

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
CAMPUS PATO BRANCO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

DESENVOLVIMENTO DO ÍNDICE FUNCIONAL DE VIAS NÃO
PAVIMENTADAS RIA-UR BASEADO NO USO DE
ACELERÔMETRO EM REBOQUE DO TIPO CARRETINHA

MATHEUS DO PRADO WOLF

PATO BRANCO

2026

MATHEUS DO PRADO WOLF

**DESENVOLVIMENTO DO ÍNDICE FUNCIONAL DE VIAS NÃO
PAVIMENTADAS RIA-UR BASEADO NO USO DE
ACELERÔMETRO EM REBOQUE DO TIPO CARRETINHA**

**Development of the Unpaved Roads Condition Index RIA-UR Based
on Accelerometer Data Installed on a Trailer**

Dissertação apresentada como requisito para
obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil
do Programa de Pós-Graduação em Engenharia
Civil da Universidade Tecnológica Federal do
Paraná. Área de Concentração: Meio Ambiente.

Orientador: Prof. Dr. Danilo Rinaldi Bisconsini

Coorientadores: Prof. Dr. Gustavo de Miranda
Saleme Gidrão

Prof. Dr. Antonio Miguel

Verdelho Paula

PATO BRANCO

2026



[4.0 International](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.



MATHEUS DO PRADO WOLF

DESENVOLVIMENTO DO ÍNDICE FUNCIONAL DE VIAS NÃO PAVIMENTADAS RIA-UR BASEADO NO USO DE ACELERÔMETRO EM REBOQUE DO TIPO CARRETINHA

Trabalho de pesquisa de mestrado apresentado como requisito para obtenção do título de Mestre Em Engenharia Civil da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Área de concentração: Meio Ambiente.

Data de aprovação: 06 de Março de 2026

Dr. Danilo Rinaldi Bisconsini, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Dr. Diego De Oliveira Martins, Doutorado - Universidade Federal de São Carlos (Ufscar)

Dr. Paulo Rogerio Novak, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Documento gerado pelo Sistema Acadêmico da UTFPR a partir dos dados da Ata de Defesa em 06/03/2026.

Em memória do meu
eterno companheiro de quatro patas,
Alfredo

AGRADECIMENTOS

Agradeço minha mãe, Rosângela, e minha companheira, Gabriela, por todo amor, carinho e incentivo que me foi dado. O apoio de ambas foi decisivo e serviu como um catalisador essencial para que eu concluísse mais esta etapa da minha trajetória acadêmica.

Ao meu padraсто, Rodrigo, e ao meu primo, Everson, deixo meu sincero agradecimento pela prontidão e entusiasmo com que sempre me auxiliaram nas definições e adaptações dos equipamentos empregados nesta pesquisa.

Aos meus orientadores, Prof. Dr. Danilo Rinaldi Bisconsini, Prof. Dr. Gustavo de Miranda Saleme Gidrão e Prof. Dr. Antonio Miguel Verdelho Paula, agradeço pela disponibilidade, atenção e compreensão que tiveram comigo e dificuldades que surgiram no caminho.

Deixo um agradecimento também ao Prof. Dr. Petrônio Rodrigo Mello Montezuma, cuja atuação e amizade construída ao longo de minha jornada universitária sempre me motivaram a buscar crescimento acadêmico, técnico e pessoal.

Sic Parvis Magna

Sir Francis Drake

RESUMO

A gestão de vias urbanas e rodoviárias é uma tarefa das entidades responsáveis por conservar esses elementos de infraestrutura, porém sua execução não é simples. A utilização de índices de condição funcional sobre as vias tem como objetivo indicar o estado atual de uma via, avaliando se está adequada para um tráfego seguro, confortável e econômico. Muitos índices funcionais, embora amplamente utilizados, exigem profissionais altamente qualificados para coleta e análise de dados e nem sempre permitem uma execução na rapidez necessária pelas gestões. Este trabalho se propõe a desenvolver um índice funcional relacionado às acelerações decorrentes do deslocamento sobre vias não pavimentadas, com base na malha de Guarapuava – PR. O índice proposto foi denominado de *Road Index by Accelerometer – Unpaved Roads* (RIA-UR), Índice de Via por Acelerômetro – Vias Não Pavimentadas, o qual foi desenvolvido a partir de dados de aceleração coletados de um acelerômetro de *smartphone* instalado em um reboque do tipo carretinha. Foi possível estabelecer uma classificação de nomenclatura única e uma classificação de nomenclatura dupla, a qual indica o estado funcional seguinte ao principal em que se aproxima mais devido a uma menor diferença de valor, sendo possível utilizá-las para gestão de malha, fazendo uso do RMS médio, quanto de projeto, identificando sucessões de seções com elevados valores de RMS resultante ao longo da via. Paralelamente, foi desenvolvido um suporte para acomodação do *smartphone* também utilizado como acelerômetro no assento veicular, buscando reproduzir de maneira mais próxima possível um acelerômetro de assento normatizado, com o propósito de registrar as vibrações transmitidas ao condutor simultaneamente às medições realizadas no reboque. Foram realizadas análises de correlação e regressão linear entre os eixos do sistema carretinha, entre os eixos do acelerômetro instalado no assento e também entre os dois sistemas de medição. As medições foram realizadas em 10 vias não pavimentadas de uso urbano, em condições e localidades distintas, totalizando aproximadamente 5 km de extensão, avaliadas em duas campanhas separadas por um intervalo de cerca de dois meses. Os resultados demonstraram que o índice proposto apresenta potencial de aplicação na gestão de vias não pavimentadas, permitindo o monitoramento das condições funcionais das vias e auxiliando na definição de prioridades de manutenção e reabilitação. Como exemplo, observou-se redução do RMS médio e diminuição de seções críticas na via Gramados, na qual foram observadas intervenções de manutenção. Em contrapartida, vias como Costa e Silva apresentaram piora de desempenho, associada à ausência de intervenções e ao agravamento das condições superficiais. O índice pode ser expandido para classificação de outros tipos de superfície, julgando ser possível a obtenção de dados por usuários leigos de maneira rápida e por longas extensões. Embora as regressões lineares entre os eixos dos dois sistemas diferentes não tenham apresentado resultados de afinidade, as correlações obtidas no sistema carretinha demonstraram comportamento satisfatório, com valores de R^2 de no mínimo 0,76. Destaca-se ainda que 63,6% das frequências predominantes observadas no acelerômetro posicionado em assento situaram-se na faixa de maior sensibilidade biomecânica humana (4–20 Hz). Apesar disso, seus valores de aceleração equivalente permaneceram abaixo dos limites de risco à saúde estabelecidos pelas normas ISO 2631 e NHO-09.

Palavras Chaves: Índice de condição do pavimento; Não Pavimentadas; Irregularidade Longitudinal, Gerência de Pavimentos; Vibração em Vias.

ABSTRACT

The management of urban and road networks is a responsibility of agencies in charge of maintaining these infrastructure elements; however, its implementation is not simple. Many condition indices are commonly used to assess the current state of a roadway, evaluating whether it provides adequate conditions for safe, comfortable, and economical traffic. Although widely applied, these indices require highly qualified professionals for data collection and analysis and do not always allow rapid assessment as required by road management agencies. This study proposes the development of a functional index based on accelerations generated during travel on unpaved roads, using the road network of the municipality of Guarapuava, Paraná, Brazil, as a case study. The proposed index, named Road Index by Accelerometer – Unpaved Roads (RIA-UR), was developed using acceleration data collected from a smartphone accelerometer installed on a utility trailer. The methodology enabled the establishment of both a simple classification system and a dual classification system capable of indicating the progression between different functional states. These classifications can be applied at both the network level, using average RMS values, and at the project level, by identifying sequences of sections with high resultant RMS values along the roadway. Additionally, a mounting device was developed to position a smartphone on a vehicle seat, aiming to approximate the behavior of a standardized seat accelerometer and to record vibrations transmitted to the driver simultaneously with the measurements obtained from the trailer. Correlation and linear regression analyses were conducted among the axes of the trailer system, among the axes of the seat accelerometer, and between both systems. Measurements were carried out on ten unpaved urban roads under different conditions and locations, totaling approximately 5 km in length, evaluated in two data collection campaigns separated by an interval of about two months. The results indicate that the proposed index presents potential applicability for unpaved road management, enabling the monitoring of functional conditions and supporting maintenance and rehabilitation decision-making. For instance, a reduction in average RMS values and in the number of critical sections was observed on Gramados Road, where maintenance interventions were identified. Conversely, roads such as Costa e Silva showed deterioration associated with the absence of maintenance and worsening surface conditions. The index can also be extended to other types of road surfaces, allowing rapid data acquisition over long distances by non-specialized users. Although linear regressions between the axes of different systems did not show consistent results, correlations within the trailer system were satisfactory, with R^2 values of at least 0.76. Additionally, 63.6% of the predominant frequencies measured at the seat were within the range of highest human biomechanical sensitivity (4–20 Hz). Nevertheless, equivalent acceleration values remained below the health risk limits established by ISO 2631 and NHO-09 standards..

Palavras Chaves: Road Condition Index; Unpaved Roads; Longitudinal Roughness, Pavement Management; Road-induced Vibration

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Superfície com irregularidade vertical e falha de integridade superficial.....	3
Figura 2 – Seção com plasticidade excessiva.....	13
Figura 3 – Seção Inundada devido extrapolamento de liquidez.....	14
Figura 4 – Monitoramento Funcional de uma Via por meio de VSA	21
Figura 5 – Perfilômetro inercial para método IRI em veículo.....	24
Figura 6 – Coordenação dos eixos de avaliação da ISO 2631-1	39
Figura 7 – Acelerômetro de assento comercial normatizado	42
Figura 8 – Configuração do assento indicado para avaliação de vibrações em bancos veiculares pela ISO 10326-1	43
Figura 9 – Posições para fixação de acelerômetro sobre banco veicular	43
Figura 10 – Sede de Guarapuava na plataforma Geoguarapuava com as camadas de pavimentação ativas	48
Figura 11 – Veículo e reboque utilizados na pesquisa	50
Figura 12 – <i>Smartphone</i> em caixa suporte: a) colocação; b) acomodação; c) sistema de eixos alinhados ao sistema ISO 2631-1	51
Figura 13 – Geometria da Carretinha e disposição da haste de madeira com caixa de energia para colocação do <i>smartphone</i> medidor	52
Figura 14 – Suporte desenvolvido para o <i>smartphone</i> acelerômetro de assento instalado sobre banco veicular: a) Vista do parabrisa; b) Vista da porta do motorista; c) coordenação de eixos..	53
Figura 15 – Partes do dispositivo de inserção de <i>smartphone</i> do sistema assento: a) tampa com plástico bolha; b) base com <i>foam board</i> nivelada para altura do acelerômetro; c) colocação da placa metálica base de celular; d) dispositivo final apenas destampado.....	54
Figura 16 – Fluxograma da coleta de dados ao gerenciamento.....	57

Figura 17 – Gráficos no estado estacionário do sistema carretinha: a) Tempo vs. Aceleração; b) Frequência vs. Amplitude.....	58
Figura 18 – Gráficos no estado estacionário do sistema banco: a) Tempo vs. Aceleração; b) Frequência vs. Amplitude.....	59
Figura 19 – Gráficos obtidos dos testes de regressão linear entre diferentes eixos das amostras de aceleração do sistema carretinha	61
Figura 20 – Gráficos obtidos dos testes de regressão linear entre diferentes eixos das amostras de aceleração do sistema assento.....	63
Figura 21 – Gráficos obtidos dos testes de regressão linear avaliando relação entre eixos de sistemas distintos.....	65
Figura 22 – Distribuição dos valores RMS avaliados sobre distribuição normal e IC de 95%.....	67
Figura 23 – a) Seção da via Dorigon com 5,83 m/s ² ; b) Seção da via Sauer com 7,23 m/s ² ; c) Seção da via Matilde com 16,41 m/s ²	69
Figura 24 – a) Seção Claudio Coutinho com 20,49 m/s ² ; b) Seção Gramados com 21,77 m/s ² ; c) Seção Casimiro Sberse com 21,88 m/s ²	70
Figura 25 – a) Seção Gramados com 25,41 m/s ² ; b) Seção Cláudio Coutinho com 26,89 m/s ² ; c) Seção Raquel de Queirós com 25,67 m/s ²	71
Figura 26 – a) Seção da Pardais com 28,13 m/s ² ; b) Seção da Cláudio Coutinho com 29,37 m/s ² ; c) Seção da Gramados com 28,46 m/s ²	72
Figura 27 – a) Seção da Costa e Silva com 35,10 m/s ² ;b) Seção da com 57,98 m/s ² ;c) Seção da Junqueira com 38,18 m/s ²	72
Figura 28 - Distribuição de seções da primeira temporada segundo classificação de conservação RIA-UR de nome único	75
Figura 29 - Distribuição de seções da segunda temporada segundo classificação de conservação RIA-UR de nome único	76

Figura 30 – Comparativo das condições funcionais média das vias amostradas pelo RIA-UR nomenclatura única.....	78
Figura 31 - Comparativo das condições funcionais média das vias amostradas pelo RIA-UR de nomenclatura dupla.....	81
Figura 32 – Comparativo de vias pelo índice RIA-UR nomenclatura dupla aplicado ao longo das seções.....	83
Figura 33 – Comparativo da aceleração na componente Z em duas vias de condições distintas nas campanhas realizadas	87

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Classificação das vias segundo definição, papel e velocidade de operação	11
Tabela 2 - Faixas granulométricas recomendadas pelo TTF para uso em estradas não pavimentadas britânicas.....	15
Tabela 3 – Tamanho de revestimento para via não pavimentada segundo DNIT 445 (2023)	16
Tabela 4 – Defeitos superficiais possíveis em vias não pavimentadas.....	17
Tabela 5 – Intervalos de valores típicos de IRI conforme tipo de via	25
Tabela 6 – Valores de IRI empregados pela FHWA para classificar desempenho de pavimentos	26
Tabela 7 – Divisão de condições de conservação segundo PCI.....	28
Tabela 8 - Classificações no índice de Cabette (2018).....	29
Tabela 9 – Síntese da classificação visual PASER GRAVEL	31
Tabela 10 – Divisão da classificação URCI conforme trabalho.....	34
Tabela 11 – Conotação das ponderações e casos e eixos de aplicação	40
Tabela 12 – Intervalos de conforto sujeitos os usuários de vibração segundo ISO 2631-1	42
Tabela 13 – Intervalos de risco segundo NHO-09	45
Tabela 14 – Conjunto de vias não pavimentadas tidas como amostra da pesquisa.....	49
Tabela 15 – Resultados proveniente de regressão linear entre valores de aceleração dos eixos do sistema carretinha sob diferentes períodos	60
Tabela 16 – Resultados proveniente de regressão linear entre valores de aceleração dos eixos do sistema assento em diferentes períodos	62
Tabela 17 – Resultados proveniente de regressão linear efetuada sobre mesma linha de eixo do sistema carretinha e sistema banco	64
Tabela 18 – Divisão da Classificação de vias não pavimentadas baseada em aceleração total de acelerômetro acoplado em carretinha	68

Tabela 19 – Distribuição de medidas RMS da primeira temporada nas classes do índice elaborado	68
Tabela 20 – Médias dos valores de aceleração total do módulo carretinha nas vias amostradas nos diferentes momentos mensurados ¹	74
Tabela 21 - Médias dos valores de aceleração total do módulo banco nas vias amostradas nos diferentes momentos mensurados ²	74
Tabela 22 – Prioridade de intervenção segundo RIA-UR simples na primeira campanha	78
Tabela 23 – Prioridade de intervenção segundo RIA-UR simples na segunda campanha.....	78
Tabela 24 – Classificação RIA-UR por nomenclatura dupla	80
Tabela 25 – Prioridade de Intervenção segundo nomenclatura dupla do RIA-UR na primeira campanha	81
Tabela 26 – Prioridade de Intervenção segundo nomenclatura dupla do RIA-UR na segunda campanha	82
Tabela 27 – Classificação decrescente de vias na primeira temporada segundo percentual de trechos de baixa qualidade funcional em relação a extensão total da via	84
Tabela 29 – Classificação decrescente de vias na segunda temporada segundo percentual de trechos de baixa qualidade funcional em relação a extensão total da via	85
Tabela 30 – Resultados de aceleração equivalente a exposição ocupacional de 8 horas conforme temporada e via investigada	88
Tabela 31 – Valores de Frequência e magnitude das vias nas duas temporadas a partir dos resultados de aceleração equivalente da avaliação de saúde	90

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AASHTO – *American Association of State Highway and Transportation Officials*

AEN – Agência Estadual de Notícias do Paraná

CBR – *California Bearing Ratio* (Índice de Suporte Califórnia)

CNT – Confederação Nacional do Transporte

COV – Custo de Operação Veicular

DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes

EBVT – Estrada de Baixo Volume de Tráfego

ERA – *Ethiopian Roads Authority*

FHWA – Federal Highway Administration

FFT – *Fast Fourier Transform* (Transformada rápida de Fourier)

IGG – Índice Global de Gravidade

IRI – *International Roughness Index*

M&R – Manutenção e Reabilitação

ODS – Objetivos de Desenvolvimento Sustentável

ONU – Organização das Nações Unidas

RAIS – Relação Anual de Informações Sociais

RIA – *Road Index by Accelerometer*

RMS – *Root Mean Square*

UR – *Unpaved Roads*

URCI – *Unsurfaced Road Condition Index*

VDM – Volume Diário Médio

VSA – Valor de Serventia Atual

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	1
1.1 Objetivos.....	3
1.2 Problemática.....	4
1.3 Justificativa.....	7
1.4 Organização.....	9
1.5 Desafio Tecnológico.....	9
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	11
2.1 Vias não pavimentadas.....	11
2.1.1 Defeitos Superficiais de Vias não pavimentadas.....	16
2.2 Gerência de Pavimentos.....	19
2.3 Índices de classificação funcional para vias pavimentadas.....	22
2.3.1 Índice de Gravidade Global (IGG).....	22
2.3.2 <i>International Roughness Index</i> (IRI).....	23
2.3.3 Pavement Condition Index (PCI).....	26
2.4 Índices de classificação funcional para vias não pavimentadas.....	28
2.4.1 Método de Cabette.....	28
2.4.2 PASER Gravel.....	30
2.4.3 <i>Unpaved Road Condition Index</i> (URCI).....	33
2.5 Acelerômetro e Vibrações.....	34
2.5.1 <i>International Standard Organization</i> (ISO).....	37
2.5.2 FUNDACENTRO.....	44
3 METODOLOGIA.....	46

3.1 Determinação da Amostra	46
3.2 Processo de obtenção de medidas de aceleração nas vias avaliadas	49
3.2.1 Sistema Reboque	50
3.2.2 Sistema Assento.....	52
3.3 Processamento de dados e Gerenciamento aplicado	55
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	60
4.1 Correlação e Regressão Linear entre eixos e sistemas	60
4.2 Desenvolvimento de classificação funcional pelo sistema carretinha.....	66
4.3 Conservação das vias não-pavimentadas ao longo do tempo.....	73
4.4 Avaliação do impacto a Saúde segundo aplicação da ISO 2631-1.....	88
5 CONCLUSÃO.....	92
5.1 Sugestões para trabalhos futuros	93
REFERÊNCIAS	95
ANEXOS	106
ANEXO A	107
ANEXO B.....	109
APÊNDICES	112
APÊNDICE A.....	113
APÊNDICE B.....	114
APÊNDICE C.....	115
APÊNDICE D.....	116
APÊNDICE E.....	139
APÊNDICE F	160
APÊNDICE G.....	183

APÊNDICE H.....	204
APÊNDICE I.....	206
APÊNDICE J.....	208
APÊNDICE K.....	210
APÊNDICE L.....	212
APÊNDICE M.....	214

1 INTRODUÇÃO

As vias não pavimentadas são caracterizadas pela ausência de estratos superiores tratados ou estabilizados, como ligantes betuminosos ou cimentícios, sobre solo (leito natural ou não), em que apenas é nivelado ou cascalhado apresentando assim desagregação temporal natural (FHWA, 2015; BRANCO *et al.*, 2008; ODA, 1995). Essas vias compõem uma parcela significativa da malha viária brasileira, abrangendo tanto o meio rodoviário quanto o urbano. Em termos rodoviários, os dados da Confederação Nacional de Transporte (CNT) indicam que apenas 21,50% das rodovias do Brasil são pavimentadas, o que evidencia a predominância das estradas não pavimentadas no território nacional (CNT, 2024). Já nas cidades, embora a proporção de vias sem pavimentação seja menor, os dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) apontam que 11,5% da população brasileira vive em logradouros não pavimentados. Esse percentual é significativo, sobretudo por refletir deficiências estruturais em áreas mais povoadas e de maior desenvolvimento econômico, onde a pavimentação usualmente é um indicativo de qualidade de vida (IBGE, 2022).

O percentual da população urbana sem disposição de pavimentação no acesso de suas residências é preocupante em consideração da difusão das técnicas e conhecimentos da pavimentação asfáltica no Brasil remeter a meados do século XX, com o lançamento do primeiro manual de pavimentação (DNIT, 2006). Em zonas rurais, a predominância de vias não pavimentadas é esperada. Conforme Tahiroglu (2025), a densidade populacional é menor e as rotinas menos dependentes de deslocamentos regulares e de horários fixos, em contraste com os centros urbanos, onde os horários são condicionados pelas atividades comerciais e industriais.

Desta maneira, a urgência de atendimento a infraestrutura tem sido reconhecida pelos gestores públicos brasileiros. Essa percepção se reflete na criação e implementação de diversos programas voltados à melhoria da mobilidade e da qualidade de vida urbana, contemplando não apenas a pavimentação asfáltica, mas também calçadas, drenagem e iluminação pública. Entre as iniciativas recentes desse movimento, destacam-se o programa federal “Gigantes do Asfalto” e o programa do Estado do Paraná “Asfalto Novo, Vida Nova”, que, embora com graus variados de

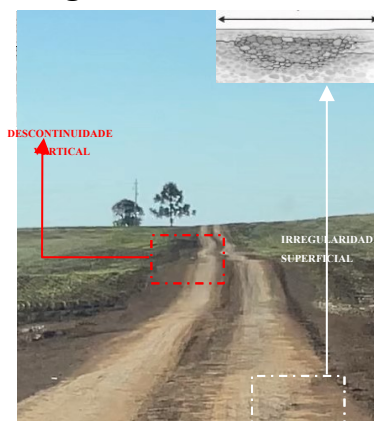
êxito, evidenciam o esforço contínuo das administrações em expandir e qualificar a infraestrutura viária do país (AEN, 2023; AEN, 2025; BRASIL, 2025).

A administração eficiente do setor de infraestrutura de transportes, urbano ou rodoviário, exige não apenas a correta aplicação dos recursos públicos, mas também a atuação de profissionais tecnicamente capacitados. A gerência de pavimentos e vias não pavimentadas constitui uma atribuição própria de engenheiros, técnicos em pavimentação e demais especialistas, cuja atuação garante coerência na tomada de decisões (SENNÁ, 2014). No âmbito da gestão viária, a definição de prioridades é uma etapa central: os trechos devem ser classificados de acordo com a urgência das intervenções, desde os segmentos mais deteriorados até aqueles com melhor condição de rolamento, de modo a otimizar o uso do orçamento disponível (SHTAYAT *et al.*, 2020).

Nesse contexto, Silva *et al.* (2024) destacam que a gerência de pavimentos (vias pavimentadas e não pavimentadas) se configura em um problema de otimização multiobjetivo, no qual restrições financeiras, níveis de deterioração, volume de tráfego e benefícios sociais precisam ser equilibrados para orientar decisões consistentes. A realização periódica desse processo é indispensável para acompanhar a evolução das condições das vias ao longo do tempo e garantir respostas adequadas às necessidades da população (ADU *et al.*, 2023), além de constituir um instrumento fundamental para o desenvolvimento comunitário (SENNÁ, 2014).

Para definir a qualidade de tráfego sobre uma via, realiza-se sua avaliação funcional, que tem por objetivo quantificar em um parâmetro nível de conforto, segurança e economia ao usuário, tendo como referência a irregularidade vertical quanto a integridade da superfície (BERNUCCI *et al.*, 2022). É importante satisfazer ambos os requisitos: de nada serve uma via com pequenas discontinuidades verticais se possuir consideráveis falhas na superfície assim como uma via com superfície sem defeitos apresentar periódicos desníveis repentinos. A Figura 1 apresenta um caso que ilustra irregularidade vertical quanto integridade superficial.

Figura 1 – Superfície com irregularidade vertical e falha de integridade superficial



Fonte: Autoria Própria

Desta maneira, é importante que uma avaliação funcional permita verificar tanto a irregularidade vertical quanto integridade superficial das vias. Muitas metodologias de avaliação funcional, principalmente de pavimentos, se concentram sobre tudo em aspectos de regularidade vertical, na continuidade do traçado longitudinal ou apenas na quantificação de defeitos. Além disso, os métodos não instrumentados, dependentes de avaliador na obtenção de dados, possui a subjetividade como fator impactante: o avaliador pode se equivocar ao definir o defeito e severidade da mesma. O acelerômetro, se calibrado, permite registrar uma resposta imparcial, induzida pelas irregularidades da via, sendo sensível a variações tanto no perfil longitudinal e a alterações superficiais causada por defeitos na que impactam diretamente o rolamento.

O presente estudo concentra-se na avaliação funcional das vias não pavimentadas, utilizando a malha disponível em Guarapuava-PR (principalmente a urbana), um território de grande extensão e com significativa proporção de estradas e ruas do tipo, que servem tanto áreas rurais quanto bairros periféricos urbanos. Busca-se desenvolver um índice funcional focado nas ruas não pavimentadas, visto que há a lacuna na literatura de índice funcional para este tipo de infraestrutura, ainda mais se considerado de forma prática para operação gestão pública e acessível em termos dos instrumentos empregados.

1.1 Objetivos

Esta dissertação tem como objetivo propor um índice funcional de vias não pavimentadas, destinado a apoiar atividades de gestão de pavimentos. O índice almeja a execução rápida e

econômica, baseado a partir de medidas de aceleração obtidas por acelerômetro, especialmente aqueles presentes em *smartphones*. Ainda, o índice busca dispensar a necessidade de coleta de dados por profissionais especializados em pavimentação e minimizar o impacto da subjetividade inerente às avaliações convencionais. Como objetivos específicos:

- Constituir sistemática para execução do índice funcional para ruas não pavimentadas com o uso de reboque do tipo carretinha como acoplamento veicular para captação de acelerações em *smartphone*;
- Mapear a condição funcional das ruas não pavimentadas de Guarapuava-PR por meio do índice desenvolvido;
- Comparar campanhas sobre as vias não pavimentadas amostradas e indicar possíveis ações de manutenção e reabilitação (M&R) realizadas;
- Estabelecer prioridades de reabilitação segundo literatura de gestão de pavimentos a nível malha e a nível rede;
- Analisar o impacto das vibrações captadas por acelerômetro sobre a saúde do operador, por meio de medições de aceleração no banco do condutor;
- Verificar a correlação entre eixos nos sistemas empregados (acelerômetro carretinha e acelerômetro assento);
- Estabelecer equações de regressão linear entre os eixos de cada sistema e eixos de sistemas distintos.

1.2 Problemática

A avaliação funcional de vias não pavimentadas ainda apresenta limitações significativas nos métodos tradicionalmente empregados no Brasil. Muitos índices empregados [como URCI, PASER e Cabette (2018)] dependem essencialmente da observação direta, exigindo que avaliadores identifiquem defeitos, classifiquem suas severidades e decidam, com base na experiência, o grau de deterioração do segmento analisado. Apesar de haver uma sistemática essa

dependência do julgamento humano introduz variabilidade entre avaliadores, reduz a reprodutibilidade dos resultados e torna o processo vulnerável à subjetividade, além de demandar tempo e equipes tecnicamente treinadas (AFENIKA *et al.*, 2020; DACOVA, 2021).

Outra dificuldade presente nos métodos tradicionais é a necessidade de conhecimento técnico específico. Como observa Yeganeh *et al.* (2019), metodologias complexas tendem a se tornar onerosas ou operacionalmente ineficazes quando aplicadas por profissionais sem formação superior ou compatível, o que é uma realidade frequente nas administrações municipais brasileiras. Embora estudos recentes indiquem avanços no nível de escolaridade dos servidores públicos (IPEA, 2024), ainda é expressiva a parcela de profissionais com escolaridade de ensino médio ou inferior, o que reforça a necessidade de procedimentos que possam ser executados com menor dependência de conhecimento técnico especializado.

Por fim, há também os custos a serem levados em conta: além da perda de efetivo para avaliações muitas vezes demoradas, há também a necessidade de considerar os equipamentos empregados: para avaliação funcional de pavimentos, o índice IRI, por exemplo, depende de perfilômetros que custam entre oito a dez mil dólares, além de serem sensíveis a condições extremas de deterioração. Um sensor relativamente acessível é o acelerômetro, que se mostra cada dia mais presente no cotidiano de nossa sociedade, especialmente com a popularização dos *smartphones* (AZZOUG e KAEWUNRUEN, 2017; AFENIKA *et al.*, 2020), no entanto, não existe uma metodologia consolidada para vias não pavimentadas que seja simultaneamente:

- Acessível e de baixo custo;
- Rápida de executar;
- Independente do julgamento subjetivo do avaliador;
- Baseada exclusivamente em valores de aceleração;
- Padronizada e reprodutível, sem depender do modelo do veículo;
- Produza um índice funcional direto, específico para esse tipo de via.

Os estudos existentes não preenchem essa lacuna:

- Afenika *et al.* (2020) aplicaram smartphones e aprendizado de máquina para avaliar pavimentos urbanos, mas o método exige bases extensas de treinamento e não foi desenvolvido para estradas não pavimentadas.
- Ahmed *et al.* (2021) realizou leituras de acelerômetro sobre um mesmo veículo e utilizando smartphones diferentes para a leitura dos valores de RMS. O estudo verificou que os valores obtidos dos acelerômetros para vias não pavimentadas eram mais que duas vezes superiores aos valores das vias pavimentadas.
- Mohammadi *et al.* (2023) analisaram vibrações transmitidas ao operador de tratores, focando em conforto e saúde ocupacional, não na conservação da via.
- Mucka (2020) utilizou acelerometria para estudar irregularidades, porém como um meio para indiretamente definir o IRI, sendo o resultado fortemente dependente das características do veículo utilizado, algo que inviabiliza replicações.
- Da Silva *et al.* (2024) propuseram um índice global para vias não pavimentadas (GQIUR), baseado na integração entre dados de aceleração (RQIUR) e um índice de condição superficial obtido por inspeção visual (URCI) permitindo uma avaliação conjunta da qualidade de rolamento e das condições da superfície da via. No entanto, o método URCI é um método de avaliação não instrumentado, que costuma ser realizado se deslocando a pé, ainda, houve o aumento da complexidade operacional se considerado a necessidade de dois índices.

Desta maneira, não se dispõe de uma metodologia rápida, acessível (tanto economicamente quanto para o nível de educação dos servidores) e tecnicamente robusta capaz de avaliar vias não pavimentadas com base apenas em um sensor acelerômetro e gerar um indicador funcional direto, dispensando interpretações subjetivas ou análises visuais demoradas. Essa lacuna metodológica limita a capacidade de municípios e órgãos gestores de monitorar suas redes viárias de forma sistemática, rápida, reprodutível e com baixo custo, prejudicando a tomada de decisão, a definição de prioridades e a alocação eficiente de recursos públicos.

1.3 Justificativa

A pesquisa conta com um caráter extensionista, visto que disponibilizará um índice e toda sistemática de aplicação para o uso de entidades e, principalmente, municípios de pequeno e médio porte dotados de malha de vias não pavimentadas, muitas vezes, maiores do que suas capacidades técnicas são capazes de monitorar, sem discutir as possíveis restrições financeiras que teriam para executar uma gestão tradicional. As estradas e ruas não pavimentadas são as vias que geralmente estão presentes nas populações mais afastadas e/ou marginalizadas e são elas que têm papel central no acesso da população a serviços essenciais, como saúde, educação e trabalho. Como destaca Mbabazi (2019), vias não pavimentadas precárias elevam custos de operação de veículos, dificultam o acesso a direitos básicos e aprofundam desigualdades sociais.

Além de todo o contexto já discutido, o trabalho atua nos seguintes Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS):

- ODS 1 – Erradicação da Pobreza: A gestão sistemática das vias permite identificar as infraestruturas que demandam intervenção prioritária, direcionando investimentos para regiões mais vulneráveis. Vias em más condições comprometem o acesso da população a direitos fundamentais, como saúde, educação e trabalho, além de impactarem negativamente o valor social e econômico das comunidades, o que causa marginalização e discriminação da comunidade em relação às outras.
- ODS 3 – Saúde e Bem-Estar: Vias em boas condições, sobretudo as não pavimentadas, reduzem vibrações e impactos excessivos sobre condutores e passageiros, prevenindo desconfortos físicos e doenças ocupacionais relacionadas à exposição prolongada a irregularidade superficial. Além disso, favorecem a mobilidade segura, estimulando atividades cotidianas e o convívio social.
- ODS 4 – Educação de Qualidade: A melhoria das condições de tráfego nas vias facilita o deslocamento de estudantes e profissionais da educação, especialmente em áreas rurais e periféricas, contribuindo para a redução das evasões escolares e universitárias e para o acesso equitativo ao ensino

- ODS 8 – Trabalho decente e crescimento econômico: A conservação e o monitoramento eficiente das vias favorecem a circulação de pessoas, bens e serviços, fortalecendo as economias locais. Além disso, a aplicação de metodologias simplificadas e acessíveis de gestão viária estimula a geração de emprego e capacitação técnica, promovendo autonomia operacional nos municípios.
- ODS 10 – Redução de Desigualdades: A melhoria das vias não pavimentadas reduz o isolamento geográfico e social de comunidades periféricas e rurais, ampliando o acesso a serviços públicos essenciais e oportunidades econômicas. Com isso, contribui-se para a integração territorial e inclusão social de populações historicamente marginalizadas.

Além de ferramenta de auxílio às entidades responsáveis na gestão da malha não pavimentada e do impacto no desenvolvimento regional (alinhado a filosofia de ODS da ONU), a melhoria das condições funcionais das vias não pavimentadas também se relaciona diretamente com aspectos de segurança e economia.

Do ponto de vista da segurança, defeitos superficiais, irregularidades e elevada rugosidade da via afetam a interação entre pneu e superfície da infraestrutura, reduzindo a capacidade de controle direcional dos veículos e aumentando a probabilidade de acidentes. Em vias com elevada irregularidade, o controle do veículo torna-se mais difícil, especialmente em velocidades maiores ou em curvas, podendo resultar em colisões severas. Além disso, a exposição contínua a vibrações e trepidações pode gerar fadiga nos condutores, elevando o risco de acidentes ao longo do tempo (HUYNH *et al.*, 2025).

Em relação a prejuízos econômicos, a deterioração da superfície das vias aumenta significativamente os custos de operação veicular, incluindo consumo de combustível, desgaste de pneus, manutenção mecânica e tempo de deslocamento. A literatura demonstra que a rugosidade do pavimento ou não pavimento exerce influência direta sobre esses custos, como o estudo de Sime *et al.* (2021) identifica ao comparar os custos provenientes do mesmo contexto (mesmo local, veículo, entre outros fatores) mas com a superfície viária diferente.

1.4 Organização

A dissertação apresenta-se organizada da seguinte maneira: há cinco capítulos compostos por introdução, referencial teórico, metodologia, resultados e discussão e conclusão. Cada capítulo com tópicos e subtópicos que pretendem, em conjunto, de forma bem-sucedida, contextualizar o problema, relatar o estado da arte dos elementos pertencentes aos problemas, apresentar a sistemática adotada e por fim atingir resultados que convergem com os objetivos estipulados no início do trabalho.

1.5 Desafio Tecnológico

O desenvolvimento desta pesquisa envolveu desafios tecnológicos relevantes para a implementação da metodologia proposta. O primeiro consistiu na adaptação de um reboque do tipo carretinha, de modo que o equipamento pudesse acomodar de forma segura e estável um *smartphone* utilizado como acelerômetro. Essa etapa exigiu a criação de um sistema de fixação que garantisse a consistência e reprodutibilidades das leituras de aceleração, adequadas à análise funcional proposta.

Outro desafio esteve relacionado ao processamento dos dados obtidos pelos acelerômetros. Cada percurso gerava uma grande quantidade de leituras de vibração por segundo, correspondentes às leituras contínuas de aceleração em diferentes eixos. Foi necessário desenvolver rotinas de programação capazes de interpretar as leituras por segundo, identificar janela de deslocamento e eliminar anomalias que pudessem distorcer os resultados. Esse tratamento permitiu converter os dados brutos em informações confiáveis para a constituição do índice de qualidade funcional proposto.

Além disso, houve a necessidade de obter medições complementares no assento do condutor, a fim de avaliar o nível de vibração transmitido ao corpo humano. Contudo, os equipamentos comerciais disponíveis apresentavam custo elevado, o que levou à necessidade de acomodar outro *smartphone* de maneira semelhante aos acelerômetros de assento do mercado. Essa solução garantiu a viabilidade financeira do experimento com o mesmo nível de precisão das medições realizadas na carretinha.

Esses desafios tecnológicos evidenciam o caráter experimental e inovador do trabalho, cuja contribuição se estende tanto ao desenvolvimento de um índice acessível de gestão funcional de vias quanto à criação de soluções práticas e de baixo custo para a coleta e tratamento de dados de aceleração.

Além dos desafios operacionais enfrentados, o presente trabalho apresenta uma inovação tecnológica ao propor o uso de um reboque padronizado (carretinha) como plataforma de medição para a avaliação funcional de vias. Avaliações relacionadas à vibração e ao conforto de rolamento são influenciadas pelas características do veículo utilizado, o que dificulta a obtenção de resultados comparáveis e generalizáveis como a condição da via, por exemplo. O sistema desenvolvido, por sua vez, possibilita a reprodutibilidade das medições em diferentes localidades, minimizando os efeitos das variáveis veiculares sobre as leituras. Ao adotar dimensões padronizadas, a proposta contribui para a padronização de um sistema acessível, replicável e tecnicamente confiável de avaliação funcional de vias não pavimentadas.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Vias não pavimentadas

As vias urbanas, assim como as rodoviárias, são projetadas de acordo com o volume diário médio (VDM) de veículos. Com base nesse parâmetro, procede-se à classificação funcional da via, conforme as seis classes definidas pelo Manual de Projeto Geométrico de Rodovias Rurais do DNER (ALVES *et al.*,2023; DNER, 1999). A classificação mencionada é apresentada detalhadamente na Tabela 1.

Tabela 1 – Classificação das vias segundo definição, papel e velocidade de operação

Classe de Projeto	Definição	Papel Funcional	Velocidade de Operação (km/h)
Classe 0 (ou Especial)	Também denominada via expressa; representa o mais alto padrão técnico, com controle total de acessos, pista dupla com separação física e velocidade elevada.	Arterial	≥ 120
Classe I-A	Vias de pista dupla, destinadas a atender altas demandas de tráfego, com bons níveis de serviço e tolerância moderada a interferências por acessos.	Arterial	100 – 120
Classe I-B	Vias de pista simples de elevado padrão, destinadas a volumes superiores a 1.400 veículos/dia ou 200 veículos/hora no pico.	Arterial	80 – 100
Classe II	Rodovias de pista simples com VDM entre 700 e 1.400 veículos/dia, conectando centros locais ou regionais.	Coletor	60 – 80
Classe III	Rodovias de pista simples com VDM entre 300 e 700 veículos/dia, geralmente de ligação secundária.	Coletor / Local	40 – 60
Classe IV-A	Rodovias simples, geralmente não pavimentadas, com VDM entre 50 e 200 veículos/dia. Representam estradas vicinais ou pioneiras de tráfego limitado.	Local	30 – 50
Classe IV-B	Vias não pavimentadas com VDM inferior a 50 veículos/dia, atendendo áreas rurais de baixa densidade populacional.	Local	≤ 30

Fonte: Adaptado (ALVES *et al.*,2023; DNER, 1999)

Conforme apresentado na Tabela 1, o papel funcional das vias (arterial, coletor e local) definem as exigências de desempenho e, conseqüentemente, a classe de projeto correspondente. As vias arteriais correspondem aos principais eixos de ligação entre centros urbanos e regiões de maior densidade de tráfego; as coletoras promovem a conexão entre as vias arteriais e as áreas locais; e as locais destinam-se ao tráfego de acesso direto ao destino final, como chegada em uma

propriedade ou entrada em cidades ou comunidades (ALVES *et al.*, 2023; DNER, 1999). A partir dessa classificação, são definidos os elementos geométricos fundamentais do projeto, como o número de pistas (simples ou duplas), a velocidade diretriz, os raios mínimos de curva e, no que se refere à pavimentação, a seleção dos materiais e espessuras das camadas estruturais.

No desenvolvimento de um projeto de pavimentação, parte-se do parâmetro N, que representa o tráfego acumulado ao longo da vida de projeto, considerando a variedade de veículos que utilizam a via, desde veículos mais leves até os veículos mais pesados possíveis, convertendo em eixos equivalentes de 8,2 toneladas, de forma a uniformizar a solicitação transmitida ao pavimento. A partir desse valor, aplicam-se as equações empíricas ou mecanicistas previstas nos métodos de dimensionamento adotados no Brasil, como o método empírico tradicional do DNER (1981) e o método MEDINA do DNIT (2006), os quais permitem determinar as espessuras ótimas das camadas de sub-base, base e revestimento, garantindo a vida útil estrutural e o nível de desempenho esperado do pavimento.

No caso das vias não pavimentadas, é comum, tanto nas projetadas quanto nas já existentes, que o VDM não ultrapasse 200 veículos/dia. Esse baixo volume de tráfego caracteriza essas vias: na literatura técnica são definidas também como estradas de baixo volume de tráfego (EBVT) ou estradas vicinais, expressões frequentemente utilizadas como sinônimos para vias não pavimentadas (ARRB, 2020; DOS SANTOS *et al.*, 2019; ERA, 2016). De modo geral, esse nível reduzido de tráfego justifica a opção por adiar a pavimentação, sobretudo em áreas rurais, onde o custo de execução e manutenção tende a ser elevado em relação à demanda de uso. Isso é frequentemente usada pela gestão pública como argumento para postergar a pavimentação de vias. Ademais, a literatura mostra que, em alguns casos, obras viárias são priorizadas por conveniência política, mesmo quando existem trechos com maior VDM e prioridade técnica segundo critérios de planejamento (WORLD BANK, 2021; KLEIN, 2010).

Tanto no contexto urbano quanto no rural ou intermunicipal, as vias não pavimentadas são destituídas de camadas estruturais que compõem uma rodovia pavimentada, como base, revestimento e demais camadas previstas em projeto. Entretanto, diferentemente de algumas definições que as consideram elementos rudimentares, essas vias geralmente apresentam

continuidade de greide voltada à drenagem e podem receber tratamento superficial simples com materiais locais (argila, areia, saibro) ou, em alguns casos, materiais britados (DOS SANTOS *et al.*, 2019). A Federal Highway Administration (FHWA) diferencia de forma objetiva esses dois tipos de via: as pavimentadas, compostas por uma camada semi-permanente de concreto ou asfalto; e as não pavimentadas, formadas por materiais não perenes que podem ser carregados pela ação ambiental (FHWA, 2015).

Pela exposição do leito e do material granular ao ambiente, além do carreamento, é possível a ocorrência de plasticidade excessiva do leito ou inundação de seção em períodos de chuva (liquidez extrapolada). Desta maneira, é fundamental que o material superficial da via não pavimentada seja resistente tanto a abrasão veicular e carreamento eólico, mais intenso em períodos seco, como a plasticidade e liquidez devido às chuvas, períodos úmidos (ERA, 2016). Além da questão material, deve-se frisar que a inclinação transversal da pista tem um papel fundamental para permitir o escoamento da água adequadamente para longe da via. A Figura 2 na sequência apresenta uma situação de plasticidade excessiva e a Figura 3 um trecho de via totalmente inundado.

Figura 2 – Seção com plasticidade excessiva



Fonte: FHWA (2015)

Figura 3 – Seção Inundada devido extrapolação de liquidez



Fonte: ERA (2016)

Cabe salientar que a situação de plasticidade excessiva, representada na Figura 2, possui algumas características únicas: cor mais brilhante (menos fosca), bolsões de uniformidade e marcas das ranhuras dos pneus (SANTOS, 2018). Esse comportamento é típico de solos com comportamento argiloso, ou seja, que tem fração de material com dimensões físicas inferiores a 0,075 mm com argilominerais que reagem com a água e apresentam essa moldabilidade (BICALHO *et al.*, 2010).

Em situações de inundação ou de excessiva liquidez, mesmo quando não ocorre o alagamento total da seção da via (como ilustrado na Figura 3) pode haver a inutilização de áreas essenciais ao tráfego, comprometendo a capacidade de suporte e o tráfego pelos usuários. Embora tal condição não seja exclusiva de um tipo específico de solo, o comportamento hidráulico do terreno exerce influência significativa. Solos granulares, de maior diâmetro de partícula, apresentam coeficientes de permeabilidade (k) mais elevados, o que possibilita uma infiltração mais rápida da água. Em contrapartida, solos finos, como os argilosos, possuem baixa permeabilidade, resultando em menores valores de k e, conseqüentemente, maiores tempos de drenagem e saturação (PINTO, 2006).

Apesar de parecer que a solução seria empregar materiais como areia ou pedregulho, é necessário observar a característica de carreamento. Conforme Chiossi (2013) relata no a respeito de intemperismo e erosão, areias não retém água em sua composição e tendem, se não forem inerciais ao bastante, serem carreadas por ela durante a filtração. Pedregulhos, por outro lado, dificilmente são carreados por serem materiais de maiores dimensões, mas a obtenção de superfícies com regularidade vertical é uma tarefa difícil de alcançar nesse material.

Segundo a *Timber Transport Forum* (TTF) do Reino Unido, entidade do Estado britânico responsável pelas orientações de estradas rurais, o ideal de distribuição granulométrica para estradas não pavimentadas corresponde a um solo uniformemente distribuído, ou seja, apresenta fração de todos os tamanhos de grãos de forma equilibrada. Isso tanto para resistências as ações ambientais mencionadas anteriormente como para melhor resistência mecânica as ações de carga estática e dinâmica dos veículos (TTF, 2020). O TTF recomenda as distribuições granulométrica segundo a camada e espessura máxima do agregado conforme a Tabela 2

Tabela 2 - Faixas granulométricas recomendadas pelo TTF para uso em estradas não pavimentadas britânicas

Abertura da peneira	Base – material até 150 mm	Base – material até 100 mm	Revestimento – material até 40 mm
150 mm	100%	–	–
100 mm	70–95%	100%	–
40 mm	45–72%	50–80%	100%
20 mm	30–56%	35–65%	60–80%
10 mm	20–45%	20–50%	40–70%
5 mm	12–32%	15–40%	23–55%
600 µm	5–15%	7–16%	10–25%
75 µm	2–8%	2–8%	7–15%

Fonte: TTF (2020)

O DNIT (2023a) também relata que deve ocorrer uma distribuição contínua, no entanto, com diâmetro máximo a ser utilizado como revestimento sobre subleito igual a 25 mm e que as partículas retidas na peneira nº10 (2,00 mm) apresentem Abrasão Los Angeles < 55%. Materiais não lateríticos devem apresentam Limite de Liquidez inferior a 35 % e IP de 12% conforme série

histórica de chuvas. Em termos de altura necessária para revestimento, a mesma é função do volume de tráfego estipulado para a via e capacidade de suporte do subleito. A Tabela 3 apresenta os intervalos de tamanho de camada segundo VDM e CBR.

Tabela 3 – Tamanho de revestimento para via não pavimentada segundo DNIT 445 (2023)

VDM	CBR	Espessura camada de Revestimento (mm)
VDM ≤ 5	Baixo (CBR ≤ 3%)	165
	Médio (3% < CBR ≤ 10%)	140
	Alto (10% < CBR)	115
5 < VDM ≤ 10	Baixo (CBR ≤ 3%)	215
	Médio (3% < CBR ≤ 10%)	180
	Alto (10% < CBR)	140
10 < VDM ≤ 25	Baixo (CBR ≤ 3%)	290
	Médio (3% < CBR ≤ 10%)	230
	Alto (10% < CBR)	180
25 < VDM ≤ 50	Baixo (CBR ≤ 3%)	370
	Médio (3% < CBR ≤ 10%)	290
	Alto (10% < CBR)	215

Fonte: Skorseth *et al.* (2015) apud DNIT (2023a)

2.1.1 Defeitos Superficiais de Vias não pavimentadas

Os defeitos superficiais de estradas e ruas não pavimentadas não constituem o parâmetro diretamente norteador do índice desenvolvido neste trabalho. Em outras palavras, diferentemente de outros trabalhos em que as patologias são peça fundamental para atribuir valor a condição funcional da via, este estudo não faz uso diretamente das mesmas para averiguar a condição funcional da via. Ainda assim, como imagens e descrições das seções avaliadas fazem referência a determinados defeitos, sobretudo para justificar diferenças entre os resultados de aceleração dos trechos, torna-se necessário apresentar os defeitos de vias não-pavimentadas de forma sistematizada. Dessa forma, a Tabela 4 sintetiza os principais defeitos superficiais encontrados em vias não pavimentadas e suas características gerais.

Tabela 4 – Defeitos superficiais possíveis em vias não pavimentadas

Defeito	Identificação Visual	Conceito
Agregado Solto		Material granular desprendido da uniformidade da estrada devido falta de finos que realizavam a união.
Afundamentos		Deformações plástica na superfície com ou sem deslocamento lateral de material. São longitudinais a estrada, coincidente com a passagem dos veículos.
Buracos		Abertura de formato côncavo na pista devido perca de material menos consolidado (frágil)

Defeito	Identificação Visual	Conceito
Ondulação		<p>Sequência de picos e vales na pista. Comum em estradas mais granulares por falta de continuidade granular e excessivas acelerações e/ou frenagens.</p>
Invasão do subleito/superfície rochosa		<p>A superfície da via apresenta pedregulhos e/ou afloramento rochoso, afetando a qualidade do deslocamento por desnível na via e ser uma superfície mais lisa</p>
Erosão		<p>Devido o escoamento de água da pista, há partes que devido concentração de água e/ou de material mais escorregável, ocorre o desprendimento e permanência de sulcos na pista. Podem ser transversais (primeira imagem) como longitudinais (segunda imagem).</p>

Fonte: Criação do autor a partir de (ARRB, 2020; FHWA, 2015; WOLF,2021)

2.2 Gerência de Pavimentos

A Gestão de Pavimentos, que por definição é o monitoramento do funcionamento e conservação dos pavimentos, assim como o controle e aplicação de recursos para serviços de restauração ou execução de novos pavimentos, por muitas vezes é ampliado e realiza essa coordenação a nível total das vias de uma malha (SILVA *et al.*, 2024). Desta maneira, incorpora não somente rodovias ou ruas pavimentadas, mas estradas ou ruas não pavimentadas, respectivamente. Há uma série de setores envolvidos, dos quais um deles é o monitoramento da condição funcional, foco deste trabalho.

São elementos de uma gestão de vias (DNIT, 2011; PULUGURTA *et al.*, 2009):

- (i) Definir rede de ruas e/ou estradas sob domínio da entidade;
- (ii) Realizar inventário (histórico) de serviços e investimentos já realizados sob cada via;
- (iii) Identificação de VDM de cada elemento da malha;
- (iv) Obter condições funcionais e estruturais assim como analisar suas evoluções temporais;
- (v) Priorização de vias segundo nível de atendimento e conservação assim como tempo de retorno do investimento;
- (vi) Selecionar tratamento;
- (vii) Inventariar serviço e custo executado.

Uma importante distinção referente a tomada de ação é referente se é uma decisão característica de projeto ou de rede. O primeiro tipo concentra-se no detalhamento máximo de uma via ou de trecho para fornecer subsídio a orçamento, execução de serviços ou programas (normalmente) de curto prazo para um único elemento em questão. Em relação a decisão de rede, apresenta-se como uma coordenação global em que o objetivo é definir serviços ou orçamento que causará impacto se, não total, majoritário sobre a malha (DNIT, 2011).

Existem diferenças importantes de uma tomada de decisão em relação a outra. A coleta de dados, por exemplo, quando se deseja tomar uma decisão a nível de rede prevalece a quantidade

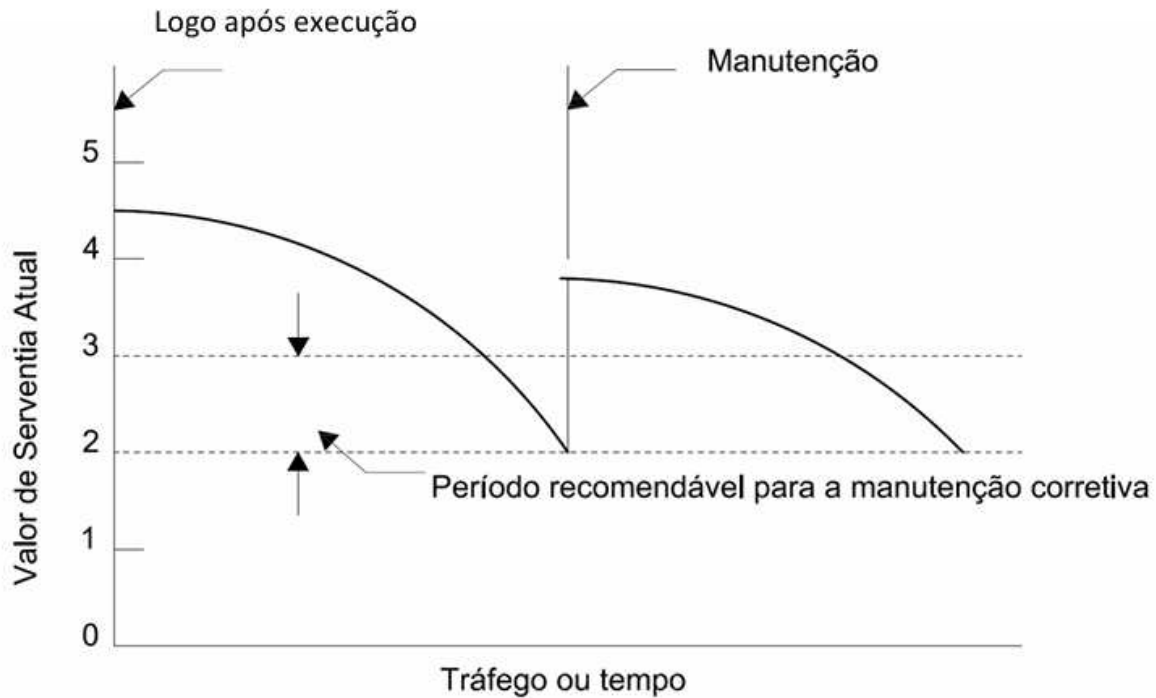
do que o refino dos detalhes da informação (já que busca a condição da malha como um todo, e quanto mais detalhado, mais demorado se torna, podendo ser até inviável). Enquanto que em nível de projeto aprofunda-se no detalhe, visando que, se um problema é consistentemente oneroso, deve-se achar a causa raiz. Desta maneira, nota-se um destaque para as avaliações funcionais a nível rede enquanto para nível projeto para avaliações estruturais.

Conforme o Manual de Gerência do DNIT (2011), a questão central não é estabelecer qual nível decisório, de projeto ou de rede, é mais importante, mas sim garantir a integração adequada entre ambos. Entretanto, como a proposta deste trabalho é apresentar uma metodologia prática para avaliação funcional voltada à gestão de malha, há um enfoque maior sobre o nível decisório de rede. Nesse contexto, a obtenção de dados deve ser rápida, acessível e independente de equipes altamente especializadas, especialmente quando realizada por meio de deslocamento veicular associado a medições por acelerômetro. O próprio DNIT (2011) enfatiza:

Para muitos administradores, a coleta de dados é o componente mais representativo. Em função disso, busca-se cada vez mais desenvolver e utilizar equipamento automatizados para esta tarefa, que permitam a aquisição de dados no campo, de forma mais rápida e com o mínimo de interferência no fluxo normal de trânsito.

A utilização de índices funcionais é imprescindível, no entanto, além de variar conforme órgão, podem não ser apropriados para o tipo de via analisada (DA SILVA *et al.*, 2024). Enquanto para pavimentos, no Brasil, o DNIT indica a utilização para malha pavimentada de VSA (Valor de Serventia Atual), IRI e IGG, não há um método elaborado particularmente para vias não pavimentadas. Para apresentar como é fundamental a utilização de um índice funcional, é dado o exemplo a partir do VSA: uma via após os serviços para sua completa execução e liberada para utilização, apresenta normalmente o valor mais alto de conforto e segurança (no caso 5 de VSA), ao longo do tempo se deteriora e apresenta uma redução, que só é notada pelo monitoramento da condição, e tempos depois apresenta-se em condição de desconforto e insegurança. Neste estágio, é fundamental restabelecer o nível mínimo de circulação. Isso é apresentado na Figura 4.

Figura 4 – Monitoramento Funcional de uma Via por meio de VSA



Fonte: (DNIT,2011)

A busca por índices de avaliação cada vez mais objetivos e precisos permite identificar de forma mais fidedigna o estado real de conservação das vias. Essa objetividade evita situações em que uma via é classificada como aceitável, embora já demande intervenções de manutenção e reabilitação (M&R). Do mesmo modo, reduz distorções que ocorrem quando duas vias são enquadradas no mesmo nível de deterioração, mas apresentam condições e contextos distintos. Por exemplo, um segmento com afundamento na borda da via, avaliado por critérios subjetivos, pode receber prioridade para M&R mesmo apresentando condição estrutural ainda satisfatória, enquanto outro, com defeito central, efetivamente comprometido, deixa de ser contemplado. Essa falta de precisão nos índices de avaliação leva a uma alocação ineficiente de recursos, comprometendo o planejamento e o desempenho global da malha viária.

Além disso, a literatura de gestão viária destaca que a priorização deve considerar trechos homogêneos e contínuos em condição degradada, e não apenas defeitos pontuais dispersos ao longo da via. Foi verificado que a reabilitação de segmentos contínuos deteriorados é mais eficiente

técnica e economicamente, reduz custos de mobilização e evita intervenções fragmentadas, que tendem a apresentar menor desempenho ao longo do tempo. Intervir em um trecho homogêneo garante consistência funcional e otimiza o retorno do investimento, além de favorecer o planejamento adequado das ações de manutenção (FHWA, 2015; AASHTO,2012).

É importante salientar que, conforme orientações do DNIT (2011), a interrupção ou o espaçamento excessivo nas atividades de monitoramento e manutenção periódica das vias resulta em custos significativamente maiores: tanto para os usuários, devido ao aumento das despesas com manutenção veicular; quanto para os órgãos gestores, em razão do acréscimo no custo das intervenções corretivas e na recuperação da malha.

2.3 Índices de classificação funcional para vias pavimentadas

Os índices apresentados a seguir foram desenvolvidos especificamente para vias pavimentadas, com o propósito de avaliar o desempenho funcional e o nível de conservação dos revestimentos.

2.3.1 Índice de Gravidade Global (IGG)

A avaliação objetiva normatizada pelo DNIT possui seus procedimentos determinados pela norma DNIT 006/2003. Possui o enfoque em pavimentos rodoviários e baseia-se na inspeção visual de defeitos na superfície do pavimento. A avaliação não é realizada de forma contínua ao longo de toda a pista, mas sim por meio de seções amostrais de seis metros de comprimento, espaçadas a cada vinte metros. Além disso, as seções avaliadas não abrangem toda a largura da pista: em rodovias de pista dupla a inspeção é realizada sobre a faixa mais solicitada, geralmente a faixa da direita; em rodovias de pista simples, as seções são alternadas entre os dois sentidos de tráfego (DNIT, 2003b).

A norma define oito tipos de defeitos a serem identificados nas seções avaliadas: trincas, fendas, trincas ou fendas erodidas, afundamentos, ondulações e panelas, exsudação, desgaste de revestimento e remendos. Para cada defeito são atribuídos níveis de severidade e extensão na área analisada, que posteriormente pondera-se por um fator de ponderação (fi) definido pelo DNIT, refletindo o impacto relativo de cada defeito no desempenho funcional da via. O Índice de

Gravidade Global (IGG) é então obtido pela soma ponderada dos produtos entre a extensão do defeito (em % da seção) e seu respectivo fator de gravidade, conforme a equação 1.

$$IGG = \sum (f_i * A_i) \quad (1)$$

Onde:

- f_i : fator de gravidade conforme defeito e nível de severidade;
- A_i : porcentagem da área afetada pelo defeito i em específico.

O resultado é expresso em um valor adimensional, interpretado segundo faixas de classificação que variam de “ótimo” a “péssimo”, indicando o grau de comprometimento funcional da superfície de rolamento. As fichas de campo e o modelo de consolidação do IGG normatizados pelo DNIT estão reproduzidos no Anexo A deste trabalho.

Apesar de se tratar de um método quantitativo, o IGG apresenta limitações associadas à sua aplicação em campo. Por ser aplicado de forma descontínua ao longo da via, pode ocorrer de as seções amostrais selecionadas representarem trechos com severidade muito superior ou inferior à média real, comprometendo a representatividade da amostra (SANTOS SILVA *et al.*, 2020). Além disso, por se tratar de um método baseado em inspeção visual, o julgamento do avaliador ainda exerce influência significativa na identificação e classificação das patologias, podendo levar à subestimação de certos defeitos (ao não observar no momento da aferição) ou à atribuição incorreta do tipo e severidade dos defeitos (OLIVEIRA SILVA *et al.*, 2018).

