segurança para cada uma das camadas de convergência tecnológica, visando mitigar riscos e garantir a proteção das informações no ambiente digital.
59	<i>Research Challenges of Industry 4.0 for Quality Management</i>	Foidl; Felderer, (2016)	Estudo Conceitual	Estudo Teórico	O estudo identifica os principais desafios da Indústria 4.0 para a gestão da qualidade, com foco na visão prática de uma empresa austríaca de serviços de manufatura eletrônica. Os desafios mapeados são classificados em três aspectos principais da Indústria 4.0: integração vertical; integração horizontal e integração ponta a ponta, os quais são analisados em associação com os fundamentos dos sistemas de gerenciamento da qualidade DIN ISO 9000.
60	<i>Benefit–Risk Perceptions of FinTech Adoption for Sustainability from Bank Consumers’ Perspective: The Moderating Role of Fear of COVID-19</i>	Abdul-Rahim <i>et al.</i> , (2022)	Estudo Empírico	Modelo de Equações Estruturais (SEM)	O estudo examina a influência dos benefícios e riscos percebidos no comportamento das <i>FinTechs</i> , avaliando também o medo dos consumidores bancários em relação aos serviços aprimorados pós-pandemia da COVID-19 e a adoção comportamental da <i>FinTech</i> para a sustentabilidade. A pesquisa foi conduzida com consumidores bancários da Malásia, resultando em 1279 questionários utilizáveis, dos quais 400 foram selecionados aleatoriamente para análise. Para o tratamento dos dados, os

					autores utilizaram a Modelagem de Equações Estruturais (SEM). Como principais resultados, constatou-se que os benefícios percebidos influenciam significativamente a adoção da <i>FinTech</i>, enquanto os riscos percebidos não apresentam influência significativa. Além disso, foi identificado que o medo da COVID-19 modera a relação entre benefícios percebidos e adoção da <i>FinTech</i> e que a adoção da <i>FinTech</i> tem um impacto significativo na sustentabilidade.
61	<i>Industry 4.0: Emerging Themes and Future Research Avenues Using a Text Mining Approach</i>	Galati; Bigliardi, (2019)	Estudo Conceitual	Revisão de Literatura (Mineração de Dados/Texto)	O estudo estabelece dois objetivos centrais: primeiro, identificar os principais temas discutidos sobre a Indústria 4.0 e acompanhar sua evolução ao longo do tempo, utilizando a técnica de mineração de texto/dados; segundo, propor uma agenda para estudos futuros sobre a temática, com base em uma revisão de literatura em artigos científicos. A pesquisa é estruturada em quatro principais categorias de análise, sendo elas negócios, operações, soluções tecnológicas e trabalho e competências.
62	<i>Towards Design and Implementation of Industry 4.0 for Food Manufacturing</i>	Konur <i>et al.</i> , (2023)	Estudo Empírico	Estudo de Caso	O estudo identifica os desafios da implementação das tecnologias da Indústria 4.0 a partir de um estudo de caso em uma empresa de fabricação de alimentos no Reino Unido, especificamente na produção de bolachas de água e sal, analisando como essa transformação impacta a empresa e seus processos industriais. Além disso, os autores desenvolvem um sistema de controle de produção inteligente, integrando Inteligência Artificial, Aprendizado de Máquina, <i>Internet das Coisas</i>, <i>Big Data</i>, Sistemas Ciberfísicos e Computação em Nuvem. O sistema desenvolvido aprimora a coleta de dados, extração de informações e monitoramento inteligente, proporcionando maior eficiência e consistência na produção, além de contribuir para a redução de custos operacionais.
63	<i>The Challenges and Opportunities of Era 5.0 for a More Humanistic and Sustainable Society —A Literature Review</i>	Tavares; Azevedo; Marques, (2022)	Estudo Conceitual	Revisão Sistemática de Literatura	O estudo analisa os desafios da Era 5.0 e seus impactos na indústria, sociedade e educação, considerando-os como motores e promotores do desenvolvimento sustentável. Dessa forma, busca destacar os desafios do desenvolvimento tecnológico da Indústria 5.0, a mudança inclusiva na Educação 5.0 e a transformação sustentável na Sociedade 5.0, evidenciando como esses fatores se interconectam para impulsionar a evolução dos sistemas produtivos, educacionais e sociais.

64	<i>Labor Market Risks of Industry 4.0, Digitization, Robots and AI</i>	Rajnai; Kocsis, (2017)	Estudo Conceitual	Estudo Teórico	O estudo avalia os riscos do mercado de trabalho sob a perspectiva da Indústria 4.0, considerando o impacto de tecnologias impulsionadoras como digitalização, robotização e Inteligência Artificial (IA). Além disso, analisa a redução de empregos causada pela automação, ao mesmo tempo em que discute novas oportunidades de trabalho que poderão surgir com a evolução da Indústria 4.0, destacando a transformação do perfil profissional e das demandas por novas habilidades no setor produtivo.
65	<i>Lean and Industry 4.0: Mapping Determinants and Barriers from a Social, Environmental, and Operational Perspective</i>	Yilmaz et al., (2022)	Estudo Conceitual	Revisão Sistemática de Literatura	O estudo identifica pesquisas que integram a implementação dos princípios do <i>Lean</i> com as tecnologias da Indústria 4.0, mapeando seus benefícios, barreiras e fatores de sucesso, com foco nas perspectivas ambientais, sociais e operacionais. A partir de uma Revisão Sistemática da Literatura, foram analisados 42 estudos de caso que aplicaram os princípios do <i>Lean</i> em conjunto com as tecnologias da Indústria 4.0. Entre os benefícios operacionais, destacam-se melhorias no prazo de entrega, aumento da produtividade e aprimoramento da qualidade. No aspecto ambiental, há um potencial significativo para estimar o uso de recursos na produção, visando a redução das emissões de CO ² . Como principais barreiras, evidenciam-se o alto custo de investimento e a prontidão tecnológica, que representam desafios para a ampla adoção dessa integração.
66	<i>Impact of Cybersecurity on Operations and Supply Chain Management: Emerging Trends and Future Research Directions</i>	Kumar; Mallipeddi, (2022)	Estudo Conceitual	Estudo Qualitativo	O estudo apresenta direções para pesquisas futuras voltadas para gestão de produção e operações (POM), com o objetivo de auxiliar organizações, cadeias de suprimentos e governos no desenvolvimento de estratégias para reduzir ataques cibernéticos e seus efeitos no contexto da Indústria 4.0. São discutidas ações e estratégias em diversas áreas, incluindo operações globais, gestão de operações de saúde, políticas públicas, gestão de tecnologia, gestão da cadeia de suprimentos e tecnologias disruptivas, destacando a necessidade de abordagens integradas para fortalecer a segurança cibernética na transformação digital da indústria.
67	<i>Threat Modelling for Industrial Cyber Physical Systems in the Era of Smart Manufacturing</i>	Jbair et al., (2022)	Estudo Empírico	Estudo de Caso (Modelagem)	O estudo propõe a modelagem de ameaças cibernéticas para Sistemas Ciberfísicos Industriais (ICPS), permitindo que as organizações de manufatura identifiquem e abordem ameaças potenciais e ataques cibernéticos para proteger seus ativos já no estágio inicial do ciclo de vida de desenvolvimento de ICPS. A partir dessa modelagem, busca-se identificar os níveis de risco e

					suas gravidades, além de propor contramedidas eficazes para minimizar os impactos e fortalecer a segurança desses sistemas no ambiente industrial.
68	<i>Design and Management of Assembly Systems 4.0: Systematic Literature Review and Research Agenda</i>	Dolgui; Sgarbossa; Simonetto, (2022)	Estudo Conceitual	Revisão Sistemática de Literatura	O estudo investiga como as tecnologias da Indústria 4.0 podem transformar as áreas de decisão dos Sistemas de Montagem (ASs), fornecendo uma visão sobre perspectivas e desafios futuros. Para isso, os autores buscam responder a três questões principais: como as tecnologias da Indústria 4.0 são aplicadas ao AS4; como essas tecnologias impactam as áreas de decisão do AS4.0 e quais são as necessidades futuras de pesquisa nessa área.
69	<i>A framework of Sustainability Drivers and Externalities for Industry 4.0 Technologies Using the Best-Worst Method</i>	El Baz et al., (2022)	Estudo Empírico	Revisão Sistemática de Literatura e <i>The Best-Worst Method</i>	O estudo avalia como os <i>drivers</i> de sustentabilidade podem ser considerados na implementação das tecnologias da Indústria 4.0, analisando sua influência nos processos produtivos e nos impactos gerados. Para isso, os autores identificam <i>drivers</i> de sustentabilidade e externalidades da Indústria 4.0 a partir de uma Revisão Sistemática da Literatura, que foram posteriormente ponderados com base na opinião de especialistas. Os resultados evidenciam o papel do suporte e comprometimento da gestão na adoção de iniciativas da Indústria 4.0 voltadas à sustentabilidade, destacando suas externalidades econômicas e socioambientais. Como principais achados, o estudo identificou nove <i>drivers</i> e quatorze externalidades, fornecendo uma base para a formulação de estratégias que equilibrem inovação tecnológica e responsabilidade sustentável.
70	<i>Prioritizing Barriers for the Adoption of Industry 4.0 Technologies</i>	Senna et al., (2022)	Estudo Empírico	Modelagem de Estrutural Interpretativa (ISM) e Impacto da Matriz de Multiplicação Cruzada Aplicada à Classificação (MICMAC)	O estudo define as inter-relações entre as barreiras à adoção das tecnologias da Indústria 4.0 e sua priorização em indústrias de transformação portuguesas. Para analisar essas inter-relações, foi utilizada a Modelagem Estrutural Interpretativa (ISM) para identificar as barreiras e a Matriz de Multiplicação Cruzada Aplicada à Classificação (MICMAC) para determinar as barreiras raiz. Como resultado, foram identificadas 14 barreiras, que, após validação com especialistas, foram organizadas em cinco níveis de inter-relacionamentos, considerando uma estrutura baseada em Tecnologia, Organização e Ambiente. A análise concluiu que a falta de padronização e a ausência de soluções prontas para uso foram classificadas como barreiras raiz, sendo essas as principais prioridades para investigação e superação na adoção da Indústria 4.0.

71	<i>Digital Transformation of Organizations: What do we Know and where to go Next?</i>	Jedynak <i>et al.</i> , (2021)	Estudo Conceitual	Revisão Sistemática de Literatura (Análise Temática)	O estudo fornece, a partir de uma Revisão Sistemática da Literatura, um mapa mental de pesquisa sobre a transformação digital na gestão das organizações. Após a revisão, os autores realizam uma análise temática do conjunto de dados provenientes tanto da literatura acadêmica quanto da literatura cinzenta, permitindo uma visão abrangente sobre o tema. Como resultado, são identificadas lacunas de pesquisa e direções para estudos futuros, destacando áreas que necessitam de maior aprofundamento e oportunidades para novas investigações no contexto da transformação digital organizacional.
72	<i>Digital Literacy in Digital Society 5.0: Some Challenges</i>	Sá <i>et al.</i> , (2021)	Estudo Conceitual	Estudo Qualitativo (Análise de Conteúdo).	O estudo analisa os desafios das antigas e novas desigualdades sociais para a inclusão social na sociedade superinteligente, caracterizada pela crescente presença do digital a serviço do desenvolvimento social e econômico sustentável. Para isso, os autores utilizam uma abordagem qualitativa, especificamente a análise de conteúdo, resultando em uma avaliação sobre como os conceitos da Sociedade 5.0 são incorporados em países que buscam o desenvolvimento sustentável, considerando as dimensões econômica, social e ambiental.
73	<i>Impact of IoT on Manufacturing Industry 4.0: A New Triangular Systematic Review</i>	Kalsoom <i>et al.</i> , (2021)	Estudo Conceitual	Revisão Sistemática de Literatura	O estudo descreve, a partir de uma Revisão Sistemática da Literatura, as principais categorias e contribuições da Indústria tradicional para a Indústria 4.0, abordando especialmente o impacto da <i>Internet das Coisas</i> (IoT) na indústria de manufatura 4.0. Como resultado, os autores identificam seis diferenças críticas entre a Indústria tradicional e a Indústria 4.0, além de 10 facilitadores e 11 desafios relacionados às aplicações da IoT. Após análise desses aspectos, o estudo também destaca as lacunas de conhecimento que precisam ser abordadas em pesquisas futuras, com o objetivo de aprimorar o entendimento sobre a Indústria 4.0 e as potencialidades da IoT no contexto industrial.
74	<i>A Systematic Literature Review for Digital Business Ecosystems in the Manufacturing Industry: Prerequisites, Challenges, and Benefits</i>	Suuronen <i>et al.</i> , (2022)	Estudo Conceitual	Revisão Sistemática de Literatura	O estudo identifica os pré-requisitos, desafios e benefícios do <i>Digital Business Ecosystem</i> (DBEs) para a manufatura, com base na análise de 149 artigos de periódicos. Como resultado, foram identificados 9 pré-requisitos, 8 desafios e 8 benefícios relacionados aos DBEs na manufatura. Além disso, o estudo aponta 5 principais tendências para estudos futuros, que podem auxiliar na evolução e implementação dos ecossistemas de

					negócios digitais, promovendo avanços na transformação digital e inovação no setor manufatureiro.
75	<i>Technological Modernizations in the Industry 5.0 Era: A Descriptive Analysis and Future Research Directions</i>	Alojaiman, (2023)	Estudo Conceitual	Estudo Qualitativo	O estudo examina as implementações potenciais da Indústria 5.0, identificando também as limitações de pesquisa existentes. A pesquisa discute a aplicação da Indústria 5.0 em diversas áreas, como assistência médica, cadeia de suprimentos, crescimento da produção, produção industrial em nuvem, entre outras. Ao longo do estudo, são destacados os principais desafios e problemas relacionados à Indústria 5.0.
76	<i>A Framework for Assessing Social Acceptability of Industry 4.0 Technologies for the Development of Digital Manufacturing</i>	Kumar <i>et al.</i> , (2022a)	Estudo Empírico	Análise Fatorial Exploratória (AFE) e F-DEMATEL	O estudo analisa as dimensões de aceitabilidade social da Indústria 4.0 no contexto da manufatura digital, considerando diferentes unidades industriais na Índia. A pesquisa identifica as dimensões sociais que influenciam a adoção da tecnologia da Indústria 4.0 e também analisa as interpelações para a fabricação digital. Utilizando a análise fatorial exploratória (AFE), as dimensões foram agrupadas em sete categorias: segurança; psicológica; comportamental; conformidade; cultural; funcionário e mercado. Após essa análise, foi realizado um teste de confiabilidade para verificar a validade dos dados coletados, utilizando o método F-DEMATEL. Como principais resultados, a violação de segurança foi considerada a dimensão mais significativa, destacando a importância da proteção de dados e infraestrutura na implementação da Indústria 4.0.
77	<i>Applications of Industry 4.0 to Overcome the COVID-19 Operational Challenges</i>	Kumar <i>et al.</i> , (2020)	Estudo Conceitual	Revisão de Literatura	O estudo desenvolve uma revisão de literatura para propor um roteiro para a implementação das tecnologias da Indústria 4.0 com o objetivo de reduzir o impacto da COVID-19 na cadeia de suprimentos, identificando os desafios operacionais enfrentados pelos varejistas na prestação de serviços eficientes durante a pandemia. Durante a análise, foram identificados 12 desafios operacionais que atuam como barreiras para a implementação da Indústria 4.0 nos setores de varejo, a saber: falta de flexibilidade da cadeia de suprimentos; falta de apoio do governo; falta de confiança; problemas de comunicação; falta de segurança e proteção; escassez de mão de obra; comportamento do consumidor; falta de equilíbrio entre oferta e demanda; infraestrutura precária; falta de viabilidade; falta de instalações médicas e falta de acesso. Para cada um desses desafios, o estudo propõe escopos de pesquisa utilizando tecnologias da Indústria 4.0

					para mitigar essas barreiras e melhorar a eficiência e resiliência das cadeias de suprimentos durante e após a pandemia.
78	<i>Integrated Blockchain and Internet of Things in the Food Supply Chain: Adoption Barriers</i>	Kumar <i>et al.</i> , (2022b)	Estudo Empírico	Modelagem Estrutural Interpretativa (ISM) e DEMATEL.	O estudo identifica as barreiras críticas que dificultam a implementação efetiva do <i>Blockchain</i> e da IoT (BLC-IoT) integrados na Cadeia de Suprimentos alimentícia. Além disso, o estudo explora as relações contextuais entre as barreiras identificadas e avalia as relações de causa e efeito entre essas barreiras à adoção. Foram identificadas 13 barreiras críticas, e as relações entre essas barreiras foram estabelecidas utilizando os métodos de Modelagem Estrutural Interpretativa (ISM) e DEMATEL, que ajudaram a determinar a intensidade e a relação de causa e efeito entre as barreiras. Os resultados indicam que a falta de regulamentação governamental e a baixa competência dos trabalhadores são as barreiras mais críticas, tendo influência significativa na adoção do BLC-IoT. Além disso, falta de recursos, falta de conscientização pública, alto custo de investimento e falta de escalabilidade e interpretabilidade também são barreiras significativas para a adoção do BLC-IoT na cadeia de suprimentos alimentícia.
79	<i>Industry 4.0 Implementation: The Relevance of Sustainability and the Potential Social Impact in a Developing Country</i>	Satyro <i>et al.</i> , (2022)	Estudo Empírico	Análise Hierárquica de Cluster (HCA) e Análise de Cluster K-Means não Hierárquica	O estudo identifica os benefícios e desafios da implementação da Indústria 4.0 para a Sustentabilidade, com foco em seu potencial impacto social no Brasil. Para isso, foi realizada uma Análise Hierárquica de Cluster (HCA) para determinar o número adequado de grupos e dividir a amostra, seguida pela Análise de <i>Cluster K-Means</i> não Hierárquica para refinar a solução do cluster. Os resultados indicam que os principais benefícios apontados pelos respondentes incluem aumento da competitividade global das empresas e melhoria da qualidade das linhas de produção. Por outro lado, os principais desafios enfrentados envolvem dificuldade em mudar a cultura organizacional, altos investimentos e a dificuldade em contratar e treinar pessoas em tecnologia digital.
80	<i>A Mixed-Method Study on the Barriers of Industry 4.0 Adoption in the Indonesian SMEs Manufacturing Supply Chains</i>	Fernando <i>et al.</i> , (2023)	Estudo Empírico	Análise Estatística utilizando o IBM SPSS	O estudo investiga as barreiras à adoção da Indústria 4.0 nas cadeias de suprimentos de manufatura da Indonésia. A partir da literatura existente e da validação com especialistas da indústria indonésia, foram identificadas nove barreiras principais. O modelo foi avaliado com base na qualidade dos critérios, como validade convergente, validade discriminante, confiabilidade composta e

					Alfa de <i>Cronbach</i> . Os resultados indicaram que as principais barreiras à adoção da Indústria 4.0 incluem política pouco clara, alto risco de investimento, compartilhamento inseguro de dados, falta de expertise e falta de incentivo, sendo essas confirmadas como os principais obstáculos enfrentados pelas empresas de manufatura na Indonésia.
81	<i>Decision Making in the Context of Industry 4.0: Evidence from the Textile and Clothing Industry</i>	Nouinou <i>et al.</i> , (2023)	Estudo Conceitual	Revisão Sistemática de Literatura e Análise de Conteúdo	O estudo fornece <i>insights</i> sobre o impacto das tecnologias habilitadoras da Indústria 4.0 nas estratégias de tomada de decisão, destacando as tendências para aproveitar as tecnologias e soluções inovadoras. Além disso, o estudo também conscientiza sobre os desafios que podem surgir com a implementação dessas tecnologias nos setores têxtil e de vestuário. Os autores buscam identificar o impacto da Indústria 4.0 no setor têxtil nas últimas décadas, explorando como essas tecnologias têm transformado os processos de produção, gestão e tomada de decisão nesse setor.
82	<i>The Contemporary State of Big Data Analytics and Artificial Intelligence Towards Intelligent Supply Chain Risk Management: A Comprehensive Review</i>	Shah <i>et al.</i> , (2023)	Estudo Conceitual	Revisão Sistemática de Literatura	O estudo conduz uma revisão de literatura sobre a Inteligência Artificial (IA) e <i>Big Data Analytics</i> (BDA) na Gestão da Cadeia de Suprimentos (SCRM), apresentando uma visão abrangente do que já foi pesquisado sobre o tema. Os autores categorizaram os estudos existentes em diversos segmentos para explorar o estado da arte dessa área. Além disso, o estudo identificou os principais setores e países que utilizam as ferramentas de IA e BDA para o gerenciamento de riscos na Cadeia de Suprimentos. Por fim, os autores propuseram ações e direções para o desenvolvimento de estudos futuros, visando aprimorar o entendimento sobre o uso dessas tecnologias na gestão de riscos e na melhoria da eficiência da cadeia de suprimentos.
83	<i>Digitalizing Occupational Health, Safety and Productivity for the Operator 4.0</i>	Romero <i>et al.</i> , (2018)	Estudo Conceitual	Estudo Teórico	O estudo expõe as oportunidades e desafios decorrentes da propagação da Indústria 4.0, focando na avaliação do ambiente de trabalho que apoia a saúde ocupacional, segurança e produtividade do Operador 4.0, que trabalha com as tecnologias da Indústria 4.0. A pesquisa busca apresentar formas preventivas e proativas para identificar riscos ocupacionais que possam impactar os operadores no chão de fábrica das indústrias manufatureiras, destacando a importância de monitoramento e intervenção precoce. O objetivo é apoiar o Operador 4.0 em suas atividades diárias, melhorando sua segurança e bem-estar, ao mesmo tempo em que se mantém a eficiência e produtividade nas operações industriais.

84	<i>The Effects of Blockchain Technology Adoption on Business Ethics and Social Sustainability: Evidence from the Middle East</i>	Ronaghi; Mosakhani, (2022)	Estudo Empírico	Modelagem de Equações Estruturais (<i>Software SmartPLS</i>)	O estudo identifica a relação entre a adoção da tecnologia <i>Blockchain</i> e a sustentabilidade social, ética empresarial e governança corporativa. Os fatores analisados incluem aspectos tecnológicos, organizacionais e institucionais. Também foram abordadas questões de governança corporativa, como transparência, auditoria, conselho de administração e estrutura de propriedade. Além disso, o estudo explora questões de ética empresarial. A pesquisa foi realizada com Pequenas e Médias Empresas (PMEs) localizadas no Oriente Médio, utilizando Modelagem de Equações Estruturais e o <i>software SmartPLS</i> para testar as hipóteses de pesquisa. Os resultados indicam que o uso da tecnologia <i>Blockchain</i> tem um impacto direto na ética empresarial, governança corporativa e sustentabilidade social, demonstrando como a adoção dessa tecnologia pode promover práticas mais transparentes, responsáveis e sustentáveis nas organizações.
85	<i>Review of Industry 4.0 in the Light of Sociotechnical System Theory and Competence-Based View: A Future Research Agenda for the Evolute Approach</i>	Imran; Kantola, (2019)	Estudo Conceitual	Estudo Teórico	O estudo apresenta uma discussão sobre os conceitos da Indústria 4.0, seu histórico e seus desafios, com base na abordagem da teoria do sistema sociotécnico (STS), que considera os fatores sociais ao implementar novas tecnologias, e na visão baseada em competências (CBV), que corrobora com a parte social da teoria STS. O estudo justifica-se pela necessidade de compreender a Indústria 4.0 no âmbito social, reconhecendo que a implementação das tecnologias não ocorre apenas no plano técnico, mas também envolve questões relacionadas ao comportamento humano e à adaptabilidade das organizações. Para finalizar, o estudo apresenta uma análise do Sistema <i>Evolute</i> , combinada com a metodologia <i>Co-Evolute</i> , que examina os recursos humanos e os processos organizacionais, abordando também as competências necessárias. Essa combinação fortalece a teoria do sistema sociotécnico e oferece uma agenda de pesquisa futura para a abordagem <i>Evolute</i> .
86	<i>Digital Supply Chain Transformation: Effect of Firm's Knowledge Creation Capabilities Under COVID-19 Supply Chain Disruption Risk</i>	Ngo et al., (2023)	Estudo Empírico	Mínimos Quadrados Parciais de Modelagem de Equações Estruturais (PLS-SEM) utilizando o software SmartPLS	O estudo examina a relação entre as capacidades de criação de conhecimento das empresas e a transformação digital da Cadeia de Suprimentos (SC), especialmente sob os impactos de eventos extremos, como a pandemia de COVID-19. O estudo identifica os principais impulsionadores da transformação digital da SC, com foco em empresas importadoras e exportadoras do Vietnã (923 empresas). As hipóteses foram testadas utilizando a abordagem de Mínimos Quadrados Parciais de Modelagem de Equações

					Estruturais (PLS-SEM), com o uso do <i>software SmartPLS</i> . Como resultados, o estudo aponta que a capacidade de absorção e a intenção de aprendizagem das empresas são impulsionadores críticos para sua transformação na cadeia de suprimentos digital.
87	<i>Investigating the Relationship Among Industry 4.0 Drivers, Adoption, Risks Reduction, and Sustainable Organizational Performance in Manufacturing Industries: An Empirical Study</i>	Gadekar; Sarkar; Gadekar, (2022)	Estudo Empírico	Modelagem de Equações Estruturais (PLS-SEM) utilizando o software SmartPLS	O estudo investiga as ligações entre os <i>drivers</i> da Indústria 4.0, as mitigações de riscos e a adoção da Indústria 4.0, com o objetivo de avaliar seu impacto no Desempenho Organizacional Sustentável (SOP). O modelo estabelecido é fundamentado na Teoria de Contingência e na Visão de Capacidade Dinâmica (DCV). O estudo foi realizado em 221 indústrias manufatureiras indianas, com o propósito de melhorar o desenvolvimento de políticas de negócios e tornar essas indústrias mais competitivas. Ao longo da pesquisa, quinze hipóteses foram desenvolvidas e testadas por meio da Modelagem de Equações Estruturais (PLS-SEM), utilizando o <i>software SmartPLS</i> . Os resultados indicam que a adoção da Indústria 4.0 e a redução de riscos associados à Indústria 4.0 impulsionam positivamente o SOP. Além disso, a adoção da Indústria 4.0 tem um efeito mediador positivo significativo na relação entre a redução de riscos da Indústria 4.0 e o SOP.
88	<i>Closed Loop Supply Chains 4.0: From Risks to Benefits Through Advanced Technologies. A Literature Review and Research Agenda</i>	Simonetto <i>et al.</i> , (2022)	Estudo Conceitual	Revisão Sistemática de Literatura	O estudo apresenta os riscos da cadeia de suprimentos a partir dos conceitos da Indústria 4.0. Foram analisados 258 artigos sobre a Indústria 4.0 e 133 artigos relacionados à cadeia de suprimentos 4.0. A partir desse levantamento bibliográfico, os autores buscaram analisar os benefícios que as tecnologias facilitadoras da Indústria 4.0 podem oferecer em termos de impacto na redução dos riscos na cadeia de suprimentos. Para isso, os autores propõem uma estrutura conceitual e uma nova matriz transversal, como forma de resumir os estudos existentes e identificar oportunidades para estudos futuros, focando em como as tecnologias da Indústria 4.0 podem minimizar os riscos e melhorar a eficiência e a resiliência das cadeias de suprimentos.
89	<i>Digitalisation and Employment in Manufacturing: Pace of the Digitalisation Process and Impact on Employment in Advanced</i>	Freddi (2018)	Estudo Empírico	Estudo de Caso Múltiplo	O estudo investiga os efeitos da digitalização e seu impacto no emprego em sete empresas de manufatura localizadas na Itália (4 do setor mecânico e 2 do setor de tecnologia e informação – TIC). Para isso, foram avaliados tanto os produtos quanto os processos, permitindo uma compreensão mais detalhada dos efeitos quantitativos e qualitativos da digitalização. O estudo buscou responder a quatro principais questões: até que ponto as novas

	<i>Italian Manufacturing Companies</i>				tecnologias digitais são utilizadas pelas empresas entrevistadas e qual seu nível de aplicação; quais tecnologias da Indústria 4.0 estão se expandindo com a digitalização; de que forma as novas tecnologias estão afetando o emprego ou poderão afetá-lo no futuro; e como as habilidades de trabalho estão mudando devido à utilização de novas tecnologias. Como resultados, destaca-se que os robôs representam uma inovação de produto para as empresas participantes da pesquisa, enquanto a manufatura aditiva não deve ter um impacto significativo no emprego, mostrando uma perspectiva mais gradual de transformação nas empresas analisadas.
90	<i>The Role of Society 5.0 in Achieving Sustainable Development: A Spherical Fuzzy Set Approach</i>	Alimohammadlou; Khoshsepehr, (2023)	Estudo Quantitativo	Modelagem Estrutural Interpretativa Total (TISM), Processo de Hierarquia Analítica Fuzzy Esférica (SF-AHP) e Laboratório de Avaliação e Teste de Tomada de Decisão Fuzzy Esférica (SF-DEMATEL)	O estudo explora como as transformações digitais introduzidas pela Sociedade 5.0 podem contribuir para a concretização do desenvolvimento sustentável, identificando os indicadores e fatores que afetam a sociedade. A partir de uma revisão sistemática da literatura, foi possível identificar as dimensões e indicadores que quantificam o papel da Sociedade 5.0 na obtenção do desenvolvimento sustentável. Para a construção do modelo conceitual, o estudo utilizou a Modelagem Estrutural Interpretativa Total (TISM). Além disso, por meio do Processo de Hierarquia Analítica Fuzzy Esférica (SF-AHP) e do Laboratório de Avaliação e Teste de Tomada de Decisão Fuzzy Esférica (SF-DEMATEL), foi possível avaliar a importância e influência das dimensões e indicadores identificados. Como resultados, o estudo concluiu que os indicadores mais importantes para o desenvolvimento sustentável são a sociedade superinteligente e a implementação da economia circular, com foco na redução do desperdício ambiental.
91	<i>Security and Privacy for the Industrial Internet of Things An Overview of Approaches to Safeguarding Endpoints</i>	Zhou et al., (2018)	Estudo Conceitual	Estudo Teórico	O estudo discute sobre os altos requisitos de segurança de <i>Endpoint</i> da IIoT (<i>Industrial Internet of Things</i>), com foco na implementação de algoritmos criptográficos simétricos e assimétricos. O panorama apresentado destaca a necessidade de proteger os endpoints da IIoT, considerando a vulnerabilidade das redes industriais e a sensibilidade dos dados. Os algoritmos criptográficos, tanto simétricos quanto assimétricos, são avaliados quanto à sua eficácia em garantir a segurança e integridade das comunicações e dos dados trocados entre os dispositivos e sistemas industriais. Além disso, são apresentadas considerações importantes sobre o <i>design</i> dos sistemas de dados, abordando

					questões de segurança e privacidade em projetos de sistemas atuais e emergentes, destacando a importância de se implementar soluções robustas para garantir a proteção de informações e a conformidade com regulamentos de privacidade.
92	<i>A Principal Component Analysis of Barriers to the Implementation of Blockchain Technology in the South African Built Environment</i>	Akinradewo <i>et al.</i> , (2022)	Estudo Empírico	Análise Estatística (Análise Descritiva) e Análise de Componentes Principais (PCA)	O estudo categoriza em formato de <i>clusters</i> as barreiras à implementação da tecnologia <i>Blockchain</i> na Construção, utilizando a abordagem de Análise de Componentes Principais (PCA) em empresas de Tecnologia da Informação (TICs) da África do Sul. Os <i>clusters</i> formados foram classificados em barreiras organizacionais, barreiras sociais e barreiras tecnológicas. Como resultados, todas as barreiras identificadas, a partir de uma revisão sistemática de literatura, foram classificadas acima da média. Entre as barreiras mais significativas, destacam-se a falta de clareza, os riscos de escalabilidade e a falta de habilidades ou conhecimento. Essas barreiras revelam as dificuldades enfrentadas pelas empresas de TICs na adoção do <i>Blockchain</i> , ressaltando a necessidade de investimentos em capacitação e estratégias claras para facilitar a implementação bem-sucedida dessa tecnologia na indústria da construção.
93	<i>Artificial Intelligence Led Industry 4.0 Application for Sustainable Development</i>	Singh <i>et al.</i> , (2022)	Estudo Conceitual	Revisão Sistemática de Literatura	O estudo discute a importância e os desafios da Inteligência Artificial (IA) no desenvolvimento da Indústria 4.0, além de apresentar uma perspectiva das tecnologias necessárias para entender a relação entre a IA e a Indústria 4.0. A pesquisa aborda como a IA está transformando a Indústria 4.0 ao integrar tecnologias avançadas como <i>Internet das Coisas</i> (IoT), <i>Big Data</i> , Robótica e Sistemas Ciberfísicos, criando um ambiente industrial mais autônomo, inteligente e conectado. O estudo também destaca a importância da Indústria 4.0 e da IA não apenas para o setor industrial, mas também para a vida das pessoas, pois essas tecnologias têm o potencial de melhorar produtividade, eficiência e qualidade de vida. O estudo revela que a Inteligência Artificial está sendo aplicada em diversas áreas, como transporte, educação, negócios, saúde e agricultura, contribuindo significativamente para transformações digitais e inovações em setores-chave.
94	<i>Industry 4.0 in Terms of Industrial Relations and Its Impacts on Labour Life</i>	Kurt, (2019)	Estudo Conceitual	Revisão de Literatura	O estudo analisa os efeitos da Indústria 4.0 (Quarta Revolução Industrial), identificando as tendências emergentes, os riscos e as oportunidades que surgirão para os novos modelos de trabalho. A pesquisa aborda como as tecnologias disruptivas e os novos

					modelos de produção irão transformar as estruturas de trabalho, a qualificação dos profissionais e as dinâmicas de empregabilidade. Além disso, o estudo realiza uma pesquisa com funcionários e gestores na Turquia, com o objetivo de conscientizar sobre as transformações que ocorrerão nos novos modelos de trabalho devido à Indústria 4.0.
95	<i>A Survey on Decision-Making Based on System Reliability in the Context of Industry 4.0</i>	Souza et al., (2020)	Estudo Conceitual	Revisão Sistemática	O estudo realiza um levantamento bibliográfico para identificar como as pesquisas discutem a confiabilidade de sistemas no contexto da tomada de decisão para a Indústria 4.0. A partir dessa análise, o estudo explora o estado da arte em confiabilidade voltada para a Indústria 4.0, abordando como a confiabilidade é incorporada aos sistemas digitais e automatizados que caracterizam esse novo paradigma industrial. Além disso, o estudo propõe uma taxonomia para a tomada de decisão, com foco específico em confiabilidade, destacando as principais estratégias utilizadas para garantir sistemas eficientes e resilientes dentro do ambiente da Indústria 4.0. O estudo também apresenta diferentes tipos de decisões, baseadas em três níveis de decisões: local, vertical e horizontal, que são cruciais para o gerenciamento da confiabilidade no contexto da Indústria 4.0, e como essas decisões impactam a eficiência operacional, segurança e sustentabilidade nos processos industriais.
96	<i>What is the Potential Impact of Industry 4.0 on Health and Safety at Work?</i>	Zorzenon et al., (2022)	Estudo Conceitual	Revisão Sistemática de Literatura	O estudo analisa a literatura sobre a Indústria 4.0 com o objetivo de verificar sua influência (positiva e negativa) na Saúde e Segurança do Trabalho (SSO). A revisão de literatura foi conduzida utilizando o método PRISMA, proporcionando uma abordagem sistemática e rigorosa para identificar as principais tendências e lacunas na pesquisa sobre o tema. O estudo revela aplicações de tecnologias da Indústria 4.0 que podem ter impactos positivos na SSO, como ambientes de trabalho mais seguros, trabalhadores mais saudáveis e redução dos riscos ocupacionais, com destaque para o uso de sensores inteligentes, monitoramento remoto e automação. No entanto, o estudo também identificou efeitos negativos da Indústria 4.0 na SSO, como aumento de estresse, fadiga, doenças, problemas musculoesqueléticos e riscos psicossociais.
97	<i>Barriers to the Adoption of New Safety Technologies</i>	Yap et al., (2022)	Estudo Empírico	Análise Fatorial	O estudo investiga as barreiras que profissionais da construção atribuem à inibição da aplicação de novas tecnologias para

	<i>in Construction: A Developing Country Context</i>				aumentar a segurança no contexto de uma economia em desenvolvimento, com foco em indústrias da Malásia. Para priorizar as barreiras identificadas, foi utilizada a Análise Fatorial. As barreiras encontradas e categorizadas pela análise foram: falta de regulamentação e legislação para a saúde e segurança no trabalho (SST); limitações tecnológicas; falta de comprometimento organizacional; custos proibitivos; cultura de segurança ruim nas indústrias de construção e preocupações com privacidade e segurança de dados. O estudo destaca que, apesar das tecnologias disponíveis, os profissionais da construção enfrentam desafios significativos relacionados a aspectos regulatórios, organizacionais e culturais, que dificultam a implementação de inovações tecnológicas voltadas à segurança e à proteção dos trabalhadores.
98	<i>Blockchain Technology in Construction Organizations: Risk Assessment Using Trapezoidal Fuzzy ordinal Priority Approach</i>	Sadeghi; Mahmoudi, Deng (2023)	Estudo Empírico	Fuzzy (OPA-F)	O estudo identifica os riscos do <i>Blockchain</i> para as empresas de construção, além de avaliar como esses riscos afetam as organizações, apontando também os impactos potenciais dos riscos de <i>Blockchain</i> em critérios-chave em empresas do setor. Para o tratamento dos dados, foi utilizada a abordagem de prioridade ordinal <i>Fuzzy</i> (OPA-F), que foi empregada para avaliar os fatores de risco e calcular as pontuações de risco com base em três parâmetros: peso dos critérios organizacionais; impacto do risco nos critérios e probabilidade de ocorrência do risco. Os resultados indicam que a comunicação e informação organizacional estão expostas ao maior risco do <i>Blockchain</i>, enquanto o risco mais baixo é associado à responsabilidade social corporativa das organizações.
99	<i>Is the Fourth Industrial Revolution a Panacea? Risks Toward the Fourth Industrial Revolution: Evidence in the Thai Economy</i>	Sae-Lim; Jermittiparsert, (2019)	Estudo Empírico	Matriz Risco x impacto	O estudo apresenta o impacto da tecnologia da Indústria 4.0 e, em seguida, avalia e propõe estratégias para lidar com os riscos da Indústria 4.0. Os riscos foram identificados em duas dimensões e avaliados quanto à probabilidade de ocorrência e ao impacto do risco. Para isso, 10 acadêmicos e 10 especialistas da indústria avaliaram essa probabilidade de risco utilizando uma escala de 1 a 5. Como resultados, foram identificados riscos sociais e econômicos, como alta taxa de desemprego, riscos de segurança cibernética, fechamento de empresas e falta de interação humana. Com base nesses riscos mapeados e avaliados, o estudo propôs algumas estratégias de resposta, visando mitigar os impactos desses riscos.

100	<i>Cyber Risk at the Edge: Current and Future Trends on Cyber Risk Analytics and Artificial Intelligence in the Industrial Internet of Things and Industry 4.0 Supply Chains</i>	Radanliev <i>et al.</i> , (2020)	Estudo Empírico	Estudo de Caso	O estudo investiga o impacto das novas tecnologias nas cadeias de suprimento, com ênfase nos riscos cibernéticos, utilizando uma revisão sistemática de literatura. Uma abordagem taxonômica foi adotada para avaliar o progresso na área de integração da cadeia de suprimentos da Indústria 4.0, focando especificamente na mitigação dos riscos cibernéticos. O estudo de caso foi conduzido em cinco pequenas e médias empresas com iniciativas nacionais da Indústria 4.0, analisando também suas tendências tecnológicas em relação a produtos e serviços da <i>Internet Industrial das Coisas</i> (IIoT). Os principais desafios para a integração da IIoT na Indústria 4.0, especialmente com a integração das pequenas e médias empresas na cadeia de suprimentos, incluem: robustez, segurança e proteção, sistemas de controle híbridos, abstrações computacionais, abstrações de sistemas embarcados em tempo real, desenvolvimento baseado em modelos, e educação e treinamento. Esses desafios indicam as principais áreas em que a indústria precisa se concentrar para garantir uma integração bem-sucedida da IIoT, mitigando os riscos cibernéticos e assegurando a eficiência e segurança das operações nas cadeias de suprimento.
101	<i>New Frontiers of Profit and Risk: The Fourth Industrial Revolution's Impact on Business and Human Rights</i>	Soh; Connolly, (2020)	Estudo Conceitual	Estudo Qualitativo	O estudo discorre sobre o impacto que a Quarta Revolução Industrial (Indústria 4.0) terá nos direitos humanos. Além disso, o estudo descreve algumas percepções sobre os desafios emergentes dos direitos humanos a partir das políticas ativas envolvidas na implementação das tecnologias da Indústria 4.0
102	<i>An Imperative Role of 6G Communication with Perspective of Industry 4.0: Challenges and Research Directions</i>	Ghildiyal <i>et al.</i> , (2023)	Estudo Conceitual	Estudo Qualitativo	O estudo apresenta a importância da comunicação e da rede 6G na perspectiva da Indústria 4.0. Para isso, os autores discutem as tecnologias fundamentais das comunicações sem fio 6G na camada física, destacando as tecnologias habilitadoras da Indústria 4.0 para a comunicação 6G. Além disso, são apresentados desafios e perspectivas para estudos futuros, com foco em como essas inovações podem transformar as operações industriais, especialmente no que tange à conectividade e eficiência dos processos. O estudo também contribui ao discutir o aspecto da sustentabilidade, apresentando a visão da rede 6G combinada com as tecnologias fundamentais da Indústria 4.0.
103	<i>Digitalisation and the Regulation of Work:</i>	Salento, (2018)	Estudo Conceitual	Estudo Teórico	O estudo expõe um panorama sobre a Indústria 4.0, destacando as consequências e principais problemas que a digitalização das empresas ocasiona. Como principal foco, a pesquisa apresenta

	<i>Theoretical Issues and Normative Challenges</i>				questões relevantes para a análise social da mudança tecnológica e da nova regulamentação de empregos. O estudo dedica atenção à área das ciências sociais, explorando como a transformação digital impacta o trabalho e a sociedade, com ênfase em como as tecnologias emergentes alteram as dinâmicas laborais e as relações de trabalho. A pesquisa também aborda casos europeus, especialmente os relacionados à Itália, para examinar as estratégias de adaptação e regulamentação que estão sendo adotadas, buscando entender os efeitos sociais e econômicos da Indústria 4.0 em diferentes contextos nacionais.
104	<i>Mitigating Risks of Digitalization through Managed Industrial Security Services</i>	Jansen; Jescke, (2018)	Estudo Empírico	Estudo de Caso	O estudo apresenta os principais impulsionadores da automação industrial para mitigar os desafios enfrentados pelos gerentes industriais diante do cenário da Indústria 4.0. A análise busca compreender como a automação pode ser aplicada para superar as dificuldades impostas pela digitalização e aumentar a eficiência operacional. Além disso, a pesquisa foca na segurança industrial, destacando como ela pode contribuir para estabilizar o setor industrial, principalmente em tempos de grandes transformações tecnológicas. O estudo identifica lacunas nas práticas de segurança atuais e investiga possíveis cenários de melhoria, propondo soluções que possam fortalecer a segurança operacional.
105	<i>Urban Challenges and Opportunities to Promote Sustainable Food Security Through Smart Cities and The 4th Industrial Revolution</i>	Amorim et al., (2019)	Estudo Conceitual	Estudo Teórico	O estudo apresenta os desafios urbanos e as oportunidades para promover a segurança alimentar sustentável em grandes centros urbanos, a partir da Quarta Revolução Industrial, associando esses aspectos aos conceitos de cidades inteligentes. Os autores discutem como o crescimento descontrolado e em grande escala nas áreas urbanas pode causar grandes impactos nas mudanças climáticas, com uma maior pressão por recursos, como alimentos e água, e sobre a infraestrutura crítica das cidades. O estudo também destaca como o desenvolvimento tecnológico acelerado da Indústria 4.0 pode ser um fator chave para inovações sustentáveis.
106	<i>A Framework for Procurement Process Re-Engineering in Industry 4.0</i>	Tripathi; Gupta, (2021)	Estudo Conceitual	Estudo Qualitativo	O estudo discute o processo de compras da Indústria 4.0, apresentando um redesenho do processo de compras ao combinar tecnologias utilizadas na Quarta Revolução Industrial. A pesquisa busca estruturar um novo modelo de compras, diferenciando-o dos modelos atuais, propondo melhorias para obter resultados significativos, como melhorias no custo e no tempo de ciclo,

					minimização do esforço humano, aumento do índice de automação, rastreabilidade e disponibilidade.
107	<i>The Fourth Industrial Revolution. Global Risks, Local Challenges for Employment</i>	Postelnicu; Câlea, (2019)	Estudo Conceitual	Estudo Teórico	O estudo destaca alguns riscos globais e desafios locais para os empregos com o advento da Indústria 4.0. Com isso, o estudo enfatiza como as sociedades podem se adaptar e se preparar para as novas tecnologias, de modo a obter maiores benefícios da Quarta Revolução Industrial. O estudo aborda as questões de emprego incerto, perda de emprego, surgimento de novas profissões e a criação de novos modelos de negócios a partir do uso da tecnologia digital.
108	<i>The Dark Side of the Moon: The Internet of Things, Industry 4.0, and the Quantified Planet</i>	Özdemir, (2018)	Estudo Conceitual	Estudo Teórico	O estudo descreve os conceitos de inovação na Quarta Revolução Industrial (Indústria 4.0). Com isso, o autor busca identificar as características da <i>Internet</i> das Coisas (IoT), associadas à Inteligência Artificial (IA). O estudo apresenta uma análise qualitativa descritiva.
109	<i>Job Automation Risk, Economic Structure and Trade: a European Perspective</i>	Foster-McGregor; Nomaler; Verspagen, (2021)	Estudo Empírico	Análise Empírica Descritiva	O estudo analisa as relações do comércio internacional com a exposição dos países ao risco de perda de empregos devido à automação, visando identificar fatos reais ao invés de trabalhar com relações causais e hipotéticas. Além disso, o estudo combina fatores relacionados à mudança tecnológica, ao comércio, ao <i>offshoring</i> e ao risco de automação em uma análise combinada. Como resultados, conclui-se que o risco de automação percebido, a partir da análise combinada, é considerado alto, variando entre 47% e 64%.
110	<i>Technological Opportunities Discovery for Safety Through Topic Modeling and Opinion Mining in the Fourth Industrial Revolution: The Case of Artificial Intelligence</i>	Park et al., (2021)	Estudo Conceitual	Modelagem de Tópicos por meio da Alocação Latente de Dirichlet (LDA)	O estudo realiza uma análise para identificar as oportunidades tecnológicas para a segurança na Quarta Revolução Industrial e propõe soluções tecnológicas para garantir a segurança das principais tecnologias da Indústria 4.0, utilizando principalmente o uso da Inteligência Artificial (IA). Com a metodologia LDA, os riscos e oportunidades tecnológicas são identificados, analisados e categorizados, permitindo também a identificação, estimação e avaliação dos riscos emergentes que ainda são desconhecidos. Os riscos são categorizados em riscos de previsão, prevenção, resposta e recuperação. Como resultados do estudo, são identificados 36 itens relacionados a riscos da sociedade relacionados à Indústria 4.0 e 6 tópicos relacionados a riscos de segurança da IA e suas respectivas ameaças.

