

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA | UNB |
FACULDADE DE ARQUITETURA E URBANISMO | FAU |
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA E URBANISMO | PPG/FAU |

CAROLINA MENDONÇA ZINA

**ATRIBUTOS DE DESEMPENHO AMBIENTAL:
UMA FERRAMENTA DE APOIO PARA PROJETOS RESIDENCIAIS**

BRASÍLIA
2020

CAROLINA MENDONÇA ZINA

ATRIBUTOS DE DESEMPENHO AMBIENTAL:
UMA FERRAMENTA DE APOIO PARA PROJETOS RESIDENCIAIS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília, como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de mestre em Arquitetura e Urbanismo. Área de concentração: Sustentabilidade, Qualidade e Eficiência do Ambiente Construído.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Raquel Naves Blumenschein

Co-orientadora: Prof.^a Dr.^a Luciane Cleonice Durante

BRASÍLIA

2020

ATRIBUTOS DE DESEMPENHO AMBIENTAL: UMA FERRAMENTA DE APOIO PARA PROJETOS
RESIDENCIAIS

APROVADA POR:

Prof.^ª Dr.^ª Raquel Naves Blumenschein (PPG-FAU/UnB)
(Orientadora)

Prof.^ª Dr.^ª Luciane Cleonice Durante (UFMT)
(Co-orientadora)

Prof.^ª Dr.^ª Maria do Carmo Bezerra (PPG-FAU/UnB)
(Examinadora Interna)

Prof.^ª Dr.^ª Michele Tereza Marques Carvalho (ENC/FT/UnB)
(Examinadora Externa)

Prof. Dr. Gustavo de Luna Sales (FAU/UnB)
(Suplente)

FICHA CATALOGRÁFICA

| | |
|----|---|
| Ma | <p>Mendonça Zina, Carolina Atributos de desempenho ambiental: uma ferramenta de apoio para projetos residenciais / Carolina Mendonça Zina; orientador Raquel Naves Blumenschein; co-orientador Luciane Cleonice Durante. -- Brasília, 2020. 241 p.</p> <p>Dissertação (Mestrado - Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) -- Universidade de Brasília, 2020.</p> <p>1. Conforto. 2. Sustentabilidade. 3. Edifícios residenciais. I. Naves Blumenschein, Raquel, orient. II. Cleonice Durante, Luciane, co-orient. III. Título.</p> |
|----|---|

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ZINA, C. M. **Atributos de desempenho ambiental**: uma ferramenta de apoio para projetos residenciais. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília, Brasília, 2020.

CESSÃO DE DIREITOS

Autora: Carolina Mendonça Zina

Título: Atributos de desempenho ambiental: uma ferramenta de apoio para projetos residenciais.

Grau: Mestre

Ano: 2020

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta dissertação de mestrado e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. A autora reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte desta dissertação de mestrado pode ser reproduzida sem autorização por escrito do autor.

“Não é o crítico que importa; nem aquele que aponta onde foi que o homem tropeçou ou como o autor das façanhas poderia ter feito melhor. O crédito pertence ao homem que está por inteiro na arena da vida, cujo rosto está manchado de poeira, suor e sangue; que luta bravamente; que erra, que decepciona, porque não há esforço sem erros e decepções; mas que, na verdade, se empenha em seus feitos; que conhece o entusiasmo, as grandes paixões; que se entrega a uma causa digna; que, na melhor das hipóteses, conhece no final o triunfo da grande conquista e que, na pior, se fracassar, ao menos fracassa ousando grandemente.”

- Theodore Roosevelt, 1910.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) pelo apoio e fomento a este trabalho de pesquisa.

À minha orientadora, Prof.^a Dr.^a Raquel Naves Blumenschein, pelo apoio imensurável a este trabalho. Agradeço pela paciência, acolhimento e compreensão com as dificuldades enfrentadas durante esta caminhada.

À minha co-orientadora, Prof.^a Dr.^a Luciane Cleonice Durante, que me acompanha desde a graduação sem medir esforços para me auxiliar e guiar nesta jornada. Agradeço pela paciência e carinho que sempre teve comigo.

À Prof.^a Dr.^a Michele Tereza Marques Carvalho pelos ensinamentos durante a trajetória do mestrado e na banca de qualificação.

Ao Prof. Dr. Gustavo de Luna Sales pela oportunidade de acompanhar a disciplina de Conforto Térmico durante o estágio docência.

Aos meus pais, Glacy e Omar, meus maiores exemplos de professores, por todo amor, carinho e dedicação imensuráveis comigo e meu irmão Gustavo. Vocês são minha fonte de inspiração diária. Sem vocês, nada disso seria possível.

Aos meus padrinhos Lessy e Antônio, pelo amor incondicional mesmo com a distância.

Ao meu irmão, Gustavo, que também se tornou minha referência de professor. Agradeço pelos puxões de orelha e carinho.

À minha cunhada Andrey, que me escutou e esteve comigo mesmo de longe.

Ao Attilio, meu parceiro de vida, por todo carinho e compreensão. Agradeço pelos momentos mais difíceis que você se manteve do meu lado.

À minha rede de apoio, em especial à Ângela Terzian, Sheila Araújo, Tatiane Coutinho, Adílio Venâncio, Elaine Bida, Juliana Pagy e Daniella Caribé, vocês me escutaram e proporcionaram momentos incríveis de autoconhecimento, minha eterna gratidão.

Às minhas amigas de infância, Amanda Cotelo, Bruna Campos, Débora Pacheco, Eduarda Frandsen, Gabriela Rizzieri, Giovanna Vieira, Karolina Nunes e Ludmila Ioris, por sempre estarem comigo, independente da distância.

Aos amigos da graduação que se tornaram família, Flávio Gomes, Hellyda Sacal, Kelrye Yamashita e Malu Scaffi, por todo o carinho que tiveram comigo durante esses dois últimos anos.

Aos amigos que conheci durante o momento mais especial, Bruna Martins, Caroline Dau, Felipe Riule, Ko-Hsuan Hu, Larissa Nishijima, Nathália Linhares e Pedro Morais, agradeço por me aceitarem e sempre estarem presentes.

Aos amigos de Brasília, que se tornaram minha família e deixaram meus dias mais leves e com mais amor, Arthur Egydio, Ayana Dantas, Franciele Parreira, João Dimas, Lilian Guedes, Marília Godinho, Olívia Hernandez, Renata Maciel, Thiago Augusto, Thiago Tavares, Tiago Zaterka e Virgínia Maracajá. Agradeço por me escutarem e sempre estarem ao meu lado.

RESUMO

O setor da construção civil tem grande importância na busca por soluções que consumam menos recursos naturais e reduzam impactos ambientais. Iniciativas de projeto adequados a demandas e características locais são de extrema importância, potencializando o aumento do conforto do usuário e a redução do consumo energético. Esse trabalho desenvolveu uma ferramenta para apoiar escritórios de pequeno porte no desenvolvimento de projetos residenciais, considerando atributos de desempenho ambiental. A ferramenta proposta foi desenvolvida e testada em quatro escritórios de pequeno porte na região Centro-Oeste do Brasil, atendendo aos objetivos específicos de mapeamento dos critérios de desempenho ambiental para edificações residenciais, a partir da revisão sistemática da literatura; mapeamento dos critérios de desempenho ambiental para edificações residenciais, a partir dos principais sistemas de certificação do mundo; e mapeamento da percepção dos escritórios de arquitetura de pequeno porte referentes aos critérios de desempenho ambiental em projetos residenciais. Portanto, o processo de construção da ferramenta foi fundamentado em revisão sistemática da literatura e sobreposição de informações dos principais sistemas de certificação ambiental de construção. Com a aplicação da ferramenta pôde-se perceber que, mesmo com a constatação de que ainda existem barreiras a serem superadas na busca por edificações mais sustentáveis, é possível aferir que os pequenos escritórios têm a intenção de alcançar estratégias mais sustentáveis em seus projetos. Apesar da maior parte dos critérios ter sido considerada de difícil aplicabilidade por metade dos escritórios, os arquitetos ainda assim buscam implementar a maior parte das estratégias, pois todos declararam que buscam atender no mínimo 32 dos 55 critérios propostos. A ferramenta proposta oferece uma estrutura de raciocínio e introduz um padrão mais sustentável para projetos residenciais que pode ser absorvido por pequenos escritórios de arquitetura em sua prática cotidiana de projeto, visto que ao responderem à planilha proposta tiveram a oportunidade de entrar em contato com estratégias mais sustentáveis. Os resultados da pesquisa também permitem afirmar que o caminho da sustentabilidade está se tornando cada vez mais viável. No entanto faz-se necessário disponibilizar meios e ferramentas que possam fortalecer o sistema de aprendizados dos que tomam decisões no desenvolvimento de projetos de arquitetura. A principal aplicação da ferramenta desenvolvida nesse trabalho visa, particularmente contribuir com esse fortalecimento.

Palavras-chave: Conforto; Sustentabilidade; Edifícios residenciais.

ABSTRACT

The construction sector has a great importance in the search for solutions that consume less natural resources and reduce environmental impacts. Efforts to adapt the project to the local demands and characteristics are extremely important, enhancing the increase in user comforts and the reduction of energy consumption. Considering this, this research developed a tool to support small offices in the development of residential projects, considering attributes of environmental performance. The proposed tool was developed and tested in four small offices in the Midwest region of Brazil, meeting the specific objectives of mapping the environmental performance criteria for residential buildings, based on a systematic literature review; mapping of environmental performance criteria for residential buildings, based on the main certification systems of the world; and mapping the perception of small architecture offices regarding the environmental performance criteria in residential projects. Therefore, the tool construction process was based on a systematic literature review and overlapping of information on the main environmental certification systems. With the tool application, it was possible to realize that, even that there are still barriers to be overcome in the search for more sustainable buildings, it is possible to verify that small offices have the intention of achieving more sustainable strategies in their projects. Although most of the criteria were considered difficult to apply by half of the offices, architects still seek to implement most of the strategies, as all declared that they seek to meet at least 32 of the 55 proposed criteria. The proposed tool introduces a more sustainable standard for residential projects that can be absorbed by small architectural offices in their daily design practice, as that when they were responding to the proposed spreadsheet they had the opportunity to be in contact with strategies more sustainable. The survey results also allow us to affirm that the path of sustainability is becoming more feasible. However, it is necessary to provide resources and tools that can strengthen the learning system of those who make decisions in the development of architectural projects. The main application of the tool developed in this work aims to contribute to this strengthening.

Keywords: Comfort; Sustainability; Residential buildings.

SUMÁRIO

| | |
|---|-----------|
| 1. INTRODUÇÃO | 17 |
| 1.1. JUSTIFICATIVA | 19 |
| 1.2. OBJETIVOS | 19 |
| 1.2.1. OBJETIVO GERAL | 19 |
| 1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS | 20 |
| 1.3. APRESENTAÇÃO DA ESTRUTURA DO TRABALHO | 20 |
| | |
| 2. REFERENCIAL TEÓRICO | 21 |
| 2.1. REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA | 21 |
| 2.1.1. AS CERTIFICAÇÕES DE DESEMPENHO AMBIENTAL DE EDIFICAÇÕES | 24 |
| 2.1.2. BENEFÍCIOS DA CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL E DA UTILIZAÇÃO DOS SISTEMAS DE CERTIFICAÇÃO AMBIENTAL DE EDIFICAÇÕES | 26 |
| 2.1.3. BARREIRAS DA CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL E DA UTILIZAÇÃO DAS CERTIFICAÇÕES AMBIENTAIS DE EDIFICAÇÕES | 26 |
| 2.1.4. SOLUÇÕES PARA O FUTURO | 27 |
| 2.1.5. CRITÉRIOS PROPOSTOS | 28 |
| 2.1.6. INTERAÇÃO ENTRE OS CRITÉRIOS APRESENTADOS NA REVISÃO SISTEMÁTICA | 58 |
| 2.1.7. CRITÉRIOS RELEVANTES | 64 |
| 2.2. FERRAMENTAS DE AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO AMBIENTAL DE EDIFICAÇÕES RESIDENCIAIS | 65 |
| 2.2.1. ABNT NBR 15575 EDIFICAÇÕES HABITACIONAIS - DESEMPENHO | 66 |
| 2.2.2. ABNT NBR 15220 DESEMPENHO TÉRMICO DE EDIFICAÇÕES | 67 |
| 2.2.3. REGULAMENTO TÉCNICO DA QUALIDADE PARA O NÍVEL DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DE EDIFICAÇÕES RESIDENCIAIS | 67 |
| 2.2.4. BREEAM – BUILDING ESTABLISHMENT ENVIRONMENTAL ASSESSMENT METHOD | 69 |
| 2.2.5. LEED – LEADERSHIP IN ENERGY AND ENVIRONMENTAL DESIGN | 71 |
| 2.2.6. DGNB – GERMAN SUSTAINABLE BUILDING COUNCIL | 72 |
| 2.2.7. PROCESSO AQUA-HQE | 73 |
| 2.2.8. SELO CASA AZUL | 75 |
| 2.2.9. GBC BRASIL CASA | 77 |
| 2.2.10. INTERAÇÃO ENTRE AS FERRAMENTAS DE AVALIAÇÃO | 78 |
| | |
| 3. MATERIAIS E MÉTODO | 87 |
| 3.1. A CONSTRUÇÃO DA FERRAMENTA GUIA | 87 |
| 3.2. A ESCALA DE AVALIAÇÃO | 92 |

| | |
|---|------------|
| 3.3. CATEGORIAS, SUBCATEGORIAS E CRITÉRIOS DE DESEMPENHO AMBIENTAL | 92 |
| 3.3.1. GESTÃO | 92 |
| 3.3.2. AMBIENTE | 95 |
| 3.3.3. ENERGIA | 102 |
| 3.3.4. ÁGUA | 105 |
| 3.3.5. MATERIAIS | 107 |
| 3.3.6. QUALIDADE AMBIENTAL INTERNA | 111 |
| | |
| 4. RESULTADOS | 120 |
| | |
| 4.1. ESCRITÓRIO A | 120 |
| 4.1.1. GESTÃO | 120 |
| 4.1.2. AMBIENTE | 121 |
| 4.1.3. ENERGIA | 122 |
| 4.1.4. ÁGUA | 123 |
| 4.1.5. MATERIAIS | 123 |
| 4.1.6. QUALIDADE AMBIENTAL INTERNA | 124 |
| 4.2. ESCRITÓRIO B | 125 |
| 4.2.1. GESTÃO | 125 |
| 4.2.2. AMBIENTE | 126 |
| 4.2.3. ENERGIA | 127 |
| 4.2.4. ÁGUA | 128 |
| 4.2.5. MATERIAIS | 128 |
| 4.2.6. QUALIDADE AMBIENTAL INTERNA | 129 |
| 4.3. ESCRITÓRIO C | 130 |
| 4.3.1. GESTÃO | 130 |
| 4.3.2. AMBIENTE | 131 |
| 4.3.3. ENERGIA | 132 |
| 4.3.4. ÁGUA | 133 |
| 4.3.5. MATERIAIS | 133 |
| 4.3.6. QUALIDADE AMBIENTAL INTERNA | 134 |
| 4.4. ESCRITÓRIO D | 135 |
| 4.4.1. GESTÃO | 135 |
| 4.4.2. AMBIENTE | 136 |
| 4.4.3. ENERGIA | 137 |
| 4.4.4. ÁGUA | 137 |

| | |
|---|------------|
| 4.4.5. MATERIAIS | 138 |
| 4.4.6. QUALIDADE AMBIENTAL INTERNA | 138 |
| 4.5. CONSOLIDAÇÃO DOS RESULTADOS | 139 |
| 4.5.1. ATENDIMENTO | 139 |
| 4.5.2. NÍVEL DE APLICABILIDADE | 146 |
| 4.5.3. SÍNTESE GERAL | 155 |
| 4.6. REVISÃO NA FERRAMENTA | 156 |
| | |
| 5. CONCLUSÃO | 158 |
| | |
| 5.1. LIMITAÇÕES DA PESQUISA | 161 |
| 5.2. SUGESTÃO PARA TRABALHOS FUTUROS | 161 |
| | |
| 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 162 |
| | |
| 7. APÊNDICES | 174 |
| | |
| 7.1 GESTÃO | 177 |
| 7.1.1. CONCEPÇÃO E PROCESSO DE PROJETO | 178 |
| 7.2 AMBIENTE | 179 |
| 7.2.1. SELEÇÃO DO TERRENO | 180 |
| 7.2.2. CONTROLE E GERENCIAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS | 181 |
| 7.2.3. PAISAGISMO E BIODIVERSIDADE NO TERRENO | 182 |
| 7.2.4. RESÍDUOS | 183 |
| 7.3 ENERGIA | 185 |
| 7.3.1. EFICIÊNCIA ENERGÉTICA | 186 |
| 7.4 ÁGUA | 188 |
| 7.4.1. EFICIÊNCIA HÍDRICA | 189 |
| 7.5 MATERIAIS | 190 |
| 7.5.1. MATERIAIS E PROCESSOS CONSTRUTIVOS | 191 |
| 7.6 QUALIDADE AMBIENTAL INTERNA | 192 |
| 7.6.1. DESEMPENHO E CONFORTO TÉRMICO | 193 |
| 7.6.2. DESEMPENHO LUMÍNICO E CONFORTO VISUAL | 197 |
| 7.6.2. DESEMPENHO E CONFORTO ACÚSTICO | 199 |
| 7.7 ANEXO I | 201 |
| 7.8 ANEXO II | 207 |
| 7.9 ANEXO III | 236 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|-----|
| FIGURA 1: MAPA MENTAL DO MÉTODO PROPOSTO. | 87 |
| FIGURA 2: CATEGORIAS E SUBCATEGORIAS DA FERRAMENTA PROPOSTA. | 89 |
| FIGURA 3: RESUMO DA BIBLIOGRAFIA UTILIZADA PARA A CONSTRUÇÃO DE CADA SUBCATEGORIA. | 90 |
| FIGURA 4: RESUMO DA BIBLIOGRAFIA UTILIZADA PARA A CONSTRUÇÃO DE CADA SUBCATEGORIA. | 91 |
| FIGURA 5: ESCALA DE AVALIAÇÃO DO ARTEFATO. | 92 |
| FIGURA 6: CRITÉRIOS DE CONCEPÇÃO E PROCESSO DE PROJETO. | 93 |
| FIGURA 7: CRITÉRIOS DE SELEÇÃO DO TERRENO. | 96 |
| FIGURA 8: CRITÉRIOS DE CONTROLE E GERENCIAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS. | 97 |
| FIGURA 9: CRITÉRIOS DE PAISAGISMO E BIODIVERSIDADE NO TERRENO. | 99 |
| FIGURA 10: CRITÉRIOS DE RESÍDUOS. | 101 |
| FIGURA 11: CRITÉRIOS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA. | 103 |
| FIGURA 12: CRITÉRIOS DE EFICIÊNCIA HÍDRICA. | 105 |
| FIGURA 13: CRITÉRIOS DE MATERIAIS. | 108 |
| FIGURA 14: CRITÉRIOS DE DESEMPENHO E CONFORTO TÉRMICO. | 112 |
| FIGURA 15: CRITÉRIOS DE DESEMPENHO LUMÍNICO E CONFORTO VISUAL. | 115 |
| FIGURA 16: CRITÉRIOS DE DESEMPENHO E CONFORTO ACÚSTICO. | 118 |

LISTA DE QUADROS

| | |
|---|----|
| QUADRO 1: CRITÉRIOS PARA AVALIAÇÃO DAS DIMENSÕES DE QUALIDADE DOS ESTUDOS PRIMÁRIOS. | 22 |
| QUADRO 2: CONSOLIDAÇÃO DA AVALIAÇÃO. | 22 |
| QUADRO 3: TRABALHOS DE BANCOS DE DADOS NACIONAIS PRÉ-SELECIONADOS E SUA AVALIAÇÃO FINAL. | 22 |
| QUADRO 4: TRABALHOS DE BANCO DE DADOS INTERNACIONAL PRÉ-SELECIONADOS E SUA AVALIAÇÃO FINAL. | 24 |
| QUADRO 5: REQUISITOS DE SUSTENTABILIDADE NA FASE DE ESTUDO PRELIMINAR. | 30 |
| QUADRO 6: REQUISITOS DE SUSTENTABILIDADE NA FASE DE ANTEPROJETO. | 32 |
| QUADRO 7: REQUISITOS DE SUSTENTABILIDADE NA FASE DE PROJETO EXECUTIVO. | 34 |
| QUADRO 8: ÍNDICE DE SUSTENTABILIDADE. | 35 |
| QUADRO 9: REQUISITOS DE SUSTENTABILIDADE. | 39 |
| QUADRO 10: CRITÉRIOS PROPOSTOS POR PEREIRA (2012). | 40 |
| QUADRO 11: PROPOSTA DE INSTRUMENTO DE AVALIAÇÃO LOCAL (PIAL). | 46 |
| QUADRO 12: CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO DE UMA HABITAÇÃO DE BAIXO IMPACTO AMBIENTAL. | 51 |
| QUADRO 13: CATEGORIA E CRITÉRIOS DA FERRAMENTA PROPOSTA POR REBÊLO (2018). | 54 |
| QUADRO 14: CATEGORIA E CRITÉRIOS DA FERRAMENTA PROPOSTA POR LUTHER (2009). | 56 |
| QUADRO 15: ASPECTOS DE CONFORTO PARA UMA AVALIAÇÃO HOLÍSTICA. | 58 |
| QUADRO 16: INTERAÇÃO ENTRE OS TRABALHOS NA CATEGORIA GESTÃO. | 58 |
| QUADRO 17: INTERAÇÃO ENTRE OS TRABALHOS NA CATEGORIA AMBIENTE. | 59 |
| QUADRO 18: INTERAÇÃO ENTRE OS TRABALHOS NA CATEGORIA ENERGIA. | 60 |
| QUADRO 19: INTERAÇÃO ENTRE OS TRABALHOS NA CATEGORIA ÁGUA. | 61 |
| QUADRO 20: INTERAÇÃO ENTRE OS TRABALHOS NA CATEGORIA MATERIAIS. | 62 |
| QUADRO 21: INTERAÇÃO ENTRE OS TRABALHOS NA CATEGORIA QUALIDADE AMBIENTAL INTERNA. | 63 |
| QUADRO 22: CRITÉRIOS MAIS RELEVANTES. | 65 |
| QUADRO 23: CATEGORIAS E ITENS DE AVALIAÇÃO DO BREEAM INTERNATIONAL NEW CONSTRUCTION 2016. | 69 |
| QUADRO 24: CATEGORIAS E ITENS DE AVALIAÇÃO DO LEED V4.1 BD+C 2019. | 71 |
| QUADRO 25: CATEGORIAS E CRITÉRIOS DO DGNB 2018. | 73 |
| QUADRO 26: CATEGORIAS E CRITÉRIOS DO AQUA-HQE RESIDENCIAL 2018. | 74 |
| QUADRO 27: CATEGORIAS E CRITÉRIOS DO SELO CASA AZUL 2010. | 76 |
| QUADRO 28: CATEGORIAS E ITENS DE AVALIAÇÃO DO GBC BRASIL CASA 2017. | 77 |
| QUADRO 29: DIVISÃO DAS FERRAMENTAS EM CATEGORIAS. | 79 |
| QUADRO 30: INTERAÇÃO ENTRE AS FERRAMENTAS NA CATEGORIA GESTÃO. | 80 |
| QUADRO 31: INTERAÇÃO ENTRE AS FERRAMENTAS NA CATEGORIA AMBIENTE. | 80 |
| QUADRO 32: INTERAÇÃO ENTRE AS FERRAMENTAS NA CATEGORIA ENERGIA. | 82 |
| QUADRO 33: INTERAÇÃO ENTRE AS FERRAMENTAS NA CATEGORIA ÁGUA. | 82 |
| QUADRO 34: INTERAÇÃO ENTRE AS FERRAMENTAS NA CATEGORIA MATERIAIS. | 83 |
| QUADRO 35: INTERAÇÃO ENTRE AS FERRAMENTAS NA CATEGORIA QUALIDADE AMBIENTAL INTERNA. | 84 |
| QUADRO 36: CRITÉRIOS RELEVANTES. | 86 |
| QUADRO 37: SOBREPOSIÇÃO DOS CRITÉRIOS RELEVANTES DA REVISÃO SISTEMÁTICA E DAS CERTIFICAÇÕES. | 88 |

| | |
|--|-----|
| QUADRO 38: CLASSIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL..... | 101 |
| QUADRO 39: FORMAS DE DESTINAÇÃO DOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL..... | 102 |
| QUADRO 40: PRÉ-REQUISITOS DE ABSORTÂNCIA SOLAR, TRANSMITÂNCIA TÉRMICA E CAPACIDADE TÉRMICA PARA AS DIFERENTES ZONAS BIOCLIMÁTICAS..... | 112 |
| QUADRO 41: PERCENTUAL DE ÁREAS MÍNIMAS PARA VENTILAÇÃO EM RELAÇÃO À ÁREA ÚTIL DO AMBIENTE..... | 113 |
| QUADRO 42: SOMBREAMENTO DAS ABERTURAS..... | 113 |
| QUADRO 43: ESTRATÉGIAS DE CONDICIONAMENTO TÉRMICO PASSIVO..... | 114 |
| QUADRO 44: NÍVEIS DE ILUMINAMENTO NATURAL..... | 116 |
| QUADRO 45: NÍVEIS DE ILUMINAMENTO GERAL PARA ILUMINAÇÃO ARTIFICIAL..... | 116 |
| QUADRO 46: VALORES MÍNIMOS DA DIFERENÇA PADRONIZADA DE NÍVEL PONDERADA, D _{2M} ,N _T ,W, DA VEDAÇÃO EXTERNA DE DORMITÓRIO..... | 118 |
| QUADRO 47: RESULTADO DA APLICAÇÃO DA FERRAMENTA NO ESCRITÓRIO A CATEGORIA GESTÃO..... | 121 |
| QUADRO 48: RESULTADO DA APLICAÇÃO DA FERRAMENTA NO ESCRITÓRIO A CATEGORIA AMBIENTE..... | 122 |
| QUADRO 49: RESULTADO DA APLICAÇÃO DA FERRAMENTA NO ESCRITÓRIO A CATEGORIA ENERGIA..... | 123 |
| QUADRO 50: RESULTADO DA APLICAÇÃO DA FERRAMENTA NO ESCRITÓRIO A CATEGORIA ÁGUA..... | 123 |
| QUADRO 51: RESULTADO DA APLICAÇÃO DA FERRAMENTA NO ESCRITÓRIO A CATEGORIA MATERIAIS..... | 124 |
| QUADRO 52: RESULTADO DA APLICAÇÃO DA FERRAMENTA NO ESCRITÓRIO A CATEGORIA QUALIDADE AMBIENTAL INTERNA..... | 124 |
| QUADRO 53: RESULTADO DA APLICAÇÃO DA FERRAMENTA NO ESCRITÓRIO B CATEGORIA GESTÃO..... | 125 |
| QUADRO 54: RESULTADO DA APLICAÇÃO DA FERRAMENTA NO ESCRITÓRIO B CATEGORIA AMBIENTE..... | 127 |
| QUADRO 55: RESULTADO DA APLICAÇÃO DA FERRAMENTA NO ESCRITÓRIO B CATEGORIA ENERGIA..... | 127 |
| QUADRO 56: RESULTADO DA APLICAÇÃO DA FERRAMENTA NO ESCRITÓRIO B CATEGORIA ÁGUA..... | 128 |
| QUADRO 57: RESULTADO DA APLICAÇÃO DA FERRAMENTA NO ESCRITÓRIO B CATEGORIA MATERIAIS..... | 128 |
| QUADRO 58: RESULTADO DA APLICAÇÃO DA FERRAMENTA NO ESCRITÓRIO B CATEGORIA QUALIDADE AMBIENTAL INTERNA..... | 129 |
| QUADRO 59: RESULTADO DA APLICAÇÃO DA FERRAMENTA NO ESCRITÓRIO C CATEGORIA GESTÃO..... | 131 |
| QUADRO 60: RESULTADO DA APLICAÇÃO DA FERRAMENTA NO ESCRITÓRIO C CATEGORIA AMBIENTE..... | 132 |
| QUADRO 61: RESULTADO DA APLICAÇÃO DA FERRAMENTA NO ESCRITÓRIO C CATEGORIA ENERGIA..... | 133 |
| QUADRO 62: RESULTADO DA APLICAÇÃO DA FERRAMENTA NO ESCRITÓRIO C CATEGORIA ÁGUA..... | 133 |
| QUADRO 63: RESULTADO DA APLICAÇÃO DA FERRAMENTA NO ESCRITÓRIO C CATEGORIA MATERIAIS..... | 134 |
| QUADRO 64: RESULTADO DA APLICAÇÃO DA FERRAMENTA NO ESCRITÓRIO C CATEGORIA QUALIDADE AMBIENTAL INTERNA..... | 135 |
| QUADRO 65: RESULTADO DA APLICAÇÃO DA FERRAMENTA NO ESCRITÓRIO D CATEGORIA GESTÃO..... | 135 |
| QUADRO 66: RESULTADO DA APLICAÇÃO DA FERRAMENTA NO ESCRITÓRIO D CATEGORIA AMBIENTE..... | 137 |
| QUADRO 67: RESULTADO DA APLICAÇÃO DA FERRAMENTA NO ESCRITÓRIO D CATEGORIA ENERGIA..... | 137 |
| QUADRO 68: RESULTADO DA APLICAÇÃO DA FERRAMENTA NO ESCRITÓRIO D CATEGORIA ÁGUA..... | 138 |
| QUADRO 69: RESULTADO DA APLICAÇÃO DA FERRAMENTA NO ESCRITÓRIO D CATEGORIA MATERIAIS..... | 138 |
| QUADRO 70: RESULTADO DA APLICAÇÃO DA FERRAMENTA NO ESCRITÓRIO D CATEGORIA MATERIAIS..... | 139 |
| QUADRO 71: SÍNTESE DOS RESULTADOS DE ATENDIMENTO OBTIDOS NA CATEGORIA GESTÃO..... | 140 |
| QUADRO 72: SÍNTESE DOS RESULTADOS DE ATENDIMENTO OBTIDOS NA CATEGORIA AMBIENTE..... | 140 |
| QUADRO 73: SÍNTESE DOS RESULTADOS DE ATENDIMENTO OBTIDOS NA CATEGORIA AMBIENTE..... | 141 |

| | |
|---|-----|
| QUADRO 74: SÍNTESE DOS RESULTADOS DE ATENDIMENTO OBTIDOS NA CATEGORIA AMBIENTE. | 141 |
| QUADRO 75: SÍNTESE DOS RESULTADOS DE ATENDIMENTO OBTIDOS NA CATEGORIA AMBIENTE. | 142 |
| QUADRO 76: SÍNTESE DOS RESULTADOS DE ATENDIMENTO OBTIDOS NA CATEGORIA ENERGIA. | 142 |
| QUADRO 77: SÍNTESE DOS RESULTADOS DE ATENDIMENTO OBTIDOS NA CATEGORIA ÁGUA. | 143 |
| QUADRO 78: SÍNTESE DOS RESULTADOS OBTIDOS DE ATENDIMENTO NA CATEGORIA MATERIAIS. | 143 |
| QUADRO 79: SÍNTESE DOS RESULTADOS OBTIDOS DE ATENDIMENTO NA CATEGORIA QUALIDADE AMBIENTAL INTERNA. | 144 |
| QUADRO 80: SÍNTESE DOS RESULTADOS OBTIDOS DE ATENDIMENTO NA CATEGORIA QUALIDADE AMBIENTAL INTERNA. | 144 |
| QUADRO 81: SÍNTESE DOS RESULTADOS OBTIDOS DE ATENDIMENTO NA CATEGORIA QUALIDADE AMBIENTAL INTERNA. | 145 |
| QUADRO 82: QUANTIFICAÇÃO DO ATENDIMENTO DOS CRITÉRIOS. | 145 |
| QUADRO 83: CRITÉRIOS ATENDIDOS POR UNANIMIDADE. | 146 |
| QUADRO 84: CRITÉRIOS NÃO ATENDIDOS POR UNANIMIDADE. | 146 |
| QUADRO 85: SÍNTESE DOS RESULTADOS OBTIDOS NA CATEGORIA GESTÃO. | 147 |
| QUADRO 86: SÍNTESE DOS RESULTADOS OBTIDOS NA CATEGORIA AMBIENTE. | 148 |
| QUADRO 87: SÍNTESE DOS RESULTADOS OBTIDOS NA CATEGORIA AMBIENTE. | 149 |
| QUADRO 88: SÍNTESE DOS RESULTADOS OBTIDOS NA CATEGORIA AMBIENTE. | 150 |
| QUADRO 89: SÍNTESE DOS RESULTADOS OBTIDOS NA CATEGORIA AMBIENTE. | 151 |
| QUADRO 90: SÍNTESE DOS RESULTADOS OBTIDOS NA CATEGORIA ENERGIA. | 151 |
| QUADRO 91: SÍNTESE DOS RESULTADOS OBTIDOS NA CATEGORIA ÁGUA. | 152 |
| QUADRO 92: SÍNTESE DOS RESULTADOS OBTIDOS NA CATEGORIA MATERIAIS. | 152 |
| QUADRO 93: SÍNTESE DOS RESULTADOS OBTIDOS NA CATEGORIA QUALIDADE AMBIENTAL INTERNA. | 153 |
| QUADRO 94: SÍNTESE DOS RESULTADOS OBTIDOS NA CATEGORIA QUALIDADE AMBIENTAL INTERNA. | 154 |
| QUADRO 95: SÍNTESE DOS RESULTADOS OBTIDOS NA CATEGORIA QUALIDADE AMBIENTAL INTERNA. | 154 |
| QUADRO 96: QUANTIFICAÇÃO DA APLICABILIDADE DOS CRITÉRIOS. | 155 |
| QUADRO 97: CRITÉRIOS CONSIDERADOS DE FÁCIL APLICABILIDADE POR UNANIMIDADE. | 155 |
| QUADRO 98: CRITÉRIOS CONSIDERADOS DE DIFÍCIL APLICABILIDADE POR UNANIMIDADE. | 155 |
| QUADRO 99: COEFICIENTES K E A PARA O CÁLCULO DE VENTILAÇÃO NATURAL. | 157 |
| QUADRO 100: CRITÉRIOS SUGERIDOS PARA PROJETOS GERAIS PARA VENTILAÇÃO DE AMBIENTES. | 157 |

1. INTRODUÇÃO

Um dos principais desafios a serem enfrentados no século XXI são as mudanças climáticas no âmbito mundial, relacionadas ao aumento da emissão dos gases de efeito estufa, principalmente o dióxido de carbono (CO₂). Mesmo com algumas incertezas quanto aos efeitos decorrentes dessas emissões, grande parte dos pesquisadores acredita que essas alterações causam mudanças ao meio ambiente, à sociedade, à saúde humana, tanto pelo aumento da temperatura, quanto pela maior frequência de eventos extremos.

O Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), possui a função de sistematizar o conhecimento científico referente às mudanças climáticas motivadas pelas ações antrópicas, seus impactos e riscos para o meio ambiente e a humanidade. Publicado em 2018, um relatório especial do IPCC aponta para um aumento de 1,5°C na temperatura média da superfície terrestre. Segundo o aumento que ocorreu entre os anos de 1850 até 1900 e com o monitoramento dos anos de 1960 até 2018, as previsões indicam que até 2040 será atingido o aumento de 1,5°C. (IPCC, 2018). Dado preocupante, visto que no relatório anterior esse aumento seria alcançado, de acordo com as previsões mais otimistas, até o ano de 2100 (IPCC, 2014).

Diante disso, outro efeito decorrente do aumento da temperatura é a elevação do consumo de energia elétrica pelas edificações que, segundo o Balanço Energético Nacional de 2018, durante a sua fase de uso consomem 50,8% de toda a energia elétrica do Brasil, sendo o setor residencial 25,5%; comercial 17,1% e público 8,2% (BRASIL, 2018).

Além disso, o setor da construção civil que é responsável por quase 40% das emissões de CO₂ (IEA, 2017), por consumir 40% de matéria-prima e 17% de água potável e ainda por gerar 40% dos resíduos sólidos (EDWARDS, 2005).

De acordo com as estatísticas, é nítido o impacto ambiental negativo do setor da construção. Por outro lado, evidencia-se também seu papel primordial na promoção da sustentabilidade, uma vez que mudanças visando diminuir seus impactos negativos, geram grandes benefícios. Dessa forma, arquitetos têm grande responsabilidade no processo de busca pela sustentabilidade no setor, desenvolvendo e especificando projetos mais sustentáveis (EDWARDS, 2005).

Nesse contexto, surge o conceito do edifício de menor impacto ambiental. De acordo com a Agência Internacional de Energia, esse edifício é aquele que consome menos água e materiais, possui eficiência energética e promove qualidade do ambiente interno, sendo denominado edifício verde (IEA, 2008). Para tanto, o edifício deve ser projetado para se beneficiar da relação com o

entorno onde será inserido, adquirindo, assim, qualidade proveniente da diversidade das condições ambientais de cada local, e com isso melhor desempenho ambiental.

De maneira oposta, o que ocorreu a partir da Segunda Guerra Mundial foi uma banalização da arquitetura do chamado *International Style* e a crença de que a tecnologia pode controlar as condições ambientais de qualquer edifício, sem se considerar no projeto as possibilidades de tirar partido do clima local. Isso levou ao surgimento de edifícios com fachadas projetadas em pele de vidro especificados de forma incorreta em diversos locais de clima quente, contribuindo para ganhos de calor pela radiação solar e consumindo energia para resfriamento (GONÇALVES, DUARTE, 2006; GONÇALVES, BODE, 2015).

No Brasil, com o programa do governo “Minha Casa, Minha Vida” foram construídas habitações, em todo o território nacional, que possuem projetos e sistemas construtivos padronizados, desconsiderando o clima local, a implantação da edificação e o desenho urbano. Assim, são reproduzidas casas idênticas em todo o Brasil, obrigando o ocupante a buscar soluções ativas para atingir condições internas de conforto. Contudo, isto nem sempre é possível, devido às condições financeiras do ocupante e mesmo com a utilização de estratégias ativas o conforto pode não ser atingido.

Em paralelo as questões conceituais do edifício verde, o marketing associado à sustentabilidade de empreendimentos da construção civil tem se mostrado agressivo, camuflando os custos ambientais e sociais. Ou seja, empreendimentos construídos desconsiderando temas cernes da sustentabilidade na indústria da construção civil, tais como a minimização do uso de matérias primas virgens, de água, de geração de resíduos e condições de segurança e saúde dos trabalhadores, bem como condições ilegais da mão de obra se apresentam como sustentáveis ao adotar em seus projetos, por exemplo, apenas reutilização da água da chuva, ou dos aparelhos de ar-condicionado. A questão que se apresenta é, então, o quão sustentável é o empreendimento se comparado a um edifício de real menor impacto ambiental?

Como uma forma de contribuir com essa avaliação foram criadas as certificações, que servem como uma espécie de *checklist* para verificar quais critérios o edifício cumpre e com isso garantir um nível de desempenho. As certificações de edifícios constituem-se de métricas para que as edificações possam ser avaliadas e checadas quanto ao seu nível de desempenho, quantificando o consumo de água, materiais e energia, dentre outros.

Porém, inexitem ferramentas de fácil acesso que avaliem o desempenho ambiental das edificações. As certificações são pagas e não existe uma pré-avaliação. O que se busca com essa

pesquisa é encorajar a produção de edificações mais sustentáveis, fortalecendo o sistema de aprendizado no desenvolvimento de projetos, potencializando o sucesso dos que recorrem às certificações.

Portanto, a contribuição dessa pesquisa é uma ferramenta voltada aos pequenos escritórios de arquitetura, possibilitando uma visão sistêmica do projeto e introduzindo temas sustentáveis mesmo sem recorrer às certificações.

1.1. Justificativa

Algumas certificações revelaram-se um instrumento com ação restrita, devido a sua estrutura que viabiliza sua aplicação apenas em empreendimentos de grande porte, fazendo com que as pequenas construções fiquem de fora desse processo (SILVA, 2014). Porém, mesmo as certificações que se aplicam a construções de pequeno porte possuem altos custos e, por isso, os sistemas se tornam contrários aos “pressupostos éticos clássicos de livre acesso à informação, afasta-se do cidadão comum e, conseqüentemente, da sustentabilidade” (SILVA, 2014).

De acordo com Oliveira e Melhado (2008), as empresas de pequeno porte de projeto possuem escassos recursos financeiros, humanos e tecnológicos, apesar de desempenharem um papel de grande importância no crescimento da economia. As empresas de pequeno porte geram oportunidades para o aproveitamento de uma grande parcela de força de trabalho. Diante disso, é importante o desenvolvimento de melhorias em sua estrutura, tanto no aspecto gerencial como nas técnicas de desenvolvimento de seus produtos (AMANCIO, 2010).

Por isso, iniciativas que divulguem a informação e a disponibilize de fácil acesso são extremamente necessárias. O guia aqui desenvolvido poderá impulsionar a capacitação e aprendizagem em pequenas empresas por meio da identificação de práticas mais sustentáveis, o que leva à melhoria do desempenho ambiental de seus projetos.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo geral

Fortalecer o sistema de aprendizado no desenvolvimento de projetos de arquitetura em escritórios de pequeno porte da região Centro Oeste, visando o desempenho ambiental de edificações residenciais.

1.2.2. Objetivos específicos

- a) Mapear critérios de desempenho ambiental para edificações residenciais, a partir da revisão sistemática de literatura;
- b) Mapear critérios de desempenho ambiental para edificações residenciais, a partir dos principais sistemas certificação do mundo;
- c) Mapear a percepção dos escritórios de arquitetura de pequeno porte referentes aos critérios de desempenho ambiental em projetos residenciais.

1.3. Apresentação da estrutura do trabalho

O presente trabalho se estrutura em cinco capítulos. O capítulo 1 é composto pela introdução, na qual apresenta a justificativa do trabalho, o objetivo geral e os específicos.

No capítulo 2 é apresentado o referencial teórico, dividido em revisão sistemática da literatura acerca dos temas: i) construção sustentável; e ii) desempenho ambiental de edificações; e revisão das ferramentas de avaliação de desempenho ambiental de edificações residenciais, bem como as normativas brasileiras, regulamentos técnicos e as certificações ambientais.

No capítulo 3 são apresentados os materiais e métodos utilizados nesta pesquisa.

No capítulo 4 são apresentados os resultados e as discussões acerca dos resultados obtidos.

No capítulo 5 são apresentadas as conclusões do trabalho.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Este capítulo está dividido em dois tópicos, o primeiro a respeito da revisão sistemática da literatura e o segundo sobre as certificações identificadas como relevantes para o desenvolvimento desse trabalho.

2.1. Revisão sistemática de literatura

A revisão da literatura foi realizada de acordo com os pressupostos da Revisão Sistemática, em que é realizado estudo secundário para mapear, encontrar, avaliar criticamente, consolidar e agregar os resultados de estudos primários relevantes a respeito de um tópico de pesquisa específico (DRESCH et al., 2015). É sistemática porque deve seguir um método explícito, planejado, responsável e justificável (MORANDI; CAMARGO, 2015).

O tópico a ser trabalhado nessa revisão focou no Desempenho Ambiental de Edificações Residenciais, discorrendo seu conceito e aplicações. Com isso, pretende-se responder às seguintes questões: Quais as vantagens da utilização de ferramentas de avaliação de desempenho ambiental de edifícios? Quais os critérios utilizados na avaliação de edifícios residenciais? Quais os entraves na utilização das ferramentas de certificação ou avaliação de desempenho ambiental de edifícios?

Os bancos de dados utilizados foram Catálogo de Teses e Dissertações da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), Portal de Periódicos CAPES/MEC, Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia (IBICT), Repositórios Institucionais das Universidades (UNICAMP, USP, UNB, UFMG, UFSCAR, UFRGS, UFPR, UFF, UFMT, UFPB, UFBA, UFAM, UFG, UFPA, UFPI, UFC, UFAL, UFMA, UFS, UFRN, UFPE, UFES, UFRJ, UFSC, UFMS) e Web Of Science. A busca foi realizada com os descritores *certificação and habitação*; *“construção sustentável” and habitação*; *“desempenho ambiental de edificações”*; *desempenho and habitação*. Também foi realizada busca em inglês com os descritores *“environmental certification” and “residential building”*; *“sustainable construction” and “residential building”*; *“building environmental performance”*; *“housing performance”*. A busca em todos os bancos foi delimitada em um período de 10 anos, de 2009 até 2019.

As publicações identificadas na pesquisa foram pré-selecionadas a partir da leitura do título e dos resumos. Posteriormente, foi realizada a leitura na íntegra dos trabalhos, que foram selecionados de acordo com os pressupostos de DRESCH et al. (2015), conforme Quadro 1. Essa

análise compreendeu três dimensões: i) a qualidade da execução do estudo; ii) a adequação à questão da revisão; e iii) a adequação ao foco da revisão.

Quadro 1: Critérios para avaliação das dimensões de qualidade dos estudos primários.

Fonte: Adaptado de Dresch et al. (2015).

| Qualidade | Dimensão | | |
|-----------|---|--|---|
| | Qualidade da execução do estudo | Adequação à questão da revisão | Adequação ao foco da revisão |
| Alta | O trabalho atende aos padrões exigidos para o tema em estudo | O trabalho aborda exatamente o assunto alvo da revisão sistemática | O estudo foi realizado em um contexto idêntico ao definido para a revisão |
| Média | O trabalho possui lacunas em relação aos padrões exigidos para o tema | O trabalho aborda parcialmente o assunto alvo da revisão sistemática | O estudo foi realizado em um contexto semelhante ao definido para a revisão |
| Baixa | O trabalho não está de acordo com os padrões exigidos pelo tema | O trabalho apenas tangencia o assunto alvo da revisão sistemática | O estudo foi realizado em um contexto diverso |

Os trabalhos incluídos nesse estudo tiveram como obrigatoriedade a obtenção do nível alto de qualidade na avaliação final, de acordo com as ponderações apresentadas no Quadro 2.

Quadro 2: Consolidação da avaliação.

Fonte: Adaptado de Dresch et al. (2015).

| Qualidade da execução do estudo | Adequação à questão da revisão | Adequação ao foco da revisão | Avaliação final do estudo |
|---------------------------------|--------------------------------|------------------------------|---------------------------|
| Alta | Alta | Alta | Alta |
| Alta | Alta | Média | Alta |
| Média | Alta | Alta | Alta |
| Alta | Média | Média | Média |
| Média | Média | Média | Média |
| Alta | Alta | Baixa | Baixa |
| Alta | Média | Baixa | Baixa |
| Média | Média | Baixa | Baixa |
| Média | Baixa | Baixa | Baixa |
| Baixa | Baixa | Baixa | Baixa |

Com base na pré-seleção, foi possível reunir 50 trabalhos de bases de dados nacionais e 27 internacionais. Posteriormente, foi realizada a aplicação do nível de qualidade de cada dimensão e sua ponderação final, que está apresentada nos Quadros 3 e 4.

Quadro 3: Trabalhos de bancos de dados nacionais pré-selecionados e sua avaliação final.

Fonte: Elaboração própria.

| Tipo | Autor | Ano | Qualidade da execução | Adequação à questão | Adequação ao foco | Avaliação final do estudo |
|--------|---------------------------|-------------|-----------------------|---------------------|-------------------|---------------------------|
| Artigo | BARBOZA et al. | 2011 | Alta | Média | Baixa | Baixa |
| | FIGUEIREDO e SILVA | 2012 | Alta | Alta | Média | Alta |
| | SAUGO e MARTINS | 2012 | Alta | Baixa | Baixa | Baixa |
| | CHVATAL | 2014 | Alta | Baixa | Baixa | Baixa |
| | GRÜNBERG et al. | 2014 | Alta | Alta | Alta | Alta |
| | SILVA et al. | 2014 | Alta | Média | Baixa | Baixa |
| | CECCHETTO et al. | 2015 | Alta | Alta | Alta | Alta |

Continuação quadro 3: Trabalhos de bancos de dados nacionais pré-selecionados e sua avaliação final.

Fonte: Elaboração própria.

| Tipo | Autor | Ano | Qualidade da execução | Adequação à questão | Adequação ao foco | Avaliação final do estudo |
|-------------|-----------------------|-------------|-----------------------|---------------------|-------------------|---------------------------|
| Artigo | OLARTECHEA et al. | 2015 | Alta | Baixa | Baixa | Baixa |
| | CONTO et al. | 2016 | Alta | Alta | Alta | Alta |
| | DINAMARCO et al. | 2016 | Alta | Média | Baixa | Baixa |
| | OLIVEIRA et al. | 2016 | Alta | Média | Baixa | Baixa |
| | SEVERO e SOUSA | 2016 | Alta | Alta | Alta | Alta |
| | CASTRO e LOURA | 2017 | Alta | Baixa | Baixa | Baixa |
| | NUNES | 2018 | Alta | Alta | Alta | Alta |
| Dissertação | FAGUNDES | 2009 | Alta | Alta | Alta | Alta |
| | FIGUEIREDO | 2009 | Alta | Alta | Média | Alta |
| | BUENO | 2010 | Alta | Alta | Alta | Alta |
| | GORON | 2010 | Alta | Alta | Alta | Alta |
| | BISMARCHI | 2011 | Alta | Média | Baixa | Baixa |
| | PRIZIBELA | 2011 | Alta | Alta | Alta | Alta |
| | GODOI | 2012 | Alta | Alta | Alta | Alta |
| | BRASILEIRO | 2013 | Alta | Alta | Alta | Alta |
| | CHVATAL | 2013 | Alta | Média | Baixa | Baixa |
| | GOUVEIA | 2013 | Alta | Baixa | Baixa | Baixa |
| | LEITÃO | 2013 | Alta | Alta | Alta | Alta |
| | MACHADO | 2013 | Alta | Alta | Alta | Alta |
| | SAMPAIO | 2013 | Alta | Média | Baixa | Baixa |
| | VERAS | 2013 | Alta | Alta | Alta | Alta |
| | CANEPPELE | 2014 | Alta | Média | Baixa | Baixa |
| | FASTOFSKI | 2014 | Alta | Alta | Alta | Alta |
| | FERNANDES | 2014 | Alta | Baixa | Baixa | Baixa |
| | FREIRE | 2014 | Alta | Baixa | Baixa | Baixa |
| | MEIRA | 2014 | Alta | Alta | Alta | Alta |
| | SILVEIRA | 2014 | Alta | Baixa | Média | Baixa |
| | DIAS | 2016 | Alta | Baixa | Baixa | Baixa |
| | NASCIMENTO | 2016 | Alta | Baixa | Baixa | Baixa |
| | TELLES | 2016 | Alta | Média | Baixa | Baixa |
| | CARVALHO | 2017 | Alta | Baixa | Baixa | Baixa |
| | CONTO | 2017 | Alta | Alta | Alta | Alta |
| | JANKOVIC | 2017 | Alta | Alta | Alta | Alta |
| | VIANA | 2017 | Alta | Alta | Alta | Alta |
| | FIGUEIREDO | 2018 | Alta | Alta | Alta | Alta |
| | MACEDO | 2018 | Alta | Baixa | Baixa | Baixa |
| | FERREIRA | 2019 | Alta | Baixa | Média | Baixa |
| TORRES | 2019 | Alta | Média | Baixa | Baixa | |
| Tese | LOURA | 2012 | Alta | Baixa | Baixa | Baixa |
| | PEREIRA | 2012 | Alta | Alta | Alta | Alta |
| | SILVA | 2014 | Alta | Alta | Alta | Alta |
| | EVANGELISTA | 2017 | Alta | Alta | Alta | Alta |
| | REBÊLO | 2018 | Alta | Alta | Alta | Alta |

Quadro 4: Trabalhos de banco de dados internacional pré-selecionados e sua avaliação final.

Fonte: Elaboração própria.

| Tipo | Autor | Ano | Qualidade da execução | Adequação à questão | Adequação ao foco | Avaliação final do estudo |
|------------------------------|---------------------------|-------------|-----------------------|---------------------|-------------------|---------------------------|
| Artigo | ILHA et al. | 2009 | Alta | Média | Média | Média |
| | LUTHER | 2009 | Alta | Alta | Alta | Alta |
| | FRANZITTA et al. | 2010 | Alta | Alta | Alta | Alta |
| | STEVENSON e LEAMAN | 2010 | Alta | Alta | Alta | Alta |
| | BEHEIRY | 2012 | Alta | Alta | Baixa | Baixa |
| | HAAVIK et al. | 2012 | Alta | Baixa | Baixa | Baixa |
| | FERREIRA et al. | 2013 | Alta | Baixa | Baixa | Baixa |
| | PICON et al. | 2013 | Alta | Média | Baixa | Baixa |
| | SILVA et al. | 2014 | Alta | Alta | Alta | Alta |
| | CHEN et al. | 2015 | Alta | Baixa | Baixa | Baixa |
| | LEWANDOWSKA et al. | 2015 | Alta | Média | Baixa | Baixa |
| | NILASHI et al. | 2015 | Alta | Baixa | Média | Baixa |
| | SALGUEIRO e FERRIES | 2015 | Alta | Média | Baixa | Baixa |
| | THOMAS | 2015 | Alta | Média | Baixa | Baixa |
| | ESRUQ-LABIN et al. | 2016 | Alta | Média | Média | Média |
| | GUPTA e KAPSALI | 2016 | Alta | Alta | Alta | Alta |
| | VILCEKOVA et al. | 2016 | Alta | Alta | Alta | Alta |
| | XIAODONG et al. | 2016 | Alta | Baixa | Baixa | Baixa |
| | ANDRIC et al. | 2017 | Alta | Média | Média | Média |
| | EKER et al. | 2017 | Alta | Baixa | Média | Baixa |
| | MOORE et al. | 2017 | Alta | Baixa | Baixa | Baixa |
| | ORLOWSKI et al. | 2017 | Alta | Baixa | Baixa | Baixa |
| | HWANG et al. | 2018 | Alta | Alta | Alta | Alta |
| | SAFAROVA et al. | 2018 | Alta | Baixa | Baixa | Baixa |
| SOLÍS-GUZMÁN et al. | 2018 | Alta | Baixa | Baixa | Baixa | |
| STEVENSON e BABORSKA-NAROZNY | 2018 | Alta | Média | Baixa | Baixa | |
| ALWISY et al. | 2019 | Alta | Alta | Alta | Alta | |

A seguir serão dispostas as análises referentes as ferramentas de avaliação de desempenho ambiental de edificações realizadas a partir dos 34 trabalhos classificados como de alta relevância para esse estudo, sendo 26 de bancos de dados nacionais e 8 de banco de dados internacional.

2.1.1. As certificações de desempenho ambiental de edificações

A arquitetura e a construção civil enfrentam um dos maiores desafios da contemporaneidade, que é produzir o ambiente construído de acordo com os preceitos do desenvolvimento sustentável (CONTO et al., 2016). O Desenvolvimento Sustentável propõe um desenvolvimento que considera as dimensões econômicas, sociais e ambientais. Devido aos significativos impactos ambientais associados ao setor da construção civil, é de extrema importância

a busca por soluções sustentáveis com baixo impacto (LEITÃO, 2013; ALWISY et al., 2019). E é nesse sentido que se busca pelo desempenho ambiental de edificações, que de acordo com Bueno (2010) leva em consideração aspectos como: consumo de energia, de água, de matérias primas e insumos, emissões atmosféricas, ruídos e vibrações, lançamento de efluentes líquidos e geração de resíduos.

Com a necessidade de garantir um efetivo desempenho ambiental de edificações, para usuários e clientes, foram desenvolvidos sistemas de avaliação do desempenho ambiental de edificações, o que resultou na criação das certificações. As certificações ambientais surgiram principalmente nos países como Inglaterra, Estados Unidos, França e Alemanha (FIGUEIREDO, 2018). No Brasil, pela falta de uma certificação própria, foram utilizados o HQE, o LEED e o BREEAM, porém sem adequação à realidade local. A primeira certificação que se adequou foi o AQUA, baseado na certificação francesa HQE e logo após foi lançado o Selo Casa Azul da CAIXA (LEITÃO, 2013).

Nos últimos anos, outras ferramentas foram desenvolvidas para o contexto brasileiro. Como o Regulamento Técnico da Qualidade do Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos (RTQ-C) e o Regulamento Técnico da Qualidade do Nível de Eficiência Energética de Edifícios Residenciais (RTQ-R), sendo uma ferramenta que estimula o emprego de estratégias bioclimáticas, soluções arquitetônicas mais adequadas ao ambiente em que estão inseridas (MEIRA, 2014). O método para avaliação dos edifícios foi desenvolvido pelo Laboratório de Eficiência Energética em Edificações – LabEEE da Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC (FIGUEIREDO, 2009).

A adoção dessas ferramentas de avaliação é fundamental devido ao grande impacto ambiental associado às atividades do setor da construção (SEVERO, SOUSA, 2016). Dessa forma, a preocupação em assegurar o desempenho ambiental da edificação deve começar desde as etapas iniciais de projeto, visando que os novos edifícios atinjam o bom desempenho e estejam coerentes com as melhores práticas (FAGUNDES, 2009).

De acordo com Viana (2017) deve-se diferenciar os conceitos de desempenho e conforto, pois o desempenho é avaliado a partir das técnicas construtivas, materiais, já conforto trata de critérios, na maioria das vezes subjetivos, pois trata da relação do usuário com o ambiente. No entanto ambos se complementam para uma visão mais integrada do edifício. Atingir o conforto do usuário é imprescindível, pois não faz sentido atender todas as normas vigentes de desempenho se os usuários estão em desconforto. É necessário que as edificações atendam aos parâmetros propostos pela norma de desempenho e também aos requisitos de conforto ambiental.

2.1.2. Benefícios da construção sustentável e da utilização dos sistemas de certificação ambiental de edificações

As certificações ambientais são importantes ferramentas de transformação do setor. Com a sua utilização é possível mensurar, avaliar e mitigar os impactos ambientais da edificação, contribuindo para o desenvolvimento sustentável e atendimento aos objetivos da Agenda 2030 (NUNES, 2018; REBÊLO, 2018). Além disso, o uso das certificações fortalece o sistema de aprendizado da indústria, impulsionando a absorção de paradigmas mais compatíveis com o desenvolvimento sustentável (BLUMENSCHNEIN, 2004).

A crescente adesão a essas ferramentas vem impulsionando para um maior desempenho do ambiente construído (FIGUEIREDO, 2009; MACHADO, 2013; SILVA, 2014; CONTO et al., 2016; VILCEKOVA et al., 2016), visto que auxiliam na definição de critérios para projetos com metas ousadas no que se refere ao atendimento de critérios de sustentabilidade (FIGUEIREDO, SILVA, 2012).

A implantação dos requisitos de sustentabilidade representa um custo inicial maior no início, porém os benefícios são percebidos principalmente ao longo da vida útil da construção, considerando que os usuários são favorecidos com habitações de maior conforto ambiental, com redução de custos operacionais de água e energia, os incorporadores e projetistas são beneficiados pelo reconhecimento de projetos diferenciados, com maior valor agregado (FAGUNDES, 2009; PEREIRA, 2012; GODOI, 2012; BRASILEIRO, 2013).

As certificações ambientais mais utilizadas no Brasil são: LEED, AQUA, Procel Edifica, e, Selo Casa Azul Caixa (CONTO et al., 2016), que estão apresentadas nesse capítulo.

2.1.3. Barreiras da construção sustentável e da utilização das certificações ambientais de edificações

Entre as maiores dificuldades na implementação da construção sustentável e na utilização das certificações ambientais citam-se: o alto custo inicial; complexidade metodológica; falta de interesse dos agentes envolvidos; falta de informações sobre materiais e componentes; falta de incentivos governamentais; falta de mão de obra especializada; e tendência em manter a prática convencional (BUENO, 2010; FRANZITTA et al., 2010; LEITÃO, 2013; FASTOFSKI, 2014; SILVA et al., 2014; CONTO et al., 2016; CONTO, 2017; HWANG et al., 2018). Se para os profissionais os requisitos de sustentabilidade são incompreendidos, para grande parte dos consumidores ainda se trata de

uma questão supérflua que gera mais gastos, não sendo uma demanda dos clientes (MACHADO, 2013; BRASILEIRO, 2013; LEITÃO, 2013; HWANG et al., 2018).

Para as pequenas construtoras, as duas maiores barreiras para a construção sustentável estão relacionadas ao alto investimento inicial e à lenta recuperação desse investimento. Isto se deve ao fato de que empresas desse porte têm mais dificuldade em diminuir a margem de lucro e não podem esperar o retorno do investimento (HWANG et al., 2018).

Por mais que os arquitetos se preocupem com as estratégias de sustentabilidade, elas dependem principalmente do programa de necessidades e do quanto o cliente está disposto a priorizar essas questões no projeto (PRIZIBELA, 2011; VERAS, 2013). Além disso, só o atendimento às estratégias de sustentabilidade não garante que a construção será energeticamente eficiente, visto que o comportamento do usuário durante a fase de uso tem grande influência, já que o consumo real da edificação pode ser quase o dobro do que foi previsto em projeto (STEVENSON, LEAMAN, 2010; GUPTA, KAPSALI, 2016). As principais justificativas, segundo os autores, são relacionadas a fatores como comissionamento dos sistemas; temperatura definida pelos usuários; uso indevido do sistema de aquecimento; falta de entendimento do funcionamento dos sistemas; interfaces de controle mal projetadas.

O formato das ferramentas também é apontado como uma barreira na utilização das certificações, que muitas vezes são estruturadas com *checklist* e pré-requisitos, não garantindo o melhor desempenho global, nem considerando impactos potenciais gerados ao longo de todo o ciclo de vida da edificação (SILVA, 2014; EVANGELISTA, 2017). A abordagem que as certificações ambientais utilizam para realizar a avaliação da construção é classificada como “por componentes” onde o edifício é considerado como uma somatória de partes e funções distintas. Isso leva a determinação de um número alto de critérios com o objetivo de atender adequadamente todos os aspectos da qualidade e desempenho de um edifício, representando uma restrição na disseminação dos selos (FRANZITTA et al., 2010).