2.3.2 *International Roughness Index* (IRI)

O *Internacional Roughness Index*, Índice de Regularidade Internacional, (IRI) é o indicador de funcionalidade do pavimento baseado na irregularidade da via ao longo de uma seção sua ou na sua totalidade. É utilizado pelas entidades públicas gestoras em muitos países, principalmente desenvolvidos, como Austrália, Áustria, Canada, Irlanda e Estados Unidos. Uma das principais razões para isso se deve ao equipamento mais comum de utilização, o perfilômetro inercial. (LENDRA *et al.*, 2023).

O perfilômetro inercial é um braço conectado na traseira do veículo ou em sua frente que possui sensores para detectar tanto deslocamento horizontal, por meio da medida de rotação dos pneus ou odômetro, quanto deslocamento vertical, desnível/irregularidade da pista por reflexão a laser emitido pelo sensor (HUANG *et al.*, 2024; DNIT, 2023b). Constitui os sensores básicos, sendo possível ter acelerômetro e giroscópios também (CHANG *et al.*, 2007). A Figura 5 apresenta um perfilômetro inercial instalado em um veículo, com a indicação da aferição do laser em metros (m).

Figura 5 – Perfilômetro inercial para método IRI em veículo



Fonte: modificado de DNIT (2023b)

As entidades técnicas governamentais dos Estados Unidos ligados a transportes e pavimentação, AASHTO, *US State Departments of Transportation* (DOTs) e FHWA, aplicam medidas de IRI como parâmetro para muitos de seus serviços, principalmente gestão das vias, como condição do pavimento e priorização de manutenção. Em relação à última organização, ela aplica valores médios do IRI da via (HUANG *et al.*, 2024). Tratando-se dos valores de IRI, dados em (m/km), valores típicos conforme o tipo de via são apresentados na Tabela 5.

Tabela 5 – Intervalos de valores típicos de IRI conforme tipo de via

Tipo de Via	Valores de IRI (m/km)
Pistas de Aeroporto e rodovias rápidas	0,25 – 1,75
Pavimentos Novos	1,25 – 3,50
Pavimentos Antigos	2,25 – 5,75
Não pavimentadas controladas	3,25 – 10,00
Pavimentos danificados	4,00 – 11,00
Não pavimentadas danificadas	> 7,75

Fonte: Adaptado de (HUANG *et al.*, 2024; SAYERS, 1986)

O World Bank, Banco Mundial das Nações Unidas, dentro do seu departamento técnico, foi o responsável pela produção e lançamento do IRI (SAYER *et al.*, 1986). Inicialmente, apresentava outras maneiras de realizar, além do perfilômetro, como medidas subjetivas e por equipamentos topográficos (SAYERS *et al.*, 1986).

O Brasil, por meio do DNIT e sua norma 442/2023 regularizou os procedimentos para aplicação do IRI, assim como as características necessárias para o perfilômetro e tráfego para realizar a aferição nos pavimentos nacionais (DNIT, 2023b). Entretanto, não define intervalos de classificação funcional da via, ficando a cargo de interpretar por outras referências, como apresentados na Tabela 5 anteriormente e Tabela 6 a seguir. Apesar de ter sido somente em 2023 regularizada a operação do IRI no país, o manual de Gerência de Pavimentos do DNIT já orientava a utilização desse índice como norteador de decisões de manutenção e reconstrução da malha pavimentada.

Tabela 6 – Valores de IRI empregados pela FHWA para classificar desempenho de pavimentos

Condição Funcional	Valores de IRI (m/km)
Muito Boa	< 0,95
Boa	0,95 – 1,50
Regular	1,50 – 2,68
Ruim	2,68 – 3,47
Muito Ruim	> 3,47

Fonte: Adaptado de FHWA (2016)

Apesar de sua difusão, há complicadores na utilização do IRI, segundo a revisão bibliográfica realizada por Cruz *et al.* (2016): variação de medida devido se basear na medida dos pneus, a adoção de variação de velocidade e efeito da suspensão veicular sobre a medição do desnível vertical. Outro aspecto é dificuldade de correlacionar como uma via está de defeitos ou qualidade funcional com base no valor obtido de IRI (CHEN *et al.*, 2020). Por último, apesar de existir aplicativos de celular que realizam de certa maneira interpretações de IRI de uma via trafegada, há variações entre esses aplicativos nos valores dados (CRUZ *et al.*, 2016), mesmo dentro de um mesmo veículo (fato que já é dúbio pois está condicionado a suspensão e amortização interna veicular), assim afetando a confiabilidade de resultados de IRI para utilização.

2.3.3 Pavement Condition Index (PCI)

O *Pavement Condition Index* (PCI) é a classificação funcional para pavimentos asfálticos e de concreto normatizada pela American Society for Testing and Materials (ASTM). Foi lançado primeiramente para avaliação de pavimentos aeroportuários (SHAHIN *et al.*, 1977), posteriormente desenvolvido variação aplicável a pavimentos asfálticos e de concreto para estacionamentos, pavimentos urbanos e rodoviários pela ASTM, com atualizações regulares, sendo a última versão lançada em 2024 (ASTM, 2024). O sistema classifica que é possível dezesseis tipos de defeitos para pavimentos: cinco tipos de trincas, dois tipos de afundamento, exsudação,

desgaste, ondulação, inchaço, desagregação, escorregamento, remendo, polimento do agregado e buraco.

A via pavimentada é dividida em seções, no entanto, é exigido que essa amostra represente ao menos 95% de confiança em relação a população de seções de mesmo tamanho possíveis. Em relação as seções, devem possuir ao menos 8 metros de comprimento. Após definição do número de seções e sua divisão, é realizado a inspeção seção por seção a pé medindo as dimensões dos defeitos. Há três níveis de severidade (baixo, médio e alto) que dependem da profundidade e/ou largura do defeito. Posterior a observação, obtém-se o valor dedutível de cada defeito, que depende tanto da severidade quanto da densidade em relação a seção, a partir de gráfico da patologia correspondente (ASTM, 2024).

O índice PCI da seção é determinado pela dedução desses valores a partir do valor máximo de 100 (equação 2, onde CDV é o valor final dos valores dedutíveis das patologias somado), em que 100 representa uma via em condição perfeita. Para a classificação global da via, calcula-se a média dos valores de PCI obtidos em todas as seções avaliadas, resultando em um único índice representativo, conforme equação 3. Valores mais elevados de PCI indicam melhores condições de conservação do pavimento, enquanto valores mais baixos correspondem a maiores níveis de deterioração (HUANG *et al.*, 2024). A Tabela 7 apresenta a faixa de classificação dos pavimentos conforme os valores de PCI.

$$PCI_{seção} = 100 - CDV \quad (2)$$

$$PCI_{global} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n PCI_{seção,j} \quad (3)$$

Tabela 7 – Divisão de condições de conservação segundo PCI

PCI	Condição
100-85	Bom
85-70	Satisfatório
70-55	Regular
55-40	Ruim
40-25	Muito Ruim
25-10	Grave
10-0	Condenado

Fonte: (ASTM, 2024)

2.4 Índices de classificação funcional para vias não pavimentadas

Os índices funcionais seguintes foram adaptados ou desenvolvidos de forma independente dos índices utilizados para avaliação da conservação de pavimentos, a fim de representar as particularidades construtivas e comportamentais das vias não-pavimentadas. O DNIT não apresenta uma normativa para realização de avaliação funcional de vias estradas não pavimentadas assim como não indica um índice a ser utilizado, apenas restringindo-se a indicar no manual de conservação rodoviária instruções de serviço e parâmetros de fiscalização de serviço de reabilitação (DNIT, 2005).

2.4.1 Método de Cabette

O método de avaliação proposto por Cabette (2018) constitui uma adaptação do Índice de Gravidade Global (IGG) do DNIT, ajustado para atender de maneira sistematizada/racional, apesar de depender do julgamento humano, estradas não pavimentadas. Assim como no IGG, há ponderação dos defeitos superficiais observados na via, mas com o adendo de avaliar o desempenho do sistema de drenagem também, causando a divisão em dois sistemas de avaliação: conservação da superfície da via e desempenho e conservação do sistema drenante da mesma.

Para a atribuição dos níveis de severidade, Cabette (2018) adota três faixas de intensidade (baixa, média e alta) tanto para as inadequações da superfície de rolamento quanto para as

deficiências de drenagem. Essa classificação foi fundamentada na parametrização proposta por Beckemeyer (1995), que também agrupou os defeitos típicos de estradas não pavimentadas em três níveis de severidade, definidos conforme desenvolvimento vertical e longitudinal das irregularidades.

A metodologia de Cabette tinha ainda como pressuposto a avaliação por seção e a avaliação global, conforme é o método do IGG do DNIT. No entanto, não era avaliado continuamente a estrada: era segmentado a via em seções de seis metros de comprimento longitudinal, separados uma da outra por cem metros (não avaliados) e se registravam as irregularidades superficiais e drenantes da seção. A autora partia do pressuposto que cada seção destacada após cem metros de percurso representaria uma condição do percurso passado, inspirado pelo Método das Seções Homogêneas da AASHTO. Enfim, após a avaliação da última seção da via, era possível qualificar cada seção e a estrada como um todo. No Anexo A estão presentes as tabelas com os elementos considerados irregularidades superficiais e drenantes por Cabette assim como quadros de ponderação dessas irregularidades para classificação seção e via.

É possível classificar a seção da estrada não pavimentada ou ela como um todo em cinco condições após a aferição de suas irregularidades: péssima, ruim, regular, bom e ótimo. A Tabela 8 a seguir apresenta como se segmenta essas cinco condições dentro da pontuação do índice.

Tabela 8 - Classificações no índice de Cabette (2018)

IGG	Condição
$IGG > 160$	Péssimo
$80 < IGG \leq 160$	Ruim
$40 < IGG \leq 80$	Regular
$20 < IGG \leq 40$	Bom
$0 < IGG \leq 20$	Ótimo

Fonte: Cabette (2018)

Estudos posteriores desempenhados na mesma estrada do estudo de Cabette (2018) evidenciaram a imprecisão da metodologia proposta pela autora em condicionar extensões de 100

metros de via sob a condição de seções de 6 metros (FREITAS, 2018; WOLF, 2021). Wolf (2021) identificou uma variação na classificação da via como um todo considerável se fosse estendida as seções dois metros em cada sentido da via, deixando de serem seções de seis metros para dez metros, com 16,5% para defeitos superficiais e 8,3% para irregularidades de drenagem. Além da imprecisão, tanto em termos de condicionar quilômetros em algumas dezenas de seções descontínuas de seis metros de comprimento, quanto a questão de depender de uma pessoa para identificar os defeitos, é um processo demorado: a aferição das seções de estradas com quilômetros, por exemplo a dos estudos, de três quilômetros, durava ao menos seis horas.

2.4.2 PASER Gravel

O centro de informação de transporte de Wisconsin, *Wisconsin Transportation Information Center* (TIC), em cooperação com a FHWA e Universidade de Wisconsin produziram um manual para avaliação visual de estradas não pavimentadas em 1989, sendo um dos primeiros manuais da coleção PASER. O manual teve uma segunda edição em 2002, sendo reimpresso também em 2015. O manual teve como principal motivação a simplicidade e aplicabilidade prática, sem necessidade de ensaios destrutivos, contagem de veículos ou medições instrumentais, sendo uma avaliação visual e qualitativa. Essa característica é reforçada pela ausência de restrições quanto ao tamanho das seções avaliadas, conferindo flexibilidade ao método (PASER, 2015).

Cinco áreas de avaliação são separadas no manual PASER Gravel (2015) para avaliação de estradas não pavimentadas. Dois dos parâmetros são relativos aos defeitos de origem da superfície da via: deformação superficial e irregularidade de desempenho superficial. Na sequência apresenta-se as cinco áreas do manual relatadas:

- Inclinação transversal da via, cuja conformação deve garantir o escoamento da água das faixas centrais para as bordas;
- Sistema de drenagem, como valetas e canais laterais, avaliados quanto à existência e à sua eficiência operacional;
- Camada de cascalho, observada quanto à existência, espessura e à qualidade do material em relação ao tráfego esperado;

- Deformação superficial, que envolve a presença de ondulações, trilhas de roda, buracos e afundamentos;
- Irregularidades de desempenho superficial, caracterizados por poeira, perda de agregado e degradação visível da superfície.

Ao longo do manual, são apresentados exemplos visuais representativos para cada nível de condição, nos quais são descritas irregularidades de intensidade variável — graves, moderadas, leves ou inexistentes. O documento também justifica a importância de cada aspecto avaliado, destacando que tais condições influenciam diretamente o conforto, a segurança e o desempenho dos usuários durante o deslocamento (PASER, 2015). A Tabela 9 apresenta a classificação PASER, expressando em palavras as faixas de condição, os danos visíveis e as medidas de tratamento recomendadas. (para imagens, consultar o manual)

Tabela 9 – Síntese da classificação visual PASER GRAVEL

Classificação	Danos Visíveis	Condição Geral – Medidas de Tratamento
5 - Excelente	Sem danos. Controle de poeira. Excelente condição e trafegabilidade da superfície.	Via nova ou reconstruída. Drenagem excelente – Pouca ou nenhuma manutenção necessária.
4 - Boa	Poeira de períodos de seca. Agregado solto moderado. Leve formação de ondulações transversais.	Recentemente nivelada. Bom perfil de inclinação e drenagem adequada. Cascalho suficiente para o tráfego – Pode ser necessário nivelamento de rotina e controle de poeira.

Classificação	Danos Visíveis	Condição Geral - Medidas de Tratamento
3 - Regular	Boa inclinação (7,5–15 cm do centro à borda). Valetas adequadas em mais de 50% da estrada. Pontos de falha de cascalho. Ondulações moderadas (2,5–5 cm) de 10%-25% da área. Buracos e afundamentos leves. Poeira moderada.	Mostra efeitos do tráfego. É necessário reaterro/nivelamento para manutenção. Algumas áreas necessitam melhoria nas valetas e manutenção dos bueiros. Pode ser necessário cascalho adicional.
2 - Ruim	Pouca ou nenhuma inclinação (menos de 7,5 cm). Defeitos severos ou moderados em 10-25% da seção: ondulações severas (>7,5 cm); buracos moderados de 5–10 cm e Afundamentos moderados (2,5 cm a 7,5 cm). Áreas com pouco ou nenhum cascalho (25% da superfície). Valetas adequadas em menos de 50% da estrada. Bueiros parcialmente obstruídos com detritos. em 10%-25% da área.	Exige que o condutor trafegue em baixa velocidade (menos de 40 km/h) – Requer cascalho novo adicional, reconstrução parcial da drenagem e manutenção dos bueiros
1 - Falha Total	Sem inclinação ou com perfil em formato côncavo, com acúmulo de água. Pouca ou nenhuma valeta operacional. Bueiros cheios ou danificados. Defeitos severos em mais de 25% da via: ondulações e afundamentos severos (acima de 7,5 cm) e buracos severos (acima de 10 cm). Muitas áreas (acima de 25%) com pouco ou nenhum cascalho.	Trafegabilidade muito difícil, podendo ocasionar interdição seccionada ou integral da via - Requer reconstrução completa do caminho e do sistema de drenagem

Fonte: Adaptada de PASER (2015)

Apesar de a metodologia ser simples e amplamente justificada pelo manual, algumas irregularidades e áreas de avaliação descritas nem sempre afetam diretamente o desempenho funcional percebido pelo usuário. Assim, uma via pode apresentar bom desempenho operacional, mas ser classificada com escore inferior devido a critérios visuais complementares, como a drenagem ou a conformação transversal. O próprio manual reconhece essa limitação ao afirmar que *“individual road sections will not have all of the types of distress listed for any particular rating; they may have only one or two types”* (PASER, 2015). Ou seja, nem todas as seções classificadas em determinado nível apresentam todos os defeitos descritos no nível classificado, bastando a presença de uma ou duas irregularidades predominantes para enquadramento no nível.

Além disso, o PASER é essencialmente subjetivo, o que pode gerar classificações inconsistentes ou tendenciosas entre avaliadores (GUINÉ, 2012).

2.4.3 *Unpaved Road Condition Index (URCI)*

A classificação funcional *Unpaved Road Condition Index (URCI)*, equivalente em português a Índice de Condição de Estradas Não Pavimentadas, avalia sob uma escala de 0 a 100 o estado de conservação das vias não pavimentadas. É um método objetivo, ou seja, não depende da opinião de um avaliador, mas de atestar irregularidades por meio de medições racionais. Focada em avaliar principalmente a condição superficial da via, foi elaborada por Eaton *et al.* (1987) para a *U.S. Army Corps of Engineers (USACE)*, o Corpo de Engenheiros do Exército dos Estados Unidos.

A definição do escore do URCI é baseado na determinação de valores de dedução (DV), que são obtidos com base no gráfico do defeito, o qual possui curvas específicas para cada grau de severidade das deteriorações, sendo obtido DV ao relacionar a densidade da deterioração com a densidade. As deteriorações são sete no total: inclinação da seção inadequada, drenagem inadequada, quantidade de poeira, buracos, ondulações, afundamentos e agregado solto (EATON *et al.*, 1987). O método original americano utiliza as unidades em pés, no entanto, o trabalho dos brasileiros Baesso e Gonçalves (2003) converteu as unidades imperiais (pés) para o sistema métrico (metros) por meio de um coeficiente de conversão designado como K na fórmula de densidade do defeito, conforme apresentado na Equação 4.

$$Densidade = \frac{n^{\circ} \text{ de defeitos} * K * 100}{\text{Área da unidade avaliada}} \quad (4)$$

Sendo K fator de conversão particular do tipo de defeito. O valor total de dedução (TDV) é obtido somando-se todos os DVs das deteriorações. Em seguida, é calculado o valor de dedução corrigido (CDV), utilizando curvas de ajuste. Quando algum DV individual ultrapassa um valor crítico, a correção é feita para alinhar o CDV com a dedução mais significativa. O procedimento de aplicação do URCI se divide em: uma vistoria inicial feita com o veículo em movimento a aproximadamente 45 km/h, ao longo de toda a extensão da via ou trecho interessado, principalmente para avaliar poeira; e uma inspeção detalhada a pé, realizada em cada unidade

simples tirando medidas das irregularidades. Os avaliadores fazem uma análise subjetiva inicial para segmentar. A área sugerida para cada seção é de 250 m² (50 metros longitudinal se for uma seção com largura de 5 metros), embora permitido variar conforme o tipo de solo, espessura e materiais das camadas, intensidade de tráfego (TMD), histórico de intervenções e estado atual.

A classificação original de Eaton *et al.* (1987) divide em quatro classes de condição, enquanto Baesso e Gonçalves (2003) em sete. Julga-se interessante a divisão feita por da Silva *et al.* (2024) com cinco classes, assim pode-se distinguir um estado médio sem a criação de muitas classes tanto no espectro positivo quanto negativo de conservação. A Tabela 10 sintetiza as classificações do sistema URCI conforme a faixa adotada nos trabalhos.

Tabela 10 – Divisão da classificação URCI conforme trabalho

Faixa de URCI	Eaton et al. (1987)	Baesso e Gonçalves (2003)	da Silva (2024)
0 – 10	—	Péssimo	Muito pobre
10 – 25	Ruim*	Muito ruim	Muito pobre
25 – 40	Regular**	Ruim	Ruim
40 – 55	—	Razoável	Razoável
55 – 70	Bom***	Bom	Bom
70 – 85	Excelente****	Muito bom	Muito bom
85 – 100	Excelente	Excelente	Muito bom

*: para indicar que a classificação “ruim” tem início de intervalo em 0;

** : para indicar que “regular” abrange até URCI igual a 50;

***: para indicar que “bom” inicia após 50 e até 75;

****: para indicar que “excelente” é somente após 75 de escore.

Fonte: Adaptado de Eaton et al. (1987); Baesso e Gonçalves (2003) e da Silva (2024)

2.5 Acelerômetro e Vibrações

As vibrações podem ser definidas como oscilações de um corpo em torno de uma posição de equilíbrio, caracterizadas principalmente por dois parâmetros fundamentais: a amplitude, que expressa a intensidade da oscilação, e a frequência, que indica o número de ciclos por segundo.

Essas oscilações são transmitidas ao veículo e aos ocupantes, podendo gerar desconforto, fadiga, dores e até problemas crônicos de saúde quando a exposição é prolongada, conforme estabelecido pela ISO 2631 (ISO, 1996). Assim como pode realizar o desgaste e comprometimento de peças e componentes mecânicos (ROMANSSINI *et al.*, 2023)

As vibrações podem ser aferidas por diferentes instrumentos, e entre eles os acelerômetros. Os acelerômetros, presentes tanto em sensores dedicados quanto em *smartphones* modernos, destacam-se pela praticidade, baixo custo e ampla disponibilidade. Por registrarem diretamente a aceleração em m/s^2 , em uma amostragem determinada, esses dispositivos permitem captar de forma simples o efeito das irregularidades da pista sobre o sistema veículo–condutor, tornando-se particularmente adequados para avaliações rápidas e operacionais.

É possível avaliar o sinal (resultado físico obtido) submetendo os resultados a uma conversão do domínio do tempo para o domínio da frequência. Isso é realizado por meio da Transformada de Fourier, capaz de decompor sinais contínuos, mesmo que não periódicos, em seus componentes fundamentais (OSGOOD, 2007). A Equação 5 apresenta a formulação utilizada neste trabalho.

$$F(\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} f(t) * e^{-i\omega t} dt \quad (5)$$

Onde:

- $f(t)$: função original que possui domínio no tempo;
- $F(\omega)$: função resultante da transformada de Fourier com domínio na frequência angular;
- $e^{-i\omega t}$: chamado de núcleo da transformada, é uma função complexa que tem o papel de fazer a oscilação.

Por meio da transformada de Fourier é possível decompor os resultados de aceleração obtidos de acelerômetros em amplitudes distribuídas ao longo do espectro de frequências. Essa representação permite identificar quais componentes frequências dominam a vibração: frequências

mais baixas tipicamente associam-se a irregularidades de maior extensão, como afundamentos e buracos, enquanto frequências mais altas refletem pequenas descontinuidades superficiais. Embora o valor RMS da aceleração seja o parâmetro mais diretamente relacionado à severidade das excitações, a frequência dominante auxilia na interpretação do tipo de irregularidade que atua sobre o sistema veículo–condutor (HUANG, 2004).

Os acelerômetros presentes em *smartphones* não se mostram menos precisos ou inadequados quando comparados a sensores dedicados, desde que corretamente posicionados e configurados. Azzoug e Kaewunruen (2013), ao avaliarem vibrações ferroviárias utilizando diferentes tipos de acelerômetros instalados em múltiplas posições, verificaram que *os smartphones* apresentam desempenho consistente e medições compatíveis com sensores comerciais. Uma vantagem importante do uso desses dispositivos é sua praticidade operacional: além de amplamente acessíveis, sua preparação para coleta de dados é simples. Afenika *et al.* (2020), ao investigar a qualidade do pavimento urbano por meio de motociclistas, destacaram que o processo era “bastante fácil para pessoas em geral”, exigindo apenas o correto posicionamento do *smartphone* em um suporte e o acionamento da gravação. No estudo, as acelerações medidas foram utilizadas em modelos de aprendizado de máquina, alcançando coeficientes de correlação superiores a 0,9 para classificação da qualidade do rolamento.

As medições de vibração obtidas por acelerômetros são sensíveis a diversos fatores operacionais do veículo. Velocidade, pressão dos pneus, rotação do motor e a presença de implementos ou acoplamentos podem alterar significativamente os valores registrados (RIBAS *et al.*, 2014). Santos *et al.* (2016) complementam que características veiculares, como tipo de pneu, distribuição de massa e condições de carga, também influenciam a magnitude das acelerações, especialmente em terrenos irregulares. Esses resultados reforçam a importância de padronizar tais condições durante a coleta para garantir reprodutibilidade e comparabilidade entre trechos avaliados.

A condição funcional percebida pelos usuários ao trafegar por uma via está diretamente relacionada às vibrações geradas no contato veículo–pavimento. Essas vibrações, decorrentes de irregularidades, choques e trepidações, impõem acelerações ao sistema veicular e ao corpo

humano, resultando em desconforto, fadiga, enjoo, dores e, em exposições prolongadas, possíveis efeitos à saúde. A intensidade dessas vibrações depende tanto das condições geométricas e superficiais da via quanto das características do sistema de suspensão e isolamento vibratório do veículo (HUANG, 2004).

Apesar disso, uma avaliação focada em vibrações pode resultar em imprecisões. Dacova (2021) ressalta que o conforto percebido está sujeito a variáveis biológicas como idade, peso, estatura, metabolismo e diferenças entre gêneros que influenciam a sensibilidade da pessoa exposta às vibrações. Por essa razão, torna-se desejável que a avaliação da regularidade e da condição funcional das vias se apoie principalmente em parâmetros físicos e mensuráveis, reduzindo o impacto da subjetividade humana e permitindo classificar de forma mais precisa vias intrafegáveis, regulares ou em bom estado de conservação.

2.5.1 *International Standard Organization (ISO)*

As principais diretrizes internacionais para avaliação da exposição humana à vibração são estabelecidas pela International Organization for Standardization (ISO). Destaca-se a normativa ISO 2631-1:1997 relacionada a avaliação da exposição do ser humano a vibrações e choques sobre o corpo inteiro (ISO,1997) e a ISO 10326-1:2016 para avaliação de vibrações no assento veicular (ISO, 2016).

A ISO 2631-1 estabelece critérios para a avaliação da vibração que atua sobre o corpo humano como um todo, não se aplicando a vibrações transmitidas especificamente às mãos e braços, as quais são tratadas pela ISO 5349. Sua aplicação abrange diversos contextos, incluindo ambientes industriais, operações agrícolas, construção civil e transporte (veículos terrestres, aquáticos e aeronaves). A norma indica que vibrações predominantes no intervalo de 0,5 Hz a 80 Hz podem afetar tanto o conforto quanto a saúde humana. Dentro dessa banda, há faixas particularmente críticas associadas aos fenômenos de ressonância biomecânica do corpo. Mansfield (2005) aponta que o tronco humano apresenta ressonância predominante entre 4 Hz e 8 Hz, enquanto o conjunto tronco–cabeça pode apresentar ressonância até 20 Hz.

Para frequências entre 0,1 Hz e 0,5 Hz, os efeitos predominantes deixam de ser mecânicos e passam a estar associados à enjoo, tontura e mal-estar. Essas diferenças justificam a necessidade de ponderação em frequência adotada pela norma para representar adequadamente a sensibilidade humana às diversas bandas do espectro vibratório (ISO, 1997).

Os valores utilizados na normativa ISO 2631-1 são obtidos a partir de sinais de aceleração que passam pela operação *root-mean-square* (RMS), a qual corresponde à energia efetiva da vibração ao longo do tempo, calculada em um intervalo definido (normalmente de um segundo) e posteriormente submetida à ponderação em frequência. A Equação 6 apresenta a operação de RMS sobre uma série de n valores de aceleração registrados no intervalo considerado. Em português, essa operação é denominada raiz do valor quadrático médio (SOUSA, 2021; ISO, 1997).

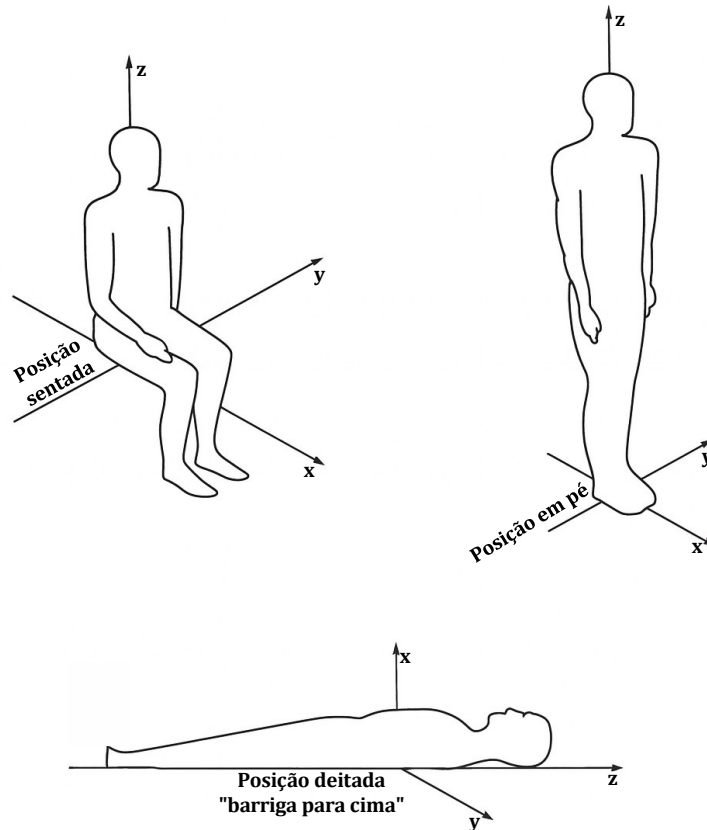
$$a = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N a^2_i} = \sqrt{\frac{a^2_1 + a^2_2 \dots + a^2_n}{N}} \quad (6)$$

Sendo:

- a_i : Valores instantâneos de aceleração;
- N: número total de amostras.

Em relação aos eixos de avaliação de vibração, as normativas da ISO possuem como convenção para os eixos: posterior-frontal de uma pessoa (costas ao peito do corpo humano) como eixo x; direção direita-esquerda (laterais do corpo) como eixo y; e direção vertical (pés-topo da cabeça do corpo). A Figura 6 ilustra a coordenação dos eixos expressada pela normativa em questão.

Figura 6 – Coordenação dos eixos de avaliação da ISO 2631-1



Fonte: adaptado de ISO 2631-1 (1997)

Conforme a Figura 6, é possível notar que, independentemente da posição do corpo humano, os eixos adotam a orientação expressada. Ou seja, se for sobre um operário em pé ou sentando, as direções não se alteram. Os valores de aceleração brutos são ponderados de forma prévia a realização do RMS, em que a aceleração bruta é multiplicada por um fator W_i em que “i” pode ser tanto “k”, “d”, “f”, que são consideradas ponderações principais, como “c”, “e” e “j” fatores adicionais de ponderação. A escolha do fator de ponderação adequado depende simultaneamente do tipo de avaliação (saúde, conforto, percepção ou enjoo), do eixo analisado e da postura do indivíduo durante a medição. A Tabela 11 resume a aplicação de cada ponderação conforme esses critérios.

Tabela 11 – Conotação das ponderações e casos e eixos de aplicação

Ponderação de frequência	Saúde	Conforto	Percepção	Enjoo
Wk	eixo z para superfície sentada;	eixo z para superfície sentada; eixo z para posição em pé; eixo z para corpo reclinado (exceto cabeça); eixos x, y e z para os pés (sentado)	eixo z para superfície sentada; eixo z para posição em pé; eixo z para corpo reclinado (exceto cabeça);	–
Wd	eixos x e y para superfície sentada	eixos x e y para superfície sentada; eixo x e y para posição em pé; eixo x e y para corpo reclinado; eixos y e z para costas (sentado)	eixos x e y para superfície sentada; eixo x e y para posição em pé; eixo x e y para corpo reclinado;	–
Wf	–	–	–	eixo z para posição em pé
Wc	eixo x para superfície sentada	eixo x para superfície sentada	eixo x para superfície sentada	–
We	–	rotação sobre x, y e z em superfície sentada	rotação sobre x, y e z em superfície sentada	–
Wj	–	eixo z para inclinação de cabeça	eixo z para inclinação de cabeça	–

Fonte: ISO 2631-1 (1997)

A avaliação dos efeitos da vibração deve ser realizada, conforme a ISO 2631-1, de forma independente para cada eixo de medição (x, y e z), utilizando-se os sinais de aceleração já ponderados segundo os fatores “Wi”. Essa análise separada é o procedimento padrão da norma. No entanto, quando o valor de frequência entre os eixos é próximo (sem um eixo predominante) ou para atender uma avaliação específica como conforto, a normativa indica realizar soma vetorial dos valores de aceleração para análise. A equação 7 apresenta o caso da soma vetorial.

$$a_{r,j} = \sqrt{k_x^2 * a_{wx,j}^2 + k_y^2 * a_{wy,j}^2 + k_z^2 * a_{wz,j}^2} \quad (7)$$

Em que $a_{wx,j}$, $a_{wy,j}$, $a_{wz,j}$ são as acelerações ponderadas pelos W_i (previamente ao RMS) no instante j , para os eixos x , y e z , respectivamente. O elemento $a_{r,j}$, é o valor da aceleração resultante da soma vetorial no instante j . Por fim, os k_x , k_y , k_z são fatores conforme a avaliação feita (saúde, conforto, enjoo) aplicados após obter o valor da aceleração RMS. Para a avaliação de conforto, todos os fatores k são iguais a 1, enquanto para avaliação relativa ao risco a saúde de uma pessoa os valores são todos 1,4 exceto para k_z

Para fins de avaliação ocupacional, a aceleração resultante deve ser convertida para sua equivalente em uma jornada de oito horas, conforme prescrito pela ISO 2631-1. Essa normalização é dada pela Equação 8.

$$a_8 = a_{r,j} \sqrt{\frac{T_j}{T_8}} \quad (8)$$

Em que:

- a_8 : aceleração equivalente caso o funcionário estivesse exposto por oito horas a aceleração resultante da exposição j ;
- $a_{r,j}$: aceleração resultante medido no tempo de exposição j ;
- T_j : tempo efetivo de exposição j , em segundos;
- T_8 : tempo da jornada de trabalho, 8 horas, em segundos (resulta em 28.800 segundos).

Os níveis de aceleração equivalente devem então ser comparados com os limites definidos pela norma para cada tipo de avaliação (saúde, conforto, percepção ou enjoo). Para o conforto, a ISO 2631-1 estabelece intervalos explícitos, apresentados na Tabela 12. Para efeitos à saúde, a ISO 2631-1 apresenta uma zona de risco representada por curvas em seu Anexo B, cuja interpretação pode ser subjetiva, razão pela qual Killen e Egen (2016) sintetizam os limites usuais como:

- $a_8 < 0,45 \text{ m/s}^2$ - sem risco;
- $0,45 \text{ m/s}^2 \leq a_8 \leq 0,9 \text{ m/s}^2$ - zona de possível risco;
- $a_8 > 0,9 \text{ m/s}^2$ - risco de danos à saúde.

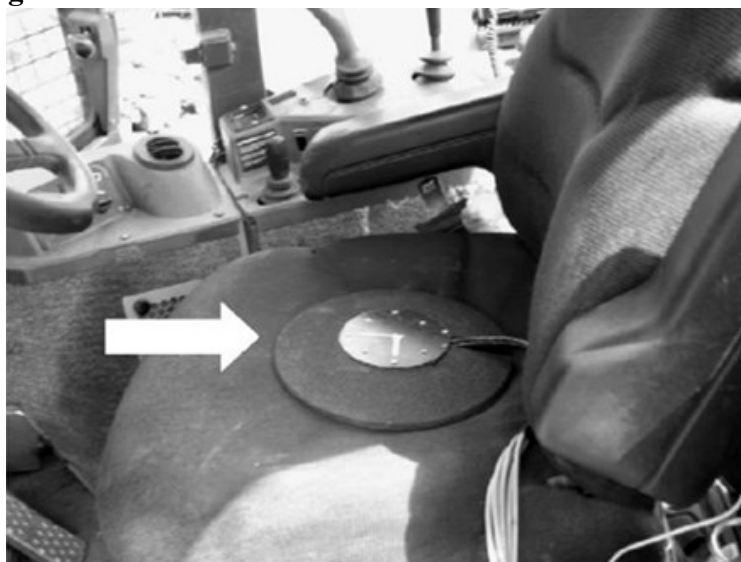
Tabela 12 – Intervalos de conforto sujeitos os usuários de vibração segundo ISO 2631-1

Intervalo de aceleração (m/s²)	Nível de Conforto
Menor que 0,315	Não é desconfortável
0,315 a 0,63	Pouco desconfortável
0,5 a 1	Moderadamente desconfortável
0,8 a 1,6	Desconfortável
1,25 a 2,5	Muito desconfortável
Acima de 2	Extremamente desconfortável

Fonte: ISO 2631-1 (1997)

A ISO 10326-1 (2016) possui como função fornecer diretrizes da permissividade que os bancos veiculares possuem de transmitir as vibrações que acontecem durante o deslocamento veicular. Como a própria normativa define, esse elemento constitui o último estágio de um sistema amortecido a aliviar choques e oscilações aos ocupantes. A normativa consente com a metodologia de avaliação de níveis vibracionais da ISO 2631, no entanto a ponderação das frequências deve ser conforme a ISO 8041 (2017) indica. Para obter os valores de vibração transmitidos ao assento e, conseqüentemente, realizar a avaliação ocupacional, a normativa indica a utilização de um equipamento a ser colocado sobre o banco, um assento que mede as vibrações, o qual está ilustrado um modelo real instalado sobre banco na Figura 7.

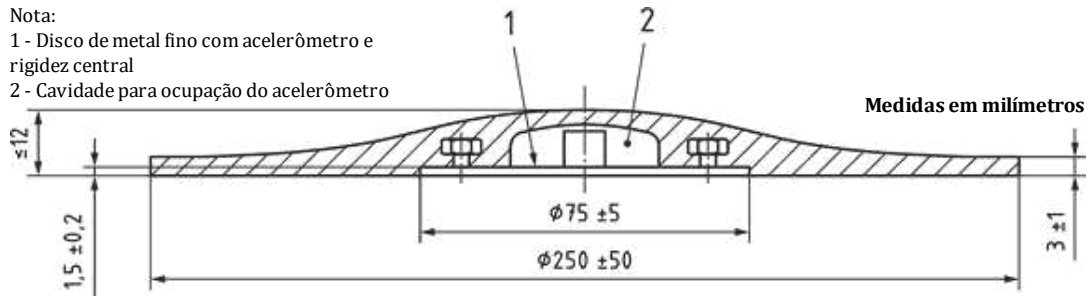
Figura 7 – Acelerômetro de assento comercial normatizado



Fonte: Coyte *et al.* (2015)

A Figura 8, por sua vez, apresenta as dimensões de fabricação do assento mencionado.

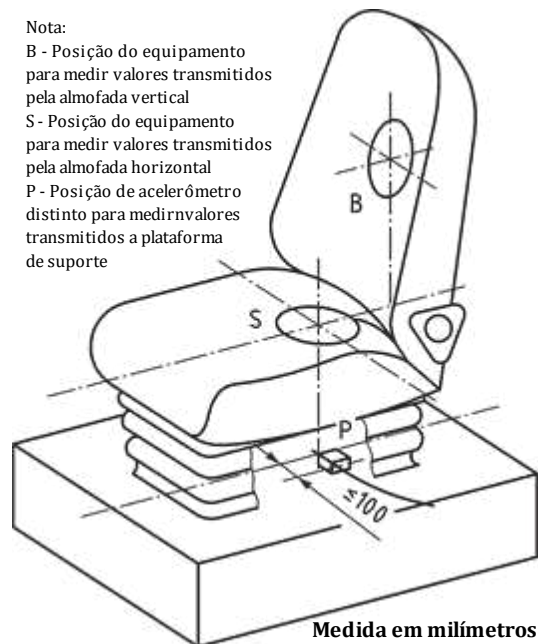
Figura 8 – Configuração do assento indicado para avaliação de vibrações em bancos veiculares pela ISO 10326-1



Fonte: ISO 10326-1 modificado (2016)

Os pontos de fixação possíveis do assento acelerômetro são indicados pela Figura 9.

Figura 9 – Posições para fixação de acelerômetro sobre banco veicular



Fonte: ISO 10326-1 modificado (2016)

É possível observar, por meio da leitura da Figura 9, que um equipamento desenvolvido para aferir vibrações transmitidas ao usuário pelo banco são posicionados de forma centralizada em relação ao eixo de deslocamento do veículo. Para avaliar a vibração transmitida às costas (B), o sensor deve ser colocado no ponto de contato das costas do operador com a almofada vertical e

para lombar e cóccix (S), o assento sensor deve ser colocado no centro geométrico da almofada horizontal. A indicação abaixo do banco (P) indica um segundo sensor caso se deseja registrar a vibração antes de sua transmissão ao assento, devendo estar posicionada abaixo do encontro de almofadas podendo ser afastado lateralmente em até 100 mm. Trata-se de um ponto complementar de avaliação destinado à análise das vibrações incidentes sobre a estrutura do assento antes do amortecimento proporcionado pelo próprio banco.

Ribas *et al.* (2014) avaliou as acelerações transmitidas a operador de trator com uma semeadora acoplada sob os preceitos das ISO 2631 e ISO 10326, e verificou valores de aceleração pós RMS de até 21 m/s² ao motorista. Os autores identificaram que, para todas as condições impostas de pressão e rolamento, as acelerações equivalentes de jornada de trabalho representavam risco elevado. Múčka (2020), ao avaliar perfis reais da base SPS-6 utilizando um modelo de caminhão de 8 graus de liberdade, encontrou valores RMS de aceleração vertical no centro de massa da carroceria variando aproximadamente entre 3 e 7 m/s². Considerando que picos instantâneos podem atingir 8 a 12 vezes o RMS em vibrações de banda larga, os valores máximos de acelerometria são de até 80 m/s².

2.5.2 FUNDACENTRO

O Brasil possui como normativa nacional a Norma de Higiene Ocupacional – NHO 09 da Fundacentro para avaliação da exposição ocupacional a vibrações sobre corpo inteiro, sendo sua última versão de 2013 (FUNDACENTRO, 2013). A normativa brasileira usa igualmente a ISO 2631-1: a coordenação de eixos da ISO 2631-1 (Figura 6), a avaliação ocupacional sobre jornada de trabalho (Equação 8) e a necessidade de obter a aceleração equivalente a jornada de trabalho em relação a aceleração da exposição (FUNDACENTRO, 2013). A normativa possui o enfoque de avaliar em termos de risco a saúde do trabalhador devido ser uma normativa de higiene ocupacional ligada a segurança do trabalho. A NHO-09, diferentemente da ISO discutida, apresenta quatro intervalos de aceleração equivalente de jornada de trabalho (a_8) e diagnóstico de risco a saúde do operador que são apresentadas na Tabela 13.

Tabela 13 – Intervalos de risco segundo NHO-09

Intervalo de aceleração equivalente (m/s²)	Consideração legal	Consequência a saúde
0 a 0,5	Aceitável	Não há risco
> 0,5 e <0,9	Prevenir	Mínima
0,9 a 1,1	Prevenir e Corrigir	Média
acima de 1,1	Corrigir ou defeito a saúde iminente	Máxima

Fonte: FUNDACENTRO (2013)

As avaliações na literatura com base na NHO-09 são fortemente aplicadas no setor rural, sobretudo a respeito da vibração de corpo inteiro transmitidas por bancos a motoristas de tratores e colhedeiças. Sob diferentes condições de veículos, superfície, velocidade e rotação, os autores relatam valores de exposição acima do aceitável, havendo risco a saúde (OLIVEIRA JUNIOR *et al.*, 2024; MIYAHIMA *et al.*, 2016; MONTEIRO *et al.*, 2016). Os valores de aceleração média com sensor sob encosto de banco, observado por Monteiro *et al.* (2016) em velocidades de até 8 km/h, foram de até 7 m/s². Miyahima *et al.* (2016), por sua vez, verificou sob o assento do banco valores de até 6 m/s².

3 METODOLOGIA

3.1 Determinação da Amostra

A presente pesquisa caracteriza-se como quantitativa, uma vez que se baseia na coleta e análise de dados de aceleração para criar o índice proposto e avaliar o estado de conservação das vias amostradas. Desta maneira, também é um estudo aplicado, ao realizar o desenvolvimento e uso de um índice prático de avaliação de vias para gestão de entidade executiva. O delineamento adotado é de estudo de campo, com medições diretas realizadas em vias não pavimentadas do município de Guarapuava-PR, e abordagem descritiva e analítica, envolvendo processamento estatístico das séries temporais de aceleração RMS obtidas e análises complementares pertinentes.

Guarapuava apresenta-se como o maior município em extensão territorial do estado do Paraná segundo censo (IBGE, 2020) com o total de 3.168 quilômetros quadrados. Além dessa característica, Guarapuava registrou crescimento demográfico de um censo para outro, sendo as principais atribuições a isso a políticas públicas e privadas de desenvolvimento. A consequência final deste ciclo é desenvolvimento econômico, que foi registrada de forma acima da média paranaense.

O município, portanto, mostra-se adequado aos propósitos desta pesquisa, pois sua grande extensão territorial implica uma malha viária extensa e dispersa, necessária para atender imóveis e comunidades afastadas. Além disso, o crescimento populacional e econômica incentiva tanto o transporte de pessoas quanto de mercadorias para novos espaços. Assim se torna uma prioridade, visando o bem populacional e o desenvolvimento dessa sociedade que haja uma gestão adequada de suas vias.

O estudo, que se focou na avaliação de vias não pavimentadas contidas em Guarapuava, teve elementos inseridos tanto na sede do município quanto distritos, sobretudo vias urbanas. A malha de vias não pavimentadas, segundo a Secretaria de Obras do município, totaliza aproximadamente 1.718 quilômetros enquanto a pavimentada aproximadamente 775 quilômetros. Como se tornaria um exercício inviável tanto em termos temporais quanto financeiros, a avaliação foi desempenhada sobre uma amostra da malha não pavimentada do município.

A definição do tamanho da amostra foi baseada no trabalho de Osorio *et al.* (2014) que é sobre validação de indicadores de gerenciamento de pavimentação urbana. Os autores definiram que uma seção para análise de via deveria ter 50 metros de comprimento, em que foi aplicada ao dividir a extensão total da malha. Essa extensão é corroborada também pelo método URCI, que indica para vias não-pavimentadas seções de 250 m², sendo 5 metros transversalmente e 50 longitudinalmente. Assim, adotou-se tamanho de seção de 50 m como unidade amostral, permitindo dividir a extensão total da malha de vias não pavimentadas do município no número correspondente de trechos discretos. A partir dessa população de seções, procedeu-se ao cálculo do tamanho da amostra estatística por meio da Equação 9, apresentada por Morales (2012), considerando nível de confiança e margem de erro previamente definidos.

$$n = \frac{N * P * q * Z^2}{p * q * Z^2 + (N-1) * \varepsilon} \quad (9)$$

Onde:

- n: quantidade de amostra;
- N: tamanho da população;
- p*q: variância da população nos itens dicotômicos (duas respostas mutuamente exclusivas) é igual a 0,25 (0,5 * 0,5);
- Z: Intervalo de confiança.
- ε: Margem de erro.

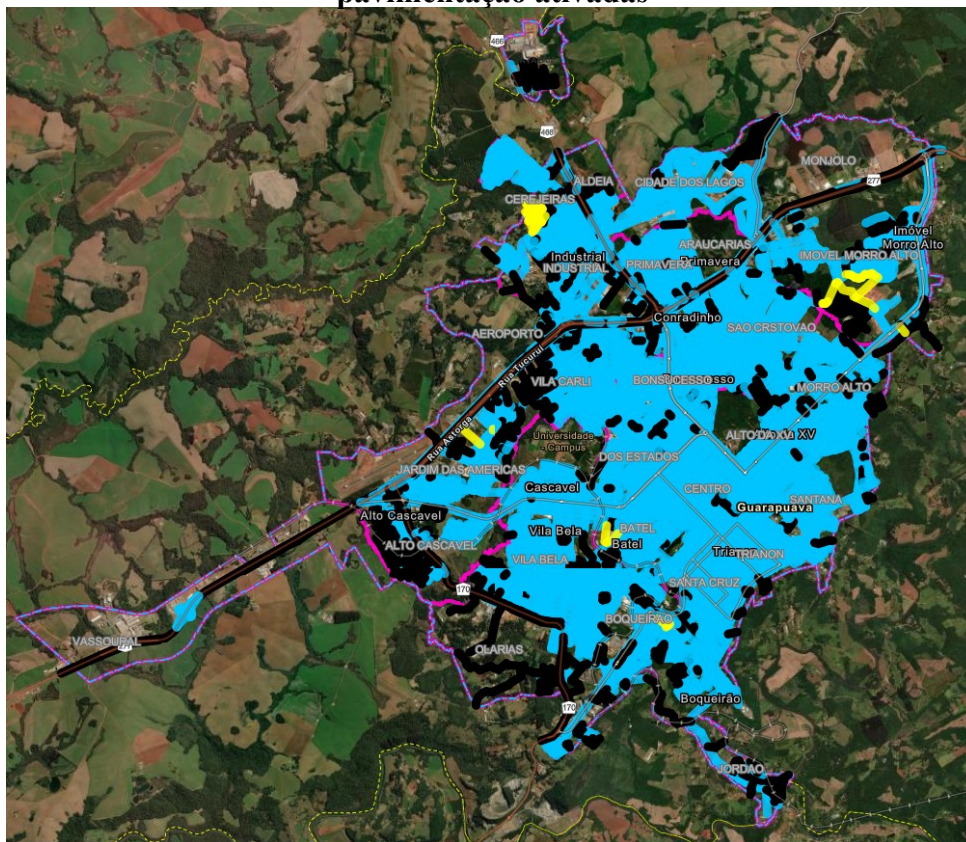
O município possui aproximadamente 1.718 km de vias não pavimentadas, o que corresponde a 34.360 seções de 50 metros. Foi utilizado um nível de confiança igual a 95%, que fornece um Z igual a 1,96. Em relação a margem de erro, adotou-se 10%, ou seja, ε igual a 0,10. A substituição dos termos da equação 9 pelos valores reais e adotados é verificado na equação 10.

$$n = \frac{34.360 * 0,25 * 1,96^2}{0,25 * 1,96^2 + (34.360-1) * 0,10} \quad (10)$$

O valor obtido de n é igual a 95,77 amostras, em que foi considerado 96 em virtude de não ser tecnicamente indicadas seções menores que 50 metros. O valor de 96 seções corresponde a uma extensão total de 4.800 metros, sendo necessário assim realizar a pesquisa no mínimo em 4,8 quilômetros para obter a confiança e erro indicados.

Após definido o tamanho da amostra, selecionaram-se as vias a serem avaliadas. A escolha foi aleatória, distribuída por toda a área da sede e distritos de Guarapuava. Utilizou-se a plataforma municipal GeoGuarapuava para orientar a escolha, visto que o sistema fornece o mapeamento oficial da infraestrutura urbana. O sistema indica, dentre outras informações, a categoria das vias (pavimentadas ou não), permitindo identificar apenas aquelas elegíveis para a pesquisa. A Figura 10 apresenta uma captura de imagem do sistema GeoGuarapuava com as camadas relativas ao tipo de pavimentação ligadas. A camada azul representa pavimento asfáltico, amarelo vias particulares e em preto vias não asfaltadas.

Figura 10 – Sede de Guarapuava na plataforma Geoguarapuava com as camadas de pavimentação ativadas



Fonte: Geoguarapuava (2025)

As vias que fizeram parte deste trabalho são apresentadas na Tabela 14, juntamente com bairro que faz parte, extensão avaliada e localização inicial vs. final em coordenadas UTM (em metros), zona 22S do sistema SIRGAS 2000.

Tabela 14 – Conjunto de vias não pavimentadas tidas como amostra da pesquisa

Nº	Logradouro	Bairro	Extensão (km)	UTM inicial	UTM final
1	Antonio Dorigon	Vila Carli	0.26	449838/7193456	449706/7193671
2	Bertoldo O. Sauer	Aldeira	0.39	449651/7198668	450013/7198718
3	Casimiro Sberse	Industrial	0.34	450776/7196658	451048/7196943
4	Cláudio Coutinho	Morro Alto	0.48	456656/7194448	457110/7194556
5	Costa e Silva	São Cristóvão	0.33	453870/7193435	453790/7193481
6	Gramados	Palmeirinha	1.84	445137/7207597	446228/7208444
7	Junqueira	Jordão	0.46	456416/7183091	456395/7183547
8	Pardais	Conradinho	0.24	451980/7194243	451921/7194451
9	Raquel de Queiros	Santana	0.27	454862/7190693	455103/7190747
10	Santa Matilde	Boqueirão	0.40	450794/7188567	450483/7188807

Fonte: Autoria Própria

3.2 Processo de obtenção de medidas de aceleração nas vias avaliadas

As avaliações foram marcadas pelo uso e controle de dispositivos celulares para a obtenção correta dos dados desejados. Além dos dados de aceleração do reboque modelo carretinha, também foi registrado no mesmo celular a gravação de vídeo do trecho amostrado, extensão e velocidade máxima desempenhada no caminho. Um celular distinto foi posicionado sobre o assento veicular, em um suporte desenvolvido com o objetivo de aproximar, de forma simplificada, as condições de medição de vibração em assentos comerciais normatizados pela ISO 10326, para a obtenção das acelerações transmitidas ao operador do veículo.

Uma sequência de inicializações de aplicativos no momento de avaliação das vias, isso para facilitar a organização das etapas *in loco* quanto para processamento de dados posteriormente. Essa sequência foi feita sob a forma de um checklist, o qual está presente no Apêndice A. As medições de acelerações dos *smartphones* foram capturados na frequência de 500 Hz, em que posteriormente foi utilizado uma programação para realizar o cálculo de RMS sobre cada eixo da medição.

Os aparelhos aplicados foram o Xiaomi Redmi Note 13 (2312DRA50G), *smartphone* utilizado no sistema carretinha, e o Galaxy A22 5G (SM-A226BR/DSN) utilizado no sistema assento. Verificou que ambos eram dotados do acelerômetro STMicroelectronics LIS2DW, realizando a leitura e registro das medidas de aceleração por meio do aplicativo livre para Android *Phyphox*.

3.2.1 Sistema Reboque

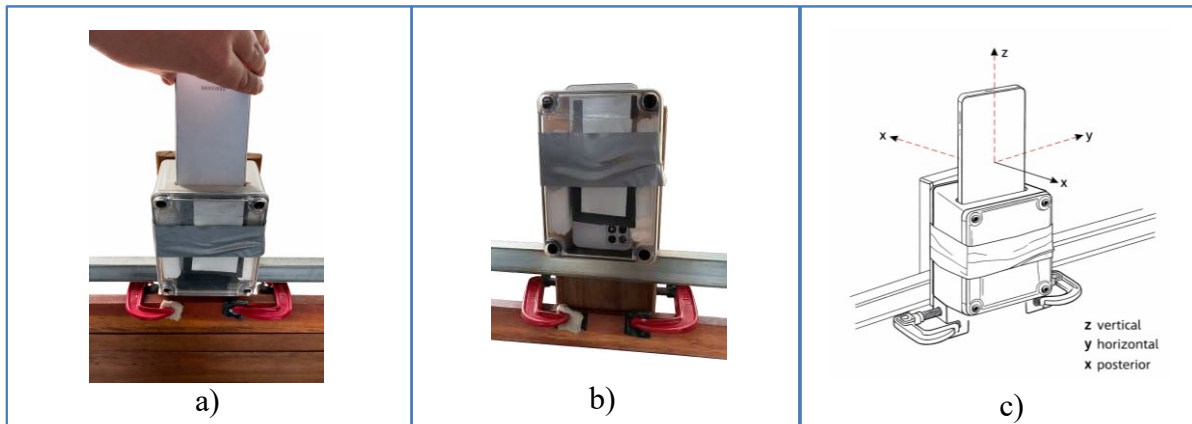
O sistema de reboque tipo carretinha, ilustrado na Figura 11, foi acoplado ao veículo de apoio (Volkswagen Gol Track, 82 cv, modelo 2018) por meio de um engate do tipo “engate bola”. O reboque dispõe de uma alça utilizada tanto para seu deslocamento manual quanto para a conexão ao engate veicular. A Figura 12 apresenta os estágios desde a inserção do *smartphone* no sistema carretinha, já inicializado tanto aplicativo de leitura e registro de acelerações como a filmagem, até a coordenação do sistema em relação aos eixos orientados pela ISO 2631-1.

Figura 11 – Veículo e reboque utilizados na pesquisa



Fonte: Autoria Própria

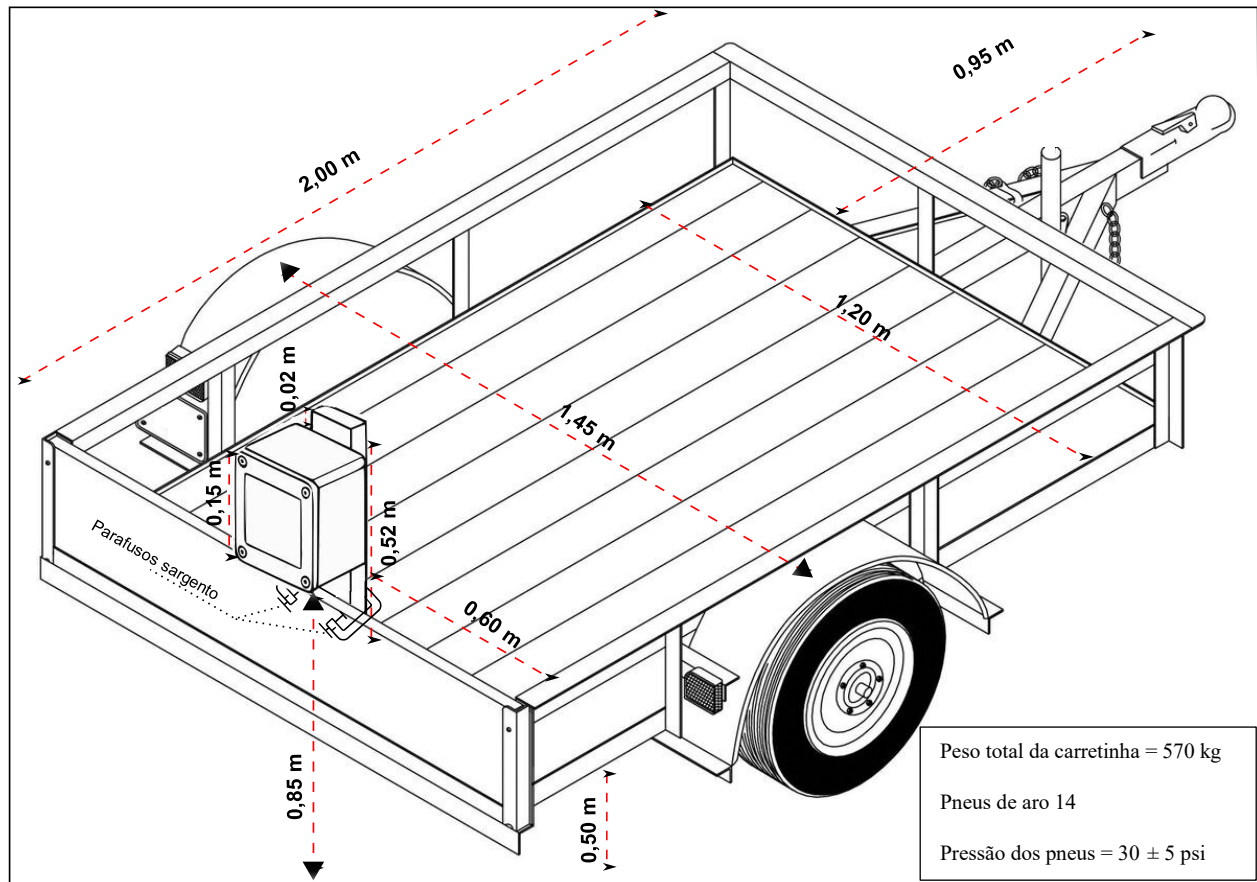
Figura 12 – Smartphone em caixa suporte: a) colocação; b) acomodação; c) sistema de eixos alinhados ao sistema ISO 2631-1



Fonte: Autoria Própria

Para documentar as características físicas do reboque, elaborou-se uma representação em perspectiva contendo as dimensões principais da carretinha utilizada, bem como do suporte desenvolvido para colocação do *smartphone* responsável pela captura de vibrações da carretinha. Esse esquema é mostrado na Figura 13.

Figura 13 – Geometria da Carretinha e disposição da haste de madeira com caixa de energia para colocação do smartphone medidor

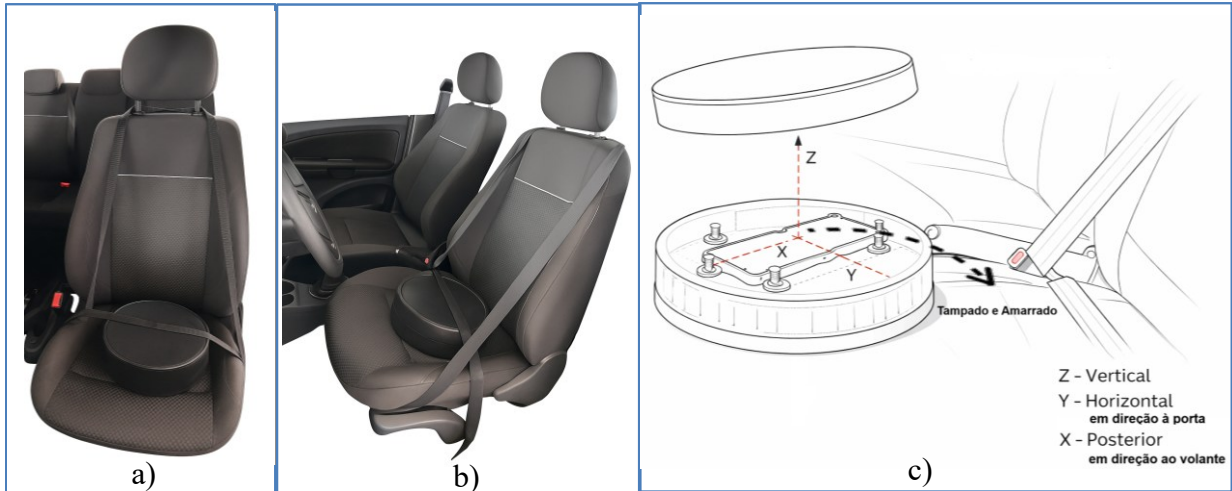


Fonte: Autoria Própria

3.2.2 Sistema Assento

As acelerações transmitidas ao assento do banco veicular foram capturadas simultaneamente a gravação de acelerações do sistema carretinha. Para isso, desenvolveu um dispositivo possível para sentar sobre e acomodar com segurança um celular para ser o acelerômetro que mede medidas que chegam ao banco, respeitando sempre que possível as dimensões do aparelho normativo o qual foi apresentado previamente na Figura 8. O dispositivo confeccionado é apresentado alocado sobre banco na Figura 14.