111	<i>Socio-Economic and Cultural Effects of Disruptive Industrial Technologies for Sustainable Development</i>	Sineviciene <i>et al.</i> , (2021)	Estudo Conceitual	Estudo Qualitativo	O estudo apresenta os impactos das tecnologias digitais na mudança do cenário global com a evolução da Indústria 4.0. Com isso, destacam-se impactos tanto positivos quanto negativos da expansão do uso dessas tecnologias. Como impactos positivos, ressalta-se o menor impacto ecológico na natureza com o uso das tecnologias digitais, contribuindo para práticas mais sustentáveis. Por outro lado, como impactos negativos, destacam-se o impacto psicológico, a vulnerabilidade da informação, o aumento da dependência de dados, o risco de redução do potencial criativo, o custo crescente dos resíduos na economia verde, a perda de empregos, a diminuição da privacidade e, por fim, a perda do controle humano sobre os sistemas cibernéticos.
112	<i>The Role of Industry 4.0 Technologies in Mitigating Supply Chain Disruption: Empirical Evidence From the Australian Food Processing Industry</i>	Ali <i>et al.</i> , (2021)	Estudo Empírico	Modelagem de Equações Estruturais	O estudo busca identificar como a cadeia de suprimentos pode ser impactada com o advento da Indústria 4.0. Com isso, o estudo visa responder a perguntas como: como os riscos de incompatibilidade entre a oferta e a demanda (SDM), os riscos de processo (PRs) e os riscos de transporte (TRs) podem causar interrupções na cadeia de suprimentos e quais os efeitos da Indústria 4.0 nesse contexto. O objetivo do estudo é entender em que grau esses três riscos podem afetar a cadeia de suprimentos, evidenciando o papel das tecnologias na mitigação das interrupções, mostrando suas evidências na aplicação em indústrias Australianas de processamento de alimentos.
113	<i>Evaluating Industry 4.0 Implementation Challenges Using Interpretive Structural Modeling and Fuzzy Analytic Hierarchy Process</i>	Bakhtari <i>et al.</i> , (2021)	Estudo Empírico	Modelagem Estrutural Interpretativa (ISM) e Hierarquia Analítica Fuzz (F-AHP)	O estudo avalia os desafios da implementação da Indústria 4.0 no setor manufatureiro. Com isso, o estudo identifica, modela, analisa e prioriza 12 desafios para a implementação da Indústria 4.0. Utilizando a modelagem estrutural interpretativa (ISM), o estudo desenvolve relações hierárquicas entre esses desafios, analisando suas interações mútuas, enquanto o método de hierarquia analítica é empregado para priorizar esses desafios, levando em consideração o poder motriz, o poder de dependência e o gerenciamento de mudanças. Os 12 desafios mapeados pelo estudo são: alto custo de investimento inicial em infraestrutura; falta de programas de educação e treinamento de habilidades; falta de mão de obra qualificada; segurança de dados; falta de legislação digital; falta de padronização; falta de integração e compatibilidade de tecnologia; restrições organizacionais; incerteza de retorno de investimento; interrupção de empregos; modelos de negócios

					antigos expirando e falta de visão e liderança da alta administração.
114	<i>Industry 4.0 Tools in Innovative European Firms: Exploring Their Adoption and Communication Features Through Content Analysis</i>	Piccarozzi <i>et al.</i> , (2021)	Estudo Conceitual	Análise de Conteúdo	O estudo investiga as informações disponibilizadas para os <i>stakeholders</i> sobre as ferramentas digitais mais utilizadas da Indústria 4.0. Para isso, foi realizada uma análise de conteúdo dos relatórios anuais de 10 empresas europeias, as 10 primeiras do <i>ranking</i> do <i>Boston Consulting Group</i> . A partir das palavras-chave encontradas nos relatórios, foram descritas 3 classificações, sendo em termos de impactos (risco, estratégia ou impacto ambiental), perspectiva (gerencial ou engenharia) e orientação temporal (presente, passado, futuro ou nenhum). Com isso, as ferramentas mais utilizadas e mencionadas pelas empresas em seus relatórios foram destacadas, e as principais características dessas ferramentas na comunicação também foram elucidadas.
115	<i>Analysis of the Factors Affecting the Industry 4.0 Tendency with the Structural Equation Model and an Application</i>	Kiraz <i>et al.</i> , (2021)	Estudo Empírico	Análise Fatorial Confirmatório e Modelagem de Equação Estrutural	O estudo utiliza um Modelo de Equação Estrutural (SEM) para apresentar os critérios que influenciam a tendência da Indústria 4.0, bem como a análise dos impactos desses critérios. Os autores identificam 9 critérios (fatores) que são fundamentais para a implementação e o desenvolvimento da Indústria 4.0, sendo eles: modelos de negócio; produtos e serviços; mercado e acesso ao cliente; cadeia de valor e processos; arquitetura da tecnologia da informação (TI); conformidade; risco e segurança; organização e cultura corporativa; liderança; estratégia; cultura e gestão; proteção de dados da <i>Internet</i> das Coisas (IoT); processamento e experiência da equipe e, integração de dados para análise. Todos os fatores identificados são significativamente eficazes, demonstrando possuir elevado grau de importância no contexto da Indústria 4.0.
116	<i>The Impact of Force Factors on the Benefits of Digital Transformation in Romania</i>	Căpușneanu <i>et al.</i> , (2021)	Estudo Empírico	Modelo Econométrico – <i>Partial Least Square – Path</i> (PLS-PM) e Análise Multigrupo	O estudo descreve um modelo de validação do modelo econométrico para avaliar o impacto de diferentes fatores na intenção de usar processos e soluções na Indústria 4.0, bem como nos benefícios da transformação digital percebidos pela gestão organizacional e nas diferenças entre os grupos analisados. Com isso, o estudo busca identificar quais são as forças que influenciam a intenção de utilização de processos e soluções na Indústria 4.0 e como esses modelos de negócios podem ser alterados, proporcionando alguns desafios e benefícios. Para o desenvolvimento do estudo, são considerados alguns fatores como:

					competitividade percebida (PC); oportunidades percebidas (PO); risco percebido (RP); intenção de usar processos da Indústria 4.0 (IUP); soluções de redes verticais percebidas (VS); solução de integração horizontal percebida (HS); solução de engenharia integrada percebida (IS); intenção de usar soluções da Indústria 4.0 (IUS) e benefícios da transformação digital (BDT). Para validação dos resultados, o modelo estrutural foi gerado a partir da Teoria Unificada de Aceitação e Uso de Tecnologia (UTAUT). Como principais resultados, tem-se que a competitividade percebida (PC) e o risco percebido (RP) têm grande impacto significativo nos processos de intenção de uso da Indústria 4.0.
117	<i>Ethical Risks of Human-Machine Symbiosis in Industry 4.0: Insights from the Human-Machine Cooperation Approach</i>	Pacaux-Lemoine; Trentesaux, (2019)	Estudo Conceitual	Estudo Teórico	O estudo avalia os riscos éticos relevantes considerados na concepção de sistemas simbióticos na Quarta Revolução Industrial (Indústria 4.0). Os riscos são analisados em uma abordagem de cooperação entre homem e máquina, destacando os aspectos éticos que surgem dessa interação. O estudo detalha esses riscos como uma forma de identificação e minimização dos riscos éticos relacionados à Quarta Revolução Industrial. Os riscos éticos mapeados incluem senso comum programado e má consciência, ambiguidade decisória e interação mútua e dependência emocional.
118	<i>Managing the Dynamics of New Technologies in the Global Supply Chain</i>	Reyes; Visich; Jaska, (2020)	Estudo Conceitual	Estudo Teórico	O estudo apresenta o impacto de algumas tecnologias relacionadas à Indústria 4.0 na cadeia de suprimentos. Os autores discutem a identificação por radiofrequência (RFID), <i>Internet das Coisas</i> (IoT), Inteligência Artificial (IA) e aprendizado de máquina, além de <i>Blockchain</i> , e exploram como essas tecnologias impactam a implementação de processos e operações dentro da cadeia de suprimentos. O estudo destaca como essas ferramentas contribuem para melhorar a eficiência, a rastreabilidade e a tomada de decisões na gestão da cadeia de suprimentos, evidenciando as vantagens na automação de processos e no compartilhamento seguro de informações.
119	<i>Risk Assessment of Business Models Driven by Industry 4.0</i>	Kovaitė; Stankevičienė, (2021)	Estudo Empírico	Relação Fatorial (FARE)	O estudo identifica os riscos mais significativos para o modelo de negócios quando a digitalização em uma organização é implementada. Com isso, é estruturado um modelo para avaliação do impacto que determinado risco tem em relação a um modelo de negócios da Indústria 4.0. O modelo de negócios utilizado no estudo é o Canvas. O modelo foi desenvolvido e, para teste e

					validação, utilizou-se o método multicritério de Relação Fatorial (FARE). Além disso, foi construído com a função de formatação condicional do Excel, um Mapa de Calor de Risco, que representa todos os riscos mapeados e normalizados. Os riscos foram categorizados em seis partes, sendo: técnico; de competência; aceitação pela equipe; clientes e aceitação por parceiros; privacidade e segurança de dados e riscos financeiros. Como principal resultado, tem-se a matriz de avaliação de risco para digitalização de modelos de negócios, denominada (RADi).
120	<i>Understanding the Role of Digital Technologies in Supply Chain Risks Management</i>	Yang <i>et al.</i> , (2021)	Estudo Empírico	Estudo de Caso Múltiplo	O estudo avalia o impacto das tecnologias digitais na gestão de riscos da cadeia de suprimentos. As tecnologias digitais utilizadas no estudo foram: impressão 3D, <i>Internet das Coisas</i> (IoT), <i>Blockchain</i> , RFID e <i>Big Data</i> . Com isso, os principais riscos encontrados foram: risco de divulgação de informações; riscos relacionados à produção e compras; risco referente à seleção de distribuidores e riscos de operação logística. O estudo foi aplicado a 176 profissionais que atuam com cadeia de suprimentos na China, permitindo uma análise aprofundada de como as tecnologias digitais podem mitigar ou intensificar os riscos na gestão dessa cadeia.
121	<i>Industry 4.0: Features of Development in Russia</i>	Kolodnyaya; Nikulina, (2021)	Estudo Conceitual	Estudo Teórico	O estudo investiga as mudanças geradas pelas tecnologias utilizadas na Indústria 4.0 para verificar o grau de impacto no ambiente de trabalho. Com isso, foi possível identificar as características da implementação das tecnologias da Indústria 4.0 em empresas russas, analisando como a adoção dessas tecnologias tem alterado as práticas de trabalho, a interação entre os funcionários e o uso de novas ferramentas e processos.
122	<i>Ethical Impacts of Artificial Intelligence: Bibliometric Analysis</i>	Paes; Silveira; Akkari, (2021)	Estudo Conceitual	Revisão Bibliométrica	O estudo apresenta uma revisão bibliométrica para identificar os impactos éticos associados à inteligência artificial, uma das tecnologias utilizadas pela Quarta Revolução Industrial. A revisão foi realizada a partir de um estudo exploratório e descritivo, baseado em estudos encontrados na base de dados da <i>SCOPUS</i> , que foram tratados estatisticamente a partir do <i>software Bibliometrix</i> (uma ferramenta em ambiente de programação R, que permite a conversão, análise e elaboração de gráficos). Foram feitas algumas análises norteadas por 5 perguntas, sendo: Quem (autores); O quê (palavras-chave); Onde (países); Quando (anos de publicações); e Com quem (afiliação dos autores). Além disso,

					foram realizadas análises de produtividade, seguindo as teorias de <i>Alfred Lotka</i> e a Lei de <i>Bradford</i> , com o objetivo de oferecer uma visão abrangente da literatura sobre o tema e identificar as tendências e lacunas na pesquisa sobre os impactos éticos da inteligência artificial na Indústria 4.0.
123	<i>Business Transformation in the Digital Economy: The Foreign Approach and Russian Opportunities</i>	Salimova; Biryukova; Anikina, (2021)	Estudo Empírico	Coeficiente de concordância; teste qui-quadrado de <i>Pearson</i> e Critério de <i>Cramér-von Mises</i>	O estudo determina os caminhos para a transição de empresas russas para a Indústria 4.0, prospectando seus riscos e oportunidades de implementação para o desenvolvimento empresarial sustentável. O estudo considera e avalia as perspectivas e limitações das empresas, com o objetivo de identificar formas de superá-las. Além disso, o estudo foi utilizado para determinar as oportunidades, limitações, perspectivas e consequências da integração dos principais conceitos da Indústria 4.0, levando em consideração as organizações russas de vários setores e segmentos. O coeficiente de concordância foi utilizado para avaliar a consistência das respostas dos especialistas russos; o teste de adequação de <i>Pearson</i> foi utilizado para confirmação das respostas; e, por fim, o critério de <i>Cramér</i> foi utilizado como avaliação quantitativa da força (relação) entre as características mapeadas, fornecendo uma análise detalhada e quantitativa das variáveis envolvidas no processo de transição para a Indústria 4.0 nas empresas russas.
124	<i>Ethical Stakes of Industry 4.0</i>	Trentesaux; Caillaud, (2020)	Estudo Conceitual	Estudo Teórico	O estudo descreve os impactos éticos da implementação das tecnologias da Indústria 4.0, destacando os riscos potenciais relacionados à criação de sistemas de produção que integram tecnologias avançadas. Com isso, o estudo buscou conscientizar estudiosos sobre os riscos éticos potenciais ao projetar e avaliar futuros sistemas de produção que podem ou não ser compatíveis com os princípios da Indústria 4.0.
125	<i>Sustainable Development Challenges and Risks of Industry 4.0: A literature Review</i>	Mora Sanchez, (2019a)	Estudo Conceitual	Revisão de Literatura	O estudo avalia os riscos e os desafios da Indústria 4.0, focando especificamente nas tecnologias <i>Internet</i> das Coisas (IoT) e <i>Internet</i> Industrial das Coisas (IIoT). O estudo investiga os desafios enfrentados pelas empresas com a adoção das tecnologias da Indústria 4.0 e os riscos associados à implementação dessas tecnologias. As informações coletadas foram identificadas e categorizadas em seis principais clusters, sendo: conectividade; vulnerabilidade; emprego; educação; financeiro e tempo. O principal desafio encontrado foi o investimento econômico

					necessário para a implementação das tecnologias, enquanto os principais riscos identificados estão relacionados com o desemprego causado pela automação e o risco de vulnerabilidade dos dados devido à sua manipulação e à interligação dos dispositivos industriais utilizados na Quarta Revolução Industrial.
126	<i>New Technology and Work: Exploring the Challenges</i>	Burgess; Connell, (2020)	Estudo Conceitual	Estudo Teórico	O estudo descreve os principais desafios e oportunidades associados à Quarta Revolução Industrial (Indústria 4.0), destacando os impactos no ambiente de trabalho e nas condições dos locais de trabalho. Ele considera também o impacto da mudança tecnológica no emprego e nas condições de trabalho, com ênfase nos efeitos adicionais gerados pela pandemia da COVID-19.
127	<i>Modeling and Assessing the Effects of Digital Technologies on KPIs in Manufacturing Systems</i>	Siedler; Langlotz; Aurich (2020)	Estudo Conceitual	Simulação Computacional	O estudo auxilia as Pequenas e Médias Empresas (PMEs) na seleção e avaliação de tecnologias e soluções digitais, considerando os principais indicadores de desempenho (KPIs) na manufatura. Para isso, os autores utilizaram a Simulação de Monte Carlo para mapear as tecnologias digitais disponíveis, com indicadores-chave de desempenho (KPIs), identificando os impactos positivos e negativos.
128	<i>Impact of New Technologies on the Labor Market: Past Lessons and New Challenges</i>	Lyashok; Maleva; Lopatina, (2020)	Estudo Conceitual	Estudo Teórico	O estudo avalia como as tecnologias modernas afetam o mercado de trabalho, causando desemprego em massa no mundo e, em especial, na Rússia, afetando assim, as políticas públicas. Além disso, o estudo investiga quais medidas são conhecidas e tomadas pelas agências governamentais de emprego que possibilitam mitigar os riscos no mercado de trabalho. O estudo utilizou uma revisão de estudos teóricos.
129	<i>Perception of Personnel and Safety Risks by SMES in Slovakia at the Time of The Industrial Revolution Industry.4.0</i>	Hudáková; Masár; Brezina, (2020)	Estudo Empírico	Estudo de Caso Múltiplo	O estudo analisa a situação das Pequenas e Médias Empresas (PMEs) em relação aos possíveis riscos e ameaças do ambiente de negócios na Eslováquia. O estudo permitiu avaliar o pessoal e o ambiente de segurança que mais afetam a gestão eficaz das PMEs. Com isso, utilizando métodos matemáticos e estatísticos, o estudo avaliou a dependência dos riscos pessoais e de segurança percebidos pelos proprietários e gestores em relação ao tamanho da empresa.
130	<i>Increasing the Resilience and Competitiveness of Industrial Enterprises to External and Internal</i>	Brutovský; Bugarová, (2020)	Estudo Conceitual	Métodos exploratórios e observacionais	O estudo identifica, com base na literatura, o grau de utilização da gestão de riscos como um dos componentes da gestão de projetos em organizações da Eslováquia. O estudo avaliou o processo de

	<i>Impacts Through the Implementation of Risk Management in Project Management</i>				atividades em projetos de organizações industriais e o gerenciamento de projetos na era da Indústria 4.0.
131	<i>Impact and Risk Analysis in the Integrated Development of Product and Production System</i>	Stürmlinger <i>et al.</i> , (2020)	Estudo Empírico	<i>Model-Based Systems Engineering (MBSE)</i> .	O estudo utiliza um método de apoio à tomada de decisão, desenvolvendo um método integrado para produtos e sistemas de produção. Utiliza a Engenharia de Geração de Produtos (PGE) para identificar as interdependências de todo o sistema, incluindo os fatores estratégicos necessários para controlar o modelo baseado no <i>Model-Based Systems Engineering (MBSE)</i> .
132	<i>Petri Net-Based Approach for "cyber" Risks Modelling and Analysis for Industrial Systems</i>	Labadi <i>et al.</i> , (2020)	Estudo Empírico	Análise de Desempenho das Redes de Petri (PN)	O estudo apresenta uma metodologia para avaliar o risco de modelagem, focando no impacto de eventos críticos relacionados à cibersegurança. A abordagem utilizada envolve a análise de desempenho das redes de Petri (PN), aplicando-a para modelar e avaliar os riscos no contexto de uma indústria de fabricação e embalagem de produtos farmacêuticos.
133	<i>Enhanced Approach of Risk Assessment for Insider Threats Detection in Smart Manufacturing</i>	Hashim <i>et al.</i> , (2020)	Estudo Empírico	Desenvolvimento de <i>Software</i>	O estudo desenvolve um painel de <i>software</i> para avaliação de risco com foco na detecção de ameaças internas (RAFITD) na manufatura inteligente. O objetivo principal é contribuir para o melhor monitoramento das atividades de <i>login</i> e <i>logout</i> dos funcionários, essencial para identificar possíveis ameaças internas que possam comprometer a segurança da organização. A pesquisa propõe uma avaliação baseada em dois cenários: um ideal, onde o sistema de monitoramento é perfeito e eficaz, e um não ideal, considerando possíveis falhas ou limitações na detecção. O impacto da detecção de ameaças internas é analisado, com a intenção de prever ataques cibernéticos e crimes que possam ocorrer no contexto da Indústria 4.0, proporcionando uma abordagem mais proativa na segurança digital dentro das empresas de manufatura.
134	<i>A Ranking of Countries Concerning Progress Towards a Society 5.0</i>	Hoyos Guevara <i>et al.</i> , (2020)	Estudo Conceitual	Estudo Exploratório	O estudo identifica o impacto das mudanças oriundas da Indústria/Sociedade 5.0, com foco na sustentabilidade. O objetivo é orientar sobre os impactos das mudanças em torno da sustentabilidade, avaliando os principais indicadores que possibilitam essa transformação, ajudando a desenvolver o tema de forma abrangente. A pesquisa foi conduzida considerando os países da América Latina, utilizando 35 variáveis de 57 países, distribuídas em 6 dimensões: gestão; negócios; sustentabilidade;

					tecnologia; educação e sociedade 5.0. Como resultado, foi realizada uma análise entre as variáveis usando o <i>software Minitab</i> , criando o indicador denominado <i>SSI (Society 5.0 Index)</i> , o qual permite classificar e ranquear os países estudados de acordo com sua evolução e alinhamento à Sociedade 5.0.
135	<i>Societal Impact of IoT-Lead Smart Factory in the Context of Industry 4.0</i>	Kalsoom; Ramzan; Ahmed, (2020)	Estudo Conceitual	Estudo Teórico	O estudo avalia as diferentes tecnologias que compõem o conceito da Indústria 4.0, destacando os principais requisitos e desafios para a implementação em uma fábrica inteligente. Entre as tecnologias analisadas, estão <i>Internet das Coisas (IoT)</i> , <i>Inteligência Artificial (IA)</i> , <i>Big Data</i> , <i>Robótica</i> , e <i>Sistemas Ciberfísicos</i> , entre outras. O estudo também identifica riscos e desafios críticos associados à implementação da Indústria 4.0, como: segurança cibernética, que envolve a proteção de dados e sistemas contra ataques; mercado de trabalho, com a preocupação com a substituição de empregos e a necessidade de novas habilidades; intenções comportamentais na adoção de tecnologia, analisando como as atitudes e comportamentos organizacionais afetam a aceitação e a implementação dessas tecnologias e interoperabilidade e padronização que envolvem a capacidade de diferentes sistemas e tecnologias interagirem de maneira eficiente, além da falta de normas e padrões que possam dificultar a integração de sistemas.
136	<i>Identification of Potentials in the Context of Design for Industry 4.0 and Modelling of Interdependencies between Product and Production Processes</i>	Alberts <i>et al.</i> , (2019)	Estudo Empírico	<i>Product Generation Engineering (PGE)</i> <i>Model-Based System Engineering (MBSE)</i>	O estudo desenvolve um método para identificar e avaliar o impacto e o risco de mudanças em produtos ou processos em sistemas dependentes, utilizando os modelos <i>Product Generation Engineering (PGE)</i> e <i>Model-Based Systems Engineering (MBSE)</i> . O PGE é empregado para identificar os potenciais riscos da Indústria 4.0 no produto e no sistema de produção, além de prever os impactos de sua implementação, abordando aspectos como o design de produtos, a integração de tecnologias e as alterações nos processos de produção. Já o MBSE é utilizado para compreender como as mudanças afetam os diferentes domínios do sistema, ajudando a lidar com a complexidade do desenvolvimento de produtos e sistemas, considerando tanto as interações tecnológicas quanto as humanas.
137	<i>Towards Smart Manufacturing: Implementation and Benefits</i>	Haricha <i>et al.</i> , (2020)	Estudo Conceitual	Estudo Teórico	O estudo destaca os principais benefícios da implementação da manufatura inteligente (SM), identificando três aspectos fundamentais: máxima eficiência, que resulta em maior agilidade e rentabilidade para as empresas; proatividade, por meio de sistemas

					autônomos que antecipam os riscos e ajudam na mitigação de problemas antes que se tornem críticos; e tomada de decisão inteligente, que aprimora os processos decisórios ao integrar dados em tempo real e permitir uma análise mais assertiva. Além disso, o estudo também aborda os principais desafios da implementação da manufatura inteligente, com destaque para o alto investimento necessário das indústrias para adotar as tecnologias da Indústria 4.0, além das questões relacionadas à segurança dos dados, que se tornam cada vez mais críticas à medida que os sistemas ficam mais interconectados e dependentes da troca de informações digitais.
138	<i>A Reference Framework for the Holistic Ealuation of Industry 4.0 Solutions for Small- and Medium-Sized Enterprises</i>	Essakly <i>et al.</i> , (2019)	Estudo Empírico	Framework Conceitual	O estudo apresenta um modelo de avaliação do impacto das soluções da Indústria 4.0 em Pequenas e Médias Empresas (PMEs), com foco em 16 campos de atuação que serviram como norteadores para as aplicações tecnológicas encontradas na literatura. Os resultados são ilustrados por meio de um exemplo prático, demonstrando o uso do modelo e seu sistema de avaliação. O modelo emprega a simulação <i>Synus</i> para medir os impactos das soluções da Indústria 4.0, permitindo uma análise detalhada dos efeitos em diversas áreas das PMEs. Por fim, o estudo propõe uma comparação dos indicadores de desempenho, utilizando um diagrama de teia, que é empregado como ferramenta para tratamento e normalização dos dados, facilitando a visualização e a interpretação dos resultados.
139	<i>Opportunities and Challenges to Deploy Industry 4.0 Technologies in the Russian Oil Refining and Petrochemical Industries</i>	Zhdaneev; Korenev; Lyadov, (2020)	Estudo Conceitual	Estudo Teórico	O estudo avalia as perspectivas e formas de implementação da Indústria 4.0 nas novas indústrias de refinarias de petróleo e plantas petroquímicas na Rússia. A pesquisa utiliza o <i>Smart Industry Readiness Index (SIRI)</i> como modelo para avaliar a prontidão dessas empresas para a Indústria 4.0. O índice considera esferas fundamentais como tecnologia, processo e organização, subdivididas em 8 subgrupos principais que representam os componentes críticos do processo produtivo, os quais são expandidos em 16 métricas. Estas métricas são essenciais para a avaliação da prontidão dos elementos da Indústria 4.0 nas empresas. A prontidão dos elementos é determinada a partir do cálculo das médias das métricas dos grupos e subgrupos, permitindo uma análise detalhada do estágio de desenvolvimento e a introdução de tecnologias da Indústria 4.0 nas indústrias de refinarias de petróleo e plantas petroquímicas na Rússia.

140	<i>Model-Driven Approach to Cyber Risk Analysis in Industry 4.0</i>	Capodieci; Mainetti; Dipietrangelo, (2020)	Estudo Conceitual	Estudo Teórico	O estudo apresenta uma metodologia para avaliação de risco em sistemas <i>Supervisory Control and Data Acquisition</i> (SCADA) com o objetivo de auxiliar na proteção de sistemas seguros e no estabelecimento de políticas de segurança adequadas. A metodologia adotada é a <i>Cyber Risk Analysis in Industrial Process System Environment (CRISP)</i> , que se concentra na análise das consequências de uma alteração organizacional resultante de um ataque cibernético. A <i>CRISP</i> avalia tanto as consequências globais quanto locais desses ataques, fornecendo uma compreensão detalhada dos riscos associados à segurança cibernética em ambientes industriais.
141	<i>Increasing the Competitiveness of Enterprises through the Implementation of Risk Management in the Context of the Industry 4.0 Concept</i>	Buganová; Šimíčková, (2020)	Estudo Empírico	Estudo Teórico	O estudo destaca a importância da implantação da gestão de riscos em empresas, com foco na gestão de projetos, com base nas normas internacionais de sistemas de gestão, especialmente a ISO 31000:2018. A análise empírica foi realizada para comparar os dados de pesquisas anteriores com os pressupostos encontrados no estudo, com uma abordagem voltada para a Indústria 4.0. O estudo foi conduzido utilizando dados da Eslováquia, considerando as tratativas e diretrizes fornecidas pela ISO 31000:2018, para avaliar como a gestão de riscos pode ser integrada de forma eficaz nas práticas de gestão de projetos em um contexto industrial em transformação.
142	<i>Determination of Changes in Process Management within Industry 4.0</i>	Benešová et al., (2019)	Estudo Empírico	Estudo de Caso	O estudo identifica as possíveis mudanças na gestão de processos causadas pela implementação da Indústria 4.0, focando nos principais riscos associados a essas mudanças. Entre os riscos considerados, estão a falta de recursos financeiros próprios, subsídios do estado, falta de funcionários qualificados, falhas de segurança cibernética, falta de conhecimento sobre a Indústria 4.0, manutenção inadequada de máquinas, falta de energia, falhas no sistema CPS, avaliação inadequada de dados de <i>Big Data</i> , perda de conhecimento, perda de clientes, produção de produtos defeituosos, falta de inovação nos produtos, danos ao sensor e falhas na rede IoT, além de acidentes. Para avaliar esses riscos, o estudo foi realizado em quatro etapas: identificação do risco (por meio de sessões de <i>brainstorming</i> com especialistas e análise da literatura); avaliação da probabilidade; avaliação do impacto e cálculo do valor do risco (RV), utilizando uma escala de 1 a 5.

143	<i>Risk Assessment in Intelligent Manufacturing Process: A Case Study of an Optical Cable Automatic Arranging Robot</i>	Wan <i>et al.</i> , (2019)	Estudo Empírico	FMEA TOPSIS	O estudo desenvolve um FMEA para avaliar o modo e efeito de falha, introduzindo o aspecto ambiental como um dos fatores de riscos, calculando sua severidade, ocorrência e detecção. Para tanto, utiliza o método TOPSIS para ordenar a preferência e similaridade de uma solução ideal e para reconhecer as falhas e analisar seu risco. Como aplicação, o estudo avalia o risco potencial de falha de um robô de arranjo automático de cabo óptico para verificar sua viabilidade e eficácia.
144	<i>Supply Chain Risks in Times of Industry 4.0: Insights from German Cases</i>	Zimmermann <i>et al.</i> , (2019)	Estudo Empírico	Estudo de Caso Múltiplo	O estudo avalia o impacto das tecnologias da Indústria 4.0 nos riscos da cadeia de suprimentos. O estudo identifica quais fatores são preponderantes nessa relação e apresenta os benefícios, bem como os fatores que influenciam a relação desses elementos. A pesquisa inclui um estudo de caso múltiplo, analisando um banco de dados de 300 projetos da Indústria 4.0 na Alemanha.
145	<i>Project Risk Management in the Context of Industry 4.0 in Condition of Manufacturing Enterprises in Slovakia</i>	Masár; Hudáková, (2019)	Estudo Conceitual	Estudo Teórico	O estudo desenvolve um modelo de gerenciamento de riscos de projeto utilizando os conceitos da Indústria 4.0, com foco nas empresas da Eslováquia. O modelo foi estruturado com base nas normas ISO 31000:2018 e ISO 21500:2012. A partir desse modelo, foram criadas medidas que permitem alcançar os objetivos e garantir a implementação bem-sucedida de projetos de curto prazo. O método utilizado para a elaboração do modelo foi a análise e dedução.
146	<i>Industry 4.0 in SMEs: A Sectorial Analysis</i>	Luco <i>et al.</i> , (2019)	Estudo Empírico	Estudo de Caso Múltiplo	O estudo discute as barreiras e os problemas enfrentados pelas Pequenas e Médias Empresas (PMEs) ao investir em tecnologias, especialmente no contexto da Indústria 4.0. Para isso, foi realizada uma comparação entre diferentes setores de atuação dessas PMEs. Como resultado, é apresentado um quadro que destaca os impactos, oportunidades e riscos associados a cada uma das principais tecnologias da Indústria 4.0, como a <i>Internet das Coisas</i> (IoT), Inteligência Artificial (IA), <i>Blockchain</i> , <i>Big Data</i> , entre outras.
147	<i>Cyber Security Risk Assessment on Industry 4.0 using ICS testbed with AI and Cloud</i>	Matsuda <i>et al.</i> , (2019)	Estudo Empírico	Testbed ICS	O estudo avalia os riscos em um Sistema de Controle Industrial (ICS) ao identificar os impactos no mundo físico causados por ataques cibernéticos contra esses sistemas. Para isso, os autores utilizam máquinas reais com o método <i>Testbed ICS</i> , que é considerado uma excelente ferramenta para abordar e resolver problemas relacionados a ataques cibernéticos. A ferramenta emprega conceitos de Inteligência Artificial (IA) e tecnologia de

					Nuvem, permitindo uma análise aprofundada dos riscos e dos impactos potenciais desses ataques no funcionamento dos sistemas industriais.
148	<i>A Framework to Assess Impacts of Cyber Attacks in Manufacturing</i>	Giehl; Wiedermann; Plaga, (2019)	Estudo Empírico	Estudo de Caso utilizando a Simulação	O estudo apresenta um panorama de avaliação do impacto da indústria manufatureira, focando em ataques cibernéticos, utilizando a técnica de modelagem em uma montagem celular. Diferentes cenários são simulados para ilustrar como os ataques podem afetar a operação. A estrutura de avaliação da segurança é dividida em três etapas principais: a categoria de segurança, os critérios de segurança e as métricas de avaliação. A categoria de segurança envolve a identificação dos aspectos gerais de risco, enquanto os critérios de segurança especificam as áreas de vulnerabilidade dentro do processo de manufatura. As métricas de avaliação são utilizadas para quantificar e comparar os impactos dos ataques cibernéticos simulados em cada cenário, proporcionando uma análise detalhada da resiliência do sistema.
149	<i>Impact of IoT on social innovation in Japan</i>	Shenkoya; Dae-Woo, (2019)	Estudo Empírico	Análise Multidimensional – Análise de Variância Unidirecional	O estudo avalia, a partir da teoria da mudança social linear, o impacto da <i>Internet das Coisas</i> (IoT) na sociedade, com o objetivo de verificar se as mudanças ocasionadas pela IoT resultam em efeitos positivos (mudanças radicais positivas) ou negativos (desvantagens) para a sociedade, especialmente em relação à perda de empregos. A teoria da mudança social linear sugere que as inovações tecnológicas, como a IoT, podem desencadear mudanças diretas e previsíveis na sociedade. Para comparar a teoria com a prática, o estudo analisa os resultados da implementação da IoT no Japão, avaliando tanto os benefícios, como o aumento da eficiência e inovação, quanto os desafios, como a substituição de empregos e a transformação das condições de trabalho.
150	<i>Human Factor in Industry 4.0 in Point of view Ergonomics in Slovak Republic</i>	Marková, (2019)	Estudo Empírico	Estudo de Caso	O estudo apresenta a importância do fator humano na implementação das tecnologias da Indústria 4.0, abordando como as mudanças no ambiente de trabalho impactam a força de trabalho. Ele destaca os riscos associados à implementação da Indústria 4.0 nas organizações, com foco nas condições de trabalho. O estudo foi realizado na Eslováquia e utilizou como instrumento de coleta de dados um questionário Nórdico, que avalia o impacto das novas tecnologias nas condições de trabalho dos funcionários nas empresas. Para analisar os dados, foram

					empregados métodos epidemiológicos, especificamente no corte de incidência e intensidade das doenças musculoesqueléticas, que servem como indicadores das carências ocupacionais e das condições de trabalho em termos de ergonomia.
151	<i>The Impact of Industry 4.0 on the Nexus between Supply Chain Risks and Firm Performance</i>	Ali, (2019)	Estudo Empírico	Análise Fatorial Exploratória (EFA) e Análise Fatorial Confirmatória (CFA)	O estudo identifica a influência da Indústria 4.0 nos riscos financeiros, na incompatibilidade entre oferta e demanda, e nos riscos de transporte, avaliando seu impacto no desempenho organizacional das empresas. Utilizando a teoria da capacidade dinâmica (DCT), o estudo busca evidenciar como esses riscos afetam o desempenho das organizações. Como objeto de estudo, foram consideradas empresas australianas, analisando como a implementação da Indústria 4.0 pode influenciar os aspectos financeiros, logísticos e de capacidade de adaptação das empresas diante de variações no mercado e nos processos produtivos.
152	<i>The Impact of Global Risks on the World Trade and Economic Environment</i>	Olha et al., (2018)	Estudo Conceitual	Estudo Teórico	O estudo descreve o impacto global dos riscos na formação e implementação das políticas comerciais e econômicas, abordando como esses riscos podem afetar as decisões e estratégias políticas em nível global. Os riscos foram mapeados em cinco esferas econômica, geopolítica, tecnológica, social e natural, destacando os desafios e as ameaças que emergem em cada uma dessas áreas e que podem influenciar a formulação de políticas comerciais e econômicas eficazes. Para a metodologia, foi utilizada uma análise estrutural sistemática de processos e fenômenos econômicos, combinada com métodos de comparações quantitativas e qualitativas, além de um método tabular de cálculo do grau de influência, permitindo avaliar o impacto relativo de cada risco identificado nas políticas comerciais e econômicas.
153	<i>Risk Based Thinking - New Approach for Modern Enterprises' Management</i>	Pacaiova; Nagyova, (2019)	Estudo Empírico	Risk-Based Management (GRBM) Risk Register (RBT)	O estudo apresenta uma nova abordagem sobre a gestão de riscos com base na ISO 9000, utilizando o modelo de Gestão de Riscos Baseada em Processos (GRBM) para integrar o gerenciamento de riscos. O estudo incorpora o uso do Registro de Riscos (<i>Risk Register</i> - RBT) como uma ferramenta central para mapear e identificar métodos eficazes de gerenciamento de riscos, tanto internos quanto externos, em empresas modernas. O modelo proposto foi aplicado em uma planta industrial automotiva, permitindo a identificação de riscos e a implementação de medidas para mitigar esses riscos, assegurando assim a continuidade e

					eficiência dos processos industriais de forma alinhada aos padrões da ISO 9000.
154	<i>Development of Performance Measurement System in the Context of Industry 4.0: a Case Study</i>	Kloviene; Uosyte, (2019)	Estudo Empírico	Estudo de Caso	O estudo desenvolve um modelo para apresentar as mudanças nos Indicadores de Desempenho (PMS) no contexto da Indústria 4.0, utilizando uma abordagem de pesquisa qualitativa. Para isso, foi realizado um estudo de caso com uma indústria do segmento de automação elétrica e pneumática, aplicando entrevistas semiestruturadas e análise documental. O objetivo é entender o impacto da Indústria 4.0 nos indicadores de desempenho da empresa, considerando as transformações tecnológicas que ocorrem com a implementação de tecnologias digitais, automação e integração de sistemas ciberfísicos. A análise dos dados coletados visa identificar como essas inovações alteram os processos produtivos, melhoram a eficiência operacional e ajustam os critérios de avaliação de desempenho dentro da nova realidade industrial.
155	<i>Corporate social responsibility challenges and risks of industry 4.0 technologies: A review</i>	Mora Sanchez, (2019b)	Estudo Conceitual	Estudo Teórico (Análise Exploratória)	O estudo apresenta uma análise exploratória para identificar os desafios e riscos das tecnologias da Indústria 4.0. As tecnologias mapeadas e investigadas incluem <i>Internet das Coisas</i> , <i>Inteligência Artificial</i> , <i>Computação em Nuvem</i> , <i>Cibersegurança</i> , <i>Big Data</i> , <i>Blockchain</i> , 5G, <i>Robótica</i> , <i>Manufatura Aditiva</i> , <i>Sistemas não Tripulados</i> , <i>Veículos Autônomos</i> , <i>Realidade Virtual</i> e <i>Realidade Aumentada</i> . A partir da investigação, os principais desafios e riscos identificados estão relacionados à vulnerabilidade das tecnologias, elevados custos para implementação e impacto no mercado de trabalho, com a possível geração de desemprego devido à automação e adoção de tecnologias disruptivas.
156	<i>Industry 4.0 - Expected Technological Impacts on Companies</i>	Ruzsa, (2019)	Estudo Empírico	Estudo de Caso	O estudo discute os principais grupos de desafios enfrentados pela Indústria 4.0 na Hungria, identificando os aspectos críticos que as empresas precisam considerar para se adaptar às novas demandas tecnológicas. Aproximadamente 500 empresas de produção e logística foram analisadas para entender como elas podem modificar suas operações a fim de superar esses desafios.
157	<i>Metrics for the Evaluation of Data Quality of Signal Data in Industrial Processes</i>	Kirchen <i>et al.</i> , (2017)	Estudo Empírico	Estudo de Caso	O estudo do modelo de Qualidade de Dados (DQM) desenvolvido para atuar em dados de sinais de processos industriais define as características de qualidade mais utilizadas no processo industrial, classificando-as em fatores importantes, como precisão, completude, consistência, validade e atualidade. Cada uma dessas

					características de qualidade é avaliada por meio de uma medida de completude, que reflete o quão bem os dados atendem aos critérios necessários para garantir a eficácia no ambiente industrial. Para validar o modelo, os dados identificados foram aplicados em dois casos diferentes, que permitiu comprovar sua eficácia na avaliação da qualidade dos dados, assegurando que o modelo contribui para a otimização e a tomada de decisões nos processos industriais.
158	<i>Intellectualization of Control: Cyber-Physical Supply Chain Risk Analytics</i>	Ivanov <i>et al.</i> , (2019)	Estudo Conceitual	Estudo Teórico	O estudo investiga a teoria de controle para aprimorar a análise de risco na cadeia de suprimentos ciberfísicos e discute algumas abordagens interdisciplinares para otimização e simulação da cadeia de suprimentos, considerando o risco de interrupção na análise de controle.
159	<i>Challenges of Digitalization Process in Different Industries. Before and After</i>	Vartolomei; Avasilcai, (2019)	Estudo Conceitual	Estudo Teórico	O estudo analisa os desafios antes e depois da implantação da Indústria 4.0 no processo de digitalização em diferentes empresas, utilizando os conceitos da <i>Internet das Coisas</i> (IoT). Além disso, os autores descrevem os benefícios de uma empresa digitalizada e o impacto da segurança cibernética nos resultados dessa digitalização. Como resultados, as empresas digitalizadas podem enfrentar desafios e riscos, como roubo ou perda de dados.
160	<i>Risk Management Analysis Using FMECA and ANP Methods in the Supply Chain of Wooden Toy Industry</i>	Tanjung <i>et al.</i> , (2019a)	Estudo Empírico	AHP FMECA ANP	O estudo investiga os riscos da cadeia de suprimentos (SCRM) com alta probabilidade de ocorrência e avalia seu grau de criticidade. O estudo foi desenvolvido considerando a cadeia de suprimentos de uma indústria de brinquedos de madeira. A avaliação do risco foi realizada em três etapas: primeiro, o método AHP foi utilizado para obter os pesos dos riscos; em seguida, a Análise de Criticidade do Efeito do Modo de Falha (FMECA) foi aplicada para classificar os riscos com base na ocorrência, gravidade, detecção e no nível de criticidade; por fim, estratégias de recomendação foram propostas para o risco mais crítico utilizando o método Processo Analítico de Rede (ANP).
161	<i>Internet of Things (IoT) Opportunities and Impacts of Well-Being on Citizens and Society</i>	Hoyos Guevara; Silva, (2019)	Estudo Conceitual	Estudo Teórico	O estudo discute uma das principais tecnologias da Indústria 4.0, a <i>Internet das Coisas</i> (IoT). O estudo apresenta as oportunidades, os impactos e os riscos associados à IoT, considerando o bem-estar e a sociedade como um todo. Além disso, o estudo aborda temas e questões relacionadas às transformações aceleradas e disruptivas provocadas pela utilização da IoT, destacando a importância de se preparar e adaptar para as mudanças da Indústria 4.0.

