

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM CONSTRUÇÕES SUSTENTÁVEIS

FLAVIA NOTARIANNI

**ELABORAÇÃO DE BANCO DE DADOS DE MATERIAIS ISOLANTES
TÉRMICOS NÃO CONVENCIONAIS**

MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO

CURITIBA - PR

2014

FLAVIA NOTARIANNI

**ELABORAÇÃO DE BANCO DE DADOS DE MATERIAIS ISOLANTES
TÉRMICOS NÃO CONVENCIONAIS**

Monografia de Especialização apresentada ao Departamento Acadêmico de Construção Civil, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná como requisito parcial para obtenção do título de “Especialista em Construções Sustentáveis” -
Orientador: Prof. José Alberto Cerri

CURITIBA - PR

2014

A todos que nunca deixam de acreditar na mudança, e, principalmente,
de trabalhar para que ela aconteça.

AGRADECIMENTOS

Ringrazio la mia famiglia, che nonostante lontana fisicamente è sempre stata vicina spiritualmente, dandomi forza nei momenti di debolezza e appoggiandomi nella realizzazione dei miei progetti.

Ai miei amici italiani e brasiliani, per le allegrie, le tristezze, i sorrisi e le tutte le idee condivise.

Agradeço o meu orientador, Prof. José Alberto Cerri, pela paciência na orientação, pelos conhecimentos compartilhados e pelo apoio na ideia da minha monografia.

Agradeço todas aquelas pessoas que com a presença e amizade me deram força para continuar esse meu percurso de vida no Brasil, com um agradecimento DOC para a minha querida Nonna Monica e a sua imensa alegria.

Agradecer esta pessoa especial pela força, paciência e encorajamento, é falar pouco.... Obrigada Rafael, grande arquiteto e sobretudo companheiro, pelos mil sorrisos, os abraços calorosos e principalmente pelo carinho imensurável... estou amando compartilhar a vida com você.

RESUMO

NOTARIANNI, Flavia. Elaboração de Banco de dados de Materiais Isolantes Térmicos Não Convencionais. 2014. 93 f. Monografia (Especialização em Construções Sustentáveis) – Universidade Tecnológica do Paraná. Curitiba, 2014

O desempenho energético de um edifício é influenciado em 30% pelo isolamento do invólucro arquitetônico, devido a este motivo, o emprego de padrões arquitetônicos adequados, a especificação de produtos e materiais energeticamente eficientes e a adequação de critérios de projetos racionais; permitem reduções significativas no consumo de energia. Este trabalho tem como objetivo elaborar um banco de dados de materiais isolantes térmicos não convencionais e disponibilizar essa ferramenta, que compara suas características técnicas e ambientais; aos profissionais da área da construção civil para que estes possam aprofundar o seu conhecimento em relação aos materiais isolantes térmicos não convencionais. Para a composição do banco de dados foram pesquisados materiais isolantes térmicos disponíveis no mercado internacional e também em fase de desenvolvimento. Esses materiais foram selecionados com base em indicadores de sustentabilidade e classificados de acordo com a sua origem. Deste modo, foi elaborado um banco de dados de materiais isolantes térmicos não convencionais que possibilita a comparação destes produtos com base nos indicadores pesquisados. Ainda pode-se concluir com esta pesquisa que não existe um material melhor do que os outros em todas as categorias de estudo. Para cada aplicação existe uma variedade de soluções que garantem o mesmo desempenho: o melhor material de isolamento para cada aplicação é aquele capaz de otimizar as suas características de acordo com o desempenho exigido. O banco de dados elaborado é uma ferramenta para auxiliar na escolha do material mais adequado para cada necessidade.

Palavras-chave: Sustentabilidade; Banco de Dados; Materiais Isolantes Térmicos.

ABSTRACT

NOTARIANNI, Flavia. Development of Database of Unconventional Thermal Insulation Materials. 2014. 93 f. Monograph (Specialization Green Building) – Federal University of Technology of Paraná. Curitiba, 2014.

The energy performance of a building is influenced by 30% by insulation of the architectural envelope, due to this reason the use of appropriate architectural standards, product specification and energy efficient materials and suitability criteria of rational designs allow significant reductions in energy consumption. This study aims to develop a database of non-conventional thermal insulating materials and to make this tool, which compares its technical and environmental characteristics, available to professionals in the field of construction; so they can improve their knowledge on non-conventional thermal insulating materials. For the elaboration of the database, materials available internationally and others still on development were researched. These materials were selected based on sustainability indexes and classified according to its source. Thus, a database of non-conventional thermal insulating materials that allows the comparison of these products based on the studied indicators was elaborated. It still can be concluded with this study that there is not a material that is better than all others in all categories. For each application, there is a variety of solutions that allow the same performance: the best insulation material for each necessity is the one capable of optimize its characteristics according to the required performance. The elaborated database is a tool to assist the selection of the most adequate material for each necessity.

Palavras-chave: Sustainability; Data Base; Thermal Insulation Materials

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Consumo de energia por etapas da construção.....	20
Quadro 2 - Energia e CO ₂ incorporado	23
Quadro 3 - Densidade de massa aparente (ρ), condutividade térmica (λ) e calor específico (c) de materiais isolantes térmicos	31
Quadro 4 - Transmitância térmica, atraso térmico e fator de calor solar admissíveis para cada tipo de vedação externa.	31
Quadro 5- Transmitância térmica e Capacidade térmica em base as zonas bioclimáticas.....	32
Quadro 6– Características funcionais	41
Quadro 7 - Outras Características.....	41
Quadro 8–Características ambientais.	42
Quadro 9 – Materiais com melhor condutividade térmica	48
Quadro 10 – Materiais com melhor resistência ao fogo	49
Quadro 11 – Materiais com melhor conteúdo reciclado.....	49
Quadro 12 - Características técnicas Painel de Fibra de milho.	51

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Consumo Energético dos Setores Energéticos no Brasil.....	18
Tabela 2 - Consumo Energético do Setor Residencial	19
Tabela 3 - Classificação materiais isolantes segundo três categorias.....	26
Tabela 4-Conceituação dos indicadores de sustentabilidade para a seleção de materiais.....	34
Tabela 5 - Parâmetros ambientais, funcionais e económicos aplicáveis em cada dimensão....	36
Tabela 6 - Descrição materiais da parede externa, baseado nos dados da NBR 15.220.	40
Tabela 7 - Descrição materiais da parede externa com outros materiais.....	53

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Consumo de Energia elétrica por setores no 2005.....	19
Figura 2 - Emissões Totais de CO ₂ em MtCO ₂ em 2012	21
Figura 3 - Projeções de emissões de CO ₂	22
Figura 4- Carta bioclimática da cidade de Curitiba – PR	38
Figura 5- Classificação Bioclimática para a cidade de Curitiba – PR.....	38
Figura 6- Imagem ilustrativa da parede externa	39
Figura 7- Critérios de comparação para escolha material de construção.....	43
Figura 8- Proposta de uma ferramenta de catalogação e comparação de materiais isolantes térmicos	44
Figura 9- Símbolos de sinalização quanto a melhor classificação para: condutividade térmica, resistência ao fogo e conteúdo reciclado.	48
Figura 10- Imagem ilustrativa do ciclo de vida da fibra de milho	51

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS

ACV – AVALIAÇÃO DO CICLO DE VIDA

ANAB – ASSOCIAZIONE NAZIONALE ARCHITETTURA BIOECOLOGICA

ANIT – ASSOCIAZIONE NAZIONALE ISOLAMENTO TERMICO E ACUSTICO ITALIANO

BEN – BALANÇO ENERGÉTICO NACIONAL

BNH – BANCO NACIONAL DA HABITAÇÃO

CBCS – CONSELHO BRASILEIRO DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL

CBIC – CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO

EGEA – EDILIZIA GESTIONE AMBIENTE

EPE – EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA

FINEP – FINANCIADORA DE ESTUDOS E PROJETOS

ICEA – ISTITUTO PER LA CERTIFICAZIONE ETICA E AMBIENTALE

ICV – INVENTÁRIO DO CICLO DE VIDA

IBAPE – INSTITUTO BRASILEIRO DE AVALIAÇÕES E PERÍCIAS DE ENGENHARIA

IPCC – INTERNATIONAL PANEL ON CLIMATE CHANGE

IPT – INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS

NIST – NATIONAL INSTITUTE OF STANDARDS AND TECHNOLOGY

OECS – ORGANIZATION FOR ECONOMIC COOPERATION AND DEVELOPMENT

PIB – PRODUTO INTERNO BRUTO

SINDUSCON-SP – SINDICATO DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL DO ESTADO DE SÃO PAULO

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
1.1 Tema	15
1.2 Oportunidade de Estudo	15
1.3 Justificativa.....	16
1.4 Objetivos.....	16
1.5 Apresentação do Trabalho	17
2. ISOLANTES TÉRMICOS E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM EDIFICAÇÕES	18
2.1 Panorama Energético Brasileiro	18
2.2 Materiais de Construção e a Mudança Climática	20
2.3 Emissões de CO ₂	21
2.4 Energia Incorporada (EI)	22
2.5 Riscos para a saúde humana	23
2.6 Materiais Isolantes Térmicos.....	26
2.6.1 História dos Materiais isolantes térmicos.....	28
2.6.2 Materiais Convencionais	29
2.6.3 Materiais Não Convencionais.....	29
2.7 Normas Técnicas de Desempenho.....	30
2.8 Seleção de materiais	33
2.8.1 Indicadores de Sustentabilidade para a Seleção de Materiais	33
2.9 Estudo de caso	37
3. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL.....	41
4. RESULTADOS.....	43
4.1 Questionário	43
4.2 Banco de Dados de Materiais Isolantes Térmicos Não Convencionais	45
4.3 Análise comparativa	47
4.4 Comparação de uso de material isolante na parede do estudo de caso.....	50
4.4.1 Desempenho Térmico com Isolante de Fibra de Milho	52
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	54
APÊNDICES	59
APÊNDICE A – Questionário de Pesquisa: Isolamento Térmico na Construção Civil.....	59
APÊNDICE B– Materiais de Origem Vegetal	62

APÊNDICE C– Materiais de Origem Animal.....	70
APÊNDICE D– Materiais de Origem Mineral.....	72
APÊNDICE E– Materiais de Origem Sintética.....	76
APÊNDICE F– Materiais de Origem Composta.....	80
ANEXOS	82
ANEXO 1 – EUROCLASSE DE RESISTENCIA AO FOGO.....	82
ANEXO 2 – ANEXO DA PORTARIA INMETRO N°018/2012.....	85

1. INTRODUÇÃO

No Cap. I do Livro VI, Vitruvius escreve que “os edifícios estão bem localizados se você tomar principalmente em consideração a orientação e inclinação do céu sob o qual você quer construir, porque os edifícios devem ser construídos de forma diferente no Egito e na Espanha, no Reino de Pontus e em Roma, sempre dependendo da posição dos países, dos climas e do curso do sol” e que um espaço habitável deveria equilibrar aspectos estruturais, funcionais e formais (Lamberts et al. 1997).

O conceito de sustentabilidade na arquitetura baseia as suas raízes no passado e perdurou até a chegada da Revolução Industrial que trouxe grandes transformações sociais, econômicas e técnicas novas que mudaram o quadro da arquitetura violentamente (LAMBERTS et al. 1997).

De acordo com Farah e Vitorino (2006), atualmente, o conceito de sustentabilidade deve considerar três fatores: o ambiente físico, o econômico e o social; de forma equilibrada e com uma visão global. Na área da construção civil, além dos esforços para reuso de água servida e de águas pluviais ou da utilização de aquecimento solar nas edificações, a preocupação com a sustentabilidade deve estar presente desde a seleção dos materiais de sua construção (FARAH e VITORINO, 2006). Frota e Schiffer (1988), completam esse pensamento, acrescentando que “a arquitetura deve servir ao homem e ao seu conforto, o que abrange o seu conforto térmico. O Homem tem melhores condições de vida e de saúde quando seu organismo pode funcionar sem ser submetido à fadiga ou estresse, inclusive térmico”.

O setor dos materiais isolantes, depois de ter apresentado, entre os anos 60 a 90, um intenso uso de materiais sintéticos, como por exemplo o Freon (causa principal do buraco de ozônio e promotor do aquecimento global) passa por uma nova fase, com a descoberta de materiais e técnicas de isolamento térmico naturais e a adaptação de diferentes produtos inovadores capazes de alcançar níveis de desempenho melhores que os dos sistemas tradicionais.

Uma crescente atenção científica e tecnológica vem sendo dada ao estudo e à utilização de novos materiais. O profundo conhecimento das propriedades e a previsibilidade dos comportamentos dos materiais geram a possibilidade de saber quando e como os materiais podem ser utilizados, para responder de modo adequado a determinadas exigências comportamentais. (MANZINI e VEZZOLI, 2005)

Este trabalho propõe catalogar, com uso de indicadores sustentáveis, materiais isolantes térmicos já existentes no mercado internacional, como também materiais que se encontram ainda em termos de investigação científica.

1.1 Tema

Os materiais para isolamento térmico contribuem significativamente para o conforto do ambiente construído, a durabilidade da edificação, além de aumentar a eficiência energética com conseqüente redução no consumo de energia. Atualmente, o mercado dos isolantes térmicos é confrontado com a conscientização dos graves problemas ambientais do aquecimento global. Com isso, propõem-se a volta aos materiais naturais como também o desenvolvimento de novas tecnologias.

Para cada caso construtivo é preciso uma análise prévia, contínua e comparativa para saber qual é a melhor opção de material, visto que, todo material pode ser considerado benéfico e/ou maléfico ao meio ambiente.

1.2 Oportunidade de Estudo

“Estima-se que, dependendo do país e do nível de atividade econômica, entre 40% e 75% das matérias-primas extraídas da natureza são transformados em materiais de construção” (JOHN, 2000).

O setor da construção civil consome cerca de 40% de energia do mundo, uma significativa contribuição para o problema do aquecimento global, conforme os dados apresentados pelo Painel Intergovernamental sobre as Mudanças Climáticas, o setor também é responsável por grande parte da emissão de gases efeito estufa (CURCI e WEISS, 2008).

Kaynakli (2012) observa que reduzir o consumo de energia nos edifícios é fundamental devido aos recursos energéticos limitados e às preocupações ambientais. Com isso, os materiais isolantes têm um papel importante neste contexto. As propriedades térmicas de materiais e outros componentes, como paredes e coberturas, têm relação direta com esta influência que podem afetar a transferência de calor (CARLO, 2009).

Atualmente, há uma demanda crescente dos profissionais ligados a construção civil por informações transparentes, confiáveis e organizadas dos materiais presentes no mercado. No momento da escolha dos materiais que irão compor a obra, existe uma carência de sistematização sobre as informações técnicas de materiais (FARAH e VITORINO, 2006).

1.3 Justificativa

Como afirmam Conti e Rossetti (2008), o desempenho energético de um edifício é influenciado em 30% pelo isolamento do invólucro arquitetônico. O emprego de padrões arquitetônicos adequados, a especificação de produtos e materiais energeticamente eficientes e a adequação a critérios de projetos racionais permitem reduções significativas no consumo de energia. Soluções eficientes, quando combinadas com o uso de equipamentos certos, podem gerar diferentes níveis de eficiência com perfeitas condições de conforto ambiental para os usuários. (LAMBERTS et al. 2007).

Atualmente, o desenvolvimento no setor dos isolantes é influenciado por vários fatores: a demanda de um nível sempre maior de conforto para o âmbito residencial, comercial, industrial, etc.; a urgência dos problemas de consumo energético e os níveis tecnológicos suficientemente altos que podem adaptar a inovação ao setor da construção.

Nota-se, contudo, a importância da formação profissional e do ensino de materiais. Isaia (2005) afirma que “cabe, portanto, aos profissionais da área da Construção Civil conjugar judiciosamente os conhecimentos disponíveis para que as construções apresentem desempenho adequado durante sua vida útil, sem apresentar patologias devidas a deficiências de formação, informação ou atualização dos profissionais intervenientes”.

1.4 Objetivos

A presente monografia tem como objetivos principais:

- Elaborar um banco de dados de materiais isolantes térmicos classificados como não convencionais.
- Disponibilizar uma ferramenta de fácil leitura que: incentive o uso de materiais sustentáveis de menor impacto ambiental; contribua com o aprofundamento do conhecimento em relação a novas tecnologias; colabore com propagação do conhecimento sobre materiais isolantes; e diminua o preconceito que orientam as escolhas dos profissionais da área da construção civil, sensibilizando-os sobre os benefícios que podem ser alcançados com uma correta e mais cuidadosa escolha de materiais para isolamento térmico.

1.5 Apresentação do Trabalho

O presente estudo é estruturado em cinco capítulos, conforme descrição a seguir:

- O Capítulo 1 é composto pela introdução, o tema da pesquisa, justificativas e objetivos;
- O Capítulo 2 apresenta a revisão bibliográfica e discorre sobre os conceitos de eficiência energética e do panorama energético no Brasil; o papel dos materiais da construção civil na mudança climática; conceitos de materiais térmicos convencionais e não convencionais; e os principais pontos das normas brasileiras NBR 15.220/2003 e 15.575/2013 sobre desempenho;
- O Capítulo 3 trata da metodologia aplicada a essa pesquisa, especificando: o resultado de um questionário aplicado a profissionais da área da construção civil; e a análise de indicadores de sustentabilidade para selecionar os materiais que farão parte do banco de dados;
- O Capítulo 4 apresenta a análise dos resultados das comparações entre os materiais e do questionário realizado;
- O Capítulo 5 apresenta as considerações finais acerca do tema abordado.

2. ISOLANTES TÉRMICOS E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM EDIFICAÇÕES

Pode-se considerar sustentáveis somente aqueles sistemas produtivos e de consumo cujo emprego de recursos ambientais por unidade de serviço prestado seja, pelo menos, 90% inferior ao aplicado nas sociedades industrialmente mais avançadas (JANSEN, 1993; SCHMIDT-BLEEK, 1993; WBCSD, 1993 e 1995). Neste capítulo será apresentado o cenário energético atual brasileiro; seguido da relação entre os materiais de construção e seus impactos ambientais; para então abordar o tema principal desta pesquisa, os materiais isolantes térmicos. Estes, divididos entre convencionais e não convencionais e a partir dos critérios das NBR 15.220/2003 e NBR 15.575/2013, são selecionados para a formação do banco de dados.

2.1 Panorama Energético Brasileiro

Segundo os dados da Empresa de Pesquisa Energética (EPE), o consumo nacional de energia elétrica foi o setor com o maior crescimento em relação as outras fontes energéticas (Tabela 1). Em 2013, o consumo de energia elétrica subiu de 3,5% comparado ao ano de 2012, somando 463,7 mil gigawatts-horas.

Tabela 1 – Consumo Energético dos Setores Energéticos no Brasil

FONTES	%									
	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
GÁS NATURAL	17,3	17,9	18,4	18,6	18,2	20,0	20,9	16,0	21,1	23,0
BAGAÇO DE CANA	46,6	45,4	45,7	47,6	50,3	53,9	51,3	52,7	47,0	45,9
ÓLEO DIESEL	1,0	0,9	0,9	0,5	0,6	0,6	0,7	3,7	4,3	5,2
ÓLEO COMBUSTÍVEL	7,1	6,3	6,4	6,0	5,0	4,0	4,1	2,6	2,3	1,5
GÁS DE COQUERIA	1,8	1,9	1,8	1,6	1,7	0,5	0,8	0,8	0,9	0,8
ELETRICIDADE	6,5	6,9	6,6	6,7	7,1	6,4	6,5	9,5	9,4	9,9
OUTRAS SECUNDÁRIAS DE PETRÓLEO	19,4	20,4	20,1	18,7	16,9	14,5	15,7	14,7	15,0	13,7
OUTRAS	0,3	0,3	0,2	0,3	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0
TOTAL	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Fonte: Adaptado de BEN (2012)

Além disso, deve ser considerado o impacto ambiental gerado pela construção de novas hidrelétricas, termelétricas e usinas nucleares, criadas para suprir o aumento anual da demanda de energia elétrica.

Esse aumento, foi causado principalmente pelo consumo de eletricidade do setor residencial que cresceu em 11,3% (no período de 2003 a 2012) em relação às outras fontes energéticas, como demonstra a Tabela 2.