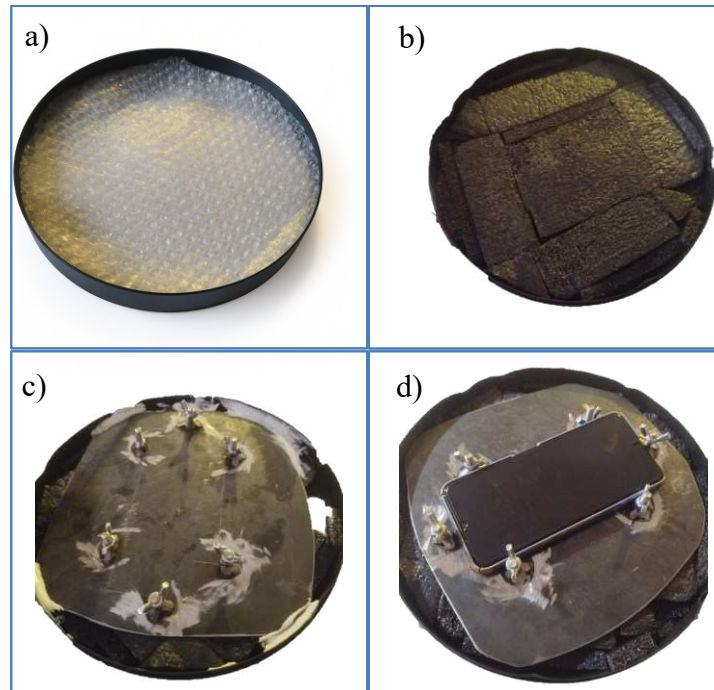
Figura 14 – Suporte desenvolvido para o *smartphone* acelerômetro de assento instalado sobre banco veicular: a) Vista do parabrisa; b) Vista da porta do motorista; c) coordenação de eixos



Fonte: Autoria própria

É possível notar que foi instalado na posição “S” do banco, de acordo com a Figura 9, fixado com cinto amarrado sobre o banco. O princípio para sua confecção foi ser um sistema sem deslocamento permanente e amortecido de choques. A Figura 15 apresenta partes do elemento em questão.

Figura 15 – Partes do dispositivo de inserção de *smartphone* do sistema assento: a) tampa com plástico bolha; b) base com *foam board* nivelada para altura do acelerômetro; c) colocação da placa metálica base de celular; d) dispositivo final apenas destampado



Fonte: Autoria Própria

O dispositivo exigiu inicialmente uma placa de aço de 25 cm de diâmetro e 15 mm de espessura, presente em c) e d) da Figura 15. Como nessa placa era instalado o acelerômetro, no caso desta pesquisa, um segundo *smartphone*, mostrou-se necessário colocar parafusos borboletas, dispostos para colocar o celular sem o mesmo correr ao longo da placa. Após isso, era necessário que tanto o recipiente externo resistisse como assento quanto o preenchimento que amortecesse o conjunto placa e *smartphone*. Para o primeiro, foi utilizado uma caixa de pastilha de freio de 30 cm de diâmetro. Em relação ao amortecimento, nivelou-se a placa na altura média da caixa para colocação de espuma *foam board* na base (b) da Figura 15) e na parte superior colocou-se plástico bolha (a) da Figura 15. Para fixação dos amortecimentos, aplicou silicone em suas bordas.

Sobre os dados obtidos desse sistema, foi realizado RMS e avaliado a correlação com as medidas no mesmo instante obtidos do acelerômetro na carretinha. As análises de saúde segundo

a ISO 2631e NHO-09 foram também realizadas para verificar a conformidade com os limites de exposição e frequências predominantes nas medições.

3.3 Processamento de dados e Gerenciamento aplicado

Os dados coletados foram inseridos em programações elaboradas no *software MatLab* para análise. A primeira inserção é para realizar o RMS da medição de uma via feita em um sistema. Cada via em todo instante mensurado teve dois conjunto de dados: um relativo a coleta do sistema carretinha e outro do sistema assento. O código em questão está no Apêndice B.

Após obter os valores RMS das vias, dois conjuntos de dados por via, junto com o vídeo capturado durante a medição desses dados são submetidos a uma programação do *MatLab* que indica a janela de tempo que ocorreu o tráfego pela via e roda em simultâneos gráficos dos valores de aceleração dos eixos da carretinha e do banco junto com o vídeo do percurso. Essa programação está no Apêndice C.

Após a identificação da janela temporal correspondente exclusivamente ao deslocamento sobre a via avaliada, os dados de aceleração foram agrupados em intervalos de 1 segundo, definidos neste trabalho como seções de análise. Dessa forma, todas as medições registradas dentro de cada segundo foram sintetizadas em um único valor representativo do intervalo. Diferentemente de metodologias tradicionais, que utilizam comprimentos fixos de seção para todas as vias, a extensão física correspondente a cada seção variou conforme o tempo total de percurso e a velocidade média empregada durante a medição, respeitando a faixa de velocidades estabelecida para a pesquisa. Entretanto, dentro de uma mesma via, todas as seções apresentaram comprimento equivalente entre si, obtido a partir da relação entre a extensão percorrida e o tempo total de deslocamento.

Foram efetuadas duas temporadas de medições de vibração, com intervalo próximo de dois meses de diferença de uma medição para outra. Realizou o deslocamento sobre faixa de velocidade de 20 a 30 km/h, em virtude de vias muito danificadas (o que seria perigoso para a segurança do autor) e de limite de velocidade de trânsito de 30 km/h que algumas vias possuíam decorrente das vias pavimentadas com placas desse limite. Houve situações de piora da

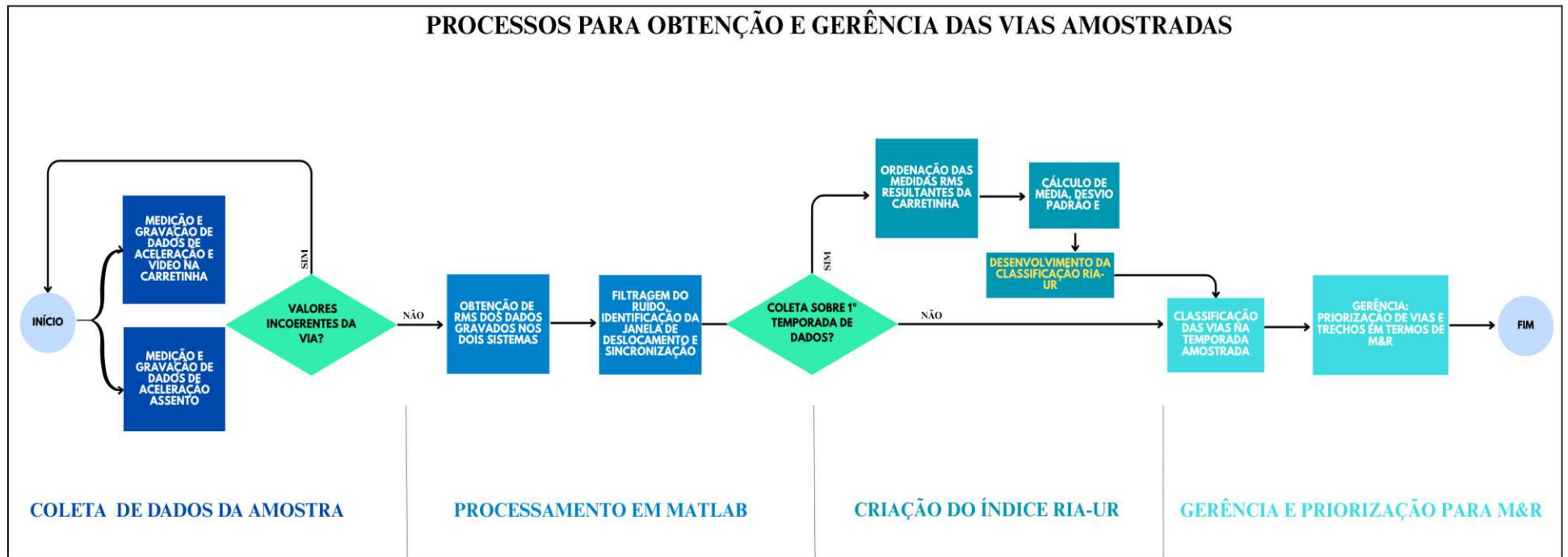
conservação como melhora como, por exemplo, na via Gramados em que se deparou com uma regularização da rua no ato de medição e retornou no dia posterior ao término.

A concepção da classificação é feita já sobre os valores da carretinha da primeira temporada. Com os valores de RMS em ordem crescente, separa em cinco classes principais com a diferença de uma para outra de meio desvio padrão. O desvio padrão justifica-se devido a comportamento observado da relação da velocidade e rugosidade de vias variarem de acordo com o desvio padrão, como relatado por Xing *et al.* (2025). Monteros *et al.* (2024) notou algo semelhante na variação dos valores de URCI e IRI que avaliou de vias não pavimentadas.

Os valores de RMS foram avaliados se se enquadravam nos valores usuais indicados pela literatura. De até 7 m/s² para acelerações transmitidas pelo banco e até 80 m/s² para equipamentos mecânicos. Em ambos os sistemas e conjuntos temporais obteve-se valores abaixo do esperado pela literatura.

Por fim, é discutido a conservação das vias como preconiza a gerência de pavimentos. Aplica-se a classificação RIA-UR conforme inicialmente planejado com cinco classes, avalia sua aplicabilidade para priorização das vias e definição de trechos de manutenção e reabilitação, esses que são orientados conforme a literatura: priorizar extensões de desempenho uniforme precário ao invés de pontual. Se necessário, se observado que a discriminação das vias não está satisfatória com a classificação em cinco estados, realiza-se uma classificação com nome dupla, observando a classe seguinte que tal seção está mais próxima de evoluir. A Figura 16 sintetiza a sistemática do trabalho desde a coleta de dados da amostra até a classificação e gerência de vias.

Figura 16 – Fluxograma da coleta de dados ao gerenciamento



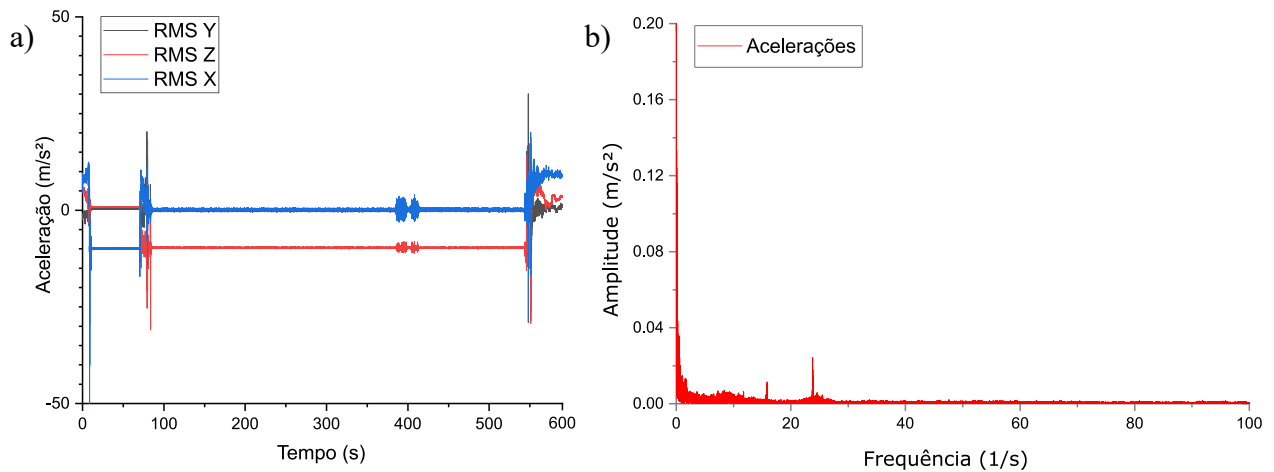
Fonte: Autoria Própria

3.3.1 Avaliação da influência de ruídos nos sinais

Com o objetivo de verificar a influência de ruídos inerentes ao sistema de medição, foram realizadas aquisições de aceleração com os sistemas carretinha e assento em condição estacionária, sem deslocamento sobre a via. A situação estacionária englobou veículo em estado neutro, apenas o motor funcionando, e em um período de tempo pisando no acelerador. Os sinais obtidos foram analisados tanto no domínio do tempo quanto no domínio da frequência, sendo esta por meio da Transformada Rápida de Fourier (FFT).

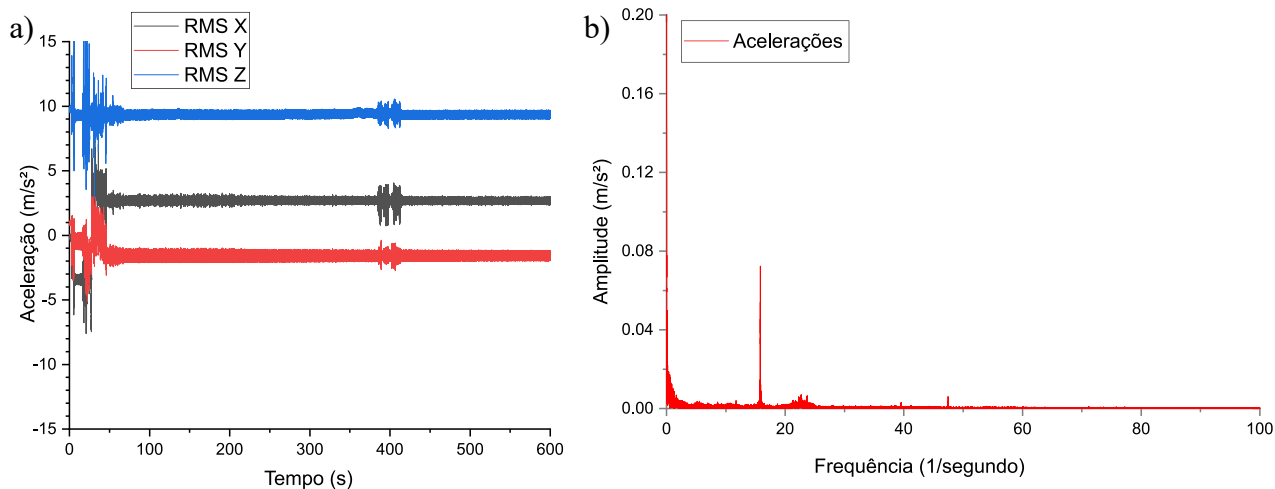
As Figuras 17 e 18 apresentam os sinais temporais e seus respectivos espectros de frequência para os sistemas carretinha e assento. Observou-se que as amplitudes associadas às vibrações em condição estacionária apresentaram magnitudes reduzidas, sem predominância significativa de frequências capazes de justificar a aplicação de filtragem para preservação de medidas em campo.

Figura 17 – Gráficos no estado estacionário do sistema carretinha: a) Tempo vs. Aceleração; b) Frequência vs. Amplitude



Fonte: Autoria Própria

Figura 18 – Gráficos no estado estacionário do sistema banco: a) Tempo vs. Aceleração; b) Frequência vs. Amplitude



Fonte: Autoria Própria

Tanto na Figura 17 e quanto na Figura 18 observa-se oscilações diferentes no início e no fim, as quais representam a colocação/retirada do aparelho *smartphone* (no caso do banco, como retirou o aparelho posteriormente ao inserido na carretinha, optou-se por não plotá-lo) no local de inserção, enquanto uma perturbação entre dois trechos estáveis (próximo do tempo de 400 s) representa aceleração com o veículo em estado neutro. Enfim, notou que parte das frequências presentes nos sinais estacionários poderiam ocorrer durante o deslocamento sobre as vias, estando relacionadas à dinâmica natural do conjunto veicular e do motor em funcionamento. Dessa forma, a aplicação de filtros de frequência poderia resultar na remoção de componentes reais das vibrações geradas pela interação veículo–via. Em virtude disso, optou-se por utilizar os sinais originais nas análises subsequentes, preservando integralmente as características físicas das acelerações medidas.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Correlação e Regressão Linear entre eixos e sistemas

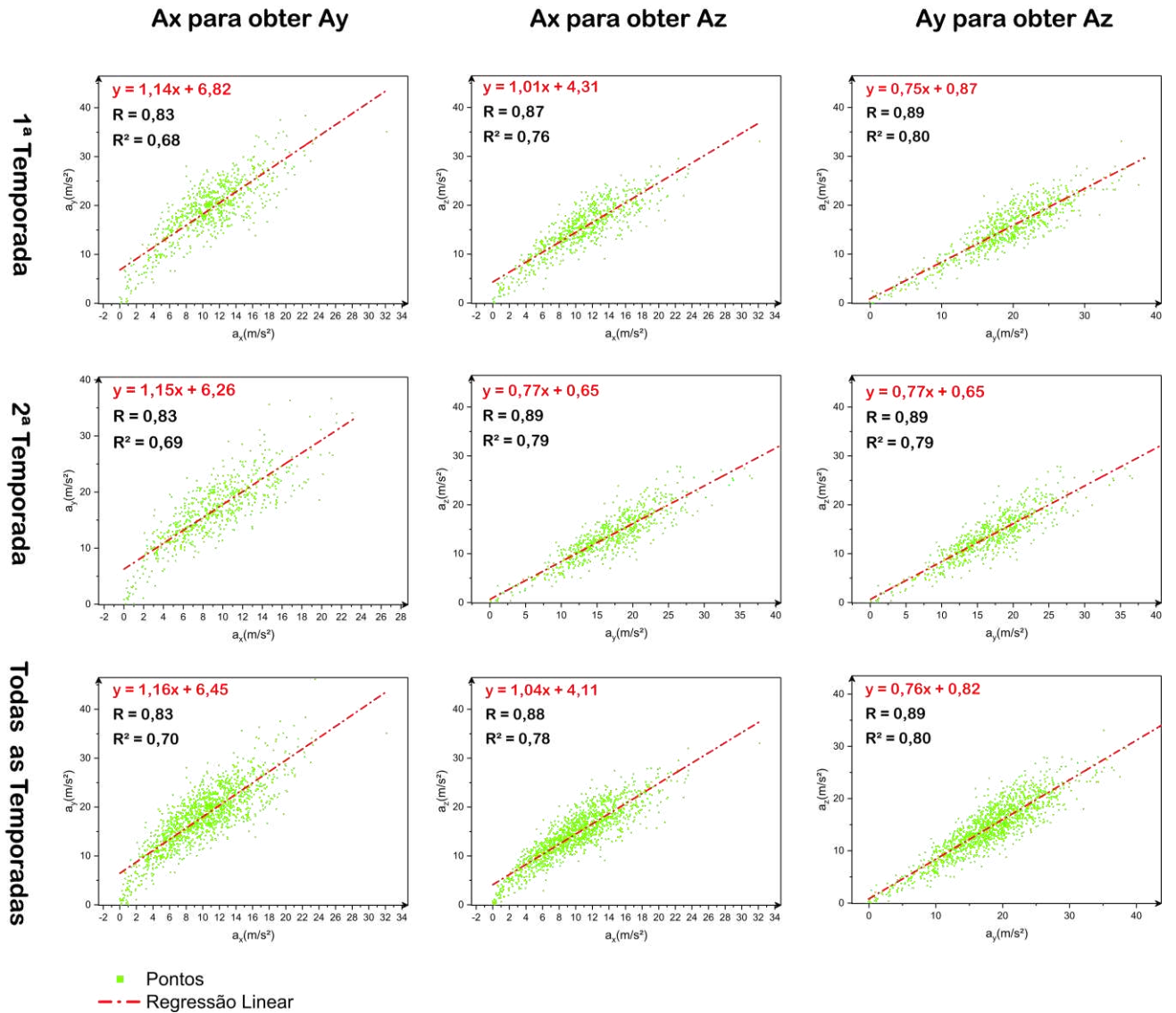
Os valores RMS de aceleração da carretinha estão contidos no Apêndices D e E (respectivamente, primeira e segunda temporada da amostra). De forma análoga, as medidas obtidas do banco estão, respectivamente, no Apêndice F para primeira amostragem e G para a segunda. Foi verificado no conjunto de dados dos eixos as equações lineares entre eles, por meio de regressão linear. Foi considerado resultados satisfatórios os que forneciam R^2 superior a 0,75. A Figura 19 apresenta os gráficos da regressão linear entre eixos da carretinha com diferentes espaços amostrais indicando respectivos graus de correlação e equações obtidas. A Tabela 15 antecede a colagem sintetizando os valores de R^2 e p de person dos testes de regressão linear feitos.

Tabela 15 – Resultados proveniente de regressão linear entre valores de aceleração dos eixos do sistema carretinha sob diferentes períodos

Amostra x Determinação de Correlação	x vs y		x vs z		y vs z	
	R^2	p de person	R^2	p de person	R^2	p de person
1ª Temp.	0.68	3.60E-238	0.76	1.77E-171	0.80	1.50E-212
2ª Temp.	0.69	2.13E-220	0.79	4.50E-167	0.79	1.60E-219
Duas temporadas juntas	0.70	0	0.78	0	0.80	0

Fonte: Autoria Própria

Figura 19 – Gráficos obtidos dos testes de regressão linear entre diferentes eixos das amostras de aceleração do sistema carretinha



Fonte: Autoria Própria

Como pode-se verificar pela Tabela 15 e Figura 19, a relação dos eixos com a direção vertical (z) é considerável em todas as temporadas. Esse comportamento ocorre mesmo sem uma padronização completa das condições operacionais, como calibragem dos pneus, velocidade sempre constante e manutenção para manter o sistema em mesmo estado, não sendo suficiente para evitar fatores de determinação R² considerados altos. Além disso, os valores de p do teste de Pearson (todos inferiores a 0,05) confirmam a existência de dependência estatisticamente

significativa entre as variáveis. Mesmo no caso da relação entre os eixos x e y, que apresentou R^2 inferior a 0,75, a associação permanece estatisticamente válida, sugerindo influência mútua e comportamento consistente entre os eixos, possivelmente as variáveis teriam maior relação entre si se tivesse ocorrido uma maior padronização das medições.

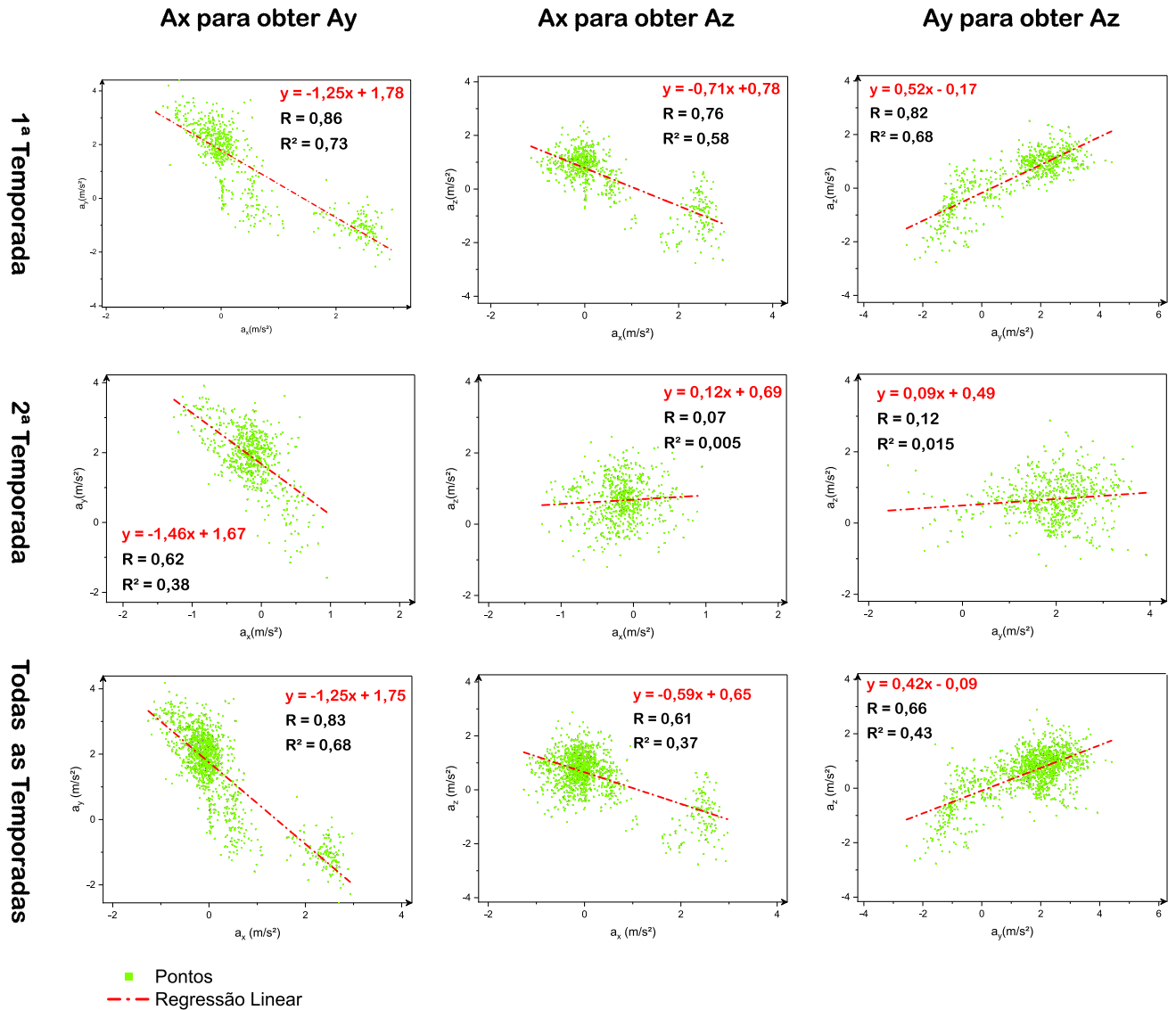
Os dados obtidos a partir do banco foram também submetidos a regressão linear para avaliar a correlação entre eixos em cada conjunto amostral. A Tabela 16 apresenta os coeficientes de determinação (R^2) e os valores de p correspondentes, enquanto a Figura 20 ilustra os gráficos de dispersão, contendo as equações de melhor ajuste e os respectivos coeficientes de determinação.

Tabela 16 – Resultados proveniente de regressão linear entre valores de aceleração dos eixos do sistema assento em diferentes períodos

Amostra x Determinação de Correlação	x vs y		x vs z		y vs z	
	R^2	p de person	R^2	p de person	R^2	p de person
1ª Temp.	0.73	1.98E-198	0.58	8.60E-132	0.68	7.13E-169
2ª Temp.	0.38	2.13E-68	0.005	0,075	0.15	0,0016
Duas temporadas juntas	0.68	0	0.37	5.46E-136	0.43	9.24E-165

Fonte: Autoria Própria

Figura 20 – Gráficos obtidos dos testes de regressão linear entre diferentes eixos das amostras de aceleração do sistema assento



Fonte: Autoria Própria

Os testes de regressão linear efetuados sobre os dados do sistema assento, apresentam, conforme Tabela 16 e Figura 20, uma diferença nítida entre períodos amostrados. Embora os coeficientes de determinação (R^2) tenham sido inferiores aos observados no sistema carretinha, os resultados da primeira temporada mostraram correlações moderadas, com R^2 próximos de 0,75 e valores de p praticamente nulos, indicando forte significância estatística entre os eixos.

Na segunda temporada, entretanto, os coeficientes de determinação diminuíram substancialmente, sendo que o maior valor obtido foi aproximadamente metade do limite considerado satisfatório ($R^2 \geq 0,75$). A redução de desempenho é atribuída ao desgaste progressivo do dispositivo usado para sentar e comportar o *smartphone*, ele foi submetido ao menos dez medições durante a primeira temporada antes do início da segunda fase de coletas. Provavelmente, se analisar apenas as medições finais da temporada 2, os coeficientes R^2 e R seriam ainda menores, enquanto os valores de p tenderiam a aproximar-se de 0,05 ou ultrapassá-lo, condição esta que indicaria ausência de relação estatisticamente significativa entre variáveis.

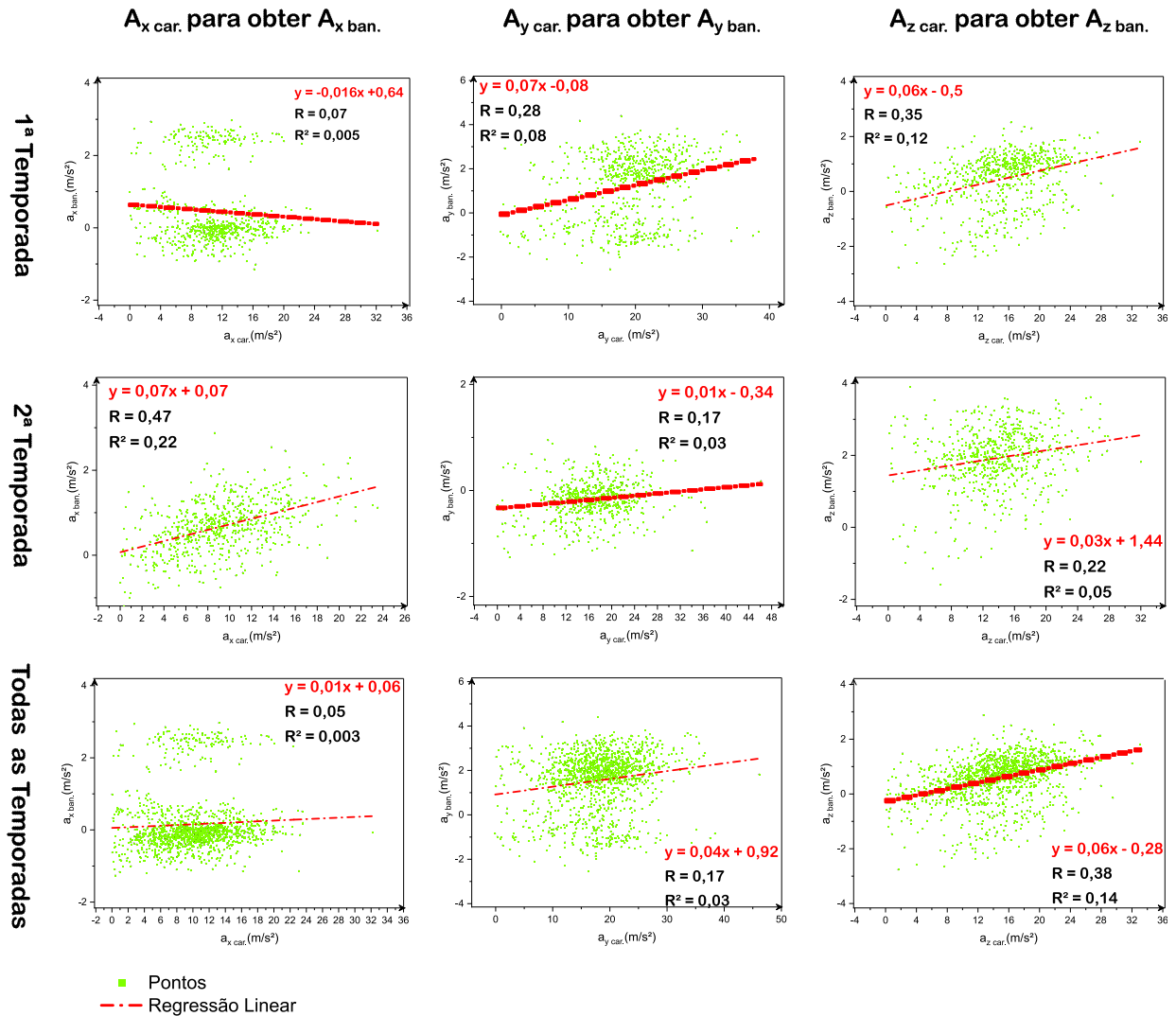
Por fim, foi realizado testes de correlação linear entre os valores obtidos de eixos iguais sob sistemas diferentes. A Tabela 17 apresenta os valores de R^2 e p de person e a Figura 21 ilustra os gráficos obtidos da regressão linear acompanhados de suas respectivas equações.

Tabela 17 – Resultados proveniente de regressão linear efetuada sobre mesma linha de eixo do sistema carretinha e sistema banco

Amostra x Determinação de Correlação	$X_{car.}$ VS $X_{ban.}$		$Y_{car.}$ VS $Y_{ban.}$		$Z_{car.}$ VS $Z_{ban.}$	
	R^2	p de person	R^2	p de person	R^2	p de person
1ª Temp.	0.005	0.053	0.08	5.97E-14	0.12	1.90E-21
2ª Temp.	0.22	2.70E-36	0.03	1.47E-5	0.05	2.03E-8
Duas temporadas juntas	0.003	0.054	0.03	2.88E-10	0.14	2.94E-46

Fonte: Autoria Própria

Figura 21 – Gráficos obtidos dos testes de regressão linear avaliando relação entre eixos de sistemas distintos



Fonte: Autoria Própria

A partir dos resultados apresentados na Tabela 17 e na Figura 21, observa-se que as correlações entre sistemas foram substancialmente inferiores às obtidas nas análises realizadas em cada sistema isoladamente. O maior coeficiente de determinação (R^2) ocorreu para o eixo x na segunda temporada, com valor de 0,22, enquanto os demais eixos apresentaram desempenho ainda mais baixo. Esse comportamento é parcialmente compatível com o observado na regressão entre eixos do sistema banco na mesma temporada, na qual o eixo x também exibiu valores de R^2 superiores aos dos eixos y e z, inclusive mais que o dobro, em alguns casos.

De modo geral, os resultados indicam que as correlações internas do sistema carretinha permanecem consistentes e estatisticamente significativas, independentemente da temporada analisada. Em contraste, o sistema banco apresentou desempenho sensivelmente inferior, mesmo na primeira temporada, não atingindo coeficientes de determinação próximos ao patamar considerado satisfatório. Embora parte dessa queda de desempenho possa ser atribuída ao desgaste progressivo do dispositivo que envolve o acelerômetro, a baixa correlação observada desde a primeira temporada sugere que o comportamento vibratório captado pelo banco obedece a uma dinâmica distinta daquela registrada pela carretinha. Em outras palavras, o sinal medido no assento não reflete instantaneamente a excitação gerada pela irregularidade da via, mas sim uma versão atenuada e defasada dessa excitação.

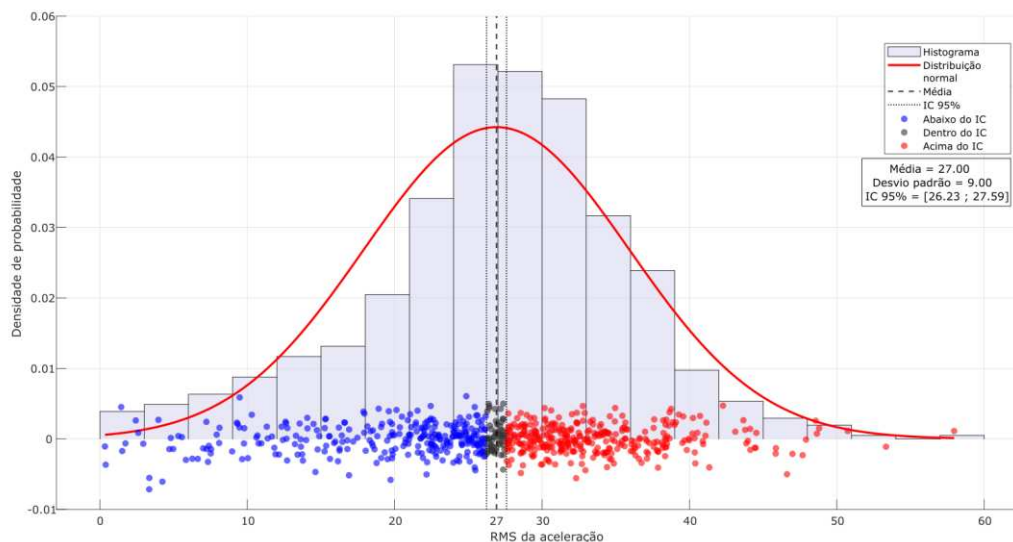
4.2 Desenvolvimento de classificação funcional pelo sistema carretinha

Conforme observado no tópico anterior, o sistema carretinha demonstrou elevada consistência na captação e reprodução das vibrações do que o sistema banco, apresentando relações estáveis entre seus eixos independente da mudança do período amostral utilizado. Sua estabilidade, somada à facilidade de padronização do conjunto e de repetição das medições, reforça que é mais do que adequada como base para o desenvolvimento do índice de classificação funcional. Para a construção do índice fez uso dos valores da primeira temporada, visto que no momento de realização dos ensaios, as vias apresentavam estados distintos mais acentuados, em termos de conservação, já que apesar de serem selecionadas aleatoriamente, era tomado o cuidado de priorizar que a amostra tivesse trechos de diferentes condições

Com isso, sobre os valores RMS da aceleração resultante de todos os trechos listou-se as medidas de forma crescente, da menor a maior, acompanhada do tempo em que se aferiu tal aceleração para verificar posteriormente pelo frame do vídeo como se dispunha a superfície da via. A Figura 22 apresenta a distribuição dos valores de RMS da aceleração, representada por um histograma normalizado, sobre o qual foi ajustada uma curva de distribuição normal teórica, construída a partir da média e do desvio padrão da amostra. No gráfico, a linha tracejada vertical indica o valor médio das medições, enquanto as linhas pontilhadas delimitam o intervalo de confiança (IC) de 95% da média, evidenciando a região de maior concentração dos dados. Os

pontos individuais correspondem às medições de RMS, projetadas sobre a distribuição e classificadas conforme sua posição em relação ao intervalo de confiança, permitindo identificar valores inferiores (pontos em azul), compatíveis (pontos em cinza) ou superiores (pontos em vermelho) ao comportamento médio da amostra.

Figura 22 – Distribuição dos valores RMS avaliados sobre distribuição normal e IC de 95%



Fonte: Autoria Própria

Observa-se que a maior parte das medições converge a concentrar-se em torno do valor médio, diminuindo significativamente à medida que se distancia aos extremos de conservação da via, seja em condição intacta ou severamente degradada. A partir disso, adota-se um distanciamento de acordo com desvio padrão da amostra em relação à média para a classificação. O valor de média encontrado para a primeira temporada e desvio padrão da amostra foram, respectivamente, de 27,0 m/s² e 9,0 m/s². Dentro da distância de desvio padrão, adotou-se o tamanho igual a metade de um desvio padrão para subdividir em dois estados melhores conservados e dois piores conservados. A Tabela 18 indica como ficou os intervalos da classificação simples baseada no valor equivalente de aceleração da carretinha e a Tabela 19 a distribuição de seções de um segundo de RMS em cada uma dessas classes.

Tabela 18 – Divisão da Classificação de vias não pavimentadas baseada em aceleração total de acelerômetro acoplado em carretinha

Nome	Intervalo de aceleração total
Ótimo	$< 18 \text{ m/s}^2$
Bom	$\geq 18 \text{ m/s}^2 \text{ e } < 22,5 \text{ m/s}^2$
Regular	$\geq 22,5 \text{ m/s}^2 \text{ e } < 27 \text{ m/s}^2$
Ruim	$\geq 27 \text{ m/s}^2 \text{ e } < 31,5 \text{ m/s}^2$
Péssimo	$\geq 31,5 \text{ m/s}^2$

Fonte: Autoria Própria

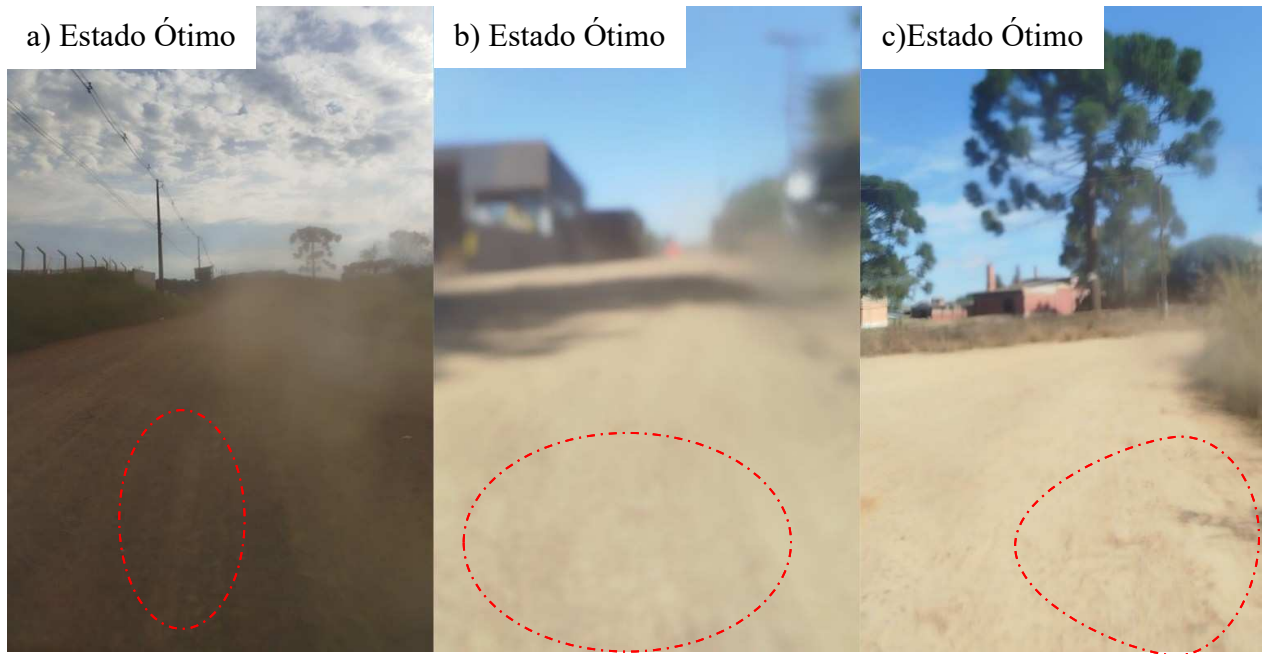
Tabela 19 – Distribuição de medidas RMS da primeira temporada nas classes do índice elaborado

Classe	Nº de elementos RMS	Fração
Ótimo	100	15%
Bom	76	11%
Regular	145	21%
Ruim	158	23%
Péssimo	205	30%
TOTAL:	684	100%

Fonte: Autoria Própria

A validade dos intervalos definidos foi verificada por meio da comparação direta entre os valores de aceleração e os registros visuais extraídos dos vídeos dos percursos. Observou-se de forma consistente que, à medida que a aceleração RMS aumentava, a superfície da via apresentava maior quantidade e severidade de defeitos. As Figuras 23 a 27 exemplificam essa correspondência, ilustrando trechos classificados desde “ótimo” até “péssimo”.

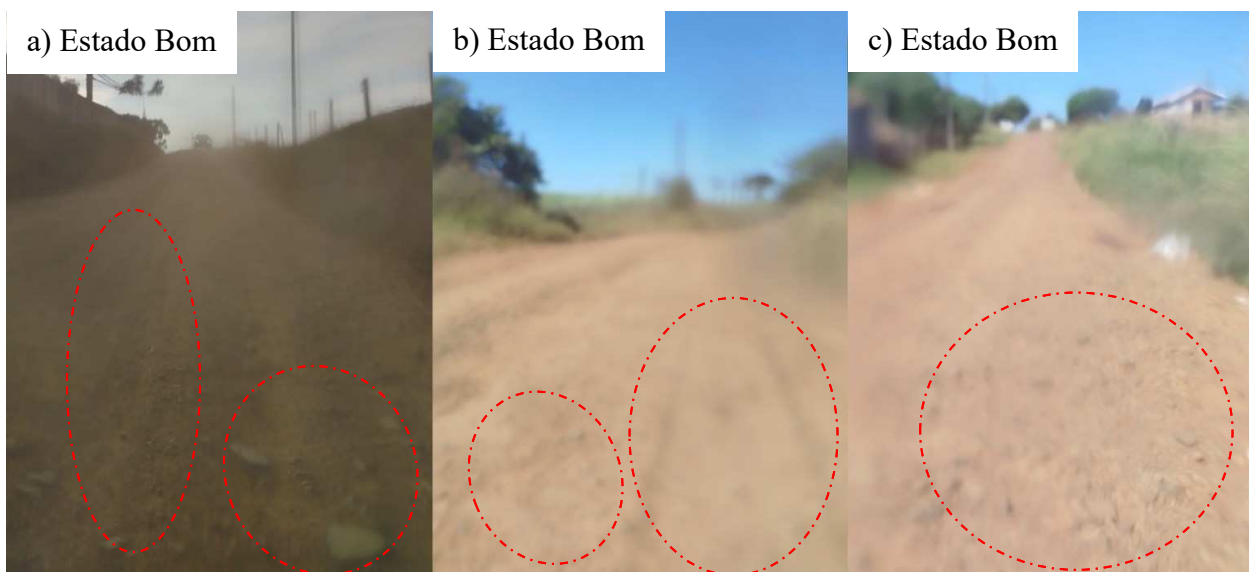
Figura 23 – a) Seção da via Dorigon com 5,83 m/s²; b) Seção da via Sauer com 7,23 m/s²; c) Seção da via Matilde com 16,41 m/s²



Fonte: Autoria Própria

A Figura 23 representa três exemplos da classificação “ótimo”, com mínima presença de degradação: em a) há apenas marcas leves de afundamento; em b), observa-se possível material solto de pequena dimensão distribuído sobre a superfície, mas sem presença de outras patologias; e em c) é possível notar um pequeno buraco ou início de sulco de erosão no canto inferior direito e um pouco de material solto contrastando com o restante da superfície.

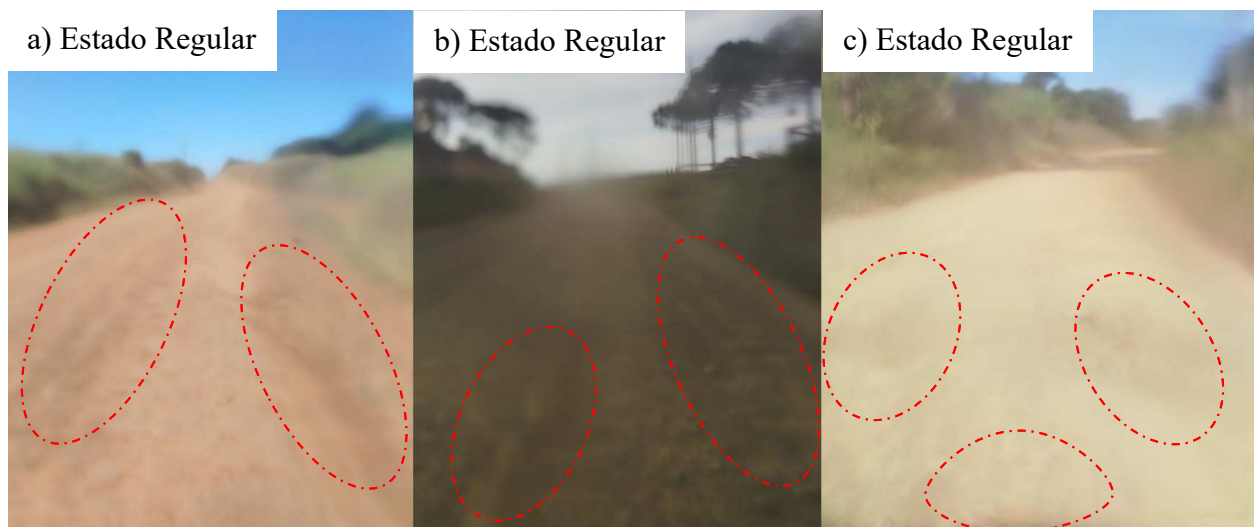
Figura 24 – a) Seção Claudio Coutinho com 20,49 m/s²; b) Seção Gramados com 21,77 m/s²; c) Seção Casimiro Sberse com 21,88 m/s²



Fonte: Autoria Própria

Pelos exemplos de estado de conservação bom, Figura 24, percebe-se o surgimento simultâneo de dois ou mais defeitos leves: a) é possível notar leve afundamento com um pouco de afloramento rochoso; b) afundamento associado à presença de agregado mais grosseiro; e c) afloramentos rochosos acompanhados de quantidade moderada de material solto.

Figura 25 – a) Seção Gramados com 25,41 m/s²; b) Seção Cláudio Coutinho com 26,89 m/s²; c) Seção Raquel de Queirós com 25,67 m/s²



Fonte: Autoria Própria

A classe regular, representada nesta análise pela Figura 25, evidencia uma progressão clara da deterioração: a) afundamentos mais pronunciados nas bordas; (b) ondulações e afundamento lateral; e c) sequência de buracos ao longo da linha de rolamento.

Figura 26 – a) Seção da Pardais com 28,13 m/s²; b) Seção da Cláudio Coutinho com 29,37 m/s²; c) Seção da Gramados com 28,46 m/s²



Fonte: Aatoria Própria

Os registros visuais contidos na Figura 26 que exemplificam a condição ruim como um estágio mais avançado de perda de regularidade: a) afundamentos mais profundos associados a ondulações e afloramentos rochosos; b) nota-se longa ondulação e material solto abundante; e c) uma sequência de buracos apenas de um lado do eixo, no lado esquerdo do registro.

Figura 27 – a) Seção da Costa e Silva com 35,10 m/s²; b) Seção da com 57,98 m/s²; c) Seção da Junqueira com 38,18 m/s²



Fonte: Próprio Autor

Por fim, os trechos classificados como péssimos apresentam deterioração severa, com comprometimento evidente da trafegabilidade. As imagens da Figura 27 indicam: a) uma seção completamente disforme, com geometria transversal irregular, afloramentos rochosos e ondulações decorrentes de erosão; b) combinação de buracos profundos, afloramentos e ondulações; e c) uma seção preenchida por buracos conjugados a afundamento de grande largura.

Essa etapa foi fundamental para demonstrar que a classificação funcional proposta decorre diretamente de medições objetivas, independente da interferência do avaliador no processo. A vinculação entre níveis de aceleração e condições observadas da superfície mostrou-se consistente em todos os casos analisados. Diferentemente de métodos baseados em julgamento visual, medição braçal ou em decisões dependentes da experiência individual, o procedimento empregado fornece uma avaliação reprodutível, imparcial e fundamentada em parâmetros físicos mensuráveis, assim garantindo uma maior coerência na identificação de trechos mais deteriorados e na comparação entre vias distintas.

4.3 Conservação das vias não-pavimentadas ao longo do tempo

Conforme destacado anteriormente, as medições nas vias foram repetidas após um período aproximado de dois meses, o que possibilitou avaliar a evolução da condição superficial apresentada em cada trecho. Essa repetição permite verificar, de maneira objetiva, a mudança nas condições de rolamento em uma janela temporal, evidenciando o processo natural de deterioração se não realizados os trabalhos de M&R.

São apresentados na sequência os valores médios de aceleração resultante obtidos pelo sistema carretinha (Tabela 20) e pelo sistema assento (Tabela 21) para ambos os períodos de avaliação. Além disso, as Figuras 28 e 29 ilustram a distribuição das seções (tidas como cada segundo de medição, associado ao respectivo *frame* do vídeo registrado) classificadas segundo os estados de conservação apresentados anteriormente (ótimo, bom, regular, ruim e péssimo) na Tabela 18.

Tabela 20 – Médias dos valores de aceleração total do módulo carretinha nas vias amostradas nos diferentes momentos mensurados¹

Via	a _{t1} , car. (m/s ²)	a _{t2} , car. (m/s ²)
Antonio Dorigon	20.18	22.72
Bertoldo O. Sauer	22.25	23.37
Casimiro Sberse	31.45	27.06
Cláudio Coutinho	28.38	18.35
Costa e Silva	19.29	25.17
Gramados	30.89	24.26
Junqueira	26.45	19.23
Pardais	25.45	22.70
Raquel de Queiros	24.91	25.09
Santa Matilde	28.21	27.60
Média	25.75	23.55
Desvio Padrão	4.19	3.01
Desvio Padrão / Média (%)	16%	13%

¹ Diferença estatisticamente significativa entre os períodos. ANOVA F(1,1326) = 52,23; p < 0,001

Fonte: Autoria Própria

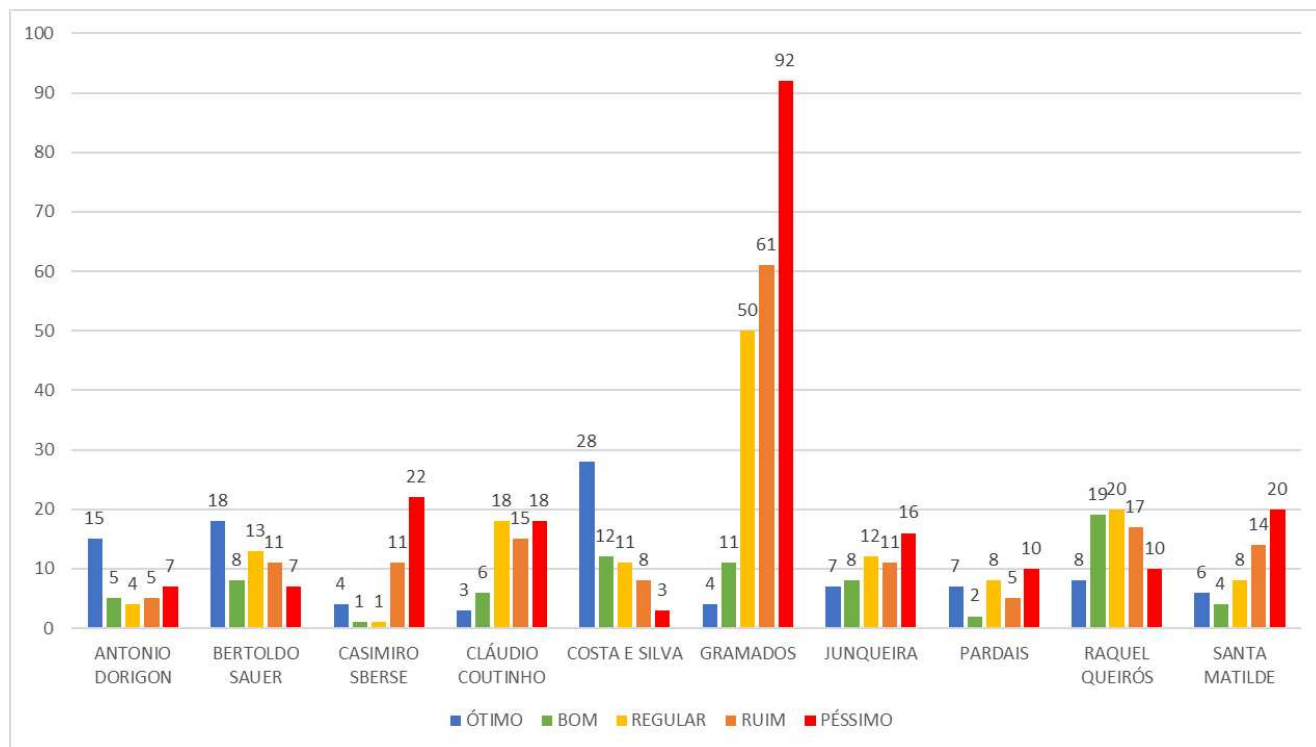
Tabela 21 - Médias dos valores de aceleração total do módulo banco nas vias amostradas nos diferentes momentos mensurados²

Via	a _{t1} , ban. (m/s ²)	a _{t2} , ban. (m/s ²)
Antonio Dorigon	1.10	2.32
Bertoldo O. Sauer	2.42	1.91
Casimiro Sberse	3.18	1.11
Cláudio Coutinho	2.76	1.76
Costa e Silva	1.71	2.18
Gramados	2.42	2.32
Junqueira	3.14	2.21
Pardais	0.51	1.85
Raquel de Queiros	2.60	2.92
Santa Matilde	2.05	2.35
Média	2.19	2.09
Desvio Padrão	0.87	0.48
Desvio Padrão / Média (%)	40%	23%

² Diferença estatisticamente significativa entre os períodos. ANOVA F(1,1326) = 12,10; p < 0,0005

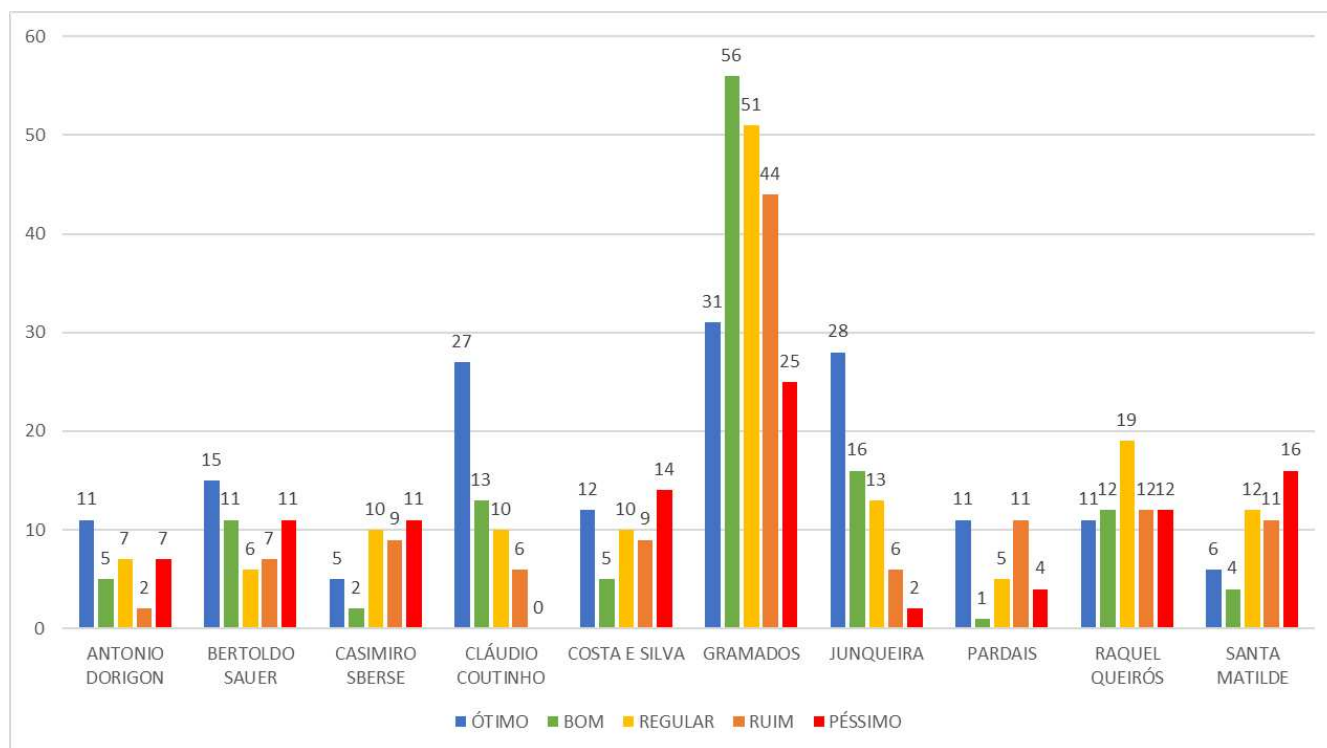
Fonte: Próprio Autor

Figura 28 - Distribuição de seções da primeira temporada segundo classificação de conservação RIA-UR de nome único



Fonte: Próprio Autor

Figura 29 - Distribuição de seções da segunda temporada segundo classificação de conservação RIA-UR de nome único



Fonte: Próprio Autor

Os dados da primeira temporada apresentados na coluna esquerda da Tabela 20 e Figura 28 permitem concluir por si só que as vias Gramados e Casimiro Sberse seriam, à primeira vista, as prioritárias para M&R. Gramados por apresentar a segunda maior média de aceleração total e a maior proporção de seções classificadas como “péssimo”, e Casimiro Sberse por registrar a maior média de aceleração e a segunda maior proporção de trechos em condição crítica. Se a análise fosse conduzida isoladamente com base na segunda temporada (Tabela 20, coluna direita, e Figura 29), a priorização de reabilitação seria sobre Santa Matilde, Casimiro Sberse e Costa e Silva, que exibiram, respectivamente, as maiores médias de aceleração e as maiores quantidades de seções em estado “péssimo”.