2.1.4. Soluções para o futuro

Diversos autores reforçam que a incorporação de requisitos de sustentabilidade deve ser uma preocupação do poder público e legisladores (MACHADO, 2013; PRIZIBELA, 2011; GODOI, 2012; SILVA, 2014; CECCHETTO et al., 2015; HWANG et al., 2018). Importante ressaltar fato que ocorreu com o projeto de Lei do Senado nº 252/2014 que oferece incentivos fiscais para construções

que considerem em seus projetos a redução do consumo de água e maior eficiência energética (NUNES, 2018). Porém, foi encaminhada para revisão na Câmara dos Deputados no dia três de abril de 2018 e em novembro do mesmo ano foi arquivada. Além disso, as estratégias de construção sustentável poderiam ser utilizadas como pré-requisito para aprovação de projeto e concessão de licença de obra (NUNES, 2018), particularmente para concessão de crédito para construção.

As mudanças na maneira de se projetar, poderiam ser incorporadas mesmo nos edifícios que não visam obter um selo. Todas as documentações e manuais da maioria das certificações estão disponíveis e são uma ótima fonte de estudo das estratégias sustentáveis. Além do que, todo esse conhecimento deveria compor parte no currículo das escolas de arquitetura e urbanismo e não só dos cursos de pós-graduação (NUNES, 2018).

Outra opção é mudar a abordagem utilizada pelas certificações, em vez da avaliação ser realizada por componentes, como explicitado no subitem anterior. Franzitta et al. (2010) apresentam uma abordagem holística, que considera o edifício como um sistema completo. O objetivo é proporcionar aos usuários condições de conforto, utilizando menor quantidade de energia e menor impacto ao meio ambiente. Esse processo leva em consideração categorias gerais de desempenho e regulamentos existentes. De acordo com os autores, essa abordagem é capaz de produzir efeitos positivos mais rapidamente.

Os usuários precisam ter um melhor controle sobre as suas próprias condições de conforto, o que torna necessário que haja uma melhor compreensão das suas expectativas, atitudes, percepções e comportamentos. Precisam ser desenvolvidas avaliações que inter-relacionam os fatores humanos com o desempenho físico da habitação, com a utilização de avaliações pós-ocupação (STEVENSON, LEAMAN, 2010).

2.1.5. Critérios propostos

Dentre os 27 trabalhos de bancos de dados nacionais analisados, sete apresentaram critérios para avaliação de desempenho ambiental de edifícios (FAGUNDES, 2009; GORON, 2010; GODOI, 2012; PEREIRA, 2012; MACHADO, 2013; JANKOVIC, 2017; REBÊLO, 2018). Dos 10 trabalhos de bancos de dados internacionais, dois apresentaram critérios para avaliação do desempenho ambiental de edifícios (LUTHER, 2009; FRANZITTA et al., 2010).

Fagundes (2009) traz recomendações para maior sustentabilidade de projetos por etapa de estudo preliminar, anteprojeto e projeto executivo. As recomendações são separadas em aspectos ambiental, social e econômico (Quadros 5, 6 e 7). Na fase de estudo preliminar a autora propõe:

1) Aspecto ambiental:

- **Sustentabilidade na escolha do terreno:** deve ser realizada uma análise do programa de necessidades; um estudo de possibilidades de revitalização e recuperação do local; deve ser evitado construir em áreas verdes de preservação e áreas impróprias; deve ser feita uma análise da densidade de ocupação com o objetivo de verificar se a infraestrutura urbana existente atende a demanda da nova edificação.
- **Integração da edificação com o local (terreno e entorno):** deve ser realizado estudo de orientação da fachada; estudo da situação hídrica do terreno; estudo para proporcionar a máxima adequação ao terreno, diminuindo os cortes; estudo da disponibilidade de áreas para infiltração da água da chuva; estudo para promover impactos positivos no terreno como arborização, recuperação de espécies nativas.
- **Produtos, materiais e sistemas de construção:** deve ser feito um estudo das fontes e características dos materiais disponíveis localmente; em caso de reuso da edificação deve ser realizado um estudo para possível aproveitamento de elementos da edificação.
- **Água: conservação e economia:** deve ser traçada meta quanto ao consumo de água; estudo da disponibilidade de captação de água pluvial; estudo da disponibilidade de água de drenagem no terreno, para uso; estudo de tecnologias para tratamento e reuso da água.
- **Energia: conservação e eficiência:** deve ser traçada meta quanto ao consumo de energia; estudo da disponibilidade de recursos naturais para aplicação de soluções passivas de condicionamento térmico; estudo da disponibilidade de fontes alternativas renováveis de geração de energia local; priorizar soluções passivas para atingir ao conforto térmico antes de aplicar mecanismos ativos.
- **Gestão de resíduos:** antes da construção, se houver alguma demolição de uma edificação pré-existente; durante a etapa de construção, com a especificação de sistemas construtivos que minimizem a geração de resíduos; durante a etapa de uso, análise das atividades da edificação para identificar os possíveis resíduos a serem gerados e possibilidades de tratamento e/ou reaproveitamento; análise das alternativas para reciclagem e/ou reuso.

2) Aspecto social:

- **Sustentabilidade na escolha do terreno:** deve ser feita uma análise de acesso fácil a transporte público e outras alternativas, como ciclovias e caminhos para pedestres; e uma análise dos serviços disponíveis, como creches, bancos, escolas, mercados, espaços de lazer.
- **Integração da edificação com o local (terreno e entorno):** deve ser feito um contato com a comunidade próxima ao local de implantação da nova edificação, a fim de preservar os aspectos culturais, bem-estar e de uma boa relação com os futuros usuários; atendimento à norma de acessibilidade ABNT NBR 9050.
- **Qualidade do ambiente interno:** atendimento aos níveis de conforto higrotérmico, acústico; visual; ergonômico; e olfativo; atendimento à norma de acessibilidade ABNT NBR 9050; a área de projeto deve ser adequada ao número de ocupantes; deve ser realizado estudo de fluxos de circulação; estudo da possibilidade de espaços destinados à educação, como salas para seminários.

3) Aspecto econômico:

- **Custos da construção: otimização e eficiência:** deve ser feita uma análise da mão de obra local e dos materiais locais; análise da disponibilidade de sistema construtivo regional ou tradicional; análise de edificações que estejam em desuso, para que haja reutilização em vez de construir uma nova edificação; pesquisa de produtos, materiais e sistemas de construção que sejam de fácil execução; estimativa orçamentária para a viabilidade econômica da construção.
- **Custos de operação: otimização e eficiência:** análise de disponibilidade de manutenção local.

Quadro 5: Requisitos de sustentabilidade na fase de estudo preliminar.

Fonte: Adaptado de Fagundes (2009).

| Aspecto | Critério |
|-------------------|--|
| Aspecto ambiental | Sustentabilidade na escolha do terreno |
| | Integração da edificação com o local (terreno e entorno) |
| | Produtos, materiais e sistemas de construção |
| | Água: conservação e economia |
| | Energia: conservação e eficiência |
| Aspecto social | Gestão de resíduos |
| | Sustentabilidade na escolha do terreno |
| | Integração da edificação com o local (terreno e entorno) |
| Aspecto econômico | Qualidade do ambiente interno |
| | Custos da construção: otimização e eficiência |
| | Custos de operação: otimização e eficiência |

Na etapa de anteprojeto, é proposto:

1) Aspecto ambiental:

- **Integração da edificação com o local (terreno e entorno):** devem ser previstos espaços para apoio a transportes alternativos, como bicicletário com vestiário e banheiro; a iluminação externa deve estar em conformidade para evitar poluição luminosa e luz incômoda; paisagismo no interior da edificação e seu entorno, com árvores nativas, frutíferas e hortas; deve ser feita a preservação da qualidade do ar na especificação de sistemas de ar-condicionado.
- **Produtos, materiais e sistemas de construção:** devem ser selecionados materiais adequados ao uso da edificação e seu contexto local; seleção de madeiras de reflorestamento, de manejo autorizado; deve ser priorizada a padronização dos tipos e dimensões das esquadrias e do sistema construtivo adotado.
- **Água: conservação e economia:** estudo para proporcionar a otimização do consumo durante a etapa de uso da edificação; estudo de implantação de sistema para aproveitamento da água pluvial; estudo de implantação de sistema de tratamento, de baixo custo, de águas cinzas; estudo de paisagismo com irrigação racionalizada; em caso de reformas devem ser verificados possíveis vazamentos e substituir equipamentos convencionais por equipamentos economizadores.
- **Energia: conservação e eficiência:** utilização de soluções ativas de condicionamento térmico apenas como complemento das soluções passivas; deve ser realizado estudo da melhor orientação para promover iluminação natural e ventilação nas áreas de permanência prolongada, além de diminuir as necessidades de condicionamento térmico artificial; deve ser utilizado como prioridade sistemas de energia renovável, como placas fotovoltaicas, placas solares de aquecimento de água; utilização de dispositivos elétricos eficientes.
- **Gestão de resíduos:** deve ser previsto espaço para armazenamento e seleção de materiais recicláveis.

2) Aspecto social:

- **Integração da edificação com o local (terreno e entorno):** a iluminação externa deve estar em conformidade para evitar poluição luminosa e luz incômoda; previsão de iluminação externa e controle de acesso com o objetivo de melhorar a segurança da edificação e do entorno.

- **Produtos, materiais e sistemas de construção:** a escolha de materiais deve ser visando a segurança aos usuários durante a etapa de uso e operação, aos operários durante a construção, manutenção e desconstrução e à vizinhança durante todo o ciclo de vida da edificação.
 - **Qualidade do ambiente interno:** atendimento aos níveis de conforto higrotérmico, acústico; visual; ergonômico; e olfativo; atendimento à norma de acessibilidade ABNT NBR 9050; em ambientes como cozinhas e sanitários, deve-se permitir boas condições de higiene; os níveis de qualidade do ar e qualidade sanitária da água devem ser atendidos.
- 3) Aspecto econômico:
- **Custos da construção: otimização e eficiência:** devem ser utilizados, preferencialmente, materiais locais.
 - **Custos de operação: otimização e eficiência:** os espaços da edificação devem atender aos requisitos de adaptabilidade em função de novas demandas ao longo do tempo; deve ser garantido o fácil acesso à manutenção e limpeza da edificação.

Quadro 6: Requisitos de sustentabilidade na fase de anteprojeto.

Fonte: Adaptado de Fagundes (2009).

| Aspecto | Critério |
|-------------------|--|
| Aspecto ambiental | Integração da edificação com o local (terreno e entorno) |
| | Produtos, materiais e sistemas de construção |
| | Água: conservação e economia |
| | Energia: conservação e eficiência |
| | Gestão de resíduos |
| Aspecto social | Integração da edificação com o local (terreno e entorno) |
| | Produtos, materiais e sistemas de construção |
| | Qualidade do ambiente interno |
| Aspecto econômico | Custos da construção: otimização e eficiência |
| | Custos de operação: otimização e eficiência |

Na etapa de projeto executivo, é proposto:

- 1) Aspecto ambiental:
- **Integração da edificação com o local (terreno e entorno):** o canteiro de obras deve ter baixo impacto ambiental, protegendo locais de alto valor ecológico; deve ser feito o detalhamento do projeto de paisagismo.
 - **Água: conservação e economia:** deve ser especificado e detalhado o sistema de tratamento e aproveitamento de água; devem ser especificados equipamentos

economizadores de água; previsão de verificação dos sistemas especiais de água, após a ocupação.

- **Energia: conservação e eficiência:** deve ser especificado e detalhado sistemas especiais de energia; devem ser especificados equipamentos e sistemas economizadores; previsão de verificação dos sistemas de energia; previsão de verificação do desempenho energético após a ocupação; previsão de implantação de sistemas de automação para controle do consumo e funcionamento dos equipamentos.
- **Resíduo: gestão de resíduos na construção e demolição (RCD):** antes da construção, se houver alguma demolição de uma edificação pré-existente; durante a etapa de construção, com a especificação de sistemas construtivos que minimizem a geração de resíduos; deve ser realizado um projeto de desconstrução da edificação ao final da sua vida útil; devem ser identificados materiais que podem ser reutilizados.

2) Aspecto social:

- **Integração da edificação com o local (terreno e entorno):** deve ter sinalização externa de fácil identificação do edifício, para fins de acessibilidade para pessoas portadoras de deficiências visuais e auditivas.
- **Qualidade do ambiente interno:** deve ser prevista uma avaliação após a ocupação dos confortos higrotérmico, acústico, visual, olfativo e ergonômico; deve ter sinalização externa de fácil identificação do edifício, para fins de acessibilidade para pessoas portadoras de deficiências visuais e auditivas; deve ser feito um plano de gestão da qualidade do ambiente interno para a etapa de construção; deve manter sinalizado os acessos às saídas de água da chuva, águas de reuso e os locais de manutenção das instalações.

3) Aspecto econômico:

- **Custos da construção: otimização e eficiência:** devem ser detalhados os componentes da construção, as dimensões dos materiais, com o objetivo de reduzir a geração de resíduos; deve ser realizado orçamento do custo para execução do projeto.
- **Custos de operação: otimização e eficiência:** deve ser entregue aos usuários o manual de uso e operação para maior eficiência do edifício.

Quadro 7: Requisitos de sustentabilidade na fase de projeto executivo.

Fonte: Adaptado de Fagundes (2009).

| Aspecto | Critério |
|-------------------|---|
| Aspecto ambiental | Integração da edificação com o local (terreno e entorno) |
| | Produtos, materiais e sistemas de construção |
| | Água: conservação e economia |
| | Energia: conservação e eficiência |
| | Resíduo: gestão de resíduos na construção e demolição (RCD) |
| Aspecto social | Integração da edificação com o local (terreno e entorno) |
| | Qualidade do ambiente interno |
| Aspecto econômico | Custos da construção: otimização e eficiência |
| | Custos de operação: otimização e eficiência |

Goron (2010) propôs um índice que, com a sua utilização, é possível minimizar os impactos associados ao processo construtivo (Quadro 8). O índice de sustentabilidade proposto pela autora, está dividido em duas categorias, sendo elas:

1) Sustentabilidade do sítio:

- **Localização do terreno:** são apresentados comércios e comodidades que devem estar localizadas em um raio de 400 metros do terreno do edifício.
- **Transporte:** nesta subcategoria são apresentados meios de transporte alternativos, ônibus, nas proximidades do terreno de projeto.

2) Consumo de recursos:

- **Terra:** nesta subcategoria é levado em consideração a porcentagem de permeabilidade do solo.
- **Água:** esta subcategoria se divide em: i) consumo, onde são levadas em consideração utilização de fontes alternativas, utilização de equipamentos eficientes; e ii) lançamento, onde é levado em consideração sistema alternativo para reduzir a vazão e eficiência desse sistema.
- **Energia:** nesta subcategoria são apresentados os critérios de aproveitamento da iluminação natural; insolação; especificação de sistemas de aquecimento de água; especificação de um sistema de geração de energia alternativo.
- **Materiais:** deve ser especificado tintas a base de água; lâmpadas com sensores de presença; os aparelhos de ar-condicionado devem possuir gás ecológico (VRF); devem ser utilizados uma porcentagem de materiais de demolição; as tubulações hidráulicas devem ser de plástico reciclado.
- **Geração de resíduos sólidos:** para diminuir a geração de resíduos o projeto deve contar com paginação das cerâmicas; layout do canteiro de obras; utilização de blocos

modulares; utilização de pré-moldados; deve ser projetado e especificado locais para coleta seletiva; devem ser reutilizados os resíduos gerados no próprio canteiro de obras; os resíduos gerados devem ser segregados de acordo com a resolução do Conama.

Quadro 8: Índice de sustentabilidade.
Fonte: Adaptado de Goron (2010).

| Categoria | Subcategoria | Critério |
|-----------------------------|---|---|
| Sustentabilidade do sítio | Localização do terreno | Proximidade a recursos |
| | Transporte | Ônibus, ciclovia, metro, estacionamento |
| Consumo de Recursos | Terra | Permeabilidade do solo |
| | Água | Consumo – fontes alternativas, eficiência na fonte, controle de vazão |
| | | Lançamento – sistemas alternativos de redução de vazão, eficiência do sistema |
| | Energia | Aproveitamento da iluminação natural, insolação, sistema de aquecimento de água, geração de energia com sistemas alternativos |
| | Materiais | Tintas a base de água, lâmpadas com sensores de presença, ar condicionado com gás ecológico (VRF), materiais de demolição, tubulações hidráulicas de plástico reciclado |
| Geração de Resíduos Sólidos | Projeto de paginação das cerâmicas, para os blocos, para as formas, layout do canteiro, blocos modulares de cerâmica ou concreto, utilização de pré-moldados, locais para coleta seletiva, pisos cota zero com concreto acústico; utilização dos resíduos gerados no próprio canteiro de obras; segregação dos resíduos na origem – Conama, manual de boas práticas | |

Godoi (2012) propôs 29 requisitos de sustentabilidade, com o objetivo de minimizar os impactos ambientais, econômicos e sociais, principalmente durante o período de uso e operação do edifício (Quadro 9). Os requisitos foram divididos em oito categorias:

1) Conectividade urbana:

- **Previsão de bicicletário para moradores e visitantes:** deve ser projetado um bicicletário que deve ser acessível, seguro e que atenda a uma bicicleta por residência de até três dormitórios e duas bicicletas por residência de quatro dormitórios ou mais; deve ser feita devida demarcação no piso indicando um caminho seguro ao ciclista; deve ser previsto também bicicletário aos visitantes.
- **Acesso à infraestrutura e a serviços:** o terreno deve estar localizado em região que possua cinco serviços básicos a uma distância máxima de 1km; uma instituição de ensino a uma distância máxima de 1,5km; um equipamento de saúde a uma distância máxima de 2,5km; um equipamento público de lazer ao ar livre a uma distância máxima de 2,5km; caso a região não conte com esses serviços, deve ser projetado um empreendimento de uso misto com pelo menos cinco serviços básicos e área e uso público.

- **Acesso ao transporte público:** o terreno deve estar localizado a uma distância máxima de 500m de um ponto de ônibus ou a 1km de uma estação de metrô.
- 2) Áreas verdes e livres:
- **Aumento da área verde do terreno:** deverão ser projetados espaços vegetados em, pelo menos, 30% da área do terreno; 50% do total de área verde deverá ser acessível ao usuário.
 - **Aumento da área permeável do terreno:** deve ser garantido, pelo menos, 25% de área permeável no terreno, utilizando as taxas de permeabilidade também dos materiais empregados nos pisos externos.
 - **Especificação de um paisagismo sustentável:** deve ser desenvolvido um projeto de paisagismo que contemple, pelo menos, 70% de espécies nativas locais; devem ser especificadas vegetação de grande porte, frutíferas com diversidade de espécies; deve ser especificado um pomar ou horta em 5% da área do terreno.
- 3) Uso racional de água:
- **Especificação de dispositivos economizadores de água:** deve ser especificado em projeto bacias sanitárias com sistema de duplo acionamento (de três a seis litros/acionamento); caso houver válvula de descarga para mictório, deve possuir temporizador; torneiras e bancadas de banheiro deve possuir acionamento temporizado ou com sensor, com arejador de vazão; torneiras de pias de cozinha deve possuir restritor de vazão; torneiras de serviço/jardim deve possuir regulador de vazão; chuveiros e duchas devem possuir vazão máxima em 12 litros/min.
 - **Aproveitamento de água de chuva:** deve ser especificado em projeto um sistema de captação da água da chuva, utilizando os cálculos da norma ABNT NBR 15527; a água captada deverá ser utilizada para fins não potáveis e suas torneiras devem estar identificadas.
 - **Tratamento e reuso de águas cinzas:** deve ser previsto em projeto um sistema para tratamento das águas cinzas que seja capaz de abastecer toda a demanda de água das descargas, seguindo os parâmetros da ABNT NBR 13969.
- 4) Eficiência energética:
- **Redução de consumo de energia em áreas comuns – iluminação:** o projeto luminotécnico deve seguir os valores de DPI recomendados para cada ambiente;

lâmpadas de áreas externas que possuam potência acima de 100W deverão ter eficiência luminosa mínima de 60 lm/W.

- **Automação do sistema de iluminação em áreas comuns:** deve ser especificado um sistema de desligamento automático da iluminação, utilizando sensores, programador de horário ou automação predial.
 - **Redução de consumo de energia em áreas comuns – equipamentos:** deverão ser especificados chuveiros elétricos que possuam, no mínimo, nível B na etiqueta Procel; os aquecedores de passagem à gás, tanques de acumulação de água quente e aparelhos de ar-condicionado deverão possuir etiqueta Procel nível A; projetos que possuam elevadores, deverão prever um controle de chamada com sistema eletrônico e inteligente de tráfego dos elevadores; todos os motores de ventiladores e exaustores deverão pertencer a classificação “alto rendimento” conforme ABNT NBR 17094.
 - **Desligamento automático de equipamentos:** deve ser especificado um sistema de desligamento de equipamentos como: bombas hidráulicas, aquecedores, aparelhos de ar-condicionado, podendo utilizar automação, sensores de presença ou programador horário.
 - **Medição de energia nas áreas comuns:** deverão ser instalados medidores de energia para controlar o consumo e usos finais nas áreas comuns.
 - **Aquecimento solar de água:** deve ser especificado um sistema de aquecimento solar de água que possua desligamento automático das bombas e que todos os equipamentos do sistema possuam etiqueta Procel nível A.
- 5) Materiais de menor impacto ambiental:
- **Especificação de materiais de reuso, com conteúdo reciclado ou rapidamente renovável:** deve ser especificado em, pelo menos, 20% da área de acabamentos, materiais provenientes de demolição, com conteúdo reciclado e/ou com conteúdo renovável.
 - **Especificação de materiais regionais:** deve ser especificado em, pelo menos, 75% do total de metros quadrados de acabamento, materiais produzidos dentro de um raio de 800km do local da obra.
 - **Especificação de madeira certificada ou de reflorestamento:** toda a madeira utilizada na obra deve possuir selo emitido pelo Forest Stewardship Council - FSC ou pelo Programa Brasileiro de Certificação Florestal CERFLOR.

- **Especificação de tintas com baixa toxicidade:** todas as tintas utilizadas na obra deverão ser à base de água e fazer parte do Programa Setorial da Qualidade – PSQ ou deverão possuir baixo nível de Compostos Orgânicos Voláteis – COV definido pelas normas.
- 6) Gestão de resíduos:
- **Projetar visando à modulação e ao desmonte:** os ambientes devem ser dimensionados de acordo com as dimensões dos materiais empregados; os revestimentos devem ser paginados a fim de diminuir os cortes e desperdícios; pelo menos 50% do sistema de revestimento da fachada deve ser desmontável.
 - **Previsão de acesso facilitado às instalações hidráulicas:** deve ser utilizado sistemas que possibilitem acesso fácil ao shaft de hidráulica das principais conexões de distribuição hidráulica, sem a necessidade de quebra de 100% das alvenarias das áreas molhadas
 - **Previsão de infraestrutura para coleta seletiva:** deve ser previsto espaço destinado à armazenagem separada dos resíduos.
- 7) Conforto ambiental:
- **Orientação e sombreamento – conforto térmico:** a orientação dos dormitórios deve ser privilegiada a fim de diminuir os ganhos térmicos; devem ser utilizados elementos de proteção solar nas aberturas; ambientes úmidos devem ser orientados às fachadas que recebem mais insolação, a fim de reduzir a umidade local; a análise do entorno imediato deve justificar as decisões de projeto, como posicionamento de aberturas, volumetria;
 - **Especificação de componentes de fachadas e cobertura – conforto térmico:** deve-se seguir as orientações da ABNT NBR 15575 para os valores de transmitância térmica, capacidade térmica e absorvância, adequados a cada zona bioclimática.
 - **Aproveitamento de ventilação natural – conforto térmico:** as aberturas efetivas das janelas devem seguir a especificação recomendada pela ABNT NBR 15575. Em ambientes com mais de 8m de profundidade, deve-se possibilitar a ventilação cruzada.
 - **Aproveitamento de iluminação natural – conforto lumínico:** a porcentagem de área de entrada de iluminação natural em relação à área de piso do ambiente deve ser para sala, quarto, cozinha e área de serviço maior ou igual que 16%.
 - **Especificação de componentes divisórios – conforto acústico:** devem ser especificados componentes divisórios que possuam tratamento acústico, atenuando os ruídos provenientes de ambientes próximos; deve atender aos critérios de desempenho acústico conforme ABNT NBR 15575.

8) Acessibilidade:

- **Acessibilidade em áreas comuns:** o projeto das áreas comuns deve atender a ABNT NBR 9050.
- **Acessibilidade e adaptabilidade em áreas privativas:** o projeto deve atender a ABNT NBR 15575; a unidade habitacional deve ser adaptável, permitindo ajustes futuros para abrigar idosos, crianças ou pessoas portadoras de necessidades especiais.

Quadro 9: Requisitos de sustentabilidade.

Fonte: Adaptado de Godoi (2012).

| Categoria | Critério |
|--------------------------------------|--|
| Conectividade urbana | Previsão de bicicletário para moradores e visitantes |
| | Acesso à infraestrutura e a serviços |
| | Acesso ao transporte público |
| Áreas verdes e livres | Aumento da área verde do terreno |
| | Aumento da área permeável do terreno |
| | Especificação de um paisagismo sustentável |
| Uso racional de água | Especificação de dispositivos economizadores de água |
| | Aproveitamento de água de chuva |
| | Tratamento e reuso de águas cinzas |
| Eficiência energética | Redução de consumo de energia em áreas comuns – iluminação |
| | Automação do sistema de iluminação em áreas comuns |
| | Redução de consumo de energia em áreas comuns – equipamentos |
| | Desligamento automático de equipamentos |
| | Medição de energia nas áreas comuns |
| Materiais de menor impacto ambiental | Aquecimento solar de água |
| | Especificação de materiais de reuso, com conteúdo reciclado ou rapidamente renovável |
| | Especificação de materiais regionais |
| | Especificação de madeira certificada ou de reflorestamento |
| Gestão dos resíduos | Especificação de tintas com baixa toxicidade |
| | Projetar visando à modulação e ao desmonte |
| | Previsão de acesso facilitado às instalações hidráulicas |
| Conforto ambiental | Previsão de infraestrutura para coleta seletiva |
| | Orientação e sombreamento – conforto térmico |
| | Especificação de componentes de fachadas e cobertura – conforto térmico |
| | Aproveitamento de ventilação natural – conforto térmico |
| Acessibilidade | Aproveitamento de iluminação natural – conforto lumínico |
| | Especificação de componentes divisórios – conforto acústico |
| | Acessibilidade em áreas comuns |
| | Acessibilidade e adaptabilidade em áreas privativas |

Pereira (2012) propõe a inserção de critérios de flexibilidade dentro das certificações, a fim de atender às demandas da mutabilidade defendida pelo autor para conjuntos habitacionais (Quadro 10). Para isso, estabelece duas novas categorias, sendo elas:

1) Legibilidade:

- **Domínio visual:** o projeto deve propor elementos arquitetônicos que garantam a visualização do entorno e do conjunto a partir do interior e a visualização interna;
 - **Identidade cultural/adaptação cultural:** o projeto deve propor espaços que possibilitem a manifestação cultural de seus moradores.
 - **Sinalização:** o projeto deve propor um sistema de identidade visual.
 - **Existência de espaço apropriado para eventos que promovam a participação de todos os atores envolvidos no projeto desde o início da obra:** o projeto deve garantir espaços de convívio que permitam a expressão dos usuários; os memoriais do projeto devem conter a previsão da participação dos moradores no processo de concepção do projeto.
- 2) Flexibilidade:
- **Flexibilidade dos espaços internos:** o projeto deve especificar materiais e tecnologias leves e/ou removíveis.
 - **Flexibilidade dos espaços externos:** deve reservar áreas no projeto para possíveis ampliações futuras; devem ser propostos espaços multifuncionais; deve ser previsto nos memoriais do projeto as necessidades espaciais dos moradores após sua ocupação.

Quadro 10: Critérios propostos por Pereira (2012).

Fonte: Adaptado de Pereira (2012).

| Categoria | Critério |
|------------------|--|
| Legibilidade | Domínio visual |
| | Identidade cultural/adaptação cultural |
| | Sinalização |
| | Existência de espaço apropriado para eventos que promovam a participação de todos os atores envolvidos no projeto desde o início da obra |
| Flexibilidade | Flexibilidade dos espaços internos |
| | Flexibilidade dos espaços externos |

Machado (2013) propôs a criação de uma ferramenta com critérios de edifícios verdes para avaliar o setor da construção de Manaus, o chamado Proposta de Instrumento de Avaliação Local (PIAL), conforme apresentado no Quadro 11. Nele, a autora dividiu em nove categorias com seus critérios, sendo eles:

- 1) Uso e ocupação do solo – estratégia de implantação:
 - **Local de implantação:** o terreno de projeto deve estar inserido em local com rede de abastecimento de água, pavimentação, energia elétrica, iluminação pública, esgotamento sanitário com tratamento no próprio terreno ou em estação de tratamento da região, rede de drenagem; deve ter pelo menos um equipamento de saúde a uma

distância de 2,5km; um equipamento de lazer acessível ao pedestre e uma distância de 2,5km.

- **Transporte público:** o edifício deve estar localizado a 400m de pontos de ônibus com mais de duas linhas.
- **Impacto no entorno:** deve ser previsto no entorno da construção a execução ou recuperação de passeios, equipamentos urbanos; construção ou manutenção de praças, áreas de lazer; arborização, ampliação de áreas permeáveis para mitigar os efeitos de ilha de calor.
- **Área degradada:** quando necessário, o empreendimento deve recuperar área degradada que seja igual ou superior a 20% da área do terreno.
- **Área contaminada:** a construção que estiver localizada em área contaminada, deve ter documento, de órgão específico, assegurando que a contaminação foi solucionada.
- **Valor ecológico do terreno:** se o terreno estiver localizado em local de alto valor ecológico (com corredores florestais; mananciais ou corpos d'água; habitat de qualquer espécie em extinção ou ameaçada) deve se manter intocada durante os trabalhos de construção.
- **Aproveitamento do terreno:** a relação entre a área útil interna e a área útil interna do piso térreo deve ser maior igual que 2,5:1 ou 3:1.
- **Vazios urbanos:** construções localizadas em vazios urbanos ou edificação sem uso garante um melhor aproveitamento da infraestrutura da cidade.

2) Projeto:

- **Paisagismo:** o projeto de paisagismo deve garantir que a cobertura vegetal propicia melhora no desempenho térmico; deve ser atingido 10% a mais de área permeável do que a legislação local; nas áreas externas devem ser previstas estratégias de sombreamento.
- **Lazer:** o projeto deve contemplar equipamentos ou espaços como bosques, ciclovias, quadras esportivas, sala de ginástica, salão de jogos, salão de festas e parque infantil.
- **Projeto bioclimático:** o projeto deve atender às recomendações da ABNT NBR 15220 para a zona bioclimática.
- **Transporte alternativo:** o projeto deve contemplar bicicletários, ciclovias (quando necessário), estacionamentos, programa de vagas compartilhadas.