162	<i>Supply Chain Risk Management Analysis using the Development of Fuzzy Reasoning Methods and Analytical Network Process (ANP) at Wooden Toys Industries</i>	Tanjung <i>et al.</i> , (2019b)	Estudo Empírico	Fuzzy Logic ANP	O estudo considera a cadeia de suprimentos de uma indústria de brinquedos de madeira para identificar e priorizar os riscos, bem como as oportunidades e o impacto caso o risco se concretize. Para isso, os autores utilizam o <i>Fuzzy Logic</i> para identificar os riscos. Para avaliar as oportunidades e os riscos, foi utilizado o método <i>Analytical Network Process</i> (ANP).
163	<i>Impact of Industry 4.0 on Robotic Welding</i>	Farkas, (2018)	Estudo Empírico	Estudo de Caso	O estudo revisa as características da Indústria 4.0, identificando os benefícios, desafios e riscos que essa quarta revolução industrial pode ocasionar. O estudo é desenvolvido considerando a indústria de robótica de soldagem na Hungria.
164	<i>Project Risk Management for Digital Manufacturing</i>	Muncinelli <i>et al.</i> , (2018)	Estudo Conceitual	Revisão Crítica da Literatura	O estudo apresenta uma identificação e classificação dos riscos na gestão de projetos em manufatura digital de montadoras. O desenvolvimento do estudo ocorre em quatro etapas: a primeira consiste na revisão da literatura para identificar as etapas do gerenciamento de risco; a segunda envolve pesquisa documental e entrevistas com especialistas responsáveis pela avaliação de riscos em projetos de indústria automotiva; a terceira etapa é a análise dos resultados; e, por fim, a quarta etapa realiza a classificação dos riscos. Como resultados, foram identificados 20 riscos que podem ocorrer durante o planejamento de uma planta automotiva.
165	<i>Socio-Economic Aspects of Industry 4.0</i>	Vacek, (2016)	Estudo Conceitual	Revisão Sistemática de Literatura	O estudo consiste em uma revisão sistemática de literatura com o objetivo de descrever as tendências da Indústria 4.0, visando contribuir para a discussão e o avanço da literatura sobre o tema. O estudo busca responder às seguintes perguntas: qual o impacto do avanço tecnológico na gestão da empresa; quais são as competências e habilidades necessárias para operacionalizar máquinas inteligentes; e, por fim, como se preparar para melhor se adaptar às mudanças ocasionadas pela Indústria 4.0.
166	<i>Technology Innovation-Oriented Complex Product Systems R&D Investment and Financing Risk Management: An Integrated Review</i>	Xu; Tang, (2017)	Estudo Conceitual	Revisão Sistemática de Literatura Mineração de Dados	O estudo investiga o gerenciamento de risco de investimento e financiamento na promoção de P&D orientado para a inovação tecnológica, utilizando os conceitos de Sistemas Ciberfísicos (CPS). O objetivo é analisar a avaliação de risco, o alerta precoce de riscos e a gestão de controle desses riscos. A pesquisa utiliza a mineração de dados para fazer previsões que auxiliem no gerenciamento desses riscos.

APÊNDICE D - Elaboração do instrumento de pesquisa (questionário) para avaliar os riscos digitais e seus impactos no contexto da transformação digital em indústrias



Universidade Tecnológica Federal do Paraná Campus de Ponta Grossa
Diretoria de Pesquisa e Pós-Graduação
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
Curso de Doutorado



Ponta Grossa, 04 de setembro de 2024.

ILMO SR(s).

Gerentes, Líderes, Gestores, Coordenadores ou Especialistas sobre Indústria 4.0

Prezado(a) participante,

Este questionário integra a pesquisa de Doutorado do acadêmico Me. Vitor Hugo dos Santos Filho, sob a orientação do Professor Dr. Luís Maurício Martins de Resende, vinculada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção (PPGEP) da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR - Campus Ponta Grossa).

Desde já, agradecemos sinceramente pela atenção e colaboração na participação desta pesquisa.

O objetivo do questionário é Avaliar os Riscos Digitais no Contexto da Transformação Digital.

O questionário está estruturado em formato de múltipla escolha e dividido em quatro etapas:

ETAPA 01: Caracterização do Perfil Respondente;

ETAPA 02: Caracterização da Indústria;

ETAPA 03: Avaliação dos Riscos Digitais no Contexto da Transformação Digital;

ETAPA 04: Avaliação dos Impactos causados por esses Riscos (Avaliação Qualitativa).

ETAPA 05: Avaliação dos Impactos causados por esses Riscos (Avaliação Quantitativa).

O tempo estimado para a conclusão do questionário é de 30 a 40 minutos.

Adicionalmente, asseguramos que todas as informações coletadas serão utilizadas exclusivamente para esta pesquisa, sendo de acesso restrito ao pesquisador e seu orientador. A divulgação dos resultados será somente para fins acadêmicos e científicos, garantindo a confidencialidade e o respeito aos interesses das empresas e aos padrões éticos.

Caso tenha interesse em receber os resultados da pesquisa, por gentileza, indique essa preferência no início do questionário. Será um prazer compartilhar os achados deste estudo após sua valiosa contribuição.

Agradecemos imensamente por sua participação e por suas contribuições preciosas.

Atenciosamente,

Vitor Hugo dos Santos Filho, Me.

Pesquisador PPGEP

UTFPR – Campus Ponta Grossa

E-mail: vitorhugosantosfilho@hotmail.com

Prof. Luis Maurício Martins de Resende, Dr.

Orientador

UTFPR – Campus Ponta Grossa

E-mail: lmresende@utfpr.edu.br

ETAPA 01 – PERFIL DO RESPONDENTE

Os dados coletados nesta seção serão tratados com total sigilo e serão analisados exclusivamente pelo autor deste estudo, garantindo a confidencialidade das informações.

1. **Nome do Respondente:** (opcional): _____

2. **E-mail:** (coletado exclusivamente para fins de validação da pesquisa e devolutiva dos resultados):

3. **Gênero:**
 - () Masculino
 - () Feminino

4. **Cargo que Ocupa na Empresa:**
 - () CEO
 - () Diretor
 - () Presidente
 - () Vice-Presidente
 - () Gerente
 - () Gestor
 - () Coordenador
 - () Líder
 - () Especialista
 - () Analista
 - () Outro: Especificar: _____

5. **Escolaridade:**
 - () Ensino Fundamental Completo
 - () Ensino Fundamental Incompleto
 - () Ensino Médio Completo
 - () Ensino Médio Incompleto
 - () Ensino Superior Completo
 - () Ensino Superior Incompleto
 - () Pós-Graduação Completa
 - () Pós-Graduação Incompleta
 - () Mestrado Completo
 - () Mestrado Incompleto
 - () Doutorado Completo
 - () Doutorado Incompleto
 - () Pós-Doutorado Completo
 - () Pós-Doutorado Incompleto

6. **Profissão:**
 - () Engenheiro (Engenharia de Produção, Mecânica, Elétrica, Civil, Química, Ambiental, Automação e outros).
 - () Administração
 - () Logística
 - () Tecnologia da Informação (TI)
 - () Economia
 - () Ciências Contábeis
 - () Outro: Especificar: _____

ETAPA 02 - CARACTERIZAÇÃO DA INDÚSTRIA

Os dados coletados nesta seção serão tratados com total sigilo e serão analisados exclusivamente pelo autor deste estudo, garantindo a confidencialidade das informações.

7. Nome da Indústria (opcional): _____

8. Localização da Indústria (Estado):

- ☐ Acre - AC
- ☐ Alagoas - AL
- ☐ Amapá - AP
- ☐ Amazonas - AM
- ☐ Bahia - BA
- ☐ Ceará - CE
- ☐ Distrito Federal - DF
- ☐ Espírito Santo - ES
- ☐ Goiás - GO
- ☐ Maranhão - MA
- ☐ Mato Grosso - MT
- ☐ Mato Grosso do Sul - MS
- ☐ Minas Gerais - MG
- ☐ Pará - PA
- ☐ Paraíba - PB
- ☐ Paraná - PR
- ☐ Pernambuco - PE
- ☐ Piauí - PI
- ☐ Roraima - RR
- ☐ Rondônia - RO
- ☐ Rio de Janeiro - RJ
- ☐ Rio Grande do Norte - RN
- ☐ Rio Grande do Sul - RS
- ☐ Santa Catarina - SC
- ☐ São Paulo - SP
- ☐ Sergipe - SE
- ☐ Tocantins - TO

9. Segmento de Atuação da Indústria:

- ☐ Alimentos e Bebidas
- ☐ Automotivo
- ☐ Calçadista
- ☐ Construção Civil
- ☐ Embalagens
- ☐ Equipamentos e Aparelho Elétricos
- ☐ Farmacêutico/Médico
- ☐ Máquinas/Mecânico/Metais
- ☐ Papel e Celulose
- ☐ Petroquímica e Gás
- ☐ Têxtil
- ☐ Outro: Especificar: _____

10. Classificação da Indústria quanto à Natureza:

- ☐ Indústria Multinacional
- ☐ Indústria do Setor Privado
- ☐ Indústria do Setor Público

() Outro: Especificar: _____

11. Porte da Indústria:

- () Pequena – 10 a 49 Trabalhadores
- () Média – 50 a 249 Trabalhadores
- () Grande – Maior que 250 Trabalhadores

12. Tempo de Atuação na Indústria:

- () Menor ou igual a 2 Anos
- () Entre 3 e 5 Anos
- () Entre 6 e 10 Anos
- () Entre 11 e 15 Anos
- () Mais de 16 Anos
- () Outro: Especificar: _____

13. Em uma escala de 1 a 10, como você avaliaria seu nível de conhecimento sobre as Tecnologias da Indústria 4.0, onde 1 indica pouco conhecimento e 10 representa um alto conhecimento?

- () 1
- () 2
- () 3
- () 4
- () 5
- () 6
- () 7
- () 8
- () 9
- () 10

14. Quais das Tecnologias Impulsionadoras da Indústria 4.0 são utilizadas ou aplicadas na Indústria em que você trabalha? (Selecione até 3 opções):

- () *Big Data*
- () *Blockchain*
- () *Cloud Computing* (Computação em Nuvem)
- () *Cyber-Physical System* (Sistema Ciberfísico – CPS)
- () *Cyber Security* (Cibersegurança)
- () *Digital Twin* (Gêmeo Digital)
- () Inteligência Artificial (IA)
- () *Internet of Things* (*Internet* das Coisas – IoT)
- () *Internet Industrial das Coisas* – IIoT
- () *Machine Learning* (Aprendizado da Máquina)
- () Manufatura Aditiva (Impressão 3D)
- () *Radio Frequency Identification* – Identificação por Radiofrequência (RFID)
- () Realidade Aumentada/Realidade Virtual
- () Robôs Autônomos
- () Simulação
- () 5G/6G
- () Nenhuma das Tecnologias Listadas
- () Outro: Especificar: _____

ETAPA 03: AVALIAÇÃO DOS RISCOS DIGITAIS NO CONTEXTO DA TRANSFORMAÇÃO DIGITAL

Esta parte do Questionário Avalia os Riscos Digitais no Contexto da Transformação Digital.

Os itens serão avaliados quanto a Probabilidade de Ocorrência do Risco acontecer em sua Indústria.

Avalie de acordo com o cenário atual (Lembrando que não existe alternativa certa ou errada).

Os campos de "comentários" são opcionais e podem ser utilizados apenas se você sentir necessidade ou desejar complementar sua resposta.

Para responder à questão considere a seguinte escala:

- 1 - Improvável de Ocorrer
- 2 - Pouco Provável de Ocorrer
- 3 - Eventualmente pode Ocorrer
- 4 - Provável de Ocorrer
- 5 - Quase Certo de Ocorrer

Nº.	RISCO	PROBABILIDADE DE OCORRÊNCIA					COMENTÁRIOS (opcional):
		1	2	3	4	5	
P. 15	Risco de Alterações Climáticas (RA1) <i>Qual é a probabilidade de que as atividades da sua indústria contribuam para as alterações climáticas, especificamente devido às emissões de dióxido de carbono geradas por processos de combustão ou pela queima de combustíveis fósseis, como carvão mineral, petróleo e gás natural?</i>	☐	☐	☐	☐	☐	
P. 16	Risco de Alto Consumo de Energia (RA2) <i>Qual é a probabilidade de sua indústria apresentar um alto consumo de energia devido à operação de novas tecnologias relacionadas à Transformação Digital, como uso intensivo da internet, robôs autônomos, impressoras 3D, entre outros?</i>	☐	☐	☐	☐	☐	
P. 17	Risco de Aumento de Lixo Eletrônico e Resíduos Descarte Inadequado (Ra3) <i>Qual é a probabilidade de sua indústria gerar um aumento significativo de lixo eletrônico, como computadores e dispositivos obsoletos, e resíduos, como materiais plásticos ou componentes não reaproveitáveis, além de realizar o descarte inadequado, como a falta de reciclagem ou eliminação em locais não apropriados desses materiais?</i>	☐	☐	☐	☐	☐	
P. 18	Risco de Emissões Poluentes (RA4) <i>Qual é a probabilidade de sua indústria contribuir para emissões poluentes, como gases de efeito estufa e poluentes atmosféricos, resultantes de processos produtivos, uso de</i>	☐	☐	☐	☐	☐	

	<i>maquinário e tecnologias da Transformação Digital, que podem impactar a qualidade do ar e o meio ambiente?</i>						
P. 19	Risco de Falta de Cultura Digital (RC1) <i>Qual a probabilidade de sua indústria enfrentar dificuldades devido à falta de cultura digital, como a resistência de colaboradores ou parceiros em utilizar recursos digitais disponíveis (por exemplo, Tecnologias de Informação e Comunicação - TICs, internet, softwares para coleta e análise de dados), resultando em ineficiência na comunicação, na tomada de decisões e na adoção de novas tecnologias?</i>	☐	☐	☐	☐	☐	
P. 20	Risco de Relutância a Mudanças (RC2) <i>Qual a probabilidade da sua indústria enfrentar relutância a mudanças, como resistência por parte de colaboradores em adotar novas tecnologias, processos ou métodos de trabalho, o que pode impactar a eficiência operacional e a capacidade de adaptação às inovações da Transformação Digital?</i>	☐	☐	☐	☐	☐	
P. 21	Risco de Falta de Compreensão dos Recursos e Limitações das Novas Tecnologias (RC3) <i>Qual a probabilidade de sua indústria enfrentar desafios devido à falta de compreensão dos recursos e limitações das novas tecnologias da Transformação Digital, o que pode resultar em decisões inadequadas sobre a implementação e utilização dessas ferramentas tecnológicas?</i>	☐	☐	☐	☐	☐	
P. 22	Risco de Alto Custo de Investimentos e Implementação (RE1) <i>Qual a probabilidade de sua indústria enfrentar altos custos relacionados aos investimentos e à implementação das tecnologias da transformação digital, considerando fatores como a aquisição de novos equipamentos, e os custos associados à atualização de infraestrutura?</i>	☐	☐	☐	☐	☐	
P. 23	Risco de Falta de Recursos Financeiros (RE2) <i>Qual a probabilidade de sua indústria não conseguir adquirir e implementar as tecnologias da Transformação Digital devido à falta de recursos financeiros, tanto próprios quanto provenientes de apoio de órgãos públicos e governamentais, afetando a capacidade de inovação e competitividade no mercado?</i>	☐	☐	☐	☐	☐	
P. 24	Risco de Incerteza de Retorno Financeiro (RE3) <i>Qual a probabilidade de sua indústria enfrentar incertezas quanto ao retorno financeiro dos investimentos realizados na implementação de tecnologias da Transformação Digital, o que pode impactar a viabilidade econômica e a tomada de decisões estratégicas?</i>	☐	☐	☐	☐	☐	

P. 25	Risco de Dependência de Parceiros (RE4) <i>Qual a probabilidade de sua indústria se tornar dependente de parceiros externos para a implementação e operação das tecnologias da transformação digital, o que pode impactar negativamente sua autonomia e flexibilidade, além de resultar em aumento de custos e incertezas financeiras?</i>	☐	☐	☐	☐	☐	
P. 26	Risco de Mudanças no Mercado (RE5) <i>Qual a probabilidade de sua indústria enfrentar desafios econômicos devido a mudanças no mercado, como flutuações nas demandas dos consumidores, surgimento de novos concorrentes ou inovações disruptivas, que podem afetar sua posição competitiva e impactar sua rentabilidade?</i>	☐	☐	☐	☐	☐	
P. 27	Risco de Falta de Pesquisa sobre a Indústria 4.0 (RED1) <i>Qual a probabilidade de sua indústria ser impactada negativamente pela falta de pesquisa e desenvolvimento sobre a tecnologia digital, que pode resultar em uma compreensão inadequada das novas tecnologias, limitando a capacidade de inovação e a adaptação às mudanças do mercado?</i>	☐	☐	☐	☐	☐	
P. 28	Risco de Políticas Educacionais Inconsistentes (RED2) <i>Qual a probabilidade de sua indústria ser afetada por políticas educacionais inconsistentes que dificultam a formação adequada dos colaboradores em relação às tecnologias da Transformação Digital, impactando negativamente a capacitação e a competitividade da sua equipe?</i>	☐	☐	☐	☐	☐	
P. 29	Risco de Falta de Competências Digitais (RED3) <i>Qual a probabilidade de sua indústria enfrentar desafios devido à falta de competências digitais entre colaboradores, como a dificuldade em utilizar ferramentas de software, análise de dados, tecnologias de informação e comunicação, e a adaptação a novos sistemas digitais, o que pode comprometer a adoção e a eficácia das tecnologias da Transformação Digital, resultando em ineficiências operacionais e perda de competitividade?</i>	☐	☐	☐	☐	☐	
P. 30	Risco de Dificuldade em Contratar/Treinar Pessoas em Tecnologia Digital (RED4) <i>Qual a probabilidade de sua indústria enfrentar dificuldades na contratação e treinamento de pessoas com habilidades em tecnologia digital, como programação, análise de dados e uso de ferramentas digitais, o que pode limitar a implementação eficaz das tecnologias da Transformação Digital?</i>	☐	☐	☐	☐	☐	
P. 31	Risco de Falta de Interação Humana (RH1) <i>Qual a probabilidade de sua indústria sofrer com a falta de interação humana, resultante</i>	☐	☐	☐	☐	☐	

	<i>do aumento da automação e uso de tecnologias digitais, o que pode impactar negativamente a comunicação, o trabalho em equipe e a cultura organizacional?</i>						
P. 32	Risco de Falta de Experiência e Treinamentos (RH2) <i>Qual a probabilidade de sua indústria enfrentar dificuldades devido à falta de experiência e treinamentos adequados para a operacionalização das tecnologias digitais da Transformação Digital, comprometendo a adoção eficaz dessas tecnologias e impactando a produtividade da sua equipe?</i>	☐	☐	☐	☐	☐	
P. 33	Risco de Falta de Trabalhadores com uma Visão clara sobre a Indústria 4.0 (RH3) <i>Qual a probabilidade de sua indústria ser afetada pela falta de trabalhadores que tenham uma visão clara e compreensiva sobre a Transformação Digital, incluindo entendimento das tecnologias emergentes, integração de sistemas, e impacto das mudanças no mercado, resultando em desafios na adoção de novas tecnologias e na integração de processos, o que pode comprometer a competitividade da sua indústria?</i>	☐	☐	☐	☐	☐	
P. 34	Risco de Falta de Mão de Obra Qualificada (RH4) <i>Qual a probabilidade de sua indústria enfrentar dificuldades em encontrar mão de obra qualificada para operar e manter as tecnologias da Transformação Digital, como automação, análise de dados e sistemas de controle, impactando a eficiência operacional da sua indústria?</i>	☐	☐	☐	☐	☐	
P. 35	Risco à Integridade Física de Trabalhadores (RSS1) <i>Qual a probabilidade de sua indústria enfrentar riscos à integridade física dos trabalhadores, incluindo lesões relacionadas ao trabalho, problemas de saúde causados por ambientes de trabalho inadequados, acidentes operacionais e riscos ergonômicos, devido à implementação de tecnologias da Transformação Digital, como automação, robótica e sistemas de monitoramento, que podem gerar novos desafios de segurança, ergonomia e saúde ocupacional?</i>	☐	☐	☐	☐	☐	
P. 36	Risco de Acidente de Trabalho (RSS2) <i>Qual a probabilidade de sua indústria vivenciar acidentes de trabalho, como quedas, cortes, queimaduras, choques ou lesões por esforço repetitivo, decorrentes da implementação de tecnologias da Transformação Digital, que podem alterar as dinâmicas de trabalho e introduzir novos riscos operacionais?</i>	☐	☐	☐	☐	☐	
P. 37	Risco Ocupacional (RSS3) <i>Qual a probabilidade de sua indústria enfrentar riscos ocupacionais, como fadiga mental (esgotamento mental, dificuldade de concentração e diminuição da eficiência no</i>	☐	☐	☐	☐	☐	

	<i>trabalho), além de condições adversas como ruído, vibrações, radiações, frio, calor e umidade, que podem afetar o bem-estar e a produtividade dos trabalhadores?</i>						
P. 38	Risco de Problemas Psicossociais e Doenças Musculoesqueléticas (RSS4) <i>Qual a probabilidade de sua indústria enfrentar riscos de problemas psicossociais (como estresse, ansiedade e conflitos interpessoais) e doenças musculoesqueléticas (condições como dor nas costas, lesões por esforço repetitivo e problemas articulares resultantes de posturas inadequadas e movimentos repetitivos), que podem impactar a saúde e o bem-estar dos colaboradores?</i>	☐	☐	☐	☐	☐	
P. 39	Risco Baixo Entendimento sobre as Implicações da Indústria 4.0 (RG1) <i>Qual a probabilidade de sua indústria enfrentar um baixo entendimento sobre as implicações da Indústria 4.0, como a transformação nos processos produtivos? Essa falta de compreensão pode impactar negativamente a governança da empresa, dificultando a tomada de decisões estratégicas e a implementação de práticas eficazes, o que pode comprometer a competitividade e a sustentabilidade da indústria.</i>	☐	☐	☐	☐	☐	
P. 40	Risco de Falta de Apoio de Gestão (RG2) <i>Qual a probabilidade de sua indústria enfrentar a falta de apoio da gestão na implementação das tecnologias da Transformação Digital? A falta de apoio pode se manifestar de diversas formas, como a ausência de recursos financeiros adequados, a falta de liderança para direcionar as iniciativas digitais, a resistência a mudanças culturais dentro da organização, a falta de comunicação clara sobre os objetivos das novas tecnologias e a insuficiência de treinamento para os colaboradores. Essa ausência de suporte pode comprometer a eficácia das iniciativas digitais, limitar a capacidade de inovação e dificultar a adoção bem-sucedida das tecnologias digitais.</i>	☐	☐	☐	☐	☐	
P. 41	Risco de Planejamento Inadequado (RG3) <i>Qual a probabilidade de sua indústria enfrentar riscos devido a um planejamento inadequado na implementação das tecnologias da Transformação Digital? O planejamento inadequado pode incluir a falta de definição clara de metas e objetivos, a ausência de um cronograma realista para a implementação, a insuficiência na alocação de recursos financeiros e humanos, a falta de análise de riscos potenciais, e a desconsideração de aspectos como a capacitação da equipe e a adaptação da infraestrutura existente.</i>	☐	☐	☐	☐	☐	
P. 42	Risco de Disrupção da Cadeia de Suprimentos (RO1) <i>Qual a probabilidade de sua indústria enfrentar disrupções na cadeia de suprimentos devido à implementação das tecnologias da Transformação Digital? Essas disrupções</i>	☐	☐	☐	☐	☐	

	<i>podem ser causadas pela falta de fornecedores, escassez de insumos e matérias-primas, ausência de mão de obra qualificada, limitações na disponibilidade de tecnologias, e a dependência de um número restrito de parceiros.</i>						
P. 43	Risco de Mudanças Organizacionais nos Processos (RO2) <i>Qual a probabilidade de sua indústria enfrentar desafios devido a mudanças organizacionais nos processos decorrentes da adoção de tecnologias da Transformação Digital? Essas mudanças podem incluir reestruturações na hierarquia, alteração de funções e responsabilidades, adaptação de fluxos de trabalho e resistência à implementação de novas práticas, impactando a eficiência operacional e a cultura organizacional.</i>	☐	☐	☐	☐	☐	
P. 44	Risco de Novos Modelos de Negócios (RO3) <i>Qual a probabilidade de sua indústria enfrentar desafios na adaptação a novos modelos de negócios impulsionados pela Transformação Digital? Esses novos modelos podem incluir a transição de vendas tradicionais para plataformas digitais, a oferta de serviços sob demanda, a utilização de assinaturas para produtos e serviços, e a criação de parcerias estratégicas com startups ou empresas de tecnologia, impactando a competitividade no mercado.</i>	☐	☐	☐	☐	☐	
P. 45	Risco de Problemas de Coordenação, Colaboração e Comunicação (RO4) <i>Qual a probabilidade de sua indústria enfrentar problemas de coordenação, colaboração e comunicação no contexto da Transformação Digital? Esses problemas podem incluir a dificuldade em alinhar equipes interdisciplinares, falhas na troca de informações entre departamentos, resistência à adoção de ferramentas de comunicação digital, e a falta de clareza nas responsabilidades e tarefas, impactando a eficiência operacional e a produtividade da indústria.</i>	☐	☐	☐	☐	☐	
P. 46	Risco de Questões Éticas (RPL1) <i>Qual a probabilidade de sua indústria enfrentar questões éticas que podem incluir a privacidade e a segurança dos dados dos colaboradores e clientes, o uso responsável de inteligência artificial na tomada de decisões, e a transparência nas práticas de automação e no tratamento de informações.</i>	☐	☐	☐	☐	☐	
P. 47	Risco na Falta ou Mudança de Legislação (RPL2) <i>Qual a probabilidade de sua indústria ser impactada pela falta ou pela mudança de legislação relacionada à Transformação Digital, incluindo, mas não se limitando a alterações em regulamentações de segurança, proteção de dados, direitos trabalhistas e ambientais, que podem afetar a operação, compliance e a estratégia da sua empresa?</i>	☐	☐	☐	☐	☐	

P. 48	Risco de Falta de Apoio Política e Governamental (RPL3) <i>Qual a probabilidade de sua indústria enfrentar dificuldades devido à falta de apoio político e governamental na implementação das tecnologias da Transformação Digital, considerando a ausência de incentivos, políticas públicas favoráveis, regulamentações que promovam a inovação, que podem impactar negativamente a competitividade e a sustentabilidade de sua indústria?</i>	☐	☐	☐	☐	☐	
P. 49	Risco de Desigualdade Social (RS1) <i>Qual a probabilidade de sua indústria contribuir para a desigualdade social em decorrência da implementação das tecnologias da Transformação Digital, considerando fatores como a exclusão de trabalhadores que não possuem acesso a essas tecnologias, a automação de funções que pode levar à perda de empregos e a dificuldade de inserção no mercado de trabalho para aqueles que não têm acesso a capacitação adequada?</i>	☐	☐	☐	☐	☐	
P. 50	Risco de Desemprego (RS2) <i>Qual a probabilidade de sua indústria contribuir para o aumento do desemprego em decorrência da implementação das tecnologias da Transformação Digital, considerando a automação de processos, a substituição de trabalhadores por máquinas e a necessidade de requalificação profissional que pode não ser atendida?</i>	☐	☐	☐	☐	☐	
P. 51	Risco de Aceitação de Clientes (RS3) <i>Qual a probabilidade de sua indústria enfrentar dificuldades na aceitação dos clientes em relação à implementação das tecnologias da Transformação Digital, considerando fatores como familiaridade com a tecnologia, percepção de necessidade, custo, qualidade do suporte, reputação da empresa e preocupações com a privacidade?</i>	☐	☐	☐	☐	☐	
P. 52	Risco de Falta de Integração entre Sistemas e Equipamentos (Interoperabilidade) (RT1) <i>Qual a probabilidade de sua indústria enfrentar problemas de falta de integração entre sistemas e equipamentos (interoperabilidade) ao implementar as tecnologias da Transformação Digital, considerando fatores como a diversidade de sistemas existentes, a compatibilidade entre diferentes tecnologias, a falta de padrões abertos, e a possibilidade de maquinários, sistemas de software ou equipamentos não serem capazes de se comunicar entre si devido à grande heterogeneidade de formatos de dados?</i>	☐	☐	☐	☐	☐	
P. 53	Risco de Falta de Segurança Cibernética e Proteção de Dados (RT2) <i>Qual a probabilidade de sua indústria enfrentar riscos relacionados à falta de segurança cibernética e proteção de dados ao adotar tecnologias da Transformação Digital, levando em conta a vulnerabilidade a ataques cibernéticos, a possibilidade de vazamentos de dados, e a falta de políticas adequadas de segurança da informação, resultando na</i>	☐	☐	☐	☐	☐	

	<i>exposição de informações sensíveis de colaboradores e clientes, e tornando os dados desprotegidos?</i>						
P. 54	Risco de Ataque Cibernético (RT3) <i>Qual a probabilidade de sua indústria ser afetada por um ataque cibernético ao implementar tecnologias da Transformação Digital, considerando a possibilidade de os sistemas e equipamentos conectados serem invadidos e prejudicados, fisicamente ou virtualmente, por hackers ou de forma não intencional? Isso inclui fatores como a vulnerabilidade dos sistemas a invasões externas, o uso inadequado de redes e dispositivos, a falta de protocolos de segurança robustos e a potencial exposição de dados sensíveis, além de consequências como sucateamento de máquinas, espionagem industrial e perdas financeiras, que podem resultar em danos à reputação e interrupções operacionais.</i>	☐	☐	☐	☐	☐	
P. 55	Risco da Baixa Qualidade dos Dados Existentes (RT4) <i>Qual a probabilidade de sua indústria ser impactada pela baixa qualidade dos dados ao implementar tecnologias da Transformação Digital, considerando fatores como dados imprecisos, incompletos ou desatualizados que afetam a tomada de decisões e comprometem a eficiência operacional?</i>	☐	☐	☐	☐	☐	
P. 56	Risco de Elevado Grau de Automação (RT5) <i>Qual a probabilidade de sua indústria enfrentar desafios relacionados ao elevado grau de automação, considerando a possibilidade de dependência excessiva de sistemas automatizados, redução de interação humana e possíveis falhas que podem impactar a continuidade das operações?</i>	☐	☐	☐	☐	☐	
P. 57	Risco de Erros da Inteligência Artificial (RT6) <i>Qual a probabilidade de sua indústria enfrentar riscos associados a erros da inteligência artificial, considerando a possibilidade de decisões incorretas, como diagnósticos errôneos, viés nos algoritmos que podem favorecer certos grupos ou informações, que podem resultar em impactos negativos nas operações?</i>	☐	☐	☐	☐	☐	
P. 58	Risco da Falta de Infraestrutura Tecnológica (RT7) <i>Qual a probabilidade de sua indústria sofrer com a falta de infraestrutura tecnológica adequada, incluindo a ausência de hardware, software, redes e sistemas de comunicação necessários para suportar as tecnologias da Indústria Transformação Digital, resultando em limitações na implementação de tecnologias digitais, ineficiências operacionais e dificuldade em atender às demandas do mercado?</i>	☐	☐	☐	☐	☐	

P. 59	Risco de Hiperconectividade (RT8) <i>Qual a probabilidade de sua indústria enfrentar problemas relacionados à hiperconectividade, como a sobrecarga de informações, dificuldade em gerenciar e analisar dados provenientes de múltiplas fontes, resultando em uma comunicação ineficaz e na tomada de decisões comprometida?</i>	☐	☐	☐	☐	☐	
P. 60	Risco de Incapacidade de Interpretação de Dados (RT9) <i>Qual a probabilidade de sua indústria enfrentar dificuldades na interpretação de dados gerados pelas tecnologias da Transformação Digital, resultando em decisões mal fundamentadas e na incapacidade de extrair insights valiosos devido à falta de habilidades analíticas, interpretação incorreta de informações ou à complexidade dos dados apresentados?</i>	☐	☐	☐	☐	☐	
P. 61	Risco de Vazamento de Dados Privados (RT10) <i>Qual a probabilidade de sua indústria sofrer um vazamento de dados privados, comprometendo informações sensíveis de colaboradores e clientes, devido a falhas na segurança da informação, práticas inadequadas de gestão de dados ou ataques cibernéticos?</i>	☐	☐	☐	☐	☐	
P. 62	Risco de Obsolescência Rápida (RT11) <i>Qual a probabilidade de sua indústria enfrentar a obsolescência rápida de tecnologias adotadas, levando à necessidade de frequentes atualizações ou substituições de equipamentos (como maquinários e dispositivos de automação), software (incluindo sistemas de gestão e ferramentas de análise de dados) e sistemas de TI (como servidores e redes), devido à rápida evolução tecnológica da Indústria da Transformação Digital e à pressão do mercado?</i>	☐	☐	☐	☐	☐	
P. 63	Risco de Maturidade Tecnológica (RT12) <i>Qual a probabilidade de sua indústria enfrentar desafios relacionados à maturidade tecnológica, incluindo a falta de alinhamento entre as tecnologias adotadas e as necessidades do negócio, a dificuldade em integrar novos sistemas e processos devido a uma infraestrutura defasada, a incapacidade de adotar inovações devido à resistência à mudança por parte dos colaboradores, e a carência de competências digitais essenciais para a operação das tecnologias emergentes?</i>	☐	☐	☐	☐	☐	

64. A partir dos riscos digitais associados à implementação da transformação digital listados abaixo, por favor, <i>identifique até cinco (5) que você considera mais prejudiciais ou mais propensos</i> a ocorrer no contexto industrial. Sua seleção ajudará a entender quais riscos demandam mais atenção e estratégias de mitigação.	
☐ Risco de Alterações Climáticas (RA1)	☐ Risco de Falta de Apoio de Gestão (RG2)
☐ Risco de Alto Consumo de Energia (RA2)	☐ Risco de Planejamento Inadequado (RG3)
☐ Risco de Aumento de Lixo Eletrônico e Resíduos e Descarte Inadequado (RA3)	☐ Risco de Disrupção da Cadeia de Suprimentos (RO1)
☐ Risco de Emissões Poluentes (RA4)	☐ Risco de Mudanças Organizacionais nos Processos (RO2)
☐ Risco da Falta de Cultura Digital (RC1)	☐ Risco de Novos Modelos de Negócios (RO3)
☐ Risco de Relutância à Mudanças (RC2)	☐ Risco de Problemas de Coordenação, Colaboração e Comunicação (RO4)
☐ Risco da Falta de Compreensão dos Recursos e Limitações das Novas Tecnologias (RC3)	☐ Risco de Questões Éticas (RPL1)
☐ Risco de Alto Custo de Investimentos e Implementação (RE1)	☐ Risco na Falta ou Mudança de Legislação (RPL2)
☐ Risco de Falta de Recursos Financeiros (RE2)	☐ Risco de Falta de Apoio Política e Governamental (RPL3)
☐ Risco de Incerteza de Retorno Financeiro (RE3)	☐ Risco de Desigualdade Social (RS1)
☐ Risco de Dependência de Parceiros (RE4)	☐ Risco de Desemprego (RS2)
☐ Risco de Mudanças no Mercado (RE5)	☐ Risco de Aceitação de Clientes (RS3)
☐ Risco da Falta de Pesquisa sobre a Indústria 4.0 (RED1)	☐ Risco da Falta de Integração entre Sistemas e Equipamentos (Interoperabilidade) (RT1)
☐ Riscos de Políticas Educacionais Inconsistentes (RED2)	☐ Risco da Falta de Segurança Cibernética e Proteção de Dados (RT2)
☐ Risco de Falta de Competências Digitais (RED3)	☐ Risco de Ataque Cibernético (RT3)
☐ Risco de Dificuldade em Contratar/Treinar Pessoas em Tecnologia Digital (RED4)	☐ Risco da Baixa Qualidade dos Dados Existentes (RT4)
☐ Risco de Falta de Interação Humana (RH1)	☐ Risco de Elevado Grau de Automação (RT5)
☐ Risco de Falta de Experiência e Treinamentos (RH2)	☐ Risco de Erros da Inteligência Artificial (RT6)
☐ Risco de Falta de Trabalhadores com uma visão clara sobre a Indústria 4.0 (RH3)	☐ Risco da Falta de Infraestrutura Tecnológica (RT7)
☐ Risco de Falta de Mão de Obra Qualificada (RH4)	☐ Risco de Hiperconectividade (RT8)
☐ Risco à Integridade Física de Trabalhadores (RSS1)	☐ Risco de Incapacidade de Interpretação de Dados (RT9)
☐ Risco de Acidente de Trabalho (RSS2)	☐ Risco de Vazamento de Dados Privados (RT10)
☐ Risco Ocupacional (RSS3)	☐ Risco de Obsolescência Rápida (RT11)
☐ Riscos de Problemas Psicossociais e Doenças Musculoesqueléticas (RSS4)	☐ Risco de Maturidade Tecnológica (RT12)
☐ Risco de Baixo Entendimento sobre as Implicações da Indústria 4.0 (RG1)	

65. A partir dos riscos digitais associados à implementação transformação digital listados abaixo, por favor, <i>identifique até cinco (5) que você considera menos prejudiciais ou menos propensos</i> a ocorrer no contexto industrial. Sua seleção ajudará a entender quais riscos demandam mais atenção e estratégias de mitigação.	
☐ Risco de Alterações Climáticas (RA1)	☐ Risco de Falta de Apoio de Gestão (RG2)
☐ Risco de Alto Consumo de Energia (RA2)	☐ Risco de Planejamento Inadequado (RG3)
☐ Risco de Aumento de Lixo Eletrônico e Resíduos e Descarte Inadequado (RA3)	☐ Risco de Disrupção da Cadeia de Suprimentos (RO1)
☐ Risco de Emissões Poluentes (RA4)	☐ Risco de Mudanças Organizacionais nos Processos (RO2)
☐ Risco da Falta de Cultura Digital (RC1)	☐ Risco de Novos Modelos de Negócios (RO3)
☐ Risco de Relutância à Mudanças (RC2)	☐ Risco de Problemas de Coordenação, Colaboração e Comunicação (RO4)
☐ Risco da Falta de Compreensão dos Recursos e Limitações das Novas Tecnologias (RC3)	☐ Risco de Questões Éticas (RPL1)
☐ Risco de Alto Custo de Investimentos e Implementação (RE1)	☐ Risco na Falta ou Mudança de Legislação (RPL2)
☐ Risco de Falta de Recursos Financeiros (RE2)	☐ Risco de Falta de Apoio Política e Governamental (RPL3)
☐ Risco de Incerteza de Retorno Financeiro (RE3)	☐ Risco de Desigualdade Social (RS1)
☐ Risco de Dependência de Parceiros (RE4)	☐ Risco de Desemprego (RS2)
☐ Risco de Mudanças no Mercado (RE5)	☐ Risco de Aceitação de Clientes (RS3)
☐ Risco da Falta de Pesquisa sobre a Indústria 4.0 (RED1)	☐ Risco da Falta de Integração entre Sistemas e Equipamentos (Interoperabilidade) (RT1)
☐ Riscos de Políticas Educacionais Inconsistentes (RED2)	☐ Risco da Falta de Segurança Cibernética e Proteção de Dados (RT2)
☐ Risco de Falta de Competências Digitais (RED3)	☐ Risco de Ataque Cibernético (RT3)
☐ Risco de Dificuldade em Contratar/Treinar Pessoas em Tecnologia Digital (RED4)	☐ Risco da Baixa Qualidade dos Dados Existentes (RT4)
☐ Risco de Falta de Interação Humana (RH1)	☐ Risco de Elevado Grau de Automação (RT5)
☐ Risco de Falta de Experiência e Treinamentos (RH2)	☐ Risco de Erros da Inteligência Artificial (RT6)
☐ Risco de Falta de Trabalhadores com uma visão clara sobre a Indústria 4.0 (RH3)	☐ Risco da Falta de Infraestrutura Tecnológica (RT7)
☐ Risco de Falta de Mão de Obra Qualificada (RH4)	☐ Risco de Hiperconectividade (RT8)
☐ Risco à Integridade Física de Trabalhadores (RSS1)	☐ Risco de Incapacidade de Interpretação de Dados (RT9)
☐ Risco de Acidente de Trabalho (RSS2)	☐ Risco de Vazamento de Dados Privados (RT10)
☐ Risco Ocupacional (RSS3)	☐ Risco de Obsolescência Rápida (RT11)
☐ Riscos de Problemas Psicossociais e Doenças Musculoesqueléticas (RSS4)	☐ Risco de Maturidade Tecnológica (RT12)
☐ Risco de Baixo Entendimento sobre as Implicações da Indústria 4.0 (RG1)	
66. Este espaço está aberto para você <u>comentar se sentiu falta de algum risco, se possui alguma observação adicional ou deseja compartilhar qualquer outra informação relevante (opcional).</u>	

ETAPA 04: AVALIAÇÃO QUALITATIVA DO IMPACTO QUE OS RISCOS DIGITAIS PODEM OCASIONAR

Nesta seção, você avaliará o Impacto potencial dos Riscos Digitais relacionados à Implementação das Tecnologias da Transformação Digital.

Para responder, considere o seguinte cenário: se os riscos listados ocorrerem, o impacto seria mais significativo em qual das 11 áreas/dimensões apresentadas abaixo? (Lembrando que não existe alternativa certa ou errada).

Impacto Ambiental (IA)
 Impacto Cultural (IC)
 Impacto Educacional (IED)
 Impacto Econômico (IE)
 Impacto na Gestão (IG)
 Impacto Humano (IH)
 Impacto Organizacional (IO)
 Impacto Político-Legal (IPL)
 Impacto na Saúde e Segurança (ISS)
 Impacto Social (IS)
 Impacto Tecnológico (IT)

Novamente, reforçamos que os campos de "comentários" são opcionais e podem ser utilizados apenas se você sentir necessidade ou desejar complementar sua resposta.