Na direção oposta, as vias Costa e Silva e Antonio Dorigon seriam consideradas de menor urgência segundo o primeiro levantamento, por apresentarem as menores médias de aceleração e as menores quantidades de trechos críticos. Da mesma forma, Cláudio Coutinho e Junqueira seriam

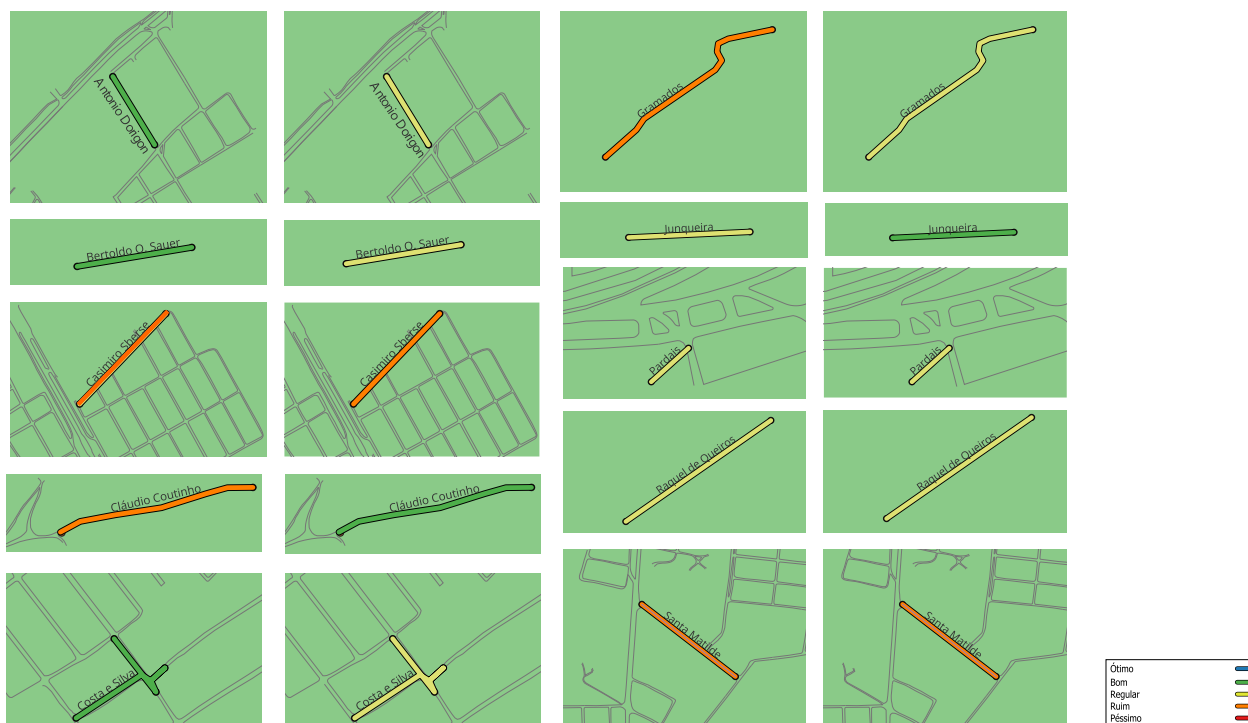
despriorizadas na segunda temporada, dadas suas baixas médias de aceleração e menor quantia de seções em condição ruim ou péssima.

No entanto, há fatores que devem ser colocados a julgamento para realizar uma gestão de vias de maneira mais coerente e efetiva, conforme o tópico de acerca da gestão de vias apresentado. Um deles é o Volume Diário Médio (VDM): vias que atendem maior fluxo de veículos naturalmente demandam maior atenção. Outro elemento essencial diz respeito ao perfil socioeconômico da população atendida. Como discutido na revisão de literatura, comunidades de menor renda e historicamente marginalizadas tendem a sofrer com infraestrutura deficiente, o que reforça a necessidade de considerar variáveis sociais na definição das prioridades de intervenção.

Apesar disso, a incorporação criteriosa de fatores demográficos e socioeconômicos exige uma avaliação prolongada e minuciosa (que extrapola os objetivos deste trabalho) para integrar os fatores humanos com os técnicos sem resultar na falácia de obter uma metodologia subjetiva. Ainda assim, há um aspecto técnico relacionado que deve ser integrado à atenção da conservação das vias: a continuidade espacial das seções degradadas. Trechos extensos em condição ruim ou péssima representam um obstáculo maior ao tráfego, prolongam a exposição às vibrações e podem comprometer a conectividade da via. Assim, vias cujas seções críticas aparecem agrupadas, e não dispersas, tendem a demandar intervenções mais urgentes.

Diante disso, adotou-se uma análise espacial suportada por SIG (Sistema de Informação Geográfica), permitindo não apenas quantificar a deterioração, mas visualizar a distribuição das seções ao longo das vias e localidade das vias no território municipal. Em um primeiro momento, foram elaborados mapas da cidade de Guarapuava para ambas as temporadas, nos quais os trechos foram representados conforme a cor correspondente ao estado de conservação médio. Os mapas encontram-se nos Apêndices H e I, sendo apresentando um recorte das vias fora de escala para comparar a condição das vias entre a temporada 1 (estados à esquerda) e temporada 2 (estados à direita) na Figura 30. A partir deles, estabeleceu-se um ranking de priorização de intervenções, apresentado nas Tabelas 22 e 23, segundo o estado médio dos trechos.

Figura 30 – Comparativo das condições funcionais média das vias amostradas pelo RIA-UR nomenclatura única



Fonte: Autoria Própria

Tabela 22 – Prioridade de intervenção segundo RIA-UR simples na primeira campanha

Ranking de Intervenção	Vias	Estado
1º	Cláudio Coutinho, Casimiro Sberse, Gramados e Santa Matilde	Ruim
2º	Junqueira, Pardais e Raquel de Queirós	Regular
3º	Antonio Dorigon, Bertoldo Sauer e Costa e Silva	Bom

Fonte: Autoria Própria

Tabela 23 – Prioridade de intervenção segundo RIA-UR simples na segunda campanha

Ranking de Intervenção	Vias	Estado
1º	Casimiro Sberse e Santa Matilde	Ruim
2º	Antonio Dorigon, Bertoldo Sauer, Costa e Silva, Gramados, Pardais e Raquel de Queirós	Regular
3º	Claudio Coutinho e Junqueira	Bom

Fonte: Autoria Própria

As Tabelas 22 e 23 permitem estruturar um cronograma de intervenção em três etapas, priorizando inicialmente as vias classificadas como ruins, depois as regulares e, por fim, as boas. A comparação entre as duas temporadas evidencia de forma clara a atuação da gestão responsável. Algumas vias apresentaram melhora significativa, como Cláudio Coutinho, Junqueira e Gramados (esta, inclusive, a manutenção foi presenciada no momento que seria feito o segundo levantamento sobre a via, exigindo o adiamento da medição). Por outro lado, algumas vias registraram piora de estado, possivelmente por não terem sido submetidas a reparos, o que causou a ascensão no ranking de prioridade, como Casimiro Sberse e Bertoldo Sauer.

No entanto, apesar de fornecer já uma diretriz de prioridade, a classificação do índice RIA-UR com uma única nomenclatura gerou agrupamentos amplos, reunindo em um mesmo nível vias com situações bastante distintas. Pode-se cometer o equívoco de corrigir uma via de estado regular que recentemente estava em estado bom ao invés de uma de estado regular que está na iminência de se tornar ruim. Com isso, julgou-se necessário adaptar a classificação criada para uma nomenclatura dupla, no qual cada via recebe um segundo qualificativo indicando o estado mais próximo dentro da amplitude da classe original.

Considerando que o intervalo de um estado para outro era relativo a meio desvio padrão, realiza-se a divisão ao meio desse intervalo para verificar se está na metade mais alta e próxima a um estado mais precário ou mais baixo e mais conservada. A Tabela 24 organiza a classificação com qualificação de estado duplo.

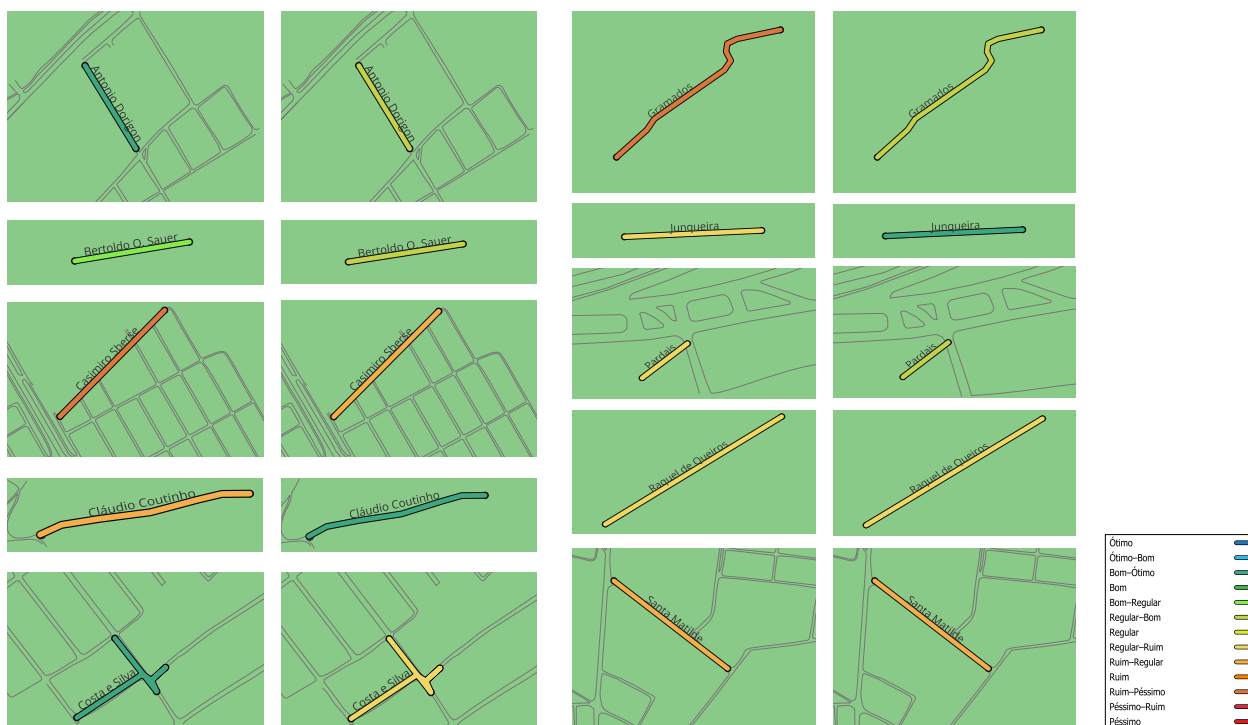
Tabela 24 – Classificação RIA-UR por nomenclatura dupla

Classe Principal	Faixa Principal	Classe Complementar	Faixa Complementar	Classificação
Ótimo	< 18 m/s ²	Não Requer	≤ 15,75 m/s ²	Ótimo
		Bom	> 15,75 m/s ² e < 18 m/s ²	Ótimo – Bom
Bom	≥ 18 m/s ² e < 22,5 m/s ²	Ótimo	≥ 18 m/s ² e < 20,25 m/s ²	Bom – Ótimo
		Não Requer	20,25 m/s ²	Bom
		Regular	> 20,25 m/s ² e < 22,5 m/s ²	Bom – Regular
Regular	≥ 22,5 m/s ² e < 27 m/s ²	Bom	≥ 22,5 m/s ² e < 24,75 m/s ²	Regular – Bom
		Não Requer	24,75 m/s ²	Regular
		Ruim	> 24,75 m/s ² e < 27 m/s ²	Regular – Ruim
Ruim	≥ 27 m/s ² e < 31,5 m/s ²	Regular	≥ 27 m/s ² e < 29,25 m/s ²	Ruim – Regular
		Não Requer	29,25 m/s ²	Ruim
		Péssimo	> 29,25 m/s ² e < 31,5 m/s ²	Ruim – Péssimo
Péssimo	≥ 31,5 m/s ²	Ruim	≥ 31,5 m/s ² e < 33,75 m/s ²	Péssimo – Ruim
		Não Requer	≥ 33,75 m/s ²	Péssimo

Fonte: Autoria Própria

A aplicação dessa nomenclatura dupla resultou nos mapas apresentados nos Apêndice J e K, com a Figura 31 sintetizando por meio de recortes os estados funcionais nas duas campanhas, a esquerda correspondendo ao estado na primeira temporada e a direita na segunda temporada, que tornam mais evidente a heterogeneidade interna de cada classe e possibilitam uma tomada de decisão mais precisa em nível de gestão de malha. As Tabelas 25 e 26 apresentam o ranking revisado de prioridades após a adoção do RIA-UR com classificação dupla, permitindo segmentar as intervenções de forma mais criteriosa e efetiva.

Figura 31 - Comparativo das condições funcionais média das vias amostradas pelo RIA-UR de nomenclatura dupla



Fonte: Autoria Própria

Tabela 25 – Prioridade de Intervenção segundo nomenclatura dupla do RIA-UR na primeira campanha

Ranking de Intervenção	Vias	Classificação dupla
1º	Casimiro Sberse e Gramados	Ruim-Péssimo
2º	Cláudio Coutinho e Santa Matilde	Ruim-Regular
3º	Junqueira, Pardais e Raquel de Queirós	Regular-Ruim
4º	Bertoldo Sauer	Bom-Regular
5º	Dorigon e Costa e Silva	Bom-Ótimo

Fonte: Autoria Própria

Tabela 26 – Prioridade de Intervenção segundo nomenclatura dupla do RIA-UR na segunda campanha

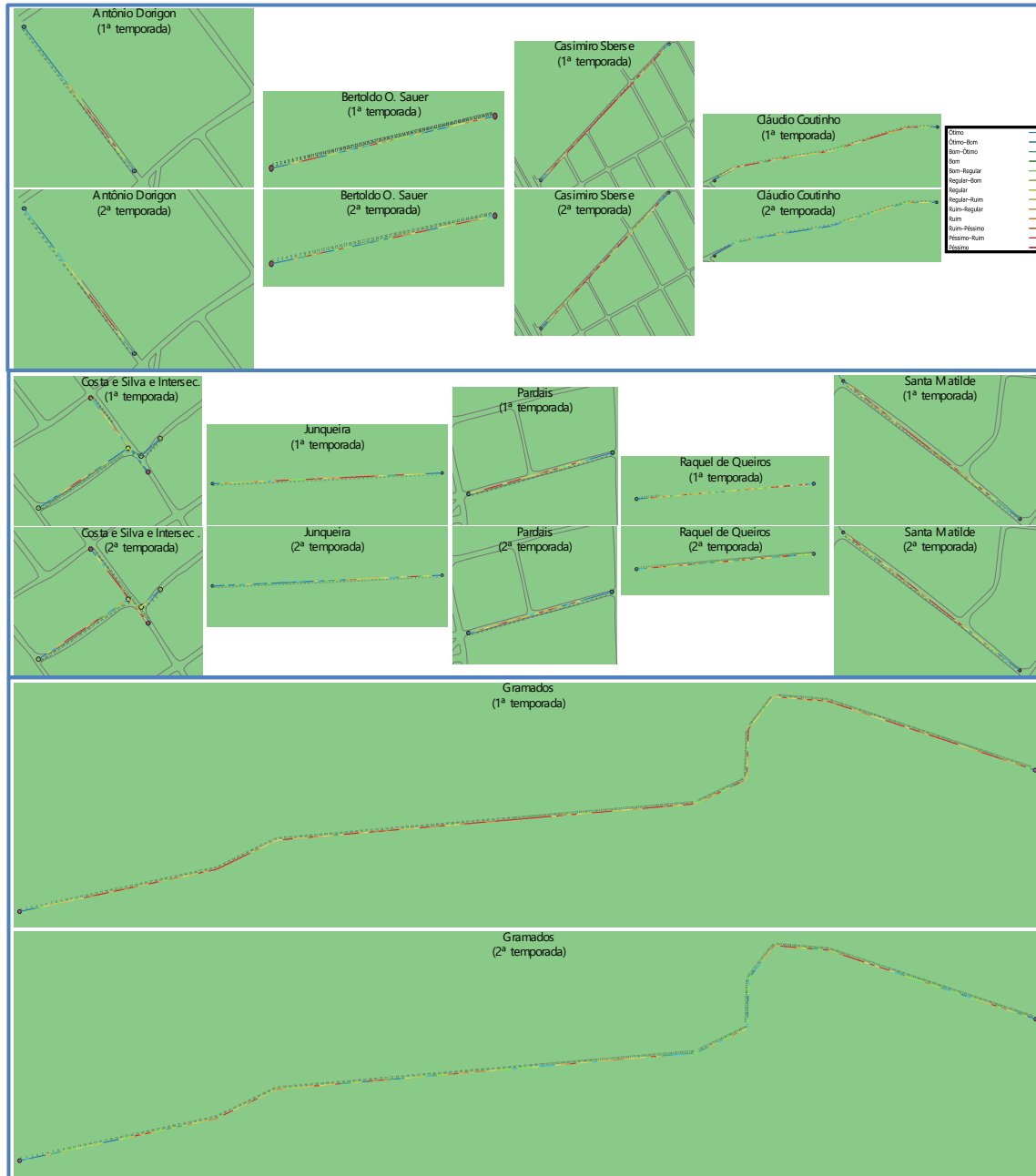
Ranking de Intervenção	Vias	Classificação Dupla
1º	Casimiro Sberse e Santa Matilde	Ruim-Regular
2º	Costa e Silva e Raquel de Queirós	Regular-Ruim
3º	Antonio Dorigon, Bertoldo Sauer, Gramados e Pardais	Regular-Bom
4º	Claudio Coutinho e Junqueira	Bom-Ótimo

Fonte: Autoria Própria

A classificação dupla permitiu criar duas posições adicionais na primeira temporada e uma adicional na segunda. Esse refinamento possibilita que as ações de M&R sejam planejadas de forma mais alinhada à realidade da malha: reduz-se a probabilidade de alocar recursos em uma via com condição significativamente melhor do que outra incluída na mesma classe, além de tornar mais homogêneos os conjuntos de vias dentro de cada nível de intervenção. Como resultado, o planejamento é mais eficiente e mais equitativo, já que níveis de prioridade com um menor número de trechos permite ciclos de manutenção e reabilitação mais rápidos e melhor direcionados.

Na sequência, foram elaborados os mapas apresentados nos Apêndice L e M, sintetizado nesta seção pela Figura 32 (fora de escala). Esses instrumentos identificam o estado de conservação ao longo de cada via, seção por seção. Eles viabilizam uma análise em nível de projeto, permitindo localizar trechos críticos dentro de cada logradouro e distinguir segmentos que efetivamente demandam intervenção daqueles cuja condição não se mostra urgente. Considerou-se como trecho contínuo de baixa qualidade funcional todo segmento que apresenta três ou mais seções consecutivas classificadas como ruim ou péssimo, admitindo-se até duas seções não contíguas em condição regular dentro dessa sequência. Isso alinha-se com o princípio de identificação de trechos homogêneos, consenso na literatura de gerência de pavimentos. As Tabelas 27 e 28 apresentam, em ordem decrescente, as vias da primeira e da segunda temporada, respectivamente, pela extensão total dos trechos críticos identificados.

Figura 32 – Comparativo de vias pelo índice RIA-UR nomenclatura dupla aplicado ao longo das seções



Fonte: Autoria Própria

Tabela 27 – Classificação decrescente de vias na primeira temporada segundo percentual de trechos de baixa qualidade funcional em relação a extensão total da via

#	Vias	Trechos de baixa qualidade funcional	Extensão de cada trecho (m)	Total (m)	% da via																																																																														
1	Casimiro Sberse	3-28	226.67	296.41	87%																																																																														
		30-37	69.74			2	Santa Matilde	10-14	38.46	276.92	69%	16-48	238.46	14-24	92.84	26-29	33.76	31-35	42.20	37-47	92.84	55-64	84.40	67-80	118.17	82-86	42.20	3	Gramados	90-110	177.25	1249.17	68%	116-119	33.76	126-135	84.40	138-141	33.76	145-152	67.52	155-157	25.32	170-184	126.61	188-202	126.61	206-213	67.52	7-13	39.67	16-21	34.00	4	Cláudio Coutinho	29-31	17.00	192.67	57%	36-38	17.00	41-55	85.00	5	Pardais	13-17	37.50	112.50	47%	20-29	75.00	6	Junqueira	16-32	144.81	187.41	41%	36-40	42.59	7	Antonio Dorigon	7-16	72.22
2	Santa Matilde	10-14	38.46	276.92	69%																																																																														
		16-48	238.46																																																																																
		14-24	92.84																																																																																
		26-29	33.76																																																																																
		31-35	42.20																																																																																
		37-47	92.84																																																																																
		55-64	84.40																																																																																
		67-80	118.17																																																																																
		82-86	42.20																																																																																
		3	Gramados			90-110	177.25	1249.17	68%																																																																										
116-119	33.76																																																																																		
126-135	84.40																																																																																		
138-141	33.76																																																																																		
145-152	67.52																																																																																		
155-157	25.32																																																																																		
170-184	126.61																																																																																		
188-202	126.61																																																																																		
206-213	67.52																																																																																		
7-13	39.67																																																																																		
16-21	34.00																																																																																		
4	Cláudio Coutinho			29-31	17.00	192.67	57%																																																																												
				36-38	17.00																																																																														
		41-55	85.00																																																																																
5	Pardais	13-17	37.50	112.50	47%																																																																														
		20-29	75.00																																																																																
6	Junqueira	16-32	144.81	187.41	41%																																																																														
		36-40	42.59																																																																																
7	Antonio Dorigon	7-16	72.22	93.89	36%																																																																														
		19-21	21.67																																																																																

#	Vias	Trechos de baixa qualidade funcional	Extensão de cada trecho (m)	Total (m)	% da via
8	Raquel de Queiros	10-12	10.95	76.62	28%
		18-20	10.95		
		45-49	18.24		
		56-58	10.95		
		61-63	10.95		
		65-68	14.59		
9	Bertoldo Sauer	8-12	34.21	95.78	25%
		26-29	27.36		
		50-54	34.21		
10	Costa e Silva	10-12	15.97	53.23	16%
		24-30	37.26		

Fonte: Próprio Autor

Tabela 29 – Classificação decrescente de vias na segunda temporada segundo percentual de trechos de baixa qualidade funcional em relação a extensão total da via

#	Vias	Trechos de baixa qualidade funcional	Extensão de cada trecho (m)	Total (m)	% da via
1	Casimiro Sberse	5-7	27.57	174.59	51%
		9-20	110.27		
		23-26	36.76		
2	Santa Matilde	16-36	161.54	192.31	48%
		43-46	30.77		
3	Pardais	13-16	30.00	112.50	47%
		19-29	82.50		
4	Costa e Silva	7-15	59.40	125.40	38%
		16-25	66.00		
		9-12	31.20		
5	Bertoldo Sauer	28-35	62.40	127.81	33%
		42-46	34.21		

#	Vias	Trechos de baixa qualidade funcional	Extensão de cada trecho (m)	Total (m)	% da via
		22-26	44.44		
		36-38	26.67		
		44-46	26.67		
		50-52	26.67		
		56-58	26.67		
6	Gramados	68-71	35.56	480.00	26%
		83-89	62.22		
		104-106	26.67		
		112-116	44.44		
		154-161	71.11		
		169-178	88.89		
7	Antonio Dorigon	6-13	65.00	65.00	25%
		5-11	28.64		
8	Raquel de Queiros	47-50	16.36	57.27	21%
		54-56	12.27		
9	Junqueira	19-27	63.69	63.69	14%
10	Cláudio Coutinho	não há	0.00	0.00	0%

Fonte: Autoria Própria

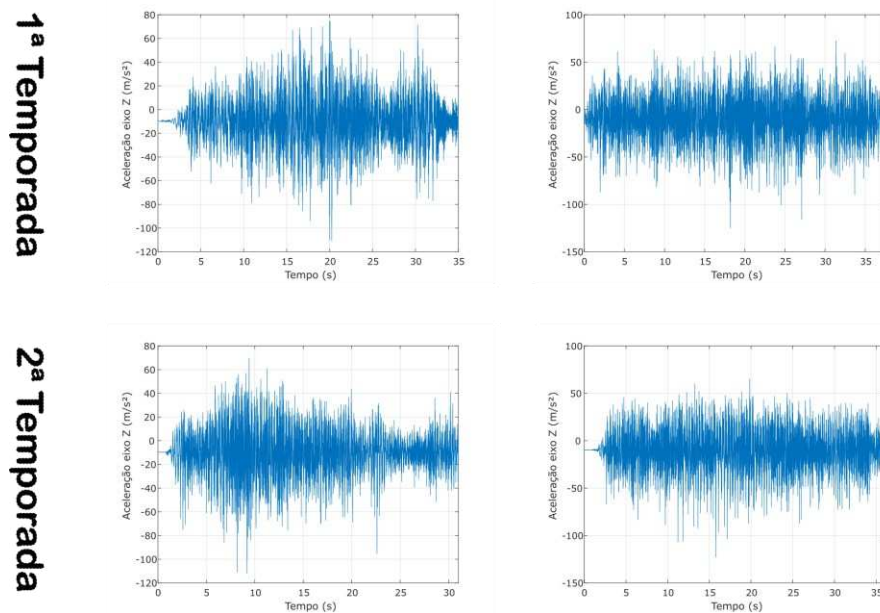
Pode-se tirar de conclusão após realizar a análise do desempenho ao longo da via de seções críticas que a prioridade de intervenção pode se modificar em relação àquela indicada apenas pela média geral de cada via, mesmo quando utilizada a classificação dupla.

Por exemplo, na primeira amostragem, comparando a Tabela 25 e 27, nota-se que Santa Matilde passa a ter prioridade sobre Gramados devido possuir um percentual maior de si com trechos de baixa funcionalidade. De modo semelhante, a via Antonio Dorigon, que inicialmente ocupava uma das menores prioridades, torna-se mais urgente que vias anteriormente posicionadas à sua frente, como Bertoldo Sauer e Raquel de Queirós. Na segunda temporada, as alterações são mais sutis, mas ainda perceptíveis. Destaca-se a via Raquel de Queirós, que, ao apresentar baixa concentração de trechos em condições críticas, desloca-se de um grupo de prioridade intermediária para um conjunto de menor urgência, evidenciando que a avaliação espacial modifica sensivelmente o escalonamento originalmente obtido apenas pelos valores médios.

Com o intuito de complementar a análise estatística e espacial previamente apresentada, apresenta-se na Figura 33 o registro da aceleração vertical (eixo Z) ao longo do tempo para duas

situações contrastantes: uma via classificada entre as mais conservadas nas duas temporadas (Rua Antônio Dorigon) e outra consecutivamente colocada nas análises como uma das piores em estado funcional (Rua Casimiro Sberse). Essa representação no domínio do tempo permite visualizar diretamente o comportamento vibratório bruto que fundamentou a classificação RIA-UR, evidenciando como diferentes condições superficiais se traduzem em padrões distintos de excitação dinâmica do sistema carretinha.

Figura 33 – Comparativo da aceleração na componente Z em duas vias de condições distintas nas campanhas realizadas Antonio Dorigon Casimiro Sberse



Fonte: Autoria Própria

Observa-se da Figura 33 que a via mais conservada apresenta valores de aceleração relativamente mais contido, com menor densidade de picos extremos e distribuição mais homogênea das amplitudes ao longo do trecho, ficando claro isto pela valores no eixo das ordenadas. Em contraste, a via enquadrada entre as piores condições exhibe maior concentração de eventos impulsivos, com amplitudes instantâneas significativamente maiores e dentro de uma grande variabilidade temporal, indicando presença de irregularidades mais severas ou sucessivas. Nota-se ainda que, mesmo quando os valores médios são utilizados para classificação, o sinal bruto revela a natureza impulsiva das excitações, característica típica de vias não pavimentadas com

buracos, afundamentos e descontinuidades longitudinais. Assim, tal figura reforça que a metodologia adotada captura diferenças reais no comportamento dinâmico do sistema, não se limitando a uma abstração estatística, mas refletindo fisicamente a condição superficial da via.

4.4 Avaliação do impacto a Saúde segundo aplicação da ISO 2631-1

Para os resultados de aceleração obtidos pelo sistema assento, aplicaram-se os fatores de ponderação indicados em “2.5 Acelerômetro e Vibrações”, para a avaliação de efeitos da saúde de usuário em exposição prolongada de jornada de trabalho conforme estabelecido tanto pela ISO 2631-1 quanto pela NHO-09, que adotam os mesmos índices para avaliação de vibrações de corpo inteiro. Após a ponderação de cada eixo, identificou-se a direção predominante com base no maior valor médio de aceleração ponderada. Caso os demais eixos apresentassem valores inferiores a 66% da aceleração predominante, apenas este eixo principal era aplicado no cálculo da aceleração equivalente de exposição diária, $a(8)$. Em condição contrária, procedia à composição vetorial das acelerações ponderadas. A Tabela 30 apresenta os valores resultantes do procedimento.

Tabela 30 – Resultados de aceleração equivalente a exposição ocupacional de 8 horas conforme temporada e via investigada

Via	1ª Temporada		2ª Temporada	
	RMS predominante	$a(8)$ (m/s ²)	RMS predominante	$a(8)$ (m/s ²)
Antonio Dorigon	não há	0.05	Y	0.10
Bertoldo O. Sauer	Y	0.14	Y	0.10
Casimiro Sberse	Y	0.15	Y	0.05
Cláudio Coutinho	X	0.16	Y	0.10
Costa e Silva	não há	0.10	Y	0.12
Gramados	Y	0.26	Y	0.26
Junqueira	não há	0.16	Y	0.15
Pardais	Y	0.02	Y	0.08
Raquel de Queiros	Y	0.18	Y	0.18
Santa Matilde	Y	0.11	Y	0.11

Fonte: Autoria Própria

Os valores de aceleração equivalente apresentados na Tabela 30 indicam que, segundo os critérios da ISO 2631-1 e da NHO-09, as vias avaliadas não oferecem risco significativo à saúde ocupacional do operador. O maior valor obtido, 0,26 m/s², permanece abaixo tanto do limiar de

atenção proposto pela ISO 2631-1 ($0,45 \text{ m/s}^2$) quanto do valor de ação da NHO-09 ($0,50 \text{ m/s}^2$). Do ponto de vista de conforto, os valores também se mantêm abaixo de $0,315 \text{ m/s}^2$, primeira faixa de desconforto da ISO 2631-1, o que reforça que as vibrações transmitidas ao assento foram efetivamente amortecidas pelo sistema veicular. Foi observado que o eixo y foi predominante nos resultados obtidos, indicando que o movimento lateral contribui mais para a vibração captada pelo assento. Embora os níveis registrados estejam abaixo dos limites de risco, tal predominância sugere que, em situações mais severas de vibração, poderiam ocorrer desconfortos ou desvios posturais relacionados à coluna em função de oscilações laterais repetidas.

A aparente discrepância entre o comportamento e classificação funcional obtida pelo sistema carretinha (a qual é capaz de diferenciar seções em cinco estados principais e ainda estados complementares) e a uniformidade dos valores de exposição do assento, que não ultrapassam limites de risco, pode ser explicada por diferenças estruturais entre os sistemas. O sistema carretinha, se comparado ao veículo, possui massa consideravelmente menor e sistema de suspensão simples, projetado para carregamento de cargas e não pessoas, mais sensível a vibrações. O automóvel possui um sistema de amortecimento muito mais elaborado com um conjunto de suspensão sofisticado, amortecedores, buchas e elementos de isolamento vibratório, além do próprio banco, que age como última barreira de atenuação. Assim, parte considerável da energia vibratória percebida na carretinha não é transmitida ao ocupante, o que pode justificar os baixos níveis de aceleração equivalente obtidos no assento.

Outro fator a considerar na discrepância do comportamento das acelerações entre sistemas é que a envoltória feita para sentar e comportar o celular, apesar de desenvolvido sob as indicações da ISO 10326-1, é, inerentemente devido a placa inferior e espumas, mais estável e menos responsivo a vibrações que o *smartphone* inserido no suporte da carretinha.

Por fim, os valores ponderados de aceleração do banco foram submetidos à análise de FFT para determinação das frequências predominantes associadas às excitações transmitidas ao operador. A Tabela 31 apresenta os resultados obtidos.

Tabela 31 – Valores de Frequência e magnitude das vias nas duas temporadas a partir dos resultados de aceleração equivalente da avaliação de saúde

Via	1ª Temporada			2ª Temporada		
	Eixo	Frequência Predominante	Magnitude	Eixo	Frequência Predominante	Magnitude
Antonio Dorigon	X	27.78	0.24	X	46.88	0.28
	Y	13.89	1.40	Y	15.63	1.47
	Z	13.89	0.48	Z	15.63	0.48
Bertoldo O. Sauer	X	8.77	0.17	X	10	0.26
	Y	8.77	0.65	Y	20	0.83
	Z	8.77	0.51	Z	30	0.30
Casimiro Sberse	X	12.82	0.41	X	13.51	0.40
	Y	76.92	0.56	Y	27.03	0.76
	Z	12.82	0.33	Z	13.51	0.22
Cláudio Coutinho	X	3.77	0.0002	X	26.79	0.33
	Y	0.11	0.0012	Y	17.86	0.65
	Z	0.11	0.0034	Z	8.93	0.27
Costa e Silva (1)	X	60	0.25	X	47.62	0.36
	Y	20	0.62	Y	23.81	1.03
	Z	20	0.41	Z	23.81	0.85
Costa e Silva (2)	X	40.54	0.24	X	51.72	0.30
	Y	27.03	0.59	Y	34.48	0.85
	Z	27.03	0.46	Z	34.48	0.72
Gramados	X	6.88	0.10	X	2.42	0.10
	Y	6.88	0.50	Y	7.25	0.41
	Z	13.76	0.16	Z	16.91	0.27
Junqueira	X	18.52	0.14	X	38.46	0.22
	Y	9.26	0.30	Y	7.69	0.44
	Z	9.26	0.36	Z	15.38	0.22
Pardais	X	15.63	0.02	X	31.25	0.32
	Y	15.63	0.4	Y	31.25	0.84
	Z	15.63	0.38	Z	15.63	0.25
Raquel de Queiros	X	6.76	0.46	X	7.58	0.47
	Y	6.76	1.07	Y	7.58	0.95
	Z	6.76	0.26	Z	15.15	0.23
Santa Matilde	X	19.23	0.22	X	20.41	0.29
	Y	9.62	0.62	Y	10.20	0.64
	Z	9.62	0.26	Z	10.20	0.35

Fonte: Autoria Própria

Dentre as 66 frequências predominantes do conjunto das duas temporadas, nota-se que apenas duas delas se situa fora do intervalo de influência ao corpo humano indicado pela ISO 2631-

1, que são valores entre 0,5 Hz a 80 Hz. São essas o eixo y e z da Cláudio Coutinho na primeira temporada. No entanto, é importante destacar que as magnitudes dessa aferição são consideravelmente menores que das demais, sugerindo que se tratou de uma situação pontual. A maioria das vias apresentou frequência predominante entre 4 a 20 Hz, 42 das 66 frequências (63,6%), especialmente no eixo y. Destaca-se esse intervalo visto que é onde existe sensibilidade do corpo humano as vibrações: entre 4 a 8 Hz ocorre ressonância com o tronco do ser humano (tronco-pelve) e até 20 Hz há maior resposta da coluna e da cabeça, conforme relatado no referencial teórico.

É importante então salientar que, apesar das acelerações equivalentes transmitidas nas ocasiões de medição serem identificadas como não-prejudiciais, tratou-se de um sistema único conformado para discussão neste trabalho que não pode exaustivamente ser testado e refinado como os modelos comerciais. Por fim, ressalta-se que, no ato de verificar acelerações nas faixas de risco, apesar de não ultrapassarem intervalos de ação, as acelerações estariam em sua maioria impactando a faixa crítica de resposta do corpo humano.

5 CONCLUSÃO

Esta dissertação teve como objetivo propor um índice funcional para avaliação de vias não pavimentadas, baseado em medições de aceleração obtidas por acelerômetro de *smartphone*, com foco que este índice seja aplicado na gestão de pavimentos, de forma rápida, econômica e com independência de intervenção subjetiva nos resultados.

Inicialmente, foi desenvolvida uma sistemática de aquisição de dados utilizando um dispositivo de acoplamento veicular do tipo carretinha, permitindo a captação de acelerações de forma a minimizar as características dinâmicas do veículo. Essa abordagem mostrou-se viável e replicável, atendendo ao objetivo de simplificação do processo de coleta e redução da necessidade de conhecimento técnico especializado.

A partir dos dados coletados, foi proposto o índice funcional denominado RIA-UR, cuja estrutura se baseia em valores de aceleração RMS. A organização estatística desses valores possibilitou a definição de classes de condição funcional, incluindo uma classificação simples e uma classificação de nomenclatura dupla, esta última permitindo maior refinamento na distinção entre trechos com condições semelhantes. A análise dos resultados demonstrou coerência entre os valores de aceleração e o estado de conservação das vias observados, conforme exemplos apresentando na enumeração de aceleração e formação do índice, evidenciando o potencial do mesmo em representar a condição funcional sem necessidade de inspeção visual detalhada.

A aplicação do índice na malha de vias não pavimentadas do município de Guarapuava-PR permitiu mapear diferentes níveis de conservação, refletindo a variabilidade espacial das condições das vias. A comparação entre campanhas realizadas em diferentes períodos possibilitou identificar tanto processos de deterioração, como ruas Pardais e Costa e Silva quanto melhorias decorrentes de intervenções de manutenção, no caso, as vias Gramados e Claudio Coutinho, demonstrando a aplicabilidade do método para monitoramento temporal. Adicionalmente, a aplicação do índice RIA-UR de nomenclatura dupla seção a seção possibilitou a identificação de segmentos críticos contínuos, fornecendo suporte à tomada de decisão em escala local.

Em relação às análises complementares, as correlações entre os eixos do sistema carretinha apresentaram comportamento consistente, com coeficientes de determinação elevados ($R^2 \geq 0,76$), destacando-se a influência do eixo vertical (z) com valores em torno de 0,80 de R^2 .

Por outro lado, as correlações entre os sistemas carretinha e assento mostraram-se baixas, indicando que as vibrações medidas no reboque não apresentam relação linear direta com aquelas transmitidas ao ocupante, indicando possível efeito da suspensão, massa e dissipação de energia no sistema veicular.

No que se refere à saúde ocupacional, os valores de aceleração equivalente $a(8)$, obtidos conforme os critérios da ISO 2631-1 e da NHO-09, permaneceram abaixo dos limites de ação, indicando ausência de risco à saúde para as condições avaliadas. Observou-se predominância do eixo lateral nas medições do assento, com frequências concentradas (63,6% das mesmas) na faixa de 4 a 20 Hz, correspondente à maior sensibilidade biomecânica do corpo humano.

De forma geral, os resultados obtidos demonstram que o índice RIA-UR possui consistência técnica e potencial de aplicação prática, constituindo uma alternativa acessível, objetiva e reprodutível para avaliação funcional de vias não pavimentadas. Tal índice avaliou sem exigir o julgamento do autor em medir ou avaliar visualmente uma seção para fornecer o resultado da mesma, assim amplia as possibilidades de monitoramento sistemático, impessoal, da rede viária especialmente em contextos com limitações de recursos técnicos e financeiros.

5.1 Sugestões para trabalhos futuros

Este trabalho conclui-se com sugestões para trabalhos futuros tendo como princípio o que foi produzido. Essas indicações são:

- Incluir sistemática de calibração dos acelerômetros de *smartphone* utilizados para reprodução fiel do estudo.
- Verificar variação do índice com mudança de velocidade.
- Viabilizar sistema de posicionamento contínuo GNSS ao longo das medições.
- Disponibilizar o índice via aplicativo de celular, plugin ou software computacional.
- Desenvolver uma versão do índice RIA para pavimentos asfálticos e poliédricos, ampliando sua aplicabilidade.
- Realizar trabalho comparativo entre a versão de assento acelerômetro utilizado com os dispositivos comercializados.
- Avaliar transmissão de vibrações em três sistemas com acelerômetro: carretinha, assento e suspensão veicular.

- Desenvolver sistema de gestão de vias completo, incorporando a classificação *RIA-UR* com VDM, qualidade de vida da região, estabelecimentos prioritários como escolas e unidades de saúde e custo de manutenção.

REFERÊNCIAS

AASHTO. **Pavement Management Guide**. American Association of State Highway and Transportation Officials, 2012.

ADU, Welbeck Oppong; DUMEDAH, Gift; ADAMS, Anum Charles. **Surface condition assessment of unpaved roads through the use of unmanned aerial vehicle**. International Journal of Pavement Research and Technology, 2023.

AFENIKA, Adhelinia; GUNAWAN, P. H.; TARWIDI, D. **Classification of road surface quality based on SVM method**. Journal of Physics: Conference Series, [s.l.], v. 1641, n. 1, p. 012064, 2020. DOI: 10.1088/1742-6596/1641/1/012064. Disponível em: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1641/1/012064>. Acesso em: 8 ago. 2025.

AGÊNCIA ESTADUAL DE NOTÍCIAS. **Governador lança programa para levar pavimentação a municípios com até 7 mil habitantes**. AEN, 2023. Curitiba: Governo do Paraná. Disponível em: <https://www.aen.pr.gov.br/Noticia/Governador-lanca-programa-para-levar-pavimentacao-municipios-com-ate-7-mil-habitantes>. Acesso em: 02 nov. 2025.

AGÊNCIA ESTADUAL DE NOTÍCIAS. **Rota do Asfalto Novo, Vida Nova apresenta avanços das obras de pavimentação nas Cidades**. AEN, 2025. Curitiba: Governo do Paraná. Disponível em: <https://www.secid.pr.gov.br/Noticia/Rota-do-Asfalto-Novo-Vida-Nova-apresenta-avancos-das-obras-de-pavimentacao-nas-Cidades>. Acesso em: 02 nov. 2025.

AHMED, F.; ZHOU, Y.; GE, X.; CAI, H.; HUANG, B. **Effects of smartphone sensor variability in road roughness evaluation**. International Journal of Pavement Engineering, v. 24, n. 4, p. 898–908, 2021. DOI: 10.1080/10298436.2021.1946059.

ALVES, Vanessa T.; RUIZ-PADILLO, Alejandro (Coordenadores); WASQUEVITI, Rafael C.; DUTRA, Thais R.; CERVÔ, Tatiana C. **Projeto geométrico de rodovias**. Centro de Tecnologia, Laboratório de Mobilidade e Logística. Santa Maria (RS):UFSM, 2023. ISBN 978-85-64049-24-6. Disponível em: <https://www.ufsm.br/app/uploads/sites/266/2023/10/Livro-completo-PROJETO-GEOMETRICO-DE-RODOVIAS-e-book.pdf>. Acesso em: 05 nov. 2025.

AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY AND TRANSPORTATION OFFICIALS (AASHTO). **Pavement Management Guide. 2. ed.** Washington, DC: AASHTO, 2012. 200 p. ISBN 9781560515456. Disponível em: <https://www.normlibrary.com/product/AASHTO-PMG-2/>.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS (ASTM). **ASTM D6433-24: Standard practice for roads and parking lots pavement condition index surveys.** West Conshohocken, PA: ASTM International, 2024.

APS, M. **Classificação da aderência pneu-pavimento pelo índice combinado IFI (International Friction Index) para revestimentos asfálticos.** 2006. 179 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Transportes) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

AUSTRALIAN ROAD RESEARCH BOARD (ARRB). **Guide 2: Best practice for Unsealed roads.** Vermont South, VIC: ARRB, 2020.

AZZOUG, Adam; KAEWUNRUEN, Sakdirat. **RideComfort: a development of crowdsourcing smartphones in measuring train ride quality.** *Frontiers in Built Environment*, [s.l.], v. 3, art. 3, 2017. DOI: 10.3389/fbuil.2017.00003. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fbuil.2017.00003>. Acesso em: 8 ago. 2025.

BERNUCCI, L. B. et al. **Pavimentação asfáltica: formação básica para engenheiros.** 2. ed. Rio de Janeiro: Petrobras; ABEDA, 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/antt/pt-br/assuntos/rodovias/recursos-para-desenvolvimento-tecnologico-rdt/projetos-rdt/transbrasiliana/finalizado/livro-pavimentacao-asfaltica-2013-formacao-basica-para-engenheiros-2013-2deg-edicao.pdf/view>. Acesso em: 12 jun. 2025.

BICALHO, Kátia Vanessa; LOSS, C.; CASTELLO, R. R. **Avaliação das características de plasticidade e compactação de misturas de argila-areia.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MECÂNICA DOS SOLOS E ENGENHARIA GEOTÉCNICA – COBRAMSEG, 2010

BRANCO, F.; PEREIRA, P.; SANTOS, L. P. **Pavimentos Rodoviários.** Volume único. Coimbra: Almedina, 2008.

BRASIL, MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES. **Programa Gigantes do Asfalto – perguntas frequentes**. Governo Federal, 2025. Disponível em: https://www.gov.br/transportes/pt-br/assuntos/transporte-terrestre_/portal-trc/perguntas-frequentes/programa-gigantes-do-asfalto. Acesso em: 02 nov. 2025.

CABETTE, M. M.. **Caracterização geotécnica de estradas não pavimentadas de baixo volume de tráfego: estudo de caso**. 2018. Dissertação – Instituto Politécnico de Bragança, Bragança, 2018. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10198/19159>

CHANG, J.; TSENG, Y.; KANG, S.; TSENG, C.; WU, P.. **The study in using an autonomous robot for pavement inspection**. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON AUTOMATION AND ROBOTICS IN CONSTRUCTION, 24., 2007, Madras. Proceedings [...]. Madras: Construction Automation Group, Indian Institute of Technology Madras, 2007. p. 229-234.

CHEN, S.-L.; LIN, C.-H.; TANG, C.-W.; CHU, L.-P.; CHENG, C.-K. **Research on the International Roughness Index Threshold of Road Rehabilitation in Metropolitan Areas: A Case Study in Taipei City**. Sustainability, Basel, v. 12, n. 24, art. 10536, 2020. DOI: 10.3390/su122410536. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2071-1050/12/24/10536>

CHIOSSI, Nivaldo José. **Geologia de engenharia**. 3. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2013. 424 p. ISBN 978-85-7975-083-0

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE. **Pesquisa CNT de Rodovias 2024**. CNT, 2024. Disponível em: <https://cnt.org.br/documento/cbf59b9e-fd1a-41fc-b230-172c4dc42100>. Acesso em: 14 mar. 2026.

COYTE, J. L.; STIRLING, D.; DU, H.; ROS, M.. **Seated whole-body vibration analysis, technologies, and modeling: a survey**. IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics: Systems, v. 46, n. 6, p. 725–739, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1109/TSMC.2015.2458964>

CRUZ, Orlean G. et al. **International Roughness Index as road performance indicator: a literature review**. In: International Conference on Contemporary and Sustainable Infrastructure, 21-22 maio 2021, Bangalore. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, v. 822,

2021. DOI: 10.1088/1755-1315/822/1/012016. Disponível em: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/822/1/012016>. Acesso em: 18 jun. 2025.

DACOVA, Diana. **Ride comfort in road vehicles: a literature review**. *Trans & Motauto World*, v. 6, n. 2, p. 65–69, 2021. Disponível em: <https://stumejournals.com/journals/tm/2021/2/65.full.pdf>. Acesso em: 8 ago. 2025.

DA SILVA, W.O.P.; FARIAS, B.A; MONTEIRO, I.B; PEGORINI, V.; CASANOVA, D.; BISCONSINI, D.R. **Development of global quality index of unpaved roads**. *Journal of Construction Engineering and Management*, v. 150, p. 04023147-1–04023147-13, 2024.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM – DNER. **Manual de Projeto Geométrico de Rodovias Rurais**. Rio de Janeiro: DNER, 1999. (IPR–706). Disponível em: https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/coletanea-de-manuais/vigentes/706_manual_de_projeto_geometrico.pdf. Acesso em: 05 nov. 2025.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT). **Manual de conservação rodoviária**. 2. ed. Rio de Janeiro: IPR-710, DNIT, 2005.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT). **Manual de pavimentação**. 3. ed. Rio de Janeiro: IPR-719, DNIT, 2006. 296 p.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT). **Manual de gerência de pavimentos**. Rio de Janeiro: IPR 745, DNIT, 2011. 189 p.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT). **Terraplenagem – revestimento primário – especificação de serviço**. Brasília, DF: DNIT, 2023a. (Norma DNIT 445/2023 – ES). 11 p.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT). **Pavimentação – Levantamento do perfil longitudinal de pavimentos com perfilômetro inercial – Procedimento**. Brasília, DF: DNIT, 2023b. (Norma DNIT 442/2023 – PRO). 19 p.

DOS SANTOS, Álvaro Rodrigues ; PASTORE, Eraldo Luporini; JUNIOR, Fernando Augusto; CUNHA, Márcio Angelieri. **Manual técnico para conservação e recuperação**. 3. ed. rev. e ampl. São Paulo: 2019.

EATON, R. A. et al. *Unsurfaced road maintenance management*. Washington, DC: U.S. Army Corps of Engineers, 1987.

ETHIOPIAN ROADS AUTHORITY (ERA). **Design Manual for Low Volume Roads - Part A: Introduction to Low Volume Road Design**. Etiópia, 2016. 17 p.

FEDERAL HIGHWAY ADMINISTRATION (FHWA). **Gravel roads: construction & maintenance guide**. Washington, DC: U.S. Department of Transportation, 2015. Disponível em: <https://www.fhwa.dot.gov/construction/pubs/ots15002.pdf>. Acesso em: 17 jun. 2025.

FEDERAL HIGHWAY ADMINISTRATION (FHWA). **LTPP guidelines for measuring bridge approach roughness**. Washington, DC: U.S. Department of Transportation, 2016. Disponível em: <https://www.fhwa.dot.gov/publications/research/infrastructure/pavements/ltp/16072/003.cfm>. Acesso em: 9 fev. 2026.

FUNDACENTRO. **NHO 09: avaliação da exposição ocupacional a vibrações de corpo inteiro**. São Paulo: Fundacentro, 2013.

HUANG, Li-Ling et al. **Developing pavement maintenance strategies and implementing management systems**. *Infrastructures*, Basel, v. 9, n. 7, p. 101, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/infrastructures9070101>. Acesso em: 18 jun. 2025.

HUANG, Y. H. **Pavement Analysis and Design**. 2. ed. Upper Saddle River: Pearson Prentice Hall, 2004.

HUYNH, V. N.; AHMAD, F.; AHMED, M. **Examining the impacts of road pavement roughness and rutting on safety**. *Accident Analysis & Prevention*, v. 198, 2025. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aap.2024.107524>

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa de orçamentos familiares 2017-2018: perfil das despesas no Brasil: indicadores selecionados.** Rio de Janeiro: IBGE, 2020. Disponível em: https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/media/com_mediaibge/arquivos/0143351ef59f939df90b2071de661075.pdf. Acesso em: 12 jun. 2025.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo 2022: dois em cada três brasileiros moram em vias sem rampa para cadeirantes.** Rio de Janeiro: IBGE, 2022. Disponível em: https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/media/com_mediaibge/arquivos/0143351ef59f939df90b2071de661075.pdf. Acesso em: 12 jun. 2025.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA (IPEA). **Análises Atlas do Estado Brasileiro: dados sobre o funcionalismo público para o Dia do Servidor.** Brasília: Ipea, 2024. Disponível em: <https://www.ipea.gov.br/atlasestado/arquivos/rmd/7486-adebanalisediadoservidor.html>. Acesso em: 18 mar. 2026.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO). **ISO 2631-1: mechanical vibration and shock — evaluation of human exposure to whole-body vibration** Geneva: ISO, 1997.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO). **ISO 8041-1: human response to vibration — measuring instrumentation.** Geneva: ISO, 2017.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO). **ISO 10326-1: mechanical vibration — laboratory method for evaluating vehicle seat vibration.** Geneva: ISO, 2016.

KILLEN, Wesley; EGER, Tammy. **Whole-Body Vibration: Overview of Standards Used to Determine Health Risks** – Position Paper CRE-MSD 4164-5. Waterloo, ON: Centre of Research Expertise for the Prevention of Musculoskeletal Disorders (CRE-MSD), 2016. Disponível em: <https://uwaterloo.ca/centre-of-research-expertise-for-the-prevention-of-musculoskeletal->

disorders/sites/default/files/uploads/documents/4164-5_position_paper_2016_-_eger_killen_wbv_standards.pdf. Acesso em: 25 nov. 2025.

KLEIN, Fábio Alvim. Reelection incentives and political budget cycle: evidence from Brazil. *Revista de Administração Pública*, Rio de Janeiro, v. 44, n. 2, p. 215-245, abr. 2010. DOI: 10.1590/S0034-76122010000200006. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rap/a/vprCCc7Y5f3z8m8KY8PhJgN/?format=html>. Acesso em: 5 nov. 2025

LENDRA, Lendra et al. **A systematic literature network analysis: research mapping of International Roughness Index**. *International Journal of Innovation in Science and Mathematics*, [S. l.], v. 11, n. 2, p. 81–94, 2023. DOI: <https://doi.org/10.18280/i2m.220301>. Disponível em: <https://doi.org/10.18280/i2m.220301>. Acesso em: 18 jun. 2025.

MANSFIELD, Neil J. **Human Response to Vibration**. Boca Raton: CRC Press, 2005. ISBN 0-203-48722-2 (eBook).

MBABAZI, R. **Impact of unpaved road condition on rural transport**. *ICE Municipal Engineer*, v. 172, n. 4, p. 191–198, 2019. Disponível em: [https://www.research4cap.org/wp-content/uploads/ral/Mbabazi-UNRA-2019-ImpactUnpavedRoadConditiononRuralTransport-ICEMunicipalEngineer-Vol172\(4\)-191001.pdf](https://www.research4cap.org/wp-content/uploads/ral/Mbabazi-UNRA-2019-ImpactUnpavedRoadConditiononRuralTransport-ICEMunicipalEngineer-Vol172(4)-191001.pdf). Acesso em: 12 jun. 2025.

MIYAJIMA, Ricardo Hideaki; TONIN, Rodrigo Petrongari; VERNNI, Adolfo Alexandre; MANDUCA, Vanessa Carolina de Barros; SANTOS, João Eduardo Guarnetti dos. **Verificação de variáveis ergonômicas (ruído e vibração) em tratores agrícolas submetidos a três superfícies de rolamento**. CONGRESSO INTERNACIONAL DE ERGONOMIA APLICADA, 2016.

MOHAMMADI, M.; HEMMAT, A.; GHODRAT, M.; RAHMANI, Z. **Whole-body vibration exposure of tractor operators: assessment and health risk evaluation**. *International Journal of Industrial Ergonomics*, v. 93, p. 103368, 2023. DOI: 10.1016/j.ergon.2023.103368.

MONTEIRO, L. A.; SANTOS, V.C.; MACEDO, D. X. S.; MELO, R. P.; QUEIROZ, M.L.V. **Avaliação da exposição do operador à vibração na operação de gradagem.** Energia na Agricultura, v. 31, n. 4, p. 312–316, 2016. DOI: 10.17224/EnergAgric.2016v31n4p312-316.

MOREIRA, M. R. *et al.* **O Brasil rumo a 2030? Percepções de especialistas brasileiros(as) em saúde sobre o potencial de o País cumprir os ODS.** Saúde em Debate, v. 43, spe. 7, p. 22–35, dez. 2019. Disponível em: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/biblio-1127405>. Acesso em: 12 jun. 2025.

MÚČKA, P. **Smartphone-based monitoring of road roughness: comparison of vehicle vibration data with IRI.** Sensors, v. 20, p. 1462, 2020. DOI: 10.3390/s20051462.

ODA, S. **Caracterização de uma rede municipal de estradas não-pavimentadas.** Dissertação de Mestrado em Engenharia Transportes - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Carlos, 1995.

OLIVEIRA JUNIOR, Geraldo Gomes de; SILVA, José Antonio Ramos da; PUTTI, Fernando Ferrari; SILVA, Dênis Honorato da; SOUSA, Daniel de. **Vibração de corpo inteiro, ruído ocupacional e análise postural nas etapas de colheita e recolhimento do café em operadores de equipamentos mecanizados.** Revista Delos, 2024. DOI: 10.55409/delos.v17.n4i1-022.

OLIVEIRA SILVA, Joyce Pascoal; OLIVEIRA, Francisco Heber Lacerda de; ARAÚJO, Carla Beatriz Costa de. **Análise funcional comparativa de trecho da BR-116 no estado do Ceará.** Revista Tecnologia, Fortaleza, v. 39, n. 2, p. 117-127, 2018. DOI: 10.5020/23180730.2018.7427. Disponível em: <https://ojs.unifor.br/tec/article/view/7427/5814>. Acesso em: 7 nov. 2025.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS).** Brasília, DF: ONU Brasil. Disponível desde 2015 em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>. Acesso em: 12 jun. 2025.

OSGOOD, B. *Lectures on the Fourier transform and its applications.* Stanford: Stanford University, 2007.

PASER. **PASER manual: gravel roads**. Madison: Wisconsin Transportation Information Center, 2015.

PEREIRA, C. A. **Análise da aderência pneu-pavimento em rodovias do estado de Pernambuco e da Paraíba com elevado índice de acidentes**. 2010. 211 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2010.

PINTO, Carlos de Souza. **Curso básico de mecânica dos solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Oficina de Textos, 2006.

PULUGURTA, H., SHAO, Q., & CHOU, Y. J. **Pavement condition prediction using Markov process**. *Journal of Statistics and Management Systems*, 12(5), 853–871. 2009. <https://doi.org/10.1080/09720510.2009.10701426>

RIBAS, R. L.; SCHLOSSER, J. F.; FRANTZ, U. G.; FARIAS, M. S.; RODRIGUES, F. A. **Exposição humana à vibrações de corpo inteiro em um trator agrícola com pneus radiais**. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 44, n. 9, p. 1589–1595, set. 2014

RODRIGUES FILHO, O. S. **Características de aderência de revestimentos asfálticos aeroportuários – estudo de caso do Aeroporto Internacional de São Paulo/Congonhas**. 2006. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

ROMANSSINI, M.; AGUIRRE, P. C. C.; SEVERO, L. C.; GIRARDI, A. G. **A review on vibration monitoring techniques for predictive maintenance of rotating machinery**. *Eng*, v. 4, n. 3, p. 1797–1817, 2023.

SANTOS, A. R. dos et al. **Estradas vicinais de terra: manual técnico para conservação e recuperação**. 3. ed. rev. São Paulo: ABGE – Associação Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental; IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, 2019.

SANTOS SILVA, E. C.; ZEFERINO, M. C. A.; PIERRI, C. R.; MENEZES, L. M. **Avaliação das condições de superfície do pavimento flexível da BR-163 entre os municípios de Toledo**

- e Marechal Cândido Rondon-PR.** Brazilian Journal of Development, Curitiba, v. 6, n. 2, p. 7341-7355, fev. 2020. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/17215/13999>. Acesso em: 7 nov. 2025.
- SAYERS, M. W *et al.* **Guidelines for conducting and calibrating road roughness measurements.** Washington, DC: World Bank, 1986. (World Bank Technical Paper, n. 46). ISBN 0-8213-0590-5.
- SENNA, Luiz Afonso dos Santos. **Economia e planejamento dos transportes.** 1. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014.
- SHAHIN, Mohamed Y.; DARTER, Michael I.; KOHN, Starr D. ***Airfield pavement condition rating.*** Champaign, IL: Construction Engineering Research Laboratory, 1977.
- SHTAYAT, Amir; MORIDPOUR, Sara; BEST, Berthold; SHROFF, Avinash; RAOL, Divyajeetsinh. **A review of monitoring systems of pavement condition in paved and unpaved roads.** Journal of Traffic and Transportation Engineering (English Edition), [S.l.], v. 7, n. 3, p. 265–278, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jtte.2020.03.004>. Acesso em: 8 ago. 2025.
- SILVA, T.O.d.; PITANGA, H.N.; LOPES, E.C.; RIBEIRO, L.C.P.; NALON, G.H.; RODRIGUES, K.H.D.P.; RIBEIRO, J.C.L.; KSAIBATI, K. **Optimization Models for the Maintenance Management of Tropical Paved and Unpaved Roads.** Infrastructures 2024,9, 100. <https://doi.org/10.3390/infrastructures9070100>
- SIME, M.; KIM, Y.; LEE, S. **Impact of pavement roughness on vehicle fuel consumption.** Journal of Performance of Constructed Facilities, v. 35, n. 3, 2021. DOI: [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CF.1943-5509.0001581](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CF.1943-5509.0001581)
- SOUSA, V. C. de. **Limites de vibração de corpo inteiro no mundo.** Laborare, v. 4, n. 7, p. 94–116, 2021. DOI: <https://doi.org/10.33637/2595-847x.2021-90>

TAHIROGLU, C. **Unpaved roads: designing for performance with geogrid stabilization.** Tensar, 2025. Disponível em: <https://www.tensar.co.uk/resources/articles/unpaved-roads>. Acesso em: 12 jun. 2025.

TIMBER TRANSPORT FORUM (TTF). **The design and use of the structural pavement of unsealed roads.** Forestry Commission / Timber Transport Forum, 2020. Disponível em: <https://docs.planning.org.uk/20210622/216/QUD75EKVM7600/b2u7g6rac4kfe5qq.pdf>

YEGANEH, Sayna Firoozi; et al. **Validation of smartphone-based pavement roughness measures.** arXiv, 2019. arXiv:1902.10699. DOI: 10.48550/arXiv.1902.10699. Disponível em: <https://arxiv.org/abs/1902.10699>. Acesso em: 8 ago. 2025.

WORLD BANK. **To Pave or Not to Pave: Developing a Framework for Systematic Decision-Making in the Choice of Paving Technologies for Rural Roads.** Washington, D.C.: World Bank, 2021. Disponível em: <https://documents1.worldbank.org/curated/en/607531613505668080/pdf/To-Pave-or-Not-to-Pave-Developing-a-Framework-for-Systematic-Decision-Making-in-the-Choice-of-Paving-Technologies-for-Rural-Roads.pdf>. Acesso em: 5 nov. 2025.