- **Topografia:** o projeto deve tirar proveito da declividade do terreno (quando possível), diminuindo os cortes e aterros.
- **Dimensões padrão:** o projeto deve atender a modularidade para evitar a geração de resíduos dos materiais.
- **Impacto na vizinhança:** o projeto deve garantir que a vizinhança tenha condições adequadas de insolação, luminosidade, ventilação e vistas.
- **Trabalho/lazer em casa:** o projeto deve contemplar espaços ao ar livre; a área interna da habitação deve garantir espaço suficiente para permitir aos ocupantes criar um escritório.

3) Energia:

- **Controle e monitoramento:** o empreendimento deve possuir medidores individuais, com monitores para exibição do consumo.
- **Mecanismos economizadores:** devem ser especificados equipamentos com selo Procel ou Ence nível A; as áreas externas iluminadas devem corresponder apenas aquelas que precisam de segurança; não deve ultrapassar 80% a densidade de consumo de energia em iluminação externa; os condomínios devem especificar sensores de presença nas áreas comuns; o projeto deve especificar lâmpadas de baixo consumo e com potência adequada; em condomínios, os elevadores devem possuir um sistema de controle inteligente de tráfego.
- **Energia renovável:** o projeto deve especificar um sistema de geração de energia por meio de fontes alternativas, como painéis fotovoltaicos; o empreendimento deve contar com o consumo de energia de fontes alternativas.
- **Aquecimento de água por fonte alternativa:** o empreendimento deve especificar um sistema de aquecimento solar de água e que todo o sistema tenha selo Procel ou Ence nível A ou B; ou se o aquecimento for a gás deve ser um sistema com selo Conpet.
- **Simulação para eficiência:** o projeto deve garantir em simulação que o desempenho energético é superior às edificações tradicionais.
- **Comissionamento dos sistemas de energia:** o empreendimento deve implementar um processo de comissionamento dos sistemas, para isso deve possuir as evidências: i) profissional que seja autoridade de comissionamento; ii) requisitos do cliente documentados e a documentação do projeto; iii) requisitos de comissionamento; iv) plano de comissionamento; e v) relatório de comissionamento.

4) Água:

- **Controle e monitoramento:** o empreendimento deve possuir sistema individualizado de medição do consumo de água; deve ser especificado registro regulador de vazão em pontos como chuveiro, torneira e lavatório.
- **Mecanismos economizadores:** devem ser especificadas bacias sanitárias com sistema de descarga com acionamento duplo e com volume nominal de seis litros; o projeto deve ter estratégias de economia que garantam o consumo de água menor ou igual a 120 litros/pessoa/dia; as torneiras devem possuir arejadores.
- **Fontes alternativas:** deve ser especificado um sistema de aproveitamento de águas pluviais, que reduz em 10% o consumo de água potável.
- **Tratamento de água:** deve ser realizada uma estimativa do tratamento das águas servidas no terreno.
- **Drenagem de águas pluviais:** deve ser feito um plano de gerenciamento de águas pluviais, diminuindo o escoamento superficial e promovendo a permeabilidade; deve ser projetado um reservatório de retenção de águas pluviais com sistema para infiltração natural e escoamento para o sistema de drenagem urbana, para projetos com área impermeabilizada superior a 500m²;
- **Paisagismo eficiente:** o projeto de paisagismo deve especificar vegetações que demandem menor quantidade de irrigação; para diminuir o consumo de água para irrigação também pode-se garantir eficiência no sistema de irrigação; aproveitar as águas pluviais para este fim; reaproveitar águas recicladas

5) Materiais:

- **Qualidade e durabilidade:** o projeto deve especificar apenas materiais fabricados por empresas classificadas como “qualificadas” pelo Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade no Habitat (PBQP-H); o projeto deve adotar sistemas construtivos de componentes industrializados, que sejam projetados conforme normas técnicas; o empreendimento deve adotar sistema de revestimento com vida útil superior a 15 anos, como placas cerâmicas, rochas naturais.
- **Concreto otimizado:** o concreto utilizado na obra deve estar em conformidade com as normas técnicas.
- **Origem responsável:** deve ser utilizado materiais de origem responsável com o objetivo de atingir pelo menos 80% do material avaliado.

- **Reutilização RCD:** o empreendimento deve adotar no projeto de pavimento a utilização de agregados produzidos pela reciclagem de resíduos de construção e demolição; pelo menos 5% do material orçado deve ser substituído por materiais de demolição ou restaurados.
 - **Formas reutilizáveis:** devem ser utilizadas formas e escoras reutilizáveis, que sejam executadas de acordo com as normas técnicas
 - **Materiais regionais:** devem ser utilizados materiais que tenham sido extraídos, colhidos, recuperados e produzidos em um raio máximo de 805km do terreno de projeto, somando no mínimo 10% do custo total dos materiais utilizados.
 - **Materiais reciclados:** devem ser utilizados materiais reciclados, que seja igual ou maior a 10% do custo total dos materiais.
 - **Materiais renováveis:** devem ser utilizados materiais de rápida renovação em pelo menos 2,5% do custo total de materiais
 - **Madeira certificada:** devem ser utilizadas madeiras que possuam certificação ou que sejam plantadas de espécies exóticas.
- 6) Emissões atmosféricas:
- **SDOs em sistemas de refrigeração:** é proibida a utilização de fluídos refrigerantes a base de CFC/HCFC nos sistemas de aquecimento, ventilação, ar-condicionado e refrigeração.
 - **SDOs em sistemas de combate a incêndio:** é proibida a utilização de sistemas de combate a incêndio que contenham substâncias nocivas à camada de ozônio.
 - **Emissões de CO₂:** deve ser realizada estimativa ou inventário de emissões de CO₂ por m² por ano.
- 7) Resíduos:
- **Resíduos da construção civil:** o empreendimento deve possuir um “Projeto de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil – PGRCC” para a obra, contendo: i) metas e métodos para reciclar ou recuperar resíduos de embalagens, construção e demolição; ii) metas para desviar os resíduos do aterro, reuso em outros locais, utilização do esquema “logística reversa”, compostagem; iii) metas para minimizar a geração de resíduos na fase de projeto; iv) metas para minimizar a geração de resíduos perigosos; e v) elaboração de relatório da produção de resíduos perigosos e não perigosos.
 - **Coleta seletiva:** deve ser previsto um local adequado para coleta e armazenamento de material reciclável; este local deve ser de fácil acesso, ventilado e de fácil limpeza.

- **Compostagem:** o empreendimento deve contar com instalações para compostagem.
- 8) Gestão e sociedade:
- **Educação voltada aos trabalhadores:** o empreendimento deve possuir um plano educativo sobre a gestão de resíduos de construção e demolição para os trabalhadores; deve ser elaborado um plano de atividades educativas a respeito de estratégias de sustentabilidade para os empregados; deve ser realizado um plano de desenvolvimento pessoal para os empregados, contemplando itens como: educação complementar de alfabetização e educação para cidadania com programas de segurança, saúde e higiene, educação financeira; devem ser realizadas capacitações em atividades da construção para os profissionais empregados na obra.
 - **Educação voltada ao proprietário:** deve ser realizado uma atividade informativa sobre as estratégias de sustentabilidade empregadas no edifício, incluindo a entrega do manual de uso e ocupação; deve ser elaborado um plano de educação ambiental para os moradores, contemplando orientações sobre o uso racional de energia, coleta seletiva; devem ser disponibilizadas capacitações aos moradores sobre a gestão do empreendimento.
 - **Práticas socioambientais certificadas:** o empreendimento deve possuir o compromisso em atender as melhores práticas de responsabilidade socioambiental, conforme programas de certificação nacionais ou internacionais.
 - **Planos e controles da obra:** deve ser feito um plano de controle de sedimentação e erosão da obra, incluindo a prevenção da perda de solo, da sedimentação no sistema de águas pluviais ou cursos d'água, da poluição do ar por partículas e poeiras geradas pela obra; devem ser elaborados procedimentos de monitoramento sobre o uso de energia na obra, produção de CO₂ e uso de energia nos transportes da obra, consumo de água, adoção de práticas visando a diminuição da poeira e da poluição das águas, recuperação da madeira local.
 - **Segurança:** devem ser consultados especialistas em segurança ou prevenção de criminalidade para incorporar as medidas cabíveis.
 - **Mão de obra local:** pelo menos 20% dos trabalhadores devem ser da população local.
 - **Mitigação dos riscos sociais:** deve ser elaborado um plano de mitigação dos riscos sociais, contemplando a população em situação de vulnerabilidade social com atividades de alfabetização, profissionalização, inclusão digital, atividades culturais e esportivas, e

os moradores do empreendimento com atividades de conscientização para mitigar os riscos sociais da população do entorno, que esteja em situação de vulnerabilidade social.

- **Participação população-alvo:** os futuros moradores devem participar ativamente das decisões de projeto.

9) Saúde e bem-estar:

- **Fatores externos prejudiciais:** devem ser identificados possíveis fatores prejudiciais ao bem-estar, à saúde e segurança dos moradores.
- **CO₂ e Fumaça Tabaco Ambiental - FTA:** deve ser previsto em projeto espaço destinado aos fumantes, que esteja a uma distância de pelo menos 7,62m das entradas e janelas; deve ser adotado algum mecanismo de medição dos níveis de CO₂.
- **Acessibilidade:** o projeto deve seguir as recomendações da norma ABNT NBR 9050.
- **Baixa toxicidade:** as tintas, adesivos, selantes, impermeabilizantes, tapetes, carpetes, tecidos utilizados devem possuir comprovação de baixa toxicidade; compensados de madeira e materiais que possuem resinas não devem conter uréia-formaldeído.
- **Contenção de poeira:** o empreendimento deve possuir capachos, grelhas ou grades em todas as entradas para diminuir a entrada de partículas de poeira.
- **Conforto térmico:** a construção deve demonstrar potencial para atendimento ao desempenho térmico solicitado na ABNT NBR 15575; o empreendimento deve realizar pesquisa sobre conforto térmico com os usuários na pós-ocupação, se houver mais de 20% de insatisfação medidas corretivas devem ser tomadas.
- **Conforto acústico:** a construção deve demonstrar potencial para atendimento ao desempenho acústico solicitado na ABNT NBR 15575.
- **Conforto lumínico:** a construção deve demonstrar potencial para atendimento ao desempenho lumínico solicitado na ABNT NBR 15575.

Quadro 11: Proposta de Instrumento de Avaliação Local (PIAL).

Fonte: Adaptado de Machado (2013).

| Tema | Subtema | Requisito | |
|--|----------------------------|---------------------------|-------------------------------------|
| Uso e ocupação do solo – estratégia de implantação | Local de implantação | Local de implantação | |
| | Transporte público | Transporte público | |
| | Impacto no entorno | Impacto no entorno | |
| | Área degradada | Área degradada | |
| | Área contaminada | Área contaminada | |
| | Valor ecológico do terreno | | Características naturais do terreno |
| | | | Valor antes e depois |
| | Aproveitamento do terreno | Aproveitamento do terreno | |
| | Vazios urbanos | Vazios urbanos | |

Continuação quadro 11: Proposta de Instrumento de Avaliação Local (PIAL).

Fonte: Adaptado de Machado (2013).

| Tema | Subtema | Requisito |
|---|---|-----------------------------------|
| Projeto | Paisagismo | Arborização |
| | | Área permeável |
| | | SRI |
| | Lazer | Lazer |
| | Projeto bioclimático | NBR 15220 |
| | | Dimensão de esquadrias |
| | Transporte alternativo | Bicicletário |
| | | Estacionamento e vans |
| | Topografia | Topografia |
| | Dimensões padrão | Dimensões padrão |
| Impacto na vizinhança | Impacto na vizinhança | |
| Trabalho/lazer em casa | Escritório | |
| | Espaço ao ar livre | |
| Energia | Controle e monitoramento | Medidores individuais |
| | | Display de monitoramento |
| | Mecanismos economizadores | Sensores/minuterias área comum |
| | | Lâmpadas eficientes |
| | | Eletrodomésticos Procel A |
| | Energia renovável/verde | Iluminação externa |
| | | Geração de energia no local |
| | Consumo energia zero carbono | |
| Aquecimento de água por fonte alternativa | Aquecimento solar de água | |
| | Aquecimento a gás de água | |
| Simulação para eficiência | Simulação para eficiência | |
| Comissionamento dos sistemas de energia | Comissionamento dos sistemas de energia | |
| Água | Controle e monitoramento | Controle e monitoramento |
| | Mecanismos economizadores | Bacia sanitária duplo acionamento |
| | | Consumo < 120l/d |
| | | Arejadores em lavatórios |
| | | Registro regulador de vazão |
| | Fontes alternativas | Água pluvial |
| | | Água pluvial para irrigação |
| | Tratamento de água | Tratamento de água |
| | Drenagem de águas pluviais | Reservatório e drenagem urbana |
| | | Reservatório e infiltração |
| Plano de gerenciamento de água de tempestades | | |
| Plano de gerenciamento com tratamento de sólidos em suspensão | | |
| Paisagismo eficiente | Paisagismo eficiente | |
| Materiais | Qualidade e durabilidade | Inclusão no PBQP-H |
| | | Aprovação no SINAT |
| | | Fachada com vida útil >15 anos |
| | Concreto otimizado | NBR 7212 |
| | | CPIII e CPIV |
| Origem responsável | Origem responsável | |
| Reutilização RCD | Pavimento com RCD | |
| | Utilização RCD na obra | |

Continuação quadro 11: Proposta de Instrumento de Avaliação Local (PIAL).

Fonte: Adaptado de Machado (2013).

| Tema | Subtema | Requisito |
|------------------------------|--|--|
| Materiais | Formas reutilizáveis | Formas reutilizáveis |
| | Materiais regionais | Materiais regionais |
| | Materiais reciclados | Materiais reciclados |
| | Materiais renováveis | Materiais renováveis |
| | Madeira certificada | Madeira certificada |
| Emissões atmosféricas | SDOs em sistemas de refrigeração | SDOs em sistemas de refrigeração |
| | Emissões de CO ₂ | Emissões de CO ₂ |
| | SDOs em sistemas de combate a incêndio | SDOs em sistemas de combate a incêndio |
| Resíduos | Resíduos da construção civil | Resíduos da construção civil |
| | Coleta seletiva | Coleta seletiva |
| | Compostagem | Compostagem |
| Gestão e sociedade | Educação – trabalhadores | Gestão de resíduos |
| | | Itens de sustentabilidade |
| | | Desenvolvimento pessoal |
| | | Capacitação profissional |
| | Educação – proprietário | Manual do proprietário |
| | | Educação ambiental |
| | | Gestão do empreendimento |
| | Práticas socioambientais | Práticas socioambientais |
| | Planos e controles da obra | Controle de sedimentação e erosão |
| | | Monitoramento e relatório |
| Segurança | Segurança | |
| Mão de obra local | Mão de obra local | |
| Mitigação dos riscos sociais | Mitigação dos riscos sociais | |
| Participação população-alvo | Participação população-alvo | |
| Saúde e bem-estar | Fatores externos prejudiciais | Fatores externos prejudiciais |
| | CO ₂ e FTA | Monitoramento de CO ₂ |
| | | Área para fumantes |
| | Acessibilidade | Acessibilidade |
| | Baixa toxicidade | Tintas |
| | | Adesivos e selantes |
| | | Tapetes, carpetes e tecidos |
| | | Compensados e produtos de fibras |
| | Contenção de poeira | Contenção de poeira |
| | Conforto térmico | Pesquisa pós ocupação |
| | | Ventilação natural / conforto térmico |
| | Conforto acústico | Conforto acústico |
| | Conforto lumínico | Conforto lumínico |

Jankovic (2017) elaborou critérios de avaliação de uma habitação de baixo impacto ambiental localizada na cidade de Natal – RN (Quadro 12). Foram divididos em cinco categorias, sendo elas:

1) Conforto térmico:

- **Transmitância térmica da envoltória:** as paredes e coberturas da construção devem atender ao valor de transmitância térmica estabelecido para cada zona bioclimática, conforme ABNT NBR 15220.
 - **Impacto da cor externa:** os revestimentos externos das paredes e coberturas devem atender ao valor de absorvância solar para cada zona bioclimática, conforme ABNT NBR 15220.
 - **Aberturas permeáveis:** a área mínima de abertura para ventilação natural deve ser atendida para cada zona bioclimática, conforme ABNT NBR 15220; as aberturas devem ser dispostas de maneira que possibilite ventilação cruzada; deve ser calculado o número de renovação de ar por hora.
 - **Áreas envidraçadas:** deve ser calculado o percentual de abertura de fachada e fator de céu visível.
 - **Sombreamento das aberturas:** deve ser calculado o percentual de obstrução solar das aberturas.
- 2) Conforto luminoso:
- **Área de iluminação:** deve ser atendida a área mínima de abertura para iluminação.
 - **Nível mínimo de iluminância natural:** deve ser atendido o nível mínimo de iluminância, conforme ABNT NBR 15575.
 - **Disponibilidade de luz natural:** deve ser elaborada a distribuição em planta baixa do atendimento anual da iluminância mínima.
 - **Uniformidade da luz natural:** deve ser feita a distribuição em planta baixa do atendimento anual da uniformidade, utilizando a relação máxima de 1:10 entre iluminância mínima e máxima.
 - **Nível mínimo de iluminância artificial:** deve ser atendido o nível mínimo de iluminância, conforme ABNT NBR 15575.
 - **Densidade de potência instalada:** a razão entre potência de iluminação instalada e o ambiente deve ser no máximo $5\text{W}/\text{m}^2$ para quartos e $6\text{W}/\text{m}^2$ para salas.
 - **Eficiência energética da fonte de iluminação artificial:** todas as fontes de iluminação devem possuir eficiência superior a 75 lm/W ou com Selo Procel.
- 3) Gestão de energia:
- **Perfil de consumo energético da edificação – equipamentos eficientes:** pelo menos 80% de todos os equipamentos instalados devem possuir etiqueta Procel nível A.

- **Disponibilidade de área para painéis fotovoltaicos:** o projeto deve garantir disponibilidade de área de cobertura para suprir no mínimo 8% da eletricidade do edifício por fontes renováveis.
 - **Disponibilidade de área para coletores solares:** o projeto deve garantir disponibilidade de área de cobertura para suprir no mínimo 70% do aquecimento de água por fonte térmica solar.
 - **Disponibilidade de céu visível:** a área onde será instalado os painéis solares devem passar por análise para que não devam ter nenhum tipo de obstrução.
 - **Área técnica:** deve ser projetada uma área destinada a implantação dos equipamentos necessários para o funcionamento dos sistemas de painéis fotovoltaicos e painéis de aquecimento solar.
 - **Tipo de painel fotovoltaico:** todos os equipamentos do sistema fotovoltaico devem possuir etiqueta Procel nível A.
 - **Tipo de coletor solar:** todos os equipamentos do sistema de aquecimento solar devem possuir etiqueta Procel nível A.
 - **Disponibilidade no mercado:** deve ser feita uma pesquisa de mercado a fim de verificar a existência de sistemas com etiqueta Procel nível A.
- 4) Gestão de água:
- **Perfil de consumo de água:** deve ser comprovada uma redução de 20% a 30% do consumo de água potável e não potável, comparando a um edifício típico.
 - **Gerenciamento de água de chuva:** deve ser prevista a instalação de um sistema de aproveitamento de água pluvial, proporcionando uma economia mínima de 40% no consumo anual de água.
 - **Tratamento de água servida:** toda a água utilizada deve ser tratada e separada para usos não potáveis na própria edificação.
 - **Área técnica:** deve ser projetada área destinada a implantação dos equipamentos necessários para armazenamento e tratamento de água servida.
- 5) Materiais construtivos:
- **Escolha integrada dos sistemas construtivos:** devem ser utilizados materiais regionais, provenientes de reuso, com conteúdo reciclado, de rápida renovação e recicláveis; toda a madeira utilizada deve ter apresentação do Documento de Origem Florestal (DOF) ou selos.

- **Racionalização e modulação:** devem ser utilizados sistemas construtivos estruturais e materiais que permitem a racionalização, modularidade e desmontabilidade.
- **Adaptabilidade e durabilidade da edificação:** devem ser utilizados sistemas construtivos estruturais e materiais que garantem a flexibilização arquitetônica e durabilidade da edificação.
- **Manutenção:** deve ser garantido fácil acesso às instalações para manutenções.

Quadro 12: Critérios de avaliação de uma habitação de baixo impacto ambiental.

Fonte: Adaptado de Jankovic (2017).

| Categoria | Critério |
|----------------------------|--|
| Conforto térmico | Transmitância térmica da envoltória |
| | Impacto da cor externa |
| | Aberturas permeáveis |
| | Áreas envidraçadas |
| | Sombreamento das aberturas |
| Conforto luminoso | Área de iluminação |
| | Nível mínimo de iluminância |
| | Disponibilidade de luz natural |
| | Uniformidade da luz natural |
| | Nível mínimo de iluminância |
| | Densidade de potência instalada |
| Gestão de energia | Eficiência energética da fonte de iluminação artificial |
| | Perfil de consumo energético da edificação – equipamentos eficientes |
| | Disponibilidade de área para painéis fotovoltaicos |
| | Disponibilidade de área para coletores solares |
| | Disponibilidade de céu visível |
| | Área técnica |
| | Tipo de painel fotovoltaico |
| | Tipo de coletor solar |
| Disponibilidade no mercado | |
| Gestão de água | Perfil de consumo de água |
| | Gerenciamento de água de chuva |
| | Tratamento de água servida |
| | Área técnica |
| Materiais construtivos | Escolha integrada dos sistemas construtivos |
| | Racionalização e modulação |
| | Adaptabilidade e durabilidade da edificação |
| | Manutenção |

Rebêlo (2018) propôs uma ferramenta em que foram selecionados 22 critérios das certificações Selo Casa Azul, AQUA-HQE e GBC Brasil Casa e inseridos dois critérios novos (Quadro 13). A autora divide seu trabalho em cinco categorias sendo elas:

- 1) Integração urbana:

- **Infraestrutura do entorno:** a escolha do terreno deve levar em consideração a infraestrutura existente, o acesso a transporte público e a proximidade a serviços básicos e comércio local.
- **Impactos no entorno:** o projeto deve observar os impactos no entorno imediato quanto à iluminação e ventilação naturais.
- **Vazios urbanos:** a escolha do terreno deve ser priorizada em vazios urbanos em que já existe toda a infraestrutura necessária.

2) Projeto:

- **Vedações - desempenho térmico:** a implantação da construção deve ser pensada de modo a aproveitar a ventilação e iluminação naturais; as aberturas devem ser pensadas para favorecer a ventilação cruzada; o projeto deve especificar elementos de sombreamento para diminuir os ganhos de calor; deve ser utilizada vegetação como estratégia de resfriamento evaporativo.
- **Iluminação e ventilação natural - áreas comuns e banheiros:** os banheiros devem possuir janela para o exterior que permita a entrada de iluminação e ventilação naturais.
- **Adequação as condicionantes físicas do terreno:** sempre que possível, o projeto deve se adequar a topografia do terreno, diminuindo o impacto da movimentação de terra.
- **Acústica:** os requisitos da ABNT NBR 15575 de desempenho acústico devem ser atendidos.
- **Acessibilidade:** pelo menos 3% das unidades habitacionais devem ser acessíveis a portadores de necessidades especiais.
- **Projetos complementares:** os projetos complementares devem ser desenvolvidos juntamente com o projeto arquitetônico.

3) Energia:

- **Iluminação artificial:** devem ser especificadas lâmpadas de baixo consumo; os medidores devem ser individualizados para cada unidade habitacional.
- **Dispositivos de economia:** em áreas de uso comum ou áreas externas, devem ser utilizados sensores de presença ou fotocélulas.
- **Sistemas de aquecimento:** deve ser instalado um sistema de aquecimento de água a partir de fonte térmica solar, quando viável.
- **Elevadores eficientes:** os elevadores instalados devem possuir sistema inteligente de tráfego ou outro sistema de melhor eficiência.

4) Saneamento:

- **Medição individualizada água:** cada unidade habitacional deve conter um medidor individualizado para monitorar o consumo de água.
- **Dispositivos economizadores:** devem ser especificadas bacias sanitárias com duplo acionamento e torneiras com registro de pressão.
- **Águas pluviais:** deve ser previsto um sistema de aproveitamento de águas pluviais com armazenamento para posterior utilização para fins não potáveis e, também, para infiltração gradativa no solo.
- **Áreas permeáveis:** a área verde deve ser superior a 10% do especificado pela legislação local.
- **Irrigação eficiente:** devem ser projetadas duas redes de água separadas: uma de água potável e outra para reuso (quando há tratamento e reutilização de águas cinzas e/ou aproveitamento de águas pluviais).
- **Descarte – efluentes líquidos:** deve ser especificado um sistema de tratamento e reaproveitamento de águas cinzas e destinação das águas negras na rede de esgoto, ou com tratamento em fossa séptica.
- **Coleta seletiva:** deve ser prevista em projeto áreas destinadas a coleta seletiva dos resíduos sólidos.

5) Materiais:

- **Qualidade materiais e componentes:** deve ser comprovada a utilização de materiais provenientes apenas de empresas classificadas como “qualificadas” no Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade no Habitat – PBQP-H e/ou que possuam selo de certificação ambiental.
- **Gestão dos resíduos da construção civil:** deve ser elaborado um Projeto de Gerenciamento de Resíduos de Construção Civil – PGRCC para a obra.
- **Materiais alternativos e/ou materiais regionais ou certificados:** deve ser utilizado em obra material alternativo com comprovação em estudos científicos; deve ser especificado material produzido na região onde a obra está inserida.
- **Madeiras certificadas ou plantadas:** deve ser utilizada madeira plantada de espécies exóticas ou madeiras com certificação.

Quadro 13: Categoria e critérios da ferramenta proposta por Rebêlo (2018).

Fonte: Adaptado de Rebêlo (2018).

| Categoria | Sistema de origem | Critério |
|-------------------|-----------------------------|---|
| Integração Urbana | Casa Azul + GBC Casa | Infraestrutura do entorno |
| | Casa Azul + AQUA | Impactos no entorno |
| | Casa Azul | Vazios urbanos |
| Projeto | Casa Azul + GBC Casa + AQUA | Vedações – desempenho térmico |
| | Casa Azul + GBC Casa + AQUA | Iluminação e ventilação natural - áreas comuns e banheiros |
| | GBC Casa | Adequação as condicionantes físicas do terreno |
| | GBC Casa + AQUA | Acústica |
| | GBC Casa | Acessibilidade |
| | NOVO | Projetos complementares |
| Energia | Casa Azul + GBC Casa + AQUA | Iluminação artificial |
| | Casa Azul + AQUA | Dispositivos de economia |
| | Casa Azul + GBC Casa + AQUA | Sistemas de aquecimento |
| | Casa Azul + AQUA | Elevadores eficientes |
| Saneamento | Casa Azul + GBC Casa + AQUA | Medição individualizada água |
| | Casa Azul + GBC Casa + AQUA | Dispositivos economizadores |
| | Casa Azul + AQUA | Águas Pluviais |
| | Casa Azul | Áreas permeáveis |
| | NOVO | Irrigação eficiente |
| | Casa Azul + AQUA | Descarte - efluentes líquidos |
| | Casa Azul + GBC Casa + AQUA | Coleta seletiva |
| Materiais | Casa Azul + AQUA | Qualidade materiais e componentes |
| | Casa Azul + GBC Casa + AQUA | Gestão dos resíduos da construção civil |
| | Casa Azul + GBC Casa + AQUA | Materiais alternativos e/ou materiais regionais ou certificados |
| | Casa Azul + GBC Casa + AQUA | Madeiras certificadas ou plantadas |

Luther (2009) propôs uma ferramenta de avaliação de edifícios para a fase de uso. Para isso, foram considerados três grandes aspectos: a energia, com o desempenho operacional; o comportamento, com o desempenho da ocupação; e o conforto, com o desempenho ambiental. Esses levam em consideração a produtividade, a saúde e o controle dos usuários. Para realizar as avaliações, os critérios foram divididos em cinco categorias (Quadro 14), sendo elas:

1) Energia:

- **Uso de energia:** neste critério são relevantes as considerações a respeito do uso excessivo de energia, o período de operação da edificação, conformidade com o sistema de Classificação de Edifícios Verdes da Austrália (Australian Green Building Rating) e o monitoramento de energia.
- **Defeitos no sistema: equipamentos eficientes:** este critério leva em consideração a detecção de falhas e diagnóstico em sistemas de climatização, programação dos equipamentos e períodos em operação.

- **Taxas de fluxo nos canos e dutos:** este critério leva em consideração a medição de taxas de fluxo e temperatura (energia) em sistemas de climatização a frio/água quente.
- **Análise da envoltória:** este critério leva em consideração as medidas de transferência de calor pela fachada e imagem térmica para diagnóstico e análise visual.

2) Iluminação:

- **Iluminância de fundo:** deve ser levantado os níveis de iluminação natural e artificial no posto de trabalho.
- **Iluminância na área de tarefa:** níveis de iluminação na estação de trabalho a partir do observador para a tela e da tela para o observador: devem ser levantadas as medidas em lux de seis pontos.
- **Temperatura de cor correlacionada:** as fontes de luz e suas faixas de cores devem ser investigadas, pois a variação de cores da luz podem ter influências psicológicas no conforto.
- **Brilho/contraste na área de trabalho:** o problema do brilho intenso é quantificado de acordo com as melhores práticas internacionais, levando em consideração o brilho e o desconforto.
- **Autonomia de luz natural:** deve ser levantado o quanto de iluminação elétrica é necessária para complementar a iluminação natural.

3) Conforto:

- **Clima, insolação e iluminação:** devem ser determinadas as condições externas que influenciam os parâmetros de medição internos.
- **Níveis de conforto térmico:** um “carrinho de conforto” deve ser usado para medir o conforto dos ocupantes na estação de trabalho.
- **Temperatura na superfície e assimetria radiante:** deve ser levantada influência do balanço da temperatura radiante média com o espaço.
- **Esboços da distribuição de ar:** deve ser levantado o índice da corrente de ar em uma seção transversal específica em um espaço; índice de desempenho da distribuição de ar.
- **Estratificação da temperatura do ar:** deve ser levantada a variação da temperatura do ar com a diferença de altura do espaço.

4) Ventilação e qualidade do ar interior:

- **Taxas de renovação de ar:** devem ser calculadas as taxas de ventilação dos ambientes (renovação de ar efetiva): com o sistema de climatização em operação e desligado.

- **Uniformidade da distribuição do fornecimento de ar:** a concentração do marcador deve ser medida em várias localizações para assim calcular a uniformidade da distribuição de ar.
- **Qualidade do ar interior:** devem ser realizados testes e medições da qualidade do ar dos ambientes ao longo do tempo, para verificar a presença de CO₂, Componentes Orgânicos Voláteis e partículas de poeira.
- **Ensaio do sistema de exaustão:** deve ser comprovada em laboratório a eficiência do sistema em captar contaminantes do ar.
- **Vazamento de ar e análise da envoltória:** deve ser quantificado o vazamento de ar pela envoltória por meio de um teste de pressurização.