Tabela 2 - Consumo Energético do Setor Residencial

FONTES											%
	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	
GÁS NATURAL	0,8	0,8	0,9	0,9	1,0	1,0	1,0	1,1	1,2	1,2	
LENHA	38,1	37,8	37,7	37,5	35,1	33,9	32,6	30,9	28,0	27,2	
GÁS LIQUEFEITO DE PETRÓLEO	27,3	27,3	26,2	25,8	26,5	26,6	26,4	26,7	27,4	26,9	
QUEROSENE	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
GÁS CANALIZADO	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
ELETRICIDADE	31,3	31,6	32,8	33,4	35,1	36,2	37,4	39,1	41,4	42,6	
CARVÃO VEGETAL	2,4	2,4	2,4	2,3	2,3	2,3	2,5	2,2	2,1	2,0	
TOTAL	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	

Fonte: Adaptado de BEN (2012)

Os edifícios consomem 45,2 do consumo total de energia elétrica do país, 16% da água potável e 25% da madeira das florestas. O consumo da construção civil se distribui entre os setores residencial (22,2%), comercial (14,3%) e público (8,7%) (BRASIL, BEN, 2005) (Figura 1).

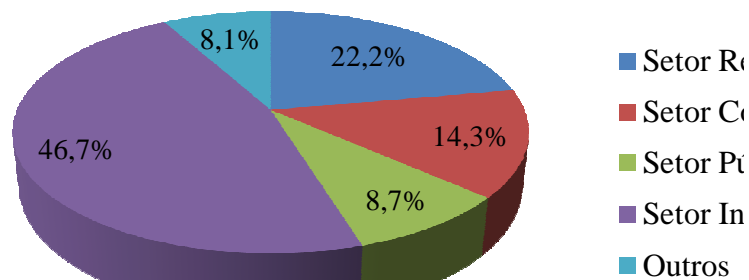


Figura 1- Consumo de Energia elétrica por setores no 2005

Fonte: Adaptado de BEN (2005)

Diante dos dados apresentados percebe-se a necessidade de um uso racional de energia, com o aumento da eficiência energética nas edificações residenciais e o desenvolvimento de ferramentas que auxiliem o uso de fontes renováveis visando à sustentabilidade.

2.2 Materiais de Construção e a Mudança Climática

Dentro do panorama nacional, o Conselho Brasileiro de Construção Sustentável (CBCS), argumenta que a área da construção e a manutenção de infraestruturas do Brasil consomem até 75% dos recursos naturais extraídos. A quantidade de resíduos da construção e demolição é estimada em torno de 450 kg/hab/ ano, o que impacta o ambiente urbano e as finanças municipais (CBCS, 2007).

Os materiais de construção são importantes contribuintes para a mudança climática, principalmente porque são consumidos combustíveis fósseis na sua produção e no seu transporte (ISAIA, 2007). Diversos produtos de uso comum na construção civil são produzidos com uso intensivo de energia e geram em sua produção grande emissão de CO₂, como, por exemplo, a fabricação de cimento é responsável por 4% a 5 % de todo o CO₂ lançado na atmosfera.

Estes dados mostram que a construção civil é a principal responsável das atuais mudanças climáticas e que, ao mesmo tempo, representa uma importante função no mundo produtivo e econômico, movimentando o 10% do PIB nacional.

A demanda energética durante a fase de construção de uma edificação divide-se da seguinte maneira:

Quadro 1 - Consumo de energia por etapas da construção.

ETAPA	DEMANDA ENERGÉTICA
Fabricação dos materiais de construção	96,41%
Transporte dos materiais para a obra	1,38%
Trabalhos no subsolo e fundação	0,57%
Construção	1,24%
Total	100%

Fonte: Torquato (2010) apud Kruger (2000) Adaptado pela autora.

Até ao ano 2030, espera-se que a população mundial aumente em mais de 8,2 bilhões de pessoas e as necessidades em termos de construção de edifícios e outras infraestruturas

agravará ainda mais o consumo de matérias-primas não renováveis, como também a geração de resíduos. A sustentabilidade na indústria da construção e, principalmente, em seus materiais assume um papel fundamental neste cenário, que deve ser aprofundado e divulgado.

2.3 Emissões de CO₂

A emissão de CO₂ é a principal responsável pelo efeito estufa e por grandes acidentes climáticos, principalmente devido à elevação da temperatura da terra. Em cidades europeias, as emissões de CO₂ pelo setor da construção civil, segundo PRESCO (1999), atingem cerca de 30% das emissões totais.

“A contribuição da indústria da construção na emissão de gases causadores do efeito estufa, em especial o CO₂, se deve à queima de combustíveis fósseis - na produção dos materiais, no transporte dos materiais e na utilização da edificação - e à decomposição do calcário.” (TORQUATO, 2010 apud JOHN, 2005).

Segundo os dados do Relatório Final 2013 do Balanço Energético Nacional (BEN), o setor elétrico brasileiro emitiu, em média, apenas 82 kgCO₂ para produzir 1 MWh. É um índice baixo, enfatiza-se no Relatório, quando se estabelecem comparações internacionais, como por exemplo o setor elétrico americano e chinês que emitem, respectivamente, 7 e 11 vezes mais.

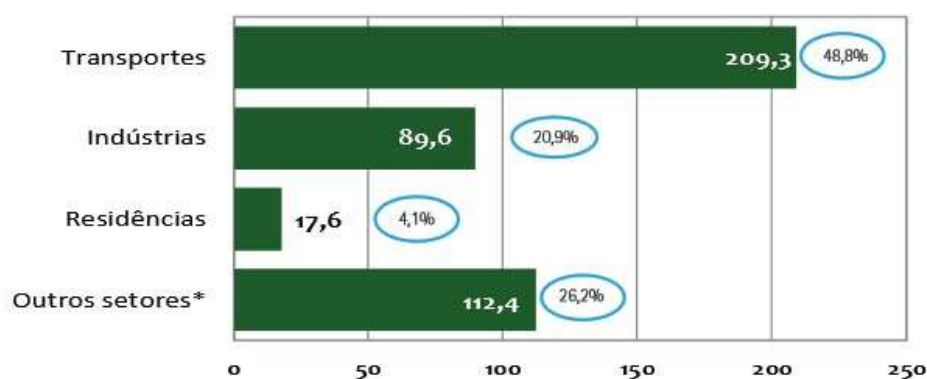


Figura 2 - Emissões Totais de CO₂ em MtCO₂ em 2012

Fonte: Adaptado de BEN (2012)

O relatório do *International Panel on Climate Change* (IPCC) do ano 2007 relata que “as emissões globais de gases causadores do efeito estufa vêm aumentando desde a era pré-industrial, com um crescimento de 70% entre 1970 e 2004. Com as atuais políticas sobre

mudanças climáticas e práticas de desenvolvimento sustentável relacionadas, estas emissões continuarão a crescer nas próximas décadas (Figura 3). ” (LAMBERTS et al apud UNITED NATIONS POPULATION FUND, 2001)

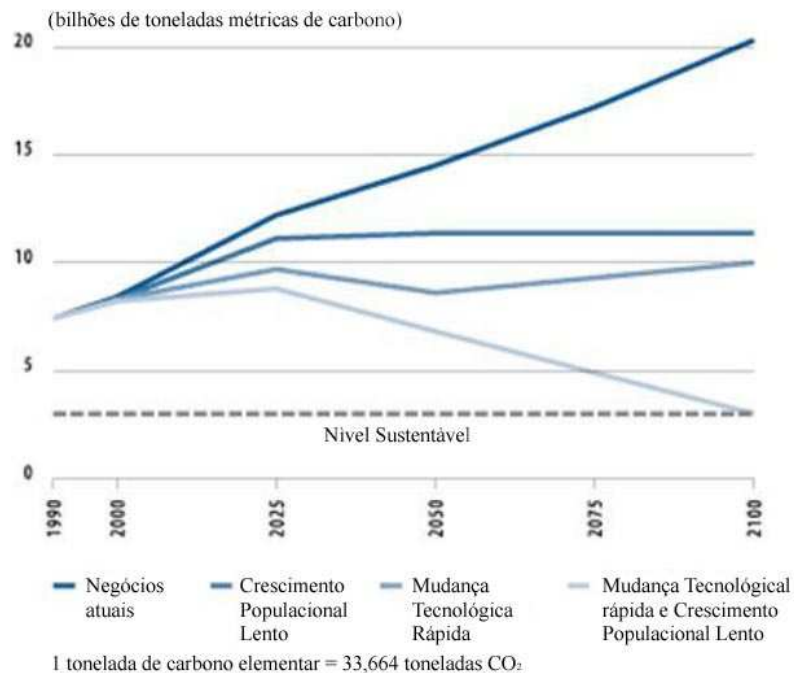


Figura 3 - Projeções de emissões de CO₂

Fonte: Adaptado UNPFA 2001

De modo análogo, Torquato (2010) completa que “um modo de produção e consumo ecologicamente responsáveis aliada a um lento crescimento populacional poderia reverter o crescente índice de emissão de gases poluentes e a extinção do modo de vida atual. ”

2.4 Energia Incorporada (EI)

A escolha de um material e/ou componente deve ser feita com base na análise de toda a energia consumida (J/g) para sua produção. Sendo que os melhores materiais são aqueles que consomem menos energia.

Um banco de dados de consulta gratuita é o *Inventory of Carbon & Energy* (ICE), que consiste em uma coleta de dados acadêmicos e da sua avaliação estatística. Este inventário contém os valores de energia incorporada (MJ/kg) dos principais materiais de construção. Os dados foram contextualizados em relação a situação energética da Inglaterra mas é uma

referência interessante pois compreende uma grande quantidade de estudos internacionais , ao contrário da maioria dos bancos de dados que são baseados em poucas pesquisas que utilizam a coleta de dados apenas de seus próprios países

Na versão publicada em 2011, foram incluídos também os valores de KgCO₂ equivalente. No Quadro 2 pode-se observar os valores de energia incorporada e KgCO₂ incorporados dos materiais isolantes térmicos na lista do ICE, considerando que os valores de energia incorporada variam de acordo com seu país, região, e processo produtivo realizado.

Quadro 2 - Energia e CO₂ incorporado

Embodied Energy (EE) Database Statistics - MJ/Kg

Material	Embodied Energy - MJ/Kg	Feedstock Energy (Included) - MJ/Kg	Embodied Carbon - Kg CO2/Kg
General Insulation	45	16,5	1.86
Cellular Glass	27	-	-
Cellulose	0.94 to 3.3	-	-
Cork	4	-	0.19
Fibreglass (Glasswool)	28	-	1.35
Flax (Insulation)	39.5	5.97	1.7
Mineral wool	16.6	-	1.2
Rockwool (stonewool)	16.8	-	1.05
Paper wool	20.2	-	0.63
Polystyrene	See Plastics for a range of polystyrene data		
Polyurethane	See Plastics for a range of polystyrene data		
Woodwool (loose)	10.8	-	-
Woodwool (Board)	20	-	0.98
Recycled Wool	20.9	-	-

Fonte: Adaptado de ICE (2008)

2.5 Riscos para a saúde humana

Segundo *Edilizia Gestione Ambiente* (EGEA), os materiais de construção, revestimento e decoração são responsáveis de 40% da poluição do ar no interior dos edifícios.

Ao examinar um edifício, os poluentes podem ser encontrados em toda parte, mas, felizmente, nem todos eles são tóxicos. O termo "poluente" é usado para definir qualquer substância liberada no meio ambiente como subproduto da atividade humana, alguns são já existentes na natureza, como ozônio, dióxido de carbono, radônio, ou outros são produtos químicos sintéticos.

Os poluentes mais perigosos são aqueles que causam alterações nas células humanas. Como por exemplo: os cancerígenos, mutagênicos (que alterem a estrutura genética) e teratogênicos (causando anormalidades no desenvolvimento do feto), seguido de agentes tóxicos e subtóxicos, de aeropatógeni (agentes infecciosos levados por ar, como vírus e bactérias) e alérgenos (que causam reações alérgicas).

Os níveis de concentração e exposição que o organismo humano é capaz de tolerar são pouco conhecidos, então é difícil avaliar quando o ser humano é exposto a um "risco de não retorno". A enorme quantidade de novos produtos químicos introduzidos no mercado, muitas vezes impede as organizações responsáveis pelo seu monitoramento de avaliá-los minuciosamente. Além disso, raramente todas as substâncias utilizadas na composição dos produtos estão indicados no rótulo, portanto, os consumidores não devem assumir que um produto é seguro só porque ele está à venda.

Um maior grau de segurança para o usuário quanto aos produtos disponíveis será alcançado quando duas iniciativas forem completadas: a rotulagem dos produtos considerados seguros, e o acordo internacional sobre como mensurar e avaliar os produtos. Deve-se considerar as dificuldades destas ações sobre um tema tão delicado e com muitos interesses econômicos envolvidos. Outra dificuldade comum na indústria da construção, é que ela pode examinar apenas o produto em si, como para os produtos industriais, mas deve provar o seu desempenho em diferentes condições de uso e em relação a outros produtos.

A prevenção da poluição do ar interior provocada pela construção civil surge, naturalmente, com a escolha dos produtos e materiais, mas implica também na escolha de técnicas de instalação e decisões sobre processos de acabamento *in loco*, bem como o modo de manutenção e limpeza. A instalação dos produtos é um momento crítico, um pouco de atenção durante esta fase pode mudar muito a situação, tanto no que respeita à emissão ou a liberação, quanto no que diz respeito à possibilidade de absorção de poluentes por outros produtos. Atualmente recomenda-se optar por produtos de baixa emissão, testados e

certificados na medida do possível, a partir de institutos sensibilizados e disponíveis para fornecer informações.

Segundo Lauria (2013), as substâncias tóxicas dos materiais de construção podem-se dividir em tres tipos: de origem física, biologica e química.

Aquelas de origem química são os compostos orgânicos voláteis (VOC): em particular, o formaldeído, xileno, tolueno, benzeno, cloro-benzeno, fenol e pesticidas liberados por produtos feitos a partir de substâncias sintéticas, utilizados para acabamento de paredes, pisos, tetos, materiais de isolamento. A emissão de fumos tóxicos é maior durante a aplicação e secagem e tende a diminuir ao longo dos anos. Os fatores que influenciam esta questão são: o conteúdo total de substâncias vaporizadas que constituem o material ("ingredientes"); a distribuição destes constituintes entre a superfície e o interior do material; o tipo de acabamento da superfície (mais ou menos "à prova d'água"); a idade do material; os fatores de microclimaticos (temperatura, umidade relativa, o número de trocas de ar). O perigo é em função do tipo de substância, das sinergias com outras substâncias presentes no ambiente, da concentração e do tempo de exposição. Os efeitos à saúde vão desde pequenas irritações ao câncer.

A presença de poeira e fibras minerais em ambientes fechados é normalmente ligados ao grau de desgaste de materiais, como os componentes de pisos, rebocos, pinturas, nem a possibilidade de que os materiais fibrosos (lã de rocha, lã de vidro, amianto) entrar em contacto com o ar interno. O perigo é em função das características físicas (tamanho) do pó e das fibras, da concentração de ar e do tempo de exposição. Se inaladas ou ingeridas são todas substâncias irritantes e tóxicas.

Enquanto que as de origem físicas são substâncias com radioactividade natural e electricidade estática, como por exemplo, o Radon e seus produtos de decaimento. O radon é um gás radioactivo, incolor e inodoro, que é gerado pelo decaimento do urânio e pode se espalhar a partir do solo e dos materiais utilizados nos edificios. Acumulado em espaços fechados, muitas vezes atinge concentrações perigosas, sendo livre para movimentar-se no ar e na água, pode ser ingerido ou inalado e danificar os tecidos do pulmão ou outros órgãos, levando ao câncer. Entre os materiais de construção a serem monitorados são os cimentos pozolânicos, morteiros, tufa, terras, argila, basalto e algum granito. A concentração de radôn aumenta em áreas úmidas e onde há pouca ventilação (adegas, porões).

Já aqueles de origem biológicas são poluentes orgânicos: microrganismos patogênicos, como fungos, bolores, bactérias, vírus. Eles são encontrados em condições de umidade e pouca ventilação que afetam a colonização e desenvolvimento. Eles podem causar problemas respiratórios, irritação dos olhos e da pele, e o desenvolvimento de doenças.

2.6 Materiais Isolantes Térmicos

O isolante térmico é o material que tenta manter o mais constante possível as condições climáticas internas do edifício, independentemente das variações das temperaturas e das condições climáticas externas. Segundo Galbusera e Mammi (2008) os materiais podem-se classificar segundo três categorias: estrutura do material, processo de transformação e tipo de matéria prima (Tabela 3).

Tabela 3 - Classificação materiais isolantes segundo três categorias

ESTRUTURA DO MATERIAL	PROCESSO DE TRANSFORMAÇÃO	TIPO DE MATÉRIA PRIMA
FIBROSOS 	NATURAIS	ORGÂNICO
		INORGÂNICO
	SINTÉTICOS	ORGÂNICO
		INORGÂNICO
CELULARES 	NATURAIS	ORGÂNICO
		INORGÂNICO
	SINTÉTICOS	ORGÂNICO
		INORGÂNICO
POROSOS 	NATURAIS	ORGÂNICO
		INORGÂNICO
	SINTÉTICOS	ORGÂNICO
		INORGÂNICO

Fonte: Adaptado de Galbuseira e Mammi (2008)

Na primeira categoria podem-se observar materiais fibrosos, celulares e porosos. Nos fibrosos, a presença de uma rede de fibras (natural ou artificial) permite manter o ar dentro do material, pertencem a esta categoria, por exemplo: a lã de vidro, lã de rocha, lã de fibra e madeira, fibras de poliéster. Nos materiais celulares, a presença de elementos fechados, como células, que aprisionam o ar dentro deles, os torna leves e eficientes isolantes térmicos,

pertencem a esta categoria: poliestireno, poliuretano, vidro celular. Nos materiais porosos, as cavidades e túneis presentes no interior do material garantem que o ar permaneça dentro deles, permitindo bons níveis de isolamento; pertencem a esta categoria: argila expandida, vermiculita ou concreto celular.

No segundo método de classificação existe uma divisão entre materiais naturais e sintéticos, considerando o tipo de transformação sofrida.

A última categoria refere-se a natureza das matérias primas utilizadas para produzir os materiais isolantes térmicos, diferenciando-os entre produtos orgânicos (mundo vegetal) e inorgânicos (mundo mineral). Os materiais derivados do petróleo fazem parte da categoria dos orgânicos. (ANIT, 2010)

Na presente monografia são considerados materiais de origem:

- a) Vegetal;
- b) Animal;
- c) Mineral;
- d) Sintética;
- e) Composta.

Os isolantes de origem vegetal derivam do processamento de produtos vegetais fibrosos ou celulares. São caracterizados pelas propriedades ambientais porque em geral, são biodegradáveis totalmente ou em parte (dependendo da presença de colantes sintéticos ou juntos com outros produtos) (PATTI, 2012).

Hoje, com processos de transformação e processamento industrial, consegue-se melhorar as propriedades de comportamento ao fogo, resistência aos microrganismos, mofos dos materiais de origem vegetal. (CONTI, et al, 2008, apud SASSO, 2003)

Os isolantes de origem mineral derivam do processamento de pedras e rochas transformadas em produtos granulares, expandidos ou adicionados com outros componentes como o concreto ou colantes. Podem ter uma estrutura celular ou fibrosa dependendo da forma e processo de transformação. Fazem parte deste grupo, por exemplo: perlite, vermiculite, argila expandida, lã de rocha ou vidro. (PATTI, 2012)

No século XX, o desenvolvimento da indústria química e a chegada dos materiais sintéticos arquivou os materiais naturais como materiais “do passado”, dando lugar para os materiais “modernos” como o concreto, o aço e os materiais plásticos.

“A construção civil é, por sua própria natureza, o segmento que apresenta maior capacidade de absorver novas tecnologias e novos materiais.” (Freire e Beraldo, 2003). O campo do isolamento está entre aqueles na qual a inovação tecnológica desempenha um papel crucial, desenvolvendo materiais sintéticos como o aerogel, os *Vacuum Insulation Panels* (VIPs), o *Phase Change Materials* (PCM), a *Transparent Insulation Materials* (TIM) e isolamento reflexivo projetado para condições muito mais graves (principalmente da indústria aeroespacial) (JELLE, 2011).

As principais vantagens em se utilizar um isolamento térmico são (NAVROSKY et al, 2010 apud FREITAS, 2002):

- economia de energia em razão da redução das necessidades de aquecimento e de arrefecimento do ambiente interior;
- redução do peso das paredes e das cargas sobre a estrutura;
- diminuição do gradiente de temperaturas das camadas internas das paredes e diminuição dos riscos de condensações.

Atualmente, existem no mercado nacional e internacional, muito material isolante térmico para construção civil, entretanto, existe entre os profissionais da área uma dificuldade na escolha do material no momento do uso. De acordo com Farah e Vitorino (2006), atualmente existe uma carência de uma sistematização sobre materiais e componentes construtivos que possam ser usados no momento da escolha dos materiais que irão compor o edifício, tanto para aqueles convencionais quanto para os não-convencionais.