ANEXOS

Figura A.2 – Ficha para sintetizar levantamento feito por tipo de defeito e classificar rodovia

RODOVIA:		PLANILHA DE CÁLCULO DO ÍNDICE DE GRAVIDADE GLOBAL (IGG)						Data:		Folha:	
TRECHO:								Estaca ou Quilômetro		Estaca ou Quilômetro	
SUB-TRECHO:		REVESTIMENTO TIPO:						Índice de gravidade Individual		Observações	
Item	Natureza do defeito	Frequência absoluta	Frequência absoluta considerada	Frequência relativa	Fator de ponderação						
1	Trincas isoladas FI, TTC, TTL, TLC, TLL, TRR				0,2						
2	(FC - 2) J, TB				0,5						
3	(FC - 3) JE, TBE				0,8						
4	ALP, ATP, ALC, ATC				0,9						
5	O, P, E				1,0						
6	EX				0,5						
7	D				0,3						
8	R				0,6						
9	Média aritmética dos valores médios das flechas medidas em mm nas TRI e TRE	TRE =	TRI =	F =	1 A () 1 B ()						
10	Média aritmética das variâncias das flechas medidas em ambas as trilhas	TREv =	TRIV =	FV =	2 A () 2 B ()						
Nº TOTAL DE ESTAÇÕES		n =	Σ IND. GRAVID. IND. = IGG						Conceito		
1A) IGI = $\bar{F} \times 4/3$ quando $\bar{F} \leq 30$		2A) IGI = \sqrt{FV} quando $\sqrt{FV} \leq 50$		Operator							
1B) IGI = 40 quando $\bar{F} > 30$		2B) IGI = 50 quando $\sqrt{FV} > 50$		Cálculo							
				Visto							

Fonte: DNIT (2003a)

ANEXO B

Tabela B.1 – Definição de Cabette para definir severidade de defeitos superficiais

Item	Quantificação	Grau de Severidade
Ondulação	<p>Atribui-se para uma sequência de ondas, vales e picos, o valor de "1". Independente do tamanho da onda, seja de longo desenvolvimento quanto pequeno e da repetição picos e vales.</p> <p>A profundidade que se enquadra é conforme a profundidade do maior vale em relação a superfície original da pista.</p>	Baixo ($0 < h \leq 25$ mm)
		Médio ($25 < h \leq 50$ mm)
		Grande (50 mm $< h$)
Buracos	<p>Cada buraco recebe o valor de "1" para preencher na avaliação. A profundidade deve ser medida em relação ao centro da cratera.</p>	Baixo ($0 < h \leq 50$ mm)
		Médio ($50 < h \leq 100$ mm)
		Grande (100 mm $< h$)
Afundamentos	<p>Cada faixa com marca de pneus concede-se o valor de "1". Deve ser medido a profundidade onde o avaliador julgar ser o ponto de maior depressão. Não há distinção se a rodeira tem pequeno comprimento ou longo comprimento longitudinal.</p>	Baixo ($0 < h \leq 25$ mm)
		Médio ($25 < h \leq 50$ mm)
		Grande (50 mm $< h$)
Percurso em Erosão	<p>Para cada sulco de erosão, recebe o valor "1" na ficha. Independente se o mesmo se desenvolve pouco ou muito na longitudinal ou transversal.</p> <p>Não há distinção entre sulcos (principal, desmembramento). Mede-se para cada um a profundidade adentrada na estrada</p>	Baixo ($0 < h \leq 50$ mm)
		Médio ($50 < h \leq 100$ mm)
		Grande (100 mm $< h$)
Cascalho Solto	<p>Para toda extensão ao lado dos afundamentos, entre eles e ao eixo central da pista, é atribuído "1". Pontos localizados com cascalho solto também recebe esse valor. Não há distinção entre os dois aspectos.</p>	Baixo ($0 < h \leq 50$ mm)
		Médio ($50 < h \leq 100$ mm)
		Grande (100 mm $< h$)

Fonte: Wolf (2021) adaptando Cabette (2018)

Tabela B.2 – Definição de Cabette dos níveis de severidade de drenagem

Item	Mensuração	Grau de Severidade
Inclinação Transversal	Identificasse para cada pista se há um gradiente descendente ou plano em relação do eixo central até a berma. Se ocorrer os casos da pista ser côncava ou com várias depressões, é sinal que a inclinação transversal está inadequada e para cada pista com a inclinação transversal inadequada atribui-se o valor “1” neste item.	Não houve divisão em grau de severidade
Acostamentos Elevados	As extremidades da estrada devem estar a um nível inferior a mesma para contribuir da melhor maneira possível ao escoamento. Para cada berma que estiver acima do nível da pista confere-se “1” na análise sendo disposto conforme a severidade do mesmo	Baixo ($0 < h \leq 25$ mm) Médio ($25 < h \leq 75$ mm) Grande ($75 \text{ mm} < h$)
Necessidade de Bueiros	Se houver alagamentos nas proximidades da estrada é sinal que há a necessidade de bueiros para o escoamento da água para longe da região. É concedido “1” ao lado (esquerdo e direito) além da estrada que for identificado alagamento	Não houve divisão em grau de severidade
Existência de Valas	É necessário a presença de valas para o escoamento ideal numa estrada, raras são as exceções das pistas que não sofrem problemas de drenagem com a ausência das valetas. Deve ser verificado para os dois lados da estrada a presença delas, e para cada ausência adiciona-se o valor “1” neste item.	Não houve divisão em grau de severidade
Vegetação e Detritos obstruindo as Valas	Avalia-se se há vegetação e detritos significativos impedindo a circulação de água pelas valetas. Para cada valeta obstruída deve-se pontuar com o valor de “1” de acordo com a altura que a obstrução se encaixa nos níveis de severidade	Baixo ($0 < h \leq 150$ mm) Médio ($150 < h \leq 250$ mm)

Fonte: WOLF (2021) adaptando Cabette (2018)

Figura B.1 – Quadros para preenchimento por seção ou por via completa para classificação funcional

Item	De teorização	Frequência absoluta	Frequência relativa	Fator de ponderação	IGI
1	ONDULAÇÕES	baixo		0,70	
		médio		0,85	
		elevado		1,00	
2	BURACOS	baixo		0,70	
		médio		0,85	
		elevado		1,00	
3	AFUNDAMENTOS	baixo		0,70	
		médio		0,85	
		elevado		1,00	
4	PERCURSO DE EROSÃO	baixo		0,70	
		médio		0,85	
		elevado		1,00	
5	CASCALHO SOLTO/PERDA DE AGREGADOS	baixo		0,50	
		médio		0,75	
		elevado		0,80	
6	POEIRA	baixo		0,25	
		médio		0,30	
		elevado		0,35	
número total de seções			Σ IGI = IGG		

Item	Inadequado sistema de drenagem	Frequência absoluta	Frequência relativa	Fator de ponderação	IGI
1	INCLINAÇÃO TRANSVERSAL			1,00	
2	ACOSTAMENTOS /BERMA ELEVADOS	baixo		0,50	
		médio		0,75	
		elevado		1,00	
3	BUEIROS/GALERIAS/AQUEDUTOS			1,00	
4	VALAS INEXISTENTES			1,00	
5	CRESCIMENTO DA VEGETAÇÃO/ SEDIMENTOS NA VALA	baixo		0,20	
		médio		0,60	
		elevado		0,80	
número total de seções			Σ IGI = IGG		

Fonte: Cabette (2018)

APÊNDICES

APÊNDICE A

Checklist de colocação de celulares e ativação e encerramento de aplicativos dos mesmos para execução das medições

Passo-a-passo medições de vibração	
<input type="checkbox"/>	COLOCAR FILMAGEM NO CELULAR-CARRETA
<input type="checkbox"/>	ATIVAR VELOCÍMETRO
<input type="checkbox"/>	CONFIGURAR PHYPHOX: NOME DA VIA E ACELERÔMETRO EM 500 HZ
<input type="checkbox"/>	CONFIGURAR PHYPHOX: MESMAS CONFIG. DO CELULAR-CARRETINHA
<input type="checkbox"/>	INICIAR MEDIÇÃO NO PHYPHOX EM AMBOS OS CELULARES AO MESMO TEMPO
<input type="checkbox"/>	COLOCAR NA CAIXA DA CARRETINHA E COLOCAR SILVER-TAPE
<input type="checkbox"/>	COMPARTIMENTAR CELULAR-BANCO NO ASSENTO E AMARRÁ-LO
<input type="checkbox"/>	ENCERRAR ACELERÔMETRO ASSENTO
<input type="checkbox"/>	ENCERRAR VELOCÍMETRO, VÍDEO E ACELERÔMETRO CARRETINHA
	ONDE: VERDE - AÇÕES SOBRE O SISTEMA REBOQUE (CARRETINHA) AZUL - AÇÕES SOBRE O SISTEMA ASSENTO VERMELHO - AÇÕES SOBRE AMBOS SIMULTANEAMENTE

APÊNDICE B

Programação de obtenção do RMS dos dados de vibração, nome *programation*

O código mencionado como Apêndice B constitui propriedade intelectual do autor, sendo disponibilizado apenas mediante solicitação à pasta da pesquisa, com o objetivo de garantir a reprodutibilidade científica sem comprometer a autoria do método proposto.

https://github.com/MathewsPradoWolf/RIA_UR_ROAD_INDEX_STUDY

APÊNDICE C

Programação para verificação da janela de deslocamento sobre via não pavimentada dentro da medição coletada, eliminação de ruído já identificado anteriormente e rodagem simultânea dos resultados de vibração carretinha, vibração assento e vídeo coletado no momento. Nome: *programacaovideograficos*

O código mencionado como Apêndice C constitui propriedade intelectual do autor, sendo disponibilizado apenas mediante solicitação à pasta da pesquisa, com o objetivo de garantir a reprodutibilidade científica sem comprometer a autoria do método proposto.

https://github.com/MatheusPradoWolf/RIA_UR_ROAD_INDEX_STUDY

APÊNDICE D

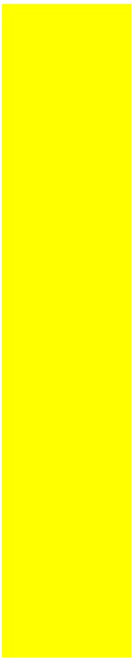
	CARRETA				
	tempo	rms_x	rms_y	rms_z	rms_total
1	0.90	3.56	2.94	4.71	
2	6.24	14.50	8.95	18.15	
3	6.23	15.09	11.33	19.87	
4	9.72	16.70	12.02	22.76	
5	6.88	16.59	11.05	21.09	
6	8.52	19.46	13.33	25.08	
7	13.83	28.17	18.86	36.62	
8	9.53	18.44	15.21	25.73	
9	13.45	23.51	16.10	31.51	
10	16.18	22.57	16.55	32.33	
11	20.24	26.65	21.03	39.52	
12	13.38	20.65	22.28	33.19	
13	20.98	27.95	21.73	41.15	
14	12.50	21.70	18.87	31.35	
15	14.29	27.40	21.36	37.57	
16	11.03	22.54	16.17	29.86	
17	8.22	18.40	12.99	23.98	
18	6.23	16.79	11.22	21.13	
19	10.47	20.37	15.66	27.75	
20	14.86	22.13	13.13	29.72	
21	12.54	20.19	13.12	27.15	
22	10.96	11.56	10.50	19.08	
23	7.05	11.92	9.19	16.62	
24	3.69	9.43	8.51	13.23	
25	3.16	5.36	3.67	7.22	
26	6.24	10.45	8.37	14.77	
27	6.10	6.64	2.89	9.47	
28	1.20	4.96	2.82	5.83	
29	1.31	9.19	3.11	9.79	
30	0.68	6.48	3.77	7.52	
31	0.65	5.37	3.84	6.64	
32	3.47	8.74	4.20	10.30	
33	1.69	7.97	5.39	9.77	
34	3.11	7.75	4.83	9.65	
35	1.91	3.18	3.30	4.97	
36	0.01	1.27	0.80	1.51	

20.18

ANTONIO DORIGON

11.34
56%

CARRETA				
tempo	rms_x	rms_y	rms_z	rms_total
1	3.19	6.30	6.10	9.34
2	2.47	9.85	5.00	11.32
3	3.43	8.91	7.13	11.91
4	3.30	11.31	8.82	14.72
5	7.16	13.19	10.86	18.52
6	10.71	18.28	17.73	27.62
7	9.84	18.68	16.11	26.55
8	12.20	21.23	18.35	30.60
9	17.48	29.09	22.50	40.72
10	18.50	26.68	15.72	36.07
11	19.18	22.75	22.45	37.28
12	13.86	22.76	19.28	32.89
13	2.93	6.23	4.28	8.11
14	2.89	7.49	7.06	10.69
15	11.40	14.68	15.78	24.38
16	12.99	15.74	11.80	23.57
17	10.14	18.37	12.34	24.34
18	8.18	14.94	8.59	19.08
19	5.53	9.44	8.37	13.77
20	10.81	19.82	17.85	28.78
21	6.42	12.45	8.03	16.15
22	4.26	11.73	8.94	15.35
23	14.90	17.02	17.53	28.62
24	8.34	13.78	11.54	19.82
25	8.46	10.50	9.99	16.78
26	13.07	23.68	17.48	32.21
27	14.25	27.14	15.39	34.30
28	11.01	17.57	15.21	25.72
29	10.73	22.22	16.29	29.56
30	6.88	16.98	13.13	22.54
31	16.12	16.45	18.47	29.53
32	11.81	14.34	12.65	22.47
33	11.57	13.30	14.18	22.63
34	8.15	15.63	12.30	21.49
35	12.17	14.97	14.32	24.03
36	7.19	11.18	9.36	16.26
37	13.47	16.06	9.09	22.84
38	15.55	17.89	14.91	28.00
39	7.43	13.47	11.97	19.49
40	4.86	10.05	7.67	13.55



41	5.50	12.74	7.14	15.61
42	10.51	12.64	13.03	20.98
43	4.88	9.70	6.37	12.59
44	1.40	7.69	5.03	9.29
45	10.10	11.60	10.77	18.77
46	10.70	15.03	13.45	22.83
47	10.69	17.32	15.56	25.62
48	9.96	18.00	14.00	24.88
49	11.09	19.08	14.00	26.13
50	14.35	19.73	17.81	30.21
51	12.28	18.57	15.69	27.24
52	11.03	24.68	18.17	32.57
53	9.11	20.63	15.45	27.34
54	9.86	21.56	13.32	27.19
55	6.00	11.66	8.38	15.56
56	3.43	9.87	6.70	12.41
57	4.04	4.29	4.37	7.33

22.25

7.98

36%

CASIMIRO SBERSE

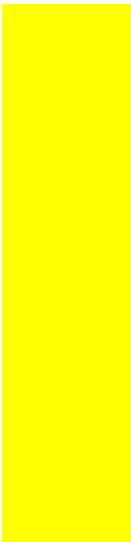
CARRETA				
tempo	rms_x	rms_y	rms_z	rms_total
1	0.92	4.38	2.88	5.32
2	8.48	11.70	8.77	16.90
3	14.68	17.86	17.04	28.73
4	10.73	22.72	17.66	30.71
5	11.93	26.19	21.30	35.80
6	10.92	20.75	19.35	30.40
7	10.11	17.15	18.26	27.02
8	7.86	19.39	18.11	27.67
9	12.18	24.95	20.82	34.71
10	14.06	28.32	22.82	38.99
11	12.71	21.01	16.55	29.62
12	9.87	25.13	17.75	32.31
13	13.12	23.38	21.68	34.48
14	11.81	22.87	19.07	32.03
15	12.42	26.98	18.51	35.00
16	12.02	24.20	20.14	33.69
17	13.77	26.69	24.06	38.48
18	11.79	21.59	19.79	31.57
19	17.35	22.60	20.22	34.94
20	12.18	25.12	22.08	35.60
21	18.51	31.65	24.55	44.13
22	15.76	29.22	18.93	38.22
23	11.23	25.68	22.70	36.07
24	13.08	20.76	17.84	30.34
25	18.82	33.86	24.52	45.85
26	12.08	25.30	20.46	34.71
27	12.80	25.71	22.55	36.52
28	17.54	33.09	23.32	44.12
29	7.44	15.94	13.01	21.88
30	10.56	26.92	19.27	34.75
31	8.72	19.06	16.16	26.46
32	13.65	20.31	16.40	29.46
33	12.86	18.84	18.65	29.47
34	11.86	19.28	18.86	29.46
35	12.51	26.29	23.76	37.58
36	12.16	23.71	18.06	32.19
37	8.94	21.69	14.15	27.40
38	5.85	14.15	9.35	17.94
39	6.25	11.77	9.23	16.21
				31.45

7.91
25%

CARRETA					
tempo	rms_x	rms_y	rms_z	rms_total	
1	0.81	0.94	2.09	2.43	
2	6.62	6.64	7.21	11.83	
3	7.55	17.61	10.87	22.03	
4	8.66	20.11	15.35	26.74	
5	10.83	19.75	13.54	26.28	
6	8.24	20.15	11.98	24.84	
7	12.52	21.10	15.52	29.03	
8	14.35	22.24	17.67	31.82	
9	13.62	18.51	13.45	26.63	
10	14.24	26.36	20.97	36.57	
11	13.54	23.48	17.67	32.36	
12	22.37	38.37	29.53	53.34	
13	14.53	21.59	19.66	32.62	
14	9.40	16.82	11.71	22.55	
15	7.67	13.97	10.18	18.91	
16	17.11	24.23	23.45	37.81	
17	13.11	17.21	13.64	25.58	
18	10.20	23.11	13.53	28.66	
19	11.62	20.39	15.43	28.09	
20	13.73	20.08	21.97	32.77	
21	9.52	23.55	18.26	31.29	
22	8.44	19.35	12.49	24.53	
23	5.89	19.62	12.35	23.92	
24	8.16	19.90	13.74	25.52	
25	9.78	20.09	13.89	26.31	
26	12.38	21.28	14.45	28.55	
27	6.35	20.13	11.80	24.18	
28	6.80	17.19	14.54	23.52	
29	11.07	17.64	18.38	27.77	
30	13.18	23.32	21.81	34.55	
31	9.16	21.30	15.36	27.81	
32	8.93	20.58	14.83	26.89	
33	7.58	19.41	13.31	24.73	
34	6.00	15.00	12.61	20.49	
35	5.92	15.91	12.44	21.05	
36	12.24	21.03	18.35	30.47	
37	19.34	37.54	24.17	48.65	
38	10.85	20.84	14.07	27.39	
39	9.54	18.66	15.63	26.15	
40	12.33	15.80	16.82	26.17	

	41	14.23	19.82	23.30	33.74
	42	11.71	21.47	16.26	29.37
	43	19.70	35.14	25.94	47.91
	44	20.04	23.37	22.91	38.37
	45	18.33	25.11	20.28	37.12
	46	16.57	23.73	18.52	34.36
	47	13.51	24.81	21.40	35.44
	48	10.80	20.42	14.63	27.34
	49	10.60	19.76	18.77	29.25
	50	11.17	21.13	18.92	30.49
	51	19.07	28.88	27.95	44.49
	52	10.31	20.34	14.81	27.19
	53	13.34	24.27	18.97	33.57
	54	11.41	22.89	17.00	30.71
	55	12.76	25.34	17.02	33.09
	56	6.33	17.50	13.49	22.99
	57	8.22	17.63	11.01	22.35
	58	10.64	16.22	11.69	22.65
	59	8.53	11.30	11.59	18.30
	60	1.38	2.58	1.64	3.35
					28.38
					8.73
					31%

CARRETA				
tempo	rms_x	rms_y	rms_z	rms_total
1	0.21	0.89	1.12	1.44
2	1.06	3.14	2.64	4.24
3	3.83	6.39	4.98	8.97
4	8.09	10.18	7.96	15.25
5	2.32	5.79	4.24	7.54
6	4.28	9.89	8.34	13.62
7	4.41	9.43	6.26	12.15
8	5.51	15.19	11.23	19.68
9	4.48	9.75	7.86	13.30
10	9.29	18.80	12.98	24.66
11	6.83	14.52	13.10	20.71
12	4.35	7.53	9.25	12.70
13	6.25	9.70	9.96	15.24
14	2.65	5.97	6.87	9.48
15	5.31	9.79	9.86	14.88
16	4.91	9.33	8.66	13.64
17	9.79	18.49	15.17	25.84
18	5.79	15.32	14.57	21.92
19	5.20	15.18	11.12	19.52
20	5.22	13.11	12.44	18.82
21	10.68	20.59	17.77	29.22
22	6.19	14.56	11.57	19.60
23	7.33	18.84	16.11	25.85
24	12.25	17.88	19.18	28.94
25	15.01	22.55	22.32	35.10
26	18.42	25.67	25.19	40.40
27	12.69	23.93	16.92	31.94
28	10.38	19.76	17.04	28.09
29	9.96	17.38	16.14	25.73
30	10.47	20.44	15.01	27.44
31	3.47	11.99	9.84	15.89
32	4.16	10.75	7.93	13.99
33	4.27	14.34	8.44	17.18
34	4.54	10.69	10.00	15.32
35	4.72	10.01	7.57	13.41
36	0.74	2.97	1.35	3.34
37	0.13	-0.08	0.30	0.34
38	11.53	13.54	13.29	22.20
39	4.46	13.42	8.65	16.58
40	4.65	12.14	9.77	16.26



41	9.39	13.89	10.86	19.98
42	12.26	15.77	12.25	23.43
43	15.70	17.46	16.72	28.83
44	13.22	15.84	15.40	25.74
45	8.29	13.64	14.29	21.42
46	9.01	16.85	16.90	25.51
47	12.83	17.88	18.43	28.70
48	15.95	20.56	17.65	31.44
49	12.18	18.64	15.40	27.08
50	10.28	17.61	15.43	25.57
51	6.66	11.41	12.06	17.88
52	10.01	14.77	10.89	20.91
53	12.85	17.13	14.14	25.66
54	10.95	14.14	14.38	22.95
55	8.48	17.08	12.54	22.82
56	4.31	10.93	7.75	14.07
57	7.24	15.90	11.62	20.98
58	6.00	12.45	8.91	16.45
59	6.54	10.23	7.14	14.08
60	11.14	13.76	11.26	20.98
61	7.70	9.48	9.20	15.29
62	2.64	4.21	2.49	5.56


19.29

8.19

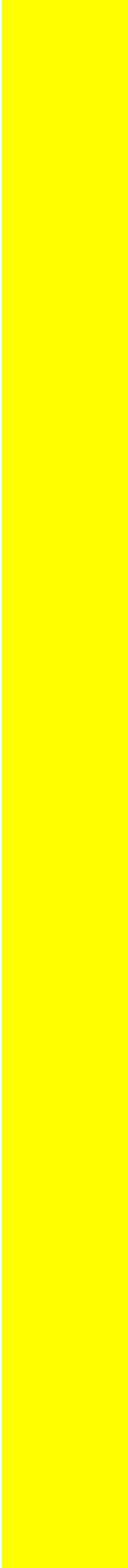
42%

GRAMADOS


CARRETA				
tempo	rms_x	rms_y	rms_z	rms_total
1	3.89	4.95	5.08	8.09
2	4.66	8.26	6.81	11.67
3	3.33	7.17	6.19	10.04
4	6.53	16.48	8.95	19.86
5	11.05	15.99	11.28	22.47
6	15.57	15.07	13.12	25.33
7	12.69	20.63	13.32	27.64
8	12.00	17.00	12.75	24.40
9	9.48	17.50	12.32	23.41
10	9.36	22.44	14.13	28.12
11	10.28	17.94	14.22	25.09
12	8.57	15.99	12.44	22.00
13	11.97	18.45	15.43	26.87
14	13.24	24.84	16.23	32.49
15	14.44	21.61	17.63	31.40
16	23.25	32.70	25.75	47.68
17	17.92	22.25	19.48	34.58
18	17.29	28.63	21.92	39.99
19	12.25	18.85	18.55	29.15
20	17.53	23.84	19.09	35.21
21	15.45	29.42	26.15	42.28
22	11.06	22.55	16.79	30.22
23	16.73	34.02	23.19	44.44
24	13.37	21.06	18.90	31.30
25	10.79	17.96	12.57	24.44
26	13.16	18.51	17.04	28.39
27	15.80	29.38	17.94	37.88
28	17.27	19.55	20.35	33.08
29	15.40	19.90	14.01	28.80
30	10.04	15.56	12.27	22.21
31	13.08	20.38	17.59	29.93
32	13.09	20.21	17.14	29.55
33	12.21	19.77	14.31	27.29
34	9.64	18.38	14.35	25.23
35	8.26	22.84	13.35	27.71
36	9.73	16.70	13.83	23.77
37	17.31	24.48	23.00	37.79
38	11.60	19.16	16.22	27.65
39	14.31	24.29	18.03	33.47
40	14.59	24.73	19.24	34.57



41	17.94	27.25	21.11	38.86
42	17.31	26.98	20.15	37.86
43	15.75	23.35	19.77	34.41
44	22.21	31.17	25.29	45.87
45	22.99	29.11	21.95	43.11
46	19.96	31.43	23.38	43.97
47	11.78	22.60	19.70	32.22
48	9.76	15.78	13.21	22.78
49	13.68	21.10	17.31	30.53
50	10.36	18.11	13.43	24.81
51	11.85	18.49	14.02	26.05
52	10.92	21.57	15.39	28.66
53	10.54	19.22	15.58	26.89
54	11.39	15.52	15.76	24.87
55	15.80	24.54	22.92	37.11
56	16.95	28.14	20.56	38.75
57	12.62	16.92	17.04	27.13
58	12.24	19.61	16.86	28.61
59	12.31	16.26	13.46	24.43
60	17.78	27.63	22.75	39.96
61	12.27	18.86	19.92	30.05
62	12.26	18.20	18.27	28.55
63	10.74	16.59	15.55	25.15
64	12.36	16.53	17.72	27.21
65	6.93	15.16	10.54	19.72
66	10.16	20.07	13.40	26.19
67	16.84	21.99	20.31	34.34
68	16.26	32.09	18.01	40.24
69	14.14	25.39	18.07	34.22
70	12.46	21.17	14.38	28.46
71	10.71	18.59	15.34	26.38
72	16.47	25.61	18.15	35.45
73	13.75	19.35	18.31	29.98
74	18.09	21.17	20.99	34.87
75	15.30	19.65	16.97	30.14
76	16.05	27.54	21.86	38.65
77	20.44	30.89	23.49	43.86
78	13.21	17.39	16.51	27.37
79	8.67	18.82	13.18	24.55
80	11.89	20.91	15.30	28.51
81	9.26	19.12	14.89	25.94
82	14.58	22.49	20.54	33.77



83	11.32	22.68	21.27	33.09
84	12.67	23.46	16.30	31.25
85	12.02	20.41	18.59	30.11
86	17.29	26.99	20.80	38.21
87	12.63	16.94	16.04	26.53
88	7.90	17.90	11.18	22.53
89	11.28	17.46	16.28	26.40
90	13.71	21.35	17.99	31.10
91	22.27	30.29	27.57	46.62
92	13.57	20.04	20.26	31.57
93	21.07	26.28	21.95	40.20
94	16.45	26.10	19.20	36.34
95	11.61	21.25	18.75	30.62
96	13.62	22.15	17.19	31.17
97	15.17	25.36	21.64	36.62
98	17.66	20.89	18.74	33.16
99	18.01	26.48	21.23	38.42
100	15.86	29.19	22.92	40.36
101	12.99	26.54	22.30	37.02
102	14.04	24.06	18.67	33.53
103	23.50	33.56	26.51	48.80
104	23.57	35.59	27.42	50.74
105	18.98	22.02	20.73	35.70
106	17.72	24.14	19.33	35.65
107	15.35	25.10	20.10	35.63
108	12.46	17.46	12.83	25.00
109	17.78	32.57	23.23	43.78
110	12.93	20.33	18.37	30.29
111	10.30	17.24	12.32	23.56
112	14.09	24.74	22.45	36.26
113	9.65	19.38	15.82	26.81
114	9.32	14.77	14.52	22.71
115	8.83	16.67	13.67	23.30
116	12.04	24.43	16.07	31.62
117	16.16	30.00	22.96	41.09
118	12.59	22.41	18.97	31.95
119	15.04	24.17	16.57	32.94
120	9.92	16.25	15.34	24.45
121	10.42	20.05	17.46	28.56
122	10.08	18.17	16.31	26.42
123	12.17	17.08	15.15	25.87
124	13.27	22.99	16.53	31.27



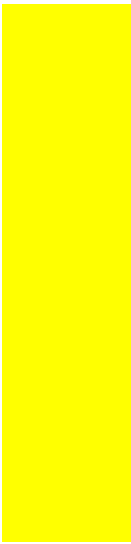
125	13.96	18.15	18.04	29.15
126	19.84	27.70	20.32	39.67
127	17.07	21.35	17.95	32.70
128	18.60	22.46	24.16	37.87
129	17.82	25.97	19.39	36.99
130	15.49	18.96	18.82	30.88
131	11.44	21.48	21.89	32.73
132	10.44	21.80	15.54	28.74
133	9.11	19.23	14.77	25.90
134	19.93	28.75	26.11	43.66
135	12.27	24.02	20.57	33.92
136	11.29	21.50	15.41	28.76
137	5.24	16.69	12.95	21.77
138	9.57	19.47	16.77	27.43
139	10.45	22.16	17.87	30.33
140	8.42	21.39	15.25	27.58
141	12.48	25.18	19.40	34.15
142	6.85	17.37	12.04	22.22
143	10.44	20.82	15.16	27.79
144	9.55	14.07	10.21	19.83
145	16.82	28.24	19.77	38.35
146	11.07	21.78	16.30	29.37
147	11.08	20.53	15.28	27.89
148	8.81	22.45	14.86	28.33
149	12.59	24.36	18.15	32.89
150	9.63	18.75	13.18	24.86
151	9.17	18.64	17.32	27.05
152	10.75	22.04	21.00	32.29
153	6.18	16.71	10.99	20.93
154	9.61	16.73	17.34	25.94
155	19.12	34.80	25.13	46.99
156	15.04	26.27	21.43	37.09
157	18.87	19.61	19.34	33.39
158	10.40	16.24	12.77	23.13
159	9.04	19.78	13.14	25.41
160	8.45	18.43	15.35	25.43
161	7.36	17.76	12.80	23.10
162	8.95	14.86	11.09	20.59
163	11.56	16.44	15.50	25.38
164	10.98	16.75	14.57	24.77
165	10.10	21.61	14.58	27.95
166	8.61	20.40	15.25	26.89

167	13.85	22.90	17.68	32.08
168	10.73	17.17	12.95	24.03
169	11.59	19.80	13.60	26.68
170	12.47	24.13	16.53	31.80
171	16.31	18.51	15.69	29.24
172	13.84	25.68	21.63	36.31
173	10.92	20.16	15.67	27.77
174	12.03	21.68	21.69	32.94
175	12.57	19.02	16.86	28.36
176	15.49	23.50	20.09	34.58
177	11.52	20.53	17.77	29.50
178	15.72	26.35	23.22	38.48
179	18.96	25.90	20.99	38.35
180	14.58	25.19	18.71	34.60
181	10.73	20.20	15.78	27.79
182	11.13	20.64	16.16	28.48
183	13.07	22.72	14.74	30.07
184	17.76	16.71	16.56	29.47
185	10.91	18.98	14.12	26.05
186	11.92	18.49	14.62	26.41
187	8.69	19.76	13.29	25.35
188	14.78	20.81	19.93	32.38
189	13.86	21.52	19.68	32.29
190	20.11	34.25	27.96	48.57
191	14.55	23.21	20.15	34.00
192	12.86	17.61	14.14	25.99
193	13.79	23.05	16.84	31.70
194	16.05	29.89	22.20	40.54
195	13.83	21.60	18.04	31.36
196	13.77	18.39	18.02	29.20
197	17.00	26.52	25.19	40.34
198	32.14	35.11	33.07	57.96
199	15.47	23.23	19.16	33.86
200	17.51	19.93	20.07	33.27
201	17.30	26.57	18.58	36.75
202	13.88	23.18	22.19	34.96
203	10.27	17.67	17.02	26.60
204	16.33	13.88	15.47	26.43
205	7.04	19.00	12.83	23.98
206	10.40	19.72	16.84	27.93
207	10.75	21.75	17.81	30.10
208	8.02	28.03	20.16	35.44

	209	18.39	24.99	22.68	38.43
	210	11.82	24.46	16.48	31.77
	211	13.32	20.02	21.08	31.98
	212	12.99	15.91	21.90	30.02
	213	15.28	17.58	13.84	27.09
	214	8.30	15.38	16.78	24.23
	215	10.16	22.03	16.75	29.48
	216	15.04	24.19	13.89	31.69
	217	10.34	17.84	8.94	22.48
	218	4.03	8.39	5.77	10.95
					30.89
					7.08
					23%

JUNQUEIRA

CARRETA					
tempo	rms_x	rms_y	rms_z	rms_total	
1	0.21	0.32	0.09	0.39	
2	0.91	3.41	3.26	4.81	
3	1.06	5.81	4.18	7.23	
4	4.40	12.11	8.74	15.57	
5	6.76	17.66	15.71	24.59	
6	8.75	17.81	12.73	23.57	
7	8.10	17.36	14.09	23.77	
8	9.16	18.16	14.44	24.94	
9	9.16	17.07	15.87	25.04	
10	12.37	21.96	20.10	32.24	
11	10.12	26.39	17.33	33.15	
12	4.58	15.23	9.37	18.45	
13	5.76	15.25	11.01	19.67	
14	5.09	18.61	11.68	22.55	
15	8.55	19.41	13.00	24.88	
16	10.29	22.82	15.54	29.46	
17	11.55	22.66	19.36	31.96	
18	14.34	24.64	18.59	34.03	
19	18.47	28.88	23.12	41.35	
20	14.03	22.60	21.79	34.39	
21	14.87	29.93	23.63	40.93	
22	12.43	24.21	20.42	34.03	
23	13.11	21.02	20.48	32.14	
24	15.97	28.10	25.09	40.91	
25	9.88	17.79	20.61	28.96	
26	12.98	22.34	16.76	30.80	
27	14.92	17.70	17.69	29.13	
28	10.12	17.74	15.34	25.54	
29	16.15	27.92	20.41	38.18	
30	8.73	23.41	17.82	30.69	
31	16.10	26.75	20.98	37.61	
32	10.01	21.96	20.48	31.65	
33	5.74	17.00	12.56	21.90	
34	8.01	15.98	13.30	22.28	
35	9.38	16.11	11.82	22.07	
36	10.46	18.03	18.10	27.60	
37	13.55	22.81	24.37	36.02	
38	12.74	24.90	20.02	34.39	
39	16.42	34.29	23.21	44.54	
40	11.93	19.94	14.47	27.37	

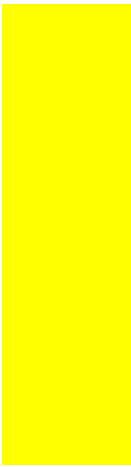


41	5.33	13.41	9.86	17.47
42	7.05	17.50	13.10	22.97
43	9.55	20.27	14.65	26.77
44	12.87	22.94	15.18	30.37
45	13.23	18.55	14.93	27.24
46	7.25	16.40	13.49	22.44
47	11.15	19.98	17.57	28.85
48	6.38	14.85	13.22	20.89
49	7.81	17.94	12.25	23.08
50	5.73	20.38	12.46	24.56
51	9.64	24.31	16.28	30.80
52	6.58	16.01	12.67	21.44
53	2.74	12.00	7.64	14.49
54	0.56	6.79	4.05	7.92

26.45
9.05
34%

MATILDE

CARRETA				
tempo	rms_x	rms_y	rms_z	rms_total
1	1.89	2.92	1.91	3.97
2	4.39	8.77	5.76	11.38
3	6.40	12.15	5.03	14.62
4	6.98	12.41	8.15	16.41
5	4.31	15.17	9.93	18.63
6	6.63	16.12	10.06	20.12
7	7.23	15.19	7.76	18.52
8	7.77	21.54	11.29	25.53
9	9.36	16.41	10.41	21.57
10	12.17	26.20	15.53	32.80
11	11.83	19.34	14.55	26.94
12	11.55	25.20	20.17	34.28
13	8.46	21.71	13.11	26.74
14	9.64	21.85	16.82	29.21
15	7.90	20.24	13.22	25.43
16	9.02	24.03	16.71	30.63
17	7.57	21.36	16.42	27.99
18	13.33	20.28	17.22	29.76
19	16.22	27.72	21.07	38.41
20	9.19	20.46	15.62	27.33
21	14.78	25.93	20.42	36.16
22	16.69	25.25	14.79	33.69
23	12.96	26.00	18.45	34.41
24	10.85	22.83	17.78	30.90
25	16.67	28.50	20.91	39.08
26	12.14	20.09	20.49	31.16
27	13.94	24.89	21.26	35.58
28	11.81	26.62	20.23	35.46
29	14.71	25.33	21.32	36.24
30	17.19	27.41	20.39	38.24
31	13.65	28.61	21.17	38.12
32	13.47	26.05	18.92	34.90
33	12.93	24.84	18.32	33.46
34	13.02	25.16	18.07	33.60
35	8.04	26.02	15.40	31.29
36	10.61	22.19	15.94	29.30
37	10.36	18.10	15.53	26.01
38	10.99	22.70	17.85	30.89
39	10.14	22.67	17.12	30.17
40	17.45	23.79	20.01	35.65



41	11.60	20.51	16.11	28.54
42	12.27	24.59	15.82	31.70
43	10.52	23.71	15.80	30.37
44	9.73	24.61	18.68	32.39
45	10.03	25.19	18.41	32.77
46	9.23	19.96	13.88	26.00
47	10.69	24.26	13.55	29.77
48	13.21	24.78	15.57	32.11
49	8.28	20.15	14.05	25.92
50	8.61	16.46	13.99	23.25
51	5.10	10.04	5.79	12.66
52	2.20	4.02	5.30	7.00

28.21

8.04

29%

PARDAIS

CARRETA

tempo	rms_x	rms_y	rms_z	rms_total
1	0.79	0.33	2.45	2.60
2	3.96	7.50	6.63	10.76
3	4.95	9.63	6.50	12.63
4	3.97	7.31	6.58	10.61
5	5.61	9.64	7.98	13.72
6	5.52	11.02	10.15	15.97
7	8.77	14.96	14.77	22.78
8	10.10	16.94	17.10	26.10
9	16.88	24.27	22.56	37.19
10	11.39	16.36	15.86	25.47
11	9.85	14.44	10.37	20.32
12	9.15	15.38	16.57	24.39
13	12.60	19.98	21.16	31.72
14	15.31	18.25	15.29	28.31
15	19.99	28.46	18.90	39.58
16	13.72	23.55	15.21	31.21
17	10.33	19.70	17.22	28.13
18	11.09	20.26	13.67	26.84
19	12.46	14.35	12.04	22.50
20	11.01	18.27	17.14	27.36
21	10.48	27.28	19.96	35.39
22	14.09	20.66	19.27	31.58
23	14.23	27.52	23.10	38.65
24	9.70	19.09	15.26	26.29
25	15.36	23.76	18.41	33.76
26	18.32	25.61	23.49	39.28
27	17.21	20.39	21.36	34.18
28	13.92	23.51	17.78	32.60
29	12.21	19.69	15.20	27.70
30	8.91	18.18	13.13	24.13
31	11.26	17.26	14.40	25.14
32	1.94	6.50	2.91	7.39

25.45

9.60

38%

RAQUEL QUEIRÓS

CARRETA				
tempo	rms_x	rms_y	rms_z	rms_total
1	0.92	0.51	1.38	1.73
2	1.30	4.82	3.78	6.27
3	3.53	9.32	7.25	12.32
4	6.13	14.92	11.91	20.05
5	5.87	18.81	12.82	23.51
6	12.55	23.86	16.88	31.81
7	11.22	23.03	16.63	30.54
8	9.92	23.70	16.90	30.75
9	7.71	16.95	11.58	21.93
10	9.56	22.86	14.64	28.78
11	12.98	21.43	18.80	31.32
12	11.82	20.65	14.46	27.84
13	12.05	17.12	14.86	25.67
14	5.84	15.58	10.72	19.80
15	6.30	15.51	11.57	20.35
16	7.53	17.97	14.40	24.23
17	8.25	22.05	12.15	26.49
18	9.30	22.15	13.72	27.66
19	10.78	23.43	17.46	31.14
20	20.73	27.54	16.88	38.38
21	6.75	18.44	10.55	22.29
22	8.50	24.98	14.66	30.18
23	12.00	17.71	17.07	27.37
24	7.83	19.27	12.56	24.30
25	4.93	17.37	11.78	21.55
26	10.03	23.58	20.11	32.57
27	10.56	20.16	13.70	26.56
28	9.66	22.87	14.54	28.77
29	7.54	18.78	10.30	22.71
30	5.16	14.51	10.01	18.37
31	11.25	16.83	14.27	24.77
32	9.78	15.80	12.50	22.39
33	5.57	13.41	10.68	18.03
34	5.89	17.14	12.02	21.75
35	4.67	16.07	9.65	19.32
36	9.31	13.72	10.84	19.82
37	10.86	19.65	14.16	26.54
38	7.52	15.31	11.79	20.74
39	8.01	17.78	14.23	24.14
40	10.88	19.29	13.76	26.07

41	8.07	18.47	12.95	23.95
42	6.06	13.76	11.85	19.14
43	7.54	18.22	13.38	23.83
44	7.13	15.67	13.39	21.81
45	12.10	19.97	19.44	30.39
46	15.19	18.44	19.26	30.69
47	11.95	19.00	16.24	27.70
48	9.88	18.14	16.31	26.32
49	12.33	20.29	20.45	31.33
50	6.33	17.81	11.56	22.16
51	11.56	15.80	15.47	24.95
52	7.41	16.58	12.55	22.07
53	9.68	22.38	16.72	29.57
54	8.17	15.14	13.44	21.83
55	7.02	17.50	10.52	21.59
56	10.68	22.12	22.69	33.44
57	11.60	20.81	17.98	29.85
58	13.61	27.41	23.52	38.60
59	9.35	19.10	15.61	26.38
60	7.12	17.55	16.27	24.97
61	14.60	23.23	20.48	34.24
62	16.36	23.37	24.53	37.63
63	16.16	27.38	23.98	39.82
64	8.60	18.48	16.35	26.13
65	4.13	14.11	8.09	16.79
66	8.90	19.84	12.75	25.21
67	10.41	21.84	18.43	30.41
68	15.67	19.71	20.77	32.64
69	9.14	20.27	14.85	26.74
70	15.82	22.93	19.58	34.05
71	5.70	13.71	10.05	17.93
72	3.75	14.05	8.63	16.91
73	4.97	10.07	5.97	12.72
74	1.32	2.02	1.68	2.94

24.91

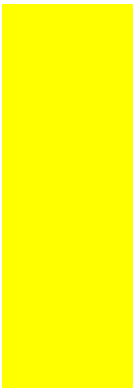
7.23

29%

APÊNDICE E

ANTONIO DORIGON	CARRETA				
	tempo	rms_x	rms_y	rms_z	rms_total
	1	3.17	3.27	3.24	5.59
	2	9.94	11.37	11.70	19.10
	3	5.64	13.94	11.53	18.95
	4	6.15	17.12	10.79	21.15
	5	10.54	18.49	12.93	24.90
	6	15.29	21.83	17.22	31.73
	7	15.59	24.04	19.04	34.40
	8	20.78	27.00	25.63	42.64
	9	21.08	26.58	26.89	43.29
	10	14.53	19.45	18.94	30.80
	11	14.81	24.68	21.58	35.98
	12	13.99	26.77	19.26	35.83
	13	14.20	26.00	21.42	36.56
	14	9.99	20.20	12.96	26.00
	15	7.99	18.80	11.30	23.35
	16	9.84	16.24	16.66	25.27
	17	12.50	21.09	15.92	29.23
	18	7.68	20.22	13.69	25.60
	19	10.31	18.14	12.64	24.40
	20	10.93	17.79	12.25	24.21
	21	5.97	12.49	7.87	15.93
	22	6.45	13.90	6.48	16.63
	23	11.02	13.29	10.80	20.37
	24	4.46	7.68	5.07	10.23
	25	3.77	10.31	5.65	12.35
	26	2.29	9.26	4.28	10.46
	27	2.74	9.90	6.05	11.92
	28	3.45	9.79	5.73	11.86
	29	7.02	13.58	11.82	19.33
	30	4.53	13.16	8.49	16.30
31	6.59	13.06	7.95	16.65	
32	2.58	4.90	2.47	6.06	
				22.72	
				10.08	
				44%	

CARRETA				
tempo	rms_x	rms_y	rms_z	rms_total
1	0.265808	2.892753	0.382553	2.93
2	0.406278	4.210595	2.13066	4.74
3	2.727525	10.27613	6.506593	12.46
4	6.020509	11.7407	7.082602	14.98
5	4.455778	11.26336	9.364777	15.31
6	10.25849	21.14871	17.36203	29.22
7	7.451386	13.23939	10.81802	18.65
8	9.579989	11.26006	11.11084	18.49
9	12.77231	27.35406	18.99981	35.67
10	8.24961	15.80586	15.60084	23.69
11	15.41852	18.57298	18.41871	30.36
12	15.30233	21.0597	18.13471	31.73
13	5.753248	9.890813	7.251262	13.55
14	2.014687	7.756797	4.695518	9.29
15	7.595853	15.80913	10.65205	20.52
16	9.984974	25.59336	15.68731	31.64
17	8.24132	17.04228	13.94367	23.51
18	6.659234	15.70306	11.17821	20.39
19	2.813375	5.894103	4.559319	7.97
20	5.254729	11.2676	8.800282	15.23
21	6.876009	12.46531	12.43023	18.90
22	9.72957	12.47734	11.92146	19.81
23	5.294084	8.849117	6.833026	12.37
24	6.186164	13.59821	11.42344	18.81
25	6.488729	16.57191	11.69026	21.29
26	3.423707	7.657257	5.822445	10.21
27	8.536789	15.22643	12.27392	21.34
28	13.18287	25.32916	18.36586	33.95
29	15.45835	26.98039	22.82436	38.57
30	9.433715	21.45362	19.48084	30.48
31	12.12222	24.53567	15.24492	31.33
32	9.472328	17.91562	15.63418	25.60
33	23.528	46.12479	32.01087	60.87
34	15.88367	24.54502	24.03609	37.85
35	14.28015	27.52441	21.54421	37.76
36	5.153713	11.65831	8.875838	15.53
37	2.90787	12.62464	8.224387	15.35
38	7.784372	20.73135	14.8487	26.66
39	11.63112	16.73724	14.65285	25.10
40	10.40121	21.07258	17.37741	29.23



41	7.392879	13.21031	13.77939	20.47
42	12.10538	24.55665	20.58188	34.25
43	11.74669	17.96788	23.88675	32.12
44	11.47587	23.15963	20.6601	33.09
45	10.1177	21.56973	20.28169	31.29
46	10.75353	22.21871	18.46329	30.83
47	9.029359	19.77207	14.84161	26.32
48	6.576732	17.87579	10.28215	21.65
49	6.892589	13.36202	8.514565	17.28
50	3.396128	8.703274	3.34172	9.92

23.37

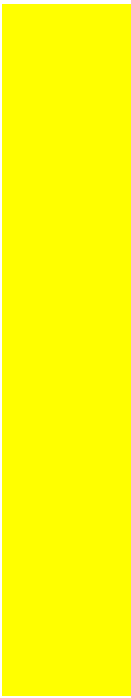
10.61

45%

CASIMIRO SBERSE

CARRETA				
tempo	rms_x	rms_y	rms_z	rms_total
1	1.02	0.07	0.63	1.20
2	4.65	10.75	8.28	14.35
3	10.33	14.19	13.74	22.29
4	10.71	17.86	15.94	26.22
5	12.78	20.66	18.88	30.76
6	14.17	19.40	16.56	29.17
7	13.35	23.33	16.19	31.38
8	6.93	15.60	12.64	21.24
9	11.55	17.24	20.53	29.19
10	12.25	21.40	18.61	30.89
11	16.72	24.35	19.62	35.46
12	15.44	18.12	19.26	30.62
13	14.64	22.14	17.64	31.87
14	15.43	26.95	19.56	36.70
15	13.68	24.32	17.36	32.86
16	16.33	18.15	17.47	30.02
17	18.04	20.67	20.23	34.09
18	15.53	19.10	15.52	29.10
19	15.04	23.08	18.71	33.30
20	18.20	21.78	23.05	36.57
21	10.54	16.28	15.34	24.73
22	13.98	17.19	13.50	25.95
23	14.10	25.38	19.38	34.91
24	14.55	21.08	20.31	32.69
25	14.23	29.05	22.59	39.46
26	10.79	19.73	17.42	28.44
27	9.46	16.73	14.49	24.07
28	8.62	19.01	11.94	24.05
29	9.37	15.40	14.50	23.13
30	10.53	16.68	13.44	23.87
31	12.56	18.69	12.38	25.70
32	12.94	16.60	14.42	25.52
33	10.71	19.03	13.93	25.91
34	13.38	23.93	19.28	33.51
35	6.12	12.11	9.96	16.83
36	4.48	12.01	8.87	15.59
37	1.91	8.28	4.64	9.68
				27.06
				7.91
				29%

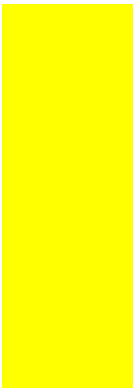
CARRETA				
tempo	rms_x	rms_y	rms_z	rms_total
1	0.94	1.84	1.96	2.85
2	0.42	2.14	2.37	3.22
3	1.16	3.82	3.43	5.26
4	2.34	8.00	5.68	10.08
5	2.16	6.30	5.05	8.36
6	3.97	12.13	9.34	15.82
7	8.23	17.13	10.69	21.81
8	8.13	13.65	10.47	19.03
9	8.12	12.13	11.98	18.89
10	9.50	22.96	16.20	29.66
11	6.57	14.97	13.64	21.29
12	5.28	13.01	7.99	16.15
13	3.31	9.32	7.18	12.22
14	5.39	12.70	10.25	17.19
15	3.43	10.17	5.92	12.25
16	2.32	10.43	5.19	11.87
17	9.87	16.60	13.73	23.70
18	11.07	19.60	15.75	27.48
19	8.07	11.14	9.18	16.54
20	5.78	10.19	7.27	13.79
21	3.72	10.92	9.06	14.66
22	2.39	9.87	7.32	12.52
23	5.73	10.27	8.53	14.53
24	4.95	11.20	8.90	15.14
25	3.76	14.73	9.42	17.89
26	6.93	18.02	12.13	22.80
27	7.24	12.37	8.51	16.68
28	5.92	11.08	7.72	14.75
29	3.70	11.73	8.35	14.87
30	6.32	13.65	8.16	17.11
31	5.46	11.51	8.25	15.17
32	7.18	10.29	10.90	16.62
33	8.28	12.82	13.77	20.55
34	9.78	20.46	15.34	27.38
35	7.68	20.72	13.40	25.84
36	6.54	16.35	10.87	20.69
37	6.31	13.51	12.10	19.20
38	8.54	17.96	13.77	24.19



39	5.61	12.18	9.22	16.27
40	8.39	16.25	11.92	21.83
41	10.59	18.18	12.18	24.31
42	8.95	20.93	16.01	27.83
43	8.72	20.27	17.32	28.05
44	9.03	20.05	13.59	25.85
45	7.50	16.01	14.50	22.87
46	6.11	14.33	10.34	18.69
47	5.66	16.14	9.90	19.76
48	6.15	18.01	11.13	22.04
49	7.97	18.34	13.68	24.22
50	11.13	23.96	16.32	31.05
51	9.57	12.22	11.62	19.39
52	12.62	17.74	12.30	25.00
53	9.26	18.69	13.96	25.10
54	8.67	17.67	9.67	21.93
55	2.14	8.89	6.65	11.30
56	0.76	3.05	2.20	3.83

18.35
6.65
36%

CARRETA				
tempo	rms_x	rms_y	rms_z	rms_total
1	0.34	1.07	0.34	1.17
2	0.85	3.00	2.09	3.75
3	7.22	9.46	10.65	15.97
4	6.92	15.75	12.83	21.46
5	9.98	18.71	15.11	26.04
6	9.52	15.94	13.20	22.78
7	8.84	11.97	11.88	19.05
8	11.89	20.60	16.92	29.18
9	6.05	11.20	11.22	16.96
10	14.25	19.36	16.41	29.11
11	9.71	14.18	12.08	21.01
12	9.07	12.74	12.16	19.81
13	6.95	10.55	10.76	16.59
14	11.41	14.57	13.46	22.88
15	9.01	12.67	13.36	20.50
16	18.93	27.57	22.63	40.38
17	11.53	21.68	18.65	30.83
18	12.51	19.66	16.26	28.42
19	16.45	24.42	21.64	36.54
20	17.10	23.31	25.29	38.41
21	10.86	22.98	18.93	31.69
22	14.89	23.36	21.75	35.22
23	13.41	19.73	21.10	31.85
24	9.27	22.27	14.79	28.30
25	9.14	21.04	14.74	27.27
26	4.57	11.35	10.52	16.14
27	6.10	18.89	17.38	26.38
28	3.23	9.25	7.64	12.42
29	0.02	0.86	0.43	0.96
30	1.96	1.09	3.45	4.11
31	3.28	8.23	8.25	12.11
32	10.81	16.20	15.37	24.81
33	9.04	16.33	17.72	25.74
34	7.53	9.28	12.33	17.16
35	7.84	14.79	15.99	23.15
36	14.59	19.07	20.75	31.74
37	17.74	21.12	22.18	35.39
38	18.60	26.17	27.87	42.52
39	13.82	22.28	21.83	34.12
40	16.79	36.34	25.93	47.70



41	14.22	19.48	17.79	29.97
42	20.99	36.66	25.40	49.29
43	18.63	22.26	21.73	36.26
44	9.04	16.04	20.27	27.38
45	8.52	16.09	15.90	24.17
46	13.24	19.20	19.18	30.19
47	13.84	16.34	16.29	26.90
48	15.63	21.60	22.68	35.00
49	8.17	20.18	15.62	26.79
50	0.59	1.91	1.93	2.78

25.17

11.17

44%

RAMADOS

CARRETA

tempo	rms_x	rms_y	rms_z	rms_total
1	2.37	3.97	3.79	5.98
2	5.26	13.83	8.73	17.17
3	3.96	8.21	6.84	11.40
4	4.47	9.27	7.76	12.89
5	6.94	11.18	7.89	15.35
6	13.30	18.79	18.02	29.23
7	8.07	13.69	11.36	19.53
8	5.06	14.46	12.96	20.06
9	8.35	16.98	12.63	22.74
10	6.82	13.75	13.22	20.26
11	8.13	15.61	13.97	22.48
12	9.17	19.93	14.43	26.26
13	8.33	15.31	12.09	21.21
14	9.78	13.39	16.18	23.17
15	7.54	18.17	13.20	23.69
16	11.27	14.86	14.64	23.71
17	6.31	11.04	9.25	15.72
18	5.22	7.74	8.12	12.38
19	7.09	8.39	9.69	14.65
20	11.85	19.12	12.83	25.90
21	10.47	14.83	12.95	22.30
22	11.16	18.85	18.36	28.58
23	19.88	26.63	27.75	43.29
24	12.90	19.62	15.97	28.40
25	15.88	22.02	23.51	35.91
26	10.45	20.47	15.75	27.86
27	9.14	14.49	12.52	21.22
28	11.21	15.73	13.99	23.85
29	6.36	15.11	9.63	19.01
30	8.67	17.73	12.69	23.46
31	8.58	12.11	13.29	19.92
32	7.84	17.88	14.90	24.56
33	16.92	19.26	16.99	30.76
34	10.76	16.77	14.72	24.77
35	9.90	15.95	15.95	24.63
36	11.60	19.84	15.32	27.62
37	14.19	18.57	17.76	29.35
38	8.64	21.55	17.81	29.27
39	8.92	15.90	11.48	21.55
40	12.57	23.01	21.34	33.81

41	11.66	22.89	18.39	31.60
42	10.51	15.28	16.43	24.78
43	10.99	16.43	12.55	23.41
44	11.33	18.28	16.66	27.21
45	13.64	22.22	17.45	31.38
46	15.19	19.56	19.52	31.53
47	9.28	15.93	14.12	23.22
48	8.96	20.45	15.88	27.40
49	8.57	15.87	12.83	22.13
50	11.65	20.35	16.08	28.44
51	13.17	18.94	18.54	29.60
52	12.48	19.54	14.97	27.60
53	6.71	14.76	14.46	21.72
54	8.14	15.55	15.31	23.29
55	9.42	17.19	14.16	24.18
56	8.43	20.91	14.86	27.00
57	8.73	18.56	17.98	27.28
58	16.45	23.54	23.23	36.94
59	9.32	16.70	16.70	25.39
60	9.68	16.54	15.15	24.43
61	12.69	19.94	16.95	29.09
62	11.97	24.85	18.08	32.98
63	8.65	13.05	12.67	20.14
64	7.55	13.80	11.30	19.37
65	11.88	17.01	13.17	24.57
66	8.74	16.61	12.77	22.70
67	13.42	20.87	17.53	30.38
68	18.41	21.69	18.01	33.67
69	13.24	18.17	19.48	29.75
70	15.36	20.59	19.52	32.26
71	14.11	19.52	16.82	29.38
72	6.73	13.88	10.86	18.86
73	5.10	9.97	7.84	13.68
74	6.75	15.41	10.65	19.91
75	10.87	19.40	13.86	26.20
76	8.34	15.41	12.96	21.80
77	9.70	19.44	17.48	27.89
78	7.68	14.96	14.46	22.18
79	6.51	11.48	9.45	16.23
80	8.33	12.82	12.03	19.46
81	7.91	13.62	13.97	21.05
82	8.64	17.88	12.70	23.57

83	15.07	21.43	15.40	30.39
84	17.05	21.11	17.31	32.18
85	15.38	17.18	15.68	27.88
86	12.34	20.28	17.82	29.68
87	9.44	15.84	15.50	24.08
88	15.61	22.22	14.90	30.98
89	14.56	22.23	16.57	31.31
90	11.34	15.33	13.27	23.23
91	10.67	17.07	15.51	25.41
92	9.91	15.63	13.00	22.62
93	5.68	14.81	12.61	20.26
94	9.93	14.94	12.30	21.75
95	9.29	10.02	10.33	17.13
96	11.16	13.27	12.79	21.54
97	8.56	15.52	13.38	22.21
98	12.98	13.52	11.25	21.86
99	12.98	17.66	14.83	26.46
100	5.25	12.37	10.86	17.28
101	3.73	12.79	11.33	17.49
102	4.08	12.61	9.59	16.35
103	11.17	18.58	14.23	25.93
104	10.28	20.84	16.87	28.71
105	13.90	22.27	15.61	30.54
106	13.16	24.74	18.77	33.73
107	11.26	16.68	13.75	24.37
108	11.94	17.88	15.25	26.36
109	7.85	18.26	13.22	23.87
110	5.32	11.27	9.73	15.81
111	8.45	16.04	15.02	23.54
112	9.26	18.79	19.04	28.31
113	14.05	17.87	16.85	28.29
114	12.48	21.05	18.19	30.49
115	14.77	20.81	17.84	31.14
116	9.10	20.37	17.73	28.50
117	7.91	18.23	17.06	26.19
118	10.87	15.90	15.37	24.64
119	12.26	15.83	15.24	25.16
120	9.31	14.61	13.59	22.02
121	16.95	24.86	26.75	40.26
122	9.48	17.55	14.46	24.64
123	8.48	12.69	11.27	18.97
124	7.21	16.05	9.76	20.12

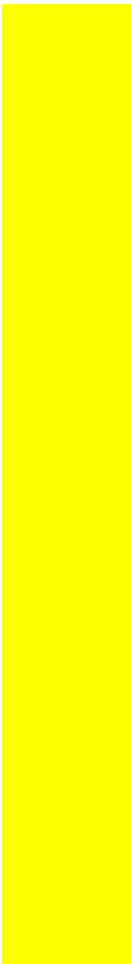
125	4.54	11.11	10.85	16.18
126	5.01	12.42	10.22	16.84
127	6.29	14.89	11.28	19.71
128	8.12	13.97	11.01	19.55
129	8.47	15.04	10.88	20.40
130	5.21	14.15	10.40	18.32
131	4.74	14.17	11.04	18.57
132	9.15	20.40	15.33	27.11
133	8.84	16.52	13.89	23.32
134	4.37	12.87	10.80	17.35
135	6.16	17.52	11.46	21.83
136	6.50	16.03	12.95	21.61
137	12.89	21.83	16.96	30.50
138	8.72	16.12	13.50	22.76
139	8.77	19.91	13.65	25.68
140	4.17	11.68	10.96	16.55
141	7.91	15.26	13.79	22.04
142	5.40	11.40	9.23	15.63
143	5.27	12.59	12.73	18.66
144	7.65	12.67	12.23	19.20
145	6.14	10.14	9.69	15.30
146	7.38	14.19	12.55	20.33
147	8.12	13.67	12.97	20.52
148	4.90	12.96	10.03	17.11
149	6.23	16.36	12.27	21.38
150	5.13	11.10	9.60	15.55
151	6.22	12.30	10.35	17.24
152	6.26	12.98	9.65	17.34
153	8.97	17.08	14.60	24.19
154	11.29	20.03	14.49	27.18
155	12.41	19.43	16.67	28.45
156	13.27	19.86	18.05	29.95
157	8.42	16.74	14.86	23.91
158	15.37	17.78	21.79	32.05
159	20.13	23.20	23.26	38.53
160	19.91	31.19	26.82	45.70
161	15.41	18.34	15.10	28.32
162	10.76	15.01	16.48	24.75
163	15.74	26.80	18.81	36.33
164	6.80	13.19	12.80	19.59
165	8.11	13.76	13.95	21.21
166	16.64	23.68	20.23	35.31