Nº.	RISCO	IMPACTO											COMENTÁRIOS (opcional):
P. 67	Risco de Alterações Climáticas (RA1) <i>Considerando o Risco de Alterações Climáticas, em qual área/dimensão você acredita que o impacto seria mais significativo?</i>	IA ☐	IC ☐	IED ☐	IE ☐	IG ☐	IH ☐	IO ☐	IPL ☐	ISS ☐	IS ☐	IT ☐	
P. 68	Risco de Alto Consumo de Energia (RA2) <i>Considerando o Risco de Alto Consumo de Energia, em qual área/dimensão você acredita que o impacto seria mais significativo?</i>	IA ☐	IC ☐	IED ☐	IE ☐	IG ☐	IH ☐	IO ☐	IPL ☐	ISS ☐	IS ☐	IT ☐	
P. 69	Risco de Aumento de Lixo Eletrônico e Resíduos e Descarte Inadequado (RA3)	IA ☐	IC ☐	IED ☐	IE ☐	IG ☐	IH ☐	IO ☐	IPL ☐	ISS ☐	IS ☐	IT ☐	

	<i>Considerando o Risco de Aumento de Lixo Eletrônico e Resíduos e Descarte Inadequado, em qual área/dimensão você acredita que o impacto seria mais significativo?</i>												
P. 70	Risco de Emissões Poluentes (RA4) <i>Considerando o Risco de Emissões Poluentes, em qual área/dimensão você acredita que o impacto seria mais significativo?</i>	IA ☐	IC ☐	IED ☐	IE ☐	IG ☐	IH ☐	IO ☐	IPL ☐	ISS ☐	IS ☐	IT ☐	
P. 71	Risco da Falta de Cultura Digital (RC1) <i>Considerando o Risco de Falta de Cultura Digital, em qual área/dimensão você acredita que o impacto seria mais significativo?</i>	IA ☐	IC ☐	IED ☐	IE ☐	IG ☐	IH ☐	IO ☐	IPL ☐	ISS ☐	IS ☐	IT ☐	
P. 72	Risco de Relutância à Mudanças (RC2) <i>Considerando o Risco de Relutância à Mudanças, em qual área/dimensão você acredita que o impacto seria mais significativo?</i>	IA ☐	IC ☐	IED ☐	IE ☐	IG ☐	IH ☐	IO ☐	IPL ☐	ISS ☐	IS ☐	IT ☐	
P. 73	Risco da Falta de Compreensão dos Recursos e Limitações das Novas Tecnologias (RC3) <i>Considerando o Risco da Falta de Compreensão dos Recursos e Limitações das Novas Tecnologias, em qual área/dimensão você acredita que o impacto seria mais significativo?</i>	IA ☐	IC ☐	IED ☐	IE ☐	IG ☐	IH ☐	IO ☐	IPL ☐	ISS ☐	IS ☐	IT ☐	
P. 74	Risco de Alto Custo de Investimentos e Implementação (RE1) <i>Considerando o Risco de Alto Custo de Investimentos e Implementação, em qual área/dimensão você acredita que o impacto seria mais significativo?</i>	IA ☐	IC ☐	IED ☐	IE ☐	IG ☐	IH ☐	IO ☐	IPL ☐	ISS ☐	IS ☐	IT ☐	
P. 75	Risco de Falta de Recursos Financeiros (RE2) <i>Considerando o Risco de Falta de Recursos Financeiros, em qual área/dimensão você acredita que o impacto seria mais significativo?</i>	IA ☐	IC ☐	IED ☐	IE ☐	IG ☐	IH ☐	IO ☐	IPL ☐	ISS ☐	IS ☐	IT ☐	
P. 76	Risco de Incerteza de Retorno Financeiro (RE3) <i>Considerando o Risco de Incerteza de Retorno Financeiro, em qual área/dimensão você acredita que o impacto seria mais significativo?</i>	IA ☐	IC ☐	IED ☐	IE ☐	IG ☐	IH ☐	IO ☐	IPL ☐	ISS ☐	IS ☐	IT ☐	

P. 77	Risco de Dependência de Parceiros (RE4) <i>Considerando o Risco de Dependência de Parceiros, em qual área/dimensão você acredita que o impacto seria mais significativo?</i>	IA ☐	IC ☐	IED ☐	IE ☐	IG ☐	IH ☐	IO ☐	IPL ☐	ISS ☐	IS ☐	IT ☐	
P. 78	Risco de Mudanças no Mercado (RE5) <i>Considerando o Risco de Mudanças no Mercado, em qual área/dimensão você acredita que o impacto seria mais significativo?</i>	IA ☐	IC ☐	IED ☐	IE ☐	IG ☐	IH ☐	IO ☐	IPL ☐	ISS ☐	IS ☐	IT ☐	
P. 79	Risco da Falta de Pesquisa sobre a Indústria 4.0 (RED1) <i>Considerando o Risco da Falta de Pesquisa sobre a Indústria 4.0, em qual área/dimensão você acredita que o impacto seria mais significativo?</i>	IA ☐	IC ☐	IED ☐	IE ☐	IG ☐	IH ☐	IO ☐	IPL ☐	ISS ☐	IS ☐	IT ☐	
P. 80	Risco de Políticas Educacionais Inconsistentes (RED2) <i>Considerando o Risco da Políticas Educacionais Inconsistentes, em qual área/dimensão você acredita que o impacto seria mais significativo?</i>	IA ☐	IC ☐	IED ☐	IE ☐	IG ☐	IH ☐	IO ☐	IPL ☐	ISS ☐	IS ☐	IT ☐	
P. 81	Risco de Falta de Competências Digitais (RED3) <i>Considerando o Risco de Falta de Competências Digitais, em qual área/dimensão você acredita que o impacto seria mais significativo?</i>	IA ☐	IC ☐	IED ☐	IE ☐	IG ☐	IH ☐	IO ☐	IPL ☐	ISS ☐	IS ☐	IT ☐	
P. 82	Risco de Dificuldade em Contratar/Treinar Pessoas em Tecnologia Digital (RED4) <i>Considerando o Risco de Dificuldade em Contratar/Treinar Pessoas em Tecnologia Digital, em qual área/dimensão você acredita que o impacto seria mais significativo?</i>	IA ☐	IC ☐	IED ☐	IE ☐	IG ☐	IH ☐	IO ☐	IPL ☐	ISS ☐	IS ☐	IT ☐	
P. 83	Risco de Falta de Interação Humana (RH1) <i>Considerando o Risco de Falta de Interação Humana, em qual área/dimensão você acredita que o impacto seria mais significativo?</i>	IA ☐	IC ☐	IED ☐	IE ☐	IG ☐	IH ☐	IO ☐	IPL ☐	ISS ☐	IS ☐	IT ☐	
P. 84	Risco de Falta de Experiência e Treinamentos (RH2) <i>Considerando o Risco de Falta de Experiência e Treinamentos, em qual área/dimensão você acredita que o impacto seria mais significativo?</i>	IA ☐	IC ☐	IED ☐	IE ☐	IG ☐	IH ☐	IO ☐	IPL ☐	ISS ☐	IS ☐	IT ☐	

P. 85	Risco de Falta de Trabalhadores com uma visão clara sobre a Indústria 4.0 (RH3) <i>Considerando o Risco de Falta de Trabalhadores com uma Visão Clara sobre a Indústria 4.0, em qual área/dimensão você acredita que o impacto seria mais significativo?</i>	IA ☐	IC ☐	IED ☐	IE ☐	IG ☐	IH ☐	IO ☐	IPL ☐	ISS ☐	IS ☐	IT ☐	
P. 86	Risco de Falta de Mão de Obra Qualificada (RH4) <i>Considerando o Risco de Falta de Mão de Obra Qualificada, em qual área/dimensão você acredita que o impacto seria mais significativo?</i>	IA ☐	IC ☐	IED ☐	IE ☐	IG ☐	IH ☐	IO ☐	IPL ☐	ISS ☐	IS ☐	IT ☐	
P. 87	Risco à Integridade Física de Trabalhadores (RSS1) <i>Considerando o Risco à Integridade Física de Trabalhadores, em qual área/dimensão você acredita que o impacto seria mais significativo?</i>	IA ☐	IC ☐	IED ☐	IE ☐	IG ☐	IH ☐	IO ☐	IPL ☐	ISS ☐	IS ☐	IT ☐	
P. 88	Risco de Acidente de Trabalho (RSS2) <i>Considerando o Risco de Acidente de Trabalho, em qual área/dimensão você acredita que o impacto seria mais significativo?</i>	IA ☐	IC ☐	IED ☐	IE ☐	IG ☐	IH ☐	IO ☐	IPL ☐	ISS ☐	IS ☐	IT ☐	
P. 89	Risco Ocupacional (RSS3) <i>Considerando o Risco Ocupacional, em qual área/dimensão você acredita que o impacto seria mais significativo?</i>	IA ☐	IC ☐	IED ☐	IE ☐	IG ☐	IH ☐	IO ☐	IPL ☐	ISS ☐	IS ☐	IT ☐	
P. 90	Risco de Problemas Psicossociais e Doenças Musculoesqueléticas (RSS4) <i>Considerando o Risco de Problemas Psicossociais e Doenças Musculoesqueléticas, em qual área/dimensão você acredita que o impacto seria mais significativo?</i>	IA ☐	IC ☐	IED ☐	IE ☐	IG ☐	IH ☐	IO ☐	IPL ☐	ISS ☐	IS ☐	IT ☐	
P. 91	Risco de Baixo Entendimento sobre as Implicações da Indústria 4.0 (RG1) <i>Considerando o Risco de Baixo Entendimento sobre as Implicações da Indústria 4.0, em qual área/dimensão você acredita que o impacto seria mais significativo?</i>	IA ☐	IC ☐	IED ☐	IE ☐	IG ☐	IH ☐	IO ☐	IPL ☐	ISS ☐	IS ☐	IT ☐	
P. 92	Risco de Falta de Apoio de Gestão (RG2) <i>Considerando o Risco de Falta de Apoio de Gestão, em qual área/dimensão você acredita que o impacto seria mais significativo?</i>	IA ☐	IC ☐	IED ☐	IE ☐	IG ☐	IH ☐	IO ☐	IPL ☐	ISS ☐	IS ☐	IT ☐	

P. 93	Risco de Planejamento Inadequado (RG3) <i>Considerando o Risco de Planejamento Inadequado, em qual área/dimensão você acredita que o impacto seria mais significativo?</i>	IA ☐	IC ☐	IED ☐	IE ☐	IG ☐	IH ☐	IO ☐	IPL ☐	ISS ☐	IS ☐	IT ☐	
P. 94	Risco de Disrupção da Cadeia de Suprimentos (RO1) <i>Considerando o Risco de Disrupção da Cadeia de Suprimentos, em qual área/dimensão você acredita que o impacto seria mais significativo?</i>	IA ☐	IC ☐	IED ☐	IE ☐	IG ☐	IH ☐	IO ☐	IPL ☐	ISS ☐	IS ☐	IT ☐	
P. 95	Risco de Mudanças Organizacionais nos Processos (RO2) <i>Considerando o Risco de Mudanças Organizacionais nos Processos, em qual área/dimensão você acredita que o impacto seria mais significativo?</i>	IA ☐	IC ☐	IED ☐	IE ☐	IG ☐	IH ☐	IO ☐	IPL ☐	ISS ☐	IS ☐	IT ☐	
P. 96	Risco de Novos Modelos de Negócios (RO3) <i>Considerando o Risco de Novos Modelos de Negócios, em qual área/dimensão você acredita que o impacto seria mais significativo?</i>	IA ☐	IC ☐	IED ☐	IE ☐	IG ☐	IH ☐	IO ☐	IPL ☐	ISS ☐	IS ☐	IT ☐	
P. 97	Risco de Problemas de Coordenação, Colaboração e Comunicação (RO4) <i>Considerando o Risco de Problemas de Coordenação, Colaboração e Comunicação, em qual área/dimensão você acredita que o impacto seria mais significativo?</i>	IA ☐	IC ☐	IED ☐	IE ☐	IG ☐	IH ☐	IO ☐	IPL ☐	ISS ☐	IS ☐	IT ☐	
P. 98	Risco de Questões Éticas (RPL1) <i>Considerando o Risco de Questões Éticas, em qual área/dimensão você acredita que o impacto seria mais significativo?</i>	IA ☐	IC ☐	IED ☐	IE ☐	IG ☐	IH ☐	IO ☐	IPL ☐	ISS ☐	IS ☐	IT ☐	
P. 99	Risco na Falta ou Mudança de Legislação (RPL2) <i>Considerando o Risco na Falta ou Mudança de Legislação, em qual área/dimensão você acredita que o impacto seria mais significativo?</i>	IA ☐	IC ☐	IED ☐	IE ☐	IG ☐	IH ☐	IO ☐	IPL ☐	ISS ☐	IS ☐	IT ☐	
P. 100	Risco de Falta de Apoio Política e Governamental (RPL3) <i>Considerando o Risco de Falta de Apoio Política e Governamental, em qual área/dimensão você acredita que o impacto seria mais significativo?</i>	IA ☐	IC ☐	IED ☐	IE ☐	IG ☐	IH ☐	IO ☐	IPL ☐	ISS ☐	IS ☐	IT ☐	
P. 101	Risco de Desigualdade Social (RS1)	IA	IC	IED	IE	IG	IH	IO	IPL	ISS	IS	IT	

	<i>Considerando o Risco de Desigualdade Social, em qual área/dimensão você acredita que o impacto seria mais significativo?</i>	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	
P. 102	Risco de Desemprego (RS2) <i>Considerando o Risco de Desemprego, em qual área/dimensão você acredita que o impacto seria mais significativo?</i>	IA ☐	IC ☐	IED ☐	IE ☐	IG ☐	IH ☐	IO ☐	IPL ☐	ISS ☐	IS ☐	IT ☐	
P. 103	Risco de Aceitação de Clientes (RS3) <i>Considerando o Risco de Aceitação de Clientes, em qual área/dimensão você acredita que o impacto seria mais significativo?</i>	IA ☐	IC ☐	IED ☐	IE ☐	IG ☐	IH ☐	IO ☐	IPL ☐	ISS ☐	IS ☐	IT ☐	
P. 104	Risco da Falta de Integração entre Sistemas e Equipamentos (Interoperabilidade) (RT1) <i>Considerando o Risco da Falta de Integração entre Sistemas e Equipamentos (Interoperabilidade), em qual área/dimensão você acredita que o impacto seria mais significativo?</i>	IA ☐	IC ☐	IED ☐	IE ☐	IG ☐	IH ☐	IO ☐	IPL ☐	ISS ☐	IS ☐	IT ☐	
P. 105	Risco da Falta de Segurança Cibernética e Proteção de Dados (RT2) <i>Considerando o Risco da Falta de Segurança Cibernética e Proteção de Dados, em qual área/dimensão você acredita que o impacto seria mais significativo?</i>	IA ☐	IC ☐	IED ☐	IE ☐	IG ☐	IH ☐	IO ☐	IPL ☐	ISS ☐	IS ☐	IT ☐	
P. 106	Risco de Ataque Cibernético (RT3) <i>Considerando o Risco de Ataques Cibernético, em qual área/dimensão você acredita que o impacto seria mais significativo?</i>	IA ☐	IC ☐	IED ☐	IE ☐	IG ☐	IH ☐	IO ☐	IPL ☐	ISS ☐	IS ☐	IT ☐	
P. 107	Risco da Baixa Qualidade dos Dados Existentes (RT4) <i>Considerando o Risco de Baixa Qualidade dos Dados Existentes, em qual área/dimensão você acredita que o impacto seria mais significativo?</i>	IA ☐	IC ☐	IED ☐	IE ☐	IG ☐	IH ☐	IO ☐	IPL ☐	ISS ☐	IS ☐	IT ☐	
P. 108	Risco de Elevado Grau de Automação (RT5) <i>Considerando o Risco de Elevado Grau de Automação, em qual área/dimensão você acredita que o impacto seria mais significativo?</i>	IA ☐	IC ☐	IED ☐	IE ☐	IG ☐	IH ☐	IO ☐	IPL ☐	ISS ☐	IS ☐	IT ☐	
P. 109	Risco de Erros da Inteligência Artificial (RT6)	IA	IC	IED	IE	IG	IH	IO	IPL	ISS	IS	IT	

	Considerando o Risco de Erros da Inteligência Artificial, em qual área/dimensão você acredita que o impacto seria mais significativo?	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	
P. 110	Risco da Falta de Infraestrutura Tecnológica (RT7) Considerando o Risco da Falta de Infraestrutura Tecnológica, em qual área/dimensão você acredita que o impacto seria mais significativo?	IA ☐	IC ☐	IED ☐	IE ☐	IG ☐	IH ☐	IO ☐	IPL ☐	ISS ☐	IS ☐	IT ☐	
P. 111	Risco de Hiperconectividade (RT8) Considerando o Risco de Hiperconectividade, em qual área/dimensão você acredita que o impacto seria mais significativo?	IA ☐	IC ☐	IED ☐	IE ☐	IG ☐	IH ☐	IO ☐	IPL ☐	ISS ☐	IS ☐	IT ☐	
P. 112	Risco de Incapacidade de Interpretação de Dados (RT9) Considerando o Risco de Incapacidade de Interpretação de Dados, em qual área/dimensão você acredita que o impacto seria mais significativo?	IA ☐	IC ☐	IED ☐	IE ☐	IG ☐	IH ☐	IO ☐	IPL ☐	ISS ☐	IS ☐	IT ☐	
P. 113	Risco de Vazamento de Dados Privados (RT10) Considerando o Risco de Vazamento de Dados Privados, em qual área/dimensão você acredita que o impacto seria mais significativo?	IA ☐	IC ☐	IED ☐	IE ☐	IG ☐	IH ☐	IO ☐	IPL ☐	ISS ☐	IS ☐	IT ☐	
P. 114	Risco de Obsolescência Rápida (RT11) Considerando o Risco de Obsolescência Rápida, em qual área/dimensão você acredita que o impacto seria mais significativo?	IA ☐	IC ☐	IED ☐	IE ☐	IG ☐	IH ☐	IO ☐	IPL ☐	ISS ☐	IS ☐	IT ☐	
P. 115	Risco de Maturidade Tecnológica (RT12) Considerando o Risco de Maturidade Tecnológica, em qual área/dimensão você acredita que o impacto seria mais significativo?	IA ☐	IC ☐	IED ☐	IE ☐	IG ☐	IH ☐	IO ☐	IPL ☐	ISS ☐	IS ☐	IT ☐	
116. Este espaço está aberto para você comentar sobre o Impacto causado pelos Riscos da Transformação Digital , se possui alguma observação adicional ou deseja compartilhar qualquer outra informação relevante (opcional).													

ETAPA 05: AVALIAÇÃO QUANTITATIVA DO IMPACTO QUE OS RISCOS DIGITAIS PODEM OCASIONAR

Nesta última seção, você avaliará o Impacto potencial dos Riscos Digitais relacionados à Implementação das Tecnologias da Transformação Digital.

Para responder, considere o seguinte cenário: *se os riscos listados ocorrerem, em uma escala de 1 a 5?*

Onde 1 indica baixo impacto e 5 representa um alto impacto? **(Lembrando que não existe alternativa certa ou errada).**

Novamente, reforçamos que os campos de "comentários" são opcionais e podem ser utilizados apenas se você sentir necessidade ou desejar complementar sua resposta.

Nº.	RISCO	IMPACTO	PROBABILIDADE DE IMPACTO					COMENTÁRIOS (opcional):
			1	2	3	4	5	
P. 117	Risco de Alterações Climáticas (RA1) <i>Considerando o Risco de Alterações Climáticas, qual você acredita que seria o impacto em cada uma das 11 áreas/dimensões?</i>	Impacto Ambiental (IA)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Cultural (IC)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Educacional (IED)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Econômico (IE)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto na Gestão (IG)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Humano (IH)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Organizacional (IO)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Político-Legal (IPL)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto na Saúde e Segurança (ISS)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Social (IS)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Tecnológico (IT)	☐	☐	☐	☐	☐	
P. 118	Risco de Alto Consumo de Energia (RA2) <i>Considerando o Risco de Alto Consumo de Energia, qual você acredita que seria o impacto em cada uma das 11 áreas/dimensões?</i>	Impacto Ambiental (IA)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Cultural (IC)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Educacional (IED)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Econômico (IE)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto na Gestão (IG)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Humano (IH)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Organizacional (IO)	☐	☐	☐	☐	☐	

		Impacto Político-Legal (IPL)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto na Saúde e Segurança (ISS)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Social (IS)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Tecnológico (IT)	☐	☐	☐	☐	☐	
P. 119	Risco de Aumento de Lixo Eletrônico e Resíduos e Descarte Inadequado (RA3) <i>Considerando o Risco de Aumento de Lixo Eletrônico e Resíduos e Descarte Inadequado, qual você acredita que seria o impacto em cada uma das 11 áreas/dimensões?</i>	Impacto Ambiental (IA)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Cultural (IC)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Educacional (IED)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Econômico (IE)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto na Gestão (IG)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Humano (IH)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Organizacional (IO)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Político-Legal (IPL)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto na Saúde e Segurança (ISS)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Social (IS)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Tecnológico (IT)	☐	☐	☐	☐	☐	
P. 120	Risco de Emissões Poluentes (RA4) <i>Considerando o Risco de Emissões Poluentes, qual você acredita que seria o impacto em cada uma das 11 áreas/dimensões?</i>	Impacto Ambiental (IA)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Cultural (IC)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Educacional (IED)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Econômico (IE)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto na Gestão (IG)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Humano (IH)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Organizacional (IO)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Político-Legal (IPL)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto na Saúde e Segurança (ISS)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Social (IS)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Tecnológico (IT)	☐	☐	☐	☐	☐	

P. 133	Risco de Falta de Interação Humana (RH1) <i>Considerando o Risco de Falta de Interação Humana, qual você acredita que seria o impacto em cada uma das 11 áreas/dimensões?</i>	Impacto Ambiental (IA)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Cultural (IC)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Educacional (IED)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Econômico (IE)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto na Gestão (IG)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Humano (IH)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Organizacional (IO)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Político-Legal (IPL)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto na Saúde e Segurança (ISS)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Social (IS)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Tecnológico (IT)	☐	☐	☐	☐	☐	
P. 134	Risco de Falta de Experiência e Treinamentos (RH2) <i>Considerando o Risco de Falta de Experiência e Treinamentos, qual você acredita que seria o impacto em cada uma das 11 áreas/dimensões?</i>	Impacto Ambiental (IA)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Cultural (IC)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Educacional (IED)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Econômico (IE)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto na Gestão (IG)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Humano (IH)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Organizacional (IO)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Político-Legal (IPL)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto na Saúde e Segurança (ISS)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Social (IS)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Tecnológico (IT)	☐	☐	☐	☐	☐	

P. 135	Risco de Falta de Trabalhadores com uma visão clara sobre a Indústria 4.0 (RH3) <i>Considerando o Risco de Falta de Trabalhadores com uma visão clara e sobre a Indústria 4.0, qual você acredita que seria o impacto em cada uma das 11 áreas/dimensões?</i>	Impacto Ambiental (IA)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Cultural (IC)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Educacional (IED)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Econômico (IE)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto na Gestão (IG)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Humano (IH)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Organizacional (IO)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Político-Legal (IPL)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto na Saúde e Segurança (ISS)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Social (IS)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Tecnológico (IT)	☐	☐	☐	☐	☐	
P. 136	Risco de Falta de Mão de Obra Qualificada (RH4) <i>Considerando o Risco de Falta de Mão de Obra Qualificada, qual você acredita que seria o impacto em cada uma das 11 áreas/dimensões?</i>	Impacto Ambiental (IA)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Cultural (IC)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Educacional (IED)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Econômico (IE)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto na Gestão (IG)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Humano (IH)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Organizacional (IO)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Político-Legal (IPL)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto na Saúde e Segurança (ISS)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Social (IS)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Tecnológico (IT)	☐	☐	☐	☐	☐	

P. 139	Risco Ocupacional (RSS3) <i>Considerando o Risco Ocupacional, qual você acredita que seria o impacto em cada uma das 11 áreas/dimensões?</i>	Impacto Ambiental (IA)	☐	☐	☐	☐	☐
		Impacto Cultural (IC)	☐	☐	☐	☐	☐
		Impacto Educacional (IED)	☐	☐	☐	☐	☐
		Impacto Econômico (IE)	☐	☐	☐	☐	☐
		Impacto na Gestão (IG)	☐	☐	☐	☐	☐
		Impacto Humano (IH)	☐	☐	☐	☐	☐
		Impacto Organizacional (IO)	☐	☐	☐	☐	☐
		Impacto Político-Legal (IPL)	☐	☐	☐	☐	☐
		Impacto na Saúde e Segurança (ISS)	☐	☐	☐	☐	☐
		Impacto Social (IS)	☐	☐	☐	☐	☐
		Impacto Tecnológico (IT)	☐	☐	☐	☐	☐
P. 140	Risco de Problemas Psicossociais e Doenças Musculoesqueléticas (RSS4) <i>Considerando o Risco de Problemas Psicossociais e Doenças Musculoesqueléticas, qual você acredita que seria o impacto em cada uma das 11 áreas/dimensões?</i>	Impacto Ambiental (IA)	☐	☐	☐	☐	☐
		Impacto Cultural (IC)	☐	☐	☐	☐	☐
		Impacto Educacional (IED)	☐	☐	☐	☐	☐
		Impacto Econômico (IE)	☐	☐	☐	☐	☐
		Impacto na Gestão (IG)	☐	☐	☐	☐	☐
		Impacto Humano (IH)	☐	☐	☐	☐	☐
		Impacto Organizacional (IO)	☐	☐	☐	☐	☐
		Impacto Político-Legal (IPL)	☐	☐	☐	☐	☐
		Impacto na Saúde e Segurança (ISS)	☐	☐	☐	☐	☐
		Impacto Social (IS)	☐	☐	☐	☐	☐
		Impacto Tecnológico (IT)	☐	☐	☐	☐	☐

P. 141	Risco de Baixo Entendimento sobre as Implicações da Indústria 4.0 (RG1) <i>Considerando o Risco de Baixo Entendimento sobre as Implicações da Indústria 4.0, qual você acredita que seria o impacto em cada uma das 11 áreas/dimensões?</i>	Impacto Ambiental (IA)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Cultural (IC)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Educacional (IED)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Econômico (IE)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto na Gestão (IG)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Humano (IH)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Organizacional (IO)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Político-Legal (IPL)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto na Saúde e Segurança (ISS)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Social (IS)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Tecnológico (IT)	☐	☐	☐	☐	☐	
P. 142	Risco de Falta de Apoio de Gestão (RG2) <i>Considerando o Risco de Falta de Apoio de Gestão, qual você acredita que seria o impacto em cada uma das 11 áreas/dimensões?</i>	Impacto Ambiental (IA)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Cultural (IC)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Educacional (IED)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Econômico (IE)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto na Gestão (IG)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Humano (IH)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Organizacional (IO)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Político-Legal (IPL)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto na Saúde e Segurança (ISS)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Social (IS)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Tecnológico (IT)	☐	☐	☐	☐	☐	

P. 147	Risco de Problemas de Coordenação, Colaboração e Comunicação (RO4) <i>Considerando o Risco de Problemas de Coordenação, Colaboração e Comunicação, qual você acredita que seria o impacto em cada uma das 11 áreas/dimensões?</i>	Impacto Ambiental (IA)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Cultural (IC)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Educacional (IED)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Econômico (IE)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto na Gestão (IG)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Humano (IH)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Organizacional (IO)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Político-Legal (IPL)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto na Saúde e Segurança (ISS)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Social (IS)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Tecnológico (IT)	☐	☐	☐	☐	☐	
P. 148	Risco de Questões Éticas (RPL1) <i>Considerando o Risco de Questões Éticas, qual você acredita que seria o impacto em cada uma das 11 áreas/dimensões?</i>	Impacto Ambiental (IA)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Cultural (IC)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Educacional (IED)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Econômico (IE)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto na Gestão (IG)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Humano (IH)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Organizacional (IO)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Político-Legal (IPL)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto na Saúde e Segurança (ISS)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Social (IS)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Tecnológico (IT)	☐	☐	☐	☐	☐	

P. 149	Risco na Falta ou Mudança de Legislação (RPL2) <i>Considerando o Risco na Falta ou Mudança de Legislação, qual você acredita que seria o impacto em cada uma das 11 áreas/dimensões?</i>	Impacto Ambiental (IA)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Cultural (IC)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Educacional (IED)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Econômico (IE)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto na Gestão (IG)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Humano (IH)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Organizacional (IO)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Político-Legal (IPL)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto na Saúde e Segurança (ISS)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Social (IS)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Tecnológico (IT)	☐	☐	☐	☐	☐	
P. 150	Risco de Falta de Apoio Política e Governamental (RPL3) <i>Considerando o Risco de Falta de Apoio Política e Governamental, qual você acredita que seria o impacto em cada uma das 11 áreas/dimensões?</i>	Impacto Ambiental (IA)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Cultural (IC)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Educacional (IED)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Econômico (IE)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto na Gestão (IG)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Humano (IH)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Organizacional (IO)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Político-Legal (IPL)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto na Saúde e Segurança (ISS)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Social (IS)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Tecnológico (IT)	☐	☐	☐	☐	☐	

P. 151	Risco de Desigualdade Social (RS1) <i>Considerando o Risco de Desigualdade Social, qual você acredita que seria o impacto em cada uma das 11 áreas/dimensões?</i>	Impacto Ambiental (IA)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Cultural (IC)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Educacional (IED)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Econômico (IE)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto na Gestão (IG)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Humano (IH)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Organizacional (IO)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Político-Legal (IPL)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto na Saúde e Segurança (ISS)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Social (IS)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Tecnológico (IT)	☐	☐	☐	☐	☐	
P. 152	Risco de Desemprego (RS2) <i>Considerando o Risco de Desemprego, qual você acredita que seria o impacto em cada uma das 11 áreas/dimensões?</i>	Impacto Ambiental (IA)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Cultural (IC)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Educacional (IED)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Econômico (IE)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto na Gestão (IG)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Humano (IH)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Organizacional (IO)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Político-Legal (IPL)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto na Saúde e Segurança (ISS)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Social (IS)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Tecnológico (IT)	☐	☐	☐	☐	☐	

P. 157	Risco da Baixa Qualidade dos Dados Existentes (RT4) <i>Considerando o Risco da Baixa Qualidade dos Dados Existentes, qual você acredita que seria o impacto em cada uma das 11 áreas/dimensões?</i>	Impacto Ambiental (IA)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Cultural (IC)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Educacional (IED)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Econômico (IE)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto na Gestão (IG)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Humano (IH)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Organizacional (IO)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Político-Legal (IPL)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto na Saúde e Segurança (ISS)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Social (IS)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Tecnológico (IT)	☐	☐	☐	☐	☐	
P. 158	Risco de Elevado Grau de Automação (RT5) <i>Considerando o Risco de Elevado Grau de Automação, qual você acredita que seria o impacto em cada uma das 11 áreas/dimensões?</i>	Impacto Ambiental (IA)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Cultural (IC)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Educacional (IED)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Econômico (IE)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto na Gestão (IG)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Humano (IH)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Organizacional (IO)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Político-Legal (IPL)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto na Saúde e Segurança (ISS)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Social (IS)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Tecnológico (IT)	☐	☐	☐	☐	☐	

P. 159	Risco de Erros da Inteligência Artificial (RT6) <i>Considerando o Risco de Erros da Inteligência Artificial, qual você acredita que seria o impacto em cada uma das 11 áreas/dimensões?</i>	Impacto Ambiental (IA)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Cultural (IC)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Educacional (IED)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Econômico (IE)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto na Gestão (IG)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Humano (IH)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Organizacional (IO)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Político-Legal (IPL)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto na Saúde e Segurança (ISS)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Social (IS)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Tecnológico (IT)	☐	☐	☐	☐	☐	
P. 160	Risco da Falta de Infraestrutura Tecnológica (RT7) <i>Considerando o Risco da Falta de Infraestrutura Tecnológica, qual você acredita que seria o impacto em cada uma das 11 áreas/dimensões?</i>	Impacto Ambiental (IA)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Cultural (IC)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Educacional (IED)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Econômico (IE)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto na Gestão (IG)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Humano (IH)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Organizacional (IO)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Político-Legal (IPL)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto na Saúde e Segurança (ISS)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Social (IS)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Tecnológico (IT)	☐	☐	☐	☐	☐	

P. 161	Risco de Hiperconectividade (RT8) <i>Considerando o Risco de Hiperconectividade, qual você acredita que seria o impacto em cada uma das 11 áreas/dimensões?</i>	Impacto Ambiental (IA)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Cultural (IC)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Educacional (IED)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Econômico (IE)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto na Gestão (IG)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Humano (IH)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Organizacional (IO)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Político-Legal (IPL)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto na Saúde e Segurança (ISS)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Social (IS)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Tecnológico (IT)	☐	☐	☐	☐	☐	
P. 162	Risco de Incapacidade de Interpretação de Dados (RT9) <i>Considerando o Risco de Incapacidade de Interpretação de Dados, qual você acredita que seria o impacto em cada uma das 11 áreas/dimensões?</i>	Impacto Ambiental (IA)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Cultural (IC)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Educacional (IED)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Econômico (IE)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto na Gestão (IG)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Humano (IH)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Organizacional (IO)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Político-Legal (IPL)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto na Saúde e Segurança (ISS)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Social (IS)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Tecnológico (IT)	☐	☐	☐	☐	☐	

P. 165	Risco de Maturidade Tecnológica (RT12) <i>Considerando o Risco de Maturidade Tecnológica, qual você acredita que seria o impacto em cada uma das 11 áreas/dimensões?</i>	Impacto Ambiental (IA)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Cultural (IC)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Educacional (IED)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Econômico (IE)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto na Gestão (IG)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Humano (IH)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Organizacional (IO)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Político-Legal (IPL)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto na Saúde e Segurança (ISS)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Social (IS)	☐	☐	☐	☐	☐	
		Impacto Tecnológico (IT)	☐	☐	☐	☐	☐	
166. Este espaço está aberto para você <u>comentar sobre o Impacto causado pelos Riscos da Transformação Digital</u> , se possui alguma <u>observação adicional</u> ou deseja <u>compartilhar qualquer outra informação relevante</u> (opcional).								

APÊNDICE E - Lista completa das instituições de afiliação dos autores

INSTITUIÇÕES DE VINCULAÇÃO	NÚMERO DE AUTORES	INSTITUIÇÕES DE VINCULAÇÃO	NÚMERO DE AUTORES
Friedrich Alexander University Erlangen Nürnberg	13	Chaitanya Bharathi Institute of Technology	1
Universitas Al Azhar Indonesia	12	China University of Labor Relations	1
Pontifical Catholic University of Parana	9	Chulalongkorn University	1
University of Žilina	9	City University of Hong Kong	1
Paulista University	8	College of Engineering and	1
University of West Bohemia	8	Delhi Technological University	1
Pontifical University Catholic of São Paulo	7	Department for Digital Economy and Innovation, Ministry for National Economy	1
Universiti Teknikal Malaysia	7	Dimitrie Cantemir Christian University	1
University of Technology of Troyes	7	DMG Mori Seiki Co	1
Institute of Product Engineering at the Karlsruhe Institute of Technology	6	E.M Strasbourg Business School	1
Norwegian University of Science and Technology	6	ECAM-EPMI	1
Sumy State University	6	Eco-Engineering and Management Consult Limited	1
University of Johannesburg	6	Eindhoven University of Technology	1
Institute of Product Engineering at the Karlsruhe Institute of Technology	5	ENSAM	1
Kaunas University of Technology	5	ESSCA School of Management	1
LUT University	5	Exceet Electronics GesmbH	1
MINES ParisTech-PSL Paris	5	Faculty of Industrial Management	1
National Institute of Industrial Engineering	5	Financial University under the Government of the Russian Federation	1
University Hassan II of Casablanca	5	Fizioterapevtika College	1
University of Southern Santa Catarina	5	FORE School of Management	1
Amity University	4	Fraunhofer Institute for Production Systems and Design Technology IPK	1
Federal University of Sao Carlos	4	Gdansk University of Technology	1
Jagiellonian University	4	Government Polytechnic	1

Nanjing University	4	Guangdong University of Petrochemical Technology	1
National Institute of Industrial Engineering (NITIE)	4	Hansung University	1
RWTH Aachen University	4	Hungarian Academy of Sciences	1
Sakarya University	4	Ibn Zohr University	1
São Paulo State University	4	Indian Institute of Management Rohtak	1
Slovak University of Technology	4	INESC TEC	1
Swansea University Bay Campus	4	Instituto de Engenharia de Sistemas e Computadores, Tecnologia e Ciência	1
Technical University of Munich	4	Instituto Superior de Engenharia do Porto	1
Technische Universität Berlin	4	Interdisciplinary Centre of Social Sciences	1
The University of Tokyo	4	ISEP/GECAD	1
Universidade do Vale do Rio dos Sinos	4	Istinye University, Faculty of Economics	1
University of Tuscia	4	Istituto Ricerche Economiche e Sociali	1
University of Warwick	4	Jadavpur University Kolkata	1
Uttaranchal University	4	Jiangxi University of Science and Technology	1
Instituto Politécnico de Viana do Castelo	3	John von Neumann University	1
Aston University	3	K.J. Somaiya College of Engineering	1
Babes-Bolyai University	3	Katholieke Universiteit Leuven	1
Berlin School of Economics and Law	3	KTH Royal Institute of Technology	1
Brunel University London	3	KTO Karatay University	1
Chalmers University of Technology	3	Kuban State University	1
Chungnam National University	3	Laboratoire de Mécanique et Matériaux du Génie Civil	1
Cisco Research Centre	3	Liverpool Business School	1
Fraunhofer Institute for Applied and Integrated Security	3	Lovely Professional University	1
Harbin Institute of Technology	3	Maalardalen University	1
IMT Atlantique	3	Madanjeet School of Green Energy Technologies Pondicherry University	1
Indian Institute Of Management–Mumbai	3	Management Development Institute	1
Isra University	3	Manipal Global Education Services	1

Lancaster University Management School	3	Ministry of Infrastructure of the Republic of Slovenia	1
London Metropolitan University	3	Nanjing University of Aeronautics and Astronautics	1
Montpellier Business School	3	National Dong Hwa University	1
National Research Mordovia State University	3	National Institute for Chemical Pharmaceutical Research and Development	1
Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration	3	National Institute of Standards and Technology	1
Shiraz University	3	National Institute of Technology	1
Södertörn University College	3	National School of Advanced Sciences and Technologies of Borj Cedria	1
Somaiya Vidyavihar University	3	National University of Computer and Emerging Sciences	1
Southeast University	3	National University of Singapore	1
Technische Universität Braunschweig	3	Indiana University East Richmond	1
Technische Universität Kaiserslautern	3	Nirma University	1
Universidad Autónoma de Nuevo León	3	O.P. Jindal Global University	1
Université Polytechnique Hauts de France	3	Óbuda University	1
Universiti Kebangsaan Malaysia	3	Odessa I. I. Mechnikov National University	1
University of Aveiro	3	Olin Corporation	1
University of Bradford	3	Ostwestfalen-Lippe University of Applied Science	1
University of Detroit Mercy	3	Pandit Deendayal Energy University	1
University of Economics Ho Chi Minh City	3	Pascalstraße	1
University of Oxford	3	Petra University	1
University of Patras	3	Physical Sciences	1
University of Salento	3	Portland State University	1
University of Shanghai for Science and Technology	3	Qingdao University of Science and Technology	1
University of the West of Scotland	3	Quartz-Lab	1
UNU-MERIT	3	Rakuns Limited Rakusen House Clayton Wood Rise	1
Victoria University Business School	3	RMIT University Melbourne City Campus	1
Yasar University	3	Russian Academy of Sciences	1

Artifex University	2	Sapienza University of Rome	1
University of Novi Sad	2	School of Management, California Lutheran University	1
Al-Balqa Applied University	2	Scuola Normale Superiore di Pisa	1
Binus University	2	Siemens AG	1
Bond University	2	Society and Human Studies University of Salento	1
Cardiff Metropolitan University	2	Somaiya College of Engineering	1
Central Queensland University	2	SRM Institute of Science and Technology	1
Dongguk University	2	State Center for Technological Education Paula Souza	1
Federal State Budgetary Institution Russian Energy Agency	2	State Institute of Engineering & Technolog	1
Indian Institute of Management Indore	2	Surrey University	1
King Saud University	2	Switzerland Innovation	1
Korea University	2	Tecnológico de Monterrey	1
Kyiv National Economic University named after Vadym Hetman	2	Temple University, Philadelphia, Pennsylvania	1
Manchester Metropolitan University Business School	2	Texas A&M International University	1
Mid Sweden University	2	The Islamic University	1
Motilal Nehru National Institute of Technology Allahabad	2	The Ohio State University	1
Old Dominion University	2	The Pennsylvania State University	1
Peking University	2	The University of Newcastle	1
Shaqra University	2	Tilburg University	1
South China University of Technology	2	Titu Maiorescu University	1
St. Petersburg Institute for Informatics and Automation	2	Ton Duc Thang University	1
Technical University of Iasi	2	Toulouse Business School	1
Technical University of Kosice	2	United Kingdom	1
Universidade Federal do ABC	2	Universidad Panamericana	1
Universiti Tunku Abdul Rahman	2	Universidade Presbiteriana Mackenzie	1
University Nove de Julho	2	Università degli Studi di Milano	1
University of Aberdeen	2	Universitas Andalas	1
University of Aizu	2	Üniversite Caddesi	1

University of Coimbra	2	Université de Strasbourg	1
University of Dhaka	2	Université du Québec à Trois-Rivières	1
University of Glasgow	2	Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue	1
University of Malaya	2	Universiti Malaysia Pahang	1
University of Padova	2	Universiti Sains Malaysia	1
University of Parma	2	Universiti Sultan Zainal Abidin	1
University of Pavia	2	Universiti Teknologi Petrona	1
University of Plymouth	2	University of 'Tuscia' of Viterbo	1
University of Sussex	2	University of Applied Sciences Western Switzerland	1
University of the Azores	2	University of Birmingham	1
University of the West of Scotland	2	University of Brescia	1
University of Vaasa	2	University of Cagliari	1
University of Warwick	2	University of California	1
Unviersity Vietnam	2	University of Cologne	1
UTE University	2	University of Connecticut	1
Vilnius Gediminas Technical University	2	University of Hail	1
Xihua University	2	University of Innsbruck	1
Laboratoire de Recherche en Energétique et Eco-Innovation Industrielle	1	University of Kent	1
26 BD Du Quatorze Juillet	1	University of Lincoln	1
California State University	1	University of Mary Hardin-Baylor	1
University of Bern, Bern	1	University of Minnesota	1
University of Shanghai for Science and Technology	1	University of Mumbai	1
West University of Timisoara	1	University of Naples Federico II	1
1 Decembrie 1918 University	1	University of Newcastle	1
Adama Science and Technology University	1	University of Oulu	1
Airbus Cybersecurit	1	University of Pecs, Faculty of Business and Economics	1
Al al-Bayt University, Mafrq	1	University of Porto	1
Albstadt-Sigmaringen University	1	University of Primorska	1

Amity Institute of Higher Education	1	University of São Paulo	1
Amrita Vishwa Vidyapeetham	1	University of Southern Denmark	1
Arizona State University	1	University of St. Gallen	1
Asia Pacific University of Technology and Innovation	1	University of Technology Thonburi	1
Bangladesh University of Engineering and Technology	1	University of Tehran	1
Baylor University	1	University of the West of England	1
Birla Institute of Management Technology	1	Ural State University of Economics	1
Bryant University	1	Villanova University	1
California State University	1	Wayne State University	1
Case Western Reserve University	1	West Virginia University	1
Centre for Research in Higher Education Policies	1	Western Illinois University	1
Ch. Ranbir Singh State Institute of Engineering & Technology	1	Whittier College	1

APÊNDICE F - Tabulação das notas dos riscos digitais no contexto da transformação digital

	RA1	RA2	RA3	RA4	RC1	RC2	RC3	RE1	RE2	RE3	RE4	RE5	RED1	RED2	RED3	RED4	RH1	RH2	RH3	RH4	RSS1	RSS2	RSS3	RSS4	RG1
1	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	4	3	4	3	5	2	3	3	3	2
2	3	3	2	2	4	3	4	4	3	4	2	2	4	5	4	4	2	3	3	3	2	2	2	2	3
3	4	4	2	4	4	4	4	4	4	4	3	5	4	4	3	3	2	3	3	3	2	2	2	3	4
4	5	2	4	1	4	3	5	4	3	5	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	2	2	2	2	4
5	2	1	1	1	3	3	3	4	2	3	4	3	3	3	4	5	3	3	4	4	2	2	3	2	2
6	2	1	5	2	1	2	3	4	2	4	4	2	1	3	2	2	2	1	2	3	1	1	2	4	2
7	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	4	3	3	3	3	3	4	5	4	4	4	3	3
8	5	3	4	3	2	1	1	5	2	3	3	4	2	2	2	2	2	2	2	3	2	3	3	3	2
9	4	4	2	3	1	1	1	3	3	3	3	3	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	1
10	2	2	2	2	2	2	3	3	2	2	3	3	1	2	4	4	2	4	4	4	2	2	2	2	3
11	2	1	5	1	4	4	4	5	2	2	5	5	4	4	4	5	2	4	4	4	1	1	1	1	4
12	1	1	1	1	5	3	2	5	3	4	5	5	1	3	1	3	5	3	3	3	1	1	1	3	5
13	1	1	1	1	1	2	2	3	3	3	4	4	2	2	3	4	4	3	3	4	2	1	1	2	3
14	3	4	5	2	5	4	5	4	3	5	3	2	2	2	3	5	2	5	5	3	2	2	2	2	2
15	2	4	2	2	2	2	2	5	4	3	2	3	3	2	2	2	1	2	3	2	2	2	2	2	3
16	1	3	2	2	4	4	3	4	2	3	3	2	2	2	4	3	2	2	2	2	2	1	2	2	2
17	5	4	3	3	2	2	2	3	1	2	2	3	3	4	4	3	2	2	3	3	2	2	2	2	2
18	4	3	3	2	4	4	4	4	3	3	3	3	3	2	3	2	3	3	2	4	2	2	4	2	3
19	2	2	3	2	3	2	3	3	3	3	2	3	2	3	3	2	2	3	4	4	3	2	3	3	3
20	4	4	4	3	2	3	3	4	2	2	3	2	2	3	4	3	1	2	3	4	2	2	3	3	3
21	4	3	2	2	4	4	3	5	2	2	2	2	2	2	1	2	1	3	2	2	1	1	1	1	1
22	4	3	3	3	3	4	4	4	3	4	4	3	3	3	4	4	3	4	4	4	3	2	3	3	3
23	4	5	4	5	2	2	3	5	4	3	3	4	4	3	3	5	5	4	4	4	2	2	4	3	3
24	2	4	3	2	1	1	1	4	2	3	3	2	1	2	1	2	1	3	2	4	1	1	2	2	1
25	2	3	2	1	4	4	4	4	3	4	4	3	4	4	4	4	3	3	4	4	2	2	2	1	3
26	2	2	2	2	1	1	1	2	2	3	3	2	2	3	1	2	2	2	2	3	1	2	2	2	2
27	1	2	1	1	2	3	3	3	2	3	4	2	4	4	4	4	1	4	4	4	2	2	3	3	4
28	3	4	2	2	1	2	2	4	1	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	3	2	2	2	1	3
29	3	2	2	3	4	3	3	4	2	2	3	4	5	4	3	3	3	3	3	4	2	1	3	3	4
30	1	2	1	1	3	1	1	2	2	2	1	2	2	3	3	3	3	3	3	4	1	1	2	2	2
31	2	2	2	2	5	4	4	5	3	4	5	4	3	5	5	5	3	4	4	5	2	2	2	3	3
32	2	2	3	3	4	4	4	4	5	4	5	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3
33	2	1	2	2	2	2	2	3	1	2	2	2	1	3	1	1	2	1	2	2	2	2	2	3	2
34	5	2	2	2	3	2	3	4	4	4	4	5	4	5	4	4	3	4	4	4	2	2	3	3	2
35	5	4	2	3	5	4	5	2	4	3	2	2	4	4	4	4	4	4	4	5	1	1	1	1	4
36	2	4	1	1	3	3	3	4	3	3	2	3	4	4	4	4	3	4	4	5	1	1	1	2	3
37	1	1	1	1	1	2	2	2	2	1	2	2	1	1	1	2	3	2	2	2	3	2	2	1	2
38	2	2	3	2	3	3	3	4	3	3	2	2	4	3	5	5	2	4	4	5	2	2	3	3	3