2.6.1 História dos Materiais isolantes térmicos

Na Europa, a história dos isolantes térmicos é iniciada entre os anos 1920 e 1940, com o começo da produção e industrialização da lã de vidro e resinas fenólicas. A Segunda Guerra Mundial influenciou o setor por causa da necessidade de realizar, em curto período, milhões de metros cúbicos de casas e também pelo investimento da indústria bélica em pesquisa, que teve um impacto no setor da construção, colocando no mercado produtos novos e tecnologicamente avançados.

Foi com o crescimento econômico dos anos 1950 e 1960 e a demanda sempre maior de moradias mais confortáveis, que o mercado dos isolantes cresceu, no setor da refrigeração e dos transportes. Neste período, torna-se usual a utilização do poliestireno e do poliuretano expandido. Nos anos 1970, começam os primeiros movimentos ambientalistas que denunciavam os graves problemas ambientais provocadores do buraco da camada de ozônio e maior concentração dos gases efeito estufa na atmosfera.

2.6.2 Materiais Convencionais

Segundo Barbosa (2005), os materiais de construção que hoje são implicitamente conhecidos como materiais convencionais começaram a aparecer com a revolução industrial no século 17, materiais como: cimento Portland, aço, cerâmica, concreto, alumínio, e outros. A maciça propaganda e a difusão dos materiais industrializados tiveram como efeito o que Barbosa (2005) chama de “perda de tecnologia”, com conseqüente esquecimento e abandono de técnicas e materiais tradicionais, como a construção em alvenaria de pedra, que era dominante desde o Egito antigo até o século XIX.

O maior nível de crescimento industrial foi após a Segunda Guerra Mundial. Até o fim dos anos 60, essa industrialização era baseada na energia relativamente barata, pouca preocupação se tinha com o meio ambiente e com a economia energética. Começou também a percepção de que os recursos energéticos do planeta não eram inesgotáveis.

A esse respeito, Fontoura (2007) complementa que, desde a década de 70, o processo de incremento da “modernização ecológica da produção industrial vem sendo impulsionado nos países centrais pela crise energética, pela competição econômica e pelas políticas ambientais.”

2.6.3 Materiais Não Convencionais

Pode-se justificar a denominação de não-convencionais porque eles não são ainda regidos por normas técnicas bem estabelecidas, aceitas e difundidas mundialmente.

Barbosa (2005) destaca que os materiais não convencionais podem ser considerados ecologicamente corretos porque:

- tratam-se de materiais tradicionais disponíveis na natureza, muitos dos quais renováveis, e que muitos incorporam-se novamente à Natureza sem maiores danos;
- envolvem muito menor energia que os industrializados;

- em geral são não poluentes;
- podem gerar tecnologias apropriadas;
- podem levar a um menor custo construtivo;
- podem fazer uso intensivo de mão de obra;
- podem ajudar na redução do problema de moradia nos países em desenvolvimento.

2.7 Normas Técnicas de Desempenho

A proposta de criação de uma norma foi financiada inicialmente pelo banco Nacional da Habitação (BNH – e que depois virou Caixa Econômica Federal), com recursos do Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP). Em 2002, o Sindicato da Indústria da Construção Civil do estado de São Paulo (Sinduscon SP) inicia sua participação na elaboração da Norma Brasileira de Desempenho. Participa ainda, desde o início do processo, o Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) e o Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia IBAPE (URBAN LINS apud SHEBALJ, 2012).

Isaia (2007) “a palavra desempenho, cujo significado é comportamento em utilização, caracteriza o fato de que um produto deve apresentar certas propriedades a fim de cumprir sua função quando sujeito a determinadas influências ou ações durante sua vida útil. O meio técnico e, principalmente, o empresarial imaginam sempre a avaliação de desempenho como um instrumento restritivo, ao passo que deveriam imaginá-la como instrumento fundamental na melhoria da qualidade do produto e na remoção de barreiras às inovações.” (ISAIA, 2007)

Bogo (2003), afirma que “o desempenho térmico caracteriza-se como o comportamento térmico mínimo esperado das edificações e/ou seus componentes (janelas, coberturas, paredes), visando melhores condições de conforto térmico interior e melhor racionalização energética nos equipamentos de climatização artificial.”

No Brasil vigoram duas normas de desempenho térmico, a NBR 15220 (ABNT, 2005) e a NBR 15575 (ABNT, 2013), que está em vigor desde julho de 2013. “As Normas buscam incentivar e balizar o desenvolvimento tecnológico e orientar a avaliação da eficiência técnica e econômica das inovações tecnológicas.” (LAMBERTS et GARNICA, 2010)

A NBR 15220 referente ao desempenho térmico nas edificações, contém métodos de cálculo, medição das propriedades térmicas dos componentes construtivos das edificações (Quadro 3), zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações

unifamiliars de interesse social. As propriedades térmicas dos elementos construtivos foram definidas para cada zona bioclimáticas.

Quadro 3 - Densidade de massa aparente (ρ), condutividade térmica (λ) e calor específico (c) de materiais isolantes térmicos

Material	ρ (kg/m ³)	λ (W/(m.K))	c (kJ/(kg.K))
Isolantes térmicos			
lã de rocha	20-200	0,045	0,75
lã de vidro	10-100	0,045	0,70
poliestireno expandido moldado	15-35	0,040	1,42
poliestireno extrudado	25-40	0,035	1,42
espuma rígida de poliuretano	30-40	0,030	1,67

Fonte: Adaptado de NBR 15220 (ABNT, 2005)

A parte 3 da Norma 15220 estabelece recomendações para as propriedades térmicas dos componentes construtivos e algumas recomendações de estratégias de condicionamento térmico passivo (SORGATO, 2009) mas sem ser obrigatórias. As paredes e coberturas são caracterizadas termicamente a partir dos valores de transmitância térmica, atraso térmico e fator solar. (Quadro 4)

Quadro 4 - Transmitância térmica, atraso térmico e fator de calor solar admissíveis para cada tipo de vedação externa.

Vedações externas		Transmitância térmica - U W/m ² .K	Atraso térmico - ϕ Horas	Fator solar - FS _o %
Paredes	Leve	$U \leq 3,00$	$\phi \leq 4,3$	FS _o $\leq 5,0$
	Leve refletora	$U \leq 3,60$	$\phi \leq 4,3$	FS _o $\leq 4,0$
	Pesada	$U \leq 2,20$	$\phi \geq 6,5$	FS _o $\leq 3,5$
Coberturas	Leve isolada	$U \leq 2,00$	$\phi \leq 3,3$	FS _o $\leq 6,5$
	Leve refletora	$U \leq 2,30.FT$	$\phi \leq 3,3$	FS _o $\leq 6,5$
	Pesada	$U \leq 2,00$	$\phi \geq 6,5$	FS _o $\leq 6,5$

Fonte: Adaptado de NBR 15220 (ABNT, 2005)

A NBR 15575 (ABNT, 2013) estruturada em seis partes, adota praticamente as mesmas recomendações das propriedades térmicas da NBR 15220: transmitância térmica, absorvância e capacidade térmica dos elementos construtivos, mas não considera o atraso térmico e o fator solar. O critério de avaliação do desempenho térmico é realizado por meio

de valores limites de temperatura do ar no interior da edificação, para o verão e inverno. Os limites variam de acordo com escala de desempenho mínimo (M), intermediário (I) e superior (S) que mudam conforme a zona bioclimática. No Quadro 5 são apresentados os critérios de avaliação do desempenho térmico para condições de verão e inverno.

Quadro 5- Transmitância térmica e Capacidade térmica em base as zonas bioclimáticas.

Transmitância térmica U W/m ² .K		
Zonas 1 e 2	Zonas 3, 4, 5, 6, 7 e 8	
U ≤ 2,5	α ^a ≤ 0,6	α ^a > 0,6
	U ≤ 3,7	U ≤ 2,5
a - α é absorvância à radiação solar da superfície externa da parede.		

Capacidade térmica (CT) kJ/m ² .K	
Zona 8	Zonas 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7
Sem requisito	≥ 130

Fonte: Adaptado de CBIC (2013)

Ao contrário das normas tradicionais, a NBR 15575 define as propriedades fundamentais dos diferentes elementos da construção, independentemente do material utilizado. Balconi (2013) acrescenta, afirmando que a Norma “introduz novos fatores, como a definição da responsabilidade dos construtores, incorporadores, projetistas e usuários, bem como relaciona itens e avaliações essenciais para garantia de conforto e segurança na utilização do imóvel, independentemente do material utilizado.”

“A principal motivação dos agentes para a elaboração da Norma Brasileira de Desempenho de Edifícios é a criação de um ambiente técnico mais claro para o setor da construção, tornando a concorrência mais saudável, e proteger os usuários das habitações populares.” (URBAN LINS apud BORGES, 2012).

“A Norma também define vida útil e durabilidade, questões nunca antes presentes em outras normas brasileiras e define critérios e requisitos para o projeto levar em consideração os níveis que deverão ser assegurados.” (URBAN LINS apud SILVA, 2012).

No desenvolvimento desta monografia foram adotadas as recomendações das propriedades térmicas dos componentes construtivos sugeridas pela NBR 15220-3, densidade de massa aparente, condutividade térmica e calor específico.

2.8 Seleção de materiais

A escolha dos materiais a utilizar num contexto de construção sustentável não deve ser feita numa base causal dispensando uma abordagem global de todos os impactos ambientais causados pelo material. (TORGAL e JALALI, 2007)

Nota-se que, os bancos de dados existentes fundamentam-se sobretudo na metodologia de Análise do Ciclo de Vida (ACV) ou *Life Cycle Assessment (LCA)*. Esta técnica foi utilizada primeiramente em 1990 nos Estados Unidos e é definida como “o processo de avaliação dos impactos que um determinado material ou produto têm no ambiente ao longo do seu ciclo de vida” (TORGAL e JALALI, 2007).

Um tipo de ferramenta que merece destaque é o *Building for Environmental and Economic Sustainability (BEES)*, trata-se de um software desenvolvido pelo *National Institute of Standards and Technology (NIST, 2011)*, que propõe um modo racional e sistemático para a seleção de material construtivo baseado na ACV. A versão atual inclui dados de desempenho econômico e ambiental de aproximadamente 200 produtos. Combina valores médios como dados específicos, possibilitando a comparação entre produtos como também entre fabricantes (JOHN et al, 2007).

Segundo Torgal e Jalali (2007), “a aplicação generalizada de análises de ciclos de vida ao setor da construção, no caso particular dos materiais de construção, pressupõe antes de tudo a existência de levantamentos exaustivos sobre os impactos ambientais desses materiais ao longo da sua vida útil, algo que dificilmente pode ser extrapolado a partir de estudos realizados noutros países, devido a diferenças óbvias que se prendem com diferentes contextos tecnológicos e económicos. ”

2.8.1 Indicadores de Sustentabilidade para a Seleção de Materiais

Para a *Organization for Economic Cooperation and Development (OECS)*, um indicador deve ser entendido como um parâmetro, ou valor derivado de parâmetro que aponta e fornece informações sobre o estado de um fenómeno, com uma extensão significativa. (OECS, 1993)

Meadows (1998) afirma que a utilização de indicadores é uma maneira intuitiva de monitorar sistemas complexos, que a sociedade considera importantes e precisa controlar.

A seleção de materiais e componentes para a construção sustentável pode ser então definida como “a seleção de produtos com intuito de obter, através de um projeto, a redução dos impactos ambientais e o aumento dos benefícios sociais dentro dos limites da viabilidade econômica do empreendimento”. (JOHN, 2005)

De acordo com Van Bellen (2006), “os indicadores relacionados à avaliação de sustentabilidade têm de serem holísticos, representando diretamente as propriedades do sistema total e não apenas elementos e interconexões dos subsistemas, ” pois é impossível considerar todos os parâmetros.

A Tabela 4 apresenta a conceituação dos indicadores considerados para o estudo da sustentabilidade dos materiais isolantes térmicos desta pesquisa, organizados em ordem alfabética.

Tabela 4-Conceituação dos indicadores de sustentabilidade para a seleção de materiais

<i>Indicador</i>	<i>Conceituação</i>
1. Certificação e Rotulagem	“A certificação de materiais favorece a adoção de ciclos de menor impacto, o amparo às exigências de sistemas trabalhistas justos, práticas que garantam a qualidade do material, e a redução do uso de substâncias nocivas” (Bissoli-Dalvi et al, 2013 apud Turk, 2009).
2. Conteúdo reciclado	Um material pode ser constituído de resíduos da construção ou de outros tipos (como pó de pneu, casca de arroz, etc.). Através da reciclagem, as partes constituintes de um material podem ser separadas ou eventualmente não para originar novos produtos, que podem cumprir funções iguais ou diversas do primeiro material.
3. Desempenho térmico	“Os parâmetros de conforto térmico visam proporcionar edificações adequadas ao clima da região, além da economia de energia e a promoção da sensação de conforto ao usuário (Bissoli-Dalvi et al, 2013 apud Fanticlele, 2011).
4. Desempenho acústico	A absorção acústica minimiza a reflexão das ondas sonoras em um ambiente, e garante um isolamento que impede que a onda sonora passe de um ambiente a outro (Bissoli-Davi et al, 2013 apud Paes, 2008). “O material pode contribuir para que o ambiente esteja acusticamente ajustado aos níveis de conforto exigidos por determinadas atividades” (Bissoli-Dalvi et al, 2013 apud Alvarez e Souza, 2011).
5. Emissões	Existem diferentes tipos de emissões responsáveis pela poluição de solo, água e ar: radiações, materiais particulados, emissões gasosas e químicas e poluentes hídricos. A quantificação das emissões nem sempre é uma informação disponibilizada, o que pode representar um entrave ao projetista (Bissoli-Davi et al, 2013 apud John <i>et</i>

	<i>al.</i> , 2007).
6. Energia incorporada (EI)	É um parâmetro utilizado para comparar materiais em termos ambientais, quantificando a energia consumida durante o ciclo de vida do material, incluindo também outros fatores qual o transporte. Muitos estudiosos afirmam que é difícil obter informações para o estudo da EI porque raramente as informações necessárias estão disponíveis.
7. Geração e gestão de resíduos	A área da construção gera um volume expressivo de resíduos, por isso reduzir a geração e adotar sistemas de gestão são iniciativas que podem ser decididas não só por normas e legislações, mas por decisões projetuais.
8. Reaproveitável	Reaproveitar, ou reutilizar, significa prolongar a vida útil do material em aplicações iguais ou diferentes das originais, garantindo que não percam as suas propriedades, não sendo processado ou remanufaturado para outro uso (Bissoli-Davi et al, 2013 apud CHPS,2006).
9. Reciclável	Reciclável é aquele material que pode ser coletado, separado ou recuperado de resíduos sólidos e passa por processo de transformação para originar outro produto (Bissoli-Davi et al, 2013 apud CHPS, 2006). Necessita de tecnologia para a separação, o processamento e a transformação em um novo material (Bissoli-Davi et al, 2013 apud Wadel <i>et al.</i> , 2010).
10. Renovável	“Ser renovável significa que a reposição ou a regeneração acontece de forma contínua, sem a necessidade de passar por processos de transformação tecnológica, e o material pode ser utilizado sistematicamente sem risco de se esgotar. A opção por recursos renováveis é uma forma de evitar a extinção de certos materiais e ter uma oferta contínua de matéria-prima ou do próprio material” (Bissoli-Davi et al, 2013 apud Gonçalves e Duarte, 2006).

Fonte: Adaptado de BISSOLI-DALVI et al, 2013

Neste estudo foi considerado um grupo de indicadores agrupados em três dimensões:

- a) Dimensão ambiental;
- b) Dimensão funcional;
- c) Dimensão econômica.

Em cada dimensão podem ser avaliados os parâmetros apresentados na Tabela 5.

Tabela 5 - Parâmetros ambientais, funcionais e económicos aplicáveis em cada dimensão

INDICADOR	DIMENSÃO AMBIENTAL	DIMENSÃO FUNCIONAL	DIMENSÃO ECONÔMICA
1.Certificação e Rotulagem	- Redução de impactos ambientais	- Qualidade do produto e sua procedência	- Conscientização nos padrões de consumo
2.Conteúdo reciclado	- Redução da extração de recursos naturais. - Redução da poluição. - Redução das áreas de descarte. - Redução de impactos ambientais.	-	- Economia de energia. - Geração de renda.
3.Conteúdo de material reaproveitado	-Redução de recursos virgens - Redução de impactos ambientais - Redução quantidade de resíduos dispostos no meio ambiente.	-	- Economia de energia.
4.Comportamento ao fogo	-	- Adequação para situações específicas - Segurança	-
5.Custo	-	-	- Economia em favor do desempenho.
6.Desempenho térmico	- Redução de impactos ambientais.	- Aumento desempenho edificação - Conforto do usuário	- Economia de energia.
7.Desempenho acústico	-	- Aumento desempenho edificação - Conforto do usuário	-
8.Emissões	- Redução de impactos ambientais.	-	
9.Energia incorporada (EI)	Fatores que contribuem para a redução da EI: - Redução do número de processos - Procedência local - Baixo peso das cargas transportadas	-	- Redução de gastos.
11.Reaproveitável	- Redução da extração de recursos naturais - Redução dos impactos ambientais - Redução da geração de resíduos	- Propício a mudança de uso	- Economia nos custos por evitar a compra de novos materiais

12. Reciclável	- Redução das áreas de descarte - Redução dos impactos - Redução da extração de recursos naturais	- Propício a transformação em outros materiais	Geração de renda
13. Renovável	- Oferta contínua de matéria-prima ou do material - Redução da extração de recursos naturais	-	-

Fonte: Adaptado de BISSOLI-DALVI et al, 2013

A seleção de materiais relaciona-se com a dimensão ambiental quando favorece, por exemplo, a redução dos impactos ambientais, do consumo de matérias-primas e das emissões e uso de componentes renováveis. (BISSOLI-DAVI et al, 2013 apud MACÍAS e NAVARRO, 2010) Quanto à dimensão econômica, esta relação é impulsionada quando o material é economicamente acessível para o empreendedor e para o usuário, favorece a geração de renda, proporciona economia nos custos, entre outros (BISSOLI-DAVI et al, 2013 apud JOHN et al., 2007).

Como já evidenciado por alguns autores, os indicadores relacionados à dimensão ambiental apresentam destaque nos estudos sobre a sustentabilidade. Nota-se, ainda, que todos os indicadores são importantes e devem ser analisados para a compreensão global da sustentabilidade dos materiais. (BISSOLI-DALVI et al, 2013 apud JOHN et al., 2007 e MATEUS e BRAGANÇA, 2011).

2.9 Estudo de caso

Um estudo de caso foi realizado na cidade de Curitiba - PR, que segundo o Anexo A da NBR 15.220-3, encontra-se na zona bioclimática 1; para a compreensão do isolamento térmico proporcionado pela vedação vertical usualmente utilizada nesta região.

Como mostra na Carta Bioclimática *Analysis Bio* (Figura 4), a região apresenta uma condição de desconforto de 80% das horas do ano, e a massa térmica combinada ao aquecimento solar é necessária em 42,8% do ano. Ainda exige que seja utilizado o aquecimento solar passivo para proporcionar conforto em 18,9% do ano. O sombreamento é recomendado nas edificações e em suas aberturas somente no verão, por ser necessário em apenas 23,2% das horas do ano. Estes dados são ilustrados na Figura 5.

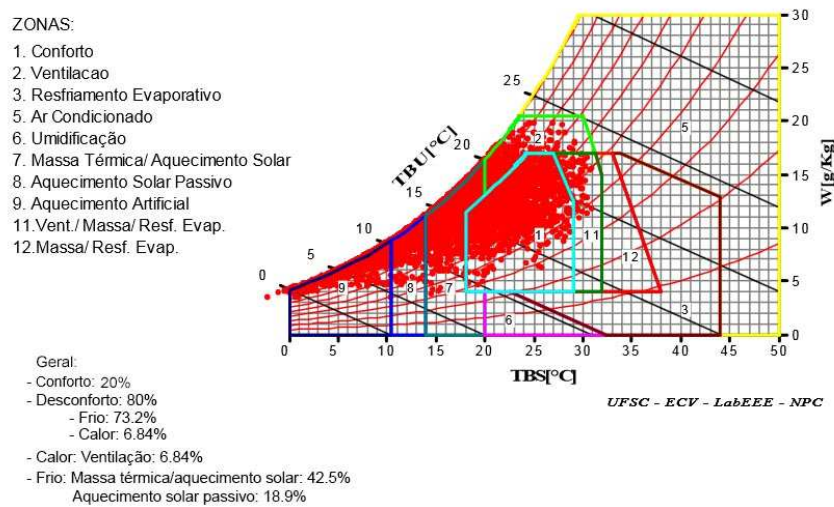


Figura 4– Carta bioclimática da cidade de Curitiba – PR

Fonte: Adaptado de *Analysis Bio*, 2013

Sucessivamente, para caracterizar as diretrizes técnico-construtivas do projeto arquitetônico, pode-se utilizar o *software* ZBBR que, de acordo com as recomendações da NBR 15.220 estabelece Curitiba como ZB1, clima frio com necessidade de ações decisivas parede (Figura 5).