167	11.02	20.26	16.39	28.29
168	9.63	13.78	12.21	20.77
169	12.58	22.57	17.57	31.25
170	13.47	23.81	20.46	34.16
171	17.50	24.61	22.23	37.50
172	11.76	25.46	21.38	35.26
173	14.67	22.83	21.09	34.37
174	9.88	17.53	14.55	24.83
175	15.01	21.11	18.14	31.62
176	9.96	17.47	17.85	26.89
177	11.20	21.83	21.08	32.35
178	17.21	20.28	18.76	32.55
179	7.00	20.20	15.20	26.23
180	4.73	12.16	9.15	15.94
181	7.92	13.05	12.34	19.63
182	9.08	17.71	13.53	24.06
183	8.80	13.42	13.54	21.00
184	8.59	15.45	10.91	20.78
185	8.02	13.83	14.06	21.29
186	10.87	19.85	18.80	29.42
187	10.13	13.37	13.57	21.58
188	9.35	15.63	13.29	22.55
189	8.37	12.40	11.74	19.01
190	5.98	12.71	10.48	17.52
191	5.26	12.98	15.47	20.87
192	6.26	14.62	12.82	20.43
193	5.76	10.53	8.82	14.89
194	3.34	13.23	8.87	16.27
195	8.24	14.52	13.19	21.27
196	8.91	16.41	15.79	24.46
197	10.96	16.65	14.49	24.65
198	13.01	19.32	15.80	28.15
199	15.00	25.75	17.03	34.32
200	6.93	14.13	13.63	20.82
201	12.03	21.96	16.22	29.83
202	8.28	18.86	15.33	25.67
203	7.30	14.47	12.17	20.27
204	7.88	13.28	11.17	19.06
205	9.17	17.91	12.59	23.73
206	6.16	11.67	7.89	15.37
207	0.29	1.06	0.65	1.28

24.26
6.33
26%

JUNQUEIRA

CARRETA				
tempo	rms_x	rms_y	rms_z	rms_total
1	0.42	0.87	0.44	1.06
2	0.96	4.95	2.82	5.78
3	3.49	8.13	5.84	10.60
4	7.55	16.59	13.85	22.89
5	7.36	20.24	13.02	25.17
6	9.14	16.46	10.89	21.75
7	5.36	14.39	11.90	19.43
8	10.58	29.04	18.73	36.14
9	13.77	28.38	17.84	36.24
10	7.34	14.87	11.27	20.05
11	14.37	17.25	12.96	25.92
12	8.53	19.69	14.77	26.05
13	8.76	14.56	10.52	19.99
14	3.05	15.81	7.91	17.94
15	4.50	12.80	9.42	16.52
16	6.38	22.50	12.13	26.34
17	11.04	20.03	12.31	25.98
18	12.95	13.84	9.83	21.35
19	10.04	22.89	12.82	28.09
20	9.71	21.52	15.20	28.08
21	7.74	20.50	8.80	23.62
22	8.66	20.36	10.32	24.41
23	11.20	19.34	17.11	28.15
24	10.51	20.57	13.40	26.70
25	12.90	22.16	17.48	31.04
26	9.05	24.19	14.18	29.47
27	7.36	22.03	14.56	27.42
28	4.35	11.04	7.26	13.91
29	5.26	14.61	10.56	18.78
30	6.56	19.95	11.04	23.73
31	3.11	16.84	7.03	18.51
32	5.21	17.23	9.02	20.13
33	5.87	16.46	11.27	20.80
34	3.09	10.17	5.73	12.07
35	5.44	13.10	10.58	17.69
36	11.40	20.47	12.62	26.62
37	4.11	9.66	11.53	15.60
38	3.27	8.12	7.40	11.46
39	3.00	11.20	7.99	14.08
40	5.23	17.11	8.83	19.95

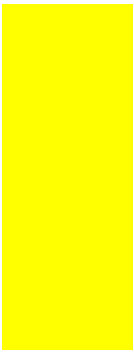


41	6.82	10.69	9.86	16.06
42	6.11	9.66	7.06	13.43
43	6.00	15.67	8.82	18.96
44	3.35	8.93	6.11	11.33
45	2.33	11.49	5.25	12.85
46	2.08	12.73	5.03	13.84
47	4.92	8.59	5.62	11.39
48	2.94	9.99	6.08	12.05
49	4.64	19.57	9.41	22.21
50	3.05	12.93	7.63	15.32
51	5.23	16.16	9.19	19.31
52	6.67	10.92	8.21	15.20
53	5.22	12.38	7.47	15.38
54	4.83	19.14	11.28	22.74
55	9.16	20.97	13.30	26.47
56	6.57	12.31	11.29	17.94
57	5.08	15.73	9.11	18.88
58	6.80	16.38	11.34	21.05
59	3.07	11.04	9.22	14.71
60	4.70	11.07	7.03	13.93
61	6.31	18.68	10.26	22.23
62	3.10	8.91	8.07	12.41
63	3.10	9.18	5.25	11.01
64	3.93	5.92	3.42	7.89
65	0.92	3.19	1.49	3.64

19.23
7.17
37%

MATILDE

CARRETA				
tempo	rms_x	rms_y	rms_z	rms_total
1	0.36	1.16	0.89	1.51
2	1.37	5.98	4.76	7.76
3	5.19	10.32	9.01	14.65
4	6.11	11.85	10.27	16.83
5	5.94	13.38	10.68	18.12
6	4.15	11.05	8.19	14.36
7	7.29	15.96	14.67	22.87
8	6.12	15.73	12.62	21.08
9	6.91	17.91	13.15	23.27
10	10.93	22.62	16.18	29.89
11	11.94	18.14	14.29	26.00
12	6.85	18.07	14.86	24.38
13	8.65	19.67	14.22	25.77
14	7.24	13.94	12.12	19.84
15	9.47	19.55	15.44	26.65
16	7.47	20.79	17.14	27.96
17	11.94	28.54	25.60	40.16
18	12.26	19.08	15.27	27.34
19	21.47	32.36	27.12	47.36
20	14.67	35.63	27.44	47.30
21	14.45	23.87	18.15	33.28
22	13.12	23.11	20.93	33.83
23	14.19	26.10	15.99	33.74
24	16.01	27.30	20.36	37.63
25	15.47	22.38	18.99	33.18
26	10.32	19.10	17.00	27.58
27	11.70	19.22	18.75	29.29
28	12.26	20.10	16.97	29.03
29	15.47	21.80	18.60	32.57
30	18.82	33.46	24.03	45.29
31	13.58	22.19	18.16	31.73
32	11.95	22.00	18.16	30.93
33	14.19	30.22	21.51	39.72
34	15.50	24.09	21.95	36.09
35	9.49	20.07	17.36	28.19
36	8.88	23.08	17.03	30.03
37	11.11	16.22	15.82	25.24
38	8.59	19.25	13.47	25.02
39	10.97	26.01	18.29	33.64
40	7.03	14.02	12.74	20.21



41	8.18	18.74	13.38	24.44
42	6.57	17.16	13.20	22.62
43	10.52	23.00	16.89	30.42
44	11.54	20.16	14.86	27.58
45	13.42	23.93	22.48	35.48
46	12.31	25.46	22.09	35.88
47	9.69	17.73	14.32	24.76
48	9.04	17.58	11.78	23.01
49	1.90	6.80	5.66	9.05

27.60

9.37

34%

PARDAIS

CARRETA

tempo	rms_x	rms_y	rms_z	rms_total
1	0.15	0.11	0.18	0.26
2	1.22	2.72	3.77	4.80
3	1.61	4.68	4.75	6.86
4	1.94	5.42	5.26	7.80
5	1.84	6.65	5.47	8.81
6	3.75	10.06	10.04	14.70
7	6.50	13.80	11.44	19.06
8	11.37	17.72	14.63	25.64
9	14.41	21.21	19.97	32.50
10	5.89	13.12	8.58	16.75
11	5.15	9.68	9.62	14.59
12	8.25	16.66	13.14	22.77
13	19.75	18.57	15.72	31.34
14	21.49	33.95	25.40	47.54
15	10.26	21.88	15.37	28.64
16	11.99	25.36	20.90	34.98
17	7.00	18.07	16.86	25.69
18	6.42	12.99	10.42	17.85
19	11.43	16.98	17.62	27.01
20	12.54	19.48	15.77	28.03
21	13.80	22.47	16.19	30.94
22	10.35	20.97	14.74	27.64
23	11.66	20.04	15.13	27.68
24	13.73	31.06	19.93	39.38
25	14.80	18.11	18.79	30.00
26	10.22	18.26	17.56	27.32
27	9.52	20.74	16.96	28.43
28	10.51	19.45	12.28	25.29
29	10.85	21.84	17.00	29.73
30	11.67	17.16	13.03	24.50
31	5.74	14.06	8.38	17.35
32	0.50	1.44	1.91	2.44


22.70

10.97

48%

RAQUEL QUEIRÓS

CARRETA				
tempo	rms_x	rms_y	rms_z	rms_total
1	4.08	6.26	4.74	8.85
2	3.91	12.02	10.35	16.34
3	3.41	12.16	9.81	15.99
4	4.59	14.04	11.29	18.60
5	10.76	21.39	15.58	28.57
6	11.18	20.72	14.44	27.61
7	14.82	25.45	16.39	33.71
8	13.22	25.54	20.53	35.33
9	10.18	21.61	19.87	31.07
10	12.15	19.52	17.30	28.78
11	15.33	23.18	22.43	35.72
12	8.89	15.75	15.97	24.13
13	7.92	17.36	12.67	22.90
14	7.13	16.59	15.57	23.84
15	6.90	18.96	15.02	25.15
16	7.35	18.66	13.29	24.06
17	15.24	22.65	19.23	33.39
18	10.13	19.34	14.62	26.27
19	9.61	18.82	14.05	25.37
20	10.07	24.57	18.84	32.56
21	5.52	14.63	12.15	19.80
22	11.26	22.67	17.99	31.06
23	11.18	19.74	14.92	27.15
24	5.44	13.74	10.80	18.31
25	10.90	20.87	20.72	31.36
26	6.12	13.08	9.72	17.41
27	6.97	16.66	11.88	21.62
28	6.88	13.68	11.81	19.34
29	5.37	14.27	10.96	18.78
30	11.96	20.18	15.25	27.98
31	7.76	14.08	14.78	21.83
32	7.12	18.89	16.34	25.97
33	14.70	27.55	18.43	36.26
34	16.98	26.25	24.52	39.73
35	11.07	17.53	15.10	25.65
36	9.46	17.50	11.43	22.94
37	7.21	14.22	12.34	20.16
38	7.97	11.75	11.57	18.32
39	11.03	16.33	13.40	23.83
40	13.29	25.67	21.23	35.87



41	9.76	16.52	15.17	24.46
42	11.43	20.40	16.60	28.67
43	13.34	21.33	21.57	33.14
44	6.73	10.98	9.47	15.99
45	9.09	16.89	15.11	24.41
46	9.90	18.03	14.16	24.97
47	14.69	25.15	22.14	36.58
48	12.62	18.02	16.86	27.72
49	12.82	15.98	14.42	25.05
50	12.43	20.62	14.53	28.12
51	5.61	13.20	9.88	17.41
52	6.44	12.54	10.54	17.60
53	7.29	14.43	11.46	19.82
54	11.62	18.55	16.28	27.28
55	12.93	23.92	21.24	34.51
56	23.08	34.06	25.01	48.15
57	4.29	9.98	10.85	15.36
58	3.54	11.93	10.90	16.55
59	3.90	11.92	7.59	14.66
60	10.31	16.72	16.11	25.40
61	7.83	18.18	13.70	24.07
62	10.40	15.15	12.81	22.40
63	8.86	19.86	12.26	24.96
64	5.78	17.24	10.04	20.77
65	9.35	17.54	14.17	24.41
66	3.34	9.61	6.07	11.85

25.09

7.20

29%

APÊNDICE F

	BANCO						
	tempo	rms_x	rms_x'	rms_y'	rms_z	rms_total	rms_total'
	1	0.52	0.72	1.41	0.33	1.18	1.62
	2	0.18	0.25	0.03	0.33	0.38	0.42
	3	0.06	0.09	1.00	0.76	1.04	1.25
	4	0.05	0.07	0.65	0.33	0.57	0.74
	5	0.54	0.75	0.06	0.15	0.56	0.77
	6	0.37	0.52	0.25	0.21	0.46	0.61
	7	0.46	0.65	1.02	0.07	0.86	1.21
	8	0.56	0.79	0.43	0.05	0.64	0.90
	9	0.51	0.72	0.99	0.52	1.02	1.33
	10	0.56	0.78	1.48	0.53	1.31	1.76
	11	0.58	0.81	1.69	0.62	1.48	1.98
	12	0.71	0.99	1.70	0.29	1.44	1.99
	13	0.50	0.70	1.63	0.27	1.29	1.79
	14	0.45	0.63	2.21	0.39	1.69	2.33
	15	0.72	1.01	1.98	0.02	1.59	2.22
	16	0.62	0.87	2.14	0.10	1.65	2.31
	17	0.49	0.69	2.51	0.39	1.90	2.63
	18	0.42	0.59	1.38	0.13	1.08	1.51
	19	0.29	0.41	1.36	0.21	1.04	1.44
	20	0.61	0.85	1.19	0.13	1.05	1.47
	21	0.36	0.50	1.39	0.14	1.06	1.48
	22	0.65	0.90	1.33	0.22	1.17	1.62
	23	0.54	0.76	1.16	0.01	0.99	1.39
	24	0.54	0.75	0.76	0.11	0.77	1.08
	25	0.48	0.67	0.25	0.18	0.54	0.74
	26	0.46	0.65	0.25	0.23	0.55	0.74
	27	0.57	0.80	0.84	0.23	0.86	1.18
	28	0.52	0.73	0.27	0.34	0.65	0.85
	29	0.54	0.76	0.20	0.66	0.87	1.03
	30	0.62	0.87	0.11	0.46	0.78	0.99
	31	0.55	0.77	0.38	0.32	0.69	0.91
	32	0.67	0.94	0.36	0.54	0.89	1.14
	33	1.07	1.49	1.34	0.98	1.74	2.23
	34	1.09	1.53	1.53	1.27	2.00	2.51
	35	1.08	1.51	1.19	1.09	1.75	2.21
	36	0.98	1.38	1.93	1.46	2.24	2.79
A(8)	0.052184		0.84	1.26	0.52	1.10	1.48

0.48	0.63
43%	43%

BANCO								
tempo	rms_x	rms_x'	rms_y	rms_y'	rms_z	rms_total	rms_total'	
1	0.27	0.38	1.63	2.29	0.10	1.66	2.32	
2	0.28	0.40	1.59	2.22	0.22	1.63	2.27	
3	0.28	0.40	1.58	2.21	0.23	1.62	2.26	
4	0.28	0.39	1.57	2.20	0.24	1.61	2.24	
5	0.28	0.39	1.56	2.18	0.24	1.60	2.23	
6	0.27	0.38	1.56	2.18	0.24	1.60	2.23	
7	0.28	0.39	1.56	2.18	0.24	1.60	2.23	
8	0.28	0.39	1.55	2.17	0.25	1.60	2.22	
9	0.28	0.39	1.55	2.17	0.25	1.60	2.22	
10	0.28	0.39	1.55	2.17	0.25	1.59	2.22	
11	0.28	0.39	1.55	2.17	0.25	1.59	2.22	
12	0.28	0.39	1.56	2.18	0.25	1.60	2.23	
13	0.28	0.39	1.56	2.19	0.26	1.61	2.24	
14	0.28	0.39	1.56	2.18	0.26	1.61	2.23	
15	0.28	0.40	1.55	2.17	0.27	1.60	2.22	
16	0.31	0.43	1.63	2.28	0.35	1.70	2.35	
17	0.77	1.08	3.02	4.23	1.43	3.43	4.60	
18	0.65	0.91	2.75	3.85	1.27	3.10	4.16	
19	0.70	0.98	2.71	3.80	1.17	3.04	4.09	
20	0.42	0.59	2.35	3.29	1.10	2.63	3.52	
21	0.56	0.78	2.73	3.82	1.59	3.21	4.21	
22	0.63	0.88	2.97	4.15	1.57	3.41	4.53	
23	0.41	0.57	2.75	3.85	1.50	3.16	4.17	
24	0.49	0.68	2.31	3.23	2.03	3.11	3.88	
25	0.19	0.26	2.97	4.15	1.64	3.40	4.47	
26	0.77	1.08	3.37	4.71	1.51	3.77	5.07	
27	0.48	0.67	2.95	4.12	2.28	3.76	4.76	
28	0.36	0.51	2.98	4.17	2.04	3.63	4.67	
29	0.60	0.84	2.89	4.04	1.67	3.39	4.45	
30	0.50	0.70	2.27	3.18	0.98	2.53	3.40	
31	0.32	0.44	2.07	2.90	0.64	2.19	3.00	
32	0.40	0.55	2.88	4.04	1.47	3.26	4.33	
33	0.33	0.47	2.94	4.12	1.44	3.29	4.39	
34	0.48	0.68	2.46	3.44	1.11	2.74	3.68	
35	0.01	0.02	1.33	1.86	0.56	1.44	1.94	
36	0.66	0.92	0.80	1.12	0.53	1.16	1.54	
37	0.13	0.18	2.14	2.99	0.67	2.24	3.07	
38	0.60	0.83	2.69	3.76	0.96	2.91	3.97	
39	0.49	0.69	2.50	3.50	0.83	2.68	3.66	
40	0.06	0.08	2.22	3.10	0.79	2.35	3.20	

	41	0.46	0.65	2.58	3.61	1.03	2.82	3.81
	42	0.32	0.45	2.45	3.43	0.46	2.52	3.49
	43	0.39	0.54	3.18	4.46	1.05	3.37	4.61
	44	0.24	0.34	2.32	3.25	0.67	2.43	3.34
	45	0.33	0.46	2.94	4.11	1.12	3.16	4.28
	46	0.24	0.34	2.53	3.55	0.94	2.71	3.69
	47	0.03	0.04	1.72	2.41	0.91	1.95	2.58
	48	0.17	0.24	2.09	2.93	0.76	2.23	3.04
	49	0.24	0.34	2.54	3.56	0.81	2.68	3.66
	50	0.35	0.49	2.53	3.54	0.85	2.69	3.67
	51	0.26	0.36	1.25	1.76	0.91	1.57	2.01
	52	0.06	0.08	2.40	3.35	0.64	2.48	3.41
	53	0.39	0.54	1.60	2.24	1.04	1.95	2.53
	54	0.01	0.02	1.80	2.52	0.98	2.05	2.71
	55	0.48	0.67	2.78	3.89	0.71	2.91	4.01
	56	0.36	0.50	2.56	3.58	0.46	2.62	3.64
	57	0.28	0.39	1.92	2.69	0.80	2.10	2.84
A(8)		0.142059	0.55		3.19	1.01	2.42	3.26
							0.73	0.94
							30%	29%

CASIMIRO SBERSE

BANCO								
tempo	rms_x	rms_x	rms_x'	rms_y	rms_y'	rms_z	rms_total	rms_total'
1	0.41	-0.41	0.58	2.27	3.18	0.68	2.41	3.31
2	0.92	-0.92	1.28	4.18	5.86	1.02	4.40	6.08
3	0.74	-0.74	1.03	4.40	6.16	0.96	4.57	6.32
4	0.34	-0.34	0.47	3.20	4.47	0.74	3.30	4.56
5	0.67	-0.67	0.94	3.81	5.34	0.96	3.99	5.50
6	0.49	-0.49	0.68	3.72	5.20	1.25	3.95	5.40
7	0.46	-0.46	0.64	3.43	4.80	0.86	3.56	4.92
8	0.28	-0.28	0.39	3.06	4.28	1.08	3.26	4.43
9	0.44	-0.44	0.62	2.81	3.93	1.13	3.06	4.14
10	0.21	-0.21	0.30	3.07	4.29	1.14	3.28	4.45
11	0.57	-0.57	0.80	3.18	4.45	1.03	3.39	4.63
12	0.47	-0.47	0.66	2.80	3.92	0.97	3.00	4.09
13	0.53	-0.53	0.75	2.77	3.87	1.23	3.07	4.13
14	0.14	-0.14	0.19	2.82	3.95	1.50	3.20	4.23
15	0.36	-0.36	0.50	2.76	3.86	1.35	3.09	4.12
16	0.21	-0.21	0.30	2.86	4.01	1.57	3.28	4.32
17	0.07	-0.07	0.09	2.29	3.20	1.08	2.53	3.38
18	0.05	0.05	0.07	2.54	3.56	1.12	2.78	3.73
19	0.20	-0.20	0.27	2.37	3.32	1.54	2.84	3.67
20	0.12	-0.12	0.17	2.89	4.05	1.39	3.21	4.29
21	0.13	-0.13	0.18	2.75	3.85	1.59	3.18	4.17
22	0.29	0.29	0.41	3.17	4.43	1.73	3.62	4.78
23	0.35	-0.35	0.48	2.98	4.17	1.36	3.29	4.41
24	0.07	0.07	0.10	2.24	3.14	1.33	2.61	3.41
25	0.01	0.01	0.01	1.95	2.73	1.56	2.50	3.14
26	0.16	0.16	0.22	2.73	3.82	1.79	3.27	4.23
27	0.02	0.02	0.02	3.11	4.35	1.57	3.48	4.63
28	0.41	0.41	0.57	3.56	4.98	1.88	4.04	5.35
29	0.13	0.13	0.19	2.87	4.01	1.56	3.27	4.31
30	0.02	-0.02	0.03	2.66	3.73	1.40	3.01	3.98
31	0.07	-0.07	0.10	3.22	4.51	1.65	3.62	4.80
32	0.13	-0.13	0.18	2.57	3.59	1.22	2.85	3.80
33	0.06	0.06	0.09	2.75	3.84	1.22	3.01	4.03
34	0.06	0.06	0.09	2.58	3.61	1.18	2.84	3.80
35	0.14	-0.14	0.19	3.50	4.89	1.24	3.71	5.05
36	0.60	-0.60	0.84	3.57	5.00	1.37	3.87	5.25
37	0.37	-0.37	0.51	2.33	3.26	1.37	2.73	3.58
38	0.28	0.28	0.40	0.98	1.38	0.99	1.43	1.75
39	0.02	0.02	0.03	1.33	1.86	0.74	1.52	2.00

A(8)	0.151829	0.50	4.13	1.30	3.18	4.26
					0.64	0.91
					20%	21%

BANCO								
tempo	tempo	rms_x	rms_x'	rms_y	rms_y'	rms_z	rms_total	rms_total'
1	109	2.05	2.87	1.02	1.43	0.57	2.36	3.26
2	110	2.13	2.98	1.02	1.43	0.97	2.55	3.44
3	111	2.26	3.17	1.19	1.66	0.99	2.74	3.71
4	112	2.16	3.02	1.11	1.56	0.59	2.50	3.45
5	113	2.53	3.54	1.03	1.44	0.83	2.85	3.91
6	114	2.27	3.18	1.00	1.40	1.09	2.71	3.64
7	115	2.37	3.31	1.23	1.73	0.66	2.75	3.79
8	116	2.28	3.19	0.92	1.29	0.63	2.54	3.50
9	117	2.37	3.32	0.47	0.66	0.00	2.42	3.39
10	118	2.47	3.45	0.32	0.44	0.11	2.49	3.48
11	119	2.48	3.48	0.49	0.69	0.30	2.55	3.56
12	120	2.32	3.24	0.84	1.18	0.14	2.47	3.45
13	121	2.33	3.26	1.03	1.45	0.74	2.65	3.64
14	122	2.35	3.29	0.84	1.18	0.32	2.52	3.51
15	123	2.48	3.48	0.47	0.65	0.10	2.53	3.54
16	124	2.39	3.35	0.57	0.80	0.13	2.46	3.45
17	125	2.53	3.54	0.61	0.85	0.64	2.68	3.69
18	126	2.31	3.24	0.90	1.26	0.63	2.56	3.53
19	127	2.33	3.26	1.06	1.48	0.48	2.60	3.61
20	128	2.45	3.43	0.96	1.35	0.11	2.63	3.69
21	129	2.26	3.16	1.05	1.47	0.04	2.49	3.49
22	130	2.32	3.25	1.05	1.47	0.38	2.58	3.59
23	131	2.32	3.25	1.06	1.49	0.65	2.64	3.64
24	132	2.10	2.94	1.20	1.67	0.34	2.44	3.40
25	133	2.24	3.13	1.38	1.93	0.88	2.77	3.78
26	134	2.33	3.27	1.21	1.69	0.77	2.74	3.76
27	135	2.38	3.33	0.76	1.06	0.03	2.50	3.49
28	136	2.72	3.81	0.71	0.99	0.25	2.83	3.95
29	137	2.44	3.41	1.06	1.48	0.61	2.73	3.77
30	138	2.43	3.40	0.95	1.34	0.12	2.61	3.65
31	139	2.46	3.44	0.96	1.34	0.36	2.66	3.71
32	140	2.53	3.55	0.86	1.20	0.69	2.76	3.81
33	141	2.54	3.56	1.31	1.84	0.74	2.96	4.07
34	142	2.58	3.61	1.57	2.20	1.00	3.18	4.35
35	143	2.57	3.60	1.26	1.77	0.30	2.88	4.02
36	144	2.37	3.32	1.06	1.48	0.90	2.75	3.75
37	145	2.59	3.63	1.04	1.46	0.56	2.85	3.95
38	146	2.50	3.49	1.05	1.47	0.80	2.83	3.88
39	147	2.52	3.53	1.01	1.41	0.49	2.76	3.83
40	148	2.40	3.36	0.99	1.39	0.71	2.70	3.71

	41	149	2.44	3.42	0.56	0.79	0.08	2.51	3.51
	42	150	2.55	3.57	0.24	0.33	0.46	2.60	3.62
	43	151	2.51	3.51	0.68	0.95	0.56	2.66	3.68
	44	152	2.39	3.35	0.74	1.04	0.04	2.50	3.51
	45	153	2.38	3.34	0.75	1.05	0.02	2.50	3.50
	46	154	2.53	3.54	0.64	0.90	0.57	2.67	3.69
	47	155	2.49	3.48	1.00	1.40	0.40	2.71	3.77
	48	156	2.43	3.41	0.45	0.64	0.04	2.48	3.47
	49	157	2.79	3.91	0.53	0.74	0.63	2.91	4.03
	50	158	2.69	3.76	0.47	0.65	0.00	2.73	3.82
	51	159	2.60	3.64	0.82	1.15	0.30	2.74	3.83
	52	160	2.51	3.52	0.89	1.25	0.15	2.67	3.73
	53	161	2.44	3.42	1.00	1.40	0.22	2.65	3.70
	54	162	2.43	3.40	1.09	1.53	0.72	2.76	3.80
	55	163	2.44	3.42	1.44	2.02	1.02	3.01	4.10
	56	164	2.72	3.80	1.87	2.62	1.31	3.55	4.80
	57	165	2.79	3.91	1.99	2.78	1.85	3.89	5.14
	58	166	2.69	3.77	2.55	3.57	2.11	4.27	5.60
	59	167	2.48	3.47	1.91	2.67	2.37	3.93	4.98
	60	168	2.35	3.30	1.56	2.18	2.76	3.95	4.82

A(8)	0.155935		3.42		1.51	0.82	2.76	3.80
							0.39	0.44
							14%	12%

BANCO								
tempo	rms_x	rms_x'	rms_y	rms_y'	rms_z	rms_total	rms_total'	
1	0.24	0.34	1.08	1.52	0.91	1.44	1.80	
2	0.57	0.80	1.05	1.47	0.17	1.20	1.68	
3	0.48	0.68	0.77	1.08	0.46	1.02	1.35	
4	0.53	0.75	0.65	0.91	0.30	0.89	1.21	
5	0.47	0.66	0.58	0.81	0.12	0.75	1.05	
6	0.67	0.94	0.85	1.19	0.66	1.27	1.66	
7	0.82	1.15	0.58	0.81	0.03	1.01	1.41	
8	0.49	0.68	0.31	0.43	0.40	0.70	0.90	
9	0.48	0.67	0.34	0.47	0.24	0.64	0.86	
10	0.55	0.76	0.46	0.64	0.59	0.92	1.16	
11	0.20	0.27	0.14	0.19	0.34	0.42	0.48	
12	0.38	0.53	0.49	0.68	0.72	0.95	1.13	
13	0.38	0.53	0.85	1.18	0.80	1.22	1.52	
14	0.12	0.17	0.58	0.81	0.53	0.80	0.99	
15	0.45	0.63	0.67	0.94	0.18	0.83	1.14	
16	0.74	1.03	0.73	1.02	0.47	1.14	1.53	
17	0.57	0.80	0.70	0.98	0.09	0.91	1.27	
18	0.64	0.90	0.40	0.56	0.24	0.80	1.09	
19	0.61	0.85	0.61	0.86	0.25	0.90	1.24	
20	0.77	1.08	0.32	0.45	0.61	1.03	1.32	
21	0.73	1.03	0.52	0.72	0.74	1.16	1.46	
22	0.66	0.92	0.25	0.35	0.41	0.81	1.07	
23	0.61	0.86	0.25	0.34	0.71	0.97	1.17	
24	0.52	0.73	0.17	0.24	0.67	0.87	1.02	
25	0.88	1.23	0.29	0.41	1.11	1.45	1.71	
26	0.46	0.65	0.28	0.39	1.04	1.17	1.28	
27	0.43	0.60	0.26	0.36	1.04	1.16	1.26	
28	0.42	0.58	0.33	0.47	0.63	0.83	0.98	
29	0.63	0.88	0.06	0.08	0.13	0.64	0.89	
30	0.53	0.74	0.28	0.39	0.06	0.60	0.84	
31	0.74	1.03	0.43	0.60	0.14	0.87	1.20	
32	0.87	1.22	0.65	0.91	0.41	1.16	1.58	
33	0.97	1.36	0.30	0.42	0.31	1.06	1.45	
34	1.00	1.40	0.61	0.85	1.14	1.63	1.99	
35	0.86	1.20	0.95	1.33	1.51	1.98	2.34	
36	0.58	0.82	0.96	1.34	0.03	1.12	1.57	
37	0.33	0.46	0.84	1.18	0.51	1.04	1.37	
38	1.98	2.77	1.35	1.88	2.32	3.33	4.07	
39	1.69	2.37	1.10	1.54	2.34	3.09	3.67	
40	1.62	2.26	1.24	1.74	1.79	2.72	3.37	

	41	2.10	2.93	0.81	1.14	1.47	2.69	3.47
	42	1.89	2.64	0.34	0.48	1.61	2.50	3.13
	43	1.83	2.56	0.70	0.98	1.06	2.23	2.94
	44	2.97	4.16	0.43	0.60	1.60	3.40	4.49
	45	1.88	2.64	0.81	1.14	1.53	2.56	3.26
	46	2.54	3.56	0.07	0.09	1.34	2.88	3.81
	47	1.61	2.26	0.56	0.79	1.70	2.41	2.94
	48	1.97	2.76	0.38	0.54	1.12	2.30	3.03
	49	1.98	2.77	0.17	0.24	1.33	2.39	3.08
	50	1.78	2.49	0.69	0.97	1.67	2.54	3.15
	51	1.82	2.55	0.57	0.80	1.10	2.21	2.89
	52	2.22	3.11	0.18	0.25	1.58	2.73	3.50
	53	1.63	2.28	0.54	0.75	1.98	2.62	3.12
	54	1.96	2.75	0.60	0.85	2.15	2.98	3.59
	55	1.66	2.32	0.55	0.76	1.65	2.40	2.95
	56	1.75	2.45	0.52	0.73	2.10	2.79	3.31
	57	1.73	2.42	0.58	0.81	1.98	2.69	3.23
	58	1.78	2.50	0.47	0.66	2.20	2.87	3.39
	59	2.01	2.81	0.90	1.26	2.05	3.00	3.70
	60	2.01	2.82	0.95	1.33	2.00	2.99	3.70
	61	1.96	2.75	1.39	1.95	2.07	3.17	3.95
	62	2.06	2.88	1.85	2.59	1.95	3.39	4.34

A(8)

0.100315

1.86

0.97

1.23

1.71

2.16

0.92

1.13

54%

52%

GRAMADOS

BANCO							
tempo	rms_x	rms_x'	rms_y	rms_y'	rms_z	rms_total	rms_total'
1	0.42	0.59	2.20	3.08	0.08	2.24	3.14
2	0.09	0.12	1.37	1.92	0.17	1.39	1.94
3	0.31	0.44	1.30	1.82	0.52	1.44	1.94
4	0.04	0.05	1.60	2.24	0.83	1.81	2.39
5	0.23	0.33	1.69	2.36	0.95	1.95	2.57
6	0.35	0.49	1.54	2.15	1.17	1.96	2.50
7	0.00	0.00	1.55	2.17	0.84	1.76	2.33
8	0.14	0.20	1.31	1.83	0.77	1.52	2.00
9	0.03	0.04	1.23	1.73	0.56	1.35	1.81
10	0.14	0.20	1.68	2.36	1.54	2.29	2.82
11	0.13	0.18	1.53	2.15	1.16	1.93	2.45
12	0.12	0.16	1.51	2.12	1.19	1.93	2.44
13	0.27	0.38	1.73	2.42	1.21	2.13	2.74
14	0.14	0.19	2.03	2.84	1.64	2.61	3.29
15	0.02	0.02	2.66	3.73	2.17	3.44	4.32
16	0.14	0.19	2.98	4.18	1.94	3.56	4.61
17	0.28	0.39	2.60	3.64	1.66	3.10	4.02
18	0.17	0.24	2.17	3.04	1.56	2.67	3.42
19	0.03	0.04	1.86	2.61	0.93	2.08	2.77
20	0.03	0.04	1.96	2.74	1.33	2.37	3.05
21	0.10	0.14	2.22	3.11	0.95	2.42	3.26
22	0.10	0.13	2.26	3.17	1.30	2.61	3.43
23	0.06	0.09	2.28	3.19	1.51	2.73	3.53
24	0.12	0.17	1.69	2.36	0.93	1.93	2.55
25	0.09	0.13	1.66	2.32	1.24	2.07	2.64
26	0.06	0.09	1.60	2.23	1.54	2.22	2.71
27	0.36	0.50	2.40	3.36	0.91	2.59	3.51
28	0.25	0.36	1.89	2.65	0.74	2.05	2.78
29	0.47	0.65	1.99	2.79	0.74	2.18	2.96
30	0.16	0.22	1.85	2.59	0.49	1.92	2.65
31	0.04	0.05	1.94	2.71	0.79	2.09	2.83
32	0.16	0.23	1.66	2.33	0.87	1.88	2.50
33	0.01	0.01	1.80	2.53	0.99	2.06	2.71
34	0.12	0.17	1.95	2.73	0.75	2.09	2.84
35	0.04	0.05	1.97	2.76	1.02	2.22	2.95
36	0.11	0.16	1.63	2.28	1.28	2.07	2.62
37	0.09	0.12	2.08	2.92	1.19	2.40	3.15
38	0.10	0.14	2.03	2.84	1.01	2.27	3.02
39	0.09	0.13	1.76	2.47	0.77	1.93	2.59
40	0.01	0.01	2.20	3.08	1.08	2.45	3.27

41	0.17	0.24	2.32	3.24	1.02	2.53	3.41
42	0.03	0.04	2.33	3.27	1.50	2.77	3.59
43	0.46	0.64	2.21	3.09	1.29	2.60	3.41
44	0.12	0.17	2.92	4.09	1.10	3.12	4.24
45	0.54	0.75	3.02	4.23	1.47	3.40	4.54
46	0.11	0.16	2.40	3.36	1.19	2.68	3.57
47	0.16	0.23	2.13	2.98	1.12	2.41	3.19
48	0.35	0.48	2.97	4.15	1.23	3.23	4.36
49	0.28	0.39	2.45	3.43	1.05	2.68	3.60
50	0.18	0.25	2.21	3.10	1.21	2.53	3.33
51	0.24	0.33	2.45	3.43	1.07	2.69	3.61
52	0.11	0.15	2.65	3.71	1.50	3.05	4.01
53	0.19	0.27	2.47	3.46	1.55	2.92	3.80
54	0.26	0.36	2.80	3.92	1.31	3.10	4.15
55	0.15	0.21	2.54	3.55	1.01	2.73	3.70
56	0.05	0.08	2.58	3.61	1.17	2.84	3.80
57	0.14	0.19	2.35	3.30	0.97	2.55	3.44
58	0.26	0.36	2.47	3.46	0.94	2.66	3.61
59	0.15	0.22	2.69	3.76	1.06	2.89	3.91
60	0.18	0.25	2.81	3.93	1.26	3.08	4.13
61	0.05	0.07	2.47	3.46	1.04	2.68	3.61
62	0.11	0.16	1.80	2.52	1.06	2.09	2.73
63	0.17	0.24	2.06	2.89	1.38	2.49	3.21
64	0.25	0.35	2.05	2.87	1.02	2.30	3.07
65	0.21	0.29	2.37	3.32	0.89	2.54	3.45
66	0.04	0.06	1.79	2.50	0.98	2.04	2.69
67	0.20	0.29	2.05	2.87	1.44	2.51	3.22
68	0.03	0.04	2.46	3.44	1.15	2.71	3.62
69	0.03	0.04	2.01	2.81	1.23	2.36	3.07
70	0.17	0.23	2.36	3.30	1.09	2.60	3.49
71	0.02	0.03	2.40	3.36	1.18	2.68	3.56
72	0.06	0.08	2.12	2.97	1.27	2.47	3.23
73	0.53	0.74	1.88	2.64	1.22	2.31	3.00
74	0.13	0.19	2.04	2.85	1.23	2.38	3.11
75	0.09	0.13	2.22	3.11	0.93	2.41	3.25
76	0.19	0.26	2.39	3.34	1.06	2.62	3.51
77	0.08	0.11	2.74	3.84	1.31	3.04	4.05
78	0.15	0.21	2.00	2.79	1.02	2.25	2.98
79	0.23	0.33	1.92	2.68	0.86	2.11	2.84
80	0.03	0.04	1.77	2.47	0.93	2.00	2.64
81	0.09	0.13	2.10	2.94	0.95	2.31	3.09
82	0.05	0.07	2.27	3.18	1.50	2.72	3.52

83	0.05	0.06	1.63	2.28	1.71	2.37	2.85
84	0.17	0.24	1.92	2.68	1.68	2.56	3.18
85	0.03	0.05	1.62	2.27	1.17	2.00	2.56
86	0.12	0.17	1.80	2.51	1.45	2.31	2.91
87	0.01	0.02	1.25	1.75	1.45	1.91	2.27
88	0.04	0.06	1.26	1.77	1.79	2.19	2.51
89	0.03	0.04	1.62	2.26	2.51	2.99	3.38
90	0.10	0.14	2.25	3.14	2.35	3.26	3.93
91	0.09	0.12	2.71	3.80	2.13	3.45	4.36
92	0.03	0.05	1.90	2.66	1.58	2.47	3.10
93	0.09	0.12	1.92	2.69	1.56	2.47	3.11
94	0.05	0.08	2.58	3.61	1.33	2.90	3.85
95	0.14	0.19	1.90	2.66	0.60	1.99	2.73
96	0.11	0.16	2.01	2.82	0.81	2.17	2.94
97	0.06	0.09	2.05	2.86	0.85	2.22	2.99
98	0.12	0.17	1.92	2.69	1.62	2.52	3.14
99	0.26	0.37	2.23	3.12	1.22	2.55	3.36
100	0.26	0.37	2.17	3.04	0.96	2.39	3.21
101	0.13	0.18	2.23	3.13	1.09	2.49	3.32
102	0.39	0.55	2.51	3.52	1.06	2.76	3.72
103	0.51	0.72	3.68	5.16	1.96	4.20	5.56
104	0.20	0.28	3.24	4.53	1.43	3.54	4.76
105	0.13	0.18	2.47	3.45	0.66	2.56	3.52
106	0.27	0.37	2.32	3.25	1.31	2.68	3.52
107	0.09	0.13	2.38	3.33	0.72	2.49	3.41
108	0.01	0.02	2.44	3.41	0.96	2.62	3.55
109	0.42	0.59	2.80	3.93	1.25	3.10	4.16
110	0.29	0.41	2.73	3.82	1.13	2.97	4.01
111	0.36	0.50	2.28	3.19	0.86	2.46	3.34
112	0.19	0.26	2.86	4.01	1.13	3.08	4.17
113	0.15	0.22	2.58	3.61	1.09	2.80	3.77
114	0.13	0.19	1.99	2.78	1.25	2.35	3.06
115	0.09	0.12	2.12	2.96	1.54	2.62	3.34
116	0.07	0.10	2.39	3.35	1.72	2.95	3.77
117	0.19	0.26	2.32	3.25	1.87	2.99	3.76
118	0.06	0.09	2.38	3.33	2.30	3.31	4.05
119	0.20	0.27	1.64	2.30	1.14	2.01	2.58
120	0.23	0.33	2.06	2.89	1.37	2.49	3.21
121	0.17	0.23	1.56	2.19	1.00	1.87	2.42
122	0.22	0.31	1.37	1.91	1.20	1.83	2.28
123	0.09	0.12	1.72	2.41	0.96	1.97	2.59
124	0.01	0.02	2.50	3.50	1.18	2.77	3.69

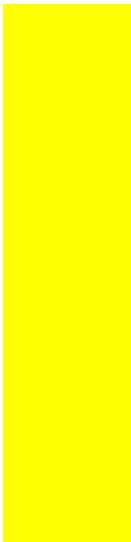
125	0.21	0.29	3.17	4.43	1.14	3.37	4.59
126	0.04	0.05	2.89	4.04	1.43	3.22	4.29
127	0.22	0.31	2.80	3.92	1.12	3.02	4.09
128	0.02	0.03	2.76	3.87	1.24	3.03	4.06
129	0.23	0.32	2.64	3.70	1.08	2.86	3.87
130	0.07	0.09	2.01	2.82	0.87	2.19	2.95
131	0.21	0.29	1.99	2.78	0.85	2.17	2.92
132	0.13	0.19	1.91	2.67	0.63	2.01	2.75
133	0.02	0.03	2.25	3.15	1.15	2.53	3.35
134	0.03	0.05	3.34	4.68	1.41	3.62	4.88
135	0.30	0.42	2.16	3.03	0.56	2.25	3.11
136	0.29	0.41	2.20	3.08	0.55	2.29	3.16
137	0.41	0.57	2.33	3.26	0.62	2.44	3.37
138	0.25	0.35	2.07	2.90	1.12	2.37	3.13
139	0.00	0.00	2.31	3.23	1.20	2.60	3.45
140	0.04	0.06	2.29	3.21	1.11	2.55	3.40
141	0.02	0.03	1.65	2.31	1.41	2.17	2.71
142	0.13	0.18	1.63	2.28	1.15	2.00	2.56
143	0.05	0.06	1.41	1.97	0.52	1.50	2.04
144	0.05	0.08	1.37	1.92	0.95	1.67	2.14
145	0.04	0.06	1.82	2.55	1.12	2.14	2.79
146	0.07	0.10	1.72	2.41	0.85	1.92	2.55
147	0.04	0.06	1.80	2.52	0.94	2.03	2.69
148	0.05	0.07	2.00	2.79	1.30	2.39	3.08
149	0.08	0.11	2.17	3.04	1.04	2.41	3.22
150	0.07	0.10	1.76	2.46	0.99	2.02	2.65
151	0.00	0.00	1.76	2.47	1.15	2.10	2.72
152	0.22	0.31	1.50	2.10	1.03	1.83	2.36
153	0.01	0.02	1.35	1.89	0.85	1.60	2.07
154	0.00	0.01	1.97	2.75	1.39	2.41	3.09
155	0.18	0.26	2.27	3.17	1.38	2.66	3.47
156	0.11	0.15	1.96	2.74	1.20	2.30	2.99
157	0.18	0.26	1.72	2.41	0.91	1.96	2.59
158	0.11	0.15	1.77	2.48	0.98	2.02	2.67
159	0.08	0.12	1.47	2.06	0.78	1.67	2.20
160	0.07	0.10	1.59	2.23	0.97	1.87	2.43
161	0.09	0.13	1.45	2.04	0.89	1.71	2.22
162	0.03	0.04	1.53	2.14	1.02	1.84	2.37
163	0.07	0.10	1.48	2.07	1.01	1.79	2.30
164	0.01	0.01	1.67	2.33	0.81	1.85	2.47
165	0.06	0.08	1.48	2.07	0.69	1.63	2.18
166	0.02	0.02	1.68	2.36	0.90	1.91	2.52

167	0.05	0.08	1.59	2.22	0.71	1.74	2.33
168	0.04	0.05	1.66	2.32	0.69	1.79	2.42
169	0.03	0.04	1.55	2.17	0.66	1.68	2.27
170	0.00	0.01	1.74	2.44	0.94	1.98	2.61
171	0.08	0.12	2.00	2.80	1.01	2.24	2.98
172	0.00	0.01	1.48	2.07	0.87	1.71	2.24
173	0.17	0.23	1.44	2.02	0.92	1.72	2.23
174	0.39	0.54	1.43	2.00	1.11	1.85	2.35
175	0.18	0.25	1.27	1.78	1.19	1.75	2.15
176	0.30	0.42	1.36	1.91	1.01	1.73	2.20
177	0.01	0.02	1.77	2.48	1.19	2.13	2.75
178	0.03	0.04	1.46	2.04	1.03	1.78	2.28
179	0.22	0.31	1.79	2.50	1.10	2.11	2.75
180	0.26	0.37	1.61	2.25	0.94	1.88	2.46
181	0.04	0.05	1.69	2.36	1.01	1.97	2.57
182	0.05	0.07	1.69	2.37	0.81	1.88	2.50
183	0.13	0.19	1.66	2.32	0.82	1.85	2.47
184	0.11	0.15	1.94	2.71	1.18	2.27	2.96
185	0.20	0.28	1.72	2.40	1.23	2.12	2.71
186	0.11	0.15	1.46	2.04	1.15	1.86	2.35
187	0.23	0.32	2.11	2.95	1.34	2.51	3.25
188	0.12	0.17	2.38	3.33	1.13	2.63	3.52
189	0.20	0.28	2.59	3.62	1.01	2.79	3.77
190	0.04	0.06	2.40	3.36	1.22	2.70	3.58
191	0.16	0.23	2.47	3.46	1.01	2.67	3.61
192	0.13	0.18	1.76	2.47	0.71	1.90	2.57
193	0.26	0.36	1.91	2.67	0.87	2.11	2.83
194	0.02	0.03	2.32	3.25	1.04	2.54	3.41
195	0.05	0.08	2.00	2.79	1.42	2.45	3.13
196	0.01	0.01	2.24	3.13	0.71	2.35	3.21
197	0.03	0.05	2.84	3.98	2.06	3.51	4.48
198	0.07	0.10	3.52	4.93	1.81	3.96	5.25
199	0.19	0.27	2.83	3.97	1.31	3.13	4.19
200	0.14	0.20	2.92	4.09	1.38	3.24	4.32
201	0.05	0.07	3.11	4.35	1.25	3.35	4.53
202	0.05	0.07	3.06	4.28	1.27	3.31	4.47
203	0.21	0.29	2.59	3.62	1.22	2.87	3.83
204	0.22	0.30	2.44	3.41	1.84	3.06	3.89
205	0.48	0.68	2.42	3.39	1.27	2.78	3.68
206	0.28	0.39	2.56	3.58	1.63	3.05	3.96
207	0.22	0.30	2.98	4.17	1.49	3.34	4.44
208	0.02	0.02	3.05	4.27	1.64	3.46	4.57

	209	0.24	0.34	3.55	4.98	1.87	4.02	5.33
	210	0.16	0.22	3.26	4.57	1.36	3.54	4.77
	211	0.19	0.27	3.17	4.44	1.48	3.51	4.69
	212	0.28	0.39	2.70	3.78	1.82	3.27	4.22
	213	0.10	0.13	2.17	3.04	1.26	2.51	3.30
	214	0.35	0.49	1.93	2.70	1.06	2.23	2.94
	215	0.40	0.55	1.80	2.52	1.48	2.36	2.97
	216	0.35	0.49	1.32	1.85	0.75	1.56	2.06
	217	0.19	0.27	0.23	0.32	0.30	0.42	0.51
	218	0.45	0.63	0.34	0.48	0.04	0.57	0.79
A(8)	0.26349		0.30		3.42	1.30	2.42	3.18
							0.57	0.76
							24%	24%

JUNQUEIRA

BANCO								
tempo	rms_x	rms_x'	rms_y	rms_y'	rms_z	rms_total	rms_total'	
1	2.06	2.88	0.99	1.38	0.56	2.35	3.24	
2	2.22	3.11	1.12	1.57	0.97	2.67	3.62	
3	2.36	3.30	1.17	1.64	1.41	2.99	3.95	
4	2.38	3.34	1.47	2.06	1.88	3.38	4.35	
5	2.24	3.14	1.32	1.85	1.00	2.78	3.77	
6	2.25	3.14	1.29	1.80	0.67	2.67	3.69	
7	2.39	3.34	1.45	2.03	1.22	3.05	4.10	
8	2.54	3.56	1.32	1.85	1.42	3.20	4.25	
9	2.65	3.71	1.40	1.96	1.51	3.36	4.46	
10	2.71	3.79	1.45	2.03	1.53	3.43	4.56	
11	2.56	3.58	1.68	2.36	1.94	3.62	4.70	
12	2.51	3.52	1.68	2.35	1.86	3.55	4.62	
13	2.53	3.55	1.73	2.42	1.83	3.57	4.67	
14	2.43	3.40	1.51	2.11	1.55	3.25	4.29	
15	2.51	3.52	1.40	1.96	1.48	3.24	4.29	
16	2.48	3.47	1.12	1.57	1.16	2.96	3.98	
17	2.64	3.69	1.00	1.39	0.83	2.94	4.03	
18	2.79	3.91	1.09	1.53	1.01	3.16	4.32	
19	2.62	3.67	1.13	1.59	0.66	2.93	4.05	
20	2.57	3.59	1.27	1.78	0.40	2.89	4.03	
21	2.46	3.44	0.93	1.30	0.78	2.74	3.76	
22	2.53	3.54	1.03	1.44	0.81	2.85	3.91	
23	2.72	3.80	0.53	0.74	0.50	2.81	3.90	
24	2.58	3.61	1.04	1.46	0.67	2.86	3.95	
25	2.62	3.67	1.11	1.56	1.03	3.03	4.12	
26	2.61	3.65	1.17	1.63	0.99	3.02	4.12	
27	2.52	3.53	1.44	2.01	0.82	3.01	4.14	
28	2.79	3.91	1.05	1.47	0.78	3.08	4.24	
29	2.36	3.31	1.27	1.77	0.91	2.83	3.86	
30	2.65	3.71	1.48	2.07	0.88	3.16	4.34	
31	2.44	3.42	0.82	1.15	0.46	2.62	3.64	
32	2.53	3.54	1.16	1.62	1.26	3.05	4.09	
33	2.49	3.48	1.13	1.58	1.27	3.01	4.03	
34	2.51	3.51	1.39	1.94	1.68	3.32	4.35	
35	2.42	3.39	1.29	1.80	1.67	3.21	4.19	
36	2.48	3.48	0.56	0.79	0.75	2.65	3.64	
37	2.69	3.77	0.95	1.33	0.52	2.90	4.03	
38	2.67	3.73	1.07	1.50	0.70	2.96	4.08	
39	2.62	3.66	1.26	1.76	1.34	3.20	4.28	
40	2.54	3.56	1.41	1.98	1.38	3.22	4.30	



41	2.58	3.62	1.25	1.75	1.24	3.13	4.20
42	2.73	3.82	1.74	2.43	1.42	3.53	4.75
43	2.66	3.72	1.30	1.82	0.45	2.99	4.17
44	2.56	3.58	1.17	1.63	0.72	2.90	4.00
45	2.69	3.77	1.31	1.83	1.13	3.20	4.34
46	2.54	3.55	1.02	1.43	0.85	2.86	3.92
47	2.64	3.70	1.31	1.83	1.27	3.21	4.32
48	2.66	3.73	1.59	2.22	1.51	3.45	4.59
49	2.64	3.69	1.25	1.76	1.60	3.33	4.39
50	2.67	3.74	1.09	1.52	1.09	3.08	4.18
51	2.89	4.04	1.52	2.13	1.68	3.67	4.87
52	2.86	4.00	1.81	2.54	2.18	4.02	5.21
53	2.94	4.11	2.27	3.18	2.64	4.56	5.83
54	2.73	3.83	2.10	2.94	2.59	4.31	5.48

A(8)

0.155715

3.60

1.85

1.30

3.14

4.23

0.40

0.45

13%

11%

MATILDE

BANCO							
tempo	rms_x	rms_x'	rms_y	rms_y'	rms_z	rms_total	rms_total'
1	0.79	1.10	3.10	4.34	0.30	3.21	4.49
2	0.76	1.06	2.99	4.19	0.31	3.10	4.33
3	0.55	0.77	2.33	3.26	0.25	2.41	3.36
4	0.40	0.57	2.02	2.83	0.39	2.10	2.91
5	0.54	0.75	2.33	3.27	0.85	2.54	3.46
6	0.39	0.54	2.03	2.85	0.42	2.11	2.93
7	0.32	0.45	2.09	2.93	0.50	2.18	3.01
8	0.21	0.29	1.93	2.70	0.34	1.97	2.74
9	0.28	0.39	1.72	2.40	0.69	1.87	2.53
10	0.18	0.25	1.57	2.20	0.87	1.80	2.38
11	0.07	0.10	1.74	2.44	0.99	2.00	2.63
12	0.20	0.28	1.97	2.76	0.81	2.14	2.89
13	0.17	0.23	1.52	2.12	0.88	1.76	2.31
14	0.09	0.13	1.73	2.42	0.65	1.85	2.51
15	0.09	0.13	1.62	2.27	0.99	1.91	2.48
16	0.19	0.27	1.66	2.32	0.92	1.91	2.51
17	0.13	0.18	1.64	2.30	0.66	1.77	2.40
18	0.16	0.23	1.81	2.53	0.70	1.94	2.64
19	0.17	0.24	2.00	2.80	0.89	2.19	2.95
20	0.10	0.14	2.25	3.15	0.83	2.40	3.26
21	0.02	0.02	2.42	3.38	0.74	2.53	3.46
22	0.18	0.25	2.21	3.09	0.45	2.26	3.13
23	0.05	0.07	2.49	3.48	0.48	2.53	3.51
24	0.16	0.23	2.32	3.25	0.56	2.39	3.30
25	0.14	0.20	2.16	3.03	0.84	2.33	3.15
26	0.07	0.10	2.29	3.20	0.70	2.39	3.28
27	0.13	0.18	2.39	3.35	0.77	2.52	3.44
28	0.02	0.03	2.00	2.80	1.27	2.37	3.08
29	0.25	0.35	2.07	2.90	1.15	2.38	3.14
30	0.12	0.17	1.75	2.46	1.02	2.03	2.66
31	0.05	0.07	2.07	2.90	1.19	2.39	3.13
32	0.10	0.14	1.87	2.62	0.95	2.10	2.79
33	0.11	0.16	1.63	2.28	0.96	1.90	2.48
34	0.12	0.17	2.13	2.98	1.26	2.47	3.24
35	0.08	0.11	1.38	1.94	1.16	1.80	2.26
36	0.09	0.13	1.37	1.92	1.03	1.71	2.18
37	0.07	0.10	1.55	2.17	1.08	1.89	2.42
38	0.07	0.09	1.62	2.27	1.03	1.92	2.49
39	0.16	0.23	1.83	2.56	1.38	2.30	2.92
40	0.16	0.22	1.63	2.29	1.19	2.03	2.59

	41	0.09	0.12	1.83	2.56	0.89	2.03	2.71
	42	0.08	0.11	1.63	2.29	0.97	1.90	2.49
	43	0.07	0.10	1.36	1.90	0.79	1.58	2.07
	44	0.00	0.00	1.37	1.92	1.06	1.73	2.19
	45	0.12	0.17	1.52	2.12	1.21	1.94	2.45
	46	0.11	0.15	1.56	2.19	1.07	1.90	2.44
	47	0.14	0.19	1.64	2.29	1.41	2.17	2.70
	48	0.31	0.43	1.19	1.66	1.05	1.62	2.01
	49	0.57	0.79	0.64	0.90	0.70	1.11	1.39
	50	0.34	0.48	0.03	0.04	0.65	0.74	0.81
	51	0.46	0.65	0.66	0.93	0.38	0.89	1.19
	52	0.48	0.67	1.23	1.72	0.18	1.33	1.85
A(8)	0.111825		0.38		2.63	0.88	2.05	2.72
							0.45	0.66
							22%	24%

BANCO							
tempo	rms_x	rms_x'	rms_y	rms_y'	rms_z	rms_total	rms_total'
1	0.73	1.02	2.93	4.10	0.60	3.08	4.27
2	0.43	0.61	2.15	3.01	0.13	2.20	3.07
3	0.22	0.31	1.94	2.71	0.02	1.95	2.73
4	0.61	0.85	2.44	3.41	0.33	2.53	3.53
5	0.11	0.16	2.61	3.66	0.49	2.66	3.69
6	0.50	0.70	2.53	3.54	0.91	2.73	3.72
7	0.11	0.15	2.50	3.49	0.85	2.64	3.60
8	0.23	0.32	2.58	3.62	0.81	2.72	3.72
9	0.25	0.34	2.33	3.26	0.74	2.46	3.36
10	0.07	0.09	2.15	3.00	0.70	2.26	3.09
11	0.30	0.43	2.03	2.84	0.81	2.20	2.98
12	0.03	0.04	1.86	2.61	0.61	1.96	2.68
13	0.20	0.28	1.79	2.51	0.58	1.90	2.59
14	0.25	0.36	1.74	2.44	0.42	1.81	2.50
15	0.16	0.23	1.94	2.72	0.50	2.01	2.77
16	0.01	0.02	2.08	2.92	0.59	2.17	2.98
17	0.04	0.05	2.04	2.85	0.55	2.11	2.91
18	0.08	0.11	1.67	2.34	0.36	1.71	2.37
19	0.42	0.59	2.17	3.04	0.44	2.26	3.13
20	0.04	0.05	2.38	3.33	0.25	2.39	3.34
21	0.24	0.34	2.54	3.56	0.36	2.58	3.59
22	0.60	0.84	2.96	4.15	0.75	3.12	4.30
23	0.62	0.87	2.53	3.55	0.57	2.67	3.70
24	0.11	0.16	1.89	2.65	0.44	1.95	2.69
25	0.29	0.41	2.13	2.99	0.68	2.26	3.09
26	0.04	0.05	2.21	3.10	0.51	2.27	3.14
27	0.23	0.32	2.36	3.30	0.43	2.41	3.34
28	0.15	0.21	3.02	4.23	0.58	3.08	4.27
29	0.22	0.31	2.39	3.35	0.40	2.43	3.39
30	0.29	0.41	2.43	3.40	0.57	2.51	3.47
31	0.20	0.28	2.80	3.92	0.70	2.89	3.99
32	0.34	0.48	2.57	3.60	0.87	2.73	3.73
33	0.37	0.52	2.75	3.85	0.63	2.85	3.94
34	0.46	0.64	2.43	3.41	0.81	2.61	3.56
35	0.15	0.21	1.89	2.64	0.63	2.00	2.73
36	0.66	0.92	3.07	4.29	1.00	3.29	4.50
37	0.79	1.11	2.99	4.18	1.21	3.32	4.49
38	0.77	1.08	3.15	4.41	1.06	3.41	4.66
39	0.75	1.06	3.19	4.46	0.76	3.36	4.65
40	0.75	1.05	3.26	4.56	0.70	3.42	4.73

41	0.74	1.03	2.90	4.06	1.11	3.19	4.33
42	0.90	1.26	2.95	4.13	1.12	3.28	4.46
43	0.79	1.11	3.13	4.38	0.77	3.32	4.58
44	0.62	0.87	3.15	4.41	1.05	3.38	4.61
45	0.49	0.68	3.56	4.98	1.16	3.77	5.16
46	0.93	1.30	3.39	4.74	0.90	3.63	5.00
47	0.63	0.89	3.45	4.83	0.91	3.62	4.99
48	0.57	0.79	3.58	5.01	0.80	3.71	5.13
49	0.79	1.10	3.60	5.04	0.74	3.76	5.21
50	0.37	0.52	2.47	3.45	0.52	2.55	3.53
51	0.32	0.44	2.61	3.66	0.93	2.79	3.80
52	0.15	0.21	2.17	3.03	0.72	2.29	3.12
53	0.51	0.72	2.76	3.87	0.74	2.91	4.00
54	0.72	1.00	3.24	4.54	0.79	3.41	4.72
55	0.79	1.11	3.26	4.57	0.91	3.48	4.79
56	0.73	1.02	3.45	4.83	0.73	3.60	4.99
57	0.93	1.30	3.36	4.70	0.85	3.58	4.95
58	0.71	1.00	3.47	4.86	0.70	3.61	5.01
59	0.63	0.88	2.88	4.03	1.21	3.19	4.30
60	0.61	0.85	2.86	4.00	1.71	3.38	4.43
61	0.52	0.73	3.28	4.60	1.74	3.75	4.97
62	1.01	1.42	3.43	4.80	1.01	3.71	5.10
63	1.14	1.60	3.23	4.53	1.16	3.62	4.94
64	0.89	1.25	1.23	1.72	0.62	1.64	2.22
65	0.10	0.14	0.79	1.11	0.63	1.02	1.29
66	0.20	0.29	0.64	0.90	1.05	1.25	1.41
67	0.14	0.19	1.70	2.39	1.08	2.02	2.63
68	0.03	0.04	1.22	1.71	1.34	1.81	2.17
69	0.07	0.09	1.39	1.95	1.62	2.14	2.53
70	0.50	0.71	0.68	0.95	1.38	1.62	1.82
71	0.71	0.99	0.30	0.42	0.20	0.79	1.09
72	0.51	0.72	0.03	0.04	0.16	0.54	0.73
73	0.62	0.87	0.38	0.53	0.51	0.89	1.14
74	0.13	0.19	0.30	0.41	0.00	0.32	0.45