39	3	4	2	3	2	2	3	4	3	4	3	2	1	2	2	2	2	3	3	3	2	2	4	3	3
40	1	1	1	1	4	3	2	4	1	2	2	2	2	3	3	4	2	2	3	3	1	1	1	1	1
41	3	4	1	2	3	2	2	4	3	3	3	4	3	4	4	4	3	4	4	5	3	3	3	3	4
42	3	3	2	3	2	3	4	4	2	3	2	3	1	1	2	2	3	1	3	2	1	2	2	2	1
43	3	2	1	2	1	1	3	4	1	1	2	1	1	2	3	2	3	2	4	3	2	2	2	1	1
44	3	3	2	2	4	4	4	4	3	3	2	4	2	4	3	4	3	3	4	4	2	3	3	2	3
45	1	3	3	2	4	4	4	3	1	3	4	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
46	2	3	2	3	4	3	3	5	5	4	3	1	3	4	4	4	2	4	4	5	2	3	2	2	3
47	4	4	5	4	2	3	3	4	4	3	5	4	5	4	4	3	2	3	4	4	2	2	3	3	3
48	2	3	2	2	3	3	4	4	5	4	5	3	3	4	3	3	2	3	4	3	4	4	3	3	3
49	2	3	3	2	4	4	3	3	2	3	4	3	3	4	4	4	4	3	5	4	3	2	2	3	3
50	2	5	2	2	5	4	3	4	1	3	3	3	3	5	4	4	4	3	4	4	3	2	3	3	3
51	2	3	2	2	3	3	3	4	4	4	4	4	2	3	3	3	4	4	3	4	2	2	2	3	2
52	1	2	2	2	1	1	2	3	3	4	3	2	2	3	4	4	5	2	2	3	5	1	2	2	2
53	4	2	3	2	2	2	2	5	2	4	5	5	5	4	4	5	3	5	5	5	2	2	2	2	4
54	5	4	4	3	5	4	4	3	1	3	3	5	4	3	4	3	2	3	5	4	2	2	4	4	3
55	2	2	1	2	4	4	4	3	2	3	2	3	4	4	4	3	1	3	3	3	2	2	3	3	3
56	1	2	1	1	2	2	1	2	1	2	2	2	1	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2
57	3	3	5	2	5	4	4	5	4	2	2	2	2	4	3	3	3	3	5	4	2	2	2	3	2
58	3	4	3	3	4	2	3	4	2	4	4	4	3	3	3	3	4	3	4	4	2	3	3	2	2
59	2	2	2	2	5	4	4	3	2	4	5	3	2	3	3	3	2	3	4	3	1	1	4	4	3
60	1	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	1	2	2	2	2
61	2	4	2	2	4	4	3	5	3	3	3	3	3	3	3	4	4	3	4	5	5	2	1	2	3
62	1	3	4	2	3	3	2	4	3	1	2	2	1	2	3	3	2	4	4	4	2	2	3	4	3

	RG2	RG3	RO1	RO2	RO3	RO4	RPL1	RPL2	RPL3	RS1	RS2	RS3	RT1	RT2	RT3	RT4	RT5	RT6	RT7	RT8	RT9	RT10	RT11	RT12
1	2	3	3	3	3	3	2	2	2	2	3	3	3	2	2	3	3	3	2	3	3	2	2	3
2	3	3	3	3	5	4	2	4	1	3	3	2	4	3	3	3	3	3	4	4	3	2	3	3
3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
4	3	5	3	3	3	4	3	3	4	2	2	2	5	5	5	5	4	4	4	4	5	4	4	4
5	2	3	3	3	3	2	1	2	1	2	2	2	4	4	5	3	4	3	3	3	4	3	3	3
6	2	2	3	2	1	2	3	3	1	2	4	2	5	3	2	3	4	3	2	4	4	2	5	2
7	3	5	4	4	3	3	3	4	4	4	4	3	5	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	3
8	2	2	3	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
9	1	1	1	1	3	1	1	1	3	1	3	3	2	1	1	1	1	1	1	1	3	1	1	1
10	2	2	3	4	4	3	2	3	3	4	3	2	3	1	3	2	2	3	2	2	2	3	3	4
11	4	2	2	4	4	4	2	2	2	3	2	2	3	3	2	2	1	1	3	1	2	2	2	3
12	5	4	5	5	5	1	1	5	3	5	5	1	3	4	5	1	5	1	1	5	5	4	5	5
13	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	2	3	2	1	1	2	3	4	3	2	3	1	3	3
14	5	4	3	3	2	4	3	5	5	4	3	3	5	5	5	4	3	3	4	5	4	4	3	4
15	3	2	2	3	1	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	1	1	2	3	2	2	1	2	3
16	2	3	2	2	3	4	3	3	2	2	2	2	4	3	3	2	2	3	4	2	3	2	3	3
17	2	2	2	3	2	2	3	3	3	2	2	2	3	4	3	4	3	3	2	2	3	4	2	2
18	4	4	3	3	3	3	2	4	2	2	2	3	2	3	3	2	3	2	2	2	2	2	3	3
19	2	3	4	3	4	2	3	3	4	3	3	2	3	4	3	3	2	3	4	3	4	2	3	3
20	3	4	3	5	4	4	3	3	3	2	2	2	3	2	3	3	3	2	3	3	3	2	2	2
21	1	1	1	2	4	2	2	2	2	2	2	2	2	2	4	2	3	3	3	3	3	4	4	3
22	3	3	5	5	5	5	3	3	3	2	2	2	5	5	3	5	5	4	5	4	5	3	4	5
23	3	3	4	4	4	3	2	4	4	3	3	2	4	3	4	2	3	3	4	3	3	2	2	3
24	1	2	1	2	4	3	2	3	3	2	2	2	2	3	2	3	1	3	2	4	2	1	3	3
25	3	4	3	3	3	3	2	2	4	2	3	2	3	2	3	4	4	4	4	4	5	2	4	4
26	2	2	3	2	2	2	1	3	3	2	2	2	1	1	2	2	1	2	2	2	2	1	2	2
27	2	3	5	2	2	3	3	3	4	4	5	5	3	3	3	2	4	5	4	4	4	3	4	3
28	2	1	2	3	5	2	2	2	1	1	2	1	3	1	2	2	3	2	2	2	2	2	1	2
29	3	3	3	5	3	5	3	3	2	4	5	3	4	2	2	3	4	3	3	4	4	3	3	4
30	3	3	1	2	1	3	2	2	3	1	3	1	2	2	2	1	3	3	1	2	3	1	1	3
31	3	3	3	3	2	4	2	3	4	3	4	2	2	2	2	3	3	3	2	3	3	2	4	3
32	4	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	2	4	4	4	5	3	3	4	4	4	4	2	2
33	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
34	3	4	3	3	3	3	3	4	3	4	3	2	4	3	4	4	2	3	4	4	4	4	5	4
35	5	4	2	5	5	4	1	5	4	1	2	3	4	4	5	4	4	2	4	2	4	2	1	2
36	4	4	3	4	3	3	1	2	2	1	3	2	2	3	2	1	2	3	2	1	1	2	3	3
37	1	1	1	2	3	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	1	1	1	1	1	2	3	2
38	3	4	3	3	3	3	3	4	3	4	3	2	5	4	4	4	5	4	5	5	5	4	3	4

39	2	3	2	2	2	3	3	3	2	4	3	2	4	3	3	4	4	3	3	3	2	2	3	3
40	1	2	1	3	1	1	1	3	5	1	1	1	2	1	5	1	2	2	2	1	2	1	1	3
41	3	4	4	4	4	3	2	2	2	2	3	1	2	2	3	4	4	3	4	3	4	3	2	4
42	2	3	3	3	2	4	4	2	3	3	2	3	4	3	3	3	4	3	3	4	3	2	3	4
43	2	1	2	3	4	3	1	2	2	1	1	1	2	1	1	3	2	3	1	2	2	1	1	2
44	2	4	3	5	5	3	4	3	3	4	3	2	2	3	4	3	4	4	5	4	5	4	4	3
45	3	3	2	3	3	3	2	3	3	2	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3
46	5	3	2	5	1	4	3	3	3	4	2	1	2	4	4	5	2	5	5	3	3	2	3	2
47	4	4	4	4	4	3	3	4	4	4	4	3	5	4	4	4	2	2	4	2	2	3	3	3
48	2	3	4	3	3	4	4	3	3	4	3	2	3	3	3	3	5	4	4	4	2	2	3	3
49	4	2	3	3	2	3	4	4	4	5	4	4	5	2	3	2	2	4	2	4	4	3	5	3
50	3	2	2	3	3	4	4	4	3	4	3	3	4	2	2	3	2	2	4	2	2	2	2	2
51	2	3	3	3	4	3	4	4	4	3	4	3	2	3	4	2	4	3	4	4	3	4	4	4
52	1	3	4	2	2	3	3	2	2	3	1	2	4	4	4	3	4	4	3	2	5	4	3	2
53	4	4	3	4	4	4	2	2	4	2	1	2	4	3	3	3	5	4	3	3	3	2	4	3
54	3	4	4	5	2	4	5	4	4	4	4	1	2	2	4	4	2	2	2	1	4	2	2	3
55	2	4	2	2	1	3	2	1	4	1	1	2	4	2	2	2	1	2	3	2	3	2	2	2
56	2	2	2	3	2	2	1	3	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	1	2	2
57	2	2	2	4	4	3	2	2	3	3	4	3	2	2	3	2	3	2	2	2	2	2	2	4
58	2	4	2	2	2	2	2	2	2	1	3	3	3	2	3	3	2	3	3	2	3	2	2	3
59	3	3	3	2	3	3	2	2	2	2	2	2	5	3	3	2	4	4	4	4	3	3	4	4
60	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
61	2	3	4	4	4	3	1	2	4	3	3	2	4	3	2	3	3	2	4	4	3	1	3	3
62	2	3	2	4	2	3	2	2	2	2	2	1	3	1	1	2	2	2	4	3	2	1	2	3

APÊNDICE G - Tabulação do *Fuzzy Delphi Method* para os riscos digitais da transformação digital

CRITÉRIO	RA1				RA2				RA3				RA4				RCI			
	Risco de Alterações Climáticas				Risco de Alto Consumo de Energia				Risco de Aumento de Lixo Eletrônico e Resíduos e Descarte Inadequado				Risco de Emissões Poluentes				Risco da Falta de Cultura Digital			
RESPONDENTE	l	m	u	d	l	m	u	d	l	m	u	d	l	m	u	d	l	m	u	d
1	0,00	0,25	0,50	0,11	0,25	0,50	0,75	0,06	0,25	0,50	0,75	0,11	0,25	0,50	0,75	0,19	0,25	0,50	0,75	0,03
2	0,25	0,50	0,75	0,14	0,25	0,50	0,75	0,06	0,00	0,25	0,50	0,15	0,00	0,25	0,50	0,06	0,50	0,75	1,00	0,25
3	0,25	0,50	0,75	0,14	0,50	0,75	1,00	0,19	0,00	0,25	0,50	0,15	0,50	0,75	1,00	0,44	0,50	0,75	1,00	0,25
4	0,75	1,00	1,00	0,57	0,50	0,75	1,00	0,19	0,50	0,75	1,00	0,35	0,00	0,00	0,25	0,24	0,50	0,75	1,00	0,25
5	0,00	0,25	0,50	0,11	0,00	0,00	0,25	0,49	0,00	0,00	0,25	0,33	0,00	0,00	0,25	0,24	0,25	0,50	0,75	0,03
6	0,00	0,25	0,50	0,11	0,50	0,75	1,00	0,19	0,75	1,00	1,00	0,53	0,00	0,25	0,50	0,06	0,00	0,00	0,25	0,43
7	0,25	0,50	0,75	0,14	0,50	0,75	1,00	0,19	0,50	0,75	1,00	0,35	0,50	0,75	1,00	0,44	0,50	0,75	1,00	0,25
8	0,25	0,50	0,75	0,14	0,25	0,50	0,75	0,06	0,50	0,75	1,00	0,35	0,25	0,50	0,75	0,19	0,00	0,25	0,50	0,25
9	0,50	0,75	1,00	0,39	0,50	0,75	1,00	0,19	0,00	0,25	0,50	0,15	0,25	0,50	0,75	0,19	0,00	0,00	0,25	0,43
10	0,00	0,25	0,50	0,11	0,25	0,50	0,75	0,06	0,00	0,25	0,50	0,15	0,00	0,25	0,50	0,06	0,00	0,25	0,50	0,25
11	0,00	0,25	0,50	0,11	0,00	0,00	0,25	0,49	0,75	1,00	1,00	0,53	0,00	0,00	0,25	0,24	0,50	0,75	1,00	0,25
12	0,00	0,00	0,25	0,29	0,50	0,75	1,00	0,19	0,00	0,00	0,25	0,33	0,00	0,00	0,25	0,24	0,75	1,00	1,00	0,43
13	0,00	0,00	0,25	0,29	0,50	0,75	1,00	0,19	0,00	0,00	0,25	0,33	0,00	0,00	0,25	0,24	0,00	0,00	0,25	0,43
14	0,25	0,50	0,75	0,14	0,50	0,75	1,00	0,19	0,75	1,00	1,00	0,53	0,00	0,25	0,50	0,06	0,75	1,00	1,00	0,43
15	0,00	0,25	0,50	0,11	0,50	0,75	1,00	0,19	0,00	0,25	0,50	0,15	0,00	0,25	0,50	0,06	0,00	0,25	0,50	0,25
16	0,00	0,00	0,25	0,29	0,25	0,50	0,75	0,06	0,00	0,25	0,50	0,15	0,00	0,25	0,50	0,06	0,50	0,75	1,00	0,25
17	0,25	0,50	0,75	0,14	0,50	0,75	1,00	0,19	0,25	0,50	0,75	0,11	0,25	0,50	0,75	0,19	0,00	0,25	0,50	0,25
18	0,50	0,75	1,00	0,39	0,25	0,50	0,75	0,06	0,25	0,50	0,75	0,11	0,00	0,25	0,50	0,06	0,50	0,75	1,00	0,25
19	0,00	0,25	0,50	0,11	0,00	0,25	0,50	0,31	0,25	0,50	0,75	0,11	0,00	0,25	0,50	0,06	0,25	0,50	0,75	0,03
20	0,50	0,75	1,00	0,39	0,50	0,75	1,00	0,19	0,50	0,75	1,00	0,35	0,25	0,50	0,75	0,19	0,00	0,25	0,50	0,25
21	0,50	0,75	1,00	0,39	0,25	0,50	0,75	0,06	0,00	0,25	0,50	0,15	0,00	0,25	0,50	0,06	0,50	0,75	1,00	0,25
22	0,50	0,75	1,00	0,39	0,25	0,50	0,75	0,06	0,25	0,50	0,75	0,11	0,25	0,50	0,75	0,19	0,25	0,50	0,75	0,03
23	0,50	0,75	1,00	0,39	0,75	1,00	1,00	0,37	0,50	0,75	1,00	0,35	0,75	1,00	1,00	0,62	0,00	0,25	0,50	0,25
24	0,00	0,25	0,50	0,11	0,50	0,75	1,00	0,19	0,25	0,50	0,75	0,11	0,00	0,25	0,50	0,06	0,00	0,00	0,25	0,43
25	0,00	0,25	0,50	0,11	0,25	0,50	0,75	0,06	0,00	0,25	0,50	0,15	0,00	0,00	0,25	0,24	0,50	0,75	1,00	0,25
26	0,00	0,25	0,50	0,11	0,25	0,50	0,75	0,06	0,00	0,25	0,50	0,15	0,00	0,25	0,50	0,06	0,00	0,00	0,25	0,43
27	0,00	0,00	0,25	0,29	0,00	0,25	0,50	0,31	0,00	0,00	0,25	0,33	0,00	0,00	0,25	0,24	0,00	0,25	0,50	0,25
28	0,25	0,50	0,75	0,14	0,50	0,75	1,00	0,19	0,00	0,25	0,50	0,15	0,00	0,25	0,50	0,06	0,00	0,00	0,25	0,43
29	0,25	0,50	0,75	0,14	0,00	0,25	0,50	0,31	0,00	0,25	0,50	0,15	0,25	0,50	0,75	0,19	0,50	0,75	1,00	0,25
30	0,00	0,00	0,25	0,29	0,00	0,25	0,50	0,31	0,00	0,00	0,25	0,33	0,00	0,00	0,25	0,24	0,25	0,50	0,75	0,03
31	0,00	0,25	0,50	0,11	0,25	0,50	0,75	0,06	0,00	0,25	0,50	0,15	0,00	0,25	0,50	0,06	0,75	1,00	1,00	0,43
32	0,00	0,25	0,50	0,11	0,00	0,25	0,50	0,31	0,25	0,50	0,75	0,11	0,25	0,50	0,75	0,19	0,50	0,75	1,00	0,25
33	0,00	0,25	0,50	0,11	0,00	0,00	0,25	0,49	0,00	0,25	0,50	0,15	0,00	0,25	0,50	0,06	0,00	0,25	0,50	0,25
34	0,25	0,50	0,75	0,14	0,50	0,75	1,00	0,19	0,00	0,25	0,50	0,15	0,00	0,25	0,50	0,06	0,25	0,50	0,75	0,03
35	0,75	1,00	1,00	0,57	0,50	0,75	1,00	0,19	0,00	0,25	0,50	0,15	0,25	0,50	0,75	0,19	0,75	1,00	1,00	0,43
36	0,00	0,25	0,50	0,11	0,50	0,75	1,00	0,19	0,00	0,00	0,25	0,33	0,00	0,00	0,25	0,24	0,25	0,50	0,75	0,03
37	0,00	0,00	0,25	0,29	0,00	0,00	0,25	0,49	0,00	0,00	0,25	0,33	0,00	0,00	0,25	0,24	0,00	0,00	0,25	0,43
38	0,00	0,25	0,50	0,11	0,00	0,25	0,50	0,31	0,25	0,50	0,75	0,11	0,00	0,25	0,50	0,06	0,25	0,50	0,75	0,03
39	0,25	0,50	0,75	0,14	0,50	0,75	1,00	0,19	0,00	0,25	0,50	0,15	0,25	0,50	0,75	0,19	0,00	0,25	0,50	0,25
40	0,00	0,00	0,25	0,29	0,00	0,00	0,25	0,49	0,00	0,00	0,25	0,33	0,00	0,00	0,25	0,24	0,50	0,75	1,00	0,25
41	0,25	0,50	0,75	0,14	0,50	0,75	1,00	0,19	0,00	0,00	0,25	0,33	0,00	0,25	0,50	0,06	0,25	0,50	0,75	0,03

42	0,25	0,50	0,75	0,14	0,25	0,50	0,75	0,06	0,00	0,25	0,50	0,15	0,25	0,50	0,75	0,19	0,00	0,25	0,50	0,25
43	0,25	0,50	0,75	0,14	0,75	1,00	1,00	0,37	0,00	0,00	0,25	0,33	0,00	0,25	0,50	0,06	0,00	0,00	0,25	0,43
44	0,25	0,50	0,75	0,14	0,25	0,50	0,75	0,06	0,00	0,25	0,50	0,15	0,00	0,25	0,50	0,06	0,50	0,75	1,00	0,25
45	0,00	0,00	0,25	0,29	0,25	0,50	0,75	0,06	0,25	0,50	0,75	0,11	0,00	0,25	0,50	0,06	0,50	0,75	1,00	0,25
46	0,00	0,25	0,50	0,11	0,25	0,50	0,75	0,06	0,00	0,25	0,50	0,15	0,25	0,50	0,75	0,19	0,50	0,75	1,00	0,25
47	0,50	0,75	1,00	0,39	0,50	0,75	1,00	0,19	0,75	1,00	1,00	0,53	0,50	0,75	1,00	0,44	0,00	0,25	0,50	0,25
48	0,00	0,25	0,50	0,11	0,25	0,50	0,75	0,06	0,00	0,25	0,50	0,15	0,00	0,25	0,50	0,06	0,25	0,50	0,75	0,03
49	0,25	0,50	0,75	0,14	0,25	0,50	0,75	0,06	0,25	0,50	0,75	0,11	0,00	0,25	0,50	0,06	0,50	0,75	1,00	0,25
50	0,00	0,25	0,50	0,11	0,75	1,00	1,00	0,37	0,00	0,25	0,50	0,15	0,00	0,25	0,50	0,06	0,75	1,00	1,00	0,43
51	0,00	0,25	0,50	0,11	0,25	0,50	0,75	0,06	0,00	0,25	0,50	0,15	0,00	0,25	0,50	0,06	0,25	0,50	0,75	0,03
52	0,00	0,00	0,25	0,29	0,75	1,00	1,00	0,37	0,25	0,50	0,75	0,11	0,00	0,25	0,50	0,06	0,00	0,00	0,25	0,43
53	0,00	0,25	0,50	0,11	0,00	0,25	0,50	0,31	0,25	0,50	0,75	0,11	0,00	0,25	0,50	0,06	0,00	0,25	0,50	0,25
54	0,00	0,25	0,50	0,11	0,50	0,75	1,00	0,19	0,50	0,75	1,00	0,35	0,25	0,50	0,75	0,19	0,75	1,00	1,00	0,43
55	0,00	0,25	0,50	0,11	0,25	0,50	0,75	0,06	0,25	0,50	0,75	0,11	0,00	0,25	0,50	0,06	0,50	0,75	1,00	0,25
56	0,00	0,00	0,25	0,29	0,00	0,25	0,50	0,31	0,25	0,50	0,75	0,11	0,00	0,00	0,25	0,24	0,00	0,25	0,50	0,25
57	0,00	0,00	0,25	0,29	0,25	0,50	0,75	0,06	0,75	1,00	1,00	0,53	0,00	0,25	0,50	0,06	0,00	0,25	0,50	0,25
58	0,25	0,50	0,75	0,14	0,50	0,75	1,00	0,19	0,25	0,50	0,75	0,11	0,25	0,50	0,75	0,19	0,50	0,75	1,00	0,25
59	0,00	0,25	0,50	0,11	0,75	1,00	1,00	0,37	0,00	0,25	0,50	0,15	0,00	0,25	0,50	0,06	0,75	1,00	1,00	0,43
60	0,00	0,00	0,25	0,29	0,50	0,75	1,00	0,19	0,00	0,25	0,50	0,15	0,00	0,25	0,50	0,06	0,00	0,00	0,25	0,43
61	0,00	0,25	0,50	0,11	0,50	0,75	1,00	0,19	0,25	0,50	0,75	0,11	0,00	0,25	0,50	0,06	0,50	0,75	1,00	0,25
62	0,00	0,25	0,50	0,11	0,25	0,50	0,75	0,06	0,50	0,75	1,00	0,35	0,00	0,25	0,50	0,06	0,25	0,50	0,75	0,03
average fuzzy n°	L	M	U	d med	L	M	U	d med	L	M	U	d med	L	M	U	d med	L	M	U	d med
	0,14516	0,3468	0,5887	0,2011	0,3306	0,5605	0,7903	0,2012	0,1815	0,3911	0,621	0,2206	0,0927	0,2944	0,5403	0,155	0,2863	0,496	0,7177	0,25649
valores crisp	x1m	x2m	x3m	Z	x1m	x2m	x3m	Z	x1m	x2m	x3m	Z	x1m	x2m	x3m	Z	x1m	x2m	x3m	Z
	0,36022	0,3569	0,35	0,3602	0,5605	0,5605	0,56	0,5605	0,3978	0,3962	0,39	0,3978	0,3091	0,3054	0,30	0,3091	0,5	0,499	0,50	0,5
consenso	66%				71%				65%				74%				19%			
requisito 1	Z ≥ 0,5 não ok				Z ≥ 0,5 ok				Z ≥ 0,5 não ok				Z ≥ 0,5 não ok				Z ≥ 0,5 ok			
requisito 2	d med ≤ 0,2 não ok				d med ≤ 0,2 não ok				d med ≤ 0,2 não ok				d med ≤ 0,2 ok				d med ≤ 0,2 não ok			
requisito 3	consenso > 60% ok				consenso > 60% ok				consenso > 60% ok				consenso > 60% ok				consenso > 60% não ok			

CRITÉRIO	RC2				RC3				RE1				RE2				RE3			
	Risco de Relutância à Mudanças				Risco da Falta de Compreensão dos Recursos e Limitações das Novas Tecnologias				Risco de Alto Custo de Investimentos e Implementação				Risco de Falta de Recursos Financeiros				Risco de Incerteza de Retorno Financeiro			
RESPONDENTE	l	m	u	d	l	m	u	d	l	m	u	d	l	m	u	d	l	m	u	d
1	0,25	0,50	0,75	0,02	0,25	0,50	0,75	0,01	0,25	0,50	0,75	0,19	0,50	0,75	1,00	0,19	0,25	0,50	0,75	0,05
2	0,25	0,50	0,75	0,02	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	1,00	0,06	0,25	0,50	0,75	0,07	0,50	0,75	1,00	0,20
3	0,50	0,75	1,00	0,24	0,25	0,50	0,75	0,01	0,50	0,75	1,00	0,06	0,50	0,75	1,00	0,19	0,50	0,75	1,00	0,20
4	0,25	0,50	0,75	0,02	0,75	1,00	1,00	0,43	0,50	0,75	1,00	0,06	0,25	0,50	0,75	0,07	0,75	1,00	1,00	0,38
5	0,25	0,50	0,75	0,02	0,25	0,50	0,75	0,01	0,50	0,75	1,00	0,06	0,50	0,75	1,00	0,19	0,25	0,50	0,75	0,05
6	0,00	0,25	0,50	0,26	0,25	0,50	0,75	0,01	0,50	0,75	1,00	0,06	0,00	0,25	0,50	0,31	0,50	0,75	1,00	0,20
7	0,50	0,75	1,00	0,24	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	1,00	0,06	0,50	0,75	1,00	0,19	0,50	0,75	1,00	0,20
8	0,00	0,00	0,25	0,44	0,00	0,00	0,25	0,43	0,75	1,00	1,00	0,25	0,00	0,25	0,50	0,31	0,25	0,50	0,75	0,05
9	0,00	0,00	0,25	0,44	0,00	0,00	0,25	0,43	0,25	0,50	0,75	0,19	0,25	0,50	0,75	0,07	0,25	0,50	0,75	0,05
10	0,00	0,25	0,50	0,26	0,25	0,50	0,75	0,01	0,25	0,50	0,75	0,19	0,00	0,25	0,50	0,31	0,00	0,25	0,50	0,30
11	0,50	0,75	1,00	0,24	0,50	0,75	1,00	0,25	0,75	1,00	1,00	0,25	0,00	0,25	0,50	0,31	0,00	0,25	0,50	0,30
12	0,25	0,50	0,75	0,02	0,00	0,25	0,50	0,25	0,75	1,00	1,00	0,25	0,25	0,50	0,75	0,07	0,50	0,75	1,00	0,20
13	0,50	0,75	1,00	0,24	0,00	0,25	0,50	0,25	0,25	0,50	0,75	0,19	0,25	0,50	0,75	0,07	0,25	0,50	0,75	0,05
14	0,50	0,75	1,00	0,24	0,75	1,00	1,00	0,43	0,50	0,75	1,00	0,06	0,25	0,50	0,75	0,07	0,75	1,00	1,00	0,38
15	0,00	0,25	0,50	0,26	0,00	0,25	0,50	0,25	0,75	1,00	1,00	0,25	0,50	0,75	1,00	0,19	0,25	0,50	0,75	0,05
16	0,50	0,75	1,00	0,24	0,25	0,50	0,75	0,01	0,50	0,75	1,00	0,06	0,00	0,25	0,50	0,31	0,25	0,50	0,75	0,05
17	0,00	0,25	0,50	0,26	0,00	0,25	0,50	0,25	0,25	0,50	0,75	0,19	0,00	0,00	0,25	0,49	0,50	0,75	1,00	0,20
18	0,50	0,75	1,00	0,24	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	1,00	0,06	0,25	0,50	0,75	0,07	0,25	0,50	0,75	0,05
19	0,25	0,50	0,75	0,02	0,25	0,50	0,75	0,01	0,25	0,50	0,75	0,19	0,25	0,50	0,75	0,07	0,25	0,50	0,75	0,05
20	0,25	0,50	0,75	0,02	0,25	0,50	0,75	0,01	0,50	0,75	1,00	0,06	0,50	0,75	1,00	0,19	0,00	0,25	0,50	0,30
21	0,50	0,75	1,00	0,24	0,25	0,50	0,75	0,01	0,75	1,00	1,00	0,25	0,00	0,25	0,50	0,31	0,00	0,25	0,50	0,30
22	0,50	0,75	1,00	0,24	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	1,00	0,06	0,25	0,50	0,75	0,07	0,50	0,75	1,00	0,20
23	0,00	0,25	0,50	0,26	0,25	0,50	0,75	0,01	0,75	1,00	1,00	0,25	0,50	0,75	1,00	0,19	0,25	0,50	0,75	0,05
24	0,00	0,00	0,25	0,44	0,00	0,00	0,25	0,43	0,50	0,75	1,00	0,06	0,50	0,75	1,00	0,19	0,25	0,50	0,75	0,05
25	0,50	0,75	1,00	0,24	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	1,00	0,06	0,25	0,50	0,75	0,07	0,50	0,75	1,00	0,20
26	0,50	0,75	1,00	0,24	0,00	0,00	0,25	0,43	0,00	0,25	0,50	0,44	0,50	0,75	1,00	0,19	0,25	0,50	0,75	0,05
27	0,25	0,50	0,75	0,02	0,25	0,50	0,75	0,01	0,25	0,50	0,75	0,19	0,00	0,25	0,50	0,31	0,50	0,75	1,00	0,20
28	0,50	0,75	1,00	0,24	0,00	0,25	0,50	0,25	0,50	0,75	1,00	0,06	0,50	0,75	1,00	0,19	0,00	0,25	0,50	0,30
29	0,25	0,50	0,75	0,02	0,25	0,50	0,75	0,01	0,50	0,75	1,00	0,06	0,50	0,75	1,00	0,19	0,50	0,75	1,00	0,20
30	0,00	0,00	0,25	0,44	0,00	0,00	0,25	0,43	0,00	0,25	0,50	0,44	0,00	0,25	0,50	0,31	0,00	0,25	0,50	0,30
31	0,50	0,75	1,00	0,24	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	1,00	0,06	0,25	0,50	0,75	0,07	0,50	0,75	1,00	0,20
32	0,50	0,75	1,00	0,24	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	1,00	0,06	0,75	1,00	1,00	0,37	0,50	0,75	1,00	0,20
33	0,00	0,25	0,50	0,26	0,00	0,25	0,50	0,25	0,25	0,50	0,75	0,19	0,00	0,00	0,25	0,49	0,00	0,25	0,50	0,30
34	0,00	0,25	0,50	0,26	0,25	0,50	0,75	0,01	0,50	0,75	1,00	0,06	0,50	0,75	1,00	0,19	0,50	0,75	1,00	0,20
35	0,50	0,75	1,00	0,24	0,75	1,00	1,00	0,43	0,00	0,25	0,50	0,44	0,50	0,75	1,00	0,19	0,25	0,50	0,75	0,05
36	0,25	0,50	0,75	0,02	0,25	0,50	0,75	0,01	0,50	0,75	1,00	0,06	0,25	0,50	0,75	0,07	0,25	0,50	0,75	0,05
37	0,00	0,25	0,50	0,26	0,00	0,25	0,50	0,25	0,75	1,00	1,00	0,25	0,75	1,00	1,00	0,37	0,00	0,00	0,25	0,48
38	0,25	0,50	0,75	0,02	0,25	0,50	0,75	0,01	0,50	0,75	1,00	0,06	0,25	0,50	0,75	0,07	0,25	0,50	0,75	0,05
39	0,00	0,25	0,50	0,26	0,25	0,50	0,75	0,01	0,50	0,75	1,00	0,06	0,25	0,50	0,75	0,07	0,50	0,75	1,00	0,20
40	0,25	0,50	0,75	0,02	0,00	0,25	0,50	0,25	0,50	0,75	1,00	0,06	0,75	1,00	1,00	0,37	0,00	0,25	0,50	0,30
41	0,00	0,25	0,50	0,26	0,00	0,25	0,50	0,25	0,50	0,75	1,00	0,06	0,25	0,50	0,75	0,07	0,25	0,50	0,75	0,05

42	0,25	0,50	0,75	0,02	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	1,00	0,06	0,00	0,25	0,50	0,31	0,25	0,50	0,75	0,05
43	0,00	0,00	0,25	0,44	0,25	0,50	0,75	0,01	0,50	0,75	1,00	0,06	0,00	0,00	0,25	0,49	0,00	0,00	0,25	0,48
44	0,50	0,75	1,00	0,24	0,25	0,50	0,75	0,01	0,50	0,75	1,00	0,06	0,25	0,50	0,75	0,07	0,25	0,50	0,75	0,05
45	0,50	0,75	1,00	0,24	0,50	0,75	1,00	0,25	0,25	0,50	0,75	0,19	0,75	1,00	1,00	0,37	0,50	0,75	1,00	0,20
46	0,25	0,50	0,75	0,02	0,25	0,50	0,75	0,01	0,75	1,00	1,00	0,25	0,50	0,75	1,00	0,19	0,50	0,75	1,00	0,20
47	0,25	0,50	0,75	0,02	0,25	0,50	0,75	0,01	0,50	0,75	1,00	0,06	0,50	0,75	1,00	0,19	0,25	0,50	0,75	0,05
48	0,25	0,50	0,75	0,02	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	1,00	0,06	0,75	1,00	1,00	0,37	0,50	0,75	1,00	0,20
49	0,50	0,75	1,00	0,24	0,25	0,50	0,75	0,01	0,25	0,50	0,75	0,19	0,00	0,25	0,50	0,31	0,25	0,50	0,75	0,05
50	0,50	0,75	1,00	0,24	0,25	0,50	0,75	0,01	0,50	0,75	1,00	0,06	0,00	0,00	0,25	0,49	0,25	0,50	0,75	0,05
51	0,25	0,50	0,75	0,02	0,25	0,50	0,75	0,01	0,50	0,75	1,00	0,06	0,50	0,75	1,00	0,19	0,50	0,75	1,00	0,20
52	0,00	0,00	0,25	0,44	0,00	0,25	0,50	0,25	0,25	0,50	0,75	0,19	0,25	0,50	0,75	0,07	0,50	0,75	1,00	0,20
53	0,00	0,25	0,50	0,26	0,25	0,50	0,75	0,01	0,75	1,00	1,00	0,25	0,75	1,00	1,00	0,37	0,50	0,75	1,00	0,20
54	0,50	0,75	1,00	0,24	0,50	0,75	1,00	0,25	0,25	0,50	0,75	0,19	0,50	0,75	1,00	0,19	0,50	0,75	1,00	0,20
55	0,50	0,75	1,00	0,24	0,50	0,75	1,00	0,25	0,25	0,50	0,75	0,19	0,75	1,00	1,00	0,37	0,25	0,50	0,75	0,05
56	0,00	0,25	0,50	0,26	0,25	0,50	0,75	0,01	0,50	0,75	1,00	0,06	0,00	0,00	0,25	0,49	0,00	0,25	0,50	0,30
57	0,50	0,75	1,00	0,24	0,50	0,75	1,00	0,25	0,00	0,25	0,50	0,44	0,50	0,75	1,00	0,19	0,50	0,75	1,00	0,20
58	0,00	0,25	0,50	0,26	0,25	0,50	0,75	0,01	0,50	0,75	1,00	0,06	0,50	0,75	1,00	0,19	0,50	0,75	1,00	0,20
59	0,50	0,75	1,00	0,24	0,50	0,75	1,00	0,25	0,25	0,50	0,75	0,19	0,00	0,25	0,50	0,31	0,50	0,75	1,00	0,20
60	0,50	0,75	1,00	0,24	0,25	0,50	0,75	0,01	0,75	1,00	1,00	0,25	0,50	0,75	1,00	0,19	0,00	0,25	0,50	0,30
61	0,50	0,75	1,00	0,24	0,25	0,50	0,75	0,01	0,75	1,00	1,00	0,25	0,75	1,00	1,00	0,37	0,50	0,75	1,00	0,20
62	0,50	0,75	1,00	0,24	0,00	0,25	0,50	0,25	0,50	0,75	1,00	0,06	0,75	1,00	1,00	0,37	0,00	0,00	0,25	0,48
average fuzzy n°	L	M	U	d med	L	M	U	d med	L	M	U	d med	L	M	U	d med	L	M	U	d med
	0,2782	0,504	0,754	0,2022	0,2702	0,5	0,7379	0,16652	0,456	0,706	0,911	0,14882	0,3387	0,5685	0,7823	0,2276	0,315	0,552	0,794	0,18313788
valores crisp	x1m	x2m	x3m	Z	x1m	x2m	x3m	Z	x1m	x2m	x3m	Z	x1m	x2m	x3m	Z	x1m	x2m	x3m	Z
	0,5121	0,5101	0,51	0,5121	0,5027	0,502	0,50	0,50269	0,691	0,695	0,70	0,69825	0,5632	0,5645	0,57	0,5659	0,554	0,553	0,55	0,55376344
consenso	27%				45%				76%				60%				76%			
requisito 1	Z ≥ 0,5			ok	Z ≥ 0,5			ok	Z ≥ 0,5			ok	Z ≥ 0,5			ok	Z ≥ 0,5			ok
requisito 2	d med ≤ 0,2			não ok	d med ≤ 0,2			ok	d med ≤ 0,2			ok	d med ≤ 0,2			não ok	d med ≤ 0,2			ok
requisito 3	consenso>60%			não ok	consenso>60%			não ok	consenso>60%			ok	consenso>60%			não ok	consenso>60%			ok

CRITÉRIO	RE4				RE5				RED1				RED2				RED3			
	Risco de Dependência de Parceiros				Risco de Mudanças no Mercado				Risco da Falta de Pesquisa sobre a Indústria 4.0				Riscos de Políticas Educacionais Inconsistentes				Risco de Falta de Competências Digitais			
RESPONDENTE	l	m	u	d	l	m	u	d	l	m	u	d	l	m	u	d	l	m	u	d
1	0,25	0,50	0,75	0,03	0,25	0,50	0,75	0,02	0,00	0,25	0,50	0,18	0,25	0,50	0,75	0,03	0,25	0,50	0,75	0,02
2	0,00	0,25	0,50	0,27	0,00	0,25	0,50	0,24	0,50	0,75	1,00	0,32	0,75	1,00	1,00	0,40	0,50	0,75	1,00	0,24
3	0,25	0,50	0,75	0,03	0,75	1,00	1,00	0,44	0,50	0,75	1,00	0,32	0,50	0,75	1,00	0,22	0,25	0,50	0,75	0,02
4	0,50	0,75	1,00	0,23	0,50	0,75	1,00	0,26	0,75	1,00	1,00	0,50	0,75	1,00	1,00	0,40	0,75	1,00	1,00	0,42
5	0,50	0,75	1,00	0,23	0,25	0,50	0,75	0,02	0,25	0,50	0,75	0,07	0,25	0,50	0,75	0,03	0,50	0,75	1,00	0,24
6	0,50	0,75	1,00	0,23	0,00	0,25	0,50	0,24	0,00	0,00	0,25	0,36	0,25	0,50	0,75	0,03	0,00	0,25	0,50	0,27
7	0,75	1,00	1,00	0,41	0,75	1,00	1,00	0,44	0,50	0,75	1,00	0,32	0,25	0,50	0,75	0,03	0,25	0,50	0,75	0,02
8	0,25	0,50	0,75	0,03	0,50	0,75	1,00	0,26	0,00	0,25	0,50	0,18	0,00	0,25	0,50	0,28	0,00	0,25	0,50	0,27
9	0,25	0,50	0,75	0,03	0,25	0,50	0,75	0,02	0,00	0,00	0,25	0,36	0,25	0,50	0,75	0,03	0,25	0,50	0,75	0,02
10	0,25	0,50	0,75	0,03	0,25	0,50	0,75	0,02	0,00	0,00	0,25	0,36	0,00	0,25	0,50	0,28	0,50	0,75	1,00	0,24
11	0,75	1,00	1,00	0,41	0,75	1,00	1,00	0,44	0,50	0,75	1,00	0,32	0,50	0,75	1,00	0,22	0,50	0,75	1,00	0,24
12	0,75	1,00	1,00	0,41	0,75	1,00	1,00	0,44	0,00	0,00	0,25	0,36	0,25	0,50	0,75	0,03	0,25	0,50	0,75	0,02
13	0,00	0,25	0,50	0,27	0,50	0,75	1,00	0,26	0,00	0,25	0,50	0,18	0,00	0,25	0,50	0,28	0,25	0,50	0,75	0,02
14	0,25	0,50	0,75	0,03	0,00	0,25	0,50	0,24	0,00	0,25	0,50	0,18	0,00	0,25	0,50	0,28	0,25	0,50	0,75	0,02
15	0,00	0,25	0,50	0,27	0,25	0,50	0,75	0,02	0,25	0,50	0,75	0,07	0,00	0,25	0,50	0,28	0,00	0,25	0,50	0,27
16	0,25	0,50	0,75	0,03	0,00	0,25	0,50	0,24	0,00	0,25	0,50	0,18	0,00	0,25	0,50	0,28	0,25	0,50	0,75	0,02
17	0,00	0,25	0,50	0,27	0,25	0,50	0,75	0,02	0,25	0,50	0,75	0,07	0,50	0,75	1,00	0,22	0,25	0,50	0,75	0,02
18	0,25	0,50	0,75	0,03	0,25	0,50	0,75	0,02	0,25	0,50	0,75	0,07	0,00	0,25	0,50	0,28	0,25	0,50	0,75	0,02
19	0,00	0,25	0,50	0,27	0,25	0,50	0,75	0,02	0,25	0,50	0,75	0,07	0,25	0,50	0,75	0,03	0,25	0,50	0,75	0,02
20	0,25	0,50	0,75	0,03	0,00	0,25	0,50	0,24	0,25	0,50	0,75	0,07	0,25	0,50	0,75	0,03	0,50	0,75	1,00	0,24
21	0,00	0,25	0,50	0,27	0,00	0,25	0,50	0,24	0,00	0,25	0,50	0,18	0,00	0,25	0,50	0,28	0,00	0,00	0,25	0,44
22	0,50	0,75	1,00	0,23	0,25	0,50	0,75	0,02	0,25	0,50	0,75	0,07	0,25	0,50	0,75	0,03	0,50	0,75	1,00	0,24
23	0,25	0,50	0,75	0,03	0,50	0,75	1,00	0,26	0,50	0,75	1,00	0,32	0,25	0,50	0,75	0,03	0,25	0,50	0,75	0,02
24	0,25	0,50	0,75	0,03	0,00	0,25	0,50	0,24	0,00	0,00	0,25	0,36	0,00	0,25	0,50	0,28	0,00	0,00	0,25	0,44
25	0,50	0,75	1,00	0,23	0,25	0,50	0,75	0,02	0,50	0,75	1,00	0,32	0,50	0,75	1,00	0,22	0,50	0,75	1,00	0,24
26	0,25	0,50	0,75	0,03	0,00	0,25	0,50	0,24	0,00	0,25	0,50	0,18	0,25	0,50	0,75	0,03	0,00	0,00	0,25	0,44
27	0,50	0,75	1,00	0,23	0,00	0,25	0,50	0,24	0,50	0,75	1,00	0,32	0,50	0,75	1,00	0,22	0,50	0,75	1,00	0,24
28	0,00	0,25	0,50	0,27	0,00	0,25	0,50	0,24	0,00	0,25	0,50	0,18	0,00	0,25	0,50	0,28	0,00	0,25	0,50	0,27
29	0,50	0,75	1,00	0,23	0,75	1,00	1,00	0,44	0,50	0,75	1,00	0,32	0,50	0,75	1,00	0,22	0,25	0,50	0,75	0,02
30	0,00	0,00	0,25	0,45	0,00	0,25	0,50	0,24	0,00	0,25	0,50	0,18	0,25	0,50	0,75	0,03	0,25	0,50	0,75	0,02
31	0,75	1,00	1,00	0,41	0,50	0,75	1,00	0,26	0,25	0,50	0,75	0,07	0,75	1,00	1,00	0,40	0,75	1,00	1,00	0,42
32	0,75	1,00	1,00	0,41	0,25	0,50	0,75	0,02	0,25	0,50	0,75	0,07	0,50	0,75	1,00	0,22	0,00	0,25	0,50	0,27
33	0,00	0,25	0,50	0,27	0,00	0,25	0,50	0,24	0,00	0,00	0,25	0,36	0,25	0,50	0,75	0,03	0,00	0,00	0,25	0,44
34	0,50	0,75	1,00	0,23	0,75	1,00	1,00	0,44	0,50	0,75	1,00	0,32	0,75	1,00	1,00	0,40	0,50	0,75	1,00	0,24
35	0,00	0,25	0,50	0,27	0,00	0,25	0,50	0,24	0,50	0,75	1,00	0,32	0,50	0,75	1,00	0,22	0,50	0,75	1,00	0,24
36	0,00	0,25	0,50	0,27	0,25	0,50	0,75	0,02	0,25	0,50	0,75	0,07	0,50	0,75	1,00	0,22	0,50	0,75	1,00	0,24
37	0,00	0,25	0,50	0,27	0,00	0,25	0,50	0,24	0,00	0,00	0,25	0,36	0,00	0,00	0,25	0,46	0,00	0,00	0,25	0,44