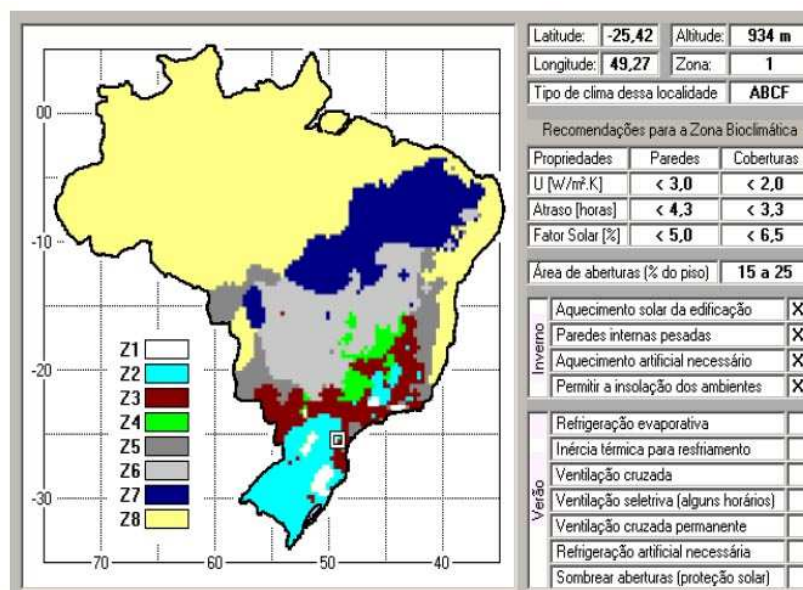


Figura 5- Classificação Bioclimática para a cidade de Curitiba – PR

Fonte: *Software* ZBBR

Na NBR 15.220-3, pode-se observar os parâmetros necessários para o desempenho da edificação, densidade de massa aparente, condutividade térmica e calor específico de cada material de construção, incluindo materiais isolantes; e também pode-se analisar a transmitância térmica, a capacidade térmica e o atraso térmico de alguns exemplos de parede e cobertura.

Sabendo que a cidade de Curitiba está localizada na zona climática 1, os requisitos estabelecidos da NBR 15.220 são: o valor de Transmitância térmica de paredes externas deve ser inferior ou igual a 2,5 ($\text{W}/\text{m}^2\cdot\text{K}$), o valor da Capacidade térmica deve ser maior ou igual a 130 ($\text{kJ}/\text{m}^2\cdot\text{K}$) e a área mínimas de aberturas para ventilação que na zona 1 devem ser maiores ou iguais a 8% da área do piso.

Como parâmetro de comparação foi escolhida um exemplo de parede (Figura 6) cujos materiais são tradicionalmente utilizados na maioria das construções e facilmente fornecidos pelo mercado brasileiro. Neste exemplo foi escolhido um tijolo 6 furos quadrados, assentados na menor dimensão. A dimensão do tijolo é 9,0 x 14,0 x 19,0 cm, a espessura da argamassa de assentamento é de 1,0 cm e a espessura da argamassa de emboço é de 2,5 cm. A espessura total da parede é de 14,0 cm, como demonstra a Tabela 6.

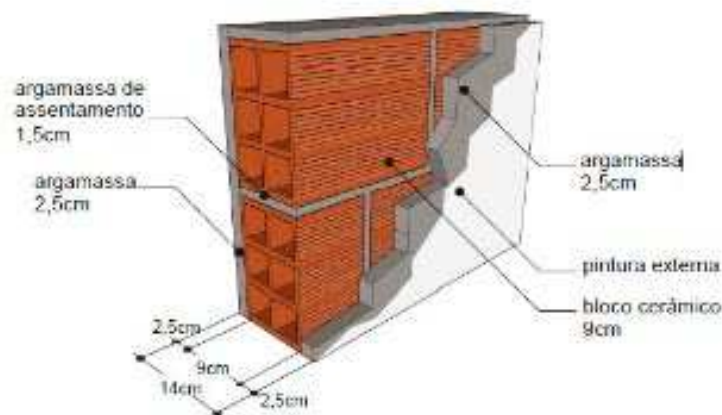


Figura 6- Imagem ilustrativa da parede externa

Fonte: Catálogo de Propriedades Térmicas de Paredes e Coberturas, UFSC/LabEE (V.5),

2011

Tabela 6 - Descrição materiais da parede externa, baseado nos dados da NBR 15.220.

Componente construtivo	Descrição (cm)	U	Ct	R	λ	ρ
Paredes Externas (Espessura total 14 cm)	Tijolo 6 furos quadrados (9) assentados na menor dimensão	2,28	167	0,04	0,90	1427
	Argamassa de revestimento (2,5)				1,15	2000

Fonte: Adaptado de Catálogo de Propriedades Térmicas de Paredes e Coberturas, UFSC/LabEE (V.5), 2011

Com todos os dados disponíveis, podem-se escolher todas as diretrizes e as soluções técnicas e arquitetônicas pela construção hipotética na cidade de Curitiba, redimensionar a área das aberturas para ventilação permitindo a incidência solar durante o período frio, paredes externas leves, coberturas leve isoladas e alterar as características térmicas ou a absorvidade da parede.

3. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Para a criação de um banco de dados de materiais isolantes térmicos não convencionais, é necessário entender, em primeiro lugar, as exigências dos profissionais na área da construção civil. Com este objetivo, foi aplicado um questionário a uma amostra da população de 43 indivíduos determinada sem discriminação de idade, sexo e renda, sendo especificamente definida para profissionais brasileiros da área de arquitetura e engenharia.

Para o banco de dados, foram elaborados quadros com base na origem dos materiais, no tipo convencional ou não convencional, com as características decididas em base aos indicadores de sustentabilidade, conforme modelos abaixo (Quadro 6, 7 e 8).

Quadro 6– Características funcionais

ORIGEM VEGETAL							
NÃO CONVENCIONAIS / CONVENCIONAIS							
Densidade (ρ) (kg/m ³)	Condutibilidade Térmica (W/(mK))	Resistência compressão (kPa)	Calor Específico (J/(kg K))	Resistência ao fogo	Absorção Sonora (dB)	Barreira vapor (μ)	Temperaturas máxima de serviço °C

Fonte: A autora

Quadro 7 - Outras Características

ORIGEM VEGETAL			
NÃO CONVENCIONAIS / CONVENCIONAIS			
Aplicações	Formato	Fontes	Custo

Fonte: A autora

Quadro 8–Características ambientais.

ORIGEM VEGETAL			
NÃO CONVENCIONAIS / CONVENCIONAIS			
Energia Embutida (MJ/kg) (kWh/kg) (kWh/m)	Características Ambientais	Potenciais riscos para a saúde	Normativas e Certificações

Fonte: A autora

4. RESULTADOS

4.1 Questionário

Foram propostas nove perguntas, com a maioria de escolha múltipla. As respostas obtidas foram sistematizadas em gráficos e quadros. (Ver Apêndice A)

Para as questões que envolvem o conhecimento a respeito da norma NBR 15.575 aprovada recentemente, 75% dos profissionais afirmaram não ter conhecimento sobre os parâmetros mínimos exigidos pela norma, contra apenas 25% que afirmam conhecer os critérios.

Porém, os profissionais confirmaram, em 42%, que o uso de materiais isolantes térmicos aumenta a eficiência energética e conforto térmico das edificações.

Parâmetros, tais como custo, qualidade, durabilidade, sustentabilidade, propriedades térmicas e aparência do produto tiveram indicação praticamente equilibrada, com pouca variação de porcentagem (Figura 7), os profissionais indicaram o custo como principal critério, perfazendo um total de 20% contra um 17% das propriedades térmicas.

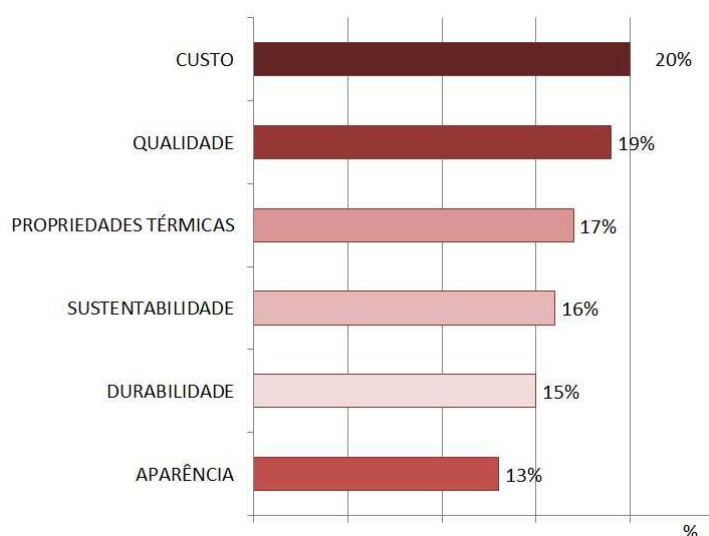


Figura 7– Critérios de comparação para escolha material de construção

Fonte: A autora

Do total dos entrevistados, 86% afirmaram que existe uma dificuldade na busca e comparação de materiais isolantes térmicos e os dados da Figura 8 demonstram que a

existência de uma ferramenta de catalogação e comparação de materiais isolantes térmicos pode ser útil principalmente para se obter maior clareza das características técnicas dos materiais, conforme 30% dos profissionais. Em seguida, 25% afirmam que a busca seria mais fácil e rápida e uma ferramenta comparativa poderia aumentar o conhecimento sobre novos materiais no mercado, segundo 21% dos entrevistados. Ainda deve ser considerado que 45% dos profissionais consulta a internet para a escolha dos materiais de construção, seguido das lojas de construção.

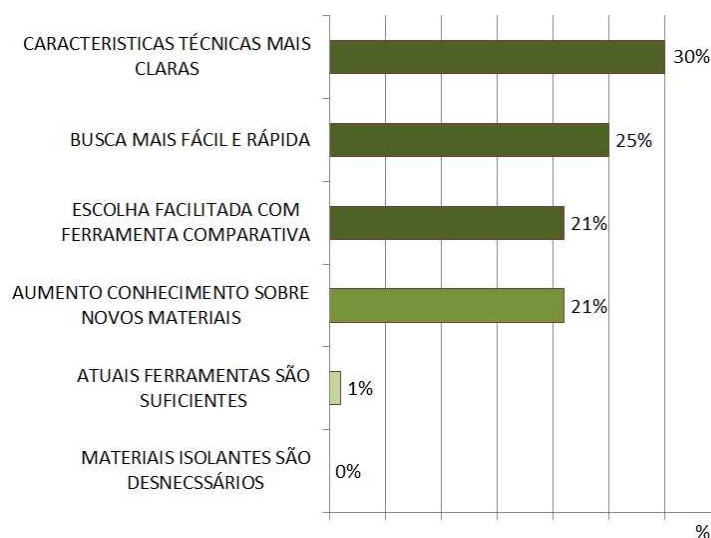


Figura 8– Proposta de uma ferramenta de catalogação e comparação de materiais isolantes térmicos

Fonte: A autora

A análise dos questionários e a comparação de alguns resultados conduzem a identificação de pontos de deficiência de informação, ausência de orientação e a aplicação de uma cultura de conceitos pré-estabelecidos.

Pode-se concluir que, existe um conhecimento dos entrevistados em relação a importância do isolamento térmico nas edificações brasileiras mas, ao mesmo tempo, existe também uma dificuldade no momento da escolha de um material. Uma ferramenta de catalogação e comparação de materiais isolantes térmico, com características e informações pertinentes, disponibilizada na internet, poderia facilitar e acelerar o processo de escolha.

4.2 Banco de Dados de Materiais Isolantes Térmicos Não Convencionais

Para a elaboração do banco de dados foram pesquisados materiais isolantes térmicos disponíveis no mercado internacional e também materiais em fase de desenvolvimento.

Estes materiais foram divididos segundo a classificação descrita no item 2.6. Conforme citado anteriormente, o banco de dados desenvolvidos nesta pesquisa é dividido de acordo com a origem de cada material:

- a) Vegetal (Apêndice B);
- b) Animal (Apêndice C);
- c) Mineral (Apêndice D);
- d) Sintética (Apêndice E);
- e) Composta (Apêndice F).

Entre os materiais escolhidos, destaca-se, por exemplo, o Cânhamo (*Cannabis Sativa*), usado na fabricação de velas e cordas desde o século V a.C. e matéria-prima para a produção de tecidos para vários milênios. A sua disponibilidade é muito elevada, é uma planta que se adapta a diferentes tipos de terreno. Os painéis disponíveis são compostos de 10% ou 15% de fibras de poliéster ou com o ácido polilático (PLA), polímero natural derivado de milho. No entanto, os valores de condutividade atingem cerca de 0,045 W/mK , semelhantes aos de muitos materiais sintéticos e os valores de CO₂ produzidos na fabricação são interamente reabsorvidos.

Outro exemplo de material inovativo é criado com as raízes de um fungo, o Micélio. O material de isolamento é feito a partir de resíduos agrícolas compostáveis, unidos pelo micélio. Ele substitui as espumas derivadas do petróleo usualmente utilizadas. As raízes, em poucos dias, crescem no espaço intermediário da parede e depois de um mês secam, criando uma membrana. O material obtido é semelhante à celulose, mas ao contrário deste último, o micélio é capaz de crescer e selar cada furo. Outro aspecto relevante é que ele é naturalmente resistente a fogo, sem que seja necessário adicionar substâncias retardantes de chama.

Uma situação semelhante ocorre no caso da lã de ovelha, que juntamente com penas de ganso, formam um dos poucos materiais isolantes de origem animal. É um material com disponibilidade ilimitada, que atinge níveis de condutividade de 0,04 W/mK , comparáveis aos do poliestireno.

O campo dos isolantes térmicos foi, também, influenciado pelo desenvolvimento tecnológico de outras áreas; isto fica evidente, principalmente, nos materiais de origem sintética.

Os painéis isolantes à base de aerogel foram desenvolvidos pela NASA para a *Mars Path Finder* em 1996, como isolamento térmico para proteger os equipamentos robóticos no planeta Marte. Este tipo de tecnologia oferece várias vantagens em comparação com os tradicionais isolamentos térmicos, particularmente na melhoria da eficiência energética do patrimônio habitacional existente. Consiste em mais de 98 % de ar e o restante de dióxido de silício. O material inicial é um gel a partir do qual é subtraída a água e substituindo-a com ar, sem comprometer as ligações químicas. O resultado é o material mais leve e resistente conhecido atualmente, capaz de atingir níveis de isolamento térmico iguais a $0,017 \text{ W/mK}$.

Outros materiais isolantes térmicos com alta performance são os *Vacuum Insulation Panels* (VIP), que baseiam a sua eficácia com a presença do vácuo em seu interior. O princípio básico é semelhante ao da garrafa térmica, a parte mais importante é o núcleo, geralmente de espuma, a partir da qual é subtraído o ar, e em seguida fechado num recipiente hermético de alumínio, o qual impede a penetração de ar. O rompimento do alumínio significaria a perda de desempenho, e é por esta razão que, o VIP, é incorporado numa espécie de cápsula de proteção. Nascido na indústria de refrigeração, ainda não são muito difundidos por causa dos altos custos e da delicadeza na utilização, mas são capazes de atingir um nível de isolamento igual a de $0,003 \text{ W/mK}$ (valor inalcançável para qualquer outro isolante).

Os materiais *Phase Change Materials* (PCM) tem a característica de serem capazes de responder aos estímulos externos alterando o estado de sólido para líquido, absorvendo e mantendo o calor e evitando a propagação de fora para dentro. Este é o mesmo efeito da onda de calor típica de uma parede de pedra, com a diferença de que podem ser usadas espessuras muito menores com os PCM. Durante a passagem de fase, o material permanece em uma temperatura quase constante, evitando por exemplo o superaquecimento. Ainda neste caso, esses materiais são utilizados como isolamento térmico em uniforme de astronautas, não apenas pelo seu alto desempenho, mas também pela espessura em que podem ser aplicados.

Fazem parte deste grupo também os *Transparent Insulation Materials* (TIM) que combinam as suas características isolantes com a característica de serem, parcialmente,

transparente. Em geral, são constituídos de vidros duplos com uma camada central de elementos fibrosos como fibras de vidro. A presença destes filamentos ajuda a isolar termicamente o interior e, ao mesmo tempo, funciona como filtro difusor de luz, isso faz com que o TIM seja particularmente adequado para ambientes que necessitam de luz natural e um bom isolamento. Os TIM não atingem níveis de isolamento equivalentes a outros materiais, um valor médio de cerca de 1,3 W/mK, mas pode-se destacar a sua característica de ser tanto isolante quanto semi-transparente.

Também inovadores, os isolantes reflexivos, desenvolvidos pela NASA mais de 40 anos atrás, como uma proteção contra a radiação solar para naves espaciais. São constituídos de multicamadas de películas reflexivas alternadas com camadas de separação (rebatidas, espuma, lã de ovelha). A sua principal característica térmica é a capacidade de limitar a transferência de energia pela radiação, convecção, condução e mudança de estado. O isolante térmico multirifletivo, cientificamente concebido e desenvolvido em laboratório, é o resultado da combinação de vários componentes, com as propriedades intrínsecas de cada um deles e colocando-os em relação ao desempenho térmico e a aplicação (telhados, sótãos, paredes e pisos). A sua aplicação crescente na construção civil resulta da análise de alguns dados, de 65% a 80% de transmissão de calor é devido à irradiação. Para isto é preciso acrescentar que os comuns materiais isolantes térmicos ajem na condução e na convecção mas não na irradiação. Então, a presença de um material isolante reflexivo, associado com uma cavidade de ar, atinge níveis de isolamento igual a 0,03 W/mK.

4.3 Análise comparativa

Neste item é realizada uma análise comparativa, exemplificado o uso do banco de dados por um profissional da construção civil na escolha de um material.

No banco de dados, os materiais foram classificados em suas respectivas categorias, sendo sinalizado o material com melhor performance com um símbolo indicativo (Figura 9)

O profissional pode escolher a categoria que pretende priorizar na sua escolha, e banco de dados mostra a ele, por meio de símbolos, o melhor material para cada categoria.

Neste item, foi exemplificado este processo, adotando algumas categorias como modelos em relação as demais (Quadro 9-10-11). Este procedimento pode ser realizado para todos os quesitos apresentados; porém, neste item, devido à grande quantidade de categorias, este processo completo não foi efetuado para evitar uma extensão exagerada deste exemplo.



Figura 9– Símbolos de sinalização quanto a melhor classificação para: condutividade térmica, resistência ao fogo e conteúdo reciclado.