A(8)	0.180595	0.88	3.69	0.98	2.60	3.55
					0.82	1.15
					32%	33%

APÊNDICE G

		BANCO						
		tempo	rms_x	rms_x'	rms_y	rms_y'	rms_z	rms_total
ANTONIO DORIGON	1	0.57	0.80	2.33	3.26	1.19	2.68	3.56
	2	0.69	0.96	2.36	3.30	1.35	2.81	3.70
	3	0.82	1.15	2.68	3.76	1.27	3.08	4.13
	4	0.17	0.24	2.07	2.90	0.73	2.21	3.00
	5	0.26	0.36	2.70	3.78	1.50	3.10	4.08
	6	0.11	0.16	2.46	3.44	1.77	3.03	3.87
	7	0.10	0.14	3.17	4.44	1.65	3.58	4.74
	8	0.34	0.47	3.62	5.07	2.16	4.23	5.53
	9	0.10	0.14	3.42	4.79	1.79	3.87	5.12
	10	0.19	0.26	2.16	3.03	1.49	2.63	3.38
	11	0.14	0.19	2.82	3.94	1.57	3.23	4.25
	12	0.09	0.12	2.92	4.08	1.64	3.35	4.40
	13	0.03	0.04	2.55	3.57	1.21	2.82	3.77
	14	0.30	0.42	2.44	3.42	0.92	2.63	3.56
	15	0.24	0.33	2.13	2.98	0.93	2.33	3.14
	16	0.14	0.20	2.75	3.84	1.23	3.01	4.04
	17	0.33	0.47	2.28	3.19	1.20	2.60	3.44
	18	0.04	0.05	2.31	3.23	1.23	2.61	3.46
	19	0.16	0.23	1.80	2.53	1.22	2.18	2.81
	20	0.29	0.41	1.68	2.35	1.18	2.08	2.66
	21	0.15	0.21	1.44	2.02	0.92	1.72	2.23
	22	0.14	0.20	1.34	1.88	0.80	1.57	2.05
	23	0.12	0.17	1.79	2.51	0.84	1.98	2.65
	24	0.18	0.26	1.64	2.29	0.89	1.87	2.47
	25	0.11	0.15	1.14	1.60	0.94	1.48	1.86
	26	0.24	0.34	1.06	1.48	1.07	1.53	1.86
	27	0.18	0.26	1.63	2.28	1.01	1.93	2.51
	28	0.05	0.08	1.10	1.53	0.98	1.47	1.82
	29	0.20	0.28	0.73	1.02	0.63	0.98	1.23
	30	0.30	0.42	0.21	0.30	0.14	0.40	0.54
	31	0.43	0.60	0.01	0.01	0.25	0.49	0.65
	32	0.35	0.49	0.53	0.74	0.65	0.90	1.09
A(8)	0.100998	0.41		3.03	1.21	2.32	3.05	
						0.93	1.25	
						40%	41%	

BANCO							
tempo	rms_x	rms_x'	rms_y	rms_y'	rms_z	rms_total	rms_total'
1	0.48	0.67	2.83	3.96	0.17	2.87	4.02
2	0.47	0.65	2.84	3.97	0.05	2.88	4.03
3	0.37	0.52	2.38	3.33	0.32	2.43	3.39
4	0.24	0.34	2.28	3.19	0.38	2.32	3.23
5	0.17	0.24	2.45	3.44	1.15	2.72	3.63
6	0.29	0.40	2.48	3.47	0.71	2.60	3.57
7	0.31	0.43	2.55	3.57	0.76	2.68	3.67
8	0.02	0.03	2.60	3.64	1.55	3.03	3.96
9	0.31	0.43	1.86	2.61	1.05	2.16	2.84
10	0.08	0.11	2.53	3.54	1.26	2.83	3.76
11	0.05	0.07	2.54	3.55	1.17	2.79	3.74
12	0.33	0.47	2.02	2.83	0.46	2.10	2.91
13	0.20	0.28	1.43	2.00	0.82	1.66	2.18
14	0.05	0.07	1.36	1.91	0.91	1.64	2.11
15	0.06	0.08	1.56	2.18	1.31	2.04	2.55
16	0.06	0.09	1.71	2.39	1.28	2.13	2.71
17	0.06	0.08	2.20	3.08	1.38	2.59	3.37
18	0.12	0.17	1.26	1.77	0.96	1.59	2.02
19	0.00	0.01	1.17	1.64	0.93	1.49	1.88
20	0.07	0.10	0.61	0.86	0.63	0.88	1.07
21	0.59	0.82	0.62	0.87	0.98	1.30	1.55
22	0.24	0.33	1.54	2.16	0.35	1.60	2.21
23	0.06	0.08	1.44	2.01	0.58	1.55	2.09
24	0.08	0.11	1.78	2.49	0.78	1.94	2.61
25	0.17	0.24	1.48	2.07	0.77	1.68	2.23
26	0.18	0.25	1.78	2.49	1.01	2.05	2.70
27	0.13	0.19	2.09	2.92	1.39	2.51	3.24
28	0.53	0.75	2.43	3.40	2.01	3.20	4.02
29	0.09	0.12	2.04	2.86	1.24	2.39	3.12
30	0.07	0.09	2.09	2.92	2.02	2.90	3.55
31	0.21	0.29	1.39	1.94	1.33	1.94	2.37
32	0.39	0.55	1.49	2.09	1.12	1.91	2.43
33	0.18	0.25	1.82	2.54	1.12	2.14	2.79
34	0.10	0.13	1.57	2.20	1.22	1.99	2.52
35	0.05	0.07	0.99	1.39	1.21	1.57	1.84
36	0.09	0.13	0.45	0.63	0.92	1.03	1.13
37	0.40	0.56	0.62	0.87	1.34	1.53	1.70
38	0.35	0.49	1.01	1.42	1.08	1.52	1.85
39	0.52	0.72	0.74	1.03	0.72	1.15	1.45
40	0.22	0.31	0.33	0.47	0.58	0.71	0.81

	41	0.43	0.61	0.74	1.04	0.65	1.08	1.37
	42	0.05	0.08	1.50	2.10	0.72	1.66	2.22
	43	0.10	0.14	1.63	2.28	1.37	2.13	2.66
	44	0.48	0.67	1.19	1.66	1.48	1.96	2.32
	45	0.27	0.37	1.13	1.59	1.55	1.93	2.25
	46	0.48	0.68	0.62	0.87	1.39	1.60	1.77
	47	0.37	0.52	0.54	0.76	0.78	1.02	1.21
	48	0.33	0.46	0.11	0.15	0.80	0.88	0.94
	49	0.54	0.75	0.32	0.45	0.37	0.72	0.95
	50	0.36	0.50	0.08	0.11	0.09	0.38	0.52
A(8)	0.099142		0.43		1.85	1.11	1.91	2.46
							0.68	0.95
							36%	39%

		BANCO							
		tempo	rms_x	rms_x'	rms_y	rms_y'	rms_z	rms_total	rms_total'
		1	0.28	0.39	1.28	1.80	0.00	1.31	1.84
		2	0.42	0.59	1.60	2.25	0.23	1.67	2.33
		3	0.30	0.42	2.04	2.86	0.22	2.08	2.90
		4	0.01	0.01	1.23	1.72	0.05	1.23	1.72
		5	0.06	0.08	1.67	2.33	0.04	1.67	2.33
		6	0.12	0.16	1.83	2.57	0.27	1.86	2.59
		7	0.13	0.19	1.61	2.26	0.39	1.66	2.30
		8	0.16	0.22	0.84	1.18	0.55	1.02	1.32
		9	0.14	0.20	1.48	2.07	0.89	1.73	2.26
		10	0.12	0.17	1.22	1.71	0.62	1.38	1.83
		11	0.28	0.40	1.10	1.54	0.94	1.47	1.84
		12	0.00	0.01	0.91	1.27	0.42	1.00	1.34
		13	0.48	0.67	1.06	1.48	0.66	1.33	1.75
		14	0.01	0.01	0.44	0.61	0.32	0.54	0.69
		15	0.75	1.05	0.20	0.28	0.13	0.79	1.10
		16	0.38	0.53	0.23	0.32	0.24	0.51	0.67
		17	0.25	0.34	0.69	0.97	0.68	1.00	1.23
		18	0.32	0.45	0.77	1.07	0.75	1.12	1.38
		19	0.59	0.83	0.75	1.05	1.02	1.40	1.68
		20	0.11	0.15	0.21	0.30	0.25	0.35	0.42
		21	0.37	0.51	0.35	0.49	0.52	0.73	0.88
		22	0.69	0.96	0.13	0.18	0.28	0.75	1.02
		23	0.31	0.44	0.98	1.37	0.62	1.20	1.57
		24	0.53	0.74	0.77	1.08	0.90	1.30	1.59
		25	0.57	0.79	1.03	1.44	0.76	1.40	1.81
		26	0.61	0.86	0.84	1.17	0.70	1.25	1.61
		27	0.30	0.42	0.94	1.31	0.40	1.06	1.43
		28	0.41	0.58	1.07	1.50	0.78	1.39	1.79
		29	0.37	0.52	0.39	0.55	0.26	0.60	0.80
		30	0.33	0.46	0.36	0.51	0.57	0.75	0.89
		31	0.36	0.50	0.03	0.04	0.17	0.39	0.53
		32	0.37	0.52	0.62	0.87	0.75	1.04	1.26
		33	0.01	0.01	0.98	1.38	0.72	1.22	1.56
		34	0.05	0.07	0.09	0.12	0.32	0.34	0.35
		35	0.12	0.16	0.59	0.83	0.06	0.60	0.84
		36	0.56	0.79	0.84	1.18	0.14	1.02	1.43
		37	0.59	0.82	0.70	0.98	0.04	0.92	1.28
A(8)			0.050065	0.54	1.22	0.57	1.11	1.11	
							0.44	0.44	
							40%	40%	

BANCO							
tempo	rms_x	rms_x'	rms_y	rms_y'	rms_z	rms_total	rms_total'
1	1.16	1.63	3.10	4.33	0.21	3.31	4.63
2	1.26	1.77	3.02	4.23	0.01	3.27	4.58
3	0.85	1.18	2.35	3.29	0.19	2.51	3.51
4	1.00	1.41	2.76	3.86	0.05	2.94	4.11
5	0.89	1.25	2.47	3.45	0.09	2.63	3.67
6	0.86	1.20	2.28	3.19	0.19	2.44	3.41
7	0.69	0.97	2.05	2.87	0.28	2.18	3.05
8	0.62	0.87	1.98	2.77	0.09	2.07	2.90
9	0.45	0.63	1.76	2.46	0.39	1.86	2.57
10	0.54	0.75	2.22	3.10	0.84	2.43	3.30
11	0.53	0.74	1.78	2.49	0.36	1.89	2.63
12	0.60	0.84	1.89	2.64	0.13	1.99	2.78
13	0.64	0.89	1.99	2.78	0.44	2.13	2.95
14	0.40	0.57	1.59	2.23	0.39	1.69	2.34
15	0.10	0.14	1.14	1.60	0.39	1.21	1.65
16	0.32	0.45	1.56	2.19	0.09	1.60	2.24
17	0.56	0.79	1.42	1.99	0.32	1.56	2.17
18	0.42	0.59	1.74	2.44	0.11	1.80	2.51
19	0.50	0.70	1.75	2.46	0.45	1.88	2.59
20	0.57	0.80	1.64	2.29	0.06	1.74	2.43
21	0.50	0.69	1.58	2.22	0.03	1.66	2.32
22	0.58	0.81	1.45	2.03	0.16	1.57	2.20
23	0.67	0.94	1.38	1.93	0.02	1.53	2.15
24	0.57	0.80	1.34	1.88	0.19	1.47	2.05
25	0.19	0.27	0.96	1.34	0.28	1.01	1.39
26	0.13	0.18	0.94	1.32	0.35	1.01	1.38
27	0.01	0.01	0.91	1.28	0.20	0.93	1.29
28	0.16	0.23	1.02	1.43	0.37	1.10	1.50
29	0.31	0.43	1.31	1.84	0.30	1.38	1.91
30	0.33	0.46	1.34	1.87	0.33	1.42	1.96
31	0.20	0.28	1.44	2.02	0.28	1.48	2.06
32	0.25	0.35	1.45	2.04	0.35	1.52	2.10
33	0.21	0.29	1.55	2.17	0.88	1.80	2.36
34	0.05	0.06	1.12	1.57	0.65	1.30	1.70
35	0.25	0.35	1.02	1.43	0.72	1.28	1.64
36	0.22	0.31	1.65	2.31	0.61	1.77	2.41
37	0.36	0.51	1.43	2.00	0.45	1.54	2.11
38	0.39	0.55	1.60	2.23	0.52	1.72	2.36
39	0.44	0.61	1.59	2.23	0.80	1.84	2.45
40	0.36	0.50	1.72	2.41	0.78	1.93	2.59

	41	0.30	0.42	1.86	2.61	0.89	2.09	2.79
	42	0.45	0.64	1.65	2.31	0.79	1.88	2.52
	43	0.47	0.66	1.89	2.65	0.87	2.14	2.87
	44	0.46	0.65	1.57	2.20	0.47	1.70	2.34
	45	0.38	0.53	1.56	2.19	0.44	1.67	2.29
	46	0.38	0.53	1.51	2.11	0.60	1.67	2.26
	47	0.23	0.33	1.51	2.11	0.66	1.66	2.24
	48	0.22	0.31	1.43	2.00	0.64	1.58	2.12
	49	0.22	0.31	1.17	1.64	0.64	1.35	1.78
	50	0.09	0.13	1.31	1.84	0.71	1.49	1.97
	51	0.07	0.09	1.00	1.41	0.46	1.11	1.48
	52	0.21	0.29	1.05	1.47	0.57	1.21	1.60
	53	0.12	0.17	1.04	1.46	0.62	1.22	1.59
	54	0.67	0.93	0.65	0.91	0.74	1.19	1.50
	55	0.95	1.33	1.59	2.22	1.62	2.45	3.05
	56	0.43	0.60	0.99	1.39	1.48	1.83	2.12
A(8)		0.102953	0.49		1.92	0.70	1.76	2.40
							0.52	0.74
							30%	31%

BANCO							
tempo	rms_x	rms_x'	rms_y	rms_y'	rms_z	rms_total	rms_total'
1	0.36	0.51	1.78	2.50	1.20	2.18	2.81
2	0.69	0.96	2.52	3.53	1.00	2.80	3.80
3	0.60	0.83	2.79	3.90	0.63	2.92	4.04
4	0.31	0.44	2.41	3.37	0.40	2.46	3.43
5	0.08	0.12	1.64	2.29	0.07	1.64	2.29
6	0.16	0.23	1.39	1.94	1.63	2.15	2.55
7	0.45	0.64	1.20	1.68	1.62	2.07	2.42
8	0.68	0.96	2.01	2.81	1.31	2.50	3.25
9	0.38	0.54	2.05	2.86	1.02	2.32	3.09
10	0.98	1.37	2.65	3.71	0.48	2.86	3.98
11	0.42	0.58	1.96	2.74	0.34	2.03	2.83
12	0.05	0.06	0.61	0.85	0.09	0.62	0.86
13	0.11	0.15	1.01	1.41	0.35	1.07	1.46
14	0.37	0.52	2.12	2.97	0.15	2.16	3.02
15	0.05	0.08	2.41	3.37	0.28	2.43	3.39
16	0.07	0.10	2.25	3.15	0.06	2.25	3.15
17	0.00	0.01	1.65	2.32	0.05	1.65	2.32
18	0.01	0.02	1.99	2.79	0.07	1.99	2.79
19	0.23	0.33	3.03	4.25	0.79	3.14	4.33
20	0.37	0.52	1.97	2.75	0.17	2.01	2.81
21	0.24	0.33	2.09	2.93	0.58	2.18	3.00
22	0.33	0.46	2.36	3.30	1.09	2.62	3.51
23	0.29	0.41	1.46	2.05	0.55	1.59	2.16
24	0.21	0.29	1.75	2.44	0.15	1.76	2.47
25	0.05	0.07	1.21	1.69	0.01	1.21	1.69
26	0.19	0.27	0.75	1.05	0.53	0.94	1.21
27	0.41	0.57	0.05	0.06	0.09	0.42	0.58
28	0.35	0.49	0.81	1.14	0.78	1.18	1.46
29	0.62	0.87	2.20	3.08	0.65	2.37	3.26
30	0.77	1.08	2.08	2.92	0.01	2.22	3.11
31	0.59	0.83	2.17	3.03	0.23	2.26	3.15
32	0.44	0.62	1.65	2.31	0.81	1.89	2.53
33	0.01	0.01	1.30	1.83	0.65	1.46	1.94
34	0.20	0.28	0.65	0.91	0.84	1.08	1.27
35	0.19	0.27	1.20	1.68	0.75	1.43	1.86
36	0.39	0.55	1.98	2.78	1.71	2.65	3.31
37	0.41	0.57	1.74	2.44	1.34	2.24	2.84
38	0.29	0.40	2.53	3.54	2.13	3.32	4.16
39	0.55	0.77	2.20	3.09	2.55	3.41	4.08
40	0.33	0.46	2.66	3.73	1.94	3.31	4.23

	41	0.03	0.05	1.95	2.73	1.67	2.57	3.20
	42	0.59	0.83	2.78	3.89	2.29	3.65	4.59
	43	0.39	0.54	3.24	4.53	1.64	3.65	4.85
	44	0.67	0.94	2.14	2.99	1.91	2.94	3.67
	45	0.40	0.56	2.44	3.42	1.20	2.75	3.67
	46	0.06	0.09	2.58	3.61	1.59	3.03	3.94
	47	0.31	0.44	3.01	4.21	1.23	3.27	4.41
	48	0.17	0.23	2.23	3.12	1.32	2.60	3.40
	49	0.66	0.93	0.52	0.72	0.85	1.20	1.45
	50	0.52	0.72	0.08	0.11	0.37	0.64	0.82
A(8)		0.117114	0.56		2.82	1.23	2.18	2.89
							0.81	1.05
							37%	36%

GRAMADOS

BANCO							
tempo	rms_x	rms_x'	rms_y	rms_y'	rms_z	rms_total	rms_total'
1	0.40	0.57	2.46	3.45	0.37	2.52	3.52
2	0.64	0.90	3.23	4.52	0.12	3.29	4.61
3	0.16	0.23	1.90	2.67	0.24	1.93	2.69
4	0.32	0.44	2.51	3.51	0.14	2.53	3.54
5	0.61	0.85	2.99	4.19	0.15	3.06	4.28
6	0.58	0.82	3.18	4.45	0.36	3.25	4.54
7	0.18	0.25	2.09	2.92	0.35	2.12	2.95
8	0.13	0.18	2.28	3.19	0.42	2.32	3.22
9	0.04	0.06	2.12	2.97	0.57	2.20	3.03
10	0.26	0.36	2.16	3.03	0.88	2.35	3.17
11	0.22	0.30	1.67	2.34	0.83	1.88	2.51
12	0.16	0.22	1.65	2.31	0.53	1.74	2.38
13	0.19	0.26	1.65	2.31	0.67	1.79	2.42
14	0.00	0.01	1.61	2.25	0.76	1.78	2.37
15	0.04	0.05	1.82	2.54	0.77	1.98	2.66
16	0.04	0.06	1.73	2.43	0.57	1.83	2.49
17	0.02	0.03	1.38	1.93	0.58	1.50	2.02
18	0.10	0.14	1.68	2.35	0.38	1.72	2.38
19	0.11	0.16	1.64	2.29	0.14	1.65	2.30
20	0.14	0.19	1.35	1.88	0.31	1.39	1.92
21	0.18	0.25	1.93	2.70	0.72	2.07	2.81
22	0.15	0.21	1.70	2.39	0.60	1.81	2.47
23	0.10	0.15	2.13	2.98	1.22	2.46	3.22
24	0.26	0.36	2.75	3.85	1.55	3.16	4.16
25	0.12	0.17	2.08	2.91	0.89	2.27	3.05
26	0.51	0.71	2.17	3.04	0.70	2.34	3.20
27	0.19	0.27	1.93	2.70	0.16	1.95	2.72
28	0.06	0.08	2.03	2.85	0.45	2.08	2.88
29	0.00	0.01	2.12	2.97	0.53	2.19	3.02
30	0.01	0.01	2.38	3.33	0.96	2.56	3.46
31	0.22	0.31	2.39	3.35	0.55	2.46	3.41
32	0.03	0.05	2.64	3.69	0.88	2.78	3.80
33	0.19	0.26	2.26	3.16	0.98	2.47	3.32
34	0.12	0.17	2.77	3.88	1.15	3.01	4.05
35	0.03	0.04	2.60	3.65	0.80	2.73	3.73
36	0.02	0.03	2.13	2.99	0.60	2.22	3.05
37	0.07	0.10	2.35	3.29	0.88	2.51	3.40
38	0.15	0.21	2.27	3.18	0.50	2.33	3.22
39	0.19	0.27	2.32	3.24	0.49	2.38	3.29
40	0.19	0.26	2.37	3.32	0.37	2.41	3.35

41	0.10	0.15	3.17	4.44	1.04	3.34	4.56
42	0.31	0.43	2.73	3.83	1.12	2.97	4.01
43	0.06	0.08	2.34	3.27	1.02	2.55	3.43
44	0.09	0.13	2.94	4.12	0.93	3.09	4.22
45	0.13	0.18	2.50	3.49	0.78	2.62	3.58
46	0.12	0.17	2.53	3.55	0.87	2.68	3.66
47	0.13	0.19	2.66	3.72	0.94	2.82	3.84
48	0.22	0.31	2.86	4.01	1.09	3.07	4.17
49	0.24	0.34	2.97	4.16	0.82	3.09	4.25
50	0.28	0.40	2.67	3.74	0.74	2.78	3.83
51	0.23	0.32	2.76	3.86	0.75	2.87	3.95
52	0.13	0.18	2.58	3.61	0.75	2.69	3.69
53	0.26	0.36	2.49	3.48	0.47	2.54	3.53
54	0.16	0.22	2.61	3.65	0.81	2.74	3.75
55	0.23	0.33	2.79	3.91	0.96	2.96	4.04
56	0.07	0.10	2.75	3.85	0.87	2.88	3.95
57	0.13	0.18	2.47	3.46	0.96	2.65	3.59
58	0.21	0.30	2.68	3.75	1.29	2.98	3.98
59	0.14	0.19	2.83	3.96	0.88	2.96	4.06
60	0.21	0.29	2.58	3.62	0.82	2.72	3.72
61	0.03	0.05	2.59	3.62	1.00	2.77	3.76
62	0.15	0.22	2.80	3.92	0.81	2.92	4.00
63	0.10	0.14	2.47	3.46	0.93	2.64	3.58
64	0.20	0.27	2.17	3.04	0.55	2.25	3.10
65	0.07	0.09	2.15	3.00	0.61	2.23	3.07
66	0.13	0.19	2.38	3.34	0.47	2.43	3.37
67	0.07	0.10	2.38	3.33	0.51	2.44	3.37
68	0.08	0.11	2.61	3.65	0.72	2.71	3.72
69	0.06	0.08	2.51	3.51	0.56	2.57	3.56
70	0.17	0.24	2.41	3.38	0.30	2.44	3.40
71	0.15	0.21	2.94	4.12	0.84	3.06	4.21
72	0.17	0.23	2.33	3.27	0.58	2.41	3.33
73	0.19	0.26	2.09	2.93	0.36	2.13	2.96
74	0.05	0.07	1.98	2.78	0.70	2.11	2.87
75	0.20	0.28	1.92	2.69	0.57	2.01	2.76
76	0.18	0.25	1.47	2.06	0.85	1.71	2.24
77	0.03	0.04	1.63	2.28	1.72	2.37	2.86
78	0.14	0.19	1.77	2.47	2.02	2.68	3.20
79	0.03	0.05	1.49	2.08	1.72	2.27	2.70
80	0.14	0.19	1.39	1.95	1.86	2.33	2.70
81	0.01	0.01	1.74	2.44	2.16	2.77	3.26
82	0.25	0.35	1.87	2.61	2.88	3.44	3.90

83	0.31	0.43	2.25	3.15	2.46	3.35	4.02
84	0.26	0.37	2.55	3.58	1.87	3.18	4.05
85	0.05	0.07	2.36	3.30	1.27	2.68	3.54
86	0.14	0.19	2.20	3.07	0.73	2.32	3.16
87	0.00	0.01	2.58	3.62	0.65	2.66	3.67
88	0.09	0.12	2.43	3.40	0.67	2.52	3.46
89	0.38	0.53	2.24	3.14	0.60	2.35	3.24
90	0.42	0.59	2.10	2.94	1.09	2.40	3.19
91	0.13	0.18	1.84	2.58	1.09	2.14	2.80
92	0.44	0.62	2.40	3.37	0.10	2.45	3.42
93	0.22	0.30	2.05	2.88	0.03	2.07	2.89
94	0.03	0.04	2.04	2.86	0.05	2.04	2.86
95	0.03	0.04	2.29	3.21	0.01	2.29	3.21
96	0.02	0.02	1.83	2.56	0.19	1.84	2.57
97	0.01	0.01	2.11	2.95	0.11	2.11	2.96
98	0.06	0.08	2.13	2.99	0.24	2.15	3.00
99	0.01	0.01	2.14	3.00	0.17	2.15	3.01
100	0.20	0.28	2.34	3.28	0.27	2.36	3.30
101	0.35	0.49	2.20	3.07	0.43	2.26	3.14
102	0.13	0.18	2.04	2.86	0.55	2.12	2.92
103	0.12	0.17	2.28	3.19	0.63	2.37	3.26
104	0.11	0.15	2.61	3.65	1.21	2.88	3.85
105	0.21	0.30	2.19	3.07	1.34	2.58	3.37
106	0.14	0.19	2.49	3.48	1.40	2.86	3.76
107	0.25	0.35	2.23	3.13	1.30	2.60	3.41
108	0.11	0.16	2.22	3.11	0.74	2.34	3.20
109	0.14	0.20	1.95	2.73	0.98	2.19	2.91
110	0.26	0.36	1.96	2.74	0.78	2.12	2.87
111	0.25	0.34	1.71	2.39	0.74	1.88	2.53
112	0.54	0.76	1.79	2.51	0.57	1.96	2.68
113	0.49	0.69	2.16	3.02	0.53	2.28	3.15
114	0.06	0.08	2.47	3.46	0.78	2.59	3.54
115	0.07	0.09	2.39	3.34	0.49	2.44	3.38
116	0.11	0.16	2.42	3.39	0.73	2.53	3.47
117	0.08	0.11	2.75	3.86	0.94	2.91	3.97
118	0.15	0.21	2.47	3.46	0.83	2.61	3.56
119	0.07	0.09	2.53	3.54	0.90	2.69	3.66
120	0.15	0.21	2.39	3.35	0.44	2.44	3.39
121	0.10	0.14	2.76	3.87	0.95	2.92	3.98
122	0.01	0.01	2.59	3.63	0.89	2.74	3.74
123	0.06	0.09	2.01	2.82	0.22	2.03	2.83
124	0.28	0.39	1.94	2.72	0.04	1.96	2.74

125	0.16	0.23	2.01	2.82	0.49	2.08	2.87
126	0.04	0.06	1.64	2.30	0.18	1.65	2.30
127	0.00	0.00	1.74	2.43	0.57	1.83	2.50
128	0.01	0.02	1.80	2.52	0.36	1.84	2.55
129	0.02	0.03	2.01	2.82	0.65	2.12	2.89
130	0.05	0.07	1.62	2.26	0.37	1.66	2.29
131	0.10	0.13	1.67	2.34	0.67	1.80	2.43
132	0.05	0.06	1.84	2.57	0.66	1.95	2.65
133	0.05	0.08	1.91	2.67	0.40	1.95	2.70
134	0.03	0.04	1.25	1.74	0.56	1.37	1.83
135	0.21	0.29	1.05	1.47	0.45	1.16	1.56
136	0.09	0.13	1.19	1.67	0.41	1.27	1.72
137	0.15	0.21	1.42	1.99	0.47	1.51	2.06
138	0.10	0.14	1.36	1.91	0.64	1.51	2.02
139	0.09	0.12	1.53	2.14	0.54	1.63	2.21
140	0.01	0.01	1.59	2.22	0.49	1.66	2.27
141	0.16	0.22	1.84	2.57	0.61	1.94	2.65
142	0.10	0.14	1.96	2.74	0.50	2.03	2.79
143	0.10	0.13	1.78	2.50	0.42	1.84	2.54
144	0.03	0.04	1.59	2.22	0.45	1.65	2.27
145	0.11	0.15	1.40	1.96	0.39	1.46	2.00
146	0.11	0.16	1.42	1.99	0.60	1.55	2.09
147	0.13	0.18	1.65	2.31	0.68	1.79	2.41
148	0.07	0.09	1.83	2.56	0.76	1.98	2.67
149	0.04	0.06	1.46	2.05	0.41	1.52	2.09
150	0.03	0.04	1.45	2.03	0.67	1.59	2.13
151	0.06	0.09	1.25	1.75	0.30	1.28	1.77
152	0.06	0.08	0.99	1.39	0.00	0.99	1.39
153	0.10	0.14	1.58	2.22	0.69	1.73	2.33
154	0.05	0.08	2.02	2.83	0.94	2.23	2.98
155	0.02	0.02	2.16	3.02	0.94	2.35	3.16
156	0.12	0.17	2.08	2.91	0.87	2.26	3.04
157	0.07	0.10	2.31	3.24	1.34	2.67	3.50
158	0.03	0.05	1.88	2.63	0.87	2.07	2.77
159	0.06	0.08	2.15	3.01	1.32	2.53	3.29
160	0.56	0.78	3.02	4.22	1.83	3.57	4.67
161	0.10	0.15	2.52	3.52	1.40	2.88	3.79
162	0.20	0.27	1.65	2.31	0.80	1.84	2.46
163	0.26	0.36	1.72	2.40	0.91	1.96	2.60
164	0.22	0.31	1.97	2.76	0.97	2.21	2.94
165	0.16	0.23	1.45	2.04	0.64	1.60	2.15
166	0.11	0.15	1.89	2.64	1.18	2.23	2.90

167	0.10	0.14	1.98	2.77	1.22	2.32	3.03
168	0.06	0.08	1.87	2.62	0.86	2.06	2.76
169	0.09	0.13	1.51	2.11	0.82	1.72	2.27
170	0.13	0.18	2.26	3.17	1.41	2.67	3.47
171	0.10	0.15	2.17	3.04	1.33	2.55	3.33
172	0.19	0.27	2.20	3.08	1.17	2.50	3.30
173	0.20	0.28	2.53	3.54	1.32	2.86	3.79
174	0.22	0.31	2.44	3.42	1.29	2.77	3.66
175	0.31	0.44	2.58	3.61	1.60	3.05	3.97
176	0.05	0.07	2.09	2.93	0.99	2.32	3.09
177	0.14	0.20	2.13	2.98	1.21	2.45	3.22
178	0.02	0.02	2.42	3.39	1.04	2.63	3.54
179	0.17	0.23	2.41	3.38	0.70	2.52	3.46
180	0.16	0.22	2.02	2.82	0.42	2.06	2.86
181	0.17	0.24	1.97	2.76	0.29	2.00	2.78
182	0.14	0.20	1.98	2.77	0.43	2.03	2.81
183	0.01	0.01	2.35	3.30	0.56	2.42	3.34
184	0.09	0.13	1.96	2.75	0.36	2.00	2.78
185	0.05	0.07	2.20	3.09	0.40	2.24	3.11
186	0.00	0.00	2.20	3.08	0.39	2.24	3.11
187	0.24	0.34	2.10	2.94	0.23	2.13	2.97
188	0.34	0.48	2.20	3.08	0.16	2.23	3.12
189	0.09	0.13	2.24	3.13	0.03	2.24	3.13
190	0.04	0.06	2.21	3.10	0.17	2.22	3.11
191	0.35	0.49	2.46	3.45	0.46	2.53	3.51
192	0.02	0.02	2.44	3.42	0.38	2.47	3.44
193	0.07	0.10	2.58	3.61	0.49	2.63	3.65
194	0.28	0.39	2.41	3.38	0.36	2.46	3.42
195	0.39	0.54	2.38	3.33	0.22	2.42	3.38
196	0.33	0.46	2.63	3.68	0.60	2.72	3.76
197	0.18	0.25	2.95	4.13	0.86	3.08	4.23
198	0.28	0.39	2.72	3.81	0.65	2.82	3.89
199	0.12	0.17	3.21	4.50	1.14	3.41	4.64
200	0.14	0.19	2.84	3.98	1.26	3.11	4.18
201	0.25	0.35	2.74	3.84	1.04	2.94	3.99
202	0.22	0.30	3.08	4.31	1.27	3.34	4.50
203	0.20	0.28	2.37	3.32	0.83	2.52	3.44
204	0.25	0.35	1.96	2.75	0.54	2.05	2.82
205	0.16	0.22	1.25	1.75	0.60	1.39	1.86
206	0.51	0.71	0.42	0.59	0.47	0.81	1.03
207	0.43	0.60	0.32	0.45	0.53	0.75	0.92

A(8)	0.26174	0.31	3.23	0.69	2.32	3.14
					0.51	0.68
					22%	22%

JUNQUEIRA

BANCO							
tempo	rms_x	rms_x'	rms_y	rms_y'	rms_z	rms_total	rms_total'
1	0.18	0.26	1.63	2.29	0.87	1.86	2.46
2	0.83	1.16	3.92	5.48	0.89	4.10	5.68
3	0.76	1.07	3.53	4.94	0.75	3.69	5.11
4	0.43	0.61	2.93	4.10	0.65	3.03	4.19
5	0.52	0.73	3.13	4.38	0.38	3.19	4.45
6	0.42	0.59	3.21	4.49	0.76	3.32	4.59
7	0.54	0.76	3.18	4.45	0.72	3.30	4.57
8	0.50	0.70	2.75	3.84	0.48	2.83	3.94
9	0.09	0.12	3.19	4.46	0.15	3.19	4.47
10	0.33	0.46	2.50	3.50	0.41	2.55	3.55
11	0.09	0.12	2.45	3.43	0.40	2.48	3.45
12	0.07	0.10	2.13	2.98	0.39	2.17	3.01
13	0.24	0.34	2.71	3.80	0.56	2.78	3.85
14	0.40	0.56	2.86	4.00	0.70	2.97	4.10
15	0.35	0.50	2.75	3.85	0.54	2.82	3.92
16	0.36	0.51	2.76	3.87	0.41	2.82	3.92
17	0.45	0.62	2.27	3.17	0.26	2.32	3.24
18	0.43	0.60	2.28	3.19	0.24	2.33	3.26
19	0.44	0.62	1.83	2.57	0.32	1.91	2.66
20	0.00	0.00	1.84	2.58	0.11	1.84	2.58
21	0.19	0.26	1.87	2.62	0.25	1.90	2.64
22	0.04	0.05	1.80	2.52	0.20	1.81	2.53
23	0.05	0.07	2.01	2.81	0.41	2.05	2.84
24	0.14	0.20	2.30	3.22	0.36	2.33	3.24
25	0.00	0.00	2.48	3.48	0.58	2.55	3.52
26	0.15	0.21	2.01	2.81	0.51	2.07	2.86
27	0.27	0.38	1.98	2.77	0.02	2.00	2.80
28	0.05	0.07	1.76	2.46	0.21	1.77	2.47
29	0.29	0.40	1.96	2.74	0.23	1.99	2.78
30	0.14	0.20	2.21	3.10	0.02	2.22	3.11
31	0.12	0.16	2.32	3.25	0.46	2.37	3.28
32	0.16	0.23	2.04	2.85	0.28	2.06	2.87
33	0.25	0.36	2.14	3.00	0.02	2.16	3.02
34	0.21	0.29	1.86	2.61	0.35	1.91	2.65
35	0.20	0.28	1.82	2.55	0.36	1.87	2.59
36	0.07	0.10	1.89	2.65	0.35	1.93	2.67
37	0.13	0.18	1.87	2.61	0.39	1.91	2.65
38	0.14	0.19	1.87	2.62	0.21	1.89	2.64
39	0.22	0.31	1.89	2.65	0.25	1.92	2.68
40	0.33	0.47	2.66	3.72	0.26	2.69	3.76

	41	0.33	0.46	2.36	3.30	0.41	2.42	3.36
	42	0.24	0.33	2.03	2.84	0.32	2.07	2.88
	43	0.31	0.44	1.99	2.78	0.07	2.01	2.82
	44	0.20	0.29	1.93	2.71	0.25	1.96	2.73
	45	0.34	0.48	1.89	2.65	0.22	1.93	2.70
	46	0.35	0.50	1.91	2.68	0.10	1.95	2.73
	47	0.37	0.52	1.74	2.44	0.02	1.78	2.49
	48	0.20	0.28	1.70	2.38	0.04	1.71	2.40
	49	0.14	0.20	1.92	2.69	0.00	1.92	2.69
	50	0.18	0.25	1.90	2.66	0.08	1.91	2.67
	51	0.22	0.31	1.91	2.67	0.04	1.92	2.69
	52	0.41	0.58	1.99	2.79	0.18	2.04	2.85
	53	0.25	0.34	2.00	2.80	0.02	2.01	2.82
	54	0.31	0.44	2.09	2.92	0.09	2.11	2.96
	55	0.08	0.12	2.12	2.97	0.33	2.15	2.99
	56	0.25	0.35	2.06	2.89	0.12	2.08	2.91
	57	0.29	0.41	2.04	2.86	0.09	2.07	2.89
	58	0.24	0.33	1.95	2.73	0.27	1.98	2.76
	59	0.14	0.19	1.98	2.77	0.17	1.99	2.78
	60	0.27	0.37	1.95	2.74	0.08	1.97	2.76
	61	0.33	0.46	2.19	3.06	0.24	2.22	3.10
	62	0.21	0.29	2.00	2.80	0.20	2.02	2.82
	63	0.02	0.03	1.14	1.60	0.29	1.18	1.63
	64	0.69	0.96	0.00	0.00	0.37	0.78	1.03
	65	0.49	0.68	0.25	0.35	0.23	0.59	0.80
A(8)		0.14848	0.40		2.67	0.23	2.21	3.08
							0.59	0.81
							27%	26%

BANCO							
tempo	rms_x	rms_x'	rms_y	rms_y'	rms_z	rms_total	rms_total'
1	1.09	1.53	3.07	4.30	0.62	3.32	4.61
2	1.02	1.43	3.11	4.36	0.63	3.33	4.63
3	0.76	1.07	2.15	3.01	0.89	2.45	3.31
4	0.82	1.14	2.25	3.15	1.00	2.59	3.50
5	0.77	1.08	2.40	3.35	0.72	2.62	3.60
6	0.73	1.02	2.32	3.25	0.65	2.52	3.47
7	0.87	1.22	2.66	3.72	0.78	2.90	3.99
8	0.30	0.42	1.65	2.30	0.83	1.87	2.48
9	0.38	0.53	1.77	2.48	1.39	2.28	2.89
10	0.40	0.56	1.58	2.21	1.63	2.31	2.81
11	0.35	0.49	1.76	2.46	1.27	2.19	2.81
12	0.38	0.54	1.74	2.43	1.30	2.21	2.81
13	0.40	0.56	1.92	2.69	1.49	2.47	3.13
14	0.54	0.76	1.73	2.42	1.42	2.30	2.91
15	0.42	0.58	1.84	2.58	1.16	2.22	2.89
16	0.12	0.16	1.85	2.59	1.21	2.22	2.87
17	0.05	0.06	2.12	2.96	1.01	2.35	3.13
18	0.27	0.38	1.94	2.72	0.90	2.16	2.89
19	0.10	0.14	2.02	2.83	1.13	2.32	3.05
20	0.22	0.30	2.54	3.55	1.33	2.87	3.81
21	0.31	0.44	2.10	2.94	1.31	2.49	3.25
22	0.30	0.42	2.45	3.43	1.39	2.83	3.72
23	0.21	0.29	2.19	3.06	1.34	2.57	3.35
24	0.04	0.06	2.23	3.12	1.22	2.54	3.35
25	0.32	0.45	1.86	2.60	1.20	2.24	2.90
26	0.33	0.46	2.07	2.90	1.50	2.58	3.30
27	0.33	0.46	2.15	3.01	1.95	2.92	3.62
28	0.48	0.68	1.93	2.70	1.78	2.67	3.31
29	0.10	0.14	2.14	2.99	2.07	2.98	3.64
30	0.13	0.18	2.49	3.48	1.62	2.97	3.85
31	0.24	0.34	2.12	2.96	1.49	2.60	3.33
32	0.21	0.29	2.44	3.42	1.67	2.96	3.81
33	0.37	0.52	2.15	3.00	1.53	2.66	3.41
34	0.22	0.30	2.06	2.89	1.81	2.75	3.42
35	0.38	0.54	1.48	2.08	1.52	2.16	2.63
36	0.08	0.12	1.47	2.06	1.66	2.22	2.65
37	0.28	0.40	1.43	2.00	1.61	2.17	2.60
38	0.27	0.38	1.64	2.30	1.32	2.13	2.68
39	0.06	0.08	1.36	1.91	1.04	1.71	2.17
40	0.19	0.27	1.26	1.76	1.26	1.79	2.18

	41	0.34	0.48	1.54	2.15	1.40	2.11	2.61
	42	0.27	0.37	1.55	2.17	1.31	2.05	2.56
	43	0.12	0.17	1.40	1.95	1.66	2.18	2.57
	44	0.11	0.15	1.62	2.27	1.57	2.26	2.76
	45	0.18	0.25	1.58	2.22	1.58	2.25	2.74
	46	0.37	0.52	0.88	1.23	0.87	1.29	1.59
	47	0.46	0.64	0.19	0.27	0.76	0.91	1.03
	48	0.52	0.72	0.82	1.15	0.82	1.27	1.59
	49	0.42	0.58	1.15	1.61	0.86	1.50	1.92
A(8)	0.112893		0.40		2.57	1.32	2.35	3.02
							0.49	0.70
							21%	23%

RAQUEL QUEIRÓS

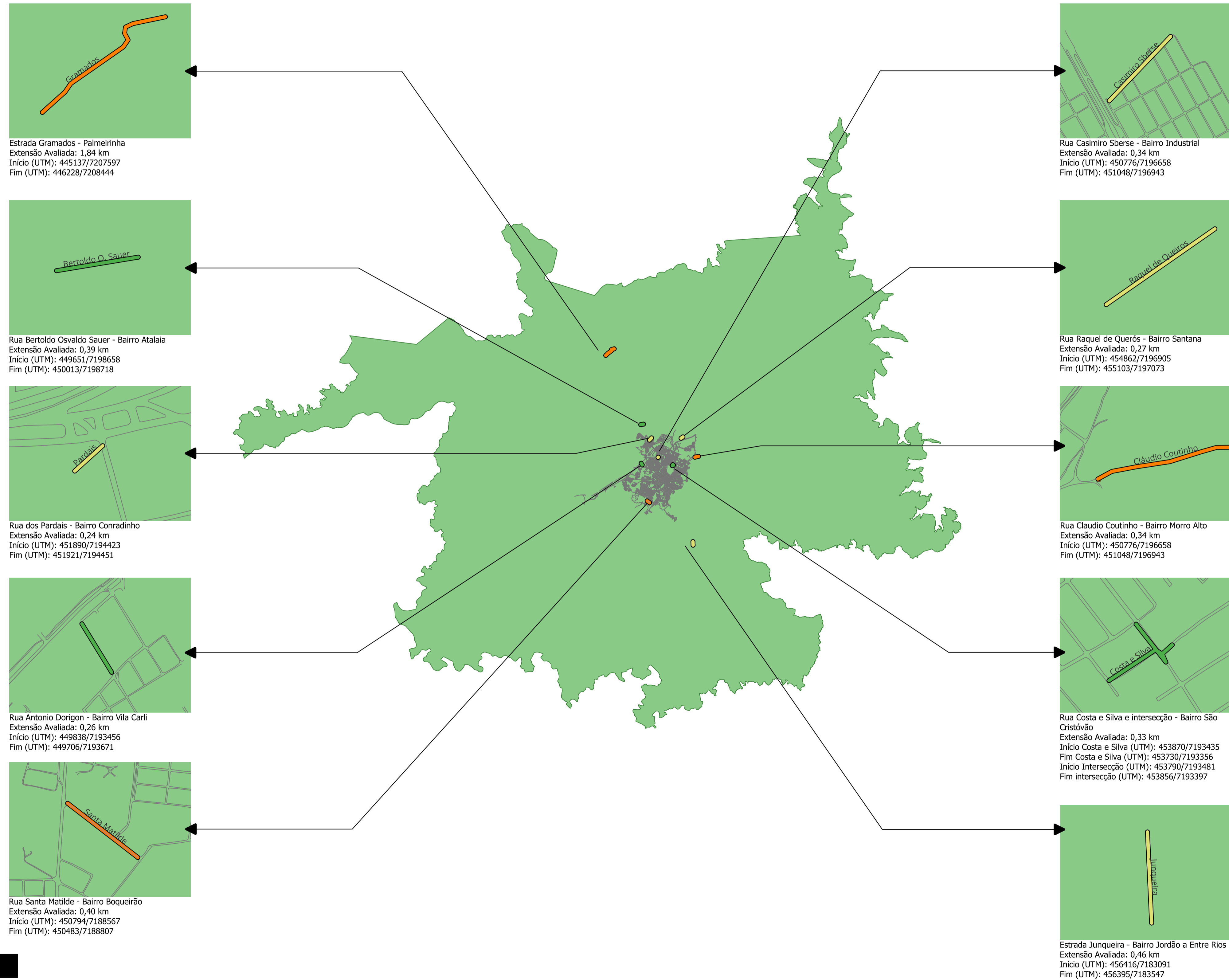
BANCO							
tempo	rms_x	rms_x'	rms_y	rms_y'	rms_z	rms_total	rms_total'
1	0.87	1.21	3.00	4.20	0.17	3.13	4.38
2	0.61	0.86	2.67	3.74	0.12	2.74	3.84
3	0.88	1.23	3.24	4.54	0.04	3.36	4.70
4	0.52	0.73	2.55	3.56	0.27	2.61	3.65
5	0.60	0.84	2.86	4.00	0.54	2.97	4.12
6	0.65	0.91	2.81	3.93	0.70	2.97	4.10
7	0.43	0.60	2.86	4.00	0.91	3.03	4.15
8	0.61	0.85	3.02	4.23	0.81	3.19	4.39
9	0.35	0.48	2.85	3.99	1.54	3.26	4.31
10	0.29	0.40	2.58	3.62	1.20	2.86	3.83
11	0.65	0.92	2.56	3.58	1.22	2.91	3.89
12	0.29	0.40	2.28	3.20	1.12	2.56	3.41
13	0.42	0.59	2.33	3.27	0.82	2.51	3.42
14	0.40	0.56	2.26	3.16	1.38	2.68	3.49
15	0.12	0.16	2.03	2.84	1.22	2.37	3.09
16	0.07	0.10	1.66	2.33	1.31	2.12	2.67
17	0.09	0.12	1.88	2.64	1.41	2.36	2.99
18	0.25	0.36	2.86	4.01	1.64	3.31	4.35
19	0.32	0.45	2.52	3.52	1.08	2.76	3.71
20	0.71	1.00	2.75	3.84	1.48	3.20	4.24
21	0.74	1.03	2.22	3.11	1.04	2.56	3.44
22	0.31	0.43	2.08	2.91	0.88	2.28	3.07
23	0.03	0.05	2.89	4.05	1.39	3.20	4.28
24	0.12	0.17	2.33	3.26	1.07	2.57	3.44
25	0.33	0.46	2.77	3.88	1.00	2.96	4.03
26	0.41	0.58	2.81	3.93	1.06	3.03	4.11
27	0.15	0.20	2.22	3.10	0.88	2.39	3.23
28	0.17	0.24	2.01	2.81	0.92	2.21	2.96
29	0.70	0.98	3.26	4.56	0.68	3.40	4.71
30	0.85	1.19	3.31	4.63	1.00	3.56	4.89
31	0.85	1.19	3.58	5.01	0.95	3.80	5.24
32	0.62	0.87	3.33	4.67	1.24	3.61	4.91
33	0.77	1.08	3.24	4.53	1.06	3.49	4.78
34	0.74	1.04	3.27	4.58	1.35	3.61	4.88
35	0.89	1.25	3.56	4.99	0.99	3.80	5.23
36	1.09	1.53	3.36	4.71	0.74	3.61	5.01
37	0.95	1.33	3.34	4.68	0.47	3.50	4.88
38	1.10	1.54	3.21	4.50	0.67	3.46	4.80
39	0.90	1.26	3.24	4.54	0.90	3.48	4.80
40	0.85	1.18	3.31	4.64	1.02	3.57	4.90

	41	1.13	1.58	3.20	4.47	0.97	3.53	4.84
	42	0.84	1.17	3.28	4.60	1.07	3.55	4.86
	43	0.78	1.10	3.44	4.82	1.17	3.72	5.08
	44	0.87	1.22	3.23	4.52	0.99	3.48	4.78
	45	0.79	1.10	3.06	4.29	0.92	3.29	4.52
	46	0.74	1.03	3.00	4.19	1.03	3.25	4.44
	47	0.41	0.58	3.17	4.44	1.23	3.42	4.64
	48	0.54	0.76	3.25	4.55	1.46	3.61	4.84
	49	0.98	1.37	3.33	4.66	1.06	3.63	4.97
	50	1.08	1.52	3.36	4.71	1.20	3.73	5.09
	51	0.96	1.35	2.99	4.19	0.99	3.30	4.51
	52	1.03	1.45	3.17	4.44	0.56	3.38	4.70
	53	0.75	1.05	3.00	4.20	0.42	3.12	4.35
	54	0.93	1.31	3.26	4.56	0.79	3.48	4.81
	55	0.80	1.12	3.54	4.96	1.02	3.77	5.18
	56	1.14	1.59	3.60	5.04	1.17	3.95	5.41
	57	1.20	1.68	2.59	3.63	0.91	3.00	4.10
	58	0.76	1.07	1.10	1.54	0.47	1.42	1.94
	59	0.09	0.12	0.92	1.29	0.53	1.07	1.40
	60	0.06	0.09	1.14	1.60	0.80	1.40	1.79
	61	0.15	0.22	1.20	1.67	1.43	1.87	2.21
	62	0.13	0.19	1.14	1.59	1.04	1.54	1.91
	63	0.12	0.16	0.48	0.67	1.17	1.26	1.35
	64	0.09	0.13	0.85	1.19	1.27	1.53	1.75
	65	0.54	0.76	0.58	0.81	1.01	1.29	1.50
	66	0.88	1.24	0.13	0.19	0.35	0.96	1.30
A(8)		0.184477	1.14		3.91	0.97	2.92	3.95
							0.76	1.11
							26%	28%

APÊNDICE H



Município de Guarapuava - PR



Classificação Única média - 04/2025

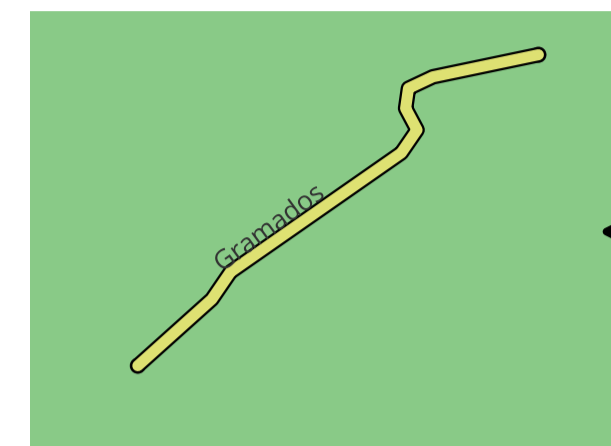
Regular	
Ótimo	
Bom	
Ruim	
Péssimo	
Malha urbana	
Rodovias	



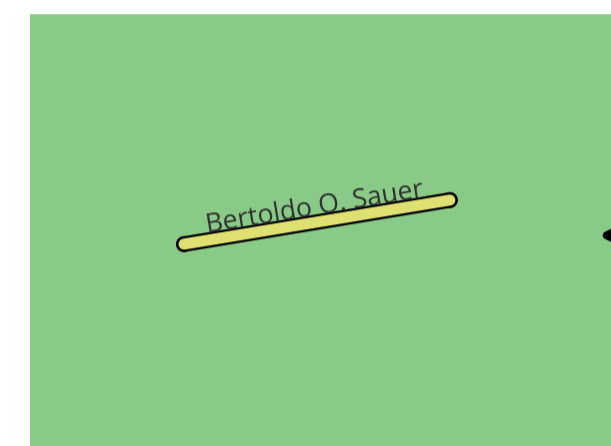
APÊNDICE I



Município de Guarapuava - PR



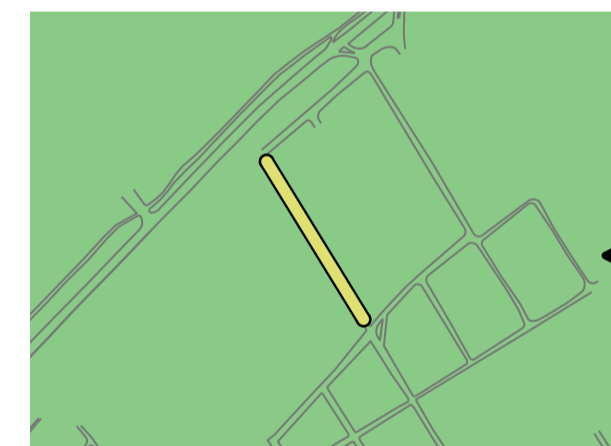
Estrada Gramados - Palmeirinha
Extensão Avaliada: 1,84 km
Início (UTM): 445137/7207597
Fim (UTM): 446228/7208444



Rua Bertoldo Osvaldo Sauer - Bairro Atalaia
Extensão Avaliada: 0,39 km
Início (UTM): 449651/7198658
Fim (UTM): 450013/7198718



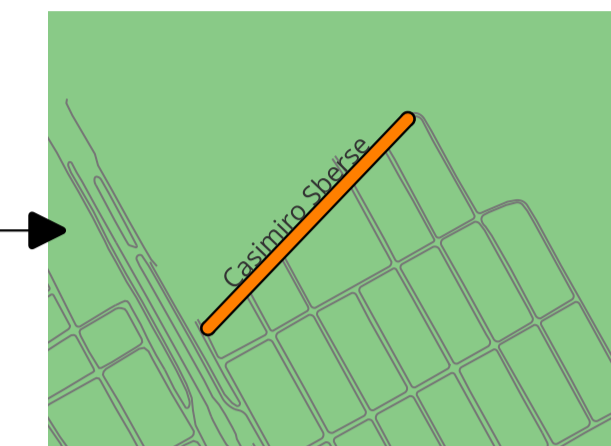
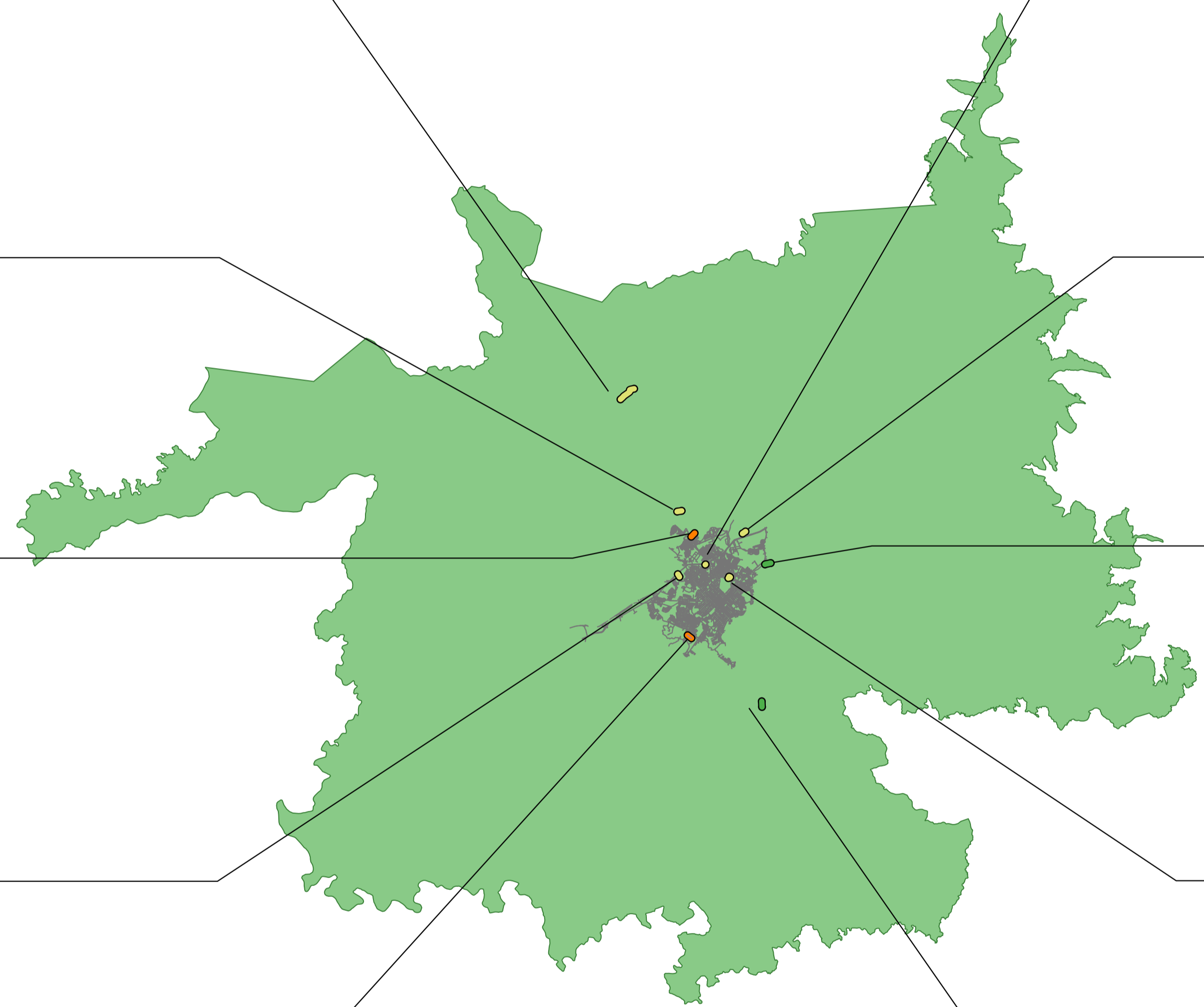
Rua dos Pardais - Bairro Conradinho
Extensão Avaliada: 0,24 km
Início (UTM): 451890/7194423
Fim (UTM): 451921/7194451



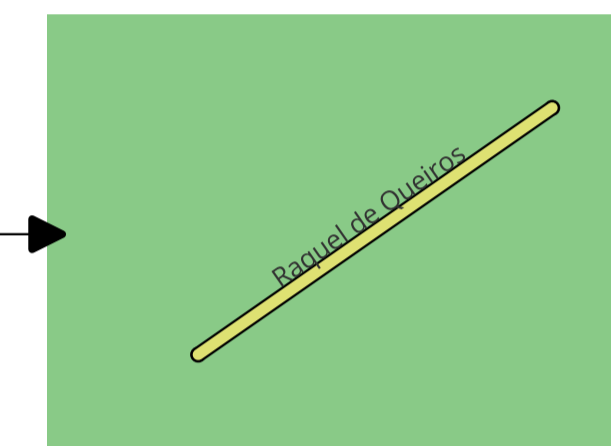
Rua Antonio Dorigon - Bairro Vila Carli
Extensão Avaliada: 0,26 km
Início (UTM): 449838/7193456
Fim (UTM): 449706/7193671



Rua Santa Matilde - Bairro Boqueirão
Extensão Avaliada: 0,40 km
Início (UTM): 450794/7188567
Fim (UTM): 450483/7188807



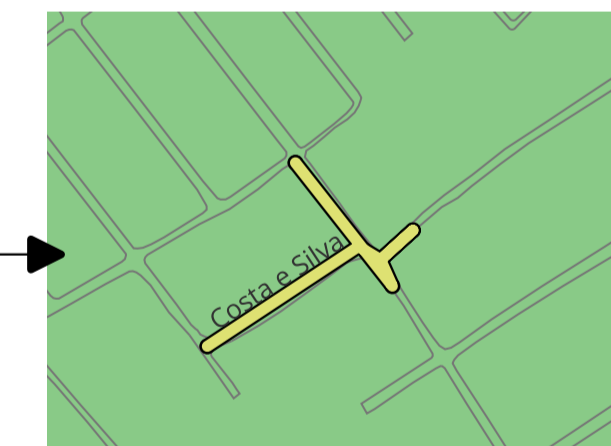
Rua Casimiro Sberse - Bairro Industrial
Extensão Avaliada: 0,34 km
Início (UTM): 450776/7196658
Fim (UTM): 451048/7196943