38	0,00	0,25	0,50	0,27	0,00	0,25	0,50	0,24	0,50	0,75	1,00	0,32	0,25	0,50	0,75	0,03	0,75	1,00	1,00	0,42
39	0,25	0,50	0,75	0,03	0,00	0,25	0,50	0,24	0,00	0,00	0,25	0,36	0,00	0,25	0,50	0,28	0,00	0,25	0,50	0,27
40	0,00	0,25	0,50	0,27	0,00	0,25	0,50	0,24	0,00	0,25	0,50	0,18	0,25	0,50	0,75	0,03	0,25	0,50	0,75	0,02
41	0,25	0,50	0,75	0,03	0,50	0,75	1,00	0,26	0,25	0,50	0,75	0,07	0,50	0,75	1,00	0,22	0,50	0,75	1,00	0,24
42	0,00	0,25	0,50	0,27	0,25	0,50	0,75	0,02	0,00	0,00	0,25	0,36	0,00	0,00	0,25	0,46	0,00	0,25	0,50	0,27
43	0,00	0,25	0,50	0,27	0,00	0,00	0,25	0,42	0,25	0,50	0,75	0,07	0,00	0,25	0,50	0,28	0,25	0,50	0,75	0,02
44	0,00	0,25	0,50	0,27	0,50	0,75	1,00	0,26	0,00	0,25	0,50	0,18	0,50	0,75	1,00	0,22	0,25	0,50	0,75	0,02
45	0,50	0,75	1,00	0,23	0,00	0,25	0,50	0,24	0,25	0,50	0,75	0,07	0,25	0,50	0,75	0,03	0,25	0,50	0,75	0,02
46	0,25	0,50	0,75	0,03	0,00	0,00	0,25	0,42	0,25	0,50	0,75	0,07	0,50	0,75	1,00	0,22	0,25	0,50	0,75	0,02
47	0,75	1,00	1,00	0,41	0,50	0,75	1,00	0,26	0,25	0,50	0,75	0,07	0,50	0,75	1,00	0,22	0,50	0,75	1,00	0,24
48	0,75	1,00	1,00	0,41	0,25	0,50	0,75	0,02	0,25	0,50	0,75	0,07	0,50	0,75	1,00	0,22	0,25	0,50	0,75	0,02
49	0,50	0,75	1,00	0,23	0,25	0,50	0,75	0,02	0,25	0,50	0,75	0,07	0,50	0,75	1,00	0,22	0,25	0,50	0,75	0,02
50	0,25	0,50	0,75	0,03	0,25	0,50	0,75	0,02	0,25	0,50	0,75	0,07	0,75	1,00	1,00	0,40	0,25	0,50	0,75	0,02
51	0,50	0,75	1,00	0,23	0,50	0,75	1,00	0,26	0,00	0,25	0,50	0,18	0,25	0,50	0,75	0,03	0,25	0,50	0,75	0,02
52	0,25	0,50	0,75	0,03	0,00	0,25	0,50	0,24	0,25	0,50	0,75	0,07	0,25	0,50	0,75	0,03	0,50	0,75	1,00	0,24
53	0,75	1,00	1,00	0,41	0,75	1,00	1,00	0,44	0,25	0,50	0,75	0,07	0,50	0,75	1,00	0,22	0,25	0,50	0,75	0,02
54	0,25	0,50	0,75	0,03	0,75	1,00	1,00	0,44	0,50	0,75	1,00	0,32	0,25	0,50	0,75	0,03	0,50	0,75	1,00	0,24
55	0,00	0,25	0,50	0,27	0,25	0,50	0,75	0,02	0,50	0,75	1,00	0,32	0,50	0,75	1,00	0,22	0,25	0,50	0,75	0,02
56	0,00	0,25	0,50	0,27	0,00	0,25	0,50	0,24	0,00	0,00	0,25	0,36	0,00	0,25	0,50	0,28	0,00	0,25	0,50	0,27
57	0,00	0,25	0,50	0,27	0,00	0,25	0,50	0,24	0,00	0,25	0,50	0,18	0,50	0,75	1,00	0,22	0,25	0,50	0,75	0,02
58	0,50	0,75	1,00	0,23	0,50	0,75	1,00	0,26	0,25	0,50	0,75	0,07	0,25	0,50	0,75	0,03	0,25	0,50	0,75	0,02
59	0,75	1,00	1,00	0,41	0,25	0,50	0,75	0,02	0,00	0,25	0,50	0,18	0,25	0,50	0,75	0,03	0,25	0,50	0,75	0,02
60	0,00	0,25	0,50	0,27	0,00	0,25	0,50	0,24	0,00	0,25	0,50	0,18	0,00	0,25	0,50	0,28	0,00	0,25	0,50	0,27
61	0,25	0,50	0,75	0,03	0,25	0,50	0,75	0,02	0,25	0,50	0,75	0,07	0,25	0,50	0,75	0,03	0,50	0,75	1,00	0,24
62	0,00	0,25	0,50	0,27	0,00	0,25	0,50	0,24	0,25	0,50	0,75	0,07	0,00	0,25	0,50	0,28	0,25	0,50	0,75	0,02
average fuzzy n°	L	M	U	d med	L	M	U	d med	L	M	U	d med	L	M	U	d med	L	M	U	d med
	0,28226	0,5282	0,7419	0,2106	0,254	0,496	0,7137	0,2077	0,2097	0,4194	0,6653	0,2039	0,2944	0,5363	0,7661	0,1909	0,2823	0,5121	0,75	0,16454
valores crisp	x1m	x2m	x3m	Z	x1m	x2m	x3m	Z	x1m	x2m	x3m	Z	x1m	x2m	x3m	Z	x1m	x2m	x3m	Z
	0,51747	0,5202	0,52	0,5228	0,4879	0,4899	0,49	0,4919	0,4315	0,4284	0,43	0,4315	0,5323	0,5333	0,53	0,5343	0,5148	0,5141	0,51	0,51478
consenso	31%				31%				61%				35%				47%			
requisito 1	Z ≥ 0,5 ok				Z ≥ 0,5 não ok				Z ≥ 0,5 não ok				Z ≥ 0,5 ok				Z ≥ 0,5 ok			
requisito 2	d med ≤ 0,2 não ok				d med ≤ 0,2 não ok				d med ≤ 0,2 não ok				d med ≤ 0,2 ok				d med ≤ 0,2 ok			
requisito 3	consenso > 60% não ok				consenso > 60% não ok				consenso > 60% ok				consenso > 60% não ok				consenso > 60% não ok			

CRITÉRIO	RED4				RH1				RH2				RH3				RH4			
	Risco de Dificuldade em Contratar/Treinar Pessoas em Tecnologia Digital				Risco de Falta de Interação Humana				Risco de Falta de Experiência e Treinamentos				Risco de Falta de Trabalhadores com uma visão clara e sobre a Indústria 4.0				Risco de Falta de Mão de Obra Qualificada			
RESPONDENTE	l	m	u	d	l	m	u	d	l	m	u	d	l	m	u	d	l	m	u	d
1	0,50	0,75	1,00	0,19	0,25	0,50	0,75	0,10	0,50	0,75	1,00	0,25	0,25	0,50	0,75	0,14	0,75	1,00	1,00	0,28
2	0,50	0,75	1,00	0,19	0,00	0,25	0,50	0,16	0,25	0,50	0,75	0,01	0,25	0,50	0,75	0,14	0,25	0,50	0,75	0,15
3	0,25	0,50	0,75	0,07	0,00	0,25	0,50	0,16	0,25	0,50	0,75	0,01	0,25	0,50	0,75	0,14	0,25	0,50	0,75	0,15
4	0,75	1,00	1,00	0,37	0,75	1,00	1,00	0,52	0,75	1,00	1,00	0,43	0,75	1,00	1,00	0,29	0,75	1,00	1,00	0,28
5	0,75	1,00	1,00	0,37	0,25	0,50	0,75	0,10	0,25	0,50	0,75	0,01	0,50	0,75	1,00	0,11	0,50	0,75	1,00	0,10
6	0,00	0,25	0,50	0,31	0,00	0,25	0,50	0,16	0,00	0,00	0,25	0,43	0,00	0,25	0,50	0,39	0,25	0,50	0,75	0,15
7	0,25	0,50	0,75	0,07	0,25	0,50	0,75	0,10	0,25	0,50	0,75	0,01	0,50	0,75	1,00	0,11	0,75	1,00	1,00	0,28
8	0,00	0,25	0,50	0,31	0,00	0,25	0,50	0,16	0,00	0,25	0,50	0,25	0,00	0,25	0,50	0,39	0,25	0,50	0,75	0,15
9	0,00	0,00	0,25	0,49	0,00	0,00	0,25	0,34	0,00	0,00	0,25	0,43	0,00	0,00	0,25	0,57	0,00	0,00	0,25	0,58
10	0,50	0,75	1,00	0,19	0,00	0,25	0,50	0,16	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	1,00	0,11	0,50	0,75	1,00	0,10
11	0,75	1,00	1,00	0,37	0,00	0,25	0,50	0,16	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	1,00	0,11	0,50	0,75	1,00	0,10
12	0,25	0,50	0,75	0,07	0,75	1,00	1,00	0,52	0,25	0,50	0,75	0,01	0,25	0,50	0,75	0,14	0,25	0,50	0,75	0,15
13	0,50	0,75	1,00	0,19	0,50	0,75	1,00	0,35	0,25	0,50	0,75	0,01	0,25	0,50	0,75	0,14	0,50	0,75	1,00	0,10
14	0,75	1,00	1,00	0,37	0,00	0,25	0,50	0,16	0,75	1,00	1,00	0,43	0,75	1,00	1,00	0,29	0,25	0,50	0,75	0,15
15	0,00	0,25	0,50	0,31	0,00	0,00	0,25	0,34	0,00	0,25	0,50	0,25	0,25	0,50	0,75	0,14	0,00	0,25	0,50	0,40
16	0,25	0,50	0,75	0,07	0,00	0,25	0,50	0,16	0,00	0,25	0,50	0,25	0,00	0,25	0,50	0,39	0,00	0,25	0,50	0,40
17	0,25	0,50	0,75	0,07	0,00	0,25	0,50	0,16	0,00	0,25	0,50	0,25	0,25	0,50	0,75	0,14	0,25	0,50	0,75	0,15
18	0,00	0,25	0,50	0,31	0,25	0,50	0,75	0,10	0,25	0,50	0,75	0,01	0,00	0,25	0,50	0,39	0,50	0,75	1,00	0,10
19	0,00	0,25	0,50	0,31	0,00	0,25	0,50	0,16	0,25	0,50	0,75	0,01	0,50	0,75	1,00	0,11	0,50	0,75	1,00	0,10
20	0,25	0,50	0,75	0,07	0,00	0,00	0,25	0,34	0,00	0,25	0,50	0,25	0,25	0,50	0,75	0,14	0,50	0,75	1,00	0,10
21	0,25	0,50	0,75	0,07	0,00	0,00	0,25	0,34	0,25	0,50	0,75	0,01	0,50	0,75	1,00	0,11	0,00	0,25	0,50	0,40
22	0,50	0,75	1,00	0,19	0,25	0,50	0,75	0,10	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	1,00	0,11	0,50	0,75	1,00	0,10
23	0,75	1,00	1,00	0,37	0,75	1,00	1,00	0,52	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	1,00	0,11	0,50	0,75	1,00	0,10
24	0,00	0,25	0,50	0,31	0,00	0,00	0,25	0,34	0,25	0,50	0,75	0,01	0,50	0,75	1,00	0,11	0,50	0,75	1,00	0,10
25	0,50	0,75	1,00	0,19	0,25	0,50	0,75	0,10	0,25	0,50	0,75	0,01	0,50	0,75	1,00	0,11	0,50	0,75	1,00	0,10
26	0,00	0,25	0,50	0,31	0,00	0,25	0,50	0,16	0,00	0,25	0,50	0,25	0,00	0,25	0,50	0,39	0,25	0,50	0,75	0,15
27	0,50	0,75	1,00	0,19	0,00	0,00	0,25	0,34	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	1,00	0,11	0,50	0,75	1,00	0,10
28	0,00	0,25	0,50	0,31	0,25	0,50	0,75	0,10	0,00	0,25	0,50	0,25	0,00	0,25	0,50	0,39	0,25	0,50	0,75	0,15
29	0,25	0,50	0,75	0,07	0,25	0,50	0,75	0,10	0,25	0,50	0,75	0,01	0,25	0,50	0,75	0,14	0,50	0,75	1,00	0,10
30	0,25	0,50	0,75	0,07	0,25	0,50	0,75	0,10	0,25	0,50	0,75	0,01	0,25	0,50	0,75	0,14	0,50	0,75	1,00	0,10
31	0,75	1,00	1,00	0,37	0,25	0,50	0,75	0,10	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	1,00	0,11	0,75	1,00	1,00	0,28
32	0,50	0,75	1,00	0,19	0,50	0,75	1,00	0,35	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	1,00	0,11	0,50	0,75	1,00	0,10
33	0,00	0,00	0,25	0,49	0,00	0,25	0,50	0,16	0,00	0,00	0,25	0,43	0,75	1,00	1,00	0,29	0,00	0,25	0,50	0,40
34	0,50	0,75	1,00	0,19	0,25	0,50	0,75	0,10	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	1,00	0,11	0,50	0,75	1,00	0,10

35	0,50	0,75	1,00	0,19	0,50	0,75	1,00	0,35	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	1,00	0,11	0,75	1,00	1,00	0,28
36	0,50	0,75	1,00	0,19	0,25	0,50	0,75	0,10	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	1,00	0,11	0,75	1,00	1,00	0,28
37	0,00	0,25	0,50	0,31	0,25	0,50	0,75	0,10	0,00	0,25	0,50	0,25	0,75	1,00	1,00	0,29	0,00	0,25	0,50	0,40
38	0,75	1,00	1,00	0,37	0,00	0,25	0,50	0,16	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	1,00	0,11	0,75	1,00	1,00	0,28
39	0,00	0,25	0,50	0,31	0,00	0,25	0,50	0,16	0,25	0,50	0,75	0,01	0,25	0,50	0,75	0,14	0,25	0,50	0,75	0,15
40	0,50	0,75	1,00	0,19	0,00	0,25	0,50	0,16	0,00	0,25	0,50	0,25	0,25	0,50	0,75	0,14	0,25	0,50	0,75	0,15
41	0,50	0,75	1,00	0,19	0,25	0,50	0,75	0,10	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	1,00	0,11	0,75	1,00	1,00	0,28
42	0,00	0,25	0,50	0,31	0,25	0,50	0,75	0,10	0,00	0,00	0,25	0,43	0,25	0,50	0,75	0,14	0,00	0,25	0,50	0,40
43	0,00	0,25	0,50	0,31	0,25	0,50	0,75	0,10	0,00	0,25	0,50	0,25	0,50	0,75	1,00	0,11	0,25	0,50	0,75	0,15
44	0,50	0,75	1,00	0,19	0,25	0,50	0,75	0,10	0,25	0,50	0,75	0,01	0,50	0,75	1,00	0,11	0,50	0,75	1,00	0,10
45	0,25	0,50	0,75	0,07	0,25	0,50	0,75	0,10	0,25	0,50	0,75	0,01	0,25	0,50	0,75	0,14	0,25	0,50	0,75	0,15
46	0,50	0,75	1,00	0,19	0,00	0,25	0,50	0,16	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	1,00	0,11	0,75	1,00	1,00	0,28
47	0,25	0,50	0,75	0,07	0,00	0,25	0,50	0,16	0,25	0,50	0,75	0,01	0,50	0,75	1,00	0,11	0,50	0,75	1,00	0,10
48	0,25	0,50	0,75	0,07	0,00	0,25	0,50	0,16	0,25	0,50	0,75	0,01	0,50	0,75	1,00	0,11	0,25	0,50	0,75	0,15
49	0,50	0,75	1,00	0,19	0,50	0,75	1,00	0,35	0,25	0,50	0,75	0,01	0,75	1,00	1,00	0,29	0,50	0,75	1,00	0,10
50	0,50	0,75	1,00	0,19	0,50	0,75	1,00	0,35	0,25	0,50	0,75	0,01	0,50	0,75	1,00	0,11	0,50	0,75	1,00	0,10
51	0,25	0,50	0,75	0,07	0,50	0,75	1,00	0,35	0,50	0,75	1,00	0,25	0,25	0,50	0,75	0,14	0,50	0,75	1,00	0,10
52	0,75	1,00	1,00	0,37	0,00	0,25	0,50	0,16	0,00	0,25	0,50	0,25	0,25	0,50	0,75	0,14	0,75	1,00	1,00	0,28
53	0,75	1,00	1,00	0,37	0,25	0,50	0,75	0,10	0,75	1,00	1,00	0,43	0,75	1,00	1,00	0,29	0,50	0,75	1,00	0,10
54	0,25	0,50	0,75	0,07	0,00	0,25	0,50	0,16	0,25	0,50	0,75	0,01	0,75	1,00	1,00	0,29	0,50	0,75	1,00	0,10
55	0,25	0,50	0,75	0,07	0,00	0,00	0,25	0,34	0,25	0,50	0,75	0,01	0,25	0,50	0,75	0,14	0,25	0,50	0,75	0,15
56	0,00	0,25	0,50	0,31	0,00	0,25	0,50	0,16	0,00	0,00	0,25	0,43	0,75	1,00	1,00	0,29	0,50	0,75	1,00	0,10
57	0,25	0,50	0,75	0,07	0,25	0,50	0,75	0,10	0,25	0,50	0,75	0,01	0,75	1,00	1,00	0,29	0,50	0,75	1,00	0,10
58	0,25	0,50	0,75	0,07	0,50	0,75	1,00	0,35	0,25	0,50	0,75	0,01	0,50	0,75	1,00	0,11	0,50	0,75	1,00	0,10
59	0,25	0,50	0,75	0,07	0,00	0,25	0,50	0,16	0,25	0,50	0,75	0,01	0,50	0,75	1,00	0,11	0,25	0,50	0,75	0,15
60	0,00	0,25	0,50	0,31	0,00	0,25	0,50	0,16	0,00	0,25	0,50	0,25	0,00	0,25	0,50	0,39	0,25	0,50	0,75	0,15
61	0,50	0,75	1,00	0,19	0,25	0,50	0,75	0,10	0,25	0,50	0,75	0,01	0,75	1,00	1,00	0,29	0,75	1,00	1,00	0,28
62	0,25	0,50	0,75	0,07	0,00	0,25	0,50	0,16	0,25	0,50	0,75	0,01	0,50	0,75	1,00	0,11	0,50	0,75	1,00	0,10
average fuzzy n°	L	M	U	d med	L	M	U	d med	L	M	U	d med	L	M	U	d med	L	M	U	d med
	0,3306	0,5726	0,7863	0,2	0,1774	0,3992	0,6371	0,19541	0,266	0,496	0,734	0,17036	0,4073	0,6532	0,8629	0,1878	0,419	0,665	0,871	0,18411
valores crisp	x1m	x2m	x3m	Z	x1m	x2m	x3m	Z	x1m	x2m	x3m	Z	x1m	x2m	x3m	Z	x1m	x2m	x3m	Z
	0,5632	0,5655	0,57	0,5679	0,4046	0,4032	0,40	0,40457	0,499	0,498	0,50	0,49866	0,6411	0,6442	0,65	0,6472	0,652	0,655	0,66	0,658602
consenso	60%				73%				44%				71%				71%			
requisito 1	Z ≥ 0,5 ok				Z ≥ 0,5 não ok				Z ≥ 0,5 não ok				Z ≥ 0,5 ok				Z ≥ 0,5 ok			
requisito 2	d med ≤ 0,2 ok				d med ≤ 0,2 ok				d med ≤ 0,2 ok				d med ≤ 0,2 ok				d med ≤ 0,2 ok			
requisito 3	consenso > 60% não ok				consenso > 60% ok				consenso > 60% não ok				consenso > 60% ok				consenso > 60% ok			

CRITÉRIO	RSS1				RSS2				RSS3				RSS4				RG1			
	Risco à Integridade Física de Trabalhadores				Risco de Acidente de Trabalho				Risco Ocupacional				Riscos de Problemas Psicossociais e Doenças Musculoesqueléticas				Risco de Baixo Entendimento sobre as Implicações da Indústria 4.0			
RESPONDENTE	l	m	u	d	l	m	u	d	l	m	u	d	l	m	u	d	l	m	u	d
1	0,00	0,25	0,50	0,03	0,25	0,50	0,75	0,24	0,25	0,50	0,75	0,13	0,25	0,50	0,75	0,13	0,00	0,25	0,50	0,18
2	0,00	0,25	0,50	0,03	0,00	0,25	0,50	0,03	0,00	0,25	0,50	0,12	0,00	0,25	0,50	0,12	0,25	0,50	0,75	0,07
3	0,00	0,25	0,50	0,03	0,00	0,25	0,50	0,03	0,00	0,25	0,50	0,12	0,25	0,50	0,75	0,13	0,50	0,75	1,00	0,32
4	0,00	0,25	0,50	0,03	0,00	0,25	0,50	0,03	0,00	0,25	0,50	0,12	0,00	0,25	0,50	0,12	0,50	0,75	1,00	0,32
5	0,00	0,25	0,50	0,03	0,00	0,25	0,50	0,03	0,25	0,50	0,75	0,13	0,00	0,25	0,50	0,12	0,00	0,25	0,50	0,18
6	0,00	0,00	0,25	0,20	0,00	0,00	0,25	0,20	0,00	0,25	0,50	0,12	0,50	0,75	1,00	0,38	0,00	0,25	0,50	0,18
7	0,50	0,75	1,00	0,49	0,50	0,75	1,00	0,49	0,50	0,75	1,00	0,38	0,25	0,50	0,75	0,13	0,25	0,50	0,75	0,07
8	0,00	0,25	0,50	0,03	0,25	0,50	0,75	0,24	0,25	0,50	0,75	0,13	0,25	0,50	0,75	0,13	0,00	0,25	0,50	0,18
9	0,00	0,00	0,25	0,20	0,00	0,00	0,25	0,20	0,25	0,50	0,75	0,13	0,25	0,50	0,75	0,13	0,00	0,00	0,25	0,36
10	0,00	0,25	0,50	0,03	0,00	0,25	0,50	0,03	0,00	0,25	0,50	0,12	0,00	0,25	0,50	0,12	0,25	0,50	0,75	0,07
11	0,00	0,00	0,25	0,20	0,00	0,00	0,25	0,20	0,00	0,00	0,25	0,30	0,00	0,00	0,25	0,31	0,50	0,75	1,00	0,32
12	0,00	0,00	0,25	0,20	0,00	0,00	0,25	0,20	0,00	0,00	0,25	0,30	0,25	0,50	0,75	0,13	0,75	1,00	1,00	0,50
13	0,00	0,25	0,50	0,03	0,00	0,00	0,25	0,20	0,00	0,00	0,25	0,30	0,00	0,25	0,50	0,12	0,25	0,50	0,75	0,07
14	0,00	0,25	0,50	0,03	0,00	0,25	0,50	0,03	0,00	0,25	0,50	0,12	0,00	0,25	0,50	0,12	0,00	0,25	0,50	0,18
15	0,00	0,25	0,50	0,03	0,00	0,25	0,50	0,03	0,00	0,25	0,50	0,12	0,00	0,25	0,50	0,12	0,25	0,50	0,75	0,07
16	0,00	0,25	0,50	0,03	0,00	0,00	0,25	0,20	0,00	0,25	0,50	0,12	0,00	0,25	0,50	0,12	0,00	0,25	0,50	0,18
17	0,00	0,25	0,50	0,03	0,00	0,25	0,50	0,03	0,00	0,25	0,50	0,12	0,00	0,25	0,50	0,12	0,00	0,25	0,50	0,18
18	0,00	0,25	0,50	0,03	0,00	0,25	0,50	0,03	0,50	0,75	1,00	0,38	0,00	0,25	0,50	0,12	0,25	0,50	0,75	0,07
19	0,25	0,50	0,75	0,24	0,00	0,25	0,50	0,03	0,25	0,50	0,75	0,13	0,25	0,50	0,75	0,13	0,25	0,50	0,75	0,07
20	0,00	0,25	0,50	0,03	0,00	0,25	0,50	0,03	0,25	0,50	0,75	0,13	0,25	0,50	0,75	0,13	0,25	0,50	0,75	0,07
21	0,00	0,00	0,25	0,20	0,00	0,00	0,25	0,20	0,00	0,00	0,25	0,30	0,00	0,00	0,25	0,31	0,00	0,00	0,25	0,36
22	0,25	0,50	0,75	0,24	0,00	0,25	0,50	0,03	0,25	0,50	0,75	0,13	0,25	0,50	0,75	0,13	0,25	0,50	0,75	0,07
23	0,00	0,25	0,50	0,03	0,00	0,25	0,50	0,03	0,50	0,75	1,00	0,38	0,25	0,50	0,75	0,13	0,25	0,50	0,75	0,07
24	0,00	0,00	0,25	0,20	0,00	0,00	0,25	0,20	0,00	0,25	0,50	0,12	0,00	0,25	0,50	0,12	0,00	0,00	0,25	0,36
25	0,00	0,25	0,50	0,03	0,00	0,25	0,50	0,03	0,00	0,25	0,50	0,12	0,00	0,00	0,25	0,31	0,25	0,50	0,75	0,07
26	0,00	0,00	0,25	0,20	0,00	0,25	0,50	0,03	0,00	0,25	0,50	0,12	0,00	0,25	0,50	0,12	0,00	0,25	0,50	0,18
27	0,00	0,25	0,50	0,03	0,00	0,25	0,50	0,03	0,25	0,50	0,75	0,13	0,25	0,50	0,75	0,13	0,50	0,75	1,00	0,32
28	0,00	0,25	0,50	0,03	0,00	0,25	0,50	0,03	0,00	0,25	0,50	0,12	0,00	0,00	0,25	0,31	0,25	0,50	0,75	0,07
29	0,00	0,25	0,50	0,03	0,00	0,00	0,25	0,20	0,25	0,50	0,75	0,13	0,25	0,50	0,75	0,13	0,50	0,75	1,00	0,32
30	0,00	0,00	0,25	0,20	0,00	0,00	0,25	0,20	0,00	0,25	0,50	0,12	0,00	0,25	0,50	0,12	0,00	0,25	0,50	0,18
31	0,00	0,25	0,50	0,03	0,00	0,25	0,50	0,03	0,00	0,25	0,50	0,12	0,25	0,50	0,75	0,13	0,25	0,50	0,75	0,07
32	0,50	0,75	1,00	0,49	0,50	0,75	1,00	0,49	0,50	0,75	1,00	0,38	0,50	0,75	1,00	0,38	0,25	0,50	0,75	0,07
33	0,00	0,25	0,50	0,03	0,00	0,25	0,50	0,03	0,00	0,25	0,50	0,12	0,25	0,50	0,75	0,13	0,00	0,25	0,50	0,18
34	0,00	0,25	0,50	0,03	0,00	0,25	0,50	0,03	0,25	0,50	0,75	0,13	0,25	0,50	0,75	0,13	0,00	0,25	0,50	0,18

35	0,00	0,00	0,25	0,20	0,00	0,00	0,25	0,20	0,00	0,00	0,25	0,30	0,00	0,00	0,25	0,31	0,50	0,75	1,00	0,32
36	0,00	0,00	0,25	0,20	0,00	0,00	0,25	0,20	0,00	0,00	0,25	0,30	0,00	0,25	0,50	0,12	0,25	0,50	0,75	0,07
37	0,25	0,50	0,75	0,24	0,00	0,25	0,50	0,03	0,00	0,25	0,50	0,12	0,00	0,00	0,25	0,31	0,00	0,25	0,50	0,18
38	0,00	0,25	0,50	0,03	0,00	0,25	0,50	0,03	0,25	0,50	0,75	0,13	0,25	0,50	0,75	0,13	0,25	0,50	0,75	0,07
39	0,00	0,25	0,50	0,03	0,00	0,25	0,50	0,03	0,50	0,75	1,00	0,38	0,25	0,50	0,75	0,13	0,25	0,50	0,75	0,07
40	0,00	0,00	0,25	0,20	0,00	0,00	0,25	0,20	0,00	0,00	0,25	0,30	0,00	0,00	0,25	0,31	0,00	0,00	0,25	0,36
41	0,25	0,50	0,75	0,24	0,25	0,50	0,75	0,24	0,25	0,50	0,75	0,13	0,25	0,50	0,75	0,13	0,50	0,75	1,00	0,32
42	0,00	0,00	0,25	0,20	0,00	0,25	0,50	0,03	0,00	0,25	0,50	0,12	0,00	0,25	0,50	0,12	0,00	0,00	0,25	0,36
43	0,00	0,25	0,50	0,03	0,00	0,25	0,50	0,03	0,00	0,25	0,50	0,12	0,00	0,00	0,25	0,31	0,00	0,00	0,25	0,36
44	0,00	0,25	0,50	0,03	0,25	0,50	0,75	0,24	0,25	0,50	0,75	0,13	0,00	0,25	0,50	0,12	0,25	0,50	0,75	0,07
45	0,25	0,50	0,75	0,24	0,25	0,50	0,75	0,24	0,25	0,50	0,75	0,13	0,25	0,50	0,75	0,13	0,25	0,50	0,75	0,07
46	0,00	0,25	0,50	0,03	0,25	0,50	0,75	0,24	0,00	0,25	0,50	0,12	0,00	0,25	0,50	0,12	0,25	0,50	0,75	0,07
47	0,00	0,25	0,50	0,03	0,00	0,25	0,50	0,03	0,25	0,50	0,75	0,13	0,25	0,50	0,75	0,13	0,25	0,50	0,75	0,07
48	0,50	0,75	1,00	0,49	0,50	0,75	1,00	0,49	0,25	0,50	0,75	0,13	0,25	0,50	0,75	0,13	0,25	0,50	0,75	0,07
49	0,25	0,50	0,75	0,24	0,00	0,25	0,50	0,03	0,00	0,25	0,50	0,12	0,25	0,50	0,75	0,13	0,25	0,50	0,75	0,07
50	0,25	0,50	0,75	0,24	0,00	0,25	0,50	0,03	0,25	0,50	0,75	0,13	0,25	0,50	0,75	0,13	0,25	0,50	0,75	0,07
51	0,00	0,25	0,50	0,03	0,00	0,25	0,50	0,03	0,00	0,25	0,50	0,12	0,25	0,50	0,75	0,13	0,00	0,25	0,50	0,18
52	0,00	0,00	0,25	0,20	0,00	0,25	0,50	0,03	0,00	0,25	0,50	0,12	0,00	0,25	0,50	0,12	0,00	0,25	0,50	0,18
53	0,00	0,25	0,50	0,03	0,00	0,25	0,50	0,03	0,00	0,25	0,50	0,12	0,00	0,25	0,50	0,12	0,50	0,75	1,00	0,32
54	0,00	0,25	0,50	0,03	0,00	0,25	0,50	0,03	0,50	0,75	1,00	0,38	0,50	0,75	1,00	0,38	0,25	0,50	0,75	0,07
55	0,00	0,25	0,50	0,03	0,00	0,25	0,50	0,03	0,25	0,50	0,75	0,13	0,25	0,50	0,75	0,13	0,25	0,50	0,75	0,07
56	0,00	0,25	0,50	0,03	0,00	0,25	0,50	0,03	0,00	0,25	0,50	0,12	0,00	0,25	0,50	0,12	0,00	0,25	0,50	0,18
57	0,00	0,25	0,50	0,03	0,00	0,25	0,50	0,03	0,00	0,25	0,50	0,12	0,25	0,50	0,75	0,13	0,00	0,25	0,50	0,18
58	0,00	0,25	0,50	0,03	0,25	0,50	0,75	0,24	0,25	0,50	0,75	0,13	0,00	0,25	0,50	0,12	0,00	0,25	0,50	0,18
59	0,00	0,00	0,25	0,20	0,00	0,00	0,25	0,20	0,50	0,75	1,00	0,38	0,50	0,75	1,00	0,38	0,25	0,50	0,75	0,07
60	0,00	0,00	0,25	0,20	0,00	0,25	0,50	0,03	0,00	0,25	0,50	0,12	0,00	0,25	0,50	0,12	0,00	0,25	0,50	0,18
61	0,00	0,25	0,50	0,03	0,00	0,00	0,25	0,20	0,00	0,25	0,50	0,12	0,00	0,25	0,50	0,12	0,25	0,50	0,75	0,07
62	0,00	0,25	0,50	0,03	0,00	0,25	0,50	0,03	0,25	0,50	0,75	0,13	0,50	0,75	1,00	0,38	0,25	0,50	0,75	0,07
average fuzzy n°	L	M	U	d med	L	M	U	d med	L	M	U	d med	L	M	U	d med	L	M	U	d med
	0,05242	0,2419	0,4919	0,1175	0,0524	0,2419	0,4919	0,1175	0,1371	0,3589	0,6089	0,1739	0,1452	0,3629	0,6129	0,1697	0,1935	0,4194	0,6653	0,17096
valores crisp	x1m	x2m	x3m	Z	x1m	x2m	x3m	Z	x1m	x2m	x3m	Z	x1m	x2m	x3m	Z	x1m	x2m	x3m	Z
	0,2621	0,2571	0,25	0,2621	0,2621	0,2571	0,25	0,2621	0,3683	0,3659	0,36	0,3683	0,3737	0,371	0,37	0,3737	0,4261	0,4244	0,42	0,42608
consenso	84%				84%				77%				79%				76%			
requisito 1	Z ≥ 0,5 não ok				Z ≥ 0,5 não ok				Z ≥ 0,5 não ok				Z ≥ 0,5 não ok				Z ≥ 0,5 não ok			
requisito 2	d med ≤ 0,2 ok				d med ≤ 0,2 ok				d med ≤ 0,2 ok				d med ≤ 0,2 ok				d med ≤ 0,2 ok			
requisito 3	consenso > 60 ok				consenso > 60 ok				consenso > 60 ok				consenso > 60% ok				consenso > 60% ok			

CRITÉRIO	RG2				RG3				RO1				R02				RO3			
	Risco de Falta de Apoio de Gestão				Risco de Planejamento Inadequado				Risco de Disrupção da Cadeia de Suprimentos				Risco de Mudanças Organizacionais nos Processos				Risco de Novos Modelos de Negócios			
RESPONDENTE	l	m	u	d	l	m	u	d	l	m	u	d	l	m	u	d	l	m	u	d
1	0,00	0,25	0,50	0,16	0,25	0,50	0,75	0,03	0,25	0,50	0,75	0,06	0,25	0,50	0,75	0,03	0,25	0,50	0,75	0,02
2	0,25	0,50	0,75	0,09	0,25	0,50	0,75	0,03	0,25	0,50	0,75	0,06	0,25	0,50	0,75	0,03	0,75	1,00	1,00	0,44
3	0,25	0,50	0,75	0,09	0,25	0,50	0,75	0,03	0,25	0,50	0,75	0,06	0,25	0,50	0,75	0,03	0,50	0,75	1,00	0,26
4	0,25	0,50	0,75	0,09	0,75	1,00	1,00	0,45	0,25	0,50	0,75	0,06	0,25	0,50	0,75	0,03	0,25	0,50	0,75	0,02
5	0,00	0,25	0,50	0,16	0,25	0,50	0,75	0,03	0,25	0,50	0,75	0,06	0,25	0,50	0,75	0,03	0,25	0,50	0,75	0,02
6	0,00	0,25	0,50	0,16	0,00	0,25	0,50	0,23	0,25	0,50	0,75	0,06	0,00	0,25	0,50	0,28	0,00	0,00	0,25	0,42
7	0,25	0,50	0,75	0,09	0,75	1,00	1,00	0,45	0,50	0,75	1,00	0,31	0,50	0,75	1,00	0,22	0,25	0,50	0,75	0,02
8	0,00	0,25	0,50	0,16	0,00	0,25	0,50	0,23	0,25	0,50	0,75	0,06	0,00	0,25	0,50	0,28	0,00	0,25	0,50	0,24
9	0,00	0,00	0,25	0,35	0,00	0,00	0,25	0,41	0,00	0,00	0,25	0,37	0,00	0,00	0,25	0,46	0,25	0,50	0,75	0,02
10	0,00	0,25	0,50	0,16	0,00	0,25	0,50	0,23	0,25	0,50	0,75	0,06	0,50	0,75	1,00	0,22	0,50	0,75	1,00	0,26
11	0,50	0,75	1,00	0,34	0,00	0,25	0,50	0,23	0,00	0,25	0,50	0,19	0,50	0,75	1,00	0,22	0,50	0,75	1,00	0,26
12	0,75	1,00	1,00	0,51	0,50	0,75	1,00	0,27	0,75	1,00	1,00	0,49	0,75	1,00	1,00	0,40	0,75	1,00	1,00	0,44
13	0,25	0,50	0,75	0,09	0,25	0,50	0,75	0,03	0,25	0,50	0,75	0,06	0,25	0,50	0,75	0,03	0,25	0,50	0,75	0,02
14	0,75	1,00	1,00	0,51	0,50	0,75	1,00	0,27	0,25	0,50	0,75	0,06	0,25	0,50	0,75	0,03	0,00	0,25	0,50	0,24
15	0,25	0,50	0,75	0,09	0,00	0,25	0,50	0,23	0,00	0,25	0,50	0,19	0,25	0,50	0,75	0,03	0,00	0,00	0,25	0,42
16	0,00	0,25	0,50	0,16	0,25	0,50	0,75	0,03	0,00	0,25	0,50	0,19	0,00	0,25	0,50	0,28	0,25	0,50	0,75	0,02
17	0,00	0,25	0,50	0,16	0,00	0,25	0,50	0,23	0,00	0,25	0,50	0,19	0,25	0,50	0,75	0,03	0,00	0,25	0,50	0,24
18	0,50	0,75	1,00	0,34	0,50	0,75	1,00	0,27	0,25	0,50	0,75	0,06	0,25	0,50	0,75	0,03	0,25	0,50	0,75	0,02
19	0,00	0,25	0,50	0,16	0,25	0,50	0,75	0,03	0,50	0,75	1,00	0,31	0,25	0,50	0,75	0,03	0,50	0,75	1,00	0,26
20	0,25	0,50	0,75	0,09	0,50	0,75	1,00	0,27	0,25	0,50	0,75	0,06	0,75	1,00	1,00	0,40	0,50	0,75	1,00	0,26
21	0,00	0,00	0,25	0,35	0,00	0,00	0,25	0,41	0,00	0,00	0,25	0,37	0,00	0,25	0,50	0,28	0,50	0,75	1,00	0,26
22	0,25	0,50	0,75	0,09	0,25	0,50	0,75	0,03	0,75	1,00	1,00	0,49	0,75	1,00	1,00	0,40	0,75	1,00	1,00	0,44
23	0,25	0,50	0,75	0,09	0,25	0,50	0,75	0,03	0,50	0,75	1,00	0,31	0,50	0,75	1,00	0,22	0,50	0,75	1,00	0,26
24	0,00	0,00	0,25	0,35	0,00	0,25	0,50	0,23	0,00	0,00	0,25	0,37	0,00	0,25	0,50	0,28	0,50	0,75	1,00	0,26
25	0,25	0,50	0,75	0,09	0,50	0,75	1,00	0,27	0,25	0,50	0,75	0,06	0,25	0,50	0,75	0,03	0,25	0,50	0,75	0,02
26	0,00	0,25	0,50	0,16	0,00	0,25	0,50	0,23	0,25	0,50	0,75	0,06	0,00	0,25	0,50	0,28	0,00	0,25	0,50	0,24
27	0,00	0,25	0,50	0,16	0,25	0,50	0,75	0,03	0,75	1,00	1,00	0,49	0,00	0,25	0,50	0,28	0,00	0,25	0,50	0,24
28	0,00	0,25	0,50	0,16	0,00	0,00	0,25	0,41	0,00	0,25	0,50	0,19	0,25	0,50	0,75	0,03	0,75	1,00	1,00	0,44
29	0,25	0,50	0,75	0,09	0,25	0,50	0,75	0,03	0,25	0,50	0,75	0,06	0,75	1,00	1,00	0,40	0,25	0,50	0,75	0,02
30	0,25	0,50	0,75	0,09	0,25	0,50	0,75	0,03	0,00	0,00	0,25	0,37	0,00	0,25	0,50	0,28	0,00	0,00	0,25	0,42
31	0,25	0,50	0,75	0,09	0,25	0,50	0,75	0,03	0,25	0,50	0,75	0,06	0,25	0,50	0,75	0,03	0,00	0,25	0,50	0,24
32	0,50	0,75	1,00	0,34	0,25	0,50	0,75	0,03	0,25	0,50	0,75	0,06	0,25	0,50	0,75	0,03	0,25	0,50	0,75	0,02
33	0,00	0,25	0,50	0,16	0,00	0,25	0,50	0,23	0,00	0,25	0,50	0,19	0,00	0,25	0,50	0,28	0,00	0,25	0,50	0,24
34	0,25	0,50	0,75	0,09	0,00	0,25	0,50	0,23	0,25	0,50	0,75	0,06	0,25	0,50	0,75	0,03	0,25	0,50	0,75	0,02
35	0,75	1,00	1,00	0,51	0,50	0,75	1,00	0,27	0,00	0,25	0,50	0,19	0,75	1,00	1,00	0,40	0,75	1,00	1,00	0,44