Fonte: A Autora

Quadro 9 – Materiais com melhor condutividade térmica

Melhor Condutividade Térmica (W/mk)				
ORIGEM VEGETAL	ORIGEM ANIMAL	ORIGEM MINERAL	ORIGEM SINTÉTICA	ORIGEM COMPOSTA
1.Fibras de milho	1. Lã de ovelha	1.Aerogel em espuma	1. Aerogel sem sílica	1. Cortiça com pneus reciclado
0,0364	0,039	0,018	0,010	0,033

Fonte: A Autora

Quadro 10 – Materiais com melhor resistência ao fogo

Melhor Resistente ao fogo				
ORIGEM VEGETAL	ORIGEM ANIMAL	ORIGEM MINERAL	ORIGEM SINTÉTICA	ORIGEM COMPOSTA
1.Paineis de Fungos (Micelio)	1. Lã de ovelha	1. Silicato de cálcio	1.ETFE (Ethylene tetra flouro ethylene)	1.Madeira - Barreira Vapor - Lã De Rocha
Produzido com fungos Michelio. Em três meses crescem e são prontos para ser utilizados.		Capaz de regular a umidade absorvendo o excesso de água. Assim aumenta a sensação de conforto do ambiente.	Polímero termoplástico que contém átomos de flúor, que cria resistência a choque térmico e ataque químico. Vida útil maior de 20 anos.	50% Fibras de tecidos reciclados e 50% fibras de poliéster. Absorve a umidade do 7%
EUROCLASSE A	EUROCLASSE B2	EUROCLASSE A1	EUROCLASSE A1	EUROCLASSE A1

Fonte: A Autora

Quadro 11 – Materiais com melhor conteúdo reciclado

Melhor Conteúdo Reciclado				
ORIGEM VEGETAL	ORIGEM ANIMAL	ORIGEM MINERAL	ORIGEM SINTÉTICA	ORIGEM COMPOSTA
1.Paineis de Tecidos prensados	—	1.Painel de vidro com gesso e cimento	1. Painel de lã de PET	1. Painel de tecido com poliéster
Painel formado de resíduos industriais de fibras de tecidos com fibras de algodão, a composição é de 15% de material natural virgem e 85% de material de descarte.		Grânulos compostos de 80% por resíduos de vidro derivado de garrafas e lã de vidro a partir da demolição de edifícios e elementos da recuperação da indústria automotiva.	Possui no mínimo 40 % de PET reciclado na sua composição. Cada m ² consome aproximadamente de 30 a 50 garrafas PET.	50% Fibras de tecidos reciclados e 50% fibras de poliéster. Absorve a umidade do 7%

Fonte: A Autora

4.4 Comparação de uso de material isolante na parede do estudo de caso.

Para demonstrar a efetividade do uso de isolantes térmicos não convencionais é proposto neste item a escolha de um isolante térmico por meio do banco de dados proposto.

O profissional pode escolher entre utilizar um dos materiais propostos pela NBR 15.220, classificados, conforme a esta pesquisa, como materiais convencionais. Ou pode levar em consideração as informações ambientais e energéticas esclarecidas neste estudo e escolher um material isolantes térmico mais sustentável, classificados como não-convencional.

Neste estudo de caso, foi pressuposto que o profissional, com pedido do cliente, escolha um material com seguintes características:

- Certificação ambiental
- Bom desempenho térmico
- Bom desempenho acústico.

Conforme o estudo realizado nesta monografia, foram propostos, devidos às características de sustentabilidade, materiais isolantes térmicos sustentáveis catalogados num banco de dados para facilitar a escolha. Analisando todos os dados, pode-se optar para um painel formado das fibras de milho, resíduos de agricultura, como exemplo para este estudo de caso.

O painel é formado 100% de fibra de milho, obtida a partir da extrusão e depois fiação do ácido poliláctico *Polylactic Acid* (PLA), um polímero de ácido láctico, obtido a partir da fermentação controlada de espigas de milho. O PLA tem o *Limit Oxygen Index* (Índice Limite de Oxigênio, ILO) de aprox. 26, o que faz com que o torne naturalmente um retardador de chama, com uma baixa emissão de fumaça durante a combustão.

A certificação ANAB/ICEA (*Associazione Nazionale Architettura Bioecologica/ Istituto per la Certificazione Etica e Ambientale*) garante a biodegradabilidade do material, a presença de componentes não perigosas pela saúde humana e o ambiente, como também garante um processo produtivo com redução de consumo energético e baixas emissões.

A fibra de milho, uma vez que atinge o fim do seu ciclo de vida, pode ser facilmente eliminada porque 100% biodegradável. Foi comprovado que a água do mar e a terra, que contem micro-organismos, podem transformar a fibra de milho em gás carbônico e água em dois ou três anos. O descarte de um painel de fibra de milho é o mesmo que a parte orgânica do lixo doméstico, da compostagem. (Figura 10)

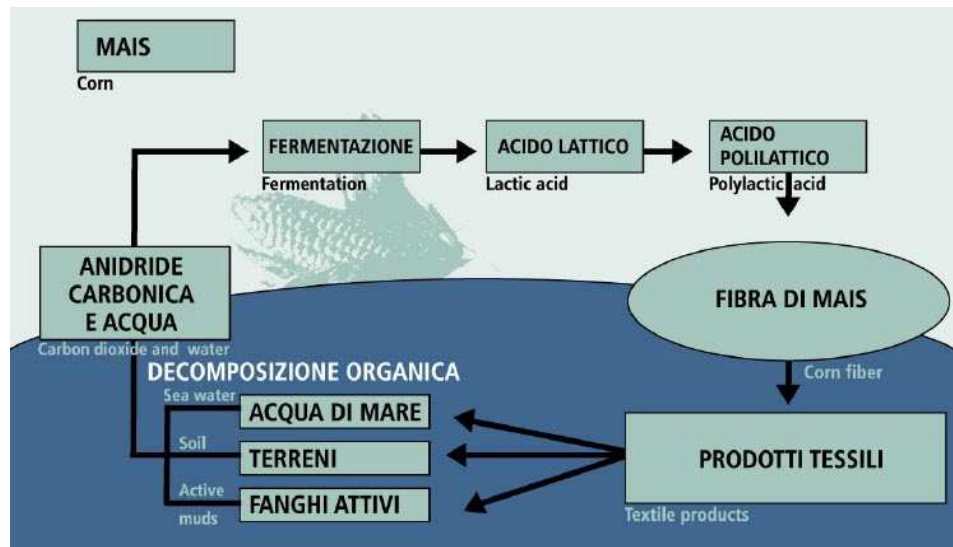


Figura 10- Imagem ilustrativa do ciclo de vida da fibra de milho

Fonte: Catálogo ANAB/ICEA

Podem-se observar na Quadro 12 as características técnicas relevantes procuradas neste estudo de caso hipotético.

Quadro 12 - Características técnicas Painel de Fibra de milho.

	FIBRAS DE MILHO
Espessura	20 – 60 mm
Densidade	20 – 40 Kg/m ³
Condutibilidade Térmica	Com Densidade 40 Kg/m ³ : 0,0364 W/mK
Resistência ao Fogo	Boa
Absorção Sonora	52,8 dB
Efeito como Barreira Vapor	3,11 μ
Temperaturas Máxima de Serviço	90 °C

Potenciais riscos para a saúde	Não Tóxico, nem na fase de produção, nem em fase de colocação
Características Ambientais	Biodegradável 100%, Reutilizável, Reciclável
Aplicações	Piso, Paredes Externas, Parede Internas, Tetos, Coberturas.
Normativas e Certificações	Anab-Icea

Fonte: A autora com base nos dados de FASSI e MAINA, 2009

Na realidade brasileira, o cultivo do milho faz parte da atividade agrícola mais intensificada no sul do país. É um material abundante, o que lhe confere um interesse adicional. Os estudos confirmam o potencial do uso do milho como alternativa ecológica e sustentável de isolamento térmico de edificações. (PAIVA et al., 2012)

A busca de possíveis aplicações deste material pode despertar a criação de eventuais empresas, criando empregos em regiões populacional e economicamente desfavorecidas.

4.4.1 Desempenho Térmico com Isolante de Fibra de Milho

O exemplo proposto é uma parede formada por tijolos 6 furos quadrados, assentados na menor dimensão de dimensão 9,0 x 14,0 x 19,0 cm, a argamassa de emboço escolhida, com espessura de 2,5 cm, é de cal. O isolante térmico de fibra de milho com espessura de 4 cm e um chapa de compensado de 3,5 cm. A espessura total da parede é de 21,5 cm.

Observa-se na Tabela 7 que a utilização de materiais definidos como sustentáveis, como por exemplo uma argamassa de cal, um isolante térmico em fibra de milho e um painel de compensado, podem melhorar o desempenho térmico de uma edificação, alcançando melhores valores técnicos do que uma parede com materiais convencionais, e respeitando os novos parâmetros de sustentabilidade atuais, regulamentados pela NBR 15.575.

Comparando-se os resultados da Tabela 6 com os valores da Tabela 7, percebe-se que, com a adição do painel de fibra de milho, a transmitância térmica passou de 2,28W/m²K para 0,543 W/m²K; melhorando consideravelmente o desempenho térmico da parede.

Tabela 7 - Descrição materiais da parede externa com outros materiais

Componente construtivo	Descrição (cm)	U	Ct	R	λ	ρ
Paredes Externas (Espessura total 21,5 cm)	Tijolo 6 furos quadrados (9) assentados na menor dimensão	0,543	-	1,841	0,90	1427
	Argamassa de revestimento de cal (2,5)				0,8	1600
	Isolante térmico de fibra de milho (4)				0,0364	40
	Painel de compensado (3,5)				0,12	650

Fonte: A autora com base nos dados de Instituto Nacional de Tecnologia (INT)

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O impacto gerado por uma edificação depende, em grande parte, dos materiais utilizados na sua construção. Esses materiais podem causar, além de impacto ao meio ambiente, danos à saúde dos usuários. Além do impacto ambiental gerado pela produção dos materiais, deve-se considerar ainda, o seu desempenho em relação a diversos aspectos projetuais (acústico, térmico, resistência ao fogo, etc.). Por isso, existe uma grande importância na análise dos materiais escolhidos para a construção.

Não existe um material melhor do que os outros em todas as categorias de estudo. Para cada aplicação podem existir uma variedade de soluções que garantem o mesmo desempenho: o melhor material de isolamento para cada aplicação é aquele capaz de otimizar as suas características de acordo com o desempenho exigido.

A escolha de materiais e dos produtos na área da construção é de responsabilidade tanto do projetista, quanto do fabricante. Para o fabricante, deve existir uma preocupação em desenvolver produtos de menor impacto ambiental e melhor desempenho, visando a melhor qualidade do seu produto e das edificações que ele vai compor. Já para o projetista, é necessária a atenção no momento de seleção dos materiais que vão compor seus projetos; exigindo dos fabricantes, produtos de melhor qualidade.

Para demonstrar a importância e eficiência do isolamento térmico em uma edificação, comparou-se o desempenho de uma parede em alvenaria revestida em argamassa com uma revestida com um painel em fibras de milho e um painel compensado; por meio dos critérios estabelecidos na NBR 15.220. O resultado desta análise foi que o uso do painel de fibras de milho melhorou o desempenho térmico da parede de maneira a esta atingir os parâmetros mínimos, referentes a desempenho térmico, requisitados pela norma. A partir deste resultado pode-se concluir que: o isolamento térmico é importante para que haja conforto do usuário na edificação; e que, ao contrário do senso comum, painéis de materiais não-convencionais podem garantir o desempenho adequado aos requisitos das normativas brasileiras.

Além disso, neste estudo, viu-se que um dos grandes problemas relacionados a seleção dos materiais isolantes é relacionado a dificuldade que os profissionais enfrentam no momento de compará-los; e que o acesso a um banco de dados facilitaria este processo e deixaria mais claro os aspectos técnicos desses materiais.

O banco de dados proposto é uma tentativa de facilitar, disponibilizando-o de forma gratuita, a seleção e comparação de materiais sustentáveis. De modo a incentivar, por meio da

eliminação do obstáculo da comparação, o uso de materiais isolantes térmicos sustentáveis. Esta ferramenta, além de facilitar a comparação e classificação entre estes materiais, realiza a catalogação de diversos produtos inovadores e outros em processo de pesquisa; possibilitando o aumento do conhecimento em relação as recentes tecnologias pelos profissionais.

Espera-se que, com a presença deste banco de dados, a escolha e comparação de materiais sustentáveis seja facilitada, que estes gêneros de produtos seja utilizado com mais frequência no contexto brasileiro e que a qualidade das edificações aumente, na proporção que seu impacto ambiental diminua.

Visto que, nesta pesquisa, foram catalogados vários materiais isolantes térmicos com base em diversas características não foi possível, devido a abrangência deste estudo, relacionar detalhadamente os valores de custo para cada material. Portanto, como sugestão para pesquisas futuras, aconselha-se a comparação de valores de custos e de características técnicas para materiais isolantes térmicos sustentáveis.

Outro fator relevante para pesquisas futuras, é a busca por materiais isolantes térmicos no contexto nacional. Nesta pesquisa, foi encontrado apenas um material (Lã de Pet) produzido no Brasil que se encaixasse no escopo deste estudo.

REFERÊNCIAS

AGENDA 21 BRASILEIRA: ações prioritárias. **Comissão de Políticas de Desenvolvimento Sustentável e da Agenda 21 Nacional**. 2. ed. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2004.

ANIT (ASSOCIAZIONE NAZIONALE ISOLAMENTO TERMICO E ACUSTICO NAZIONALE) **Manuale Usa e Isola**. Milano, 2010

ABNT (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICA). **NBR 15575:2013** Norma Técnica de Desempenho. Rio de Janeiro, 2013

ABNT (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICA). **NBR 15220:2005** Norma Técnica de Desempenho Térmico de Edificações. Rio de Janeiro, 2005

BALCONI, L. R.; **Novas regras para o setor da construção civil**. Disponível em: <http://jus.com.br>. Acesso em: Janeiro de 2014

BARBOSA, N. P. **Considerações sobre materiais de construção convencionais e não-convencionais**. João Pessoa, junho de 2005

BEN (BALANÇO ENERGÉTICO NACIONAL). **Balanço Energético Nacional**: Relatório Nacional de balanço energético ano 2013. Rio de Janeiro, 2013

BISSOLI-DAVI, M.; ENGEL DE ALVAREZ, C.; OLIVERIA HOFMAN I.; SAELZER FUICA, G. **Sistematização de indicadores de sustentabilidade como ferramenta auxiliar ao projetista na seleção dos materiais de construção**. Arquitetura revista. Vol.9, n.2, p.99-111, 2013

BOGO, A.J., PEREIRA, F.O.R **Considerações bioclimáticas para o projeto de habitações no estado de Santa Catarina**, Anais do CTHAB BRASIL – I Congresso Brasileiro sobre Habitação Social – Ciência e Tecnologia. Florianópolis. (2003)

BRAGANÇA. L.; MATEUS, R. **Sustentabilidade de soluções construtivas**. Braga, Portugal (2011)

BRASIL. MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **Balanço Energético Nacional 2005**. Disponível em: <http://www.mme.gov.br>. Acesso em: Fevereiro de 2014.

CBIC (CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO). **Câmara Brasileira Da Indústria Da Construção**, Guia orientativo para atendimento à norma ABNT NBR 15575/2013. Brasília 2013.

CBCS (CONSELHO BRASILEIRO DE CONSTRUÇÃO SUSTENTAVÉL) **Condutas de Sustentabilidade no Setor Imobiliário Residencial**. Disponível em: <http://www.cbcs.org.br/website>. Acesso em: Janeiro de 2014.

CONTI, C.; ROSSETTI, M. **Development and Technological Innovation of Thermal Insulators in the Building Industry**. 20th IAPS Conference, 2008

CURCI, R.; WEISS, A. **Quem sustenta a sustentabilidade?** Revista Sustentação, São Paulo, p. 9-12. /set. 2008.

EGEA (EDILIZIA GESTIONE AMBIENTE) **Fonti di inquinamento indoor**. Disponível em: <http://www.egeasrl.it/biopagine/indoor.htm>. Acesso em Fevereiro de 2014.

FARAH, F.; VITTORINO F. **Edificações: ampla sustentabilidade**. Técnica, São Paulo, v. 14, n. 111, p. 56-60, julho 2006

FASSI, A.; MAINA, L. **L'isolamento ecoefficiente – Guida all'uso di materiali naturali**. Itália, 2009

FROTA, A. B. & SCHIFFER, S. R. **Manual de Conforto Térmico**. São Paulo, Nobel, 1ª edição. 1988

GALBUSERA, G.; MAMMI, S. **Limiti di legge per i materiali isolanti**, Arquetipo Il sole 24 ore, 2008

HARDI, P.; BARG.S. **Measuring sustainable development: review of current practice**. Winnipeg: IISD, 1997

HEUSER, C.A. **Projeto de banco de dados**. Sagra Luzzatto, 1998

ICE (INVENTORY OF CARBON E ENERGY). **Inventory Of Carbon E Energy**. University of Bath, 2008

ISAIA G.C. **Materiais de Construção Civil e Princípios de Ciência e Engenharia de Materiais**. Ibracon, 2007

ISAIA, G.C. **Questões de ensino e pesquisa na durabilidade das estruturas de concreto**. Revista de Ciência e Tecnologia de Materiais de Construção Civil. Porto Alegre, v.2, n.2, 2005

JELLE, B.P.; **Traditional, state-of-the-art and future thermal building insulation materials and solutions- Properties, requirements and possibilities**. Revista Energy and Buildings, 2011

JOHN, V.M. **Materiais de construção e o meio ambiente**. São Paulo: Ibracon, 2007

KAYNAKLI, O. **A review of the economical and optimum thermal insulation thickness for building applications**. Renewable and Sustainable. Energy Reviews. V. 16, p.415-425. 2012.

LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; RUTTKAY PEREIRA, F.O. **Eficiência Energética na Arquitetura**. São Paulo, 1997

LAMBERTS, R.; TRIANA, A.; FOSSATI, M.; OLIVEIRA BATISTA, J. **Sustentabilidade nas edificações: Contexto Internacional e algumas referências brasileiras na área.**

LAMBERTS, R. **Desempenho térmico de edificações residenciais unifamiliares ventiladas naturalmente.** Florianópolis, 2009

LAMBERTS, R.; GARNICA, M. **Diretrizes construtivas utilizando o zoneamento bioclimático brasileiro.** Laboratório de Eficiência Energética em Edificações, UFSC

LAURIA, A. **I materiali ecocompatibili.** Unifi. Firenze, 2013

MANZINI, E; VEZZOLI, C. **O Desenvolvimento De Produtos Sustentáveis, Os requisitos ambientais dos produtos industriais.** São Paulo, 2005

MEADOWS, D. **Indicators and informations system of sustainable development.** Hartland Four Corners: The Sustainability Institute, 1998

OECD (ORGANIZATION FOR ECONOMIC COOPERATION AND DEVELOPMENT). **Organization for Economic Cooperation and Development: core set of indicators for environmental performance reviews; a synthesis report by the group on the state of the environment.** Paris: OECD, 1993

PATTI, F. **Isolamenti Termici per l'edificio.** Rimini, 2012

PAIVA, A.; PINTO, J.; BOAVENTURA-CUNHA, J.; LANZINHA, J.; PEREIRA, S.; BRIGA-SA, A.; VARUM, H. **Materiais e sistemas de construção sustentáveis.** Portugal, 2012

TORGAL, F.; JALALI, S. **Construção sustentável: o caso de materiais de construção.** Congresso Nacional de Construção, Coimbra, 2007

TORQUATO, M.L. **Estudo comparativo quanto a preconceito da sustentabilidade entre método tradicional e wood frame.** Dissertação – Programa de Pós-Graduação em Construção de Obras Públicas da Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2010

URBANS LINS, F. **Análise de alternativas para melhoria do desempenho térmico de edifício em alvenaria estrutural em face da norma brasileira 15575.** Curitiba, 2012

VAN BELLEN, H.M. **Indicadores de sustentabilidade: uma análise comparativa.** Florianópolis, 2006

VITRÚVIO, M.L. **I dieci libri dell'architettura.** Itália 1567

APÊNDICES

APÊNDICE A – Questionário de Pesquisa: Isolamento Térmico na Construção Civil

1. Para você, as edificações brasileiras têm problemas de conforto térmico?
SIM = 100%
NÃO = 0%
2. Você conhece os parâmetros mínimos exigidos pela norma NBR 15.575 em vigor a partir de julho de 2013?
SIM = 25%
NÃO = 75%
3. Na etapa de projeto, você considera o uso de materiais isolantes térmico? Por que?
SIM, POR SOLICITAÇÃO DO CLIENTE = 5%
SIM, PORQUE GARANTEM MELHOR CONFORTO TÉRMICO = 42%
SIM, PORQUE GARANTEM MELHOR EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DA CONSTRUÇÃO = 42%
NÃO, PORQUE O CLIENTE NÃO SOLICITOU = 3%
NÃO, PORQUE O CUSTO É ALTO = 8%
NÃO, PORQUE OS CONSIDERO DESNECESSÁRIO = 0%
OUTROS = 2%
4. Quais são os critérios de comparação que você utiliza para escolher os materiais de construção na etapa de projeto
CUSTO = 20%
APARÊNCIA = 13%
SUSTENTABILIDADE = 16%
PROPRIEDADES TÉRMICAS = 17%

DURABILIDADE = 15%

QUALIDADE = 19%

5. Onde você pesquisa os materiais de construção utilizados em seus projetos

LOJA DE CONSTRUÇÃO = 28%

INTERNET = 45%

CONSULTOR COMERCIAL = 8%

CONHECIMENTO PREVIO = 20%

6. Na sua opinião, o mercado brasileiro oferece opções adequadas de materiais isolantes térmicos

SIM = 45%

NÃO = 55%

7. Você encontra dificuldade na busca e comparação de materiais para isolamento térmico

SIM = 36%

NÃO = 7%

NÃO USO MATERIAIS ISOLANTES = 7%

8. Na sua opinião, a existência de uma ferramenta de catalogação e comparação de materiais isolantes térmicos seria importante Por que