5) Som:

- **Ruído de fundo: interior:** deve ser levantado o ruído de fundo em cada estação de trabalho, dependente da frequência, fornecendo as porcentagens do volume ao longo do tempo.
- **Ruído de fundo: infiltração:** os ambientes devem ser projetados de maneira que permitam a privacidade das falas e sua inteligibilidade dentro do ambiente.
- **Tempo de reverberação:** deve ser calculado o tempo que o som reverbera dentro do ambiente.
- **Transmissão do som:** deve ser classificada a classe de transmissão do som pelas divisórias.
- **Intensidade do som:** devem ser identificadas áreas onde ocorrem vazamentos e fontes de ruídos.

Quadro 14: Categoria e critérios da ferramenta proposta por Luther (2009).
Fonte: Adaptado de Luther (2009).

| Categoria | Critério |
|------------|---|
| Energia | Uso de energia |
| | Defeitos no sistema: equipamentos eficientes |
| | Taxas de fluxo nos canos e dutos |
| | Análise da envoltória |
| Iluminação | Iluminância de fundo |
| | Iluminância na área de tarefa |
| | Temperatura de cor correlacionada |
| | Brilho/contraste na área de trabalho |
| | Autonomia de luz natural |
| Conforto | Clima, insolação e iluminação |
| | Níveis de conforto térmico |
| | Temperatura na superfície e assimetria radiante |
| | Esboços da distribuição de ar |
| | Estratificação da temperatura do ar |

Continuação quadro 14: Categoria e critérios da ferramenta proposta por Luther (2009).

Fonte: Adaptado de Luther (2009).

| Categoria | Critério |
|---------------------------------------|--|
| Ventilação e qualidade do ar interior | Taxas de renovação de ar |
| | Uniformidade da distribuição do fornecimento de ar |
| | Qualidade do ar interior |
| | Ensaio do sistema de exaustão |
| | Vazamento de ar e análise da envoltória |
| Som | Ruído de fundo: interior |
| | Ruído de fundo: infiltração |
| | Tempo de reverberação |
| | Transmissão do som |

Franzitta et al. (2010) propuseram uma ferramenta de avaliação holística, em que são levados em consideração os seguintes aspectos de conforto (Quadro 15):

- 1) **Ambiente térmico:** para edifícios novos, se a temperatura operativa for maior que 20 °C, o índice PPD (Predicted Percentage of Dissatisfied) deve ser menor que 10% e o índice PMV (Predicted Mean Vote) deve estar entre -0,5 e +0,5 para edifícios existentes, se a temperatura operativa for maior que 26 °C, o índice PPD (Predicted Percentage of Dissatisfied) deve ser menor que 15% e o índice PMV (Predicted Mean Vote) deve estar entre -0,7 e +0,7.
- 2) **Qualidade do ar interior e taxas de ventilação:** deve ser realizada uma avaliação durante as horas ocupadas e não ocupadas para comprovar o atendimento a uma taxa de renovação de ar maior que 0,42m² de área de piso com de renovação de ar por hora maior que 0,60, para edifícios novos; para edifícios existentes a taxa de renovação de ar deve ser maior que 0,35m² de área de piso com renovação de por hora maior que 0,50.
- 3) **Umidade e desumidificação:** em edifícios novos, a umidade relativa para desumidificação deve ser de 60% e para umidificação 25%; para edificações existentes umidade relativa para desumidificação deve ser de 70% e para umidificação 20%.
- 4) **Iluminação:** devem ser utilizados os valores de iluminação mantida, índice de reprodução de cor e a classificação de brilho estabelecidos na norma EN 15251; para edifícios existentes a iluminação deve ser medida na área de trabalho para confirmar os valores recomendados na norma europeia.
- 5) **Ruído:** para edifícios novos e existentes os de níveis de pressão sonora máximos estabelecidos para sala devem ser entre 25-40 e quarto 25-35.

Quadro 15: Aspectos de conforto para uma avaliação holística.

Fonte: Adaptado de Franzitta et al. (2010).

| Aspectos de conforto | Edifícios novos | Edifícios existentes |
|--|--|---|
| Ambiente térmico | $T_o > 20\text{ }^\circ\text{C}$ PPD > 10% $-0,5 < \text{PMV} < +0,5$ | $T_o > 26\text{ }^\circ\text{C}$ PPD > 15% $-0,7 < \text{PMV} < +0,7$ |
| Qualidade do ar interior e taxas de ventilação | Taxa de renovação de ar > $0,42\text{m}^2$ Renovação de ar por hora > 0,60 | Taxa de renovação de ar > $0,35\text{m}^2$ Renovação de ar por hora > 0,50 |
| Umidade e desumidificação | Umidade relativa para desumidificação: 60% Umidade relativa para umidificação: 25% | Umidade relativa para desumidificação: 70% Umidade relativa para umidificação: 20% |
| Iluminação | Valores de iluminação mantida, índice de reprodução de cor e a classificação de brilho estabelecidos na norma EN 15251 | A iluminação deve ser medida na área de trabalho para confirmar os valores recomendados na norma EN 15251 |
| Ruído | Nível de pressão sonora para sala: 25-40 Nível de pressão sonora para quarto 25-35 | Nível de pressão sonora para sala: 25-40 Nível de pressão sonora para quarto 25-35 |

Os trabalhos de Beheiry (2012), Nilashi et al. (2015) e Vilcekova et al. (2016) apresentam os critérios, porém não os descreve, dificultando o processo de compilação entre os trabalhos analisados, por isso, não foram comparados.

2.1.6. Interação entre os critérios apresentados na revisão sistemática

Diante da apresentação dos trabalhos, foi possível sistematizar os critérios encontrados a fim de verificar a interação entre os trabalhos e encontrar os critérios que se repetem. Para isso, os critérios foram subdivididos em seis categorias, sendo elas: gestão, ambiente, energia, água, materiais e qualidade ambiental interna.

2.1.6.1. Gestão

Na categoria “Gestão” foram apresentados dos 18 critérios, em que apenas um critério se repetiu em mais de um trabalho, sendo ele: participação público-alvo. Também foi notado que somente os critérios presentes nos trabalhos brasileiros se encaixam nessa categoria.

Quadro 16: Interação entre os trabalhos na categoria Gestão.

Fonte: Elaboração própria.

| Critérios de avaliação | Fagundes (2009) | Goron (2010) | Godoi (2012) | Pereira (2012) | Machado (2013) | Jankovic (2017) | Rebêlo (2018) | Luther (2009) | Franzitta et al. (2010) |
|---|---|--------------|--------------|----------------|----------------|-----------------|---------------|---------------|-------------------------|
| | Custos da construção: otimização e eficiência | X | | | | | | | |
| Custos de operação: otimização e eficiência | X | | | | | | | | |

Continuação quadro 16: Interação entre os trabalhos na categoria Gestão.

Fonte: Elaboração própria.

| Critérios de avaliação | Fagundes (2009) | Goron (2010) | Godoi (2012) | Pereira (2012) | Machado (2013) | Jankovic (2017) | Rebêlo (2018) | Luther (2009) | Franzitta et al. (2010) |
|--|-----------------|--------------|--------------|----------------|----------------|-----------------|---------------|---------------|-------------------------|
| Itens de sustentabilidade | | | | | X | | | | |
| Desenvolvimento pessoal | | | | | X | | | | |
| Capacitação profissional | | | | | X | | | | |
| Manual do proprietário | | | | | X | | | | |
| Educação ambiental | | | | | X | | | | |
| Gestão do empreendimento | | | | | X | | | | |
| Práticas socioambientais | | | | | X | | | | |
| Monitoramento e relatório | | | | | X | | | | |
| Segurança | | | | | X | | | | |
| Mão de obra local | | | | | X | | | | |
| Mitigação dos riscos sociais | | | | | X | | | | |
| Participação população-alvo | | | | X | X | | | | |
| Domínio visual | | | | X | | | | | |
| Identidade cultural/adaptação cultural | | | | X | | | | | |
| Sinalização | | | | X | | | | | |
| Projetos complementares | | | | | | | X | | |

2.1.6.2. Ambiente

Na categoria “Ambiente”, foi possível verificar a presença de 28 critérios, dentre eles nove se repetem em mais de um trabalho, como: sustentabilidade na escolha do terreno, impacto no entorno, vazios urbanos, arborização, área permeável, bicicletário, acesso à infraestrutura e serviços, acesso ao transporte público e adequação às condicionantes físicas do terreno (Quadro 17). Também nesta categoria não foram encontrados os critérios de trabalhos internacionais.

Quadro 17: Interação entre os trabalhos na categoria Ambiente.

Fonte: Elaboração própria.

| Critérios de avaliação | Fagundes (2009) | Goron (2010) | Godoi (2012) | Pereira (2012) | Machado (2013) | Jankovic (2017) | Rebêlo (2018) | Luther (2009) | Franzitta et al. (2010) |
|--|-----------------|--------------|--------------|----------------|----------------|-----------------|---------------|---------------|-------------------------|
| Sustentabilidade na escolha do terreno | X | | | | X | | | | |
| Controle de sedimentação e erosão | | | | | X | | | | |
| Impacto no entorno | X | | | | X | | X | | |
| Área degradada | | | | | X | | | | |
| Área contaminada | | | | | X | | | | |
| Características naturais do terreno | | | | | X | | | | |
| Valor ecológico antes e depois | | | | | X | | | | |

Continuação quadro 17: Interação entre os trabalhos na categoria Ambiente.

Fonte: Elaboração própria.

| Critérios de avaliação | Fagundes (2009) | Goron (2010) | Godoi (2012) | Pereira (2012) | Machado (2013) | Jankovic (2017) | Rebêlo (2018) | Luther (2009) | Franzitta et al. (2010) |
|--|-----------------|--------------|--------------|----------------|----------------|-----------------|---------------|---------------|-------------------------|
| Aproveitamento do terreno | | | | | X | | | | |
| Vazios urbanos | | | | | X | | X | | |
| Arborização | | | X | | X | | | | |
| Área permeável | | X | X | | X | | | | |
| SRI | | | | | X | | | | |
| Lazer | | | | | X | | | | |
| NBR 15220 | | | | | X | | | | |
| Dimensão de esquadrias | | | | | X | | | | |
| Bicicletário | | | X | | X | | | | |
| Estacionamento e vans | | | | | X | | | | |
| Dimensões padrão | | | | | X | | | | |
| Impacto na vizinhança | | | | | X | | | | |
| Escritório | | | | | X | | | | |
| Espaço ao ar livre | | | | | X | | | | |
| SDOs em sistemas de refrigeração | | | | | X | | | | |
| Emissões de CO ₂ | | | | | X | | | | |
| SDOs em sistemas de combate a incêndio | | | | | X | | | | |
| Acesso à infraestrutura e a serviços | | X | X | | | | X | | |
| Acesso ao transporte público | | | X | | X | | | | |
| Especificação de um paisagismo sustentável | | | X | | | | | | |
| Adequação as condicionantes físicas do terreno | | | | | X | | X | | |

2.1.6.3. Energia

A categoria “Energia” apresentou 22 critérios, sendo que sete apareceram em mais de um trabalho, foram eles: aproveitamento da iluminação natural, sistema de aquecimento de água, geração de energia com sistemas alternativos, lâmpadas eficientes, equipamentos eficientes, iluminação externa e dispositivos de economia (Quadro 18).

Quadro 18: Interação entre os trabalhos na categoria Energia.

Fonte: Elaboração própria.

| Critérios de avaliação | Fagundes (2009) | Goron (2010) | Godoi (2012) | Pereira (2012) | Machado (2013) | Jankovic (2017) | Rebêlo (2018) | Luther (2009) | Franzitta et al. (2010) |
|--|-----------------|--------------|--------------|----------------|----------------|-----------------|---------------|---------------|-------------------------|
| Aproveitamento da iluminação natural | | X | | | | X | | | |
| Insolação | | X | | | | | | | |
| Sistema de aquecimento de água | | X | X | | X | X | X | | |
| Geração de energia com sistemas alternativos | X | X | | | X | X | | | |

Continuação quadro 18: Interação entre os trabalhos na categoria Energia.

Fonte: Elaboração própria.

| Critérios de avaliação | Fagundes (2009) | Goron (2010) | Godoi (2012) | Pereira (2012) | Machado (2013) | Jankovic (2017) | Rebêlo (2018) | Luther (2009) | Franzitta et al. (2010) |
|--|-----------------|--------------|--------------|----------------|----------------|-----------------|---------------|---------------|-------------------------|
| Medidores individuais | | | | | X | | | | |
| Display de monitoramento | | | | | X | | | | |
| Lâmpadas eficientes | | | | | X | | X | | |
| Equipamentos eficientes | | | X | | X | X | | | |
| Iluminação externa | | | X | | X | | | | |
| Consumo energia zero carbono | | | | | X | | | | |
| Simulação para eficiência | | | | | X | | | | |
| Comissionamento dos sistemas de energia | | | | | X | | | | |
| Desligamento automático de equipamentos | | | X | | | | | | |
| Medição de energia nas áreas comuns | | | X | | | | | | |
| Área técnica | | | | | | X | | | |
| Disponibilidade no mercado | | | | | | X | | | |
| Dispositivos de economia | | X | X | | X | | X | | |
| Elevadores eficientes | | | | | | | X | | |
| Uso de energia | | | | | | | | X | |
| Defeitos no sistema: equipamentos eficientes | | | | | | | | X | |
| Taxas de fluxo nos canos e dutos | | | | | | | | X | |
| Análise da envoltória | | | | | | | | X | |

2.1.6.4. Água

Na categoria “Água” foi possível elencar 15 critérios, em que quatro se repetiram, foram eles: paisagismo eficiente, especificação de dispositivos economizadores de água, aproveitamento de água da chuva e tratamento e reuso de águas cinzas (Quadro 19).

Quadro 19: Interação entre os trabalhos na categoria Água.

Fonte: Elaboração própria.

| Critérios de avaliação | Fagundes (2009) | Goron (2010) | Godoi (2012) | Pereira (2012) | Machado (2013) | Jankovic (2017) | Rebêlo (2018) | Luther (2009) | Franzitta et al. (2010) |
|---|-----------------|--------------|--------------|----------------|----------------|-----------------|---------------|---------------|-------------------------|
| Controle e monitoramento | | | | | X | | | | |
| Consumo < 120l/d | | | | | X | | | | |
| Água pluvial para irrigação | | | | | X | | | | |
| Reservatório e drenagem urbana | | | | | X | | | | |
| Reservatório e infiltração | | | | | X | | | | |
| Plano de gerenciamento de água de tempestades | | | | | X | | | | |
| Plano de gerenciamento com tratamento de sólidos em suspensão | | | | | X | | | | |
| Paisagismo eficiente | X | | | | X | | X | | |

Continuação quadro 19: Interação entre os trabalhos na categoria Água.

Fonte: Elaboração própria.

| Critérios de avaliação | Fagundes (2009) | Goron (2010) | Godoi (2012) | Pereira (2012) | Machado (2013) | Jankovic (2017) | Rebêlo (2018) | Luther (2009) | Franzitta et al. (2010) |
|--|-----------------|--------------|--------------|----------------|----------------|-----------------|---------------|---------------|-------------------------|
| Especificação de dispositivos economizadores de água | X | X | X | | X | | X | | |
| Aproveitamento de água de chuva | | X | X | | X | X | X | | |
| Tratamento e reuso de águas cinzas | | | X | | X | X | X | | |
| Perfil de consumo de água | | | | | | X | | | |
| Área técnica | | | | | | X | | | |
| Medição individualizada água | | | | | | | X | | |
| Áreas permeáveis | | | | | | | X | | |

2.1.6.5. Materiais

A categoria “Materiais” apresentou 28 critérios e teve 10 critérios que se repetiram, sendo eles: gestão de resíduos, materiais regionais, materiais renováveis, madeira certificada, resíduos da construção civil, coleta seletiva, especificação de tintas com baixa toxicidade, projetar visando à modulação e ao desmonte, adaptabilidade e durabilidade da edificação e qualidade dos materiais e componentes (Quadro 20).

Quadro 20: Interação entre os trabalhos na categoria Materiais.

Fonte: Elaboração própria.

| Critérios de avaliação | Fagundes (2009) | Goron (2010) | Godoi (2012) | Pereira (2012) | Machado (2013) | Jankovic (2017) | Rebêlo (2018) | Luther (2009) | Franzitta et al. (2010) |
|--|-----------------|--------------|--------------|----------------|----------------|-----------------|---------------|---------------|-------------------------|
| Gestão de resíduos | X | X | | | X | | X | | |
| Produtos, materiais e sistemas de construção | X | | | | | | | | |
| Layout do canteiro | | X | | | | | | | |
| Ar condicionado com gás ecológico (VRF) | | X | | | | | | | |
| Materiais de demolição | | X | | | | | | | |
| Tubulações hidráulicas de plástico reciclado | | X | | | | | | | |
| Aprovação no SINAT | | | | | X | | | | |
| NBR 7212 | | | | | X | | | | |
| CPIII e CPIV | | | | | X | | | | |
| Origem responsável | | | | | X | | | | |
| Pavimento com RCD | | | | | X | | | | |
| Utilização RCD na obra | | | | | X | | | | |
| Formas reutilizáveis | | | | | X | | | | |
| Materiais regionais | | | X | | X | | X | | |
| Materiais reciclados | | | | | X | | | | |
| Materiais renováveis | | | X | | X | | | | |

Continuação quadro 20: Interação entre os trabalhos na categoria Materiais.

Fonte: Elaboração própria.

| Critérios de avaliação | Fagundes (2009) | Goron (2010) | Godoi (2012) | Pereira (2012) | Machado (2013) | Jankovic (2017) | Rebêlo (2018) | Luther (2009) | Franzitta et al. (2010) |
|--|-----------------|--------------|--------------|----------------|----------------|-----------------|---------------|---------------|-------------------------|
| Madeira certificada | | | X | | X | | X | | |
| Resíduos da construção civil | | X | | | X | | | | |
| Coleta seletiva | | X | X | | X | | X | | |
| Compostagem | | | | | X | | | | |
| Especificação de tintas com baixa toxicidade | | X | X | | | | | | |
| Projetar visando à modulação e ao desmonte | | X | X | | | | | | |
| Previsão de acesso facilitado às instalações hidráulicas | | | X | | | | | | |
| Escolha integrada dos sistemas construtivos | | | | | | X | | | |
| Racionalização e modulação | | | | | | X | | | |
| Adaptabilidade e durabilidade da edificação | | | | X | X | X | | | |
| Manutenção | | | | | | X | | | |
| Qualidade materiais e componentes | | | | | X | | X | | |

2.1.6.6. Qualidade ambiental interna

A categoria “Qualidade ambiental interna” apresentou o maior número de critérios, sendo 34 dos quais cinco apareceram em mais de um trabalho, foram eles: acessibilidade, conforto acústico, conforto lumínico, conforto térmico e qualidade do ar interior e taxas de ventilação (Quadro 21).

Quadro 21: Interação entre os trabalhos na categoria Qualidade Ambiental Interna.

Fonte: Elaboração própria.

| Critérios de avaliação | Fagundes (2009) | Goron (2010) | Godoi (2012) | Pereira (2012) | Machado (2013) | Jankovic (2017) | Rebêlo (2018) | Luther (2009) | Franzitta et al. (2010) |
|----------------------------------|-----------------|--------------|--------------|----------------|----------------|-----------------|---------------|---------------|-------------------------|
| Fatores externos prejudiciais | | | | | X | | | | |
| Monitoramento de CO2 | | | | | X | | | | |
| Área para fumantes | | | | | X | | | | |
| Acessibilidade | | | X | | X | | X | | |
| Tintas | | | | | X | | | | |
| Adesivos e selantes | | | | | X | | | | |
| Tapetes, carpetes e tecidos | | | | | X | | | | |
| Compensados e produtos de fibras | | | | | X | | | | |
| Contenção de poeira | | | | | X | | | | |
| Pesquisa pós ocupação | | | | | X | | | | |
| Conforto acústico | X | | X | | X | | X | X | X |
| Conforto lumínico | X | | X | | X | X | X | X | X |
| Conforto térmico | | | X | | X | X | X | X | X |

Continuação quadro 21: Interação entre os trabalhos na categoria Qualidade Ambiental Interna.

Fonte: Elaboração própria.

| Critérios de avaliação | Fagundes (2009) | Goron (2010) | Godoi (2012) | Pereira (2012) | Machado (2013) | Jankovic (2017) | Rebêlo (2018) | Luther (2009) | Franzitta et al. (2010) |
|---|-----------------|--------------|--------------|----------------|----------------|-----------------|---------------|---------------|-------------------------|
| Aberturas permeáveis | | | | | | X | | | |
| Áreas envidraçadas | | | | | | X | | | |
| Sombreamento das aberturas | | | | | | X | | | |
| Área de iluminação | | | | | | X | | | |
| Uniformidade da luz natural | | | | | | X | | | |
| Densidade de potência instalada | | | | | | X | | | |
| Eficiência energética da fonte de iluminação artificial | | | | | | X | | | |
| Autonomia de luz natural | | | | | | | | X | |
| Clima, insolação e iluminação | | | | | | | | X | |
| Temperatura na superfície e assimetria radiante | | | | | | | | X | |
| Esboços da distribuição de ar | | | | | | | | X | |
| Estratificação da temperatura do ar | | | | | | | | X | |
| Uniformidade da distribuição do fornecimento de ar | | | | | | | | X | |
| Ensaio do sistema de exaustão | | | | | | | | X | |
| Vazamento de ar e análise da envoltória | | | | | | | | X | |
| Qualidade do ar interior e taxas de ventilação | | | | | | | | X | X |
| Umidificação e desumidificação | | | | | | | | | X |

Além disso, foi possível perceber nesta categoria que a abordagem de conforto nos trabalhos brasileiros analisados se aproxima mais de índices de desempenho, já os trabalhos internacionais trazem parâmetros de conforto como o PMV e o PPD.

2.1.7. Critérios relevantes

A partir da compilação dos critérios, permitiu-se verificar aqueles que foram mais relevantes, aparecendo em quatro ou mais trabalhos, foram eles: sistema de aquecimento de água, geração de energia com sistemas alternativos, dispositivos de economia, especificação de dispositivos economizadores de água, aproveitamento de água de chuva, tratamento e reuso de águas cinzas, gestão de resíduos, coleta seletiva, conforto térmico, acústico e lumínico (Quadro 22).

Quadro 22: Critérios mais relevantes.

Fonte: Elaboração própria.

| Categoria | | Critérios mais relevantes | Fagundes (2009) | Goron (2010) | Godoi (2012) | Pereira (2012) | Machado (2013) | Janković (2017) | Rebêlo (2018) | Luther (2009) | Franzitta et al. (2010) |
|-----------------------------|--|---------------------------|-----------------|--------------|--------------|----------------|----------------|-----------------|---------------|---------------|-------------------------|
| Energia | Sistema de aquecimento de água | | | X | X | | X | X | X | | |
| | Geração de energia com sistemas alternativos | | X | X | | | X | X | | | |
| | Dispositivos de economia | | | X | X | | X | | X | | |
| Água | Especificação de dispositivos economizadores de água | | X | X | X | | X | | X | | |
| | Aproveitamento de água de chuva | | | X | X | | X | X | X | | |
| | Tratamento e reuso de águas cinzas | | | | X | | X | X | X | | |
| Materiais | Gestão de resíduos | | X | X | | | X | | X | | |
| | Coleta seletiva | | | X | X | | X | | X | | |
| Qualidade ambiental interna | Conforto acústico | | X | | X | | X | | X | X | X |
| | Conforto lumínico | | X | | X | | X | X | X | X | X |
| | Conforto térmico | | | | X | | X | X | X | X | X |

2.2. Ferramentas de avaliação de desempenho ambiental de edificações residenciais

Neste subitem serão abordadas as normativas existentes no Brasil sobre o desempenho de edificações residenciais, sendo a norma referente ao desempenho térmico a NBR 15220 – Desempenho Térmico de Edificações (ABNT, 2005) e a norma de desempenho NBR 15575 Edificações Habitacionais - Desempenho (ABNT, 2013).

Também serão apresentadas as ferramentas de avaliação de desempenho ambiental de edificações residenciais, sendo elas: o Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Residenciais (BRASIL, 2012), BREEAM (Building Research Establishment, 2016), LEED (U.S. Green Building Council, 2019), DGNB (German Sustainable Building Council, 2018), AQUA-HQE (Fundação Carlos Alberto Vanzolini, 2018), Selo Casa Azul (Caixa Econômica Federal, 2010) e GBC Brasil Casa (Green Building Council Brasil, 2017).

2.2.1. ABNT NBR 15575 Edificações Habitacionais - Desempenho

A norma de desempenho para edificações habitacionais atua na definição dos requisitos do usuário, traduzindo isso em critérios e métodos de avaliação. Os critérios de desempenho são para os sistemas que compõe a edificação quanto ao seu comportamento em uso (ABNT, 2013).

Quanto à subdivisão para o atendimento aos critérios, a norma esta dividida em 3 categorias:

i) Segurança; ii) Habitabilidade e iii) Sustentabilidade. Dentro dessas categorias há subdivisões e seus requisitos, sendo eles:

- a) Segurança estrutural: estabilidade e resistência do sistema estrutural e demais elementos com função estrutural; deformações ou estados de fissura do sistema estrutural; impactos de corpo mole e corpo duro
- b) Segurança contra fogo: dificultar o princípio do incêndio; facilitar a fuga em situação de incêndio; dificultar a inflamação generalizada; dificultar a propagação do incêndio; segurança estrutural em situação de incêndio; sistema de extinção e sinalização de incêndio.
- c) Segurança no uso e na operação: segurança na utilização do imóvel; segurança das instalações.
- d) Estanqueidade: estanqueidade a fontes de umidade externas à edificação; estanqueidade a fontes de umidade internas à edificação.
- e) Desempenho térmico: requisitos de desempenho no verão; requisitos de desempenho no inverno.
- f) Desempenho acústico: isolamento acústico de vedação externas; isolamento acústico entre ambientes; ruídos de impacto.
- g) Desempenho lumínico: iluminação natural; iluminação artificial.
- h) Saúde, higiene e qualidade do ar: proliferação de micro-organismos; poluentes na atmosfera interna à habitação; poluentes no ambiente de garagem.
- i) Funcionalidade e acessibilidade: altura mínima de pé-direito; disponibilidade mínima de espaços para uso e operação da habitação; adequação para pessoas com deficiências físicas ou pessoas com mobilidade reduzida; possibilidade de ampliação da unidade habitacional
- j) Conforto tátil e antropodinâmico: conforto tátil e adaptação ergonômica; adequação antropodinâmica de dispositivos de manobra

- k) Durabilidade: vida útil de projeto do edifício e dos sistemas que o compõem.
- l) Manutenibilidade: manutenibilidade do edifício e de seus sistemas.
- m) Impacto ambiental/Adequação ambiental: projeto e implantação de empreendimentos; seleção e consumo de materiais; consumo de água e deposição de esgotos no uso e ocupação da habitação; consumo de energia no uso e ocupação da habitação.

2.2.2. ABNT NBR 15220 Desempenho Térmico de Edificações

Para esta dissertação, foi utilizada a Parte 3 da NBR 15220 (ABNT, 2005), que apresenta as oito Zonas Bioclimáticas do Brasil. Para cada zona são apresentadas as diretrizes construtivas, como tamanho de aberturas para ventilação, a proteção das aberturas, tipos de vedações externas (parede e cobertura, levando em consideração valores de transmitância térmica, atraso térmico e absorvância solar). Além de apresentar as estratégias de condicionamento térmico passivo, tendo como suporte os parâmetros de conforto já estabelecidos para cada zona.

2.2.3. Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Residenciais

A etiquetagem de edificações no Brasil teve início com um processo que iniciou em 2001 com a promulgação da Lei nº 10.295, conhecida como Lei da Eficiência Energética, que dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia, visando “desenvolver, difundir e estimular a eficiência energética no País” (BRASIL, 2001a). Esta Lei foi regulamentada pelo Decreto nº 4.059 em dezembro do mesmo ano, que determinou “os níveis máximos de consumo de energia, ou mínimos de eficiência energética, de máquinas e aparelhos consumidores de energia fabricados ou comercializados no País, bem como as edificações construídas” (BRASIL, 2001b).

Com isso, em 2003 foi criado o Grupo Técnico para Melhoria da Eficiência Energética nas Edificações no País (GT-Edificações), com o objetivo de “regulamentar e elaborar procedimentos para avaliação da eficiência energética das edificações construídas no Brasil, visando o uso racional da energia elétrica” (PBE EDIFICA, 2019). Como primeira ação do grupo a etiquetagem de edificações teve seu início, com o chamado Programa Nacional para Eficiência Energética dos Edifícios (Procel Edifica).

Em 2009 foi publicada a primeira versão do Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Comerciais, de Serviços e Públicas (RTQ-C), sendo a versão mais recente de 2014 em que há inclusão da avaliação de estádios (BRASIL, 2014). Em 2010 foi publicado o Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Residenciais (RTQ-R), e sua versão mais recente é de 2012 (BRASIL, 2012).

Desde agosto de 2014 a Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE) geral nível A tornou-se obrigatória para edifícios públicos em nível federal com área igual ou superior a 500m². Para obtenção da Etiqueta é necessária a contratação de um Organismo de Inspeção Acreditado. Já o selo Procel Edificações tem como objetivo principal “identificar as edificações que apresentem as melhores classificações de eficiência energética em uma dada categoria” (PROCEL, 2019).

Os documentos do RTQ-R especificam requisitos técnicos e métodos para classificação das edificações quanto à eficiência energética, e reforçam o atendimento às normas da ABNT que sejam aplicáveis. O documento do RTQ-R se divide em:

- a) Unidades Habitacionais Autônomas: são avaliados os requisitos relativos ao desempenho térmico da envoltória, à eficiência dos sistemas de aquecimento de água e as bonificações.
- b) Edificações Unifamiliares: é aplicado o mesmo procedimento para unidades habitacionais autônomas.
- c) Edificações Multifamiliares: é ponderado o resultado da avaliação dos requisitos de todas as unidades habitacionais autônomas.
- d) Áreas de uso comum: são avaliados os requisitos relativos à eficiência do sistema de iluminação artificial, dos sistemas de aquecimento de água, dos elevadores, das bombas centrífugas, dos equipamentos e bonificações.

Ao final da avaliação é atribuída uma classificação que varia do nível A, correspondente ao nível mais eficiente, ao nível E, o menos eficiente.

No entanto, este método apresentou algumas limitações e desde 2014 está sendo revisto e em 2018 o novo método foi aberto à consulta pública. A nova proposta é baseada no consumo de energia primária, onde é comparada a edificação, considerando as características reais, com a mesma edificação que adota características de referência, sendo equivalente à classe D de eficiência energética (CB3E, 2019). Para isso, serão utilizados três métodos o da simulação (em que é utilizado o software EnergyPlus), o simplificado (em que utiliza uma interface web para preenchimento) e o prescritivo (em que é preenchido um checklist).

Com esse novo método, é fornecido o valor de consumo real da edificação e o percentual de horas ocupadas em conforto, facilitando assim a quantificação real das melhorias de projeto. Porém, no minicurso “Aplicação do novo método de avaliação de eficiência energética com base em energia primária de edificações comerciais, de serviços e públicas” ofertado durante o XV Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído, diversos pesquisadores se posicionaram contra o novo método simplificado, para eles, a simplificação estaria dificultando o processo.