36	0,50	0,75	1,00	0,34	0,50	0,75	1,00	0,27	0,25	0,50	0,75	0,06	0,50	0,75	1,00	0,22	0,25	0,50	0,75	0,02
37	0,00	0,00	0,25	0,35	0,00	0,00	0,25	0,41	0,00	0,00	0,25	0,37	0,00	0,25	0,50	0,28	0,25	0,50	0,75	0,02
38	0,25	0,50	0,75	0,09	0,50	0,75	1,00	0,27	0,25	0,50	0,75	0,06	0,25	0,50	0,75	0,03	0,25	0,50	0,75	0,02
39	0,00	0,25	0,50	0,16	0,25	0,50	0,75	0,03	0,00	0,25	0,50	0,19	0,00	0,25	0,50	0,28	0,00	0,25	0,50	0,24
40	0,00	0,00	0,25	0,35	0,00	0,25	0,50	0,23	0,00	0,00	0,25	0,37	0,25	0,50	0,75	0,03	0,00	0,00	0,25	0,42
41	0,25	0,50	0,75	0,09	0,50	0,75	1,00	0,27	0,50	0,75	1,00	0,31	0,50	0,75	1,00	0,22	0,50	0,75	1,00	0,26
42	0,00	0,25	0,50	0,16	0,25	0,50	0,75	0,03	0,25	0,50	0,75	0,06	0,25	0,50	0,75	0,03	0,00	0,25	0,50	0,24
43	0,00	0,25	0,50	0,16	0,00	0,00	0,25	0,41	0,00	0,25	0,50	0,19	0,25	0,50	0,75	0,03	0,50	0,75	1,00	0,26
44	0,00	0,25	0,50	0,16	0,50	0,75	1,00	0,27	0,25	0,50	0,75	0,06	0,75	1,00	1,00	0,40	0,75	1,00	1,00	0,44
45	0,25	0,50	0,75	0,09	0,25	0,50	0,75	0,03	0,00	0,25	0,50	0,19	0,25	0,50	0,75	0,03	0,25	0,50	0,75	0,02
46	0,75	1,00	1,00	0,51	0,25	0,50	0,75	0,03	0,00	0,25	0,50	0,19	0,75	1,00	1,00	0,40	0,00	0,00	0,25	0,42
47	0,50	0,75	1,00	0,34	0,50	0,75	1,00	0,27	0,50	0,75	1,00	0,31	0,50	0,75	1,00	0,22	0,50	0,75	1,00	0,26
48	0,00	0,25	0,50	0,16	0,25	0,50	0,75	0,03	0,50	0,75	1,00	0,31	0,25	0,50	0,75	0,03	0,25	0,50	0,75	0,02
49	0,50	0,75	1,00	0,34	0,00	0,25	0,50	0,23	0,25	0,50	0,75	0,06	0,25	0,50	0,75	0,03	0,00	0,25	0,50	0,24
50	0,25	0,50	0,75	0,09	0,00	0,25	0,50	0,23	0,00	0,25	0,50	0,19	0,25	0,50	0,75	0,03	0,25	0,50	0,75	0,02
51	0,00	0,25	0,50	0,16	0,25	0,50	0,75	0,03	0,25	0,50	0,75	0,06	0,25	0,50	0,75	0,03	0,50	0,75	1,00	0,26
52	0,00	0,00	0,25	0,35	0,25	0,50	0,75	0,03	0,50	0,75	1,00	0,31	0,00	0,25	0,50	0,28	0,00	0,25	0,50	0,24
53	0,50	0,75	1,00	0,34	0,50	0,75	1,00	0,27	0,25	0,50	0,75	0,06	0,50	0,75	1,00	0,22	0,50	0,75	1,00	0,26
54	0,25	0,50	0,75	0,09	0,50	0,75	1,00	0,27	0,50	0,75	1,00	0,31	0,75	1,00	1,00	0,40	0,00	0,25	0,50	0,24
55	0,00	0,25	0,50	0,16	0,50	0,75	1,00	0,27	0,00	0,25	0,50	0,19	0,00	0,25	0,50	0,28	0,00	0,00	0,25	0,42
56	0,00	0,25	0,50	0,16	0,00	0,25	0,50	0,23	0,00	0,25	0,50	0,19	0,25	0,50	0,75	0,03	0,00	0,25	0,50	0,24
57	0,00	0,25	0,50	0,16	0,00	0,25	0,50	0,23	0,00	0,25	0,50	0,19	0,50	0,75	1,00	0,22	0,50	0,75	1,00	0,26
58	0,00	0,25	0,50	0,16	0,50	0,75	1,00	0,27	0,00	0,25	0,50	0,19	0,00	0,25	0,50	0,28	0,00	0,25	0,50	0,24
59	0,25	0,50	0,75	0,09	0,25	0,50	0,75	0,03	0,25	0,50	0,75	0,06	0,00	0,25	0,50	0,28	0,25	0,50	0,75	0,02
60	0,00	0,25	0,50	0,16	0,00	0,25	0,50	0,23	0,00	0,25	0,50	0,19	0,00	0,25	0,50	0,28	0,00	0,25	0,50	0,24
61	0,00	0,25	0,50	0,16	0,25	0,50	0,75	0,03	0,50	0,75	1,00	0,31	0,50	0,75	1,00	0,22	0,00	0,25	0,50	0,24
62	0,00	0,25	0,50	0,16	0,25	0,50	0,75	0,03	0,00	0,25	0,50	0,19	0,50	0,75	1,00	0,22	0,00	0,25	0,50	0,24
average fuzzy n°	L	M	U	d med	L	M	U	d med	L	M	U	d med	L	M	U	d med	L	M	U	d med
	0,1855	0,4113	0,6452	0,1993	0,2419	0,4718	0,7137	0,18263	0,214	0,44	0,677	0,18515	0,2903	0,5363	0,754	0,1838	0,262	0,488	0,714	0,214898
valores crisp	x1m	x2m	x3m	Z	x1m	x2m	x3m	Z	x1m	x2m	x3m	Z	x1m	x2m	x3m	Z	x1m	x2m	x3m	Z
	0,414	0,4133	0,41	0,414	0,4758	0,4748	0,47	0,47581	0,444	0,443	0,44	0,44355	0,5269	0,5292	0,53	0,5316	0,488	0,488	0,49	0,487903
consenso	73%				39%				71%				42%				31%			
requisito 1	Z ≥ 0,5 não ok				Z ≥ 0,5 não ok				Z ≥ 0,5 não ok				Z ≥ 0,5 ok				Z ≥ 0,5 não ok			
requisito 2	d med ≤ 0,2 ok				d med ≤ 0,2 ok				d med ≤ 0,2 ok				d med ≤ 0,2 ok				d med ≤ 0,2 não ok			
requisito 3	consenso>60% ok				consenso>60% não ok				consenso>60% ok				consenso>60% não ok				consenso>60% não ok			

CRITÉRIO	RO4				RPL1				RPL2				RPL3				RS1			
	Risco de Problemas de Coordenação, Colaboração e Comunicação				Risco de Questões Éticas				Risco na Falta ou Mudança de Legislação				Risco de Falta de Apoio Política e Governamental				Risco de Desigualdade Social			
RESPONDENTE	l	m	u	d	l	m	u	d	l	m	u	d	l	m	u	d	l	m	u	d
1	0,25	0,50	0,75	0,01	0,00	0,25	0,50	0,10	0,00	0,25	0,50	0,19	0,00	0,25	0,50	0,19	0,00	0,25	0,50	0,07
2	0,50	0,75	1,00	0,26	0,00	0,25	0,50	0,10	0,50	0,75	1,00	0,31	0,00	0,00	0,25	0,37	0,25	0,50	0,75	0,19
3	0,25	0,50	0,75	0,01	0,25	0,50	0,75	0,16	0,25	0,50	0,75	0,07	0,25	0,50	0,75	0,06	0,25	0,50	0,75	0,19
4	0,50	0,75	1,00	0,26	0,25	0,50	0,75	0,16	0,25	0,50	0,75	0,07	0,50	0,75	1,00	0,31	0,00	0,25	0,50	0,07
5	0,00	0,25	0,50	0,24	0,00	0,00	0,25	0,28	0,00	0,25	0,50	0,19	0,00	0,00	0,25	0,37	0,00	0,25	0,50	0,07
6	0,00	0,25	0,50	0,24	0,25	0,50	0,75	0,16	0,25	0,50	0,75	0,07	0,00	0,00	0,25	0,37	0,00	0,25	0,50	0,07
7	0,25	0,50	0,75	0,01	0,25	0,50	0,75	0,16	0,50	0,75	1,00	0,31	0,50	0,75	1,00	0,31	0,50	0,75	1,00	0,44
8	0,00	0,25	0,50	0,24	0,00	0,00	0,25	0,28	0,00	0,00	0,25	0,37	0,00	0,00	0,25	0,37	0,00	0,00	0,25	0,25
9	0,00	0,00	0,25	0,42	0,00	0,00	0,25	0,28	0,00	0,00	0,25	0,37	0,25	0,50	0,75	0,06	0,00	0,00	0,25	0,25
10	0,25	0,50	0,75	0,01	0,00	0,25	0,50	0,10	0,25	0,50	0,75	0,07	0,25	0,50	0,75	0,06	0,00	0,25	0,50	0,07
11	0,50	0,75	1,00	0,26	0,00	0,25	0,50	0,10	0,00	0,25	0,50	0,19	0,00	0,25	0,50	0,19	0,25	0,50	0,75	0,19
12	0,00	0,00	0,25	0,42	0,00	0,00	0,25	0,28	0,00	0,25	0,50	0,19	0,50	0,75	1,00	0,31	0,00	0,25	0,50	0,07
13	0,25	0,50	0,75	0,01	0,00	0,25	0,50	0,10	0,25	0,50	0,75	0,07	0,25	0,50	0,75	0,06	0,00	0,25	0,50	0,07
14	0,50	0,75	1,00	0,26	0,25	0,50	0,75	0,16	0,75	1,00	1,00	0,49	0,50	0,75	1,00	0,31	0,50	0,75	1,00	0,44
15	0,00	0,25	0,50	0,24	0,00	0,25	0,50	0,10	0,00	0,25	0,50	0,19	0,00	0,25	0,50	0,19	0,00	0,25	0,50	0,07
16	0,50	0,75	1,00	0,26	0,25	0,50	0,75	0,16	0,25	0,50	0,75	0,07	0,00	0,25	0,50	0,19	0,00	0,25	0,50	0,07
17	0,00	0,25	0,50	0,24	0,25	0,50	0,75	0,16	0,25	0,50	0,75	0,07	0,25	0,50	0,75	0,06	0,00	0,25	0,50	0,07
18	0,25	0,50	0,75	0,01	0,00	0,25	0,50	0,10	0,50	0,75	1,00	0,31	0,00	0,25	0,50	0,19	0,00	0,25	0,50	0,07
19	0,00	0,25	0,50	0,24	0,25	0,50	0,75	0,16	0,00	0,25	0,50	0,19	0,50	0,75	1,00	0,31	0,25	0,50	0,75	0,19
20	0,50	0,75	1,00	0,26	0,25	0,50	0,75	0,16	0,25	0,50	0,75	0,07	0,25	0,50	0,75	0,06	0,00	0,25	0,50	0,07
21	0,00	0,25	0,50	0,24	0,00	0,25	0,50	0,10	0,00	0,25	0,50	0,19	0,00	0,25	0,50	0,19	0,00	0,25	0,50	0,07
22	0,75	1,00	1,00	0,44	0,25	0,50	0,75	0,16	0,25	0,50	0,75	0,07	0,25	0,50	0,75	0,06	0,00	0,25	0,50	0,07
23	0,25	0,50	0,75	0,01	0,00	0,25	0,50	0,10	0,50	0,75	1,00	0,31	0,50	0,75	1,00	0,31	0,25	0,50	0,75	0,19
24	0,25	0,50	0,75	0,01	0,00	0,25	0,50	0,10	0,25	0,50	0,75	0,07	0,25	0,50	0,75	0,06	0,00	0,25	0,50	0,07
25	0,25	0,50	0,75	0,01	0,00	0,25	0,50	0,10	0,00	0,25	0,50	0,19	0,50	0,75	1,00	0,31	0,00	0,25	0,50	0,07
26	0,00	0,25	0,50	0,24	0,00	0,00	0,25	0,28	0,25	0,50	0,75	0,07	0,25	0,50	0,75	0,06	0,00	0,25	0,50	0,07
27	0,25	0,50	0,75	0,01	0,25	0,50	0,75	0,16	0,25	0,50	0,75	0,07	0,50	0,75	1,00	0,31	0,50	0,75	1,00	0,44
28	0,00	0,25	0,50	0,24	0,00	0,25	0,50	0,10	0,00	0,25	0,50	0,19	0,00	0,00	0,25	0,37	0,00	0,00	0,25	0,25
29	0,75	1,00	1,00	0,44	0,25	0,50	0,75	0,16	0,25	0,50	0,75	0,07	0,00	0,25	0,50	0,19	0,50	0,75	1,00	0,44
30	0,25	0,50	0,75	0,01	0,00	0,25	0,50	0,10	0,00	0,25	0,50	0,19	0,25	0,50	0,75	0,06	0,00	0,00	0,25	0,25
31	0,50	0,75	1,00	0,26	0,00	0,25	0,50	0,10	0,25	0,50	0,75	0,07	0,50	0,75	1,00	0,31	0,25	0,50	0,75	0,19
32	0,50	0,75	1,00	0,26	0,25	0,50	0,75	0,16	0,25	0,50	0,75	0,07	0,25	0,50	0,75	0,06	0,25	0,50	0,75	0,19
33	0,00	0,25	0,50	0,24	0,00	0,25	0,50	0,10	0,00	0,25	0,50	0,19	0,00	0,25	0,50	0,19	0,00	0,25	0,50	0,07
34	0,25	0,50	0,75	0,01	0,25	0,50	0,75	0,16	0,50	0,75	1,00	0,31	0,25	0,50	0,75	0,06	0,50	0,75	1,00	0,44
35	0,50	0,75	1,00	0,26	0,00	0,00	0,25	0,28	0,75	1,00	1,00	0,49	0,50	0,75	1,00	0,31	0,00	0,00	0,25	0,25
36	0,25	0,50	0,75	0,01	0,00	0,00	0,25	0,28	0,00	0,25	0,50	0,19	0,00	0,25	0,50	0,19	0,00	0,00	0,25	0,25

37	0,00	0,00	0,25	0,42	0,00	0,00	0,25	0,28	0,00	0,00	0,25	0,37	0,00	0,00	0,25	0,37	0,00	0,00	0,25	0,25
38	0,25	0,50	0,75	0,01	0,25	0,50	0,75	0,16	0,50	0,75	1,00	0,31	0,25	0,50	0,75	0,06	0,00	0,25	0,50	0,07
39	0,25	0,50	0,75	0,01	0,25	0,50	0,75	0,16	0,25	0,50	0,75	0,07	0,00	0,25	0,50	0,19	0,50	0,75	1,00	0,44
40	0,00	0,00	0,25	0,42	0,00	0,00	0,25	0,28	0,25	0,50	0,75	0,07	0,75	1,00	1,00	0,49	0,00	0,00	0,25	0,25
41	0,25	0,50	0,75	0,01	0,00	0,25	0,50	0,10	0,00	0,25	0,50	0,19	0,00	0,25	0,50	0,19	0,00	0,25	0,50	0,07
42	0,50	0,75	1,00	0,26	0,50	0,75	1,00	0,41	0,00	0,25	0,50	0,19	0,00	0,25	0,50	0,19	0,00	0,25	0,50	0,07
43	0,25	0,50	0,75	0,01	0,00	0,00	0,25	0,28	0,00	0,25	0,50	0,19	0,00	0,25	0,50	0,19	0,00	0,00	0,25	0,25
44	0,25	0,50	0,75	0,01	0,50	0,75	1,00	0,41	0,25	0,50	0,75	0,07	0,25	0,50	0,75	0,06	0,50	0,75	1,00	0,44
45	0,25	0,50	0,75	0,01	0,00	0,25	0,50	0,10	0,25	0,50	0,75	0,07	0,25	0,50	0,75	0,06	0,00	0,25	0,50	0,07
46	0,50	0,75	1,00	0,26	0,25	0,50	0,75	0,16	0,25	0,50	0,75	0,07	0,25	0,50	0,75	0,06	0,00	0,25	0,50	0,07
47	0,25	0,50	0,75	0,01	0,25	0,50	0,75	0,16	0,50	0,75	1,00	0,31	0,50	0,75	1,00	0,31	0,00	0,25	0,50	0,07
48	0,50	0,75	1,00	0,26	0,00	0,25	0,50	0,10	0,25	0,50	0,75	0,07	0,25	0,50	0,75	0,06	0,50	0,75	1,00	0,44
49	0,25	0,50	0,75	0,01	0,50	0,75	1,00	0,41	0,50	0,75	1,00	0,31	0,50	0,75	1,00	0,31	0,00	0,00	0,25	0,25
50	0,50	0,75	1,00	0,26	0,50	0,75	1,00	0,41	0,50	0,75	1,00	0,31	0,00	0,25	0,50	0,19	0,00	0,00	0,25	0,25
51	0,25	0,50	0,75	0,01	0,50	0,75	1,00	0,41	0,50	0,75	1,00	0,31	0,50	0,75	1,00	0,31	0,00	0,25	0,50	0,07
52	0,25	0,50	0,75	0,01	0,25	0,50	0,75	0,16	0,00	0,25	0,50	0,19	0,00	0,25	0,50	0,19	0,00	0,00	0,25	0,25
53	0,50	0,75	1,00	0,26	0,00	0,25	0,50	0,10	0,00	0,25	0,50	0,19	0,00	0,25	0,50	0,19	0,00	0,25	0,50	0,07
54	0,50	0,75	1,00	0,26	0,75	1,00	1,00	0,58	0,50	0,75	1,00	0,31	0,50	0,75	1,00	0,31	0,50	0,75	1,00	0,44
55	0,25	0,50	0,75	0,01	0,00	0,25	0,50	0,10	0,00	0,00	0,25	0,37	0,50	0,75	1,00	0,31	0,00	0,00	0,25	0,25
56	0,00	0,25	0,50	0,24	0,00	0,00	0,25	0,28	0,25	0,50	0,75	0,07	0,00	0,25	0,50	0,19	0,00	0,25	0,50	0,07
57	0,25	0,50	0,75	0,01	0,00	0,25	0,50	0,10	0,00	0,25	0,50	0,19	0,25	0,50	0,75	0,06	0,25	0,50	0,75	0,19
58	0,00	0,25	0,50	0,24	0,00	0,25	0,50	0,10	0,00	0,25	0,50	0,19	0,25	0,50	0,75	0,06	0,00	0,00	0,25	0,25
59	0,25	0,50	0,75	0,01	0,00	0,25	0,50	0,10	0,00	0,25	0,50	0,19	0,00	0,25	0,50	0,19	0,00	0,00	0,25	0,25
60	0,00	0,00	0,25	0,42	0,00	0,00	0,25	0,28	0,00	0,00	0,25	0,37	0,00	0,00	0,25	0,37	0,00	0,00	0,25	0,25
61	0,25	0,50	0,75	0,01	0,00	0,00	0,25	0,28	0,00	0,25	0,50	0,19	0,25	0,50	0,75	0,06	0,25	0,50	0,75	0,19
62	0,25	0,50	0,75	0,01	0,00	0,25	0,50	0,10	0,00	0,25	0,50	0,19	0,00	0,25	0,50	0,19	0,00	0,25	0,50	0,07
average fuzzy n°	L	M	U	d med	L	M	U	d med	L	M	U	d med	L	M	U	d med	L	M	U	d med
	0,25806	0,4879	0,7298	0,1641	0,129	0,3266	0,5726	0,1861	0,2016	0,4315	0,6734	0,1907	0,2137	0,4355	0,6815	0,2026	0,1089	0,2944	0,5444	0,18714
valores crisp	x1m	x2m	x3m	Z	x1m	x2m	x3m	Z	x1m	x2m	x3m	Z	x1m	x2m	x3m	Z	x1m	x2m	x3m	Z
	0,49194	0,4909	0,49	0,4919	0,3427	0,3387	0,33	0,3427	0,4355	0,4345	0,43	0,4355	0,4435	0,4415	0,44	0,4435	0,3159	0,3105	0,31	0,31586
consenso	45%				69%				71%				63%				60%			
requisito 1	Z ≥ 0,5 não ok				Z ≥ 0,5 não ok				Z ≥ 0,5 não ok				Z ≥ 0,5 não ok				Z ≥ 0,5 não ok			
requisito 2	d med ≤ 0,2 ok				d med ≤ 0,2 ok				d med ≤ 0,2 ok				d med ≤ 0,2 não ok				d med ≤ 0,2 ok			
requisito 3	consenso > 60% não ok				consenso > 60% ok				consenso > 60% ok				consenso > 60% ok				consenso > 60% não ok			

CRITÉRIO	RS2				RS3				RT1				RT2				RT3			
	Risco de Desemprego				Risco de Aceitação de Clientes				Risco da Falta de Integração entre Sistemas e Equipamentos (Interoperabilidade)				Risco da Falta de Segurança Cibernética e Proteção de Dados				Risco de Ataque Cibernético			
RESPONDENTE	l	m	u	d	l	m	u	d	l	m	u	d	l	m	u	d	l	m	u	d
1	0,25	0,50	0,75	0,08	0,25	0,50	0,75	0,20	0,25	0,50	0,75	0,15	0,00	0,25	0,50	0,20	0,00	0,25	0,50	0,30
2	0,25	0,50	0,75	0,08	0,00	0,25	0,50	0,06	0,50	0,75	1,00	0,11	0,25	0,50	0,75	0,06	0,25	0,50	0,75	0,05
3	0,25	0,50	0,75	0,08	0,25	0,50	0,75	0,20	0,50	0,75	1,00	0,11	0,25	0,50	0,75	0,06	0,25	0,50	0,75	0,05
4	0,00	0,25	0,50	0,17	0,00	0,25	0,50	0,06	0,75	1,00	1,00	0,29	0,75	1,00	1,00	0,48	0,75	1,00	1,00	0,38
5	0,00	0,25	0,50	0,17	0,00	0,25	0,50	0,06	0,50	0,75	1,00	0,11	0,50	0,75	1,00	0,30	0,75	1,00	1,00	0,38
6	0,50	0,75	1,00	0,33	0,00	0,25	0,50	0,06	0,75	1,00	1,00	0,29	0,25	0,50	0,75	0,06	0,50	0,75	1,00	0,20
7	0,50	0,75	1,00	0,33	0,25	0,50	0,75	0,20	0,75	1,00	1,00	0,29	0,50	0,75	1,00	0,30	0,50	0,75	1,00	0,20
8	0,00	0,00	0,25	0,35	0,00	0,00	0,25	0,24	0,50	0,75	1,00	0,11	0,00	0,00	0,25	0,38	0,50	0,75	1,00	0,20
9	0,25	0,50	0,75	0,08	0,25	0,50	0,75	0,20	0,00	0,25	0,50	0,39	0,00	0,00	0,25	0,38	0,00	0,00	0,25	0,48
10	0,25	0,50	0,75	0,08	0,00	0,25	0,50	0,06	0,75	1,00	1,00	0,29	0,00	0,00	0,25	0,38	0,25	0,50	0,75	0,05
11	0,00	0,25	0,50	0,17	0,00	0,25	0,50	0,06	0,75	1,00	1,00	0,29	0,25	0,50	0,75	0,06	0,00	0,25	0,50	0,30
12	0,75	1,00	1,00	0,51	0,00	0,00	0,25	0,24	0,25	0,50	0,75	0,15	0,50	0,75	1,00	0,30	0,75	1,00	1,00	0,38
13	0,00	0,25	0,50	0,17	0,25	0,50	0,75	0,20	0,75	1,00	1,00	0,29	0,00	0,00	0,25	0,38	0,00	0,00	0,25	0,48
14	0,25	0,50	0,75	0,08	0,25	0,50	0,75	0,20	0,75	1,00	1,00	0,29	0,75	1,00	1,00	0,48	0,75	1,00	1,00	0,38
15	0,25	0,50	0,75	0,08	0,00	0,25	0,50	0,06	0,00	0,25	0,50	0,39	0,00	0,25	0,50	0,20	0,00	0,25	0,50	0,30
16	0,00	0,25	0,50	0,17	0,00	0,25	0,50	0,06	0,50	0,75	1,00	0,11	0,25	0,50	0,75	0,06	0,25	0,50	0,75	0,05
17	0,00	0,25	0,50	0,17	0,00	0,25	0,50	0,06	0,25	0,50	0,75	0,15	0,50	0,75	1,00	0,30	0,25	0,50	0,75	0,05
18	0,00	0,25	0,50	0,17	0,25	0,50	0,75	0,20	0,00	0,25	0,50	0,39	0,25	0,50	0,75	0,06	0,25	0,50	0,75	0,05
19	0,25	0,50	0,75	0,08	0,00	0,25	0,50	0,06	0,25	0,50	0,75	0,15	0,50	0,75	1,00	0,30	0,25	0,50	0,75	0,05
20	0,00	0,25	0,50	0,17	0,00	0,25	0,50	0,06	0,50	0,75	1,00	0,11	0,00	0,25	0,50	0,20	0,25	0,50	0,75	0,05
21	0,00	0,25	0,50	0,17	0,00	0,25	0,50	0,06	0,00	0,25	0,50	0,39	0,00	0,25	0,50	0,20	0,50	0,75	1,00	0,20
22	0,00	0,25	0,50	0,17	0,00	0,25	0,50	0,06	0,75	1,00	1,00	0,29	0,75	1,00	1,00	0,48	0,25	0,50	0,75	0,05
23	0,25	0,50	0,75	0,08	0,00	0,25	0,50	0,06	0,50	0,75	1,00	0,11	0,25	0,50	0,75	0,06	0,50	0,75	1,00	0,20
24	0,00	0,25	0,50	0,17	0,00	0,25	0,50	0,06	0,00	0,25	0,50	0,39	0,25	0,50	0,75	0,06	0,00	0,25	0,50	0,30
25	0,25	0,50	0,75	0,08	0,00	0,25	0,50	0,06	0,50	0,75	1,00	0,11	0,00	0,25	0,50	0,20	0,25	0,50	0,75	0,05
26	0,00	0,25	0,50	0,17	0,00	0,25	0,50	0,06	0,00	0,00	0,25	0,57	0,00	0,00	0,25	0,38	0,50	0,75	1,00	0,20
27	0,75	1,00	1,00	0,51	0,75	1,00	1,00	0,62	0,50	0,75	1,00	0,11	0,25	0,50	0,75	0,06	0,25	0,50	0,75	0,05
28	0,00	0,25	0,50	0,17	0,00	0,00	0,25	0,24	0,25	0,50	0,75	0,15	0,00	0,00	0,25	0,38	0,50	0,75	1,00	0,20
29	0,75	1,00	1,00	0,51	0,25	0,50	0,75	0,20	0,50	0,75	1,00	0,11	0,00	0,25	0,50	0,20	0,50	0,75	1,00	0,20
30	0,25	0,50	0,75	0,08	0,00	0,00	0,25	0,24	0,00	0,25	0,50	0,39	0,00	0,25	0,50	0,20	0,00	0,25	0,50	0,30
31	0,50	0,75	1,00	0,33	0,00	0,25	0,50	0,06	0,00	0,25	0,50	0,39	0,00	0,25	0,50	0,20	0,00	0,25	0,50	0,30
32	0,25	0,50	0,75	0,08	0,00	0,25	0,50	0,06	0,50	0,75	1,00	0,11	0,50	0,75	1,00	0,30	0,50	0,75	1,00	0,20
33	0,00	0,25	0,50	0,17	0,00	0,25	0,50	0,06	0,00	0,25	0,50	0,39	0,00	0,00	0,25	0,38	0,00	0,25	0,50	0,30
34	0,25	0,50	0,75	0,08	0,00	0,25	0,50	0,06	0,50	0,75	1,00	0,11	0,25	0,50	0,75	0,06	0,50	0,75	1,00	0,20
35	0,00	0,25	0,50	0,17	0,25	0,50	0,75	0,20	0,50	0,75	1,00	0,11	0,50	0,75	1,00	0,30	0,75	1,00	1,00	0,38
36	0,25	0,50	0,75	0,08	0,00	0,25	0,50	0,06	0,00	0,25	0,50	0,39	0,25	0,50	0,75	0,06	0,50	0,75	1,00	0,20

37	0,00	0,00	0,25	0,35	0,00	0,00	0,25	0,24	0,00	0,25	0,50	0,39	0,00	0,25	0,50	0,20	0,00	0,25	0,50	0,30
38	0,25	0,50	0,75	0,08	0,00	0,25	0,50	0,06	0,50	0,75	1,00	0,11	0,50	0,75	1,00	0,30	0,50	0,75	1,00	0,20
39	0,25	0,50	0,75	0,08	0,00	0,25	0,50	0,06	0,50	0,75	1,00	0,11	0,25	0,50	0,75	0,06	0,25	0,50	0,75	0,05
40	0,00	0,00	0,25	0,35	0,00	0,00	0,25	0,24	0,00	0,25	0,50	0,39	0,00	0,00	0,25	0,38	0,75	1,00	1,00	0,38
41	0,25	0,50	0,75	0,08	0,00	0,00	0,25	0,24	0,50	0,75	1,00	0,11	0,00	0,25	0,50	0,20	0,25	0,50	0,75	0,05
42	0,00	0,25	0,50	0,17	0,25	0,50	0,75	0,20	0,50	0,75	1,00	0,11	0,25	0,50	0,75	0,06	0,25	0,50	0,75	0,05
43	0,00	0,00	0,25	0,35	0,00	0,00	0,25	0,24	0,50	0,75	1,00	0,11	0,25	0,50	0,75	0,06	0,00	0,00	0,25	0,48
44	0,25	0,50	0,75	0,08	0,00	0,25	0,50	0,06	0,50	0,75	1,00	0,11	0,25	0,50	0,75	0,06	0,50	0,75	1,00	0,20
45	0,25	0,50	0,75	0,08	0,25	0,50	0,75	0,20	0,50	0,75	1,00	0,11	0,50	0,75	1,00	0,30	0,25	0,50	0,75	0,05
46	0,00	0,25	0,50	0,17	0,00	0,00	0,25	0,24	0,50	0,75	1,00	0,11	0,50	0,75	1,00	0,30	0,50	0,75	1,00	0,20
47	0,50	0,75	1,00	0,33	0,25	0,50	0,75	0,20	0,75	1,00	1,00	0,29	0,25	0,50	0,75	0,06	0,25	0,50	0,75	0,05
48	0,25	0,50	0,75	0,08	0,00	0,25	0,50	0,06	0,50	0,75	1,00	0,11	0,25	0,50	0,75	0,06	0,25	0,50	0,75	0,05
49	0,50	0,75	1,00	0,33	0,50	0,75	1,00	0,45	0,75	1,00	1,00	0,29	0,00	0,25	0,50	0,20	0,25	0,50	0,75	0,05
50	0,25	0,50	0,75	0,08	0,25	0,50	0,75	0,20	0,50	0,75	1,00	0,11	0,25	0,50	0,75	0,06	0,00	0,25	0,50	0,30
51	0,50	0,75	1,00	0,33	0,25	0,50	0,75	0,20	0,50	0,75	1,00	0,11	0,25	0,50	0,75	0,06	0,50	0,75	1,00	0,20
52	0,00	0,00	0,25	0,35	0,00	0,25	0,50	0,06	0,50	0,75	1,00	0,11	0,50	0,75	1,00	0,30	0,25	0,50	0,75	0,05
53	0,00	0,00	0,25	0,35	0,00	0,25	0,50	0,06	0,50	0,75	1,00	0,11	0,25	0,50	0,75	0,06	0,50	0,75	1,00	0,20
54	0,50	0,75	1,00	0,33	0,00	0,00	0,25	0,24	0,00	0,25	0,50	0,39	0,00	0,25	0,50	0,20	0,25	0,50	0,75	0,05
55	0,00	0,00	0,25	0,35	0,00	0,25	0,50	0,06	0,50	0,75	1,00	0,11	0,25	0,50	0,75	0,06	0,00	0,25	0,50	0,30
56	0,00	0,25	0,50	0,17	0,00	0,00	0,25	0,24	0,50	0,75	1,00	0,11	0,25	0,50	0,75	0,06	0,50	0,75	1,00	0,20
57	0,50	0,75	1,00	0,33	0,25	0,50	0,75	0,20	0,50	0,75	1,00	0,11	0,00	0,25	0,50	0,20	0,25	0,50	0,75	0,05
58	0,25	0,50	0,75	0,08	0,25	0,50	0,75	0,20	0,75	1,00	1,00	0,29	0,25	0,50	0,75	0,06	0,50	0,75	1,00	0,20
59	0,00	0,25	0,50	0,17	0,00	0,25	0,50	0,06	0,50	0,75	1,00	0,11	0,25	0,50	0,75	0,06	0,25	0,50	0,75	0,05
60	0,00	0,25	0,50	0,17	0,00	0,25	0,50	0,06	0,00	0,25	0,50	0,39	0,00	0,25	0,50	0,20	0,50	0,75	1,00	0,20
61	0,25	0,50	0,75	0,08	0,00	0,25	0,50	0,06	0,50	0,75	1,00	0,11	0,25	0,50	0,75	0,06	0,00	0,25	0,50	0,30
62	0,00	0,25	0,50	0,17	0,00	0,00	0,25	0,24	0,50	0,75	1,00	0,11	0,00	0,00	0,25	0,38	0,25	0,50	0,75	0,05
average fuzzy n°	L	M	U	d med	L	M	U	d med	L	M	U	d med	L	M	U	d med	L	M	U	d med
	0,1935	0,4153	0,6532	0,1951	0,0847	0,2863	0,5323	0,14403	0,411	0,657	0,863	0,2	0,2258	0,4395	0,6774	0,1994	0,319	0,556	0,782	0,194613
valores crisp	x1m	x2m	x3m	Z	x1m	x2m	x3m	Z	x1m	x2m	x3m	Z	x1m	x2m	x3m	Z	x1m	x2m	x3m	Z
	0,4207	0,4194	0,42	0,4207	0,3011	0,2974	0,29	0,30108	0,644	0,647	0,65	0,65054	0,4476	0,4456	0,44	0,4476	0,552	0,553	0,55	0,554435
consenso	71%				52%				60%				63%				68%			
requisito 1	Z ≥ 0,5 não ok				Z ≥ 0,5 não ok				Z ≥ 0,5 ok				Z ≥ 0,5 não ok				Z ≥ 0,5 ok			
requisito 2	d med ≤ 0,2 ok				d med ≤ 0,2 ok				d med ≤ 0,2 ok				d med ≤ 0,2 ok				d med ≤ 0,2 ok			
requisito 3	consenso > 60% ok				consenso > 60% não ok				consenso > 60% não ok				consenso > 60% ok				consenso > 60% ok			

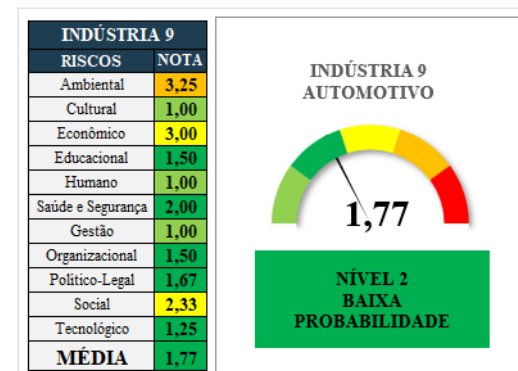
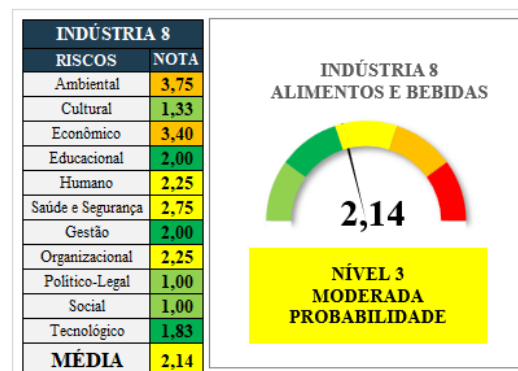
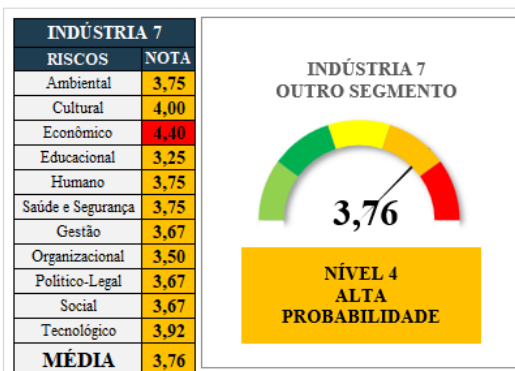
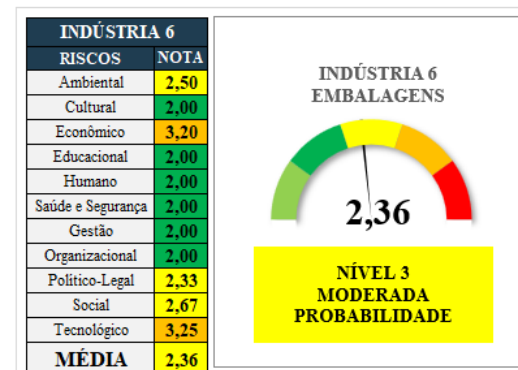
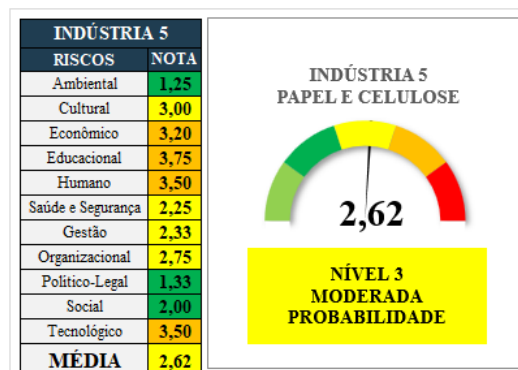
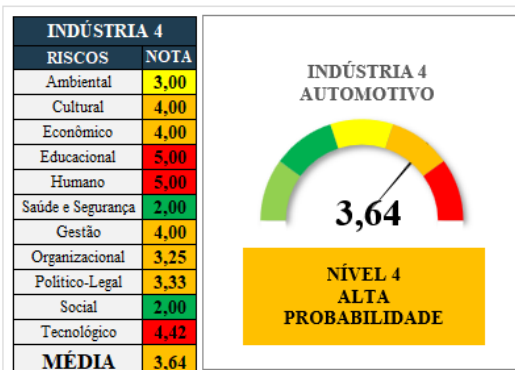
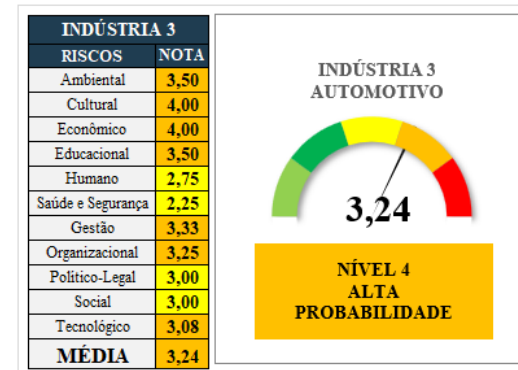
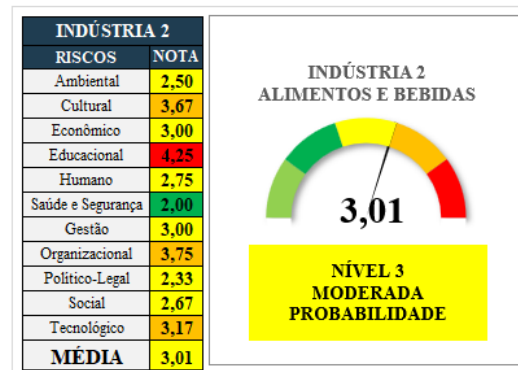
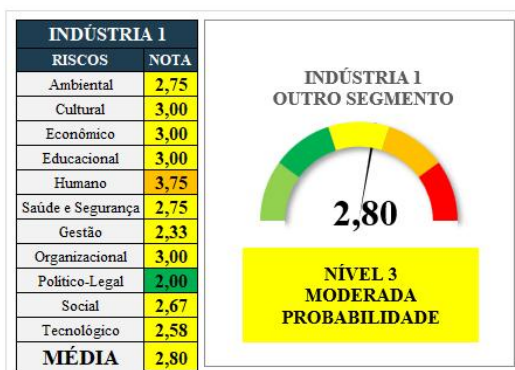
CRITÉRIO	RT4				RT5				RT6				RT7				R78			
	Risco da Baixa Qualidade dos Dados Existentes				Risco de Elevado Grau de Automação				Risco de Erros da Inteligência Artificial				Risco da Falta de Infraestrutura Tecnológica				Risco de Hiperconectividade			
RESPONDENTE	l	m	u	d	l	m	u	d	l	m	u	d	l	m	u	d	l	m	u	d
1	0,25	0,50	0,75	0,01	0,25	0,50	0,75	0,05	0,25	0,50	0,75	0,07	0,00	0,25	0,50	0,26	0,25	0,50	0,75	0,00
2	0,25	0,50	0,75	0,01	0,50	0,75	1,00	0,20	0,25	0,50	0,75	0,07	0,50	0,75	1,00	0,24	0,25	0,50	0,75	0,00
3	0,25	0,50	0,75	0,01	0,25	0,50	0,75	0,05	0,25	0,50	0,75	0,07	0,25	0,50	0,75	0,01	0,25	0,50	0,75	0,00
4	0,75	1,00	1,00	0,43	0,50	0,75	1,00	0,20	0,50	0,75	1,00	0,32	0,50	0,75	1,00	0,24	0,50	0,75	1,00	0,25
5	0,25	0,50	0,75	0,01	0,50	0,75	1,00	0,20	0,25	0,50	0,75	0,07	0,25	0,50	0,75	0,01	0,25	0,50	0,75	0,00
6	0,25	0,50	0,75	0,01	0,50	0,75	1,00	0,20	0,25	0,50	0,75	0,07	0,00	0,25	0,50	0,26	0,50	0,75	1,00	0,25
7	0,50	0,75	1,00	0,24	0,50	0,75	1,00	0,20	0,50	0,75	1,00	0,32	0,50	0,75	1,00	0,24	0,50	0,75	1,00	0,25
8	0,00	0,25	0,50	0,26	0,00	0,25	0,50	0,30	0,00	0,25	0,50	0,18	0,00	0,25	0,50	0,26	0,00	0,25	0,50	0,25
9	0,25	0,50	0,75	0,01	0,50	0,75	1,00	0,20	0,00	0,00	0,25	0,36	0,00	0,00	0,25	0,44	0,50	0,75	1,00	0,25
10	0,00	0,25	0,50	0,26	0,50	0,75	1,00	0,20	0,25	0,50	0,75	0,07	0,00	0,25	0,50	0,26	0,25	0,50	0,75	0,00
11	0,25	0,50	0,75	0,01	0,00	0,00	0,25	0,48	0,00	0,00	0,25	0,36	0,25	0,50	0,75	0,01	0,25	0,50	0,75	0,00
12	0,50	0,75	1,00	0,24	0,75	1,00	1,00	0,38	0,00	0,00	0,25	0,36	0,00	0,00	0,25	0,44	0,25	0,50	0,75	0,00
13	0,00	0,25	0,50	0,26	0,25	0,50	0,75	0,05	0,50	0,75	1,00	0,32	0,25	0,50	0,75	0,01	0,00	0,25	0,50	0,25
14	0,25	0,50	0,75	0,01	0,25	0,50	0,75	0,05	0,25	0,50	0,75	0,07	0,50	0,75	1,00	0,24	0,25	0,50	0,75	0,00
15	0,25	0,50	0,75	0,01	0,00	0,00	0,25	0,48	0,00	0,25	0,50	0,18	0,25	0,50	0,75	0,01	0,00	0,25	0,50	0,25
16	0,00	0,25	0,50	0,26	0,00	0,25	0,50	0,30	0,25	0,50	0,75	0,07	0,50	0,75	1,00	0,24	0,00	0,25	0,50	0,25
17	0,50	0,75	1,00	0,24	0,25	0,50	0,75	0,05	0,25	0,50	0,75	0,07	0,25	0,50	0,75	0,01	0,00	0,25	0,50	0,25
18	0,00	0,25	0,50	0,26	0,25	0,50	0,75	0,05	0,00	0,25	0,50	0,18	0,00	0,25	0,50	0,26	0,25	0,50	0,75	0,00
19	0,25	0,50	0,75	0,01	0,00	0,25	0,50	0,30	0,25	0,50	0,75	0,07	0,50	0,75	1,00	0,24	0,25	0,50	0,75	0,00
20	0,25	0,50	0,75	0,01	0,25	0,50	0,75	0,05	0,00	0,25	0,50	0,18	0,25	0,50	0,75	0,01	0,25	0,50	0,75	0,00
21	0,00	0,25	0,50	0,26	0,25	0,50	0,75	0,05	0,25	0,50	0,75	0,07	0,25	0,50	0,75	0,01	0,25	0,50	0,75	0,00
22	0,75	1,00	1,00	0,43	0,75	1,00	1,00	0,38	0,50	0,75	1,00	0,32	0,25	0,50	0,75	0,01	0,50	0,75	1,00	0,25
23	0,00	0,25	0,50	0,26	0,25	0,50	0,75	0,05	0,25	0,50	0,75	0,07	0,50	0,75	1,00	0,24	0,25	0,50	0,75	0,00
24	0,25	0,50	0,75	0,01	0,50	0,75	1,00	0,20	0,25	0,50	0,75	0,07	0,00	0,25	0,50	0,26	0,50	0,75	1,00	0,25
25	0,50	0,75	1,00	0,24	0,50	0,75	1,00	0,20	0,50	0,75	1,00	0,32	0,50	0,75	1,00	0,24	0,50	0,75	1,00	0,25
26	0,00	0,25	0,50	0,26	0,00	0,00	0,25	0,48	0,00	0,25	0,50	0,18	0,00	0,25	0,50	0,26	0,00	0,25	0,50	0,25
27	0,25	0,50	0,50	0,14	0,50	0,75	1,00	0,20	0,75	1,00	1,00	0,50	0,25	0,50	0,75	0,01	0,50	0,75	1,00	0,25
28	0,00	0,25	0,50	0,26	0,25	0,50	0,75	0,05	0,00	0,25	0,50	0,18	0,00	0,25	0,50	0,26	0,00	0,25	0,50	0,25
29	0,25	0,50	0,75	0,01	0,50	0,75	1,00	0,20	0,25	0,50	0,75	0,07	0,25	0,50	0,75	0,01	0,25	0,50	0,75	0,00
30	0,00	0,00	0,25	0,44	0,25	0,50	0,75	0,05	0,00	0,25	0,50	0,18	0,00	0,00	0,25	0,44	0,00	0,25	0,50	0,25
31	0,25	0,50	0,75	0,01	0,25	0,50	0,75	0,05	0,25	0,50	0,75	0,07	0,00	0,25	0,50	0,26	0,25	0,50	0,75	0,00
32	0,75	1,00	1,00	0,43	0,25	0,50	0,75	0,05	0,25	0,50	0,75	0,07	0,50	0,75	1,00	0,24	0,25	0,50	0,75	0,00
33	0,00	0,25	0,50	0,26	0,00	0,25	0,50	0,30	0,00	0,25	0,50	0,18	0,25	0,50	0,75	0,01	0,25	0,50	0,75	0,00
34	0,50	0,75	1,00	0,24	0,50	0,75	1,00	0,20	0,00	0,25	0,50	0,18	0,50	0,75	1,00	0,24	0,50	0,75	1,00	0,25
35	0,50	0,75	1,00	0,24	0,50	0,75	1,00	0,20	0,00	0,25	0,50	0,18	0,50	0,75	1,00	0,24	0,00	0,25	0,50	0,25
36	0,00	0,00	0,25	0,44	0,00	0,25	0,50	0,30	0,50	0,75	1,00	0,32	0,00	0,25	0,50	0,26	0,25	0,50	0,75	0,00
37	0,25	0,50	0,50	0,14	0,50	0,75	1,00	0,20	0,00	0,00	0,25	0,36	0,25	0,50	0,75	0,01	0,00	0,00	0,25	0,43