SIM, PORQUE A BUSCA SERIA MAIS FÁCIL E RÁPIDA = 25%

SIM, PORQUE AS CARACTERISTICAS TECNICAS FICARIAM MAIS CLARAS = 30%

SIM, PORQUE AUMENTARIA O CONHECIMENTO SOBRE OS NOVOS MATERIAIS NO MERCADO = 21%

SIM, PORQUE UMA FERRAMENTA COMPARATIVA FACILITARIA A ESCOLHA DOS MATERIAIS = 21%

NÃO, PORQUE CONSIDERO MA TERIAIS ISOLANTES DESNECESSÁRIOS = 0%

NÃO, PORQUE CONSIDERO QUE AS ATUAIS FERRAMENTAS DE BUSCA SÃO SUFICIENTES = 1%

OUTROS = 1%

9. Quais materiais isolantes térmicos você conhece Liste ao menos três.

Mantas de lã de rocha, lã de vidro e fibra cerâmica Manta Isolante de alumínio, Forro Acústico, Tijolo maciço. Lã de Vidro, EPS, Placas de Cortiça, Placas de Typha, Mantas Térmicas, Telha termo-acústica, teto verde, isopor lã de vidro, adobe, telhado verde isopor, mantas isolantes para telhado, lã de rocha lã de PET e lã de vidro Telhas termoisolantes, SteelFrame, WoodFrame lã de vidro, lã de rocha, lã de pet, painel cinento madeira La de pet, manta de aluminio polido, cortiça Duralfoil, Placas Isopor, Mantas lã de rocha, lã de vidro, isopor, cortiça Manta Acrílica / Isopor / Vidro Tintas, lã de rocha, lã de PET, ar lá de vidro, lá de rocha e poliestireno expandido isopor. ar. cortiça. Manta con face de aluminio. Madeira. Isopor, Madeira, vidro duplo Drywall, Madeira seca, manta térmica, Cortiça Telhas termoacústicas (tipo sanduíche), lã de rocha, madeira. Telhados verdes, lã de pet, lã de vidro, EPS, espuma poliuretano Lã de pet Lã de vidro Lã de rocha lã de rocha, lã de vidro, EPS cortiça, lã de vidro, o vácuo Lã de vidro, lã de rocha e fibra de coco e Lã de vidro, lã de rocha, cortiça, eps, fibra de coco, ar, terra, água lã de vidro, lã de pet reciclado, lã de ovelha, poliestileno expandido Manta térmica, poliestireno expandido, lã de rocha Terra crua, palha, madeira ISOPOR

APÊNDICE B – Materiais de Origem Vegetal

ORIGEM VEGETAL											
NÃO CONVENCIONAIS											
	NOME COMERCIAL	Material	Densidade ρ (kg/m ³)	Condutibilidade Térmica (W/mK)	Resistência à compressão (kPa)	Calor Específico (kgK)	(J	Resistencia ao fogo	Absorção Sonora (dB)	Efeito como barreira vapor (μ)	Temperaturas máxima de serviço °C
1	CELULOSE (Alemanha)	Material feito a partir de papel de jornal triturado (92%) com aditivos (8% hidróxido de alumínio).	30 - 60	0,037	—	2150	5(200°C)	3 (pouco inflamável, baixa produção de fumaça)	50 - 65	1 - 2	120 °C
2	CORTIÇA CorkPanel BetonWood	Cortiça prensada.	150 - 160	0,041	0,88 - 12,95	1674	—	auto-extinguível	52 - 58	10 - 13	—
3	MILHO em fibra (PLA) O.R. Ve I.M.P.	Fibra de milho obtida a partir da extrusão e fiação do ácido polilático(PLA), polímero do ácido láctico, obtido a partir da fermentação controlada de espigas de milho.	20 - 40	0,0364	—	—	—	—	52,8	3,11	90 °C
4	TECIDOS RECLADOS em painel	Painel formado da resíduos industriais de fibras de tecidos com fibras de algodão, a composição é de 15% de material natural virgem e 85% de material de descarte.	20 - 40	0,039	—	—	—	classe 1	—	1,7 - 2,0	—
5	LINHO em fibras	As fibras de linho são costuradas juntos, camada por camada, por meio de um adesivo de amido natural.	30 - 60	0,04	—	1660	—	euroclasse B2	55	—	—
6	COCO em painel.	A fibra de coco é obtido pela secagem da casca exterior do coco. Depois prensada e cortada em painéis, rolos e tiras; produto natural, dúctil, resistente e inodoro.	85 - 125	0,043	> 100	1300	—	euroclasse B2	59	—	—
7	FUNGOS em painéis. Ecoactive.	Produzido com fungos <i>Mitella</i> . Em três meses crescem e prontos para ser utilizados.	45 - 96	0,038	10% 2- 46 500 - 1800	—	—	classe A	—	0,02 - 0,03 US Perm	—



Materiais com melhor
condutividade térmica






Materiais com melhor
resistência ao fogo



Materiais com melhor
conteúdo reciclado

APÊNDICE B – Materiais de Origem Vegetal

ORIGEM VEGETAL									
NÃO CONVENCIONAIS									
	NOME COMERCIAL	Potenciais riscos para a saúde	Aplicações	Energia Embutida (MJ/kg) (kWh/kg) * (kWh/m) *	Características Ambientais	Fontes	Normativas e Certificações	Formato	Custo
1	CELULOSE Isofloc (Alemanha)	não tóxico	- Paredes externas - Parede internas - Coberturas	aprox. 0,1 kWh/kg	- reciclado	http://isofloc.com/	—	- Insuflação - Vendido em forma sacos de 13,6 kg de flocos de celulose	19,50 €/saco
2	CORTIÇA CorkPanel BetonWood	—	- Piso - Paredes externas - Parede internas - Coberturas	12,7 MJ/kg 3,5 kWh/kg	- biodegradável 100%	http://www.betonwood.com	- GBC Italia	- painel	5,74 + 29,00 €/m ²
3	MILHO em fibra (PLA) O.R.V e I.M.P. 	toxicidade F1	- Piso - Paredes externas - Parede internas - Coberturas	—	- biodegradável 100%	http://www.peruzzoiindustries.com	- ANAB ICEA	- painel 2000 x 1000 mm de espessura de 20/60 mm.	—
4	TECIDOS RECICLADOS em painel 	não tóxico	- Camada interna da parede - Piso - Teto	—	- reciclado	http://www.bondedloglc.com/	—	- rolos de 1,22 x 23 m com espessura de 7,6 - 12,7 cm - painéis de 1,22 x 1,83 m com espessura de 7,6 - 12,7 cm	—
5	LINHO em fibras	não tóxico	- Piso - Paredes externas - Parede internas - Coberturas	—	- biodegradável	www.naturalia-bau.it	—	- rolo 1m x 30m com espessura variável de 2 até 10 mm.	—
6	COCO em painel.	não tóxico	- Piso - Paredes externas - Parede internas - Coberturas	—	- biodegradável - reciclável - antimoho	http://www.tecnosuber.it/	- ANAB ICEA	- painel 1200x600 mm com espessura variável de 10/40mm - rolo 1000 x 100 mm com espessura de 20/50mm	16 - 23 €/m ²
7	FUNGOS em painéis. Ecovative. 	- emissões de VOC e aldeído de < 0,01 - 0,03 ppm - não tóxico - não inflamável	- Piso - Paredes externas - Parede internas - Coberturas	—	- biodegradável 100% - renovável	http://www.ecovativeedesign.com/	- Cradle to Cradle GOLD	- painel de medida variável - manta	—



Materiais com melhor condutividade térmica



Materiais com melhor resistência ao fogo



Materiais com melhor conteúdo reciclado

APÊNDICE B – Materiais de Origem Vegetal

ORIGEM VEGETAL										
NÃO CONVENCIONAIS										
	NOME COMERCIAL	Material	Densidade ρ (kg/m ³)	Condutibilidade Térmica (W/mK)	Resistência à compressão (kPa)	Calor Específico (J/kgK)	Resistência ao fogo	Absorção Sonora (dB)	Efeito como barreira vapor (μ)	Temperaturas máxima de serviço °C
8	POSITONIA (alga) NeptuTherm e.K.	Flocos de alga Posidonia prensada, desalinizada e cortada em fibras de 1,2 a 2 cm.	78 - 90	0,0388	—	—	—	—	bom	105 °C
9	CÂNHAMO Biofib	Compostos de 90% cânhamo e o restante de PLA.	40 (painel) (rolo)	0,04	—	1800	euroclasse F	42 - 56	1	120 °C
10	CÂNHAMO E CAL Natural Beton	Composto de cânhamo e cal.	200	0,053	100 - 120	1500	a prova de fogo	50 - 59	4,5	—
11	PALHA em painel Eco- Board	Painel 100 % de palha agrícola prensada.	400	0,065	—	2430	euroclasse B1	—	—	—
12	JUTA em painel JutaCustik	Fibras naturais de juta, sem aditivos, compactados com processo mecânico.	100	0,05	—	—	—	—	1	—
13	SOJA em espuma BioBased	Espuma de um composto de poliol, extraído da soja com água.	8 - 27,5	0,026 - 0,036	160	—	boa	—	—	—
14	TECIDO RECICLADO em flocos Fonatérm	Reciclagem de tecidos durante a costura de tampas de assento para carros. São adicionados inibidores de fogo, e substâncias com propriedades antiparasitárias.	50 - 60	0,038	—	—	classe E	49 dB	—	—



Materiais com melhor
condutividade térmica



Materiais com melhor
resistência ao fogo



Materiais com melhor
conteúdo reciclado

APÊNDICE B – Materiais de Origem Vegetal

ORIGEM VEGETAL									
NÃO CONVENCIONAIS									
	NOME COMERCIAL	Potenciais riscos para a saúde	Aplicações	Energia Embutida (MJ/kg) (kWh/kg) (kWh/m) *	Características Ambientais	Fontes	Normativas e Certificações	Formato	Custo
8	POSIDONIA (alga) NeptuTherm e.K.	- não tóxico	- Piso - Paredes externas - Parede internas - Coberturas	—	- biodegradável 100% - antimofa - antialérgico	http://www.neptutherm.com/index.php?h_ome	—	- flocos para enchimento	—
9	CÂNHAMO Biofib	- não tóxico - regulação natural de umidade	- Piso - Paredes externas - Parede internas - Coberturas - Teto interno	6 kWh/m	- natural	http://www.biofib-isolation.com/biofib-chanvre.php	—	- painel semi rígido de 1,25 x 0,600 m - rolo de 3,4 x 0,600 m	—
10	CÂNHAMO E CAL Natural Beton	- não tóxico - regulação natural de umidade	- Piso - Paredes externas - Parede internas - Coberturas	80 - 120 MJ/m ²	- biodegradável 100% - eco compatível - reciclável	http://www.equilibrium-bioedilizia.it	—	- tijolo - Insuflação - manta	—
11	PALHA em painel Eco-Board	- não tóxico - regulação natural de umidade	- Piso - Paredes externas - Parede internas - Coberturas	absorção de 2 toneladas de CO ₂	- biodegradável 100% - eco compatível - reciclável	http://eco-boards.it	- ANAB DUBOKEUR SGS	- painel 1200 x 2300 mm, 1220 x 2440 mm, 2000 x 5000 mm	—
12	JUTA em painel JutaCustik	- não tóxico	- Camada interna da parede - Piso - Teto	—	- renovável	www.naturalia-bau.it	—	- rolos de 100 x 3000 cm e espessura de 2 - 5 10 mm.	—
13	SOJA em espuma BioBased	- não tóxico - ótima resistência a mofo	- Paredes externas - Parede internas - Coberturas	—	—	http://agrolinside.com/	—	- espuma	—
14	TECIDO RECICLADO em flocos Fonatérm	- contem Bórax, sal de ácido bórico, Hidróxido de alumínio (Ca) e sais de Glauber.	- Piso - Paredes externas - Parede internas - Coberturas	—	—	http://www.fonaterm.com/?lang=it	—	- granulado - painéis rígidos e não rígido - tinta	—

* dados coletados em outras fontes, que não a da empresa citada



Materiais com melhor condutividade térmica



Materiais com melhor resistência ao fogo



Materiais com melhor conteúdo reciclado

APÊNDICE B – Materiais de Origem Vegetal

ORIGEM VEGETAL										
CONVENCIONAIS										
	NOME COMERCIAL	Material	Densidade (kg/m ³)	Condutibilidade Térmica (W/mK)	Resistência à compressão (kPa)	Calor Específico /kgK)	Resistência ao fogo	Absorção Sonora (dB)	Efeito como barreira vapor (μ)	Temperaturas máxima de serviço °C
1	MADEIRA em fibras prensadas	Painel formado da resíduos de madeira não tratada e de descarte do corte de madeira. Muito flexível mas com peso elevado.	50	0,038	15	2,1 kJ /kgK	euroclasse E	boa	1 - 2	—
2	MADEIRA MINERALIZADA	Madeira de Pinus, mineralizada com Cimento Portland.	400	0,075	> 200	2,1 kJ /kgK	euroclasse B	boa	5	—



Materiais com melhor condutibilidade térmica



Materiais com melhor resistência ao fogo



Materiais com melhor conteúdo reciclado

APÊNDICE B – Materiais de Origem Vegetal

ORIGEM VEGETAL									
NÃO CONVENCIONAIS									
NOME COMERCIAL	Potenciais riscos para a saúde	Aplicações	Energia Embutida (MJ/kg) (kWh/kg) (kWh/m) *	Características Ambientais	Fontes	Normativas e Certificações	Formato	Custo	
8 POSIDONIA (alga) NeptuTherm e.K.	não tóxico	- Piso - Paredes externas - Parede internas - Coberturas	—	- biodegradável 100% - antimofa - antialérgico	http://www.neptutherm.com/index.php?h_ome	—	- flocos para enchimento	—	
9 CÂNHAMO Biofib	- não tóxico - regulação natural de umidade	- Piso - Paredes externas - Parede internas - Coberturas - Teto interno	6 kWh/m	- natural	http://www.biofib-isolation.com/biofib-chanvre.php	—	- painel semi rígido de 1,25 x 0,600 m - rolo de 3,4 x 0,600 m	—	
10 CÂNHAMO E CAL Natural Beton	- não tóxico - regulação natural de umidade	- Piso - Paredes externas - Parede internas - Coberturas	80 - 120 MJ/m ²	- biodegradável 100% - eco compatível - reciclável	http://www.equilibri-um-bioedilizia.it	—	- tijolo - Insuflação - manta	—	
11 PALHA em painel Eco-Board	- não tóxico - regulação natural de umidade	- Piso - Paredes externas - Parede internas - Coberturas	absorção de 2 toneladas de CO ₂	- biodegradável 100% - eco compatível - reciclável	http://eco-boards.it	- ANAB DUBOKEUR SGS	- painel 1200 x 2300 mm, 1220 x 2440 mm, 2000 x 5000 mm	—	
12 JUTA em painel JutaCustik	não tóxico	- Camada interna da parede - Piso - Teto	—	- renovável	www.naturalia-bau.it	—	rolos de 100 x 3000 cm e espessura de 2 - 5 10 mm.	—	
13 SOJA em espuma BioBased	- não tóxico - ótima resistência a mofo	- Paredes externas - Parede internas - Coberturas	—	—	http://agrolinside.com/	—	- espuma	—	
14 TECIDO RECICLADO em flocos Fonatérm	- contem Bórax, sal de ácido bórico, Hidróxido de alumínio (Al) e sais de Glauber.	- Piso - Paredes externas - Parede internas - Coberturas	—	—	http://www.fonaterm.com/?lang=it	—	- granulado - painéis rígidos e não rígido - tinta	—	

*dados coletados em outras fontes, que não a da empresa citada



Materiais com melhor condutividade térmica



Materiais com melhor resistência ao fogo



Materiais com melhor conteúdo reciclado

APÊNDICE B – Materiais de Origem Vegetal

ORIGEM VEGETAL										
CONVENCIONAIS										
	NOME COMERCIAL	Material	Densidade (kg/m ³)	Condutibilidade Térmica (W/mK)	Resistência à compressão (kPa)	Calor Específico /kgK)	Resistência ao fogo	Absorção Sonora (dB)	Efeito como barreira vapor (μ)	Temperaturas máxima de serviço °C
1	MADEIRA em fibras prensadas	Painel formado da resíduos de madeira não tratada e de descarte do corte de madeira. Muito flexível mas com peso elevado.	50	0,038	15	2,1 kJ /kgK	euroclasse E	boa	1 - 2	—
2	MADEIRA MINERALIZADA	Madeira de Pinus, mineralizada com Cimento Portland.	400	0,075	> 200	2,1 kJ /kgK	euroclasse B	boa	5	—



Materiais com melhor condutibilidade térmica



Materiais com melhor resistência ao fogo



Materiais com melhor conteúdo reciclado

APÊNDICE B – Materiais de Origem Vegetal

ORIGEM VEGETAL										
CONVENCIONAIS										
	NOME COMERCIAL	Potenciais riscos para a saúde	Aplicações	Energia Embutida (MJ/kg) (kWh/kg) (kWh/m) *	Características Ambientais	Fontes	Normativas e Certificações	Formato	Custo	
1	MADERA em fibras prensadas	não tóxico	- Piso - Paredes externas - Parede internas - Coberturas - Teto interno	—	- biodegradável - eco compatível - reciclado	http://www.celenit.com	- ANAB ICEA	Painel de 1220 x 575 mm com espessura variável de 40 até 200 mm	—	
2	MADERA MINERALIZADA	—	- Piso - Paredes externas - Parede internas - Camada interna da parede	—	- biodegradável - eco compatível - reciclado	http://www.celenit.com	- ANAB ICEA	Painel de 2000 x 500 mm com espessura variável de 25 até 50 mm.	—	



Materiais com melhor condutividade térmica



Materiais com melhor resistência ao fogo



Materiais com melhor conteúdo reciclado

APÊNDICE C – Materiais de Origem Animal

ORIGEM ANIMAL										
NÃO CONVENCIONAIS										
NOME COMERCIAL	Material	Densidade ρ (kg/m ³)	Condutibilidade Térmica (W/mK)	Resistência à compressão (kPa)	Calor Específico (/kgK)	(J	Resistência ao fogo	Absorção Sonora (dB)	Efeito como barreira vapor (μ)	Temperaturas máxima de serviço °C
1	PLUMAGEM em rolos Batiplum	25 - 35	0,040 - 0,042	30	—	—	—	—	—	—

ORIGEM ANIMAL									
NÃO CONVENCIONAIS									
NOME COMERCIAL	Potenciais riscos para a saúde	Aplicações	Energia Embutida (MJ/kg) (kWh/kg) (kWh/m) *	Características Ambientais	Fontes	Normativas e Certificações	Formato	Custo	
1	PLUMAGEM em rolos Batiplum	- Camada interna da parede - Piso - Paredes externas - Parede internas - Coberturas	—	- biodegradável 100% - renovável	http://www.batiplum.com	AVIS Technique CSTB	- rolos de 0,6 x 7 m com espessura de 80 - 100 mm - painéis de 0,6 x 1,25 m com espessura de 110 mm	—	

* dados coletados em outras fontes, que não a da empresa citada



Materiais com melhor condutividade térmica




Materiais com melhor resistência ao fogo



Materiais com melhor conteúdo reciclado

APÊNDICE C– Materiais de Origem Animal

ORIGEM ANIMAL										
CONVENCIONAIS										
NOME COMERCIAL	Material	Densidade (kg/m3)	Condutibilidade Térmica (W/mK)	Resistência à compressão (kPa)	Calor Específico (/kgK)	(J	Resistência ao fogo	Absorção Sonora (dB)	Efeito como barreira vapor (μ)	Temperaturas máxima de serviço °C
1 LÃ DE OVELHA 	Rolo composto de 75% de lã de ovelha, 15% de poliéster reciclado e 10% de poliéster com alta percentagem de insumo reciclado.	—	0,039	—	1800	—	ponto de inflamação > 500 °C	—	1 - 2	—