2.2.4. BREEAM – Building Establishment Environmental Assessment Method

Esta certificação foi o primeiro sistema de avaliação de desempenho ambiental, desenvolvido no Reino Unido por pesquisadores da BRE – Building Research Establishment. O BREEAM é o principal método de avaliação de sustentabilidade do mundo para projetos de comunidades, infraestrutura e edifícios (BRE, 2016). Ele avalia novas construções, edifícios em uso e projetos de reforma.

Sua avaliação é realizada por meio de 57 questões individuais abrangendo as nove categorias ambientais, e a décima categoria chamada inovação. A classificação final pode variar em desclassificado, quando o atendimento menor do que 30% dos pontos obtidos; passou, quando o atendimento é igual ou maior a 30%; bom, quando o atendimento é maior que 45%; muito bom, quando o atendimento é maior do que 55%; excelente, quando atinge mais do que 70%; e excepcional quando atinge mais de 85% (BRE, 2016).

Conforme Silva et al. (2003), é uma certificação que sua análise documental e a verificação da presença de dispositivos é criteriosamente analisada.

Como o BREEAM possui diversas versões, nessa dissertação foi identificado o BREEAM Internacional New Construction 2016 (BRE, 2016), que é referente a construções novas no mundo inteiro. O Manual da BRE está dividido em nove categorias, cada uma delas e seus itens de avaliação são apresentados no quadro 23.

Quadro 23: Categorias e itens de avaliação do BREEAM International New Construction 2016.

Fonte: Elaboração própria.

| Categoria | Item de avaliação |
|-------------------|--|
| Gestão | Concepção de projeto |
| | Custo do ciclo de vida e planejamento de vida útil |
| | Práticas de construção sustentável |
| | Entrega e comissionamento |
| | Cuidados posteriores |
| Saúde e bem-estar | Conforto visual |
| | Qualidade do ar interior |

Continuação quadro 23: Categorias e itens de avaliação do BREEAM International New Construction 2016.

Fonte: Elaboração própria.

| Categoria | Item de avaliação |
|-------------------------|--|
| Saúde e bem-estar | Contenção segura em laboratórios |
| | Conforto térmico |
| | Desempenho acústico |
| | Acessibilidade |
| | Perigos |
| | Espaço privado |
| | Qualidade da água |
| Energia | Redução do uso de energia e emissões de carbono |
| | Monitoramento de energia |
| | Iluminação exterior |
| | Projeto de baixas emissões de carbono |
| | Armazenamento a frio com eficiência energética |
| | Sistemas de transporte com eficiência energética |
| | Sistemas de laboratórios com eficiência energética |
| | Equipamentos com eficiência energética |
| Área de secagem | |
| Transporte | Acessibilidade ao transporte público |
| | Proximidade a comodidades |
| | Modos de transporte alternativos |
| | Capacidade máxima de vagas de estacionamento |
| | Plano de viagem |
| Água | Consumo de água |
| | Monitoramento da água |
| | Detecção de vazamento de água |
| | Equipamento eficiente de água |
| Materiais | Impactos do ciclo de vida |
| | Paisagismo "duro" e proteção de limites |
| | Fornecimento responsável de materiais |
| | Isolamento |
| | Projetando para durabilidade e resiliência |
| | Eficiência dos materiais |
| Desperdícios | Gestão de resíduos da construção |
| | Agregados reciclados |
| | Desperdícios operacionais |
| | Acabamentos de teto e pisos especulativos |
| | Adaptações às mudanças climáticas |
| Uso da terra e ecologia | Adaptabilidade funcional |
| | Seleção do terreno |
| | Valor ecológico do terreno e proteção das características ecológicas |
| | Minimização dos impactos na ecologia do terreno existente |
| | Melhorando a ecologia do terreno |
| Poluição | Impacto a longo prazo na biodiversidade |
| | Impactos dos gases refrigerantes |
| | Emissões de Nox |
| | Escoamento de águas superficiais |
| | Redução da poluição luminosa noturna |
| Inovação | Redução da poluição sonora |
| | Inovação |

2.2.5. LEED – Leadership in Energy and Environmental Design

A certificação LEED foi criada em 1998 pelo United States Green Building Council (USGBC), cujo método de classificação é baseado na ponderação de créditos. Os pré-requisitos e créditos que envolvem a eficiência energética e redução da emissão de CO² são considerados mais importantes (GRÜNBERG et al., 2014).

O LEED é aplicável a todos os edifícios em qualquer etapa e são analisados em nove categorias: i) processo integrado; ii) localização e transporte; iii) terrenos sustentáveis; iv) eficiência hídrica; v) energia e atmosfera; vi) materiais e recursos; vii) qualidade do ambiente interno; viii) inovação; e ix) prioridade regional. O nível de classificação final é obtido por meio do atendimento aos pré-requisitos e aos pontos adquiridos pelos créditos, podendo variar de 40 a 110 pontos, os níveis são: certificado, silver, gold e platinum (GBC BRASIL, 2019).

Porém, a eficácia desse selo é controversa, uma vez que o país com maior número de edifícios certificados também é o maior emissor de CO₂ na atmosfera (IEA, 2008; GONÇALVES, BODE, 2015). Além do US National Institute of Standards and Technology concluir que o sistema LEED, sob a perspectiva da avaliação do ciclo de vida, não é uma metodologia confiável de avaliação de sustentabilidade (SCHEUER, KEOLEIAN, 2002).

Neste trabalho, foi analisado o manual LEED v4.1 BC+C, suas categorias e itens de avaliação estão presentes no quadro 24.

Quadro 24: Categorias e itens de avaliação do LEED v4.1 BD+C 2019.

Fonte: Elaboração própria.

| Categoria | Item de avaliação |
|--------------------------|--|
| Processo integrado | Processo integrado |
| Localização e transporte | LEED para localização em vizinhança desenvolvida |
| | Proteção de terrenos sensíveis |
| | Terreno de prioridade máxima |
| | Densidade circundante e usos diversos |
| | Acesso a transportes de qualidade |
| | Instalações para bicicletas |
| | Pegada de estacionamento reduzida |
| | Veículos elétricos |
| Terrenos sustentáveis | Prevenção da poluição da atividade de construção |
| | Avaliação do terreno |
| | Proteção ou restauração do habitat |
| | Espaços abertos |
| | Gestão da água de chuva |
| | Redução do efeito ilha de calor |
| Eficiência hídrica | Redução da poluição luminosa |
| | Redução do uso da água nas áreas externas |
| | Redução do uso da água nas áreas internas |
| | Medição de água no nível do edifício |

Continuação quadro 24: Categorias e itens de avaliação do LEED v4.1 BD+C 2019.

Fonte: Elaboração própria.

| Categoria | Item de avaliação |
|-----------------------------|--|
| Eficiência hídrica | Redução do uso da água nas áreas externas |
| | Redução do uso da água nas áreas internas |
| | Uso de água da torre de resfriamento |
| | Medição de água |
| Energia e atmosfera | Verificação e comissionamento básico |
| | Desempenho energético mínimo |
| | Medição de energia no nível do edifício |
| | Gestão dos gases refrigerantes - básico |
| | Comissionamento aprimorado |
| | Desempenho energético otimizado |
| | Medição de energia avançada |
| | Harmonização da rede |
| | Energia renovável |
| | Gestão dos gases refrigerantes - aprimorado |
| Materiais e recursos | Coleta e armazenagem de recicláveis |
| | Plano de gestão de resíduos de construção e demolição |
| | Redução do impacto do ciclo de vida da construção |
| | Otimização e divulgação dos produtos de construção - Declaração ambiental de produto |
| Materiais e recursos | Otimização e divulgação dos produtos de construção - Aquisição de matérias-primas |
| | Otimização e divulgação dos produtos de construção - Ingredientes dos materiais |
| | Gestão dos resíduos de construção e demolição |
| | Desempenho mínimo da qualidade do ar interno |
| Qualidade ambiental interna | Controle ambiental da fumaça de tabaco |
| | Estratégias aprimoradas da qualidade do ar interno |
| | Materiais de baixa emissão |
| | Plano de gestão da qualidade do ar interno na construção |
| | Avaliação da qualidade do ar interno |
| | Conforto térmico |
| | Iluminação interior |
| | Iluminação natural |
| | Vistas de qualidade |
| | Desempenho acústico |
| Inovação | Inovação |
| | Profissional acreditado LEED |
| Prioridade Regional | Prioridade regional |

2.2.6. DGNB – German Sustainable Building Council

O sistema DGNB de certificação é alemão e fornece descrição e avaliação objetivas da sustentabilidade de edifícios. Sua avaliação da qualidade é aplicada ao longo de todo o ciclo de vida do edifício. Entre as certificações analisadas, é o único que fornece a opção de uma pré-certificação (DGNB, 2019).

Além disso, cada critério de avaliação apresenta os benefícios associados relacionando-os aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. O manual que foi identificado por esse estudo é o DGNB 2018, em que são apresentadas 6 categorias: i) qualidade ambiental; ii) qualidade econômica;

iii) qualidade funcional e sociocultural; iv) qualidade técnica; v) qualidade do processo; e vi) qualidade do terreno (Quadro 25).

Quadro 25: Categorias e critérios do DGNB 2018.

Fonte: Elaboração própria.

| Categoria | Critério |
|-------------------------------------|--|
| Qualidade ambiental | Avaliação do ciclo de vida da edificação |
| | Impacto ambiental local |
| | Extração sustentável de recursos |
| | Demanda de água potável e volume de água residual |
| | Uso da terra |
| | Biodiversidade do terreno |
| Qualidade econômica | Custo do ciclo de vida |
| | Flexibilidade e adaptabilidade |
| | Viabilidade comercial |
| Qualidade funcional e sociocultural | Conforto térmico |
| | Qualidade do ar interno |
| | Conforto acústico |
| | Conforto visual |
| | Controle do usuário |
| | Qualidade dos espaços internos e externos |
| | Segurança e proteção |
| | Projeto para todos |
| Qualidade técnica | Isolamento acústico |
| | Qualidade da envoltória do edifício |
| | Uso e integração de tecnologias prediais |
| | Facilidade de limpeza dos componentes do edifício |
| | Facilidade de recuperação e reciclagem |
| | Controle de emissões |
| Qualidade do processo | Infraestrutura de mobilidade |
| | Resumo abrangente do projeto |
| | Aspectos de sustentabilidade na fase inicial |
| | Documentação para gestão sustentável |
| | Planejamento urbano e procedimentos de projeto |
| | Canteiro de obras/processo de construção |
| | Garantia de qualidade da construção |
| | Comissionamento sistemático |
| Comunicação com o usuário | |
| Qualidade do terreno | Gerenciamento das instalações - planejamento em conformidade |
| | Ambiente local |
| | Influência na cidade |
| | Acesso a transporte |
| | Acesso a comodidades |

2.2.7. Processo AQUA-HQE

O Processo AQUA-HQE é uma adequação ao contexto brasileiro do Referencial Técnico de Certificação francesa Bâtiments Tertiaires – Démarche HQE, por meio de um convênio com a Fundação Vanzolini, em 2007 (GRÜNBERG et al, 2014). O processo de certificação exige um Sistema de Gestão do Empreendimento (SGE), permitindo o planejamento, a operacionalização e o controle

de todas as etapas do seu desenvolvimento e o referencial da qualidade ambiental do edifício (QAE) que avalia o desempenho técnico da construção (FCAV, 2019).

Para obter a certificação o projeto deve atender no mínimo: três categorias no nível melhores práticas, quatro categorias no nível boas práticas e sete categorias no nível base (FCAV, 2016). Foi analisado o Referencial de Avaliação da Qualidade Ambiental de Edifícios Residenciais em Construção (FCAV, 2018). Este referencial é dividido em 14 categorias de avaliação, cada uma delas é avaliada por seus critérios, que estão expostos no quadro 26.

Quadro 26: Categorias e critérios do AQUA-HQE residencial 2018.

Fonte: Elaboração própria.

| Categoria | Item de avaliação |
|---|--|
| Edifício e seu entorno | Análise do local do empreendimento |
| | Organização do terreno de modo a criar um ambiente agradável |
| | Organização do terreno de modo a favorecer a ecomobilidade |
| Produtos, sistemas e processos construtivos | Qualidade técnica dos materiais, produtos e equipamentos utilizados |
| | Qualidade ambiental dos materiais, produtos e equipamentos utilizados |
| | Qualidade sanitária dos materiais, produtos e equipamentos utilizados |
| | Revestimentos de piso (condomínios verticais) |
| | Revestimentos de piso (casas) |
| | Escolher fabricantes de produtos e fornecedores de serviços que não pratiquem a informalidade na cadeia produtiva |
| | |
| Canteiro de obras | Compromissos e objetivos do canteiro |
| | Organização do canteiro |
| | Gestão dos resíduos de canteiro |
| | Limitação dos incômodos e da poluição no canteiro |
| | Consideração de aspectos sociais no canteiro de obras |
| Energia | Concepção térmica |
| | Redução do consumo de energia para os sistemas de condicionamento de ar, ventilação e exaustão |
| | Energia térmica solar e/ou painéis fotovoltaicos |
| | Desempenho do sistema para produção de água quente |
| | Iluminação artificial |
| | Elevador (se existir) |
| | Redução do consumo de energia dos demais equipamentos |
| Controle do consumo de energia | |
| Água | Medição do consumo de água |
| | Redução do consumo de água distribuída |
| | Necessidade de água quente |
| | Gestão das águas servidas |
| | Gestão das águas pluviais |
| Resíduos | Identificar e classificar a produção de resíduos de uso e operação com a finalidade de valorização |
| | Escolha do modo coletivo de estocagem dos resíduos |
| | Reduzir a produção de resíduos e melhorar a triagem |
| | Condições de armazenamento coletivo dos resíduos |
| | Remoção de resíduos independente do empreendimento (exigência a ser respeitada se o armazenamento dos resíduos for feito no recinto do empreendimento) |

Continuação quadro 26: Categorias e critérios do AQUA-HQE residencial 2018.

Fonte: Elaboração própria.

| Categoria | Item de avaliação |
|-----------------------|---|
| Manutenção | Informações sobre a manutenção |
| | Controle do fluxo de água |
| | Manutenção da área de armazenamento de resíduos (se existente) |
| | Concepção de modo a assegurar uma manutenção eficiente dos outros equipamentos |
| | Gestão técnica do edifício e sistemas de automação residencial |
| Conforto higrotérmico | Implementação de medidas arquitetônicas para otimização do conforto higrotérmico de verão e inverno |
| | Conforto em período de inverno |
| | Conforto em período de verão |
| | Medida do nível de higrometria |
| Conforto acústico | Levar conta a acústica nas disposições arquitetônicas |
| | Qualidade acústica |
| Conforto visual | Contexto visual externo |
| | Iluminação natural |
| | Iluminação artificial |
| Conforto olfativo | Controle das fontes de odores desagradáveis |
| | Ventilação |
| Qualidade dos espaços | Qualidade sanitária dos espaços |
| | Equipamentos domésticos |
| | Segurança |
| | Acessibilidade e adaptabilidade do edifício |
| Qualidade do ar | Controlar as fontes de poluição externas |
| | Controlar as fontes de poluição internas |
| | Ventilação |
| | Medir a qualidade do ar |
| Qualidade da água | Qualidade da água |
| | Reduzir os riscos de legionelose e queimaduras |

2.2.8. Selo Casa Azul

O Selo Casa Azul foi criado em 2010 pela parceria entre Caixa Econômica Federal com a Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Universidade federal de Santa Catarina e Universidade Estadual de Campinas. Seu objetivo é de classificar os empreendimentos residenciais financiados por ela, além de ser o primeiro sistema de certificação criado para a realidade da construção brasileira (GRÜNBERG et al, 2014).

Sua classificação é dividida nos níveis Bronze, Prata e Ouro. Para classificação do nível Bronze é necessário o atendimento a todos os 19 critérios obrigatórios. A classificação Prata necessita do atendimento aos 19 critérios obrigatórios mais seis critérios de livre escolha. Já na classificação Ouro é necessário atender aos 19 critérios obrigatórios mais doze de livre escolha (CEF, 2010).

O quadro 27 apresenta um resumo das categorias e os critérios de cada uma e a indicação dos critérios obrigatórios.

Quadro 27: Categorias e critérios do Selo Casa Azul 2010.

Fonte: Elaboração própria.

| Categoria | Item de avaliação |
|---|---|
| Qualidade Urbana | Qualidade do Entorno – Infraestrutura |
| | Qualidade do Entorno – Impactos |
| | Melhorias do Entorno |
| | Recuperação de Áreas Degradadas |
| | Reabilitação de Imóveis |
| Projeto e Conforto | Paisagismo |
| | Flexibilidade de Projeto |
| | Relação com a Vizinhaça |
| | Solução Alternativa de Transporte |
| | Local para Coleta Seletiva |
| | Equipamentos de Lazer, Sociais e Esportivos |
| | Desempenho Térmico – Vedações |
| | Desempenho Térmico - Orientação ao Sol e aos Ventos |
| | Iluminação Natural de Áreas Comuns |
| | Ventilação e Iluminação Natural de Banheiros |
| | Adequação às Condições Físicas do Terreno |
| Eficiência Energética | Lâmpadas de Baixo Consumo - Áreas Privativas |
| | Dispositivos Economizadores - Áreas Comuns |
| | Sistema de Aquecimento Solar |
| | Sistema de Aquecimento a Gás |
| | Medição Individualizada – Gás |
| | Elevadores Eficientes |
| | Fontes Alternativas de Energia |
| Conservação de Recursos Naturais | Coordenação Modular |
| | Qualidade de Materiais e Componentes |
| | Componentes Industrializados ou Pré-fabricados |
| | Formas e Escoras reutilizáveis |
| | Gestão de Resíduos de Construção e Demolição (RCD) |
| | Concreto em Dosagem Otimizada |
| | Cimento de Alto-Forno (CPIII) e Pozolânico (CP IV) |
| | Pavimentação com RCD |
| | Facilidade de Manutenção da Fachada |
| Madeira Plantada ou Certificada | |
| Gestão da Água | Medição Individualizada – Água |
| | Dispositivos Economizadores - Sistema de Descarga |
| | Dispositivos Economizadores - Arejadores |
| | Dispositivos Economizadores - Registro Regular de Vazão |
| | Aproveitamento de Águas Pluviais |
| | Retenção de Águas Pluviais |
| | Infiltração de Águas Pluviais |
| Áreas Permeáveis | |
| Práticas Sociais | Educação para Gestão de RCD |
| | Educação Ambiental dos Empregados |
| | Desenvolvimento Pessoal dos Empregados |
| | Capacitação Profissional dos Empregados |
| | Inclusão dos Trabalhadores Locais |
| | Participação da Comunidade na Elaboração do Projeto |
| | Orientação aos Moradores |
| | Educação Ambiental dos Moradores |
| | Capacitação para Gestão do Empreendimento |
| | Ações para Mitigação de Riscos Sociais |
| Ações para a Geração de Emprego e Renda | |

2.2.9. GBC Brasil Casa

A certificação GBC Brasil Casa é uma adaptação do LEED às construções brasileiras. O método de avaliação é um checklist com pré-requisitos e créditos, que com o atendimento resultam na classificação final do projeto, variando de verde até platina, de 40 até 110 pontos (Green Building Council Brasil, 2017).

Seu referencial é dividido nas categorias: i) implantação; ii) uso eficiente da água; iii) energia e atmosfera; iv) materiais e recursos; v) qualidade ambiental interna; vi) requisitos sociais; vii) inovação e projeto; e viii) créditos regionais (Quadro 28).

Quadro 28: Categorias e itens de avaliação do GBC Brasil Casa 2017.

Fonte: Elaboração própria.

| Categoria | Item de avaliação |
|---------------------------|--|
| Implantação | Controle da erosão, sedimentação e poeira na atividade de construção |
| | Orientações de arquitetura bioclimática |
| | Não utilizar plantas invasoras |
| | Seleção do terreno |
| | Desenvolvimento urbano certificado |
| | Urbanização do entorno e ruas caminháveis |
| | Localização preferencialmente desenvolvida |
| | Preservação ou restauração do habitat |
| | Proximidade a recursos comunitários e transporte público |
| | Acesso a espaço aberto |
| | Redução do impacto da obra no terreno |
| | Paisagismo |
| | Redução de ilha de calor |
| | Controle e gerenciamento de águas pluviais |
| Uso eficiente da água | Uso eficiente da água - básico |
| | Medição única do consumo de água |
| | Uso eficiente da água - otimizado |
| | Medição setorizada do consumo de água |
| | Uso de fontes alternativas não potáveis |
| | Sistemas de irrigação eficiente |
| | Plano de segurança da água |
| Energia e atmosfera | Desempenho mínimo da envoltória |
| | Fontes de aquecimento de água eficientes |
| | Qualidade e segurança dos sistemas |
| | Iluminação artificial - básica |
| | Desempenho energético aprimorado |
| | Obter a etiqueta PBE Edifica |
| | Desempenho aprimorado da envoltória |
| | Fontes eficientes de aquecimento solar |
| | Iluminação artificial - otimizada |
| | Equipamentos eletrodomésticos eficientes |
| | Energia renovável |
| | Comissionamento dos sistemas instalados |
| Medição básica de energia | |
| Materiais e recursos | Plano de gerenciamento de resíduos da construção e operação |
| | Madeira legalizada |

Continuação quadro 28: Categorias e itens de avaliação do GBC Brasil Casa 2017.

Fonte: Elaboração própria.

| Categoria | Item de avaliação |
|--------------------------------------|---|
| Materiais e recursos | Gerenciamento de resíduos da construção |
| | Madeira certificada |
| | Rotulagem ambiental do tipo I - materiais certificados |
| | Rotulagem ambiental do tipo II - materiais ambientalmente preferíveis |
| | Rotulagem ambiental do tipo III - declaração ambiental de produto |
| | Desmontabilidade e redução de resíduos - sistemas estruturais |
| | Desmontabilidade e redução de resíduos - elementos não estruturais |
| Qualidade ambiental interna | Controle de emissão de gases de combustão |
| | Exaustão localizada - básica |
| | Desempenho mínimo do ambiente interno |
| | Desempenho térmico |
| | Desempenho lumínico |
| | Desempenho acústico |
| | Controle de umidade local |
| | Proteção de poluentes provenientes da garagem |
| | Controle de partículas contaminantes |
| | Materiais de baixa emissão |
| Requisitos sociais | Saúde e bem-estar |
| | Legalidade e qualidade |
| | Acessibilidade universal |
| | Boas práticas sociais para projeto e obra |
| | Boas práticas sociais para operação e manutenção |
| Inovação e projeto | Lideranças em ação |
| | Manual de operação, uso e manutenção |
| | Projeto integrado e planejamento |
| | Educação e divulgação |
| Créditos regionais | Inovação e projeto |
| | Prioridades regionais - norte |
| | Prioridades regionais - nordeste |
| | Prioridades regionais - sul |
| | Prioridades regionais - sudeste |
| Prioridades regionais - centro-oeste | |

2.2.10. Interação entre as ferramentas de avaliação

Após a leitura na íntegra das ferramentas apresentadas anteriormente, foi realizada uma sobreposição entre elas a fim de verificar os critérios que mais se repetem. Para isso, foi feita uma divisão em categorias, sendo elas: i) gestão; ii) ambiente; iii) energia; iv) água; v) materiais; e vi) qualidade ambiental interna (Quadro 29). A divisão entre categorias surgiu após a leitura dos trabalhos e das ferramentas em que se viu a necessidade de criá-la para facilitar a análise entre os critérios e também utilizá-la na construção da ferramenta.

Quadro 29: Divisão das ferramentas em categorias.

Fonte: Elaboração própria.

| | BREEAM | LEED | DGNB | AQUA-HQE | RTQ-R | Selo Casa Azul | GBC Brasil Casa |
|-----------------------------|-------------------------|-----------------------------|-------------------------------------|---|---|-----------------------------------|-----------------------------|
| Gestão | Gestão | Processo integrado | Qualidade do processo | | | Práticas sociais | Inovação e projeto |
| | Inovação | Inovação | Qualidade econômica | | | | Requisitos Sociais |
| Energia | Energia | Energia e atmosfera | | Energia | Envoltória Sistemas de aquecimento de água | Eficiência energética | Energia e atmosfera |
| Água | Água | Eficiência hídrica | | Água | Uso racional da água | Gestão da água | Uso eficiente da água |
| Ambiente | Transporte | Localização e transporte | Qualidade ambiental | Edifício e seu entorno | | Qualidade urbana | Implantação |
| | Desperdícios | Terrenos sustentáveis | Qualidade do terreno | Canteiro de obras | | | |
| | Uso da terra e ecologia | Prioridade regional | Qualidade técnica | Resíduos | | | |
| | Poluição | | | Manutenção | | | |
| Materiais | Materiais | Materiais e recursos | | Produtos, sistemas e processos construtivos | | Conservação de recursos materiais | Materiais e recursos |
| Qualidade ambiental interna | Saúde e bem-estar | Qualidade ambiental interna | Qualidade funcional e sociocultural | Conforto higrotérmico | Iluminação natural | Projeto e conforto | Qualidade ambiental interna |
| | | | | Conforto acústico | | | |
| | | | | Conforto visual | Ventilação | | |
| | | | | Conforto olfativo | | | |
| | | | | Qualidade dos espaços | Desempenho térmico | | |
| | | | | Qualidade do ar | | | |
| | | | | Qualidade da água | | | |

2.2.10.1. Gestão

Esta categoria apresentou 25 critérios, dos quais apenas três apareceram na maioria dos sistemas de avaliação, foram eles: i) entrega e comissionamento; ii) processo integrado; e iii) canteiro de obras/ processo de construção (Quadro 30).

Quadro 30: Interação entre as ferramentas na categoria Gestão.

Fonte: Elaboração própria.

| Critérios de avaliação | BREEAM | LEED | DGNB | AQUA/HQE | RTQ-R | SELO CASA AZUL | GBC Brasil CASA |
|--|--------|------|------|----------|-------|----------------|-----------------|
| Entrega e comissionamento | X | | X | | | X | X |
| Cuidados posteriores | X | | | | | | |
| Inovação | X | X | | | | | X |
| Agregados reciclados | X | | | | | | |
| Desperdícios operacionais | X | | | | | | |
| Adaptações às mudanças climáticas | X | | | | | | |
| Processo integrado | X | X | X | | | | X |
| Profissional acreditado LEED | | X | | | | | |
| Custo do ciclo de vida | X | | X | | | | |
| Flexibilidade e adaptabilidade | | | X | | | | |
| Viabilidade comercial | | | X | | | | |
| Documentação para gestão sustentável | | | X | | | | |
| Planejamento urbano e procedimentos de projeto | | | X | | | | |
| Canteiro de obras/processo de construção | X | | X | X | | X | X |
| Garantia de qualidade da construção | | | X | | | | |
| Gerenciamento das instalações - planejamento em conformidade | | | X | | | | |
| Gestão dos resíduos de canteiro | X | | | X | | X | |
| Inclusão de trabalhadores locais | | | | | | X | |
| Participação da comunidade na elaboração do projeto | | | | | | X | |
| Ações para mitigação de riscos sociais | | | | | | X | |
| Ações para a geração de emprego e renda | | | | | | X | |
| Legalidade e qualidade | | | | | | | X |
| Acessibilidade universal | | | | | | | X |
| Lideranças em ação | | | | | | | X |
| Educação e divulgação | | | | | | | X |

2.2.10.2. Ambiente

Esta categoria apresentou 38 critérios, dentre os quais apenas quatro apareceram na maioria dos sistemas de avaliação, sendo eles: i) seleção do terreno; ii) proteção ou restauração do habitat; iii) gestão da água da chuva; e iv) proximidade a recursos comunitários e transporte público (Quadro 31).

Quadro 31: Interação entre as ferramentas na categoria Ambiente.

Fonte: Elaboração própria.

| Critérios de avaliação | BREEAM | LEED | DGNB | AQUA/HQE | RTQ-R | SELO CASA AZUL | GBC Brasil CASA |
|----------------------------------|--------|------|------|----------|-------|----------------|-----------------|
| Meios de transporte alternativos | X | X | | | | | |
| Escritório em casa | X | | | | | | |

Continuação quadro 31: Interação entre as ferramentas na categoria Ambiente.

Fonte: Elaboração própria.

| Critérios de avaliação | BREEAM | LEED | DGNB | AQUA/HQE | RTQ-R | SELO CASA AZUL | GBC Brasil CASA |
|--|--------|------|------|----------|-------|----------------|-----------------|
| Seleção do terreno | X | X | | X | | | X |
| Proteção de terrenos sensíveis | | X | | | | | |
| Terreno de prioridade máxima | | X | | | | | |
| Proteção ou restauração do habitat | X | X | | | | X | X |
| Gestão da água de chuva | X | X | | X | | | X |
| Redução da poluição luminosa | | X | | | | | |
| Prioridade regional | | X | | | | | X |
| Avaliação do ciclo de vida da edificação | | | X | | | | |
| Impacto ambiental local | | | X | | | | |
| Extração sustentável de recursos | | | X | | | | |
| Demanda de água potável e volume de água residual | | | X | | | | |
| Uso da terra | | | X | | | | |
| Ambiente local | | | X | | | | |
| Influência na cidade | | | X | | | | |
| Acesso a comodidades | X | | X | | | | |
| Organização do terreno de modo a criar um ambiente agradável | | X | | X | | | X |
| Organização do terreno de modo a favorecer a ecomobilidade | | | | X | | | |
| Informações sobre a manutenção | | | | X | | | |
| Manutenção da área de armazenamento de resíduos | | | | X | | | |
| Concepção de modo a assegurar uma manutenção eficiente dos outros equipamentos | | | | X | | | |
| Gestão técnica do edifício e sistemas de automação residencial | | | | X | | | |
| Identificar e classificar a produção de resíduos de uso e operação com a finalidade de valorização | | | | X | | | |
| Escolha do modo coletivo de estocagem dos resíduos | | | | X | | | |
| Reduzir a produção de resíduos e melhorar a triagem | | | | X | | | |
| Condições de armazenamento coletivo dos resíduos | | | | X | | | |
| Remoção de resíduos independente do empreendimento | | | | X | | | |
| Qualidade do entorno - infraestrutura | | | X | | | X | X |
| Qualidade do entorno – impactos | | | | | | X | |
| Reabilitação de imóveis | | | | | | X | |
| Controle da erosão, sedimentação e poeira na atividade de construção | | | | | | | X |
| Orientações de arquitetura bioclimática | | | | | | | X |
| Desenvolvimento urbano certificado | | X | | | | | X |
| Proximidade a recursos comunitários e transporte público | X | X | X | | | | X |
| Redução do impacto da obra no terreno | X | X | | | | | X |
| Paisagismo | | | X | | | | X |
| Redução de ilha de calor | | X | | | | | X |

2.2.10.3. Energia

Esta categoria apresentou 27 critérios, dos quais quatro se destacaram, sendo: i) equipamentos com eficiência energética; ii) energia renovável; iii) controle do consumo de energia; e iv) sistema de aquecimento solar (Quadro 32).

Quadro 32: Interação entre as ferramentas na categoria Energia.