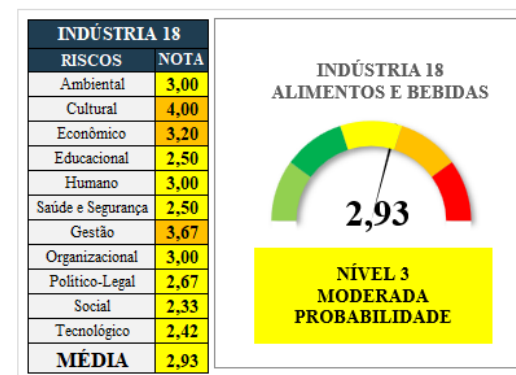
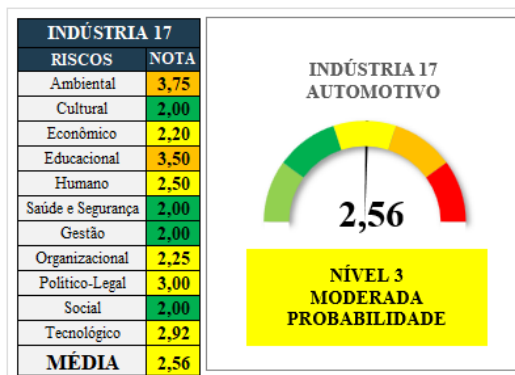
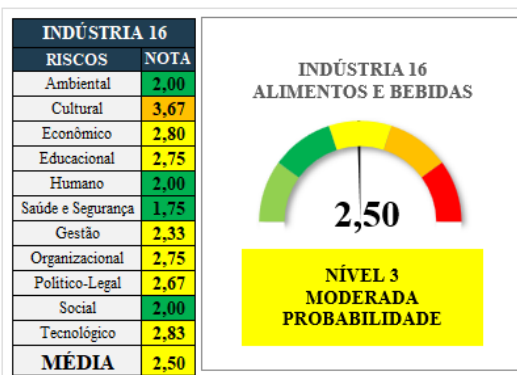
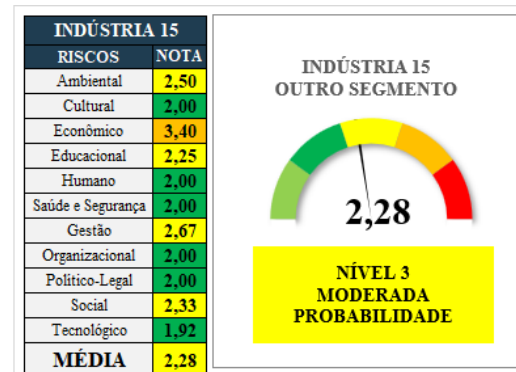
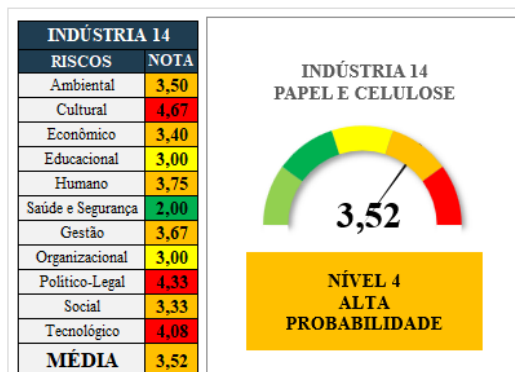
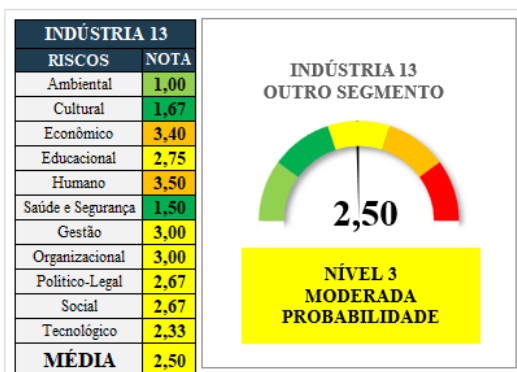
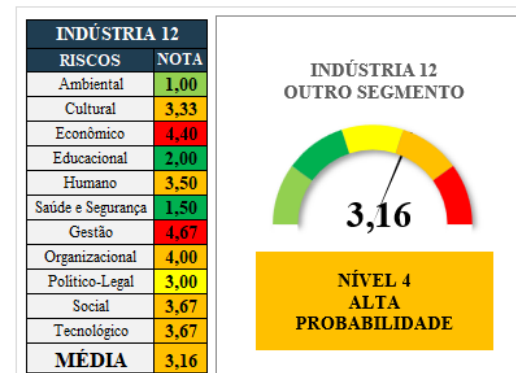
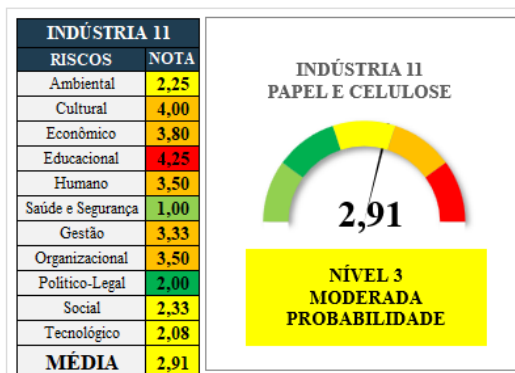
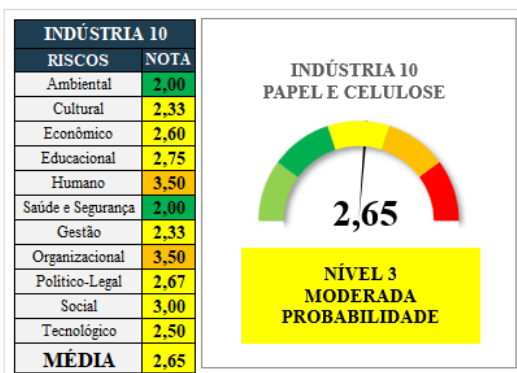
38	0,25	0,50	0,75	0,01	0,75	1,00	1,00	0,38	0,00	0,25	0,50	0,18	0,75	1,00	1,00	0,43	0,25	0,50	0,75	0,00
39	0,50	0,75	1,00	0,24	0,50	0,75	1,00	0,20	0,00	0,25	0,50	0,18	0,25	0,50	0,75	0,01	0,25	0,50	0,75	0,00
40	0,25	0,50	0,75	0,01	0,00	0,25	0,50	0,30	0,00	0,25	0,50	0,18	0,00	0,25	0,50	0,26	0,25	0,50	0,75	0,00
41	0,50	0,75	1,00	0,24	0,50	0,75	1,00	0,20	0,25	0,50	0,75	0,07	0,50	0,75	1,00	0,24	0,25	0,50	0,75	0,00
42	0,25	0,50	0,75	0,01	0,50	0,75	1,00	0,20	0,25	0,50	0,75	0,07	0,25	0,50	0,75	0,01	0,25	0,50	0,75	0,00
43	0,25	0,50	0,75	0,01	0,00	0,25	0,50	0,30	0,00	0,25	0,50	0,18	0,25	0,50	0,75	0,01	0,25	0,50	0,75	0,00
44	0,25	0,50	0,75	0,01	0,50	0,75	1,00	0,20	0,25	0,50	0,75	0,07	0,75	1,00	1,00	0,43	0,25	0,50	0,75	0,00
45	0,25	0,50	0,75	0,01	0,25	0,50	0,75	0,05	0,00	0,25	0,50	0,18	0,25	0,50	0,75	0,01	0,25	0,50	0,75	0,00
46	0,25	0,50	1,00	0,15	0,00	0,25	0,50	0,30	0,00	0,25	0,50	0,18	0,25	0,50	0,75	0,01	0,25	0,50	0,75	0,00
47	0,50	0,75	1,00	0,24	0,00	0,25	0,50	0,30	0,25	0,50	0,75	0,07	0,50	0,75	1,00	0,24	0,25	0,50	0,75	0,00
48	0,25	0,50	0,75	0,01	0,75	1,00	1,00	0,38	0,50	0,75	1,00	0,32	0,25	0,50	0,75	0,01	0,25	0,50	0,75	0,00
49	0,50	0,75	1,00	0,24	0,00	0,25	0,50	0,30	0,50	0,75	1,00	0,32	0,00	0,25	0,50	0,26	0,25	0,50	0,75	0,00
50	0,25	0,50	0,75	0,01	0,00	0,25	0,50	0,30	0,00	0,25	0,50	0,18	0,50	0,75	1,00	0,24	0,25	0,50	0,75	0,00
51	0,25	0,50	0,75	0,01	0,50	0,75	1,00	0,20	0,25	0,50	0,75	0,07	0,50	0,75	1,00	0,24	0,25	0,50	0,75	0,00
52	0,25	0,50	0,75	0,01	0,50	0,75	1,00	0,20	0,50	0,75	1,00	0,32	0,25	0,50	0,75	0,01	0,25	0,50	0,75	0,00
53	0,25	0,50	0,75	0,01	0,75	1,00	1,00	0,38	0,50	0,75	1,00	0,32	0,25	0,50	0,75	0,01	0,25	0,50	0,75	0,00
54	0,50	0,75	1,00	0,24	0,50	0,75	1,00	0,20	0,00	0,25	0,50	0,18	0,00	0,25	0,50	0,26	0,25	0,50	0,75	0,00
55	0,00	0,25	0,50	0,26	0,50	0,75	1,00	0,20	0,50	0,75	1,00	0,32	0,25	0,50	0,75	0,01	0,25	0,50	0,75	0,00
56	0,50	0,75	1,00	0,24	0,00	0,00	0,25	0,48	0,00	0,00	0,25	0,36	0,00	0,25	0,50	0,26	0,25	0,50	0,75	0,00
57	0,25	0,50	0,75	0,01	0,25	0,50	0,75	0,05	0,00	0,25	0,50	0,18	0,00	0,25	0,50	0,26	0,25	0,50	0,75	0,00
58	0,25	0,50	0,75	0,01	0,50	0,75	1,00	0,20	0,00	0,25	0,50	0,18	0,25	0,50	0,75	0,01	0,25	0,50	0,75	0,00
59	0,25	0,50	0,75	0,01	0,50	0,75	1,00	0,20	0,50	0,75	1,00	0,32	0,50	0,75	1,00	0,24	0,50	0,75	1,00	0,25
60	0,00	0,25	0,50	0,26	0,00	0,25	0,50	0,30	0,00	0,25	0,50	0,18	0,25	0,50	0,75	0,01	0,00	0,25	0,50	0,25
61	0,25	0,50	0,75	0,01	0,25	0,50	0,75	0,05	0,00	0,25	0,50	0,18	0,50	0,75	1,00	0,24	0,50	0,75	1,00	0,25
62	0,25	0,50	0,75	0,01	0,00	0,25	0,50	0,30	0,00	0,25	0,50	0,18	0,50	0,75	1,00	0,24	0,25	0,50	0,75	0,00
average fuzzy n°	L	M	U	d med	L	M	U	d med	L	M	U	d med	L	M	U	d med	L	M	U	d med
	0,26613	0,5081	0,7419	0,144	0,3185	0,5524	0,7823	0,2158	0,1935	0,4234	0,6694	0,1903	0,2661	0,504	0,746	0,1716	0,25	0,496	0,746	0,09378
valores crisp	x1m	x2m	x3m	Z	x1m	x2m	x3m	Z	x1m	x2m	x3m	Z	x1m	x2m	x3m	Z	x1m	x2m	x3m	Z
	0,50538	0,506	0,51	0,5067	0,5511	0,5514	0,55	0,5517	0,4288	0,4274	0,43	0,4288	0,5054	0,505	0,50	0,5054	0,4973	0,497	0,50	0,49731
consenso	53%				65%				71%				39%				65%			
requisito 1	Z ≥ 0,5		ok		Z ≥ 0,5		ok		Z ≥ 0,5		não ok		Z ≥ 0,5		ok		Z ≥ 0,5		ok	
requisito 2	d med ≤ 0,2		ok		d med ≤ 0,2		não ok		d med ≤ 0,2		ok		d med ≤ 0,2		ok		d med ≤ 0,2		ok	
requisito 3	consenso > 60%		não ok		consenso > 60%		ok		consenso > 60%		ok		consenso > 60%		não ok		consenso > 60%		ok	

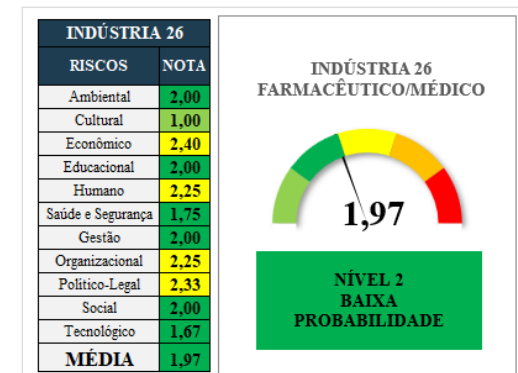
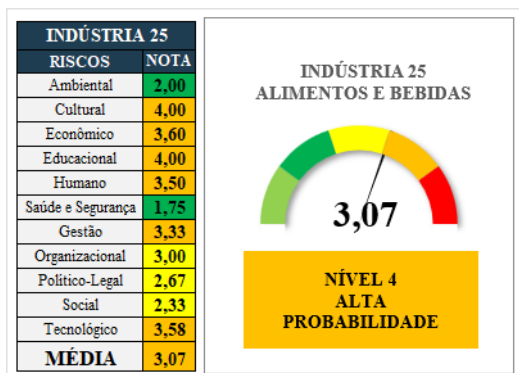
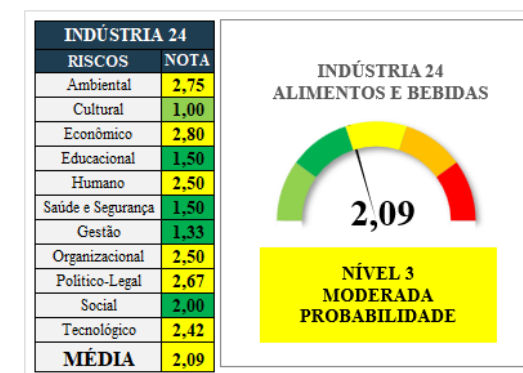
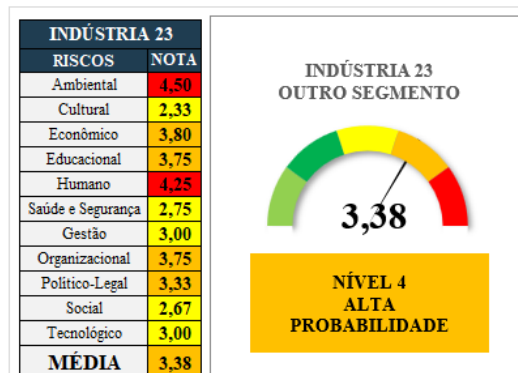
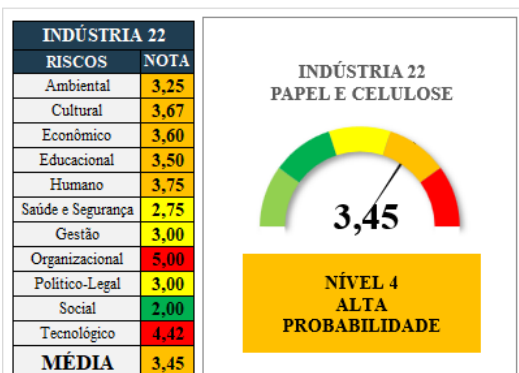
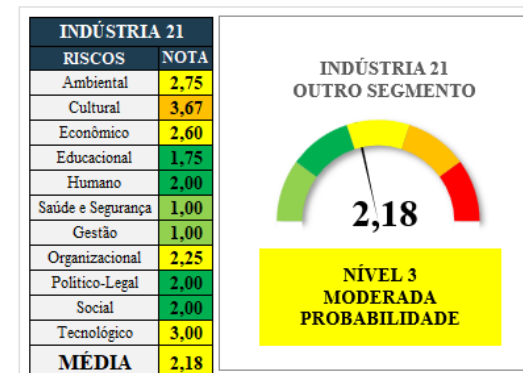
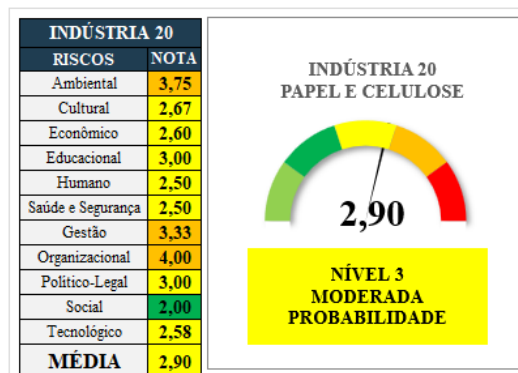
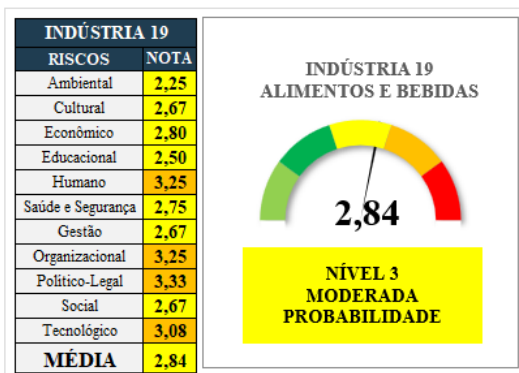
CRITÉRIO	RT9				RT10				RT11				RT12			
	Risco de Incapacidade de Interpretação de Dados				Risco de Vazamento de Dados Privados				Risco de Obsolescência Rápida				Risco de Maturidade Tecnológica			
RESPONDENTE	l	m	u	d	l	m	u	d	l	m	u	d	l	m	u	d
1	0,25	0,50	0,75	0,02	0,75	1,00	1,00	0,49	0,00	0,25	0,50	0,25	0,25	0,50	0,75	0,06
2	0,25	0,50	0,75	0,02	0,00	0,25	0,50	0,19	0,25	0,50	0,75	0,01	0,25	0,50	0,75	0,06
3	0,25	0,50	0,75	0,02	0,25	0,50	0,75	0,07	0,25	0,50	0,75	0,01	0,25	0,50	0,75	0,06
4	0,75	1,00	1,00	0,43	0,50	0,75	1,00	0,31	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	1,00	0,19
5	0,25	0,50	0,75	0,02	0,25	0,50	0,75	0,07	0,25	0,50	0,75	0,01	0,25	0,50	0,75	0,06
6	0,25	0,50	0,75	0,02	0,00	0,25	0,50	0,19	0,75	1,00	1,00	0,43	0,00	0,25	0,50	0,31
7	0,50	0,75	1,00	0,25	0,25	0,50	0,75	0,07	0,00	0,25	0,50	0,25	0,25	0,50	0,75	0,06
8	0,00	0,25	0,50	0,25	0,00	0,25	0,50	0,19	0,00	0,25	0,50	0,25	0,00	0,25	0,50	0,31
9	0,25	0,50	0,75	0,02	0,25	0,50	0,75	0,07	0,00	0,00	0,25	0,43	0,25	0,50	0,75	0,06
10	0,00	0,25	0,50	0,25	0,25	0,50	0,75	0,07	0,25	0,50	0,75	0,01	0,50	0,75	1,00	0,19
11	0,00	0,25	0,50	0,25	0,00	0,25	0,50	0,19	0,00	0,25	0,50	0,25	0,25	0,50	0,75	0,06
12	0,75	1,00	1,00	0,43	0,50	0,75	1,00	0,31	0,75	1,00	1,00	0,43	0,75	1,00	1,00	0,37
13	0,25	0,50	0,75	0,02	0,00	0,00	0,25	0,37	0,25	0,50	0,75	0,01	0,25	0,50	0,75	0,06
14	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	1,00	0,31	0,25	0,50	0,75	0,01	0,50	0,75	1,00	0,19
15	0,00	0,25	0,50	0,25	0,00	0,00	0,25	0,37	0,00	0,25	0,50	0,25	0,25	0,50	0,75	0,06
16	0,25	0,50	0,75	0,02	0,25	0,50	0,75	0,07	0,25	0,50	0,75	0,01	0,25	0,50	0,75	0,06
17	0,25	0,50	0,75	0,02	0,50	0,75	1,00	0,31	0,00	0,25	0,50	0,25	0,00	0,25	0,50	0,31
18	0,00	0,25	0,50	0,25	0,00	0,25	0,50	0,19	0,25	0,50	0,75	0,01	0,25	0,50	0,75	0,06
19	0,50	0,75	1,00	0,25	0,00	0,25	0,50	0,19	0,25	0,50	0,75	0,01	0,25	0,50	0,75	0,06
20	0,25	0,50	0,75	0,02	0,25	0,50	0,75	0,07	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	1,00	0,19
21	0,25	0,50	0,75	0,02	0,50	0,75	1,00	0,31	0,50	0,75	1,00	0,25	0,25	0,50	0,75	0,06
22	0,75	1,00	1,00	0,43	0,25	0,50	0,75	0,07	0,50	0,75	1,00	0,25	0,75	1,00	1,00	0,37
23	0,25	0,50	0,75	0,02	0,00	0,25	0,50	0,19	0,00	0,25	0,50	0,25	0,25	0,50	0,75	0,06
24	0,00	0,25	0,50	0,25	0,00	0,00	0,25	0,37	0,25	0,50	0,75	0,01	0,25	0,50	0,75	0,06
25	0,75	1,00	1,00	0,43	0,00	0,25	0,50	0,19	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	1,00	0,19
26	0,00	0,25	0,50	0,25	0,00	0,00	0,25	0,37	0,00	0,25	0,50	0,25	0,00	0,25	0,50	0,31
27	0,50	0,75	1,00	0,25	0,25	0,50	0,75	0,07	0,50	0,75	1,00	0,25	0,25	0,50	0,75	0,06
28	0,25	0,50	0,75	0,02	0,00	0,25	0,50	0,19	0,25	0,50	0,75	0,01	0,50	0,75	1,00	0,19
29	0,50	0,75	1,00	0,25	0,25	0,50	0,75	0,07	0,25	0,50	0,75	0,01	0,50	0,75	1,00	0,19
30	0,25	0,50	0,75	0,02	0,00	0,00	0,25	0,37	0,00	0,00	0,25	0,43	0,25	0,50	0,75	0,06
31	0,25	0,50	0,75	0,02	0,00	0,25	0,50	0,19	0,50	0,75	1,00	0,25	0,25	0,50	0,75	0,06
32	0,25	0,50	0,75	0,02	0,50	0,75	1,00	0,31	0,00	0,25	0,50	0,25	0,25	0,50	0,75	0,06
33	0,00	0,25	0,50	0,25	0,00	0,25	0,50	0,19	0,00	0,25	0,50	0,25	0,50	0,75	1,00	0,19
34	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	1,00	0,31	0,75	1,00	1,00	0,43	0,50	0,75	1,00	0,19
35	0,50	0,75	1,00	0,25	0,00	0,25	0,50	0,19	0,00	0,00	0,25	0,43	0,00	0,25	0,50	0,31

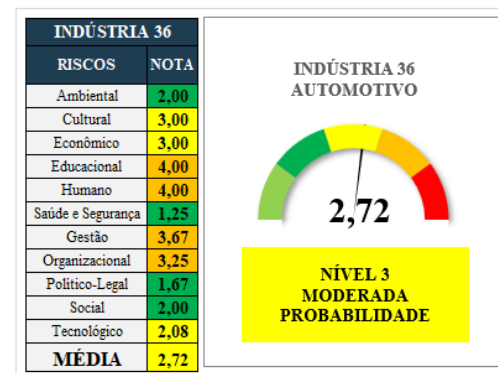
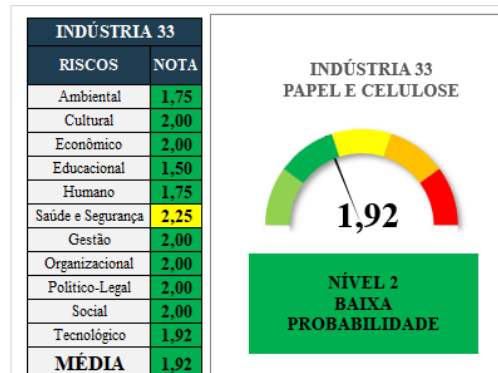
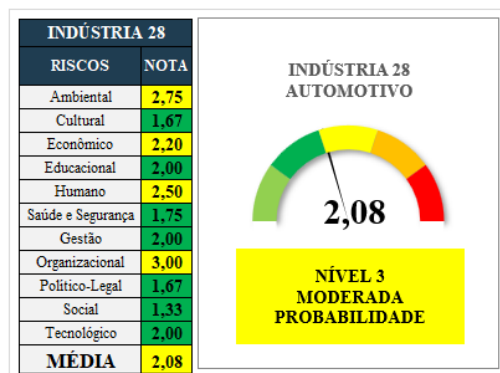
36	0,00	0,00	0,25	0,43	0,00	0,25	0,50	0,19	0,25	0,50	0,75	0,01	0,25	0,50	0,75	0,06
37	0,00	0,00	0,25	0,43	0,00	0,25	0,50	0,19	0,25	0,50	0,75	0,01	0,25	0,50	0,75	0,06
38	0,75	1,00	1,00	0,43	0,50	0,75	1,00	0,31	0,25	0,50	0,75	0,01	0,50	0,75	1,00	0,19
39	0,00	0,25	0,50	0,25	0,00	0,25	0,50	0,19	0,25	0,50	0,75	0,01	0,25	0,50	0,75	0,06
40	0,00	0,25	0,50	0,25	0,00	0,00	0,25	0,37	0,00	0,00	0,25	0,43	0,25	0,50	0,75	0,06
41	0,50	0,75	1,00	0,25	0,25	0,50	0,75	0,07	0,25	0,50	0,75	0,01	0,50	0,75	1,00	0,19
42	0,25	0,50	0,75	0,02	0,00	0,25	0,50	0,19	0,25	0,50	0,75	0,01	0,50	0,75	1,00	0,19
43	0,00	0,25	0,50	0,25	0,00	0,00	0,25	0,37	0,25	0,50	0,75	0,01	0,25	0,50	0,75	0,06
44	0,75	1,00	1,00	0,43	0,50	0,75	1,00	0,31	0,50	0,75	1,00	0,25	0,25	0,50	0,75	0,06
45	0,25	0,50	0,75	0,02	0,75	1,00	1,00	0,49	0,25	0,50	0,75	0,01	0,25	0,50	0,75	0,06
46	0,25	0,50	0,75	0,02	0,00	0,25	0,50	0,19	0,25	0,50	0,75	0,01	0,00	0,25	0,50	0,31
47	0,00	0,25	0,50	0,25	0,25	0,50	0,75	0,07	0,25	0,50	0,75	0,01	0,25	0,50	0,75	0,06
48	0,25	0,50	0,75	0,02	0,25	0,50	0,75	0,07	0,25	0,50	0,75	0,01	0,25	0,50	0,75	0,06
49	0,25	0,50	0,75	0,02	0,00	0,25	0,50	0,19	0,75	1,00	1,00	0,43	0,25	0,50	0,75	0,06
50	0,00	0,25	0,50	0,25	0,75	1,00	1,00	0,49	0,25	0,50	0,75	0,01	0,00	0,25	0,50	0,31
51	0,50	0,75	1,00	0,25	0,25	0,50	0,75	0,07	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	1,00	0,19
52	0,25	0,50	0,75	0,02	0,50	0,75	1,00	0,31	0,25	0,50	0,75	0,01	0,50	0,75	1,00	0,19
53	0,25	0,50	0,75	0,02	0,25	0,50	0,75	0,07	0,50	0,75	1,00	0,25	0,25	0,50	0,75	0,06
54	0,50	0,75	1,00	0,25	0,25	0,50	0,75	0,07	0,00	0,25	0,50	0,25	0,25	0,50	0,75	0,06
55	0,25	0,50	0,75	0,02	0,00	0,25	0,50	0,19	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	1,00	0,19
56	0,00	0,00	0,25	0,43	0,50	0,75	1,00	0,31	0,00	0,25	0,50	0,25	0,50	0,75	1,00	0,19
57	0,00	0,25	0,50	0,25	0,25	0,50	0,75	0,07	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	1,00	0,19
58	0,25	0,50	0,75	0,02	0,25	0,50	0,75	0,07	0,50	0,75	1,00	0,25	0,25	0,50	0,75	0,06
59	0,25	0,50	0,75	0,02	0,25	0,50	0,75	0,07	0,50	0,75	1,00	0,25	0,50	0,75	1,00	0,19
60	0,00	0,25	0,50	0,25	0,00	0,25	0,50	0,19	0,00	0,25	0,50	0,25	0,50	0,75	1,00	0,19
61	0,25	0,50	0,75	0,02	0,25	0,50	0,75	0,07	0,25	0,50	0,75	0,01	0,25	0,50	0,75	0,06
62	0,00	0,25	0,50	0,25	0,25	0,50	0,75	0,07	0,00	0,25	0,50	0,25	0,25	0,50	0,75	0,06
average fuzzy n°	L	M	U	d med	L	M	U	d med	L	M	U	d med	L	M	U	d med
	0,2621	0,5	0,7258	0,174	0,2097	0,4315	0,6694	0,20362	0,266	0,5	0,734	0,17408	0,3145	0,5645	0,8065	0,1389
valores crisp	x1m	x2m	x3m	Z	x1m	x2m	x3m	Z	x1m	x2m	x3m	Z	x1m	x2m	x3m	Z
	0,496	0,497	0,50	0,498	0,4368	0,4355	0,43	0,43683	0,5	0,5	0,50	0,5	0,5618	0,5625	0,56	0,5632
consenso	44%				66%				42%				85%			
requisito 1	Z ≥ 0,5 não ok				Z ≥ 0,5 ok				Z ≥ 0,5 ok				Z ≥ 0,5 ok			
requisito 2	d med ≤ 0,2 ok				d med ≤ 0,2 não ok				d med ≤ 0,2 ok				d med ≤ 0,2 ok			
requisito 3	consenso > 60% não ok				consenso > 60% ok				consenso > 60% não ok				consenso > 70% ok			

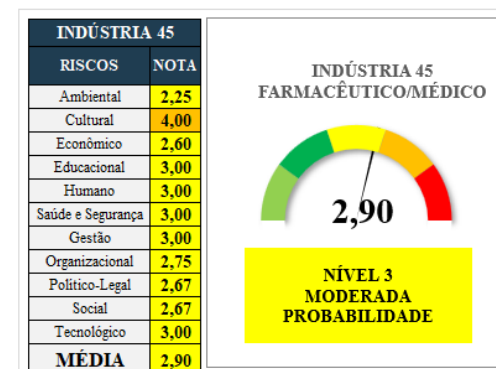
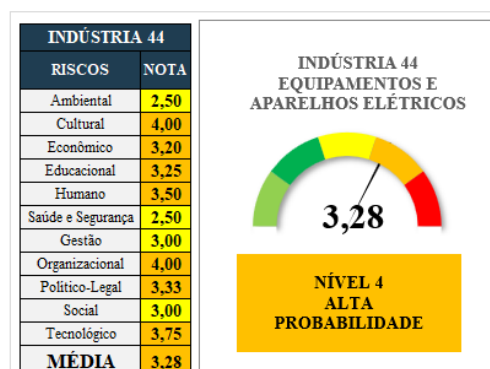
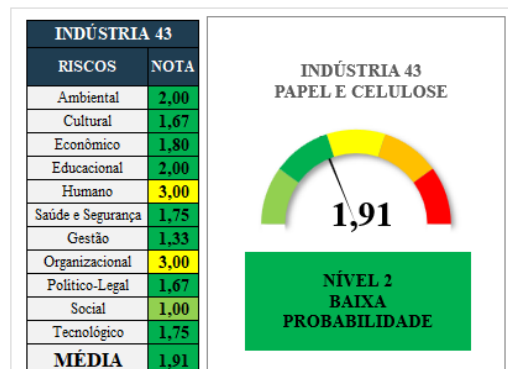
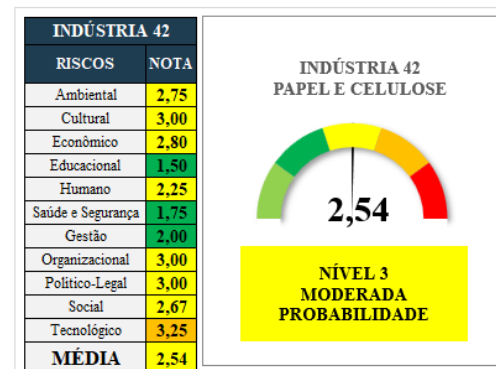
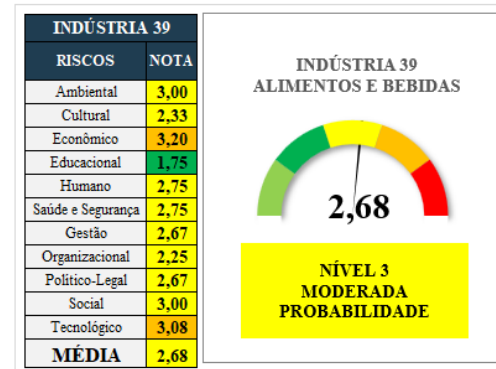
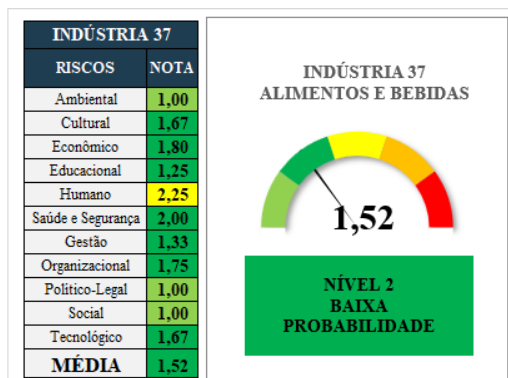
APÊNDICE H - Diagnóstico de riscos digitais das indústrias participantes do estudo

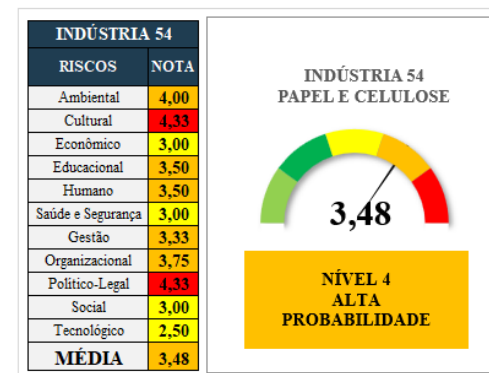
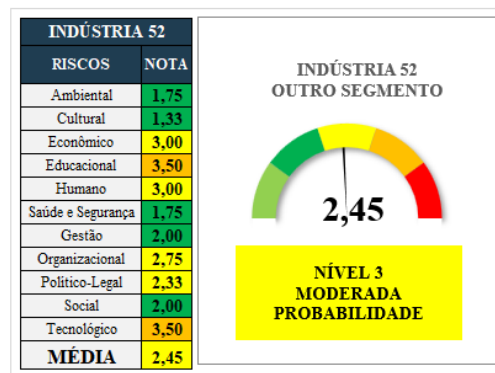
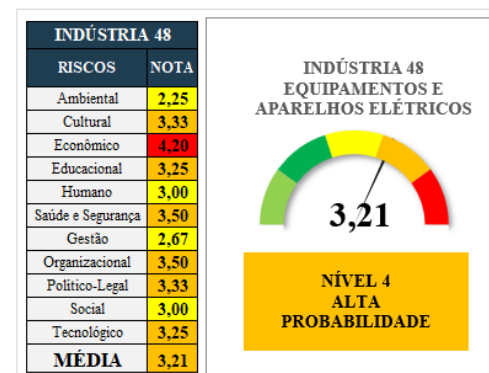
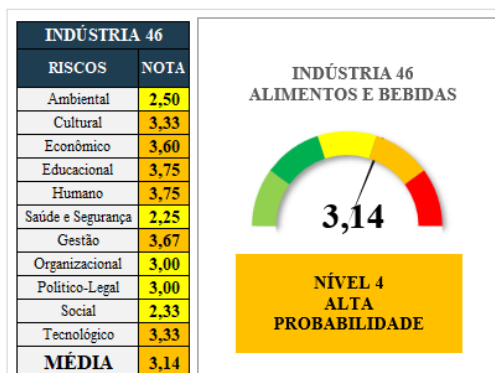


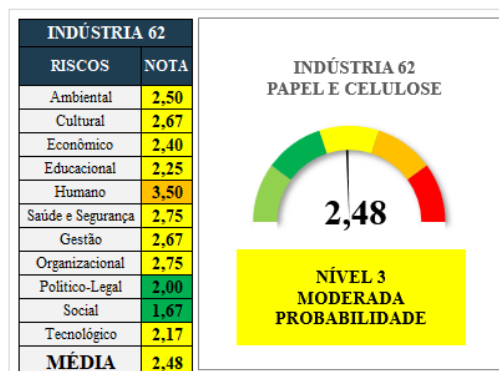
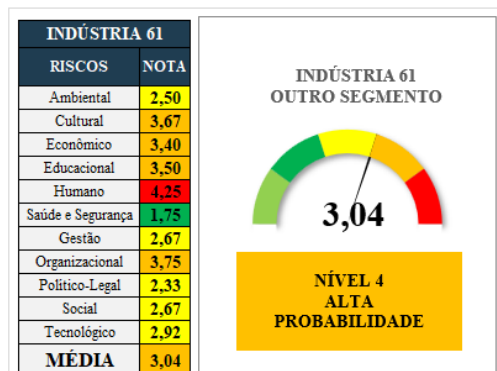
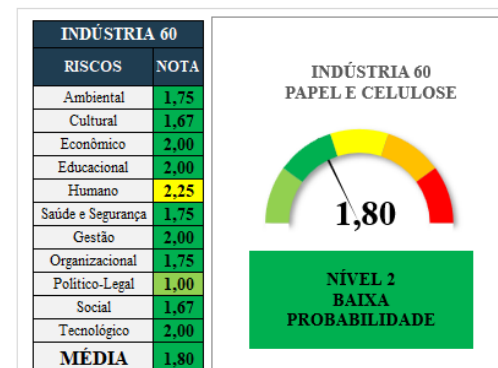
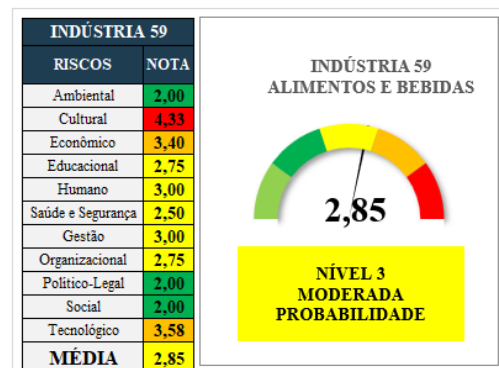
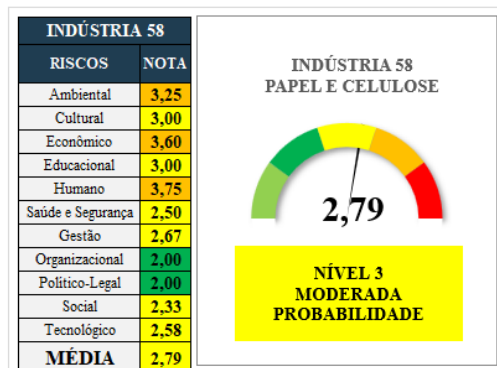
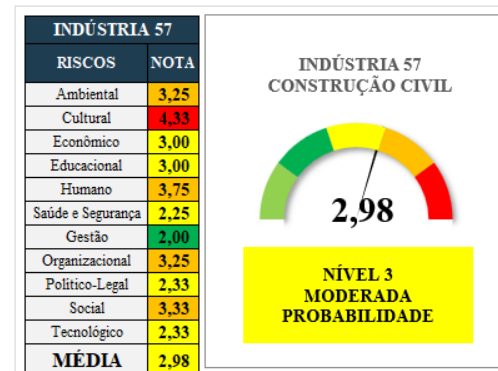
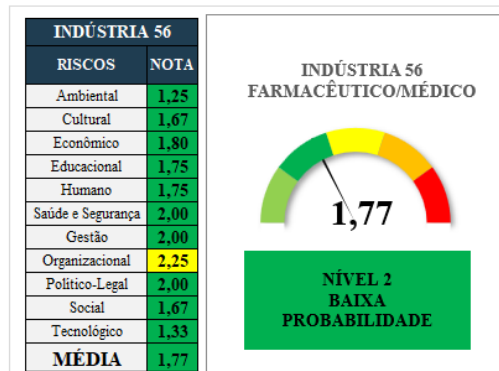
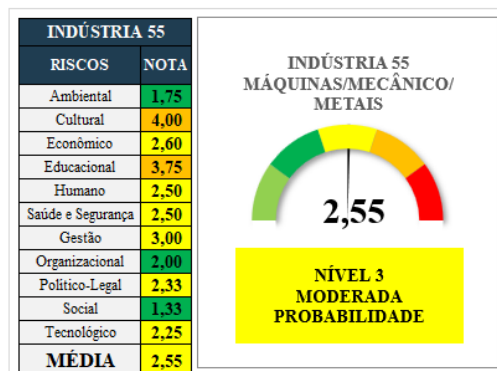












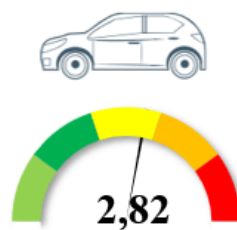
APÊNDICE I - Representação gráfica individual dos riscos digitais por segmento de atuação das indústrias

ALIMENTOS E BEBIDAS	
RISCOS	NOTA
Ambiental	2,50
Cultural	3,00
Econômico	3,00
Educacional	3,00
Humano	3,00
Saúde e Segurança	2,00
Gestão	3,00
Organizacional	3,00
Político-Legal	2,00
Social	2,00
Tecnológico	3,00
MÉDIA	2,68



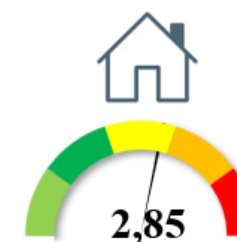
**NÍVEL 3
MODERADA
PROBABILIDADE**

AUTOMOTIVO	
RISCOS	NOTA
Ambiental	3,00
Cultural	3,00
Econômico	3,00
Educacional	3,00
Humano	3,00
Saúde e Segurança	2,00
Gestão	3,00
Organizacional	3,00
Político-Legal	3,00
Social	2,00
Tecnológico	3,00
MÉDIA	2,82



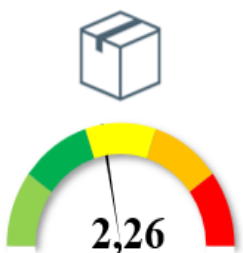
**NÍVEL 3
MODERADA
PROBABILIDADE**

CONSTRUÇÃO CIVIL	
RISCOS	NOTA
Ambiental	3,30
Cultural	4,00
Econômico	3,00
Educacional	3,00
Humano	4,00
Saúde e Segurança	2,00
Gestão	2,00
Organizacional	3,00
Político-Legal	2,00
Social	3,00
Tecnológico	2,00
MÉDIA	2,85



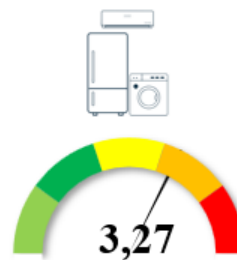
**NÍVEL 3
MODERADA
PROBABILIDADE**

EMBALAGENS	
RISCOS	NOTA
Ambiental	1,90
Cultural	2,00
Econômico	3,00
Educacional	2,00
Humano	3,00
Saúde e Segurança	2,00
Gestão	2,00
Organizacional	2,00
Político-Legal	2,00
Social	2,00
Tecnológico	3,00
MÉDIA	2,26



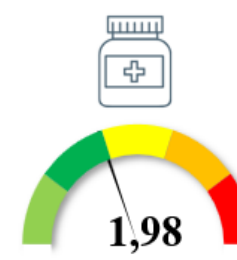
**NÍVEL 3
MODERADA
PROBABILIDADE**

EQUIPAMENTOS E APARELHOS ELÉTRICOS	
RISCOS	NOTA
Ambiental	3,00
Cultural	3,00
Econômico	4,00
Educacional	4,00
Humano	3,00
Saúde e Segurança	3,00
Gestão	3,00
Organizacional	4,00
Político-Legal	3,00
Social	3,00
Tecnológico	3,00
MÉDIA	3,27



**NÍVEL 4
ALTA
PROBABILIDADE**

FARMACÊUTICO/ MÉDICO	
RISCOS	NOTA
Ambiental	1,80
Cultural	2,00
Econômico	2,00
Educacional	2,00
Humano	2,00
Saúde e Segurança	2,00
Gestão	2,00
Organizacional	2,00
Político-Legal	2,00
Social	2,00
Tecnológico	2,00
MÉDIA	1,98



**NÍVEL 2
BAIXA
PROBABILIDADE**