ORIGEM ANIMAL									
CONVENCIONAIS									
NOME COMERCIAL	Potenciais riscos para a saúde	Aplicações	Energia Embutida (MJ/kg) (kWh/kg)	Características Ambientais	Fontes	Normativas e Certificações	Formato	Custo	
1 LÃ DE OVELHA	- não tóxico - regulção natural de umidade	- Piso - Paredes externas - Parede internas - Coberturas	7 MJ/kg -0.2 kgCO2e	- eco compatível - reciclável	www.ecomerchant.co.uk/	—	- Insuflação - rolo 75 x 370 x 8500 mm, 75 x 570 x 8500 mm, 100 x 370 x 6500mm, 100 x 570 x 6500 mm, 140 x 370 x 4600 mm.	55,00 €/rolo	

*dados coletados em outras fontes, que não a da empresa citada



Materiais com melhor condutividade térmica






Materiais com melhor resistência ao fogo



Materiais com melhor conteúdo reciclado

APÊNDICE D – Materiais de Origem Mineral

ORIGEM MINERAL											
NÃO CONVENCIONAIS											
	NOME COMERCIAL	Material	Densidade (kg/m3)	Condutibilidade Térmica (W/mK)	Resistência à compressão (kPa)	Calor Específico /kgK)	(J	Resistência ao fogo	Absorção Sonora (dB)	Efeito como barreira vapor (μ)	Temperaturas máxima de serviço °C
1	ARGILA ESPANDIDA GRANULAR G3 LECA	Painel formado por grânulos de argila expandida clinquerizada caracterizados por uma célula interna fechada em uma casca dura e resistente. Agregado leve.	330 - 700	0,09	150	0,9 - 1	0		60 dB	2	—
2	SILICATO DI CALCIO 	Capaz de regular a umidade absorvendo o excesso de água. Assim aumenta a sensação de conforto do ambiente.	240	0,06	1	0,71		euroclasse A1		3	—
3	VIDRO RICICLADO em painel com gesso, resina ou cimento. Geofii-Bubbles 	Grânulos compostos de 80% por resíduos de vidro derivado de garrafas e lâ de vidro a partir da demolição de edifícios e elementos da recuperação da indústria automotiva.	350 - 2000	0,098 - 0,80	2,5 - 58 N/mm2	—	—		42 dB	—	—
4	PEDRA POMES em Europomice	A massa sólida é composta de sílica, dissolvida com vários óxidos metálicos (óxidos de alumínio, titânio, ferro, manganês e outros). A estrutura celular proporciona uma elevada elasticidade.	areia: 500 550 grãos: 350 - 420	0,11	—	—	—		baixo	—	—
5	AEROGEL em espuma Nanogel 	Espuma de sílica amorfa hidrofóbica com grânulos de porosidade maior do 90 %.	—	0,018	—	—	—		boa	—	—



Materiais com melhor condutividade térmica



Materiais com melhor resistência ao fogo



Materiais com melhor conteúdo reciclado

APÊNDICE D – Materiais de Origem Mineral

ORIGEM MINERAL									
NÃO CONVENCIONAIS									
	NOME COMERCIAL	Potenciais riscos para a saúde	Aplicações	Energia Embutida (MJ/kg) (kWh/kg) *	Características Ambientais	Fontes	Normativas e Certificações	Formato	Custo
1	ARGILA ESPANDIDA GRANULAR G3 LECA	- absorve umidade - não emite materiais prejudiciais	- Piso - Paredes externas - Coberturas - Teto interno	—	- ecológico	http://www.leca.it/	- ANAB ICEA	- grãos de varias granulometria	—
2	SILICATO DI CALCIO	- muito transpiravel, não cria mofo e bactérias	- Piso - Paredes externas - Coberturas - Teto interno	—	- ecológico	silicato.isolstyle.com	—	- painéis de 500 x 500 mm, 500 x 1000 mm, 750 x 1000mm, 750 x 1250 mm.	—
3	VIDRO RICICLADO em painel com gesso, resina ou cimento. Geofil-Bubbles	não tóxico	- Piso - Paredes externas - Parede internas - Coberturas - Teto interno	—	- reciclado	http://material.nl/material/geofil-bubbles/	—	- grãos de 2 ate 25 mm.	—
4	PEDRA POMES em Europomice	não tóxico	- Piso - Paredes externas - Parede internas - Coberturas - Teto interno	—	- ecológico	http://www.europomice.it/	—	- areia de 0 ate 5 mm. grãos de 2 ate 20 mm.	—
5	AEROGEL em espuma Nanogel	- resistente a umidade	- Camada interna da parede - Coberturas - Teto interno	—	—	http://cabot-corp.org	—	partículas de dimensão media de 0,5 - 4,0 mm	—

* dados coletados em outras fontes, que não a da empresa citada



Materiais com melhor condutividade térmica



Materiais com melhor resistência ao fogo



Materiais com melhor conteúdo reciclado

APÊNDICE D– Materiais de Origem Mineral

ORIGEM MINERAL										
CONVENCIONAIS										
NOME COMERCIAL	Material	Densidade (kg/m3)	Condutibilidade Térmica (W/mK)	Resistência à compressão (kPa)	Calor Específico (/kgK)	(l)	Resistência ao fogo	Absorção Sonora (dB)	Efeito como barreira vapor (μ)	Temperaturas máxima de serviço °C
1	LÃ DE ROCHA ROCKWOOL	40 - 150	0,037	50	1030		funde a temperatura > 1000 °C	—	1.	
2	LÃ DE VIDRO Isover	—	0,032	—	1030		classe F	55 dB/m	1.	—
4	PERLITE (lava vulcânica)	100	0,042 - 0,053	—	1 KJ/kgK		—	—	5 - 8	—
5	VERMICULITA TermoVermit	2,6	0,049 - 0,072	—	0,8 - 1,1 KJ/kgK		boa	—	5 - 8	—



Materiais com melhor condutividade térmica



Materiais com melhor resistência ao fogo



Materiais com melhor conteúdo reciclado

APÊNDICE D – Materiais de Origem Mineral

ORIGEM MINERAL									
CONVENCIONAIS									
	NOME COMERCIAL	Potenciais riscos para a saúde	Aplicações	Energia Embutida (MJ/kg) (kWh/kg) *	Características Ambientais	Fontes	Normativas e Certificações	Formato	Custo
1	LÃ DE ROCHA ROCKWOOL	classificado como não cancerígeno para o ser humano.	- Piso - Paredes externas - Parede internas - Coberturas - Teto interno	15,7 MJ/kg 4,4 kWh/m	- eco compatível - reciclado em parte	http://www.rockwool.com/	—	- painéis rígidos não revestidos de 1200 x 600 mm, 2400 x 600 mm. - painéis revestidos com papel ou alumínio	4,00 - 70,00 €/m2
2	LÃ DE VIDRO Isover	não tóxico	- Piso - Paredes externas - Parede internas - Coberturas - Teto interno	41 MJ/kg 11,4 kWh/m	- eco sustentável >80% de vidro reciclado - 100% reciclável	http://www.isover.it/	—	- Insuflação - painéis rígidos rolos	—
4	PERLITE (lava vulcânica)	não tóxico	- Piso - Paredes externas - Parede internas - Coberturas - Teto interno	—	- renovável	http://www.perlite.it	—	- Insuflação	—
5	VERMICULITA TermoVermit	não tóxico	- Camada interna da parede - Coberturas - Teto interno	—	- renovável	http://stroianseksb.si	—	- Insuflação	—

* dados coletados em outras fontes, que não a da
normativa citada



Materiais com melhor condutividade térmica



Materiais com melhor resistência ao fogo



Materiais com melhor conteúdo reciclado

APÊNDICE E– Materiais de Origem Sintética

ORIGEM SINTÉTICA											
NÃO CONVENCIONAIS											
	NOME COMERCIAL	Material	Densidade (kg/m ³)	Condutibilidade Térmica K (W/mK)	Resistência à compressão (kPa)	Calor Específico /kgK	U	Resistência ao fogo	Absorção Sonora (dB)	Efeito como barreira vapor (μ)	Temperaturas máxima de serviço °C
1	LÁ DE PET ISOSOF	Possui no mínimo 40 % de PET reciclada na sua composição. Cada m ² consome aproximadamente de 30 a 50 garrafas PET.	—	0,056 - 0,065	—	—	—	densidade ótica de fumaça: 35 reação ao fogo classe B	33 - 45	—	—
2	PSE Poliestireno Expandido Sintetizado Dipopor	Considerando o ciclo de vida (consumo de energia e água em fase de produção e transporte, economia energética na vida útil, recuperação de energia em caso de reciclagem) o material responde com ótimos resultados.	10	0,035	150	a 20° 0,8 KJ /kgK a 60° 1,2 KJ /kgK	—	euroclasse E	—	80 - 100 kg/msPa	—
3	AEROGEL NanoXer	Material que não contém Silica.	200	0,01	elevada	—	—	euroclasse A1	—	—	—
4	VIP (Vacuum Insulating Panel) V-Q-vip B	Panel de isolamento a vácuo. A parte central é constituída por um pó de dióxido de silício amorfo e um filme de opacificantes de materiais inorgânicos, revestido com uma camada de poliéster. O panel é selado dentro de um aferidor de folha de metal a vácuo, coberto por fora com um velo de poliéster preto protetor.	180 - 210	0,02	>150	—	—	euroclasse B2	—	—	—
5	PCM (Phase change materials) em cápsulas	Desenvolvidos da NASA. Acumulador de calor, mantém a temperatura constante. Com temperaturas quentes absorve energia, que vai soltar quando a temperatura do ambiente cai novamente.	—	0,018	—	—	—	—	—	—	—
6	THERMO REFLEXIVO em rolo OVER-FOIL 212	Manta reflexiva com faces de alumínio cobertas com uma fina película de polietileno, que protege o alumínio da oxidação em qualquer situação extrema, também água da chuva.	—	0,03	2970 kg/m ²	—	—	—	54	159	—
7	ETFE (Ethylene tetra flour ethylene) Pati F Line	Polímero termoplástico que contém átomos de flúor, que cria resistência a choque térmico e ataque químico. Vida útil maior de 20 anos.	1,78	0,25	40	—	—	classe 1	—	—	—



Materiais com melhor condutividade térmica






Materiais com melhor resistência ao fogo



Materiais com melhor conteúdo reciclado

APÊNDICE E– Materiais de Origem Sintética

ORIGEM SINTÉTICA									
NÃO CONVENCIONAIS									
	NOME COMERCIAL	Potenciais riscos para a saúde	Aplicações	Energia Embutida (MJ/kg) (kWh/kg) *	Características Ambientais	Fontes	Normativas e Certificações	Formato	Custo
1	LÁ DE PET ISOSOFT 	- não tóxico - não solta esporo - é hipoaerogénico	- Piso - Paredes externas - Parede internas - Coberturas - Teto interno	—	- reciclável	—	- SELO CASA AZUL	- painel 1000 x 600 mm com espessura variável de 10 ate 40 mm.	—
2	PSE Poliestireno Expandido Sintetizado Dipipor		- Piso - Paredes externas - Parede internas - Coberturas - ETICS	—	- reciclável	http://www.di-bi.it	—	painéis de 120 x 50 cm por ETICS, 120 x 100 cm, 280 x 100 cm, 300 x 120 cm. Com espessura de 10 ate 500 mm	—
3	AEROGEL NanoXer 	não tóxico	- Camada interna da paredes	—	—	http://www.nanoxer.com/	—	—	—
4	VIP (Vacuum Insulating Panel) V-Q-vip B	—	- Piso - Paredes externas - Parede internas - Coberturas - Teto interno	—	—	http://www.va-g-tec.com/	—	- painel 1000 x 600 mm com espessura variável de 10 ate 40 mm.	—
5	PCM (Phase change materials) em capsulas	—	- Piso - Paredes externas - Parede internas - Coberturas - Teto interno	—	—	—	—	capsulas de diâmetro variável de 2 ate 20 Micron	—
6	THERMO REFLEXIVO em rolo OVER-FOIL 2L2	—	- Paredes externas - Parede internas - Coberturas	—	—	www.over-all.com	—	- rolo de 120 x 25 cm, com espessura de 6,5 mm.	—
7	ETFE (Ethylene tetra fluoro ethylene) Pati F Line 	—	- Painéis - Almofadas pneumáticas ETFE, inseridas em alumínio leve.	—	- reciclável 100%	http://www.pati.it	—	Película de 2 m de largura com comprimento variável, espessura de 0,1 - 0,2 mm	10 € /m ²

* dados coletados em outras fontes, que não a da empresa citada



Materiais com melhor condutividade térmica



Materiais com melhor resistência ao fogo



Materiais com melhor conteúdo reciclado

APÊNDICE E– Materiais de Origem Sintética

ORIGEM SINTÉTICA											
CONVENCIONAIS											
	NOME COMERCIAL	Material	Densidade (kg/m3)	Condutibilidade Térmica (W/mK)	Resistência à compressão (kPa)	Calor Específico /kgK	(J	Resistência ao fogo	Absorção Sonora (dB)	Efeito como barreira vapor (μ)	Temperaturas máxima de serviço °C
1	EPS Poliestireno Expandido Moldado Neopor	Composto por 98% de ar e com adição de grafite.	- 12 - 20	0,030 - 0,031	150 - 160	1210		euroclasse E	—	30 - 70 kg/msPa	—
2	XPS Poliestireno Expandido Extrudido Ursa XPS n3	Painel versátil a prova de choques e riscos e com mais funções.	20	0,036	300	a 20° 0,8 KJ /kgK a 60° 1,2 KJ /kgK		euroclasse E	—	80 - 250 kg/msPa	> 75
3	POLIÉSTER em fibras Fortlan	Painel utilizado somente para camadas internas das paredes.	20	0,054	—	0,24 KJ /kgK		classe 1	54	100.000	—
4	PUR Poliuretano Expandido	Material versátil, resistente e utilizado intensamente na construção civil.	30 - 80	0,035 - 0,05	—	1,40 - 1,80		—	—	60 - 10.000	—



Materiais com melhor condutibilidade térmica



Materiais com melhor resistência ao fogo



Materiais com melhor conteúdo reciclado

APÊNDICE E– Materiais de Origem Sintética

ORIGEM SINTÉTICA									
CONVENCIONAIS									
	NOME COMERCIAL	Potenciais riscos para a saúde	Aplicações	Energia Embutida (MJ/kg) (kWh/kg)	Características Ambientais	Fontes	Normativas e Certificações	Formato	Custo
1	EPS Poliestireno Expandido Moldado Neopor	- não tóxico - causa de alergia	- Piso - Paredes externas - Parede internas - Coberturas - Teto interno	105 MJ/kg 29,2 kWh/kg	- reciclável	http://www.dneci.it	—	painéis varias dimensões	—
2	XPS Poliestireno Expandido Extrudido Ursa XPS n3	- não tóxico - causa de alergia	- Piso - Paredes externas - Parede internas - Coberturas - Teto interno	105 MJ/kg 29,2 kWh/kg	tóxico se queimado	http://www.ursa.it	—	Painéis de 1,20 x 1,25 m	—
3	POLIÉSTER em fibras Fortlan	- na combustão não emite fumaça toxica	- Camada interna da paredes	—	tóxico se queimado	http://www.fortland.com	—	- painel de 145 x 60 cm rolo de 120 cm H.	—
4	PUR Poliuretano Expandido	—	- Camada interna da paredes	—	- causa de alergias - suspeito cancerígeno - tóxico se queimado	—	—	—	—

*dados coletados em outras fontes, que não a da empresa citada



Materiais com melhor condutividade térmica






Materiais com melhor resistência ao fogo



Materiais com melhor conteúdo reciclado

APÊNDICE F – Materiais de Origem Composta

ORIGEM COMPOSTA										
NÃO CONVENCIONAIS										
NOME COMERCIAL	Material	Densidade (kg/m ³)	Condutibilidade Térmica (W/mK)	Resistência à compressão (kPa)	Calor Específico (/kgK)	(J	Resistencia ao fogo	Absorção Sonora (dB)	Efeito como barreira vapor (μ)	Temperaturas máxima de serviço °C
1 COCO em fibras com CORTIÇA Corkoko	Painel em fibras de coco juntas com painel de cortiça.	110 - 120	0,01	—	1,6 KJ /kgK	—	euroclasse B2	—	5 - 30	—
2	Painel composto de cortiça, papel e fibras de cânhamo para melhorar resistência á agua e fogo.	—	0,084	375	—	—	boa	—	—	110
3	CORTIÇA em grânulos com PNEUS RECIKLADO 	300	0,033	—	—	—	classe 3	—	.400	—
4	TECIDOS reciclados em fibras e POLIÉSTER 	20 - 40	0,039	—	—	—	—	—	1,7 - 2,0	—
5	MADEIRA - BARREIRA VAPOR - LÁ DE ROCHA Laripan Bio 	90 - 190	0,036	>30	—	—	euroclasse A1	37 - 39 dB	—	—
6	PNEUS RECIKLADO COM PAPEL KRAFT	700	0,033	—	—	—	classe 3	—	.300	—



Materiais com melhor condutividade térmica



Materiais com melhor resistência ao fogo



Materiais com melhor conteúdo reciclado

APÊNDICE F – Materiais de Origem Composta

ORIGEM COMPOSTA									
NÃO CONVENCIONAIS									
	NOME COMERCIAL	Potenciais riscos para a saúde	Aplicações	Energia Embutida (MJ/kg) (kWh/kg) *	Características Ambientais	Fontes	Normativas e Certificações	Formato	Custo
1	COCO em fibras com CORTIÇA Corkoco	—	- Camada interna da parede - Coberturas - Teto interno	—	- biodegradável - renovável	http://www.tecnosugheri.it	ANAB - ICEA	Paneléis de 100 x 50 cm com espessura variável	—
2	CORTIÇA em grânulos com PAPEL	—	- Camada interna da parede - Coberturas - Teto interno	—	—	Revista Internacional Construlink	—	—	—
3	CORTIÇA em grânulos com PNEUS RECICLADO	—	- Camada interna da paredes	—	—	—	—	—	—
4	TECIDOS reciclados em fibras e POLIÉSTER	- não tóxico - não alérgicos	—	—	- reciclado	http://www.kenaf-fiber.it	—	rolos de 0,6 x 1,2 m com comprimento de 5 até 20 m. Com espessuras de 20 até 120 mm Paneléis de 0,6 x 1,2 m e 0,6 x 1,4 m, com espessura de 10 até 10 mm	—
5	MADEIRA - BARREIRA VAPOR - LÃ DE ROCHA Laripan Bio	—	- Coberturas	—	—	http://www.bellottisp.a.com	—	—	—
6	PNIUES RECICLADO COM PAPEL KRAFT	- tóxico se queimado	- Camada interna da paredes	—	- reciclado	http://www.isolgom.ma.it	—	Panel 100 x 100 cm com espessura de 10 até 40 mm.	—

*dados coletados em outras fontes, que não a da empresa citada



Materiais com melhor condutividade térmica



Materiais com melhor resistência ao fogo



Materiais com melhor conteúdo reciclado

ANEXOS

ANEXO 1 – EUROCLASSE DE RESISTENCIA AO FOGO

EUROCLASSI DI REAZIONE

Con l'armonizzazione delle norme in ambito europeo si è introdotto un nuovo sistema di classificazione, basato su 7 classi principali (Euroclassi), identificate con una lettera, A1 (prodotti incombustibili), A2, B,C,D, E e F (prodotti non classificati), accompagnata dalla sigla aggiuntiva "FL per indicare l'impiego a pavimento o "L" per le installazioni a prevalente sviluppo lineare, mentre in assenza di indicazioni la classificazione è relativa impiego a parete e soffitto. Tale identificazione, della reazione in funzione dell'impiego, è poi combinata con le sottoclassi penalizzanti relative al gocciolamento, inteso come produzione di gocce e particelle ardenti, (d0, d1 e d2), e quelle riguardanti la produzione di fumo, in termini di opacità ed attenuazione della visibilità, (s1, s2 e s3) dando luogo a 80 combinazioni, oltre alle 11 per l'isolamento di tubazioni, contro le 18 ottenibili dalla vecchia classificazione italiana. Si veda a tal proposito l'allegato B del D.M. 10 marzo 2005.

Classi di reazione al fuoco previste dalla norma EN 13501-1 per prodotti impiegati a parete o a soffitto o per isolamento di condutture (allegato B del D.M. 10/03/2005)

A1		
A2-s1,d0	A2-s1,d1	A2-s1,d2
A2-s2,d0	A2-s2,d1	A2-s2,d2
A2-s3,d0	A2-s3,d1	A2-s3,d2
B-s1,d0	B-s1,d1	B-s1,d2
B-s2,d0	B-s2,d1	B-s2,d2
B-s3,d0	B-s3,d1	B-s3,d2
C-s1,d0	C-s1,d1	C-s1,d2
C-s2,d0	C-s2,d1	C-s2,d2
C-s3,d0	C-s3,d1	C-s3,d2
D-s1,d0	D-s1,d1	D-s1,d2
D-s2,d0	D-s2,d1	D-s2,d2
D-s3,d0	D-s3,d1	D-s3,d2
E		
E-d2		
F		

Classi di reazione al fuoco previste dalla norma EN 13501-1 per prodotti impiegati a pavimento (allegato B del D.M. 10/03/2005)

A1FL	
A2FL-s1	A2FL-s2
BFL-s1	BFL-s2
CFL-s1	CFL-s2
DFL-s1	DFL-s2
EFL	
FFL	

Esempi delle possibili classi:

A₁ per prodotti incombustibili costituenti tramezzi o controsoffitti.