Fonte: Elaboração própria.

| Critérios de avaliação | BREEAM | LEED | DGNB | AQUA/HQE | RTQ-R | SELO CASA AZUL | GBC Brasil CASA |
|---|--------|------|------|----------|-------|----------------|-----------------|
| Redução do uso de energia e emissões de carbono | X | | | | | | |
| Iluminação exterior | X | | | | | | |
| Projeto de baixas emissões de carbono | X | | | | | | |
| Sistemas de transporte com eficiência energética | X | | | | | | |
| Equipamentos com eficiência energética | X | | | X | X | X | X |
| Área de secagem | X | | | | | | |
| Gestão dos fluidos refrigerantes básico | | X | | | | | |
| Harmonização da rede | | X | | | | | |
| Energia renovável | | X | | X | | X | X |
| Gestão dos fluidos refrigerante aprimorado | | X | | | | | |
| Iluminação artificial | | | | X | | | |
| Controle do consumo de energia | X | X | | X | X | | X |
| Transmitância térmica, capacidade térmica e absorvância das superfícies | | | | X | X | | X |
| Ventilação natural | | | | | X | | |
| Iluminação natural | | | | | X | | |
| Sistema de aquecimento solar | | | | X | X | X | X |
| Sistema de aquecimento a gás | | | | | X | X | |
| Bombas de calor | | | | | X | | |
| Sistema de aquecimento elétrico | | | | | X | | |
| Caldeiras a óleo | | | | | X | | |
| Bombas centrífugas | | | | | X | | |
| Sauna | | | | | X | | |
| Medição individualizada - gás | | | | | | X | |
| Qualidade e segurança dos sistemas | | | | | | | X |
| Desempenho energético aprimorado | | X | | | | | X |
| Obter a etiqueta PBE Edifica | | | | | | | X |
| Comissionamento dos sistemas instalados | | X | | | | | X |

2.2.10.4. Água

Esta categoria apresentou 12 critérios, dos quais apenas dois se destacaram: i) medição do consumo de água; e ii) uso racional de água (Quadro 33).

Quadro 33: Interação entre as ferramentas na categoria Água.

Fonte: Elaboração própria.

| Critérios de avaliação | BREEAM | LEED | DGNB | AQUA/HQE | RTQ-R | SELO CASA AZUL | GBC Brasil CASA |
|--------------------------------------|--------|------|------|----------|-------|----------------|-----------------|
| Detecção de vazamento de água | X | | | | | | |
| Equipamento eficiente de água | X | | | | | X | |
| Uso de água da torre de resfriamento | | X | | | | | |
| Medição do consumo de água | X | X | | X | | X | X |

Continuação quadro 33: Interação entre as ferramentas na categoria Água.

Fonte: Elaboração própria.

| Critérios de avaliação | BREEAM | LEED | DGNB | AQUA/HQE | RTQ-R | SELO CASA AZUL | GBC Brasil CASA |
|----------------------------------|--------|------|------|----------|-------|----------------|-----------------|
| Necessidade de água quente | | | | X | | | |
| Uso racional de água | X | X | | X | X | | X |
| Aproveitamento de águas pluviais | | | | X | | X | X |
| Retenção de águas pluviais | | | | | | X | |
| Infiltração de águas pluviais | | | | | | X | |
| Áreas permeáveis | | | | | | X | |
| Sistemas de irrigação eficiente | | | | | | | X |
| Plano de segurança da água | | | | | | | X |

2.2.10.5. Materiais

Nesta categoria foram apresentados 29 critérios, dos quais apenas um se destacou: i) Rotulagem ambiental do tipo III - declaração ambiental de produto (Quadro 34).

Quadro 34: Interação entre as ferramentas na categoria Materiais.

Fonte: Elaboração própria.

| Critérios de avaliação | BREEAM | LEED | DGNB | AQUA/HQE | RTQ-R | SELO CASA AZUL | GBC Brasil CASA |
|---|--------|------|------|----------|-------|----------------|-----------------|
| Impactos do ciclo de vida | X | X | | | | | |
| Aquisição responsável de materiais de construção | X | | | X | | | |
| Projetando para durabilidade e resiliência | X | | | | | | |
| Coleta e armazenagem de recicláveis | | X | | | | | |
| Otimização e divulgação dos produtos de construção - Aquisição de matérias-primas | | X | | | | | |
| Otimização e divulgação dos produtos de construção - Ingredientes dos materiais | | X | | | | | |
| Isolamento acústico | | | X | | | | |
| Qualidade da envoltória do edifício | | | X | | | | |
| Uso e integração de tecnologias prediais | | | X | | | | |
| Facilidade de limpeza dos componentes do edifício | | | X | | | X | |
| Facilidade de recuperação e reciclagem | | | X | | | | |
| Controle de emissões | | | X | | | | |
| Infraestrutura de mobilidade | | | X | | | | |
| Qualidade sanitária dos materiais, produtos e equipamentos utilizados | | | | X | | | |
| Revestimentos de piso | | | | X | | | |
| Coordenação modular | | | | | | X | |
| Qualidade de materiais e componentes | X | | | X | | X | |
| Componentes industrializados ou pré-fabricados | | | | | | X | |
| Formas e escoras reutilizáveis | | | | | | X | |
| Gestão de resíduos de construção e demolição (RCD) | | X | | | | X | X |
| Concreto com dosagem otimizada | | | | | | X | |
| Cimento de alto-forno (CPIII) e pozolânico (CPIV) | | | | | | X | |

Continuação do quadro 34: Interação entre as ferramentas na categoria Materiais.

Fonte: Elaboração própria.

| Critérios de avaliação | BREEAM | LEED | DGNB | AQUA/HQE | RTQ-R | SELO CASA AZUL | GBC Brasil CASA |
|---|--------|------|------|----------|-------|----------------|-----------------|
| Pavimentação com RCD | | | | | | X | |
| Madeira certificada | | | | | | X | X |
| Rotulagem ambiental do tipo I - materiais certificados | | | | | | | X |
| Rotulagem ambiental do tipo II - materiais ambientalmente preferíveis | | | | | | | X |
| Rotulagem ambiental do tipo III - declaração ambiental de produto | X | X | | X | | | X |
| Desmontabilidade e redução de resíduos - sistemas estruturais | | | | | | | X |
| Desmontabilidade e redução de resíduos - elementos não estruturais | | | | | | | X |

2.2.10.6. Qualidade ambiental interna

Esta categoria foi a que apresentou maior quantidade de critérios elencados, 40 no total, desses apenas cinco se destacaram, sendo eles: i) qualidade do ar interno; ii) conforto térmico; iii) conforto visual; iv) iluminação natural; e v) desempenho acústico (Quadro 35).

Quadro 35: Interação entre as ferramentas na categoria Qualidade ambiental interna.

Fonte: Elaboração própria.

| Critérios de avaliação | BREEAM | LEED | DGNB | AQUA/HQE | RTQ-R | SELO CASA AZUL | GBC Brasil CASA |
|---|--------|------|------|----------|-------|----------------|-----------------|
| Qualidade do ar interno | X | X | X | X | | | |
| Acessibilidade | X | | | | | | |
| Perigos | X | | | | | | |
| Espaço privado | X | | | | | | |
| Qualidade da água | X | | | X | | | |
| Controle ambiental da fumaça de tabaco | | X | | | | | |
| Materiais de baixa emissão | | X | | | | | X |
| Conforto térmico | X | X | X | X | | | |
| Conforto acústico | | X | X | | | | |
| Conforto visual | X | X | X | X | | | |
| Controle do usuário | | | X | | | | |
| Qualidade dos espaços internos e externos | | | X | X | | | |
| Segurança e proteção | | | X | | | | |
| Projeto para todos | | | X | X | | | |
| Iluminação natural | | X | | X | X | X | |
| Iluminação artificial | | X | | X | | | |
| Controle das fontes de odores desagradáveis | | | | X | | | |
| Ventilação | | | | X | X | | |
| Equipamentos domésticos | | | | X | | | |
| Segurança | | | | X | | | |
| Controlar as fontes de poluição externas | | | | X | | | |
| Controlar as fontes de poluição internas | | | | X | | | |

Continuação do quadro 35: Interação entre as ferramentas na categoria Qualidade ambiental interna.

Fonte: Elaboração própria.

| Critérios de avaliação | BREEAM | LEED | DGNB | AQUA/HQE | RTQ-R | SELO CASA AZUL | GBC Brasil CASA |
|--|--------|------|------|----------|-------|----------------|-----------------|
| Reduzir os riscos de legionelose e queimaduras | | | | X | | | |
| Paisagismo | | | | | | X | |
| Flexibilidade de projeto | | | | | | X | |
| Relação com a vizinhança | | | | | | X | |
| Solução alternativa de transporte | | | | | | X | |
| Local para coleta seletiva | | | | | | X | |
| Equipamentos de lazer, sociais e esportivos | | | | | | X | |
| Adequação às condições físicas do terreno | | | | | | X | |
| Controle de emissão de gases de combustão | | | | | | | X |
| Exaustão localizada - básica | | | | | | | X |
| Desempenho mínimo do ambiente interno | | | | | | | X |
| Desempenho térmico | | | | | X | X | X |
| Desempenho lumínico | | | | | | | X |
| Desempenho acústico | X | X | | X | | | X |
| Controle de umidade local | | | | | | | X |
| Proteção de poluentes provenientes da garagem | | | | | | | X |
| Controle de partículas contaminantes | | | | | | | X |
| Saúde e bem-estar | | | | | | | X |

2.2.10.7. Critérios relevantes

Foram classificados como critérios relevantes aqueles que se apresentaram em mais de quatro certificações. Ao total, foram selecionados 18 critérios, sendo eles: entrega e comissionamento; processo integrado; canteiro de obras/processo de construção; seleção do terreno; proteção ou restauração do habitat; gestão da água de chuva; proximidade a recursos comunitários e transporte público; equipamentos com eficiência energética; energia renovável; sistema de aquecimento solar; medição do consumo de água; uso racional de água; rotulagem ambiental do tipo III; qualidade do ar interno; conforto térmico; conforto visual; iluminação natural; e desempenho acústico. O quadro 36 apresenta o resumo desses critérios pela categoria onde estão inseridos.

Quadro 36: Critérios relevantes.

Fonte: Elaboração própria.

| Categoria | Critérios | BREEAM | LEED | DGNB | AQUA/HQE | RTQ-R | SELO CASA AZUL | GBC Brasil CASA |
|-----------------------------|---|--------|------|------|----------|-------|----------------|-----------------|
| | | | | | | | | |
| Gestão | Entrega e comissionamento | X | | X | | | X | X |
| | Processo integrado | X | X | X | | | | X |
| | Canteiro de obras/processo de construção | X | | X | X | | X | X |
| Ambiente | Seleção do terreno | X | X | | X | | | X |
| | Proteção ou restauração do habitat | X | X | | | | X | X |
| | Gestão da água de chuva | X | X | | X | | | X |
| | Proximidade a recursos comunitários e transporte público | X | X | X | | | | X |
| Energia | Equipamentos com eficiência energética | X | | | X | X | X | X |
| | Energia renovável | | X | | X | | X | X |
| | Controle do consumo de energia | X | X | | X | X | | X |
| | Sistema de aquecimento solar | | | | X | X | X | X |
| Água | Medição do consumo de água | X | X | | X | | X | X |
| | Uso racional de água | X | X | | X | X | | X |
| Materiais | Rotulagem ambiental do tipo III - declaração ambiental de produto | X | X | | X | | | X |
| Qualidade ambiental interna | Qualidade do ar interno | X | X | X | X | | | |
| | Conforto térmico | X | X | X | X | | | |
| | Conforto visual | X | X | X | X | | | |
| | Iluminação natural | | X | | X | X | X | |
| | Desempenho acústico | X | X | | X | | | X |

3. Materiais e método

Para o desenvolvimento da pesquisa proposta, foram definidos os seguintes passos metodológicos:

- A construção da ferramenta guia a partir da revisão sistemática e da sobreposição dos critérios, considerando as ferramentas de avaliação levantadas;
- Aplicação teste da ferramenta guia em um escritório localizado na cidade de Cuiabá, Mato Grosso;
- Reavaliação da proposta a partir da aplicação prática;
- Aplicação final em mais três escritórios localizados na região Centro-Oeste, totalizando quatro aplicações.

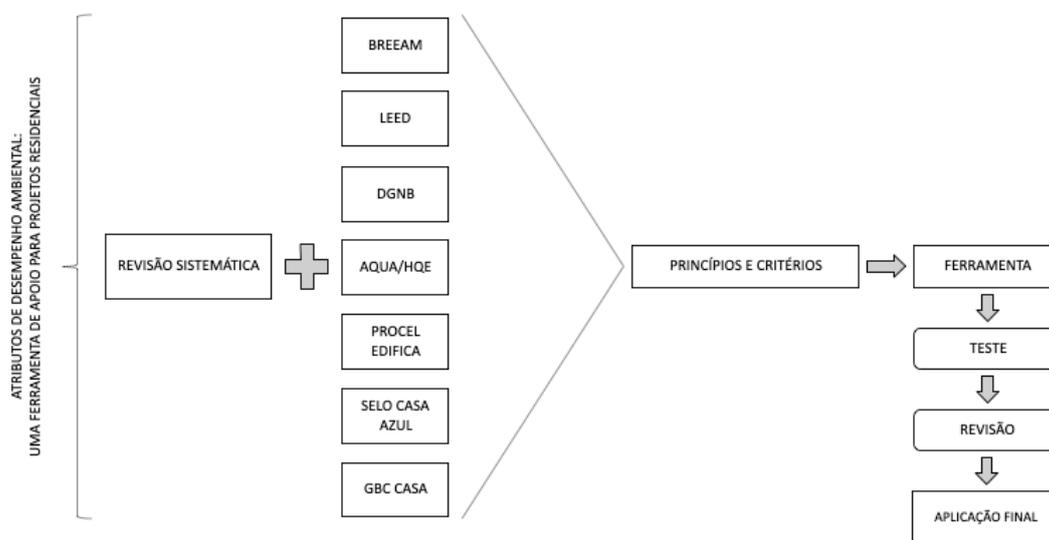


Figura 1: Mapa mental do método proposto.
Fonte: Elaboração própria.

3.1. A construção da ferramenta guia

A partir da revisão teórica realizada e apresentação da sobreposição dos critérios adotados pelos trabalhos científicos e sistemas de certificação ambiental identificados no capítulo 2, é apresentado o Quadro 37. Nesse quadro está presente a união dos critérios mais relevantes pelos trabalhos científicos e das certificações, identificando a subcategoria da ferramenta onde é encontrado cada critério. Dos 24 critérios apresentados, apenas três não foram incluídos, sendo eles: i) canteiro de obras/processo de construção; ii) rotulagem ambiental do tipo III – declaração ambiental de produto; e iii) qualidade do ar interno.

O primeiro critério não está presente porque está fora do escopo dessa pesquisa, que é o desenvolvimento de projeto. Já o critério “Rotulagem ambiental do tipo III – declaração ambiental de produto” não foi possível incluir, devido a falta de informação da indústria de materiais de construção, no contexto brasileiro. O critério “Qualidade do ar interno” foi incluído após as aplicações, na revisão final, na subcategoria “Desempenho e conforto térmico” no critério de atendimento ao percentual mínimo de abertura da fachada.

Quadro 37: Sobreposição dos critérios relevantes da revisão sistemática e das certificações.

Fonte: Autoria própria.

| Categoria | Critérios Relevantes | Subcategorias da Ferramenta |
|-----------------------------|--|--|
| Gestão | Entrega e comissionamento | Concepção e processo de projeto |
| | Processo integrado | Concepção e processo de projeto |
| | Canteiro de obras/processo de construção | Não incluído |
| Ambiente | Seleção do terreno | Seleção do terreno |
| | Proteção ou restauração do habitat | Paisagismo |
| | Gestão da água de chuva | Controle e gerenciamento de águas pluviais |
| | Proximidade a recursos comunitários e transporte público | Seleção do terreno |
| Energia | Dispositivos de economia | Eficiência energética |
| | Energia renovável | Eficiência energética |
| | Sistema de aquecimento solar | Eficiência energética |
| Água | Medição do consumo de água | Eficiência hídrica |
| | Uso racional de água | Eficiência hídrica |
| | Aproveitamento de água de chuva | Eficiência hídrica |
| | Tratamento e reuso de águas cinzas | Eficiência hídrica |
| Materiais | Rotulagem ambiental do tipo III - declaração ambiental de produto | Não incluído |
| | Gestão de resíduos | Resíduos |
| | Coleta seletiva | Resíduos |
| Qualidade ambiental interna | Qualidade do ar interno | Desempenho e conforto térmico |
| | Conforto térmico | Desempenho e conforto térmico |
| | Conforto visual | Desempenho lumínico e conforto visual |
| | Conforto acústico | Desempenho e conforto acústico |
| | Iluminação natural | Desempenho lumínico e conforto visual |
| | Desempenho acústico | Desempenho e conforto acústico |

As categorias identificadas como relevantes são: i) gestão; ii) ambiente; iii) energia; iv) água; v) materiais; e vi) qualidade ambiental interna. Cada categoria e suas subcategorias estão presentes na figura 2, os critérios serão apresentados mais a frente. Para cada subcategoria, foram utilizadas as bibliografias apresentadas no capítulo dois e as figuras 3 e 4 apresentam um esquema ilustrando as principais fontes utilizadas para a construção de cada subcategoria.

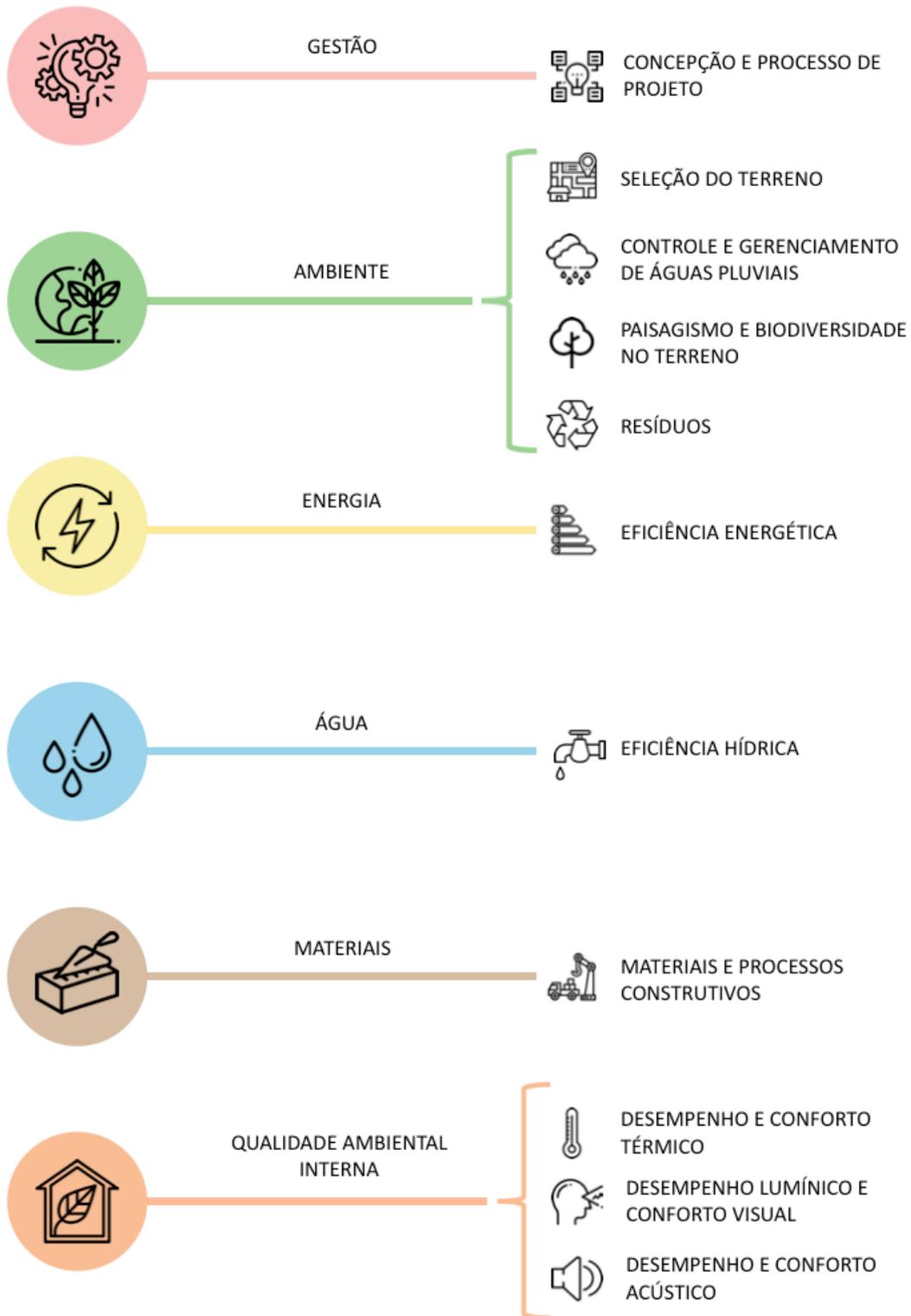


Figura 2: Categorias e subcategorias da ferramenta proposta.
 Fonte: Elaboração própria.

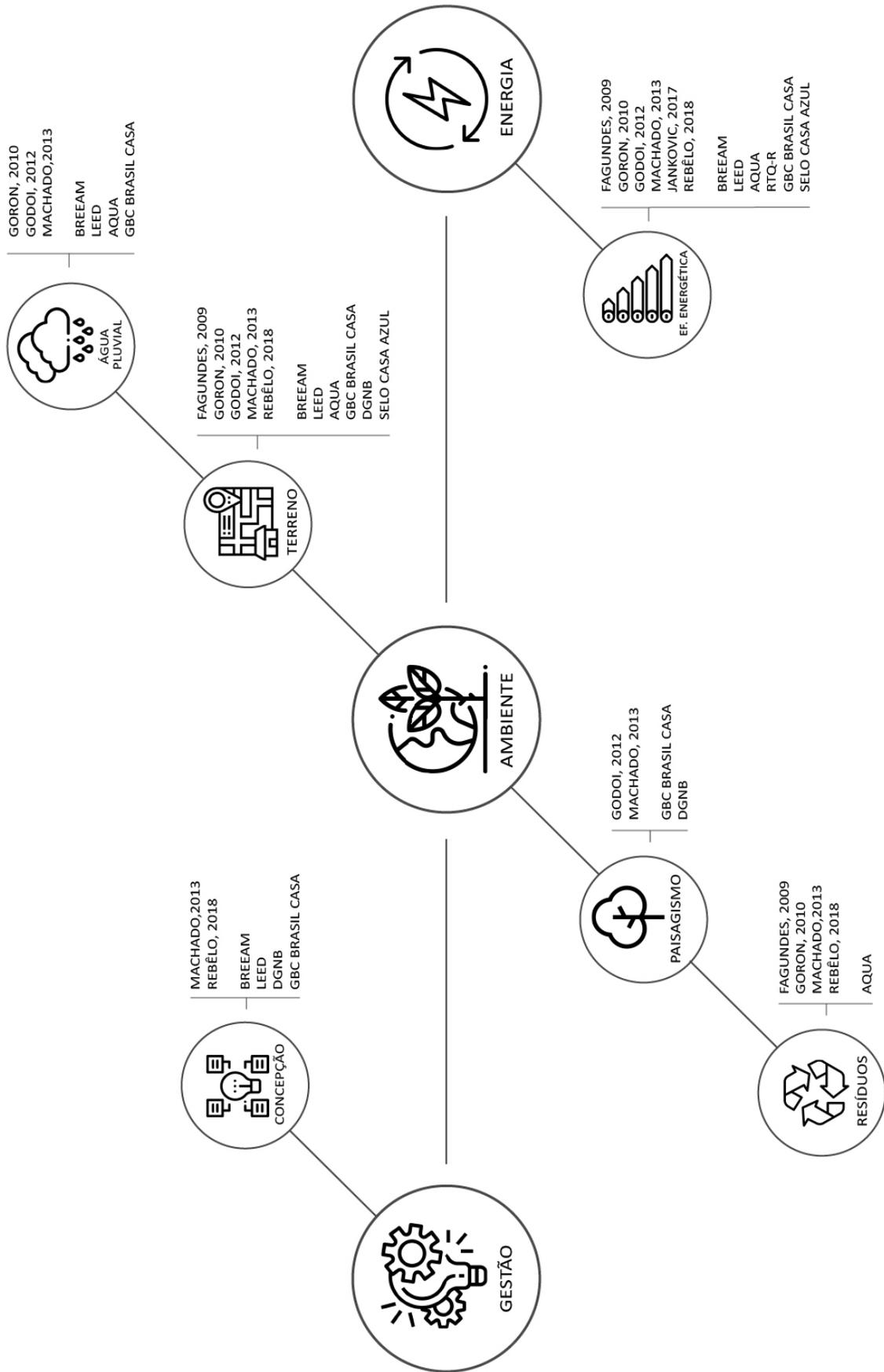


Figura 3: Resumo da bibliografia utilizada para a construção de cada subcategoria.
 Fonte: Elaboração própria.

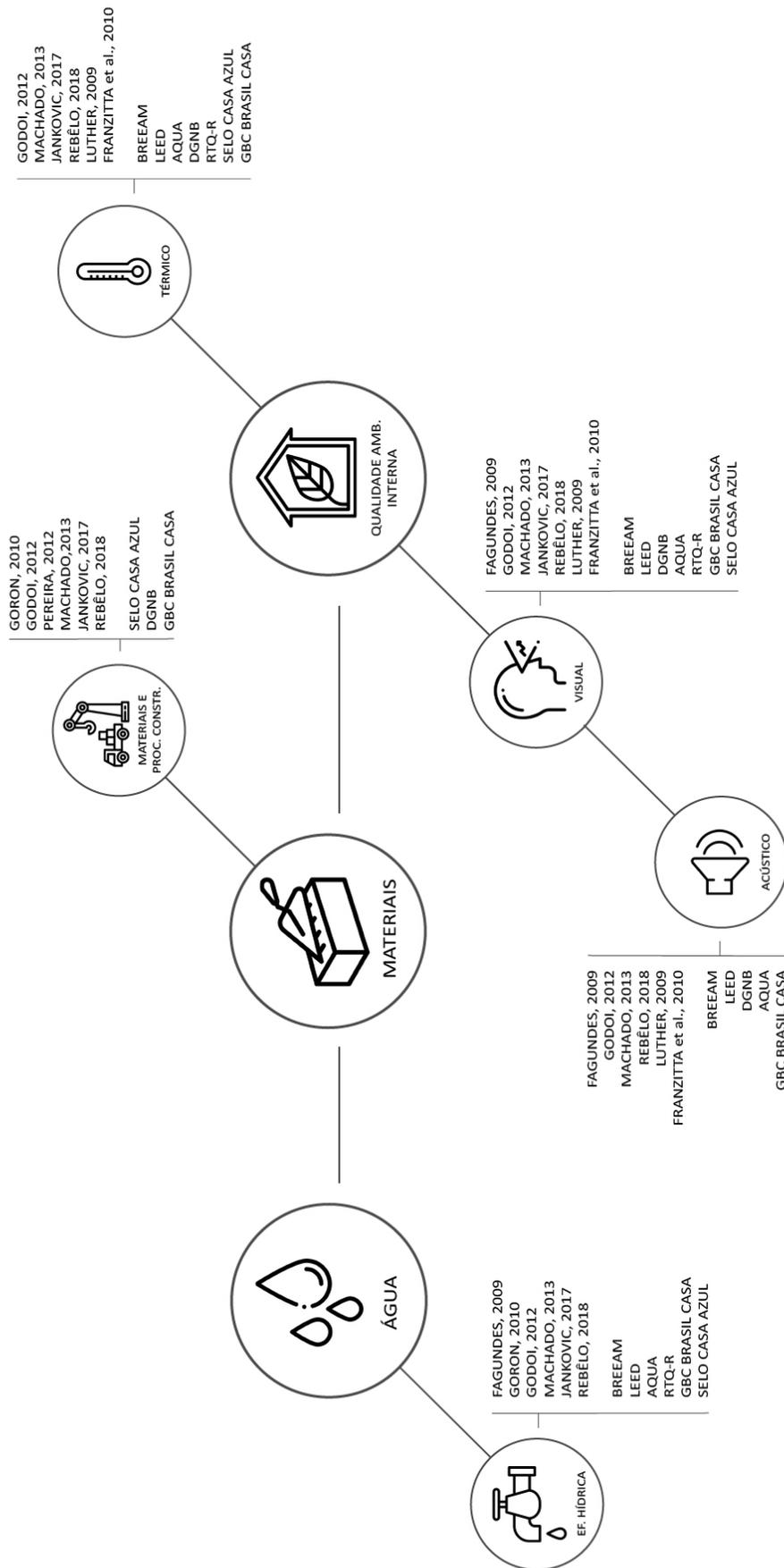


Figura 4: Resumo da bibliografia utilizada para a construção de cada subcategoria.
Fonte: Elaboração própria.

3.2. A escala de avaliação

A ferramenta proposta segue uma escala em que existe um critério mínimo a ser atendido até o critério avançado, que é o ponto considerado ideal. Em algumas subcategorias cada critério pode ser alcançado isoladamente, porém em outras a lógica é de que o anterior complementa o seguinte e por isso só é possível serem atendidos em sequência.

Essa escala como figura de uma escada possui linguagem visual clara e de fácil compreensão, seguindo uma lógica de ir subindo os degraus na direção de um projeto com maior desempenho ambiental (Figura 5).

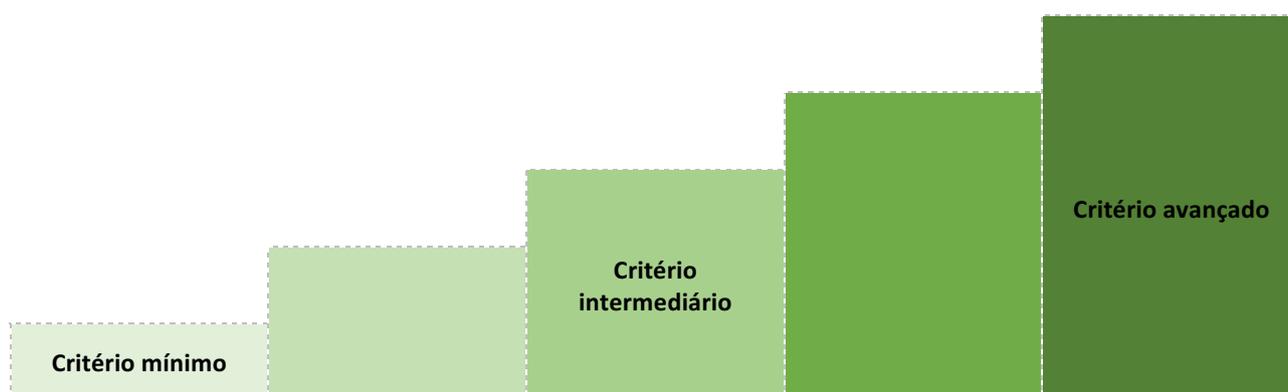


Figura 5: Escala de avaliação do artefato.