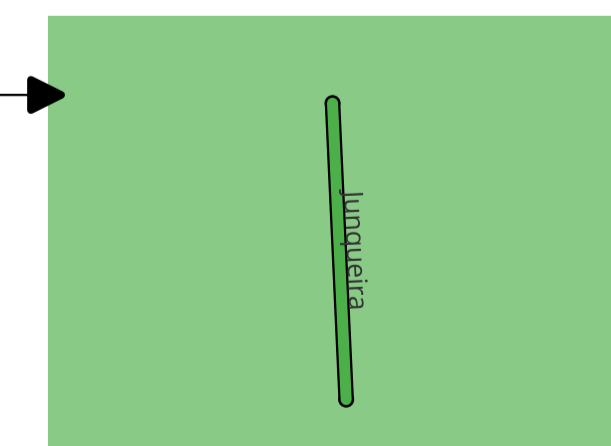
Rua Raquel de Querós - Bairro Santana
Extensão Avaliada: 0,27 km
Início (UTM): 454862/7196905
Fim (UTM): 455103/7197073



Rua Claudio Coutinho - Bairro Morro Alto
Extensão Avaliada: 0,34 km
Início (UTM): 450776/7196658
Fim (UTM): 451048/7196943



Rua Costa e Silva e intersecção - Bairro São Cristóvão
Extensão Avaliada: 0,33 km
Início Costa e Silva (UTM): 453870/7193435
Fim Costa e Silva (UTM): 453730/7193356
Início Intersecção (UTM): 453790/7193481
Fim intersecção (UTM): 453856/7193397



Estrada Junqueira - Bairro Jordão a Entre Rios
Extensão Avaliada: 0,46 km
Início (UTM): 456416/7183091
Fim (UTM): 456395/7183547

Classificação Única média - 06/2025

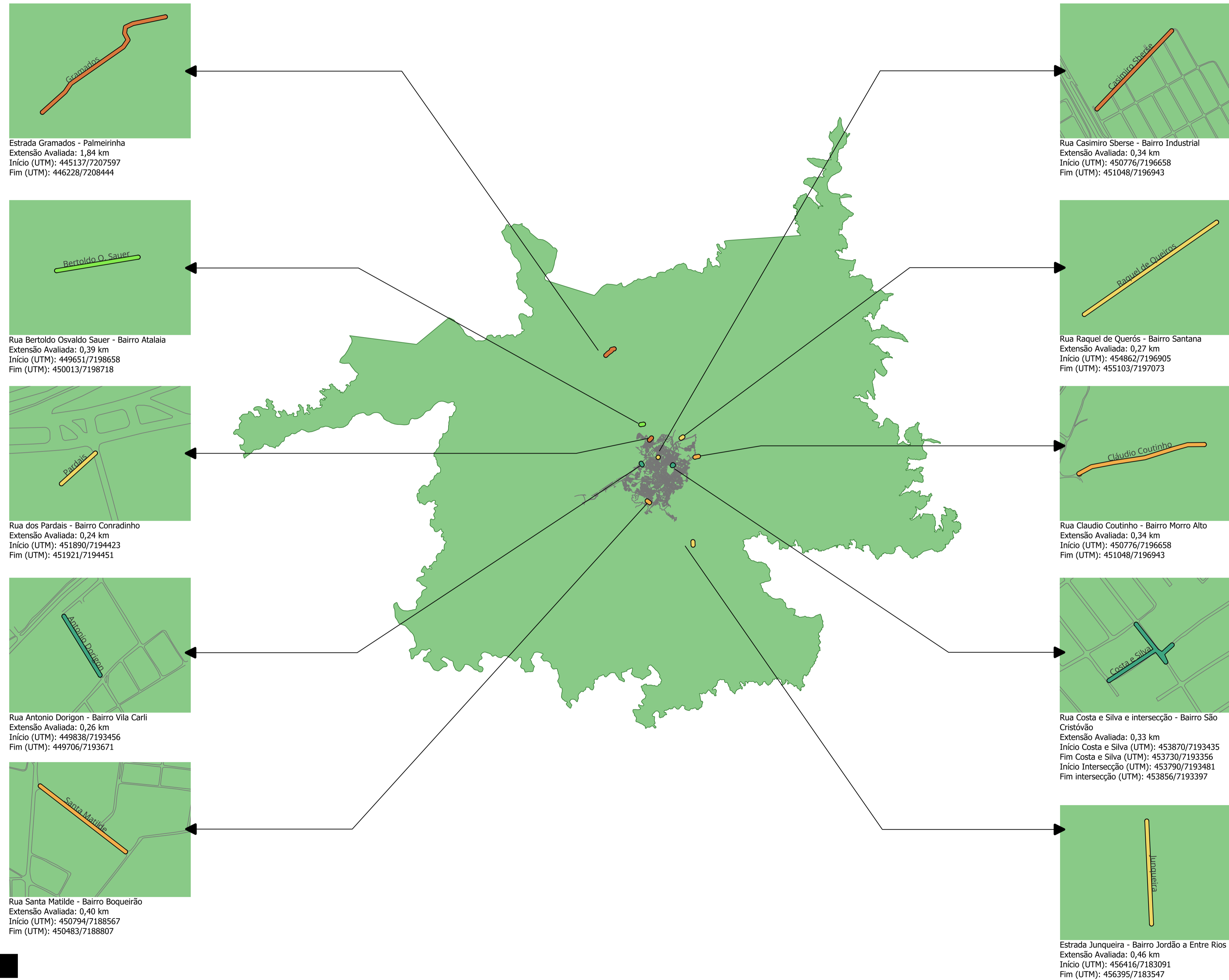
Regular	
Ótimo	
Bom	
Ruim	
Péssimo	
Malha urbana	
Rodovias	



APÊNDICE J



Município de Guarapuava - PR



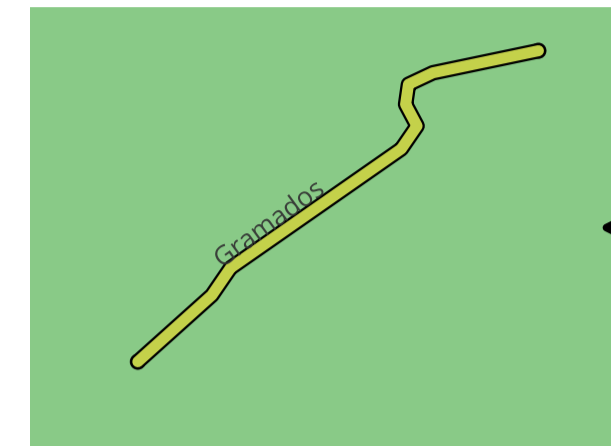
Classificação média dupla - 04/2025

Ótimo	Blue line
Ótimo-Bom	Light blue line
Bom-Ótimo	Green line
Bom	Light green line
Bom-Regular	Yellow-green line
Regular-Bom	Yellow line
Regular	Light yellow line
Regular-Ruim	Orange line
Ruim-Regular	Dark orange line
Ruim	Red-orange line
Ruim-Péssimo	Red line
Péssimo-Ruim	Dark red line
Péssimo	Black line

APÊNDICE K



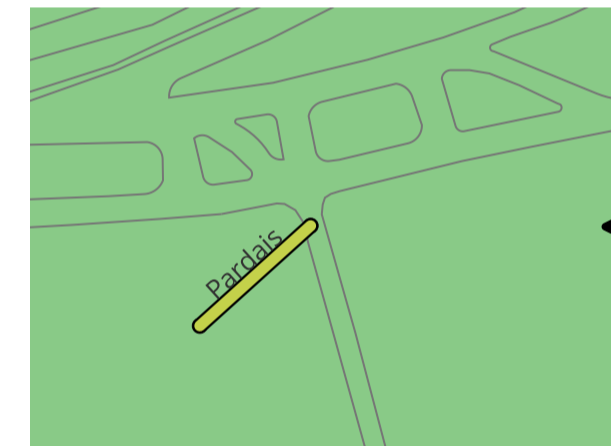
Município de Guarapuava - PR



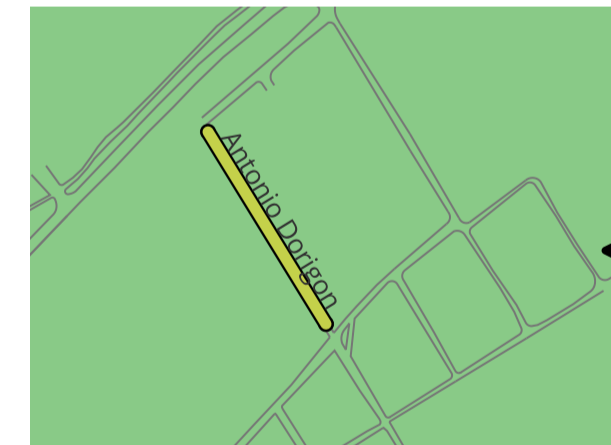
Estrada Gramados - Palmeirinha
Extensão Avaliada: 1,84 km
Início (UTM): 445137/7207597
Fim (UTM): 446228/7208444



Rua Bertoldo Osvaldo Sauer - Bairro Atalaia
Extensão Avaliada: 0,39 km
Início (UTM): 449651/7198658
Fim (UTM): 450013/7198718



Rua dos Pardais - Bairro Conratinho
Extensão Avaliada: 0,24 km
Início (UTM): 451890/7194423
Fim (UTM): 451921/7194451



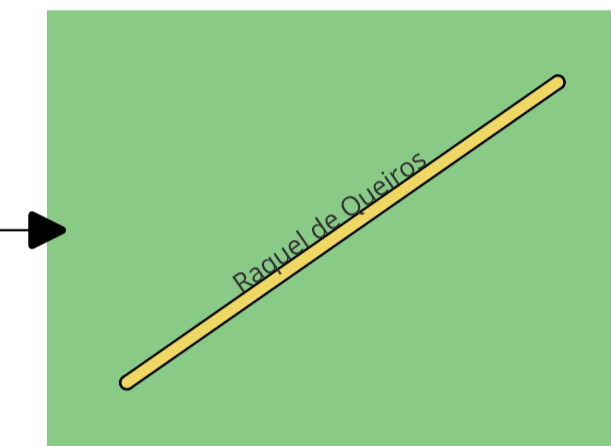
Rua Antonio Dorigon - Bairro Vila Carlí
Extensão Avaliada: 0,26 km
Início (UTM): 449838/7193456
Fim (UTM): 449706/7193671



Rua Santa Matilde - Bairro Boqueirão
Extensão Avaliada: 0,40 km
Início (UTM): 450794/7188567
Fim (UTM): 450483/7188807



Rua Casimiro Sberse - Bairro Industrial
Extensão Avaliada: 0,34 km
Início (UTM): 450776/7196658
Fim (UTM): 451048/7196943



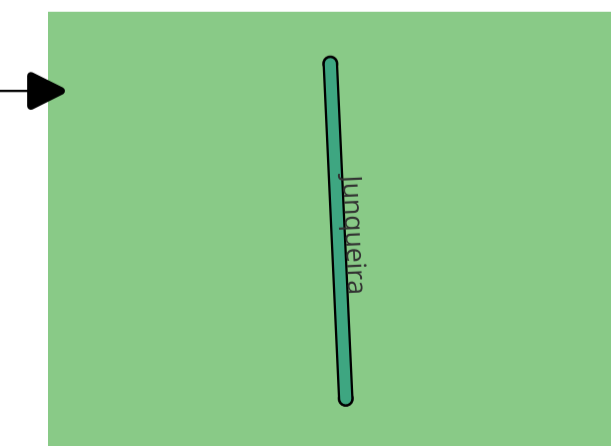
Rua Raquel de Querós - Bairro Santana
Extensão Avaliada: 0,27 km
Início (UTM): 454862/7196905
Fim (UTM): 455103/7197073



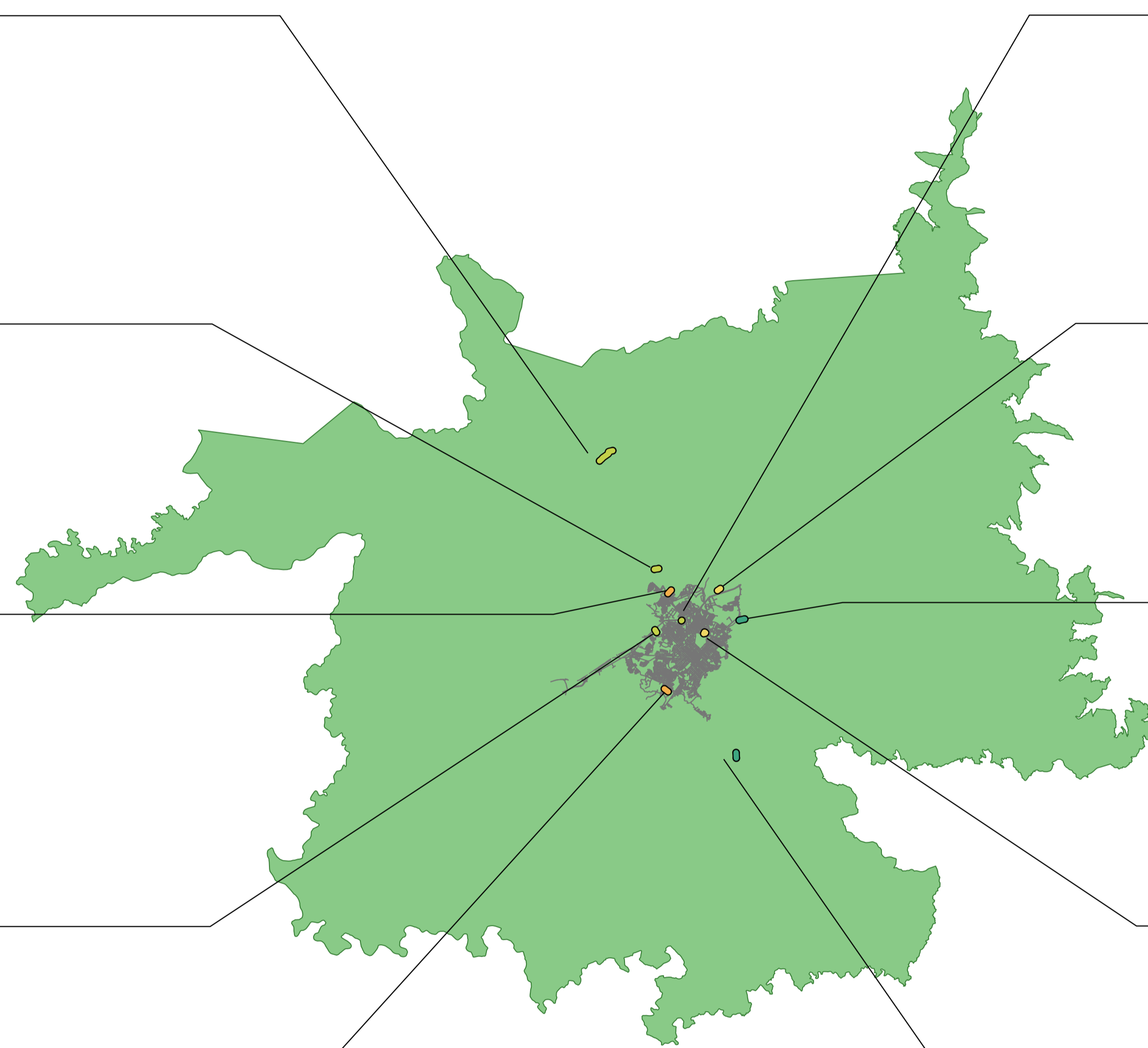
Rua Claudio Coutinho - Bairro Morro Alto
Extensão Avaliada: 0,34 km
Início (UTM): 450776/7196658
Fim (UTM): 451048/7196943



Rua Costa e Silva e intersecção - Bairro São Cristóvão
Extensão Avaliada: 0,33 km
Início Costa e Silva (UTM): 453870/7193435
Fim Costa e Silva (UTM): 453730/7193356
Início Intersecção (UTM): 453790/7193481
Fim intersecção (UTM): 453856/7193397



Estrada Junqueira - Bairro Jordão a Entre Rios
Extensão Avaliada: 0,46 km
Início (UTM): 456416/7183091
Fim (UTM): 456395/7183547



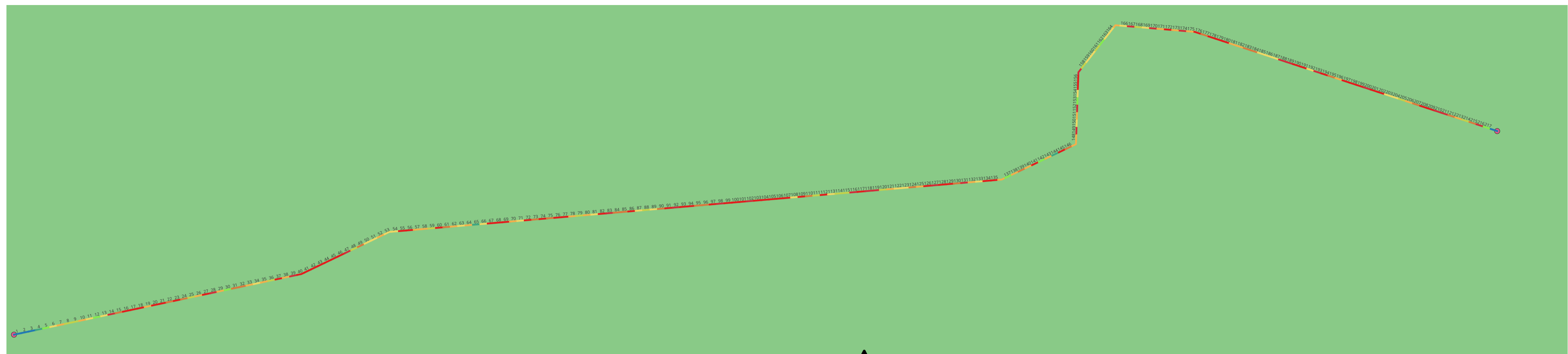
Classificação média dupla - 06/2025

Ótimo	Blue line
Ótimo-Bom	Light blue line
Bom-Ótimo	Light green line
Bom	Green line
Bom-Regular	Light yellow-green line
Regular-Bom	Yellow-green line
Regular	Yellow line
Regular-Ruím	Light orange line
Ruím-Regular	Orange line
Ruím	Dark orange line
Ruím-Péssimo	Red-orange line
Péssimo-Ruím	Red line
Péssimo	Dark red line

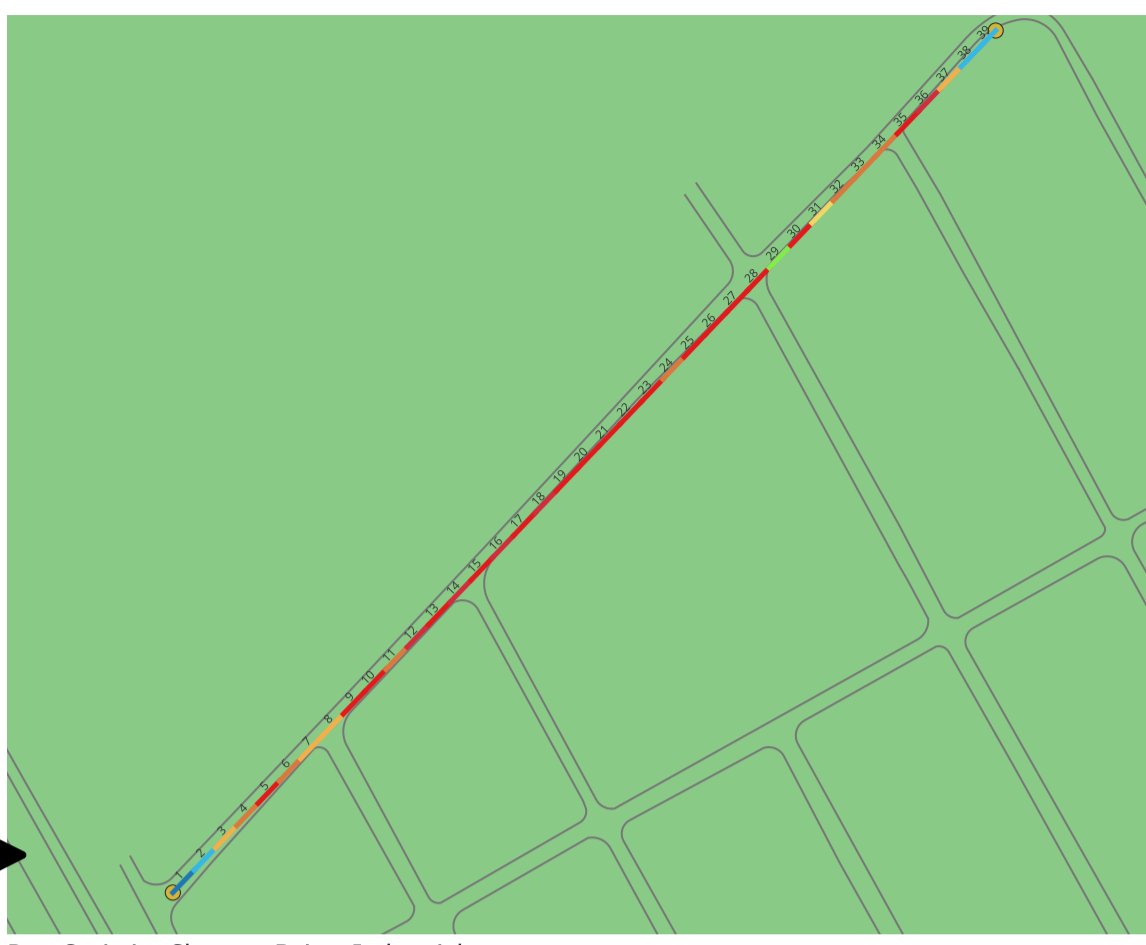


APÊNDICE L

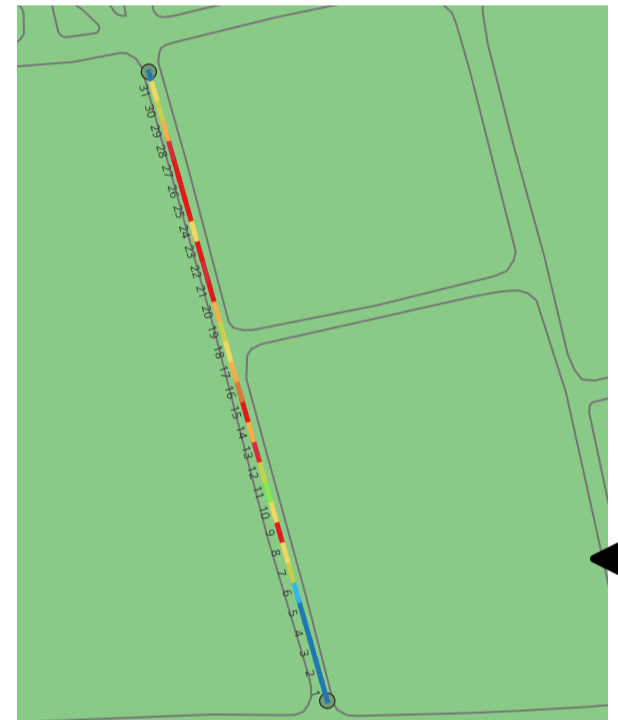
APÊNDICE- Processamento contínuo da classificação RIA - UR sob dados da primeira temporada (04/2025)



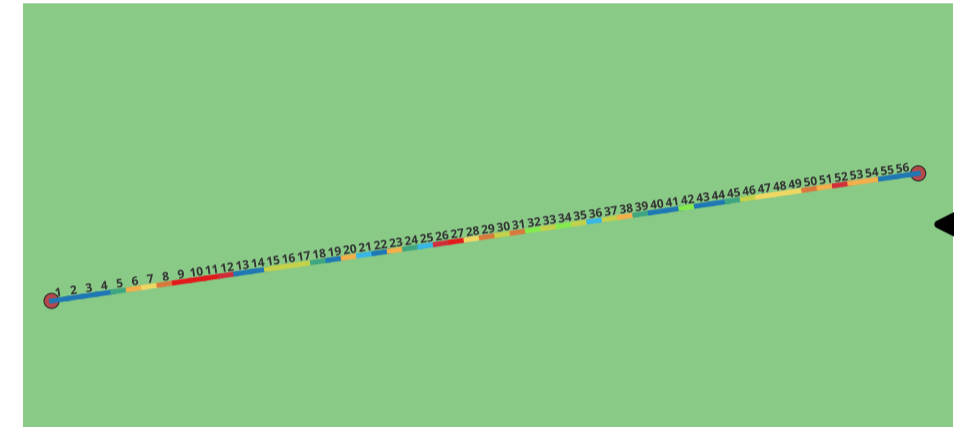
Estrada Gramados - Palmeirinha
Extensão Avaliada: 1,84 km
Início (UTM): 445137/7207597
Fim (UTM): 446228/7208444



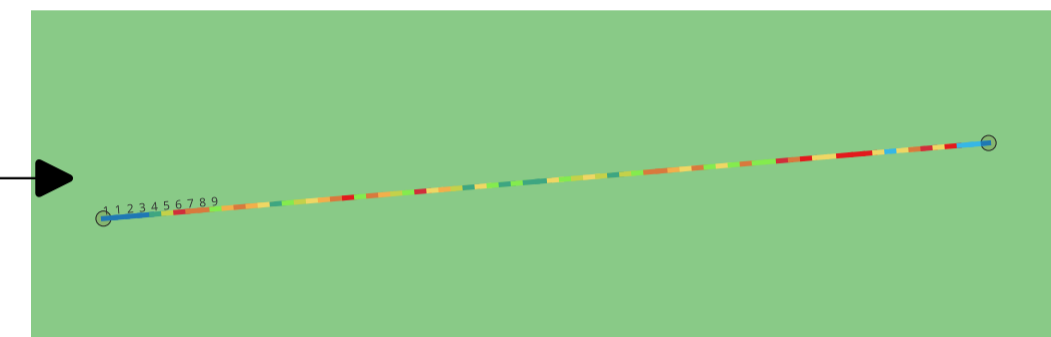
Rua Casimiro Sberse - Bairro Industrial
Extensão Avaliada: 0,34 km
Início (UTM): 450776/7196658
Fim (UTM): 451048/7196943



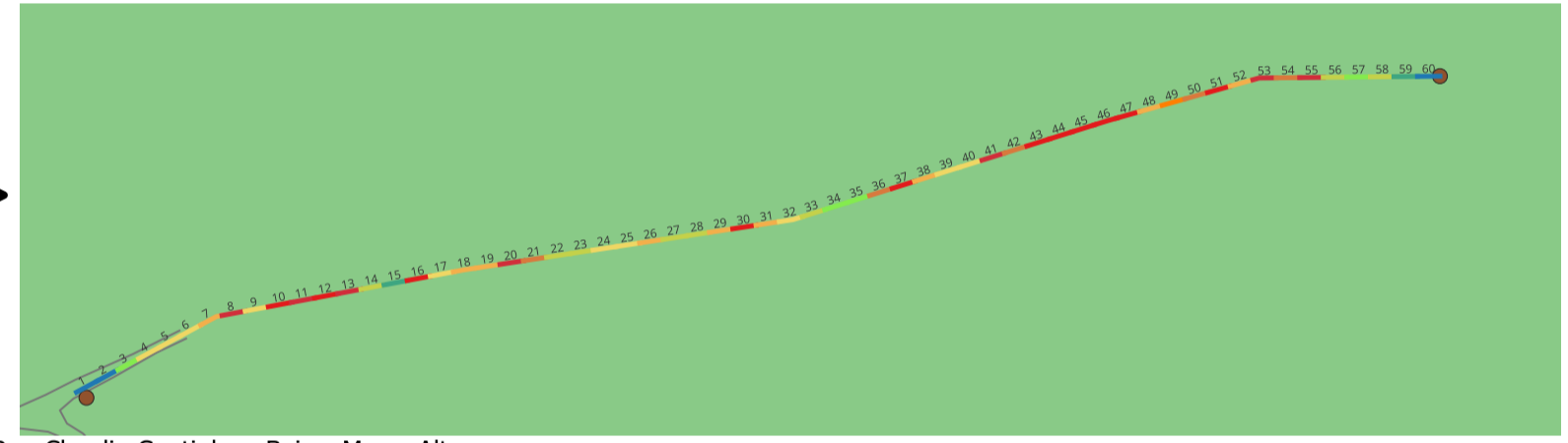
Rua dos Pardais - Bairro Conradinho
Extensão Avaliada: 0,24 km
Início (UTM): 451890/7194423
Fim (UTM): 451921/7194451



Rua Bertoldo Osvaldo Sauer - Bairro Atalaia
Extensão Avaliada: 0,39 km
Início (UTM): 449651/7198658
Fim (UTM): 450013/7198718



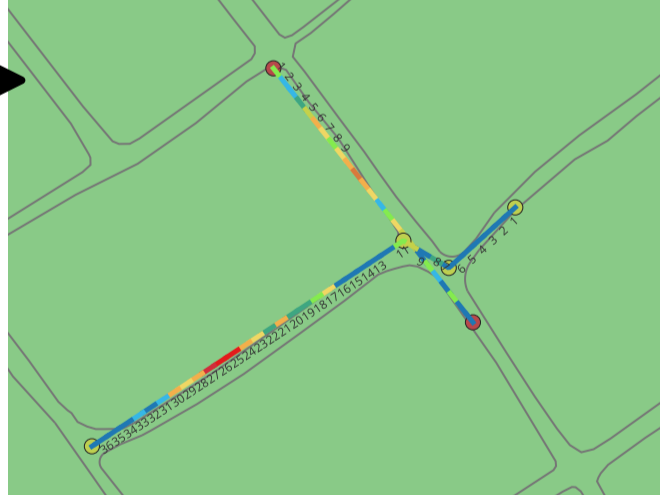
Rua Raquel de Querós - Bairro Santana
Extensão Avaliada: 0,27 km
Início (UTM): 454862/7196905
Fim (UTM): 455103/7197073



Rua Claudio Coutinho - Bairro Morro Alto
Extensão Avaliada: 0,34 km
Início (UTM): 450776/7196658
Fim (UTM): 451048/7196943



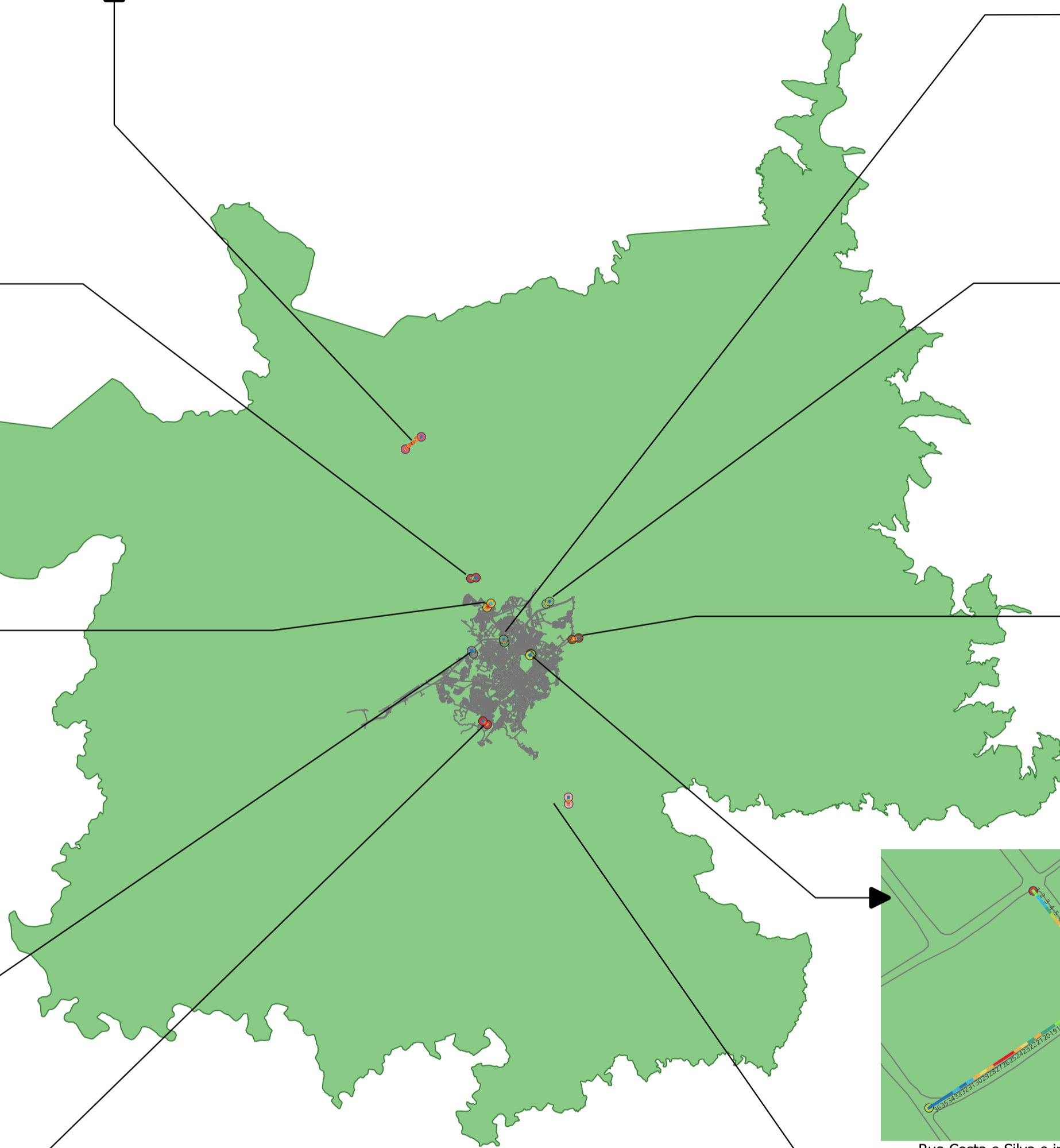
Rua Antonio Dorigon - Bairro Vila Carl
Extensão Avaliada: 0,26 km
Início (UTM): 449838/7193456
Fim (UTM): 449706/7193671



Rua Costa e Silva e intersecção - Bairro São Cristóvão
Extensão Avaliada: 0,33 km
Início Costa e Silva (UTM): 453870/7193435
Fim Costa e Silva (UTM): 453730/7193356
Início Intersecção (UTM): 453790/7193481
Fim intersecção (UTM): 453856/7193397



Estrada Junqueira - Bairro Jordão a Entre Rios
Extensão Avaliada: 0,46 km
Início (UTM): 456416/7183091
Fim (UTM): 456395/7183547



Município de Guarapuava - PR

Escala dos Detalhes das Estradas:
0 50 100 m

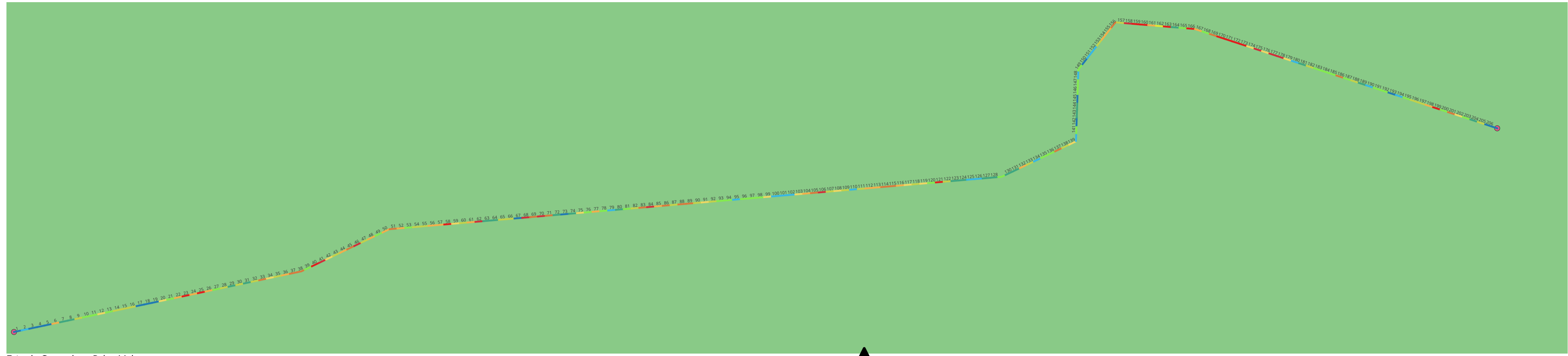
Classificação dupla ao longo das seções - 04/2025

Ótimo	Blue
Ótimo-Bom	Light Blue
Bom-Ótimo	Light Green
Bom	Green
Bom-Regular	Light Yellow-Green
Regular-Bom	Yellow-Green
Regular	Yellow
Regular-Ruim	Light Orange
Ruim-Regular	Orange
Ruim	Dark Orange
Ruim-Péssimo	Red-Orange
Péssimo-Ruim	Red
Péssimo	Dark Red

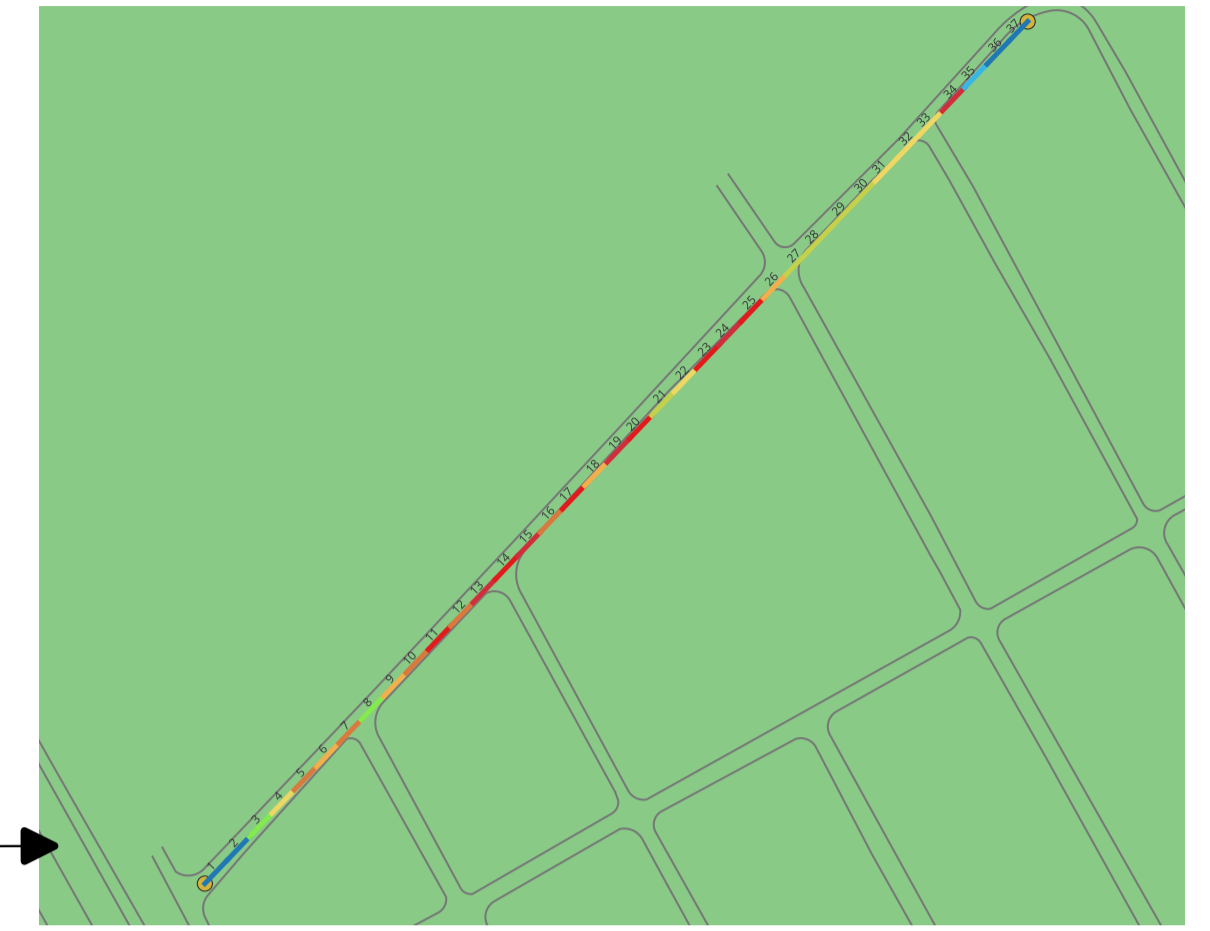


APÊNDICE M

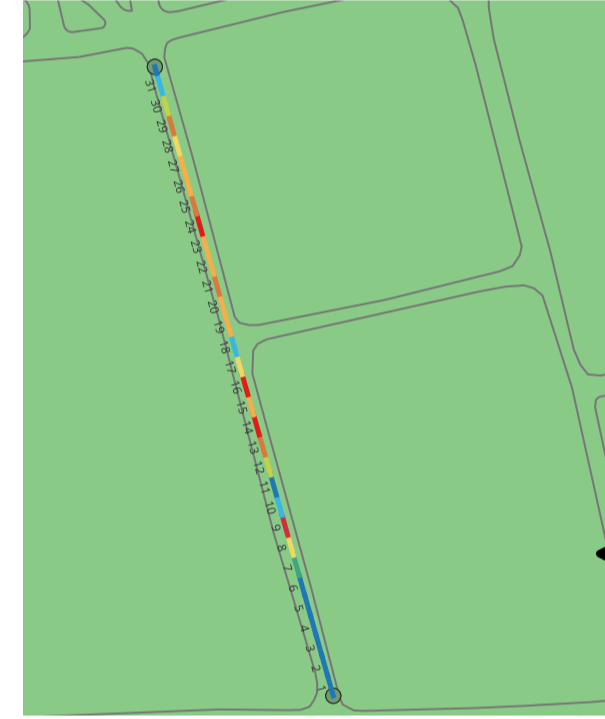
APÊNDICE - Processamento contínuo da classificação RIA - UR sob dados da segunda temporada (06/2025)



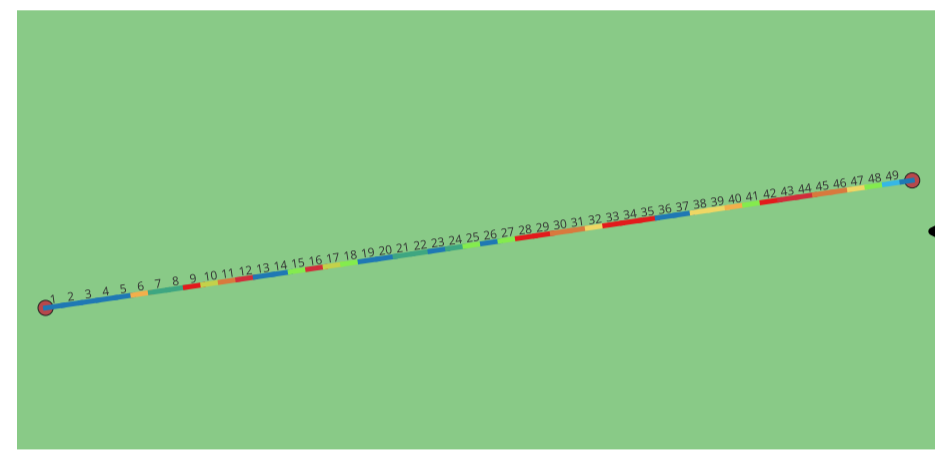
Estrada Gramados - Palmeirinha
Extensão Avaliada: 1,84 km
Início (UTM): 445137/7207597
Fim (UTM): 446228/7208444



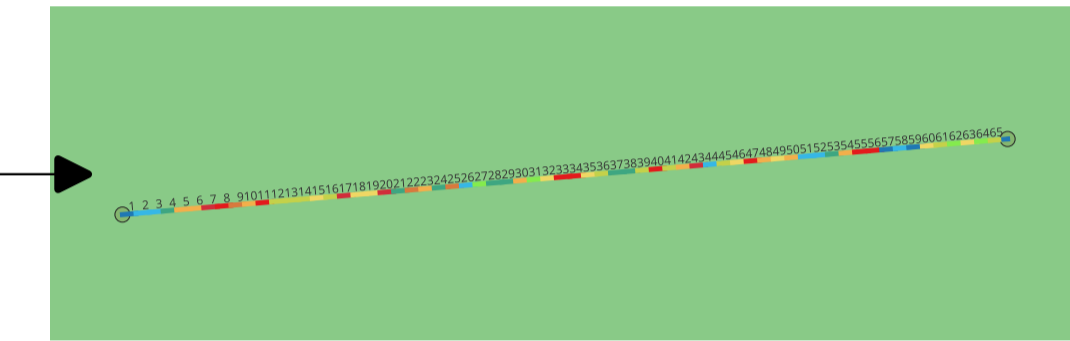
Rua Casimiro Sberse - Bairro Industrial
Extensão Avaliada: 0,34 km
Início (UTM): 450776/7196658
Fim (UTM): 451048/7196943



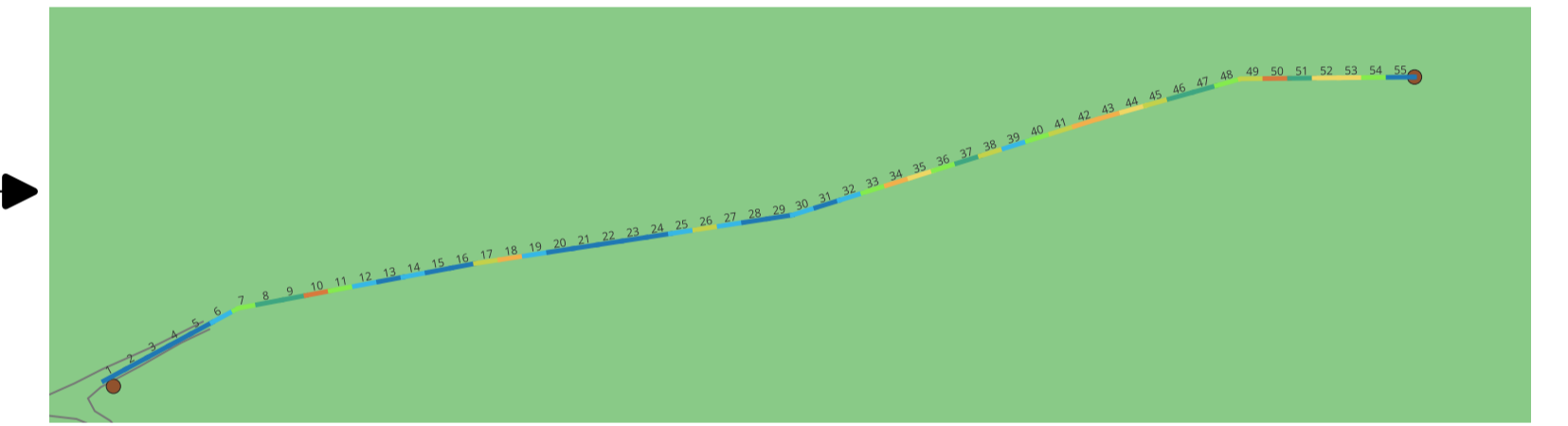
Rua dos Pardais - Bairro Conradinho
Extensão Avaliada: 0,24 km
Início (UTM): 451890/7194423
Fim (UTM): 451921/7194451



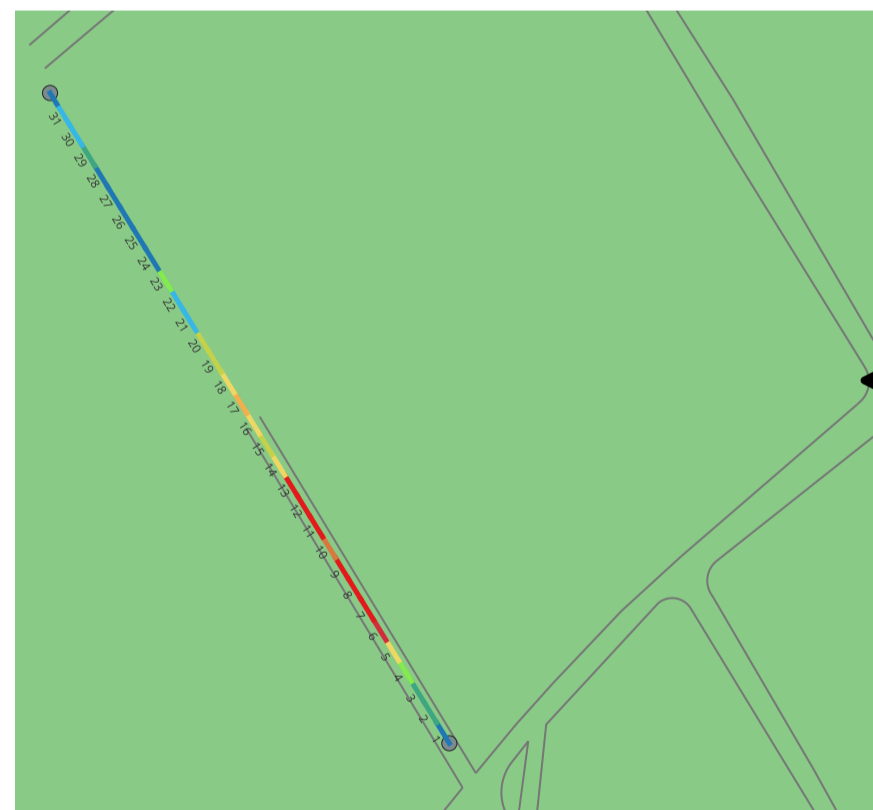
Rua Bertoldo Osvaldo Sauer - Bairro Atalaia
Extensão Avaliada: 0,39 km
Início (UTM): 449651/7198658
Fim (UTM): 450013/7198718



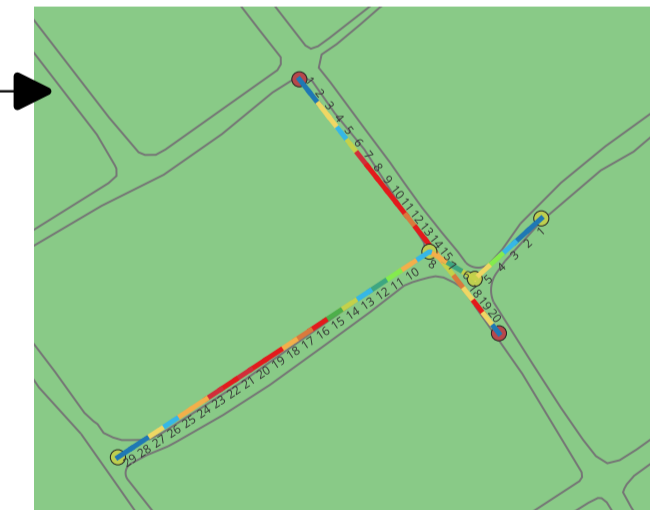
Rua Raquel de Querós - Bairro Santana
Extensão Avaliada: 0,27 km
Início (UTM): 454862/7196905
Fim (UTM): 455103/7197073



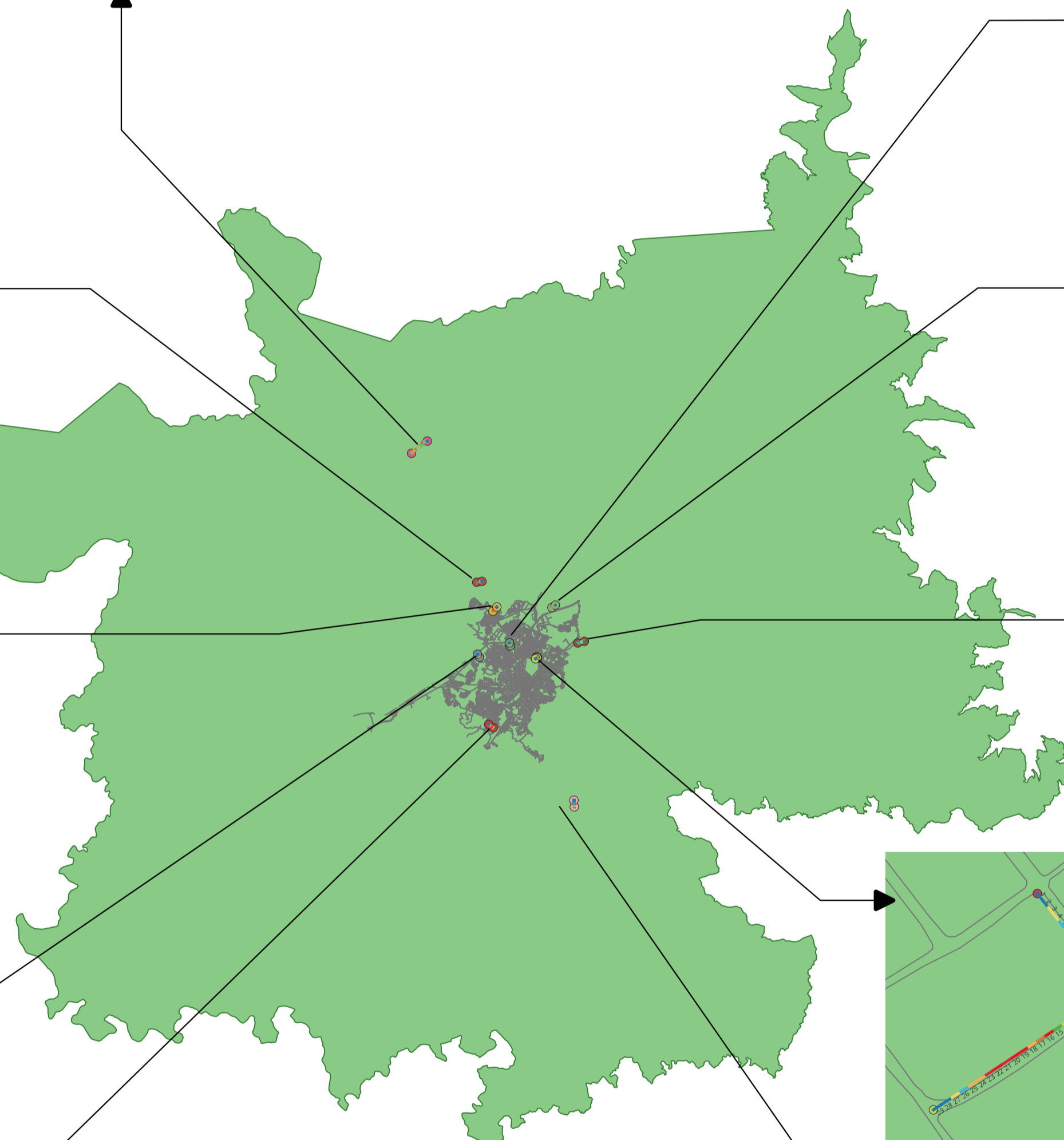
Rua Claudio Coutinho - Bairro Morro Alto
Extensão Avaliada: 0,34 km
Início (UTM): 450776/7196658
Fim (UTM): 451048/7196943



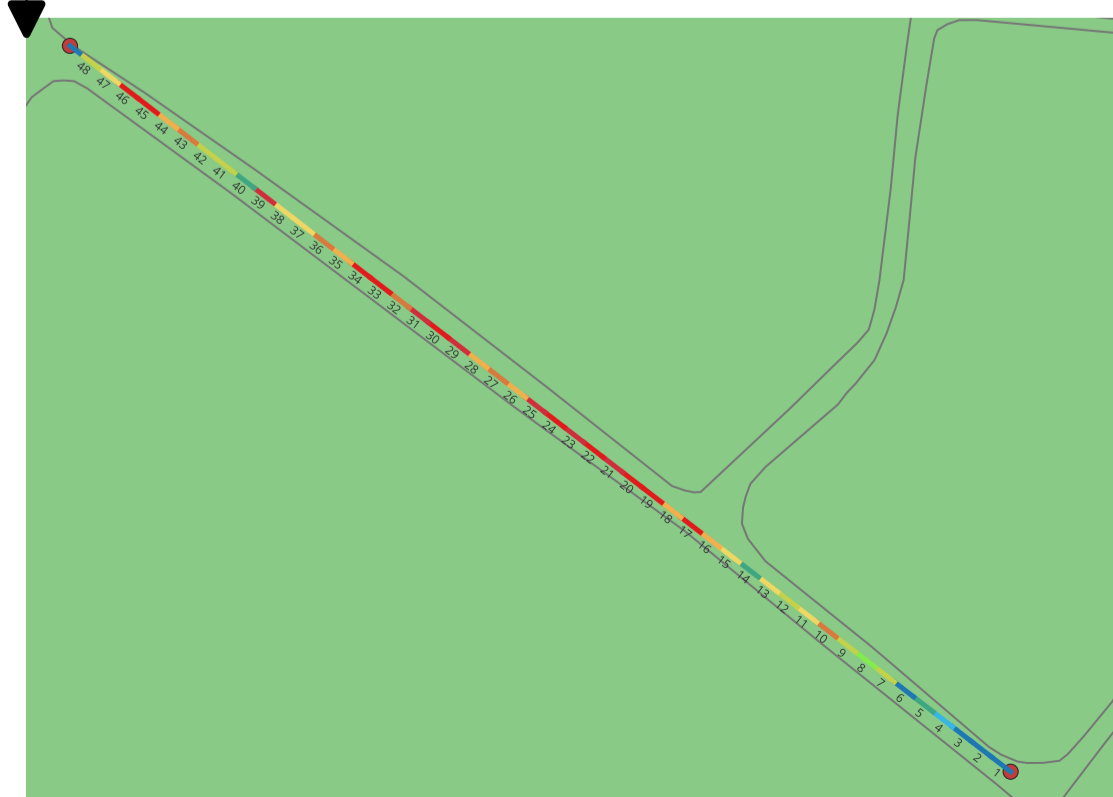
Rua Antonio Dorigon - Bairro Vila Carl
Extensão Avaliada: 0,26 km
Início (UTM): 449838/7193456
Fim (UTM): 449706/7193671



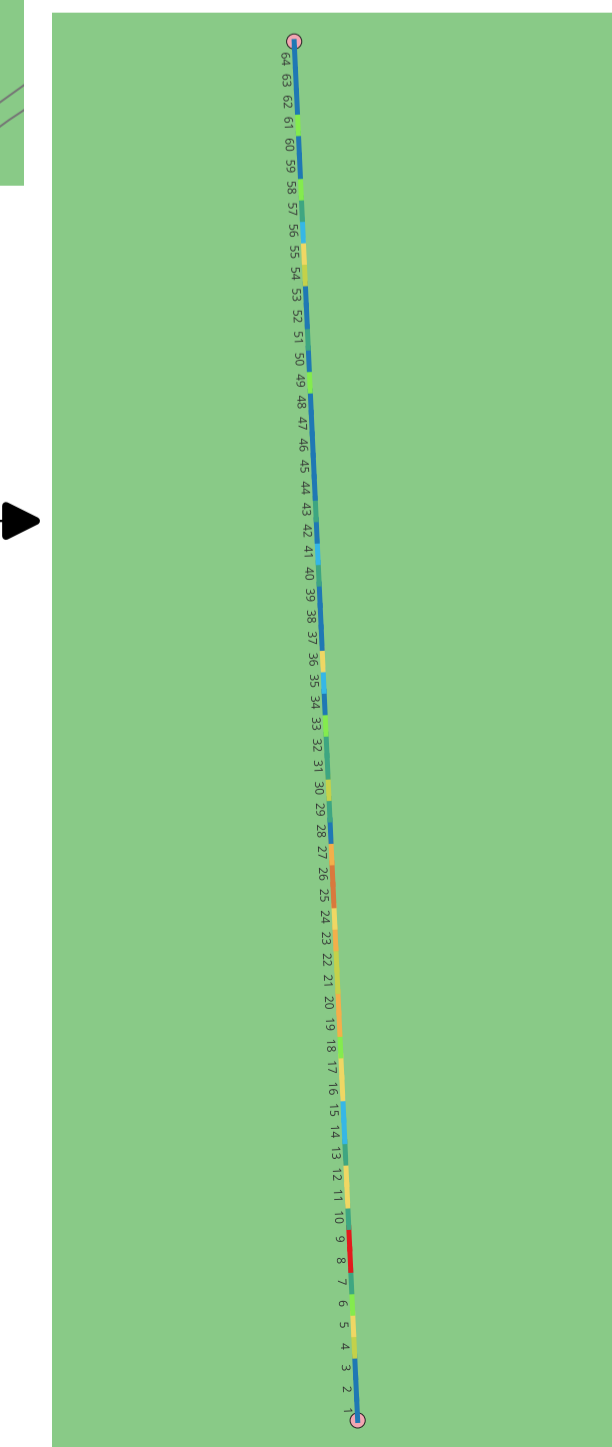
Rua Costa e Silva e intersecção - Bairro São Cristóvão
Extensão Avaliada: 0,33 km
Início Costa e Silva (UTM): 453870/7193435
Fim Costa e Silva (UTM): 453730/7193356
Início Intersecção (UTM): 453790/7193481
Fim intersecção (UTM): 453856/7193397



Município de Guarapuava - PR



Rua Santa Matilde - Bairro Boqueirão
Extensão Avaliada: 0,40 km
Início (UTM): 450794/7188567
Fim (UTM): 450483/7188807



Estrada Junqueira - Bairro Jordão a Entre Rios
Extensão Avaliada: 0,46 km
Início (UTM): 456416/7183091
Fim (UTM): 456395/7183547

Escala dos Detalhes das Estradas:
0 50 100 m

Classificação dupla ao longo das seções - 06/2025	
Ótimo	
Ótimo-Bom	
Bom-Ótimo	
Bom	
Bom-Regular	
Regular-Bom	
Regular	
Regular-Ruim	
Ruim-Regular	
Ruim	
Ruim-Péssimo	
Péssimo-Ruim	
Péssimo	