B_{L-s2,d1} per prodotti isolanti combustibili per installazioni tecniche.

C_{FL-s1} per prodotti combustibili posati a pavimento.

Tabella corrispondenza classi reazione (D.M. 15/03/2005)

Tabella di corrispondenza tra le classi italiane e le nuove classi europee per prodotti non isolanti

Art.2	Prodotti incombustibili (classe 0)	A1 impiego a parete e a soffitto A1FL impiego a pavimento A1L installazioni tecniche a sviluppo lineare
Art.3	Prodotti non classificati	F impiego a parete e a soffitto FFL impiego a pavimento FL installazioni tecniche a sviluppo lineare
Art.4	Prodotti installati lungo le vie di esodo negli atri, nei corridoi, nei disimpegni, nelle scale, nelle rampe, nei passaggi in genere, in luogo dei prodotti di classe 1 nei limiti per essi stabiliti dalle specifiche disposizioni di prevenzione incendi	A2FL-s1; BFL-s1 impiego a pavimento A2-s1,d0; A2-s2,d0; A2-s1,d1; B-s1,d0; B-s2,d0; B-s1,d1 impiego a parete A2-s1,d0; A2-s2,d0; B-s1,d0; B-s2,d0; impiego a soffitto
Art.5	Prodotti installati in tutti gli altri ambienti non facenti parte delle vie di esodo in luogo dei prodotti di classe 1,2 e 3	impiego a pavimento vedi Tabella 1 impiego a parete vedi Tabella 2 impiego a soffitto vedi Tabella 3

Tabella 1: impiego a pavimento

	Classe italiana	Classe europea
I	Classe 1	(A2FL-s1), (A2FL-s2), (BFL-s1), (BFL-s2)
II	Classe 2	(CFL-s1), (CFL-s2)
III	Classe 3	(DFL-s1), (DFL-s2)

Tabella 2: impiego a parete

	Classe italiana	Classe europea
I	Classe 1	(A2-s1,d0), (A2-s2,d0), (A2-s3,d0), (A2-s1,d1), (A2-s2,d1), (A2-s3,d1), (B-s1,d0), (B-s2,d0), (B-s1,d1), (B-s2,d1)
II	Classe 2	(A2-s1,d2), (A2-s2,d2), (A2-s3,d2), (B-s3,d0), (B-s1,d2), (B-s2,d2), (B-s3,d2), (C-s1,d0), (C-s2,d0), (C-s1,d1), (C-s2,d1)
III	Classe 3	(C-s3,d0), (C-s3,d1), (C-s1,d2), (C-s2,d2), (C-s3,d2), (D-s1,d0), (D-s2,d0), (D-s1,d1), (D-s2,d1)

Tabella 3: impiego a soffitto

	Classe italiana	Classe europea
I	Classe 1	(A2-s1,d0), (A2-s2,d0), (A2-s3,d0), (A2-s1,d1), (A2-s2,d1), (A2-s3,d1), (B-s1,d0), (B-s2,d0)
II	Classe 2	(B-s3,d0), (B-s1,d1), (B-s2,d1), (B-s3,d1), (C-s1,d0), (C-s2,d0)
III	Classe 3	(C-s3,d0), (C-s1,d1), (C-s2,d1), (C-s3,d1), (D-s1,d0), (D-s2,d0)

ANEXO 2 – ANEXO DA PORTARIA INMETRO Nº018/2012

1 DEFINIÇÕES, SÍMBOLOS E UNIDADES

1.1 Abertura

Todas as áreas da envoltória do edifício, abertas ou com fechamento translúcido ou transparente (que permitam a entrada da luz e/ou ar) incluindo, por exemplo, janelas, painéis plásticos, portas de vidro (com mais da metade da área de vidro), paredes de blocos de vidro e aberturas zenitais. A área da abertura exclui os caixilhos.

1.2 Abertura para iluminação

Parcela de área do vão que permite a passagem de luz.

1.3 Abertura para ventilação

Parcela de área do vão que permite a passagem de ar.

1.4 Abertura zenital

Abertura na cobertura para iluminação natural. Refere-se exclusivamente a aberturas em superfícies com inclinação inferior a 60° em relação ao plano horizontal. Sua área deve ser calculada a partir da projeção horizontal da abertura.

1.5 Absortância (adimensional)

Quociente da taxa de radiação solar absorvida por uma superfície pela taxa de radiação solar incidente sobre esta mesma superfície. A absortância é utilizada apenas para elementos opacos, com ou sem revestimento externo de vidro (exclui-se a absortância das parcelas envidraçadas das aberturas).

1.6 Ambiente

Espaço interno de uma edificação, fechado por superfícies sólidas, tais como paredes ou divisórias piso-teto, teto, piso e dispositivos operáveis tais como janelas e portas.

1.7 Ambiente condicionado artificialmente

Ambiente fechado (incluindo fechamento por cortinas de ar) atendido por sistema de condicionamento de ar.

1.8 Ambiente de permanência prolongada

Ambientes de ocupação contínua por um ou mais indivíduos, incluindo sala de estar, sala de jantar, sala íntima, dormitórios, escritório, sala de TV ou ambientes de usos similares aos citados. Não são considerados ambientes de permanência prolongada: cozinha, lavanderia ou área de serviço, banheiro, circulação, varanda aberta ou fechada com vidro, solarium,

garagem, dentre outros que sejam de ocupação transitória. Os ambientes listados nesta definição não excluem outros não listados. Observação: varandas fechadas com vidro, cozinhas ou outros ambientes que não possuam separação através de parede ou divisória até o forro com ambientes de permanência prolongada são considerados extensão dos ambientes contíguos a eles.

1.9 Área da Abertura (AAb) (m²)

Área da abertura livre de obstrução por elementos fixos de sombreamento que sejam paralelos ao plano de abertura.

1.10 Áreas de uso comum

Ambientes de uso coletivo de edificações multifamiliares ou de condomínios de edificações residenciais.

1.11 Áreas comuns de uso frequente

São consideradas áreas comuns de uso frequente: circulações, halls, garagens, escadas, antecâmaras, elevadores, corredores, estacionamento de visitantes, acessos externos ou ambientes de usos similares aos citados. Os ambientes listados nesta definição não excluem outros não listados.

1.12 Áreas comuns de uso eventual

São consideradas áreas comuns de uso eventual: salões de festa, piscina, brinquedoteca, banheiros coletivos, bicicletário, quadra poliesportiva, sala de cinema, sala de estudo, sala de ginástica, playground, churrasqueira, sauna e demais espaços coletivos destinados ao lazer e descanso dos moradores. Os ambientes listados nesta definição não excluem outros não listados.

1.13 Área Útil (AU) (m²)

Área disponível para ocupação, medida entre os limites internos das paredes que delimitam o ambiente, excluindo garagens.

1.14 Caixilho

Moldura opaca onde são fixados os vidros de janelas, portas e painéis.

1.15 Capacidade térmica (CT) [kJ/(m²K)]

Quantidade de calor necessária para variar em uma unidade a temperatura de um sistema.

1.16 Cartas solares

Instrumentos para representação da geometria da insolação.

1.17 Cobertura

Parcela da área de fechamentos opacos superiores da edificação, com inclinação inferior a 60° em relação ao plano horizontal.

1.18 Coeficiente de descarga (CD)

Coeficiente relacionado com as resistências de fluxo de ar encontradas nas aberturas de portas e janelas. É uma função entre a diferença de temperatura do ar, a velocidade e direção do vento e, principalmente, a geometria da abertura. É um coeficiente adimensional relacionado com a taxa de fluxo de ar média que passa pelas aberturas e corresponde à diferença de pressão através delas.

1.19 Coeficiente de fluxo de ar por frestas (CQ)

Coeficiente relacionado à infiltração, que corresponde ao fluxo de ar que vem do exterior para o interior da edificação através de frestas e outras aberturas não intencionais. Equivale ao coeficiente de descarga de fluxo de ar relativo ao tamanho da abertura.

1.20 Coeficiente de Performance (COP) (W/W)

Definido para as condições de resfriamento ou aquecimento, segundo a ASHRAE 90.1. Para resfriamento: razão entre o calor removido do ambiente e a energia consumida, para um sistema completo de refrigeração ou uma porção específica deste sistema sob condições operacionais projetadas. Para aquecimento: razão entre o calor fornecido ao ambiente e a energia consumida, para um sistema completo de aquecimento por bomba de calor, incluindo o compressor e, se aplicável, o sistema auxiliar de aquecimento, sob condições operacionais projetadas.

1.21 Coeficiente de pressão superficial (CP)

Número adimensional que indica as relações entre as pressões em diferentes pontos das superfícies externas de um sólido. Cada ponto da edificação que sofre pressão do vento possui seus próprios valores de CP para cada direção de vento. Os valores de CP dependem da forma da edificação, da direção do vento e da influência de obstruções como edificações vizinhas, vegetação e características locais do terreno.

1.22 Coeficiente de rugosidade do entorno

Valor adimensional relacionado com o perfil de obstrução dos arredores da edificação. Este valor é utilizado para corrigir os dados de velocidade de vento adquiridos em uma estação meteorológica.

1.23 Coletor Solar

Dispositivo que absorve a radiação solar incidente, transferindo-a para um fluido de trabalho sob a forma de energia térmica.

1.24 Consumo relativo para aquecimento (CA) (kWh/m²)

Consumo anual de energia (em kWh) por metro quadrado necessário para aquecimento do ambiente durante o período de 21 h às 8 h, todos os dias do ano, com manutenção da temperatura em 22°C.

1.25 Consumo relativo para refrigeração (CR) (kWh/m²)

Consumo anual de energia (em kWh) por metro quadrado necessário para refrigeração do ambiente durante o período de 21 h às 8 h, todos os dias do ano, com manutenção da temperatura em 24°C.

1.26 Demanda do elevador em standby (W)

Demanda total de energia do elevador no modo standby, ou seja, em espera, disponível para serviço. A demanda em standby é determinada cinco minutos depois que a última viagem tiver terminado e inclui todos os componentes relevantes em prontidão para operação e manutenção do elevador em standby.

1.27 Demanda do elevador em viagem (W)

Demanda total de energia do elevador durante as viagens, com ciclo e carga definidos. A demanda em viagem é determinada por uma viagem de referência com uma carga nominal e cobrindo um ciclo de viagem completo. O ciclo começa com a porta da cabine aberta no primeiro pavimento. A porta fecha e o elevador viaja até o último pavimento onde as portas abrem e fecham uma vez. A cabine viaja de volta ao ponto de origem e o ciclo de medição termina quando as portas da cabine se abrem.

1.28 Demanda específica do elevador em viagem (mWh/(kg.m))

Demanda de energia do elevador em viagem com ciclo de viagem específico, dividido pela carga nominal, em quilogramas e pela distância viajada, em metros.

1.29 Dispositivo de proteção solar

Elementos externos que proporcionam sombreamento nas aberturas dos ambientes de permanência prolongada, tais como venezianas, persianas, brises e cobogós.

1.30 Edificação Multifamiliar

Edificação que possui mais de uma unidade habitacional autônoma (UH) em um mesmo lote, em relação de condomínio, podendo configurar edifício de apartamentos, sobrado ou grupamento de edificações. (Observação: casas geminadas ou “em fita”, quando situadas no mesmo lote, enquadram-se nesta classificação). Estão excluídos desta categoria hotéis, motéis, pousadas, apart-hotéis e similares.

1.31 Edificação Residencial

Edificação utilizada para fins habitacionais, que contenha espaços destinados ao repouso, alimentação, serviços domésticos e higiene, não podendo haver predominância de atividades como comércio, escolas, associações ou instituições de diversos tipos, prestação de serviços,

diversão, preparação e venda de alimentos, escritórios e serviços de hospedagem, sejam eles hotéis, motéis, pousadas, apart-hotéis ou similares. No caso de edificações de uso misto, que possuem ocupação diversificada englobando mais de um uso, estes devem ser avaliados separadamente.

1.32 Edificação Unifamiliar

Edificação que possui uma única unidade habitacional autônoma (UH) no lote.

1.33 Eficiência luminosa (η) (lm/W)

Quociente entre fluxo luminoso emitido, em lumens, pela potência consumida, em Watts.

1.34 Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE)

Etiqueta concedida a produtos e edificações com eficiência avaliada através do Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE).

1.35 Envoltória (Env)

Conjunto de planos que separam o ambiente interno do ambiente externo, tais como fachadas, empenas, cobertura, aberturas, assim como quaisquer elementos que os compõem. Não estão incluídos pisos, estejam eles ou não em contato com o solo.

1.36 EqNum - Equivalente numérico

Número representativo da eficiência ou do desempenho de um sistema.

1.37 EqNumAA - Equivalente numérico do sistema de aquecimento de água

Número representativo da eficiência do sistema de aquecimento de água.

1.38 EqNumB - Equivalente numérico das bombas centrífugas

Número representativo da eficiência das bombas centrífugas.

1.39 EqNumElev - Equivalente numérico dos elevadores

Número representativo da eficiência energética dos elevadores.

1.40 EqNumEnv - Equivalente numérico da envoltória

Número representativo do desempenho térmico da envoltória da unidade habitacional autônoma. Pode ser desempenho para resfriamento (EqNumEnvResfr), para aquecimento (EqNumEnvA) ou para ambientes condicionados artificialmente (EqNumEnvRefrig).

1.41 EqNumEnvAmb - Equivalente numérico da envoltória do ambiente

Número representativo do desempenho térmico da envoltória de um ambiente de permanência prolongada. Pode ser desempenho para resfriamento (EqNumEnvAmbResfr), para aquecimento (EqNumEnvAmbA) ou para ambientes condicionados artificialmente (EqNumEnvAmbRefrig).

1.42 EqNumEq – Equivalente numérico dos equipamentos

Número representativo da eficiência dos equipamentos.

1.43 EqNumIllum - Equivalente numérico do sistema de iluminação artificial

Número representativo da eficiência do sistema de iluminação artificial.

1.44 EqNumS – Equivalente numérico da sauna

Número representativo da eficiência da sauna.

1.45 Fachada

Superfícies externas verticais ou com inclinação superior a 60° em relação à horizontal. Inclui as superfícies opacas, translúcidas, transparentes e vazadas.

1.46 Fachada Leste

Fachada cuja normal à superfície está voltada para a direção de 90° em sentido horário a partir do Norte geográfico. Fachadas cuja orientação variarem de - 45° a + 45° em relação a essa orientação serão consideradas como fachadas Leste.

1.47 Fachada Norte

Fachada cuja normal à superfície está voltada para a direção de 0° a partir do Norte geográfico. Fachadas cuja orientação variarem de - 45° a + 45° em relação a essa orientação serão consideradas como fachadas Norte.

1.48 Fachada Oeste

Fachada cuja normal à superfície está voltada para a direção de 270° em sentido horário a partir do Norte geográfico. Fachadas cuja orientação variarem de - 45° a + 45° em relação a essa orientação serão consideradas como fachadas Oeste.

1.49 Fachada Sul

Fachada cuja normal à superfície está voltada para a direção de 180° em sentido horário a partir do Norte geográfico. Fachadas cuja orientação variarem de - 45° a + 45° em relação a essa orientação serão consideradas como fachadas Sul.

1.50 Fração solar

Parcela de energia requerida para aquecimento da água que é suprida pela energia solar, em média anual.

1.51 Graus-hora de resfriamento

Somatório da diferença entre a temperatura operativa horária e a temperatura de base, quando a primeira está acima da temperatura de base.

1.52 Indicador de graus-hora para resfriamento (GHR)

Indicador de desempenho térmico da envoltória da edificação naturalmente ventilada, baseado no método dos graus-hora, que utiliza uma temperatura base, independente de temperaturas de conforto, consistindo em uma temperatura de referência para comparações. Neste RTQ, o indicador representa o somatório anual de graus-hora, calculado para a temperatura de base de 26°C para resfriamento. O cálculo é realizado através da temperatura operativa do ambiente.

1.53 Organismo de Inspeção Acreditado (OIA)

Pessoa jurídica, de direito público ou privado, que obteve o reconhecimento formal da Coordenação Geral de Acreditação do Inmetro quanto à sua competência para realizar os serviços de inspeção de projeto e/ou de edificações construídas para determinar o nível de eficiência energética da edificação, tendo como base o RTQ-R.

1.54 Padrão de Ocupação (h)

Número de horas em que um determinado ambiente é ocupado, considerando a dinâmica da edificação (dias de semana e final de semana).

1.55 Padrão de Uso (h)

Número de horas em que um determinado equipamento é utilizado.

1.56 Paredes externas

Superfícies opacas que delimitam o interior do exterior da edificação. Esta definição exclui as aberturas.

1.57 Pilotis

Consiste na área aberta, sustentada por pilares, que corresponde à projeção da superfície do pavimento imediatamente acima.

1.58 Pontuação Total (PT)

Pontuação total alcançada pela edificação.

1.59 Porosidade

Relação entre as áreas efetivamente abertas para ventilação e as áreas impermeáveis à passagem do vento.

1.60 Potencial de ventilação

Critério que visa avaliar a existência de condições que potencializem o escoamento do vento através dos edifícios, favorecendo a utilização da ventilação natural como estratégia de resfriamento passivo nos ambientes de longa permanência.

1.61 Profundidade do ambiente (P) (m)

Distância entre a parede que contém a(s) abertura(s) para iluminação e a parede oposta a esta.

1.62 Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE)

Programa de conservação de energia que atua através de etiquetas informativas, com o objetivo de alertar o consumidor quanto à eficiência energética dos principais produtos consumidores de energia comercializados no país.

1.63 Resistência térmica total (RT) [(m²K)/W]

Somatório do conjunto de resistências térmicas correspondentes às camadas de um elemento ou componente, incluindo as resistências superficiais, interna e externa.

1.64 Temperatura operativa (To) (oC)

Valor médio entre a temperatura do ar e a temperatura radiante média do ambiente.

1.65 Transmitância à radiação solar

Quociente da taxa de radiação solar que atravessa um elemento pela taxa de radiação solar incidente sobre este mesmo elemento.

1.66 Transmitância térmica (U) [W/(m²K)]

Transmissão de calor em unidade de tempo e através de uma área unitária de um elemento ou componente construtivo; neste caso, dos vidros e dos componentes opacos das paredes externas e coberturas, incluindo as resistências superficiais interna e externa, induzida pela diferença de temperatura entre dois ambientes. A transmitância térmica deve ser calculada utilizando o método de cálculo da NBR 15220-2 ou determinada através do método da caixa quente protegida da NBR 6488.

1.67 Unidade Habitacional Autônoma (UH)

Bem imóvel destinado à moradia e dotado de acesso independente, sendo constituído por, no mínimo, banheiro, dormitório, cozinha e sala, podendo estes três últimos ser conjugados. Corresponde a uma unidade de uma edificação multifamiliar (apartamento) ou a uma edificação unifamiliar (casa).

1.68 Ventilação cruzada

Pode ser considerada em relação a uma unidade habitacional autônoma ou em relação a um determinado ambiente da mesma e depende da configuração do conjunto de aberturas localizadas nas fachadas e/ou coberturas e das aberturas que interligam os diversos ambientes internos.

Ventilação cruzada através de uma unidade habitacional autônoma: caracterizada pelo escoamento de ar entre aberturas localizadas nas fachadas orientadas a barlavento (zonas de sobrepressão onde as aberturas se caracterizam como entradas de ar) e aquelas situadas nas fachadas a sotavento (zonas de subpressão onde as aberturas se caracterizam como saídas de ar), após esse escoamento ter cruzado um ou mais ambientes que se encontrem interligados por aberturas que permitam a circulação do ar entre eles.

Ventilação cruzada através de um ambiente: caracterizada pelo escoamento de ar entre aberturas localizadas em paredes opostas ou adjacentes desse ambiente, desde que sua localização produza um escoamento de ar que cruze diagonalmente os ambientes.

1.69 Zona Bioclimática (ZB)

Região geográfica homogênea quanto aos elementos climáticos que interferem nas relações entre ambiente construído e conforto humano de acordo com a NBR 15220-3.