Fonte: Elaboração própria.

Além disso, no documento completo do artefato desenvolvido (Apêndice 1), cada categoria foi pensada para ter uma cor e um ícone que a representasse, facilitando o entendimento e criando uma identidade visual para esse trabalho.

3.3. Categorias, subcategorias e critérios de desempenho ambiental

3.3.1. Gestão

A primeira categoria a ser avaliada é a gestão, sendo de suma importância por ser tratar do planejamento e das decisões iniciais da obra. Um bom desenvolvimento inicial de projeto auxilia na tomada de decisões em conjunto.

3.3.1.1. Concepção e processo de projeto

Ao longo dos últimos anos, foi possível perceber uma crescente demanda por edifícios que minimizem seus impactos ambientais. Porém, para atingir esse objetivo, ainda existem alguns obstáculos a serem superados no processo de projeto que busca o alto desempenho.

Atualmente, a fase de concepção do projeto ocorre de forma separada do desenvolvimento, assim o arquiteto atua praticamente sozinho nesta etapa, somente com as interferências do cliente. Os demais projetistas passam a atuar quando o anteprojeto já está definido, sendo apenas projetos complementares à solução já proposta, inviabilizando qualquer alteração.

Assim, fica evidente que o processo de projeto atual é fragmentado e com distanciamento entre os projetistas, gerando uma hierarquia e fazendo com que esses projetos devam apenas se encaixar na solução arquitetônica.

Diante disso, essa subcategoria propõe critérios que contribuem para o desenvolvimento integrado do projeto, pois só assim é possível atingir o alto desempenho ambiental (Figura 6).

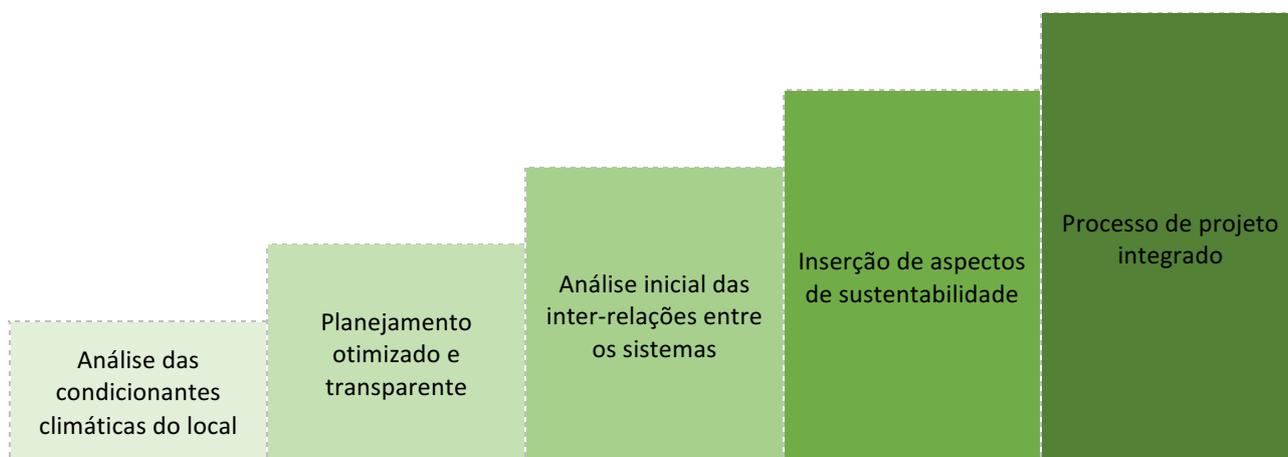


Figura 6: Critérios de Concepção e processo de projeto.
Fonte: Elaboração própria.

3.3.1.1.1. Análise das condicionantes climáticas do local

Para percorrer o caminho da sustentabilidade o projeto precisa ter em sua concepção premissas específicas que considerem o terreno, as características do entorno, a orientação solar, os materiais mais apropriados (GODOI, 2012).

Por isso, deve ser realizada uma análise das condicionantes climáticas do local da obra para conhecer as necessidades ambientais da residência a ser construída e trabalhar nas decisões projetuais, em função da excelência do projeto arquitetônico, por meio do estudo da trajetória solar, direção dos ventos predominantes e orientações do projeto.

3.3.1.1.2. Planejamento otimizado e transparente

Um processo planejado diminui as incertezas do processo e aperfeiçoa a relação de confiança com o cliente final. Por isso, deve ser feito um relatório de planejamento, em que são

especificadas as fases, seus objetivos, datas de entrega, a fim de que toda a equipe esteja alinhada e que o cliente possa estar ciente de todos os passos que serão dados.

3.3.1.1.3. Análise inicial das inter-relações entre os sistemas

Uma análise inicial das inter-relações entre os sistemas que compõem o edifício verifica as influências entre as decisões de cada profissional e aprimora o objetivo final de um projeto de alto desempenho. Para isso, deve ser entregue um relatório com um esquema das influências.

3.3.1.1.4. Inserção de aspectos de sustentabilidade

A inserção de aspectos de sustentabilidade nas fases iniciais de projeto contribui para um projeto com decisões mais integradas e soluções bem definidas. Por isso, deve ser feito um estudo das soluções que podem ser incorporados no projeto, como aproveitamento de águas pluviais, instalação de placas fotovoltaicas, ou outros com a justificativa que embasa a decisão de projeto.

3.3.1.1.5. Processo de projeto integrado

O objetivo do Processo de Projeto Integrado (PPI) é integrar todos os agentes envolvidos desde o início da concepção do projeto, fazendo com que todas as metas e objetivos sejam definidas em conjunto, partindo dos requisitos do cliente. Assim é o conceito de equipe multidisciplinar, em que as atividades deixam de ser hierarquizadas e organizam-se em trabalhos simultâneos.

De acordo com Melhado (2005), nesse tipo de processo de projeto, as decisões partem de análises e discussões dos diferentes profissionais envolvidos na busca de soluções holísticas para o empreendimento. O mesmo autor destaca que, nesse processo, há a necessidade de se ter um coordenador, devido a complexidade de dados, informações, projetos e profissionais. Essa coordenação é inserida no centro das equipes, para privilegiar a interatividade em todo o processo de projeto. Uma edificação integrada é uma edificação sustentável (KEELER, BURKE 2010).

Dessa forma, os resultados do projeto são otimizados, aumenta o valor do produto final, reduz a perdas e os resíduos e maximiza a eficiência no projeto, fabricação e construção. Dentre os itens mais importantes a se levar em consideração durante o PPI estão: a) estabelecer metas mensuráveis e acompanhá-las; b) ter escopos bem definidos; c) planejamento antecipado, ênfase nas etapas iniciais; d) utilização do BIM; e) participação regular dos tomadores de decisão; e f) transparência nas finanças (GBC Brasil, 2017).

O processo de projeto convencional normalmente não é capaz de realizar projetos com altos níveis de desempenho, já que para atingir esse objetivo é necessário integrar vários critérios e para isso uma equipe multidisciplinar (FIGUEIREDO, 2009). O projeto integrado é baseado essencialmente em uma equipe otimizada, gerenciamento qualificado do processo de projeto, incluindo a utilização de ferramentas modernas e estratégias que se adaptam aos objetivos do projeto (IEA, 2003; PRIZIBELA, 2011).

De acordo com Larsson (2009) o PPI gera um aumento médio de 50% no desempenho energético das edificações e uma variação de custo por volta de 10% ao comparar com o método convencional.

Diante disso, para comprovação deste critério devem ser realizadas reuniões com toda a equipe do projeto, incluindo o cliente, para que todas as decisões sejam compartilhadas e discutidas. Devem ser entregues evidências da compatibilização das informações entre as equipes, utilização de softwares BIM e relatórios das reuniões com fotos e uma lista de presença.

3.3.2. Ambiente

Na categoria ambiente, buscou-se trazer os critérios que envolvem os impactos diretos da obra, desde a seleção do terreno, gerenciamento das águas pluviais, paisagismo e resíduos.

3.3.2.1. Seleção do terreno

A escolha do terreno pode estimular ou inibir o espalhamento urbano, que gera impactos para a extensão das redes de infraestrutura (GOMES, 2010). Por isso, os critérios desta subcategoria visam estimular a seleção de um terreno que já esteja localizado na malha urbana e próximo a equipamentos comunitários. Sabe-se que, atualmente, terrenos bem localizados são para uma pequena parcela da população, Porém, o que se busca com essa subcategoria é informar que critérios como esses são extremamente importantes para a qualidade de vida de toda a população.

Como forma de estipular as distâncias das praças, parques e vizinhanças e do posto de saúde, foi utilizado valores presentes em documentos de algumas prefeituras que utilizam esses índices urbanísticos (Figura 7).

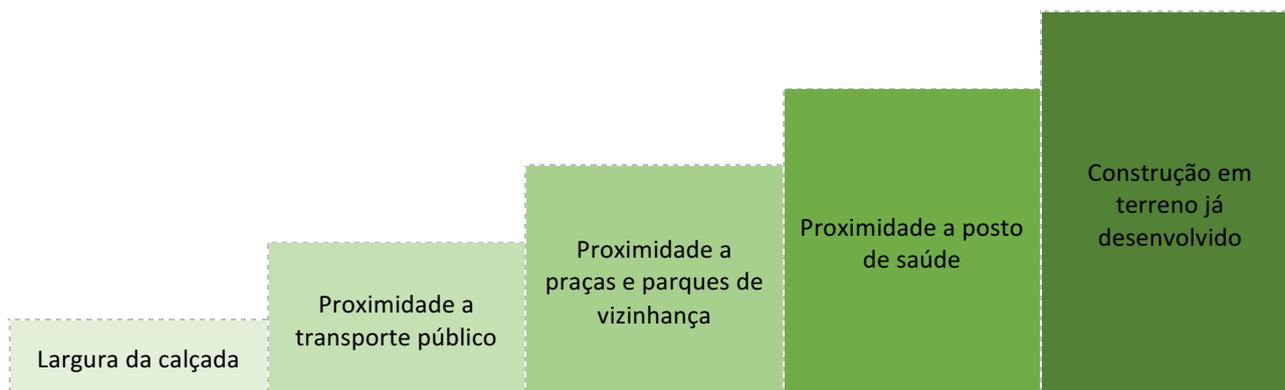


Figura 7: Critérios de Seleção do terreno.
 Fonte: Elaboração própria.

3.3.2.1.1. Largura da calçada

Por mais que em quase todas as cidades, a prefeitura já especifica essa largura para a calçada de frente do lote, esse critério busca enfatizar a necessidade de que realmente essa largura seja respeitada, para facilitar a locomoção de pedestres. Por isso, no projeto deve ser especificado que a calçada em frente ao lote tenha largura mínima de 1,20m, permitindo a passagem de pedestres.

3.3.2.1.2. Proximidade a transporte público

O terreno deve estar localizado dentro de um raio de 500m a partir do ponto de ônibus mais próximo (PITTS, 2004).

3.3.2.1.3. Proximidade a praças e parques de vizinhança

O terreno deve estar localizado dentro de um raio de 600m a partir da praça ou parque de vizinhança mais próximo.

3.3.2.1.4. Proximidade a posto de saúde

O terreno deve estar localizado dentro de um raio de 1.000m a partir do posto de saúde mais próximo.

3.3.2.1.5. Construção em terreno já desenvolvido

Quando o edifício está inserido em área urbanizada, está mais próximo de redes de água potável, energia elétrica, esgotamento sanitário e transporte público. Já quando o edifício está localizado fora da área urbanizada, há gastos com a construção dessas novas redes, o que gera mais impacto ambiental e a cidade fica mais espalhada.

Diante disso, esse critério busca incentivar a construção em terrenos inseridos em área já urbanizada, que disponha de: i) pavimentação; ii) rede urbana de drenagem; iii) rede de água; iv) rede de esgoto; e v) rede de energia elétrica.

3.3.2.2. Controle e gerenciamento de águas pluviais

Uma vez que ocorre alguma intervenção no terreno, proveniente de mudanças de topografia e pavimentação, o percurso natural das águas pluviais é alterado e pode gerar um aumento da velocidade de escoamento superficial (CARVALHO, 2008). Devido a isso, ocorre uma menor infiltração da água e conseqüentemente impacta na reposição do lençol freático.

Com o objetivo de diminuir esses impactos negativos da ação no terreno é apresentada essa subcategoria com critérios que permitem uma maior infiltração da água pluvial e também a sua gestão no lote (Figura 8).

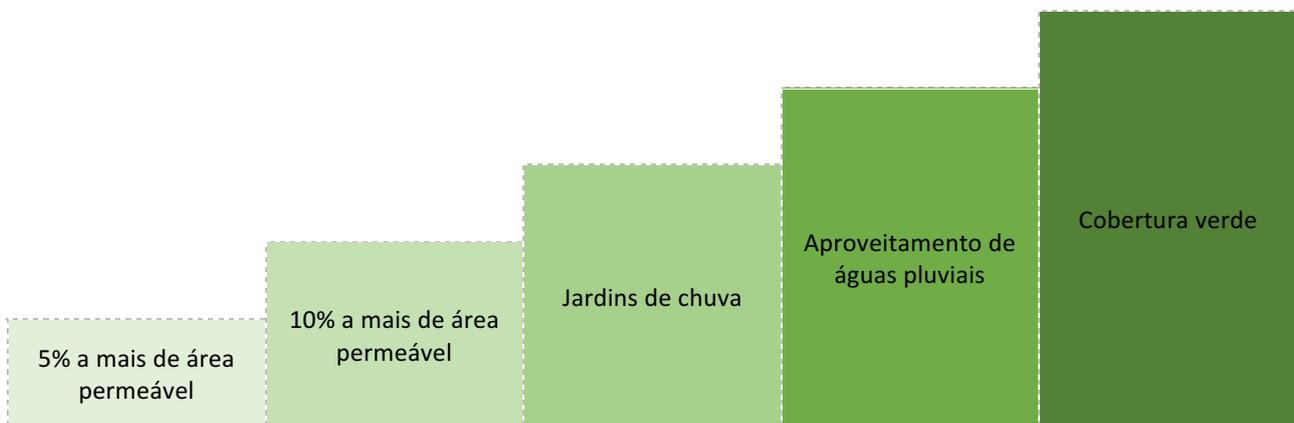


Figura 8: Critérios de Controle e gerenciamento de águas pluviais.

Fonte: Elaboração própria.

3.3.2.2.1. 5% a mais de área permeável

Diante da necessidade de aumentar a infiltração da água para promover a reposição nos lençóis freáticos e diminuir o escoamento superficial das águas, é recomendável que o projeto especifique uma área permeável 5% maior do que a obrigatória pela legislação local.

3.3.2.2.2. 10% a mais de área permeável

Diante da necessidade de aumentar a infiltração da água para promover a reposição nos lençóis freáticos e diminuir o escoamento superficial das águas, é recomendável que o projeto especifique uma área permeável 10% maior do que a obrigatória pela legislação local.

3.3.2.2.3. Jardins de chuva

O jardim de chuva capta, retém, retarda e minimiza os impactos do escoamento superficial das águas, sendo o sistema de biorretenção mais conhecido (MELO et al., 2014). De acordo com as mesmas autoras, ele consiste na instalação em áreas escavadas de material granular de alta permeabilidade e material orgânico. Por isso, é indicado que o projeto apresente a especificação de um sistema como esse.

3.3.2.2.4. Aproveitamento de águas pluviais

O projeto deve apresentar a especificação de sistema de aproveitamento de águas pluviais, independente do sistema de abastecimento de água potável, para coleta, armazenamento, tratamento e distribuição de água não potável. No projeto deve ser apresentado a distribuição da água de aproveitamento pluvial para usos não potáveis (máquina de lavar roupa, vaso sanitário, tanque) manutenção geral e para sistemas de irrigação.

3.3.2.2.5. Cobertura verde

A cobertura é uma estratégia importante para drenagem e controle do escoamento superficial das águas, além de ter impactos positivos no desempenho térmico e acústico da edificação (ILHA et al., 2012). O desempenho térmico está atrelado ao fato de que essa estrutura possui alta inércia térmica e proporciona evapotranspiração (LAMBERTS, TRIANA, 2010).

Este critério foi proposto neste trabalho para promover a retenção da água da chuva, aprimorando a gestão das águas pluviais no lote.

3.3.2.3. Paisagismo e biodiversidade no terreno

Sempre que possível, o projeto deve se adaptar aos elementos naturais existentes no terreno, minimizando o corte de árvores (LAMBERTS, TRIANA, 2010). Com isso, preserva-se também o solo e o ciclo hidrológico e diminui as ameaças a fauna presente.

Por isso, essa subcategoria apresenta critérios que visam a preservação ou restauração da vegetação nativa local (Figura 9).

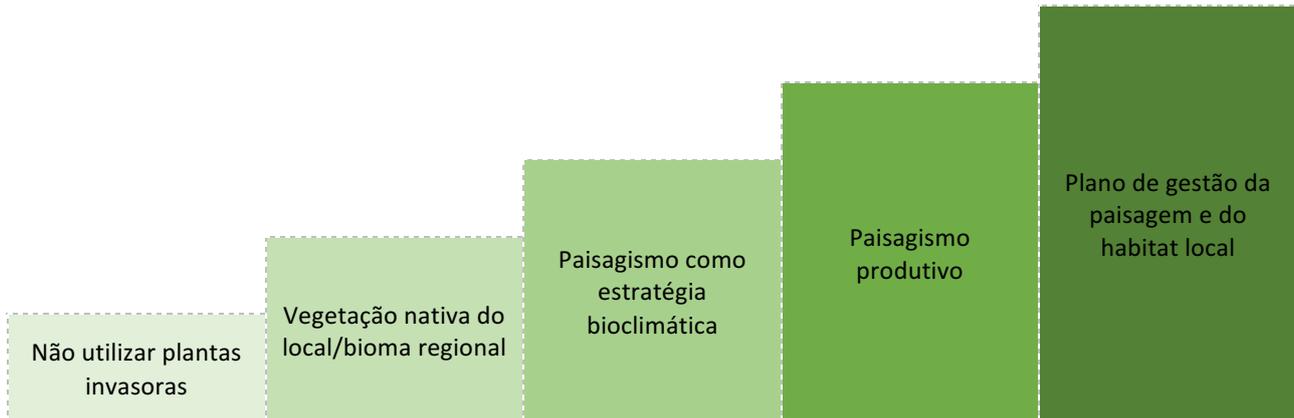


Figura 9: Critérios de Paisagismo e biodiversidade no terreno.
Fonte: Elaboração própria.

3.3.2.3.1. Não utilizar plantas invasoras

Plantas invasoras são aquelas que desenvolvem altas taxas de crescimento, reprodução e dispersão (RICHARDSON, 2000; PYSEK, 1995), além de competir por nutrientes, luz solar e espaço físico com as espécies nativas. Por isso, não é indicado a utilização delas.

3.3.2.3.2. Vegetação nativa do local/bioma regional

As espécies nativas da região são mais adequadas pois já estão acostumadas ao regime das chuvas e clima local, o que favorece sua permanência e não demanda constantes cuidados.

Por isso, o projeto de paisagismo deve ser composto 60% de especificação de plantas nativas do bioma regional (Cerrado, ver Anexo I do artefato) e os outros 40% podendo ser de plantas exóticas, mas não invasoras.

3.3.2.3.3. Paisagismo como estratégia bioclimática

O paisagismo também pode ser utilizado como estratégia bioclimática, favorecendo o aquecimento ou resfriamento da edificação, e assim diminuindo gastos com energia. O

sombreamento, que é uma estratégia de resfriamento passivo, pode ser obtido por meio do plantio de árvores próximas a paredes ou janelas. Já em localizações mais frias, a vegetação com folhas caducas pode ser usada, pois proporciona sombreamento no verão e permite a passagem do sol no inverno.

Para isso, deve ser comprovado em projeto que a localização de determinadas árvores foi pensada para favorecer estratégias bioclimáticas, como o sombreamento, umidificação, entre outros.

3.3.2.3.4. Paisagismo produtivo

Segundo Backes (2013), o paisagismo produtivo pode ser definido como a criação de paisagens com o objetivo de produzir alimentos, plantas terapêuticas, etc. sem perder a “estética ecológica” de cada local. Além disso, o paisagismo produtivo proporciona a criação de um microclima mais favorável.

Por isso, no projeto de paisagismo deve-se especificar espécies vegetais que se destinem à alimentação como: árvores frutíferas (do bioma regional), legumes e hortaliças.

3.3.2.3.5. Plano de gestão da paisagem e do habitat local

Ao constatar presença de fauna no terreno, deve-se elaborar um plano de ações coordenadas de gestão da paisagem e do habitat local, no qual o projeto se compromete a: i) preservar as árvores do terreno e executar o replantio de espécies para manutenção da diversificação da flora, como forma de incentivo à permanência da fauna; e ii) diminuir as ameaças para a fauna permanente ou em trânsito.

3.3.2.4. Resíduos

O setor da construção civil é responsável por cerca de 50% dos resíduos sólidos gerados no mundo (JOHN, 2000). O processo construtivo tradicional, ainda empregado em larga escala no Brasil contribui muito para essa estimativa, ainda feito artesanalmente, com incertezas e com correção de erros em obra. Por isso, são necessárias alternativas que visem a redução dos resíduos em processos construtivos. Essa subcategoria propõe que inicialmente deve-se reduzir a geração de resíduos e depois destinar corretamente aqueles que foram gerados, em menor quantidade (Figura 10)



Figura 10: Critérios de Resíduos.

Fonte: Elaboração própria.

3.3.2.4.1. Iniciativas de projeto que reduzem a geração de resíduos

Diante disso, iniciativas de projeto que empreguem coordenação modular, sistemas industrializados ou pré-fabricados contribuem diretamente para a não geração de resíduos.

3.3.2.4.2. Caracterização dos resíduos

Deve ser feita uma previsão dos resíduos que serão gerados, suas tipologias, classificação conforme Conama n° 307 e n° 431 (Quadro 38), as respectivas estimativas de geração e as formas de destinação (Quadro 39).

Quadro 38: Classificação dos resíduos da construção civil.

Fonte: Adaptado da Resolução Conama n° 307 e n° 431.

| Classes | Integrantes predominantes considerados na composição gravimétrica |
|---------|--|
| A | Resíduos recicláveis, como agregados, tijolos, blocos, telhas, argamassa, concreto, areia e pedra |
| B | Resíduos recicláveis para outras destinações, tais como plásticos, papel, papelão, metais, vidros, madeiras e gesso |
| C | Resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam sua reciclagem ou recuperação |
| D | Resíduos perigosos como tintas, solventes, óleos e amianto (contaminados) |

Quadro 39: Formas de destinação dos resíduos da construção civil.

Fonte: Adaptado da Resolução Conama nº 307 e nº 431.

| Classes | Destinação |
|---------|--|
| A | Deverão ser reutilizados ou reciclados na forma de agregados, ou encaminhados a áreas de aterro de resíduos da construção civil, sendo dispostos de modo a permitir sua utilização ou reciclagem futura. |
| B | Deverão ser reutilizados, reciclados ou encaminhados a áreas de armazenamento temporário, sendo dispostos de modo a permitir sua utilização ou reciclagem futura. |
| C | Deverão ser armazenados, transportados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas. |
| D | Deverão ser armazenados, transportados, reutilizados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas. |

3.3.2.4.3. Espaços destinados para a armazenagem

O projeto do canteiro de obras deve contemplar espaços para armazenamento dos resíduos antes da destinação final.

3.3.2.4.4. Identificação de empresas qualificadas para o recebimento

Deve ser realizado um levantamento das empresas locais que sejam qualificadas para o recebimento dos resíduos, a partir da sua classificação e tipologia.

3.3.2.4.5. Identificação de empresas qualificadas para o transporte

Deve ser realizado um levantamento das empresas locais qualificadas para o transporte dos resíduos.

3.3.3. Energia

No Brasil, a maior parte da geração de energia provém de fontes renováveis, sendo as usinas hidrelétricas responsáveis por 66,6% da matriz energética brasileira, seguido pela biomassa que representa 8,5%, a eólica com 7,6% e a solar com 0,54% (BRASIL, 2019). Porém, tal fato não corrobora para o consumo desenfreado de energia. Em 2001 ocorreu a chamado “crise do apagão” que acarretou em um racionamento de energia no Brasil, resultando na promulgação da Lei nº 10.295, conhecida como Lei da Eficiência Energética, que dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia, com o objetivo de “desenvolver, difundir e estimular a eficiência energética no País” (BRASIL, 2001a).

Mesmo com uma capacidade instalada de 26% do potencial estimado, a parte economicamente viável já foi utilizada devido às resistências oriundas dos impactos ambientais associados à construção de novas hidrelétricas (COSTA, 2018).

3.3.3.1. Eficiência energética

Diante disso, é necessário que os novos edifícios sejam energeticamente eficientes e, para isso, é indispensável que os projetos sejam adequados às condições ambientais do meio onde se insere, aproveitando a iluminação natural e a ventilação natural, diminuindo assim a demanda pelo consumo energético.

No último relatório “*Avaliação do mercado de eficiência energética no Brasil: pesquisa e posse de equipamentos e hábitos de uso*” publicado pela ELETROBRÁS em 2007, a maior parte do consumo energético das residências destina-se geladeiras, chuveiros, lâmpadas e aparelhos de ar condicionado (ELETROBRÁS, 2007). Sendo que este último tende a crescer com o aumento do poder aquisitivo da população e devido a não adequação das edificações ao clima local (LAMBERTS et al., 2014).

Por isso, os critérios dessa subcategoria foram elencados pela ordem em que primeiro diminui a demanda do consumo (de lâmpadas, eletrodomésticos, ar-condicionado e chuveiro elétrico) para depois gerar a própria energia de fonte renovável (Figura 11).

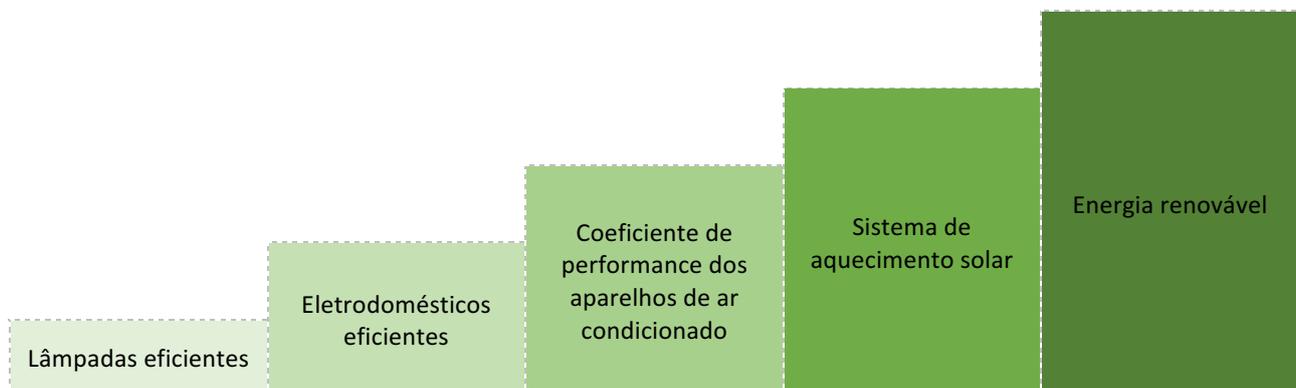


Figura 11: Critérios de Eficiência energética.
Fonte: Elaboração própria.

3.3.3.1.1. Lâmpadas eficientes

O projeto deve especificar em todas as fontes de iluminação artificial com selo PROCEL INMETRO ou com eficiência superior a 75 lm/W, por estas representarem 14% do consumo de energia elétrica nas residências no Brasil (ELETROBRÁS, 2007).

3.3.3.1.2. Eletrodomésticos eficientes

O projeto deve especificar todos os eletrodomésticos que possuam nível "A" da etiqueta PROCEL, ou possuir selo CONPET (para fogões e fornos a gás). Geladeiras e freezers representam um consumo de 27% da energia das residências brasileiras (ELETROBRAS, 2007).

3.3.3.1.3. Coeficiente de performance dos aparelhos de ar condicionado

O coeficiente de performance dos aparelhos de ar condicionado, ou CoP, é a medida da eficiência do aparelho, que, segundo a ASHRAE 90.1 é a razão entre o calor removido do ambiente e a energia consumida pelo sistema. Como estes consomem 20% da energia das habitações no Brasil, é extremamente necessário que sejam o mais eficiente possível (ELETROBRAS, 2007).

Por isso, o projeto deve especificar equipamento de ar condicionado com coeficiente de performance no mínimo nível "B" da etiqueta PROCEL para condicionadores de ar.

3.3.3.1.4. Sistema de aquecimento solar

Um sistema de aquecimento solar é extremamente necessário, pois a incidência solar é abundante em todo o país. Isso é necessário para suprir o consumo de energia destinado ao chuveiro elétrico, que representa 24% do consumo de energia das residências do Brasil (ELETROBRAS, 2007).

Por isso, deve-se projetar um sistema de aquecimento solar de água, para toda a demanda de água quente da habitação. Todos os componentes do sistema devem possuir etiqueta nível "A" do PROCEL.

3.3.3.1.5. Energia renovável

A quantidade de energia que chega na terra vinda do sol é mais que suficiente para suprir toda a demanda do planeta, cerca de 10.000 vezes a mais por ano (MACHADO, MIRANDA, 2014). Aliado a isso, tem-se o aumento da tarifa de energia e as grandes perdas na transmissão via cabos de alta tensão.

Diante disso, a alternativa da própria geração de energia solar se apresenta como uma possibilidade. Ainda é considerado um alto investimento, mas o retorno do investimento é de seis a dez anos, mas a garantia dos módulos fotovoltaicos é de 25 anos (MACHADO, MIRANDA, 2014).

Então, é recomendável projetar um sistema de módulos fotovoltaicos, que comprove com cálculos que atende em totalidade a previsão do consumo energético da habitação.

3.3.4. Água

A água é um recurso renovável essencial à vida, porém é esgotável na medida em que é explorado em uma taxa superior à reposição natural do ciclo hidrológico (GIL, 2009). Isso ocorre devido ao aumento da população, aumento das áreas urbanas, exigindo uma maior quantidade de água do que o planeta é capaz de prover (SACADURA, 2011). No Brasil, apesar da grande disponibilidade de água, notícias de racionamento se tornaram frequentes.

Como o colapso que ocorreu em São Paulo nos anos de 2014 e 2015, em que a seca foi intensa e um dos maiores reservatórios do estado secou. Isso tornou-se fator preocupante em quase todos os estados, que passaram a ter racionamento de água, como em Brasília que durante um ano e meio era feito um rodízio, determinadas regiões ficavam sem água pelo período de 24 horas a cada sete dias.

Além disso, a qualidade da água também é preocupante, pois esgotos de cidades inteiras são direcionados para o curso dos rios, muitas vezes sem tratamento.

3.3.4.1. Eficiência hídrica

Diante de notícias como essas, se torna cada vez mais necessário incorporar medidas de eficiência hídrica, entre elas, a instalação de equipamentos hidrossanitários eficientes, medição do consumo de água (monitorando é possível reduzir o consumo), aproveitamento de águas pluviais e o tratamento das águas residuais (Figura 12).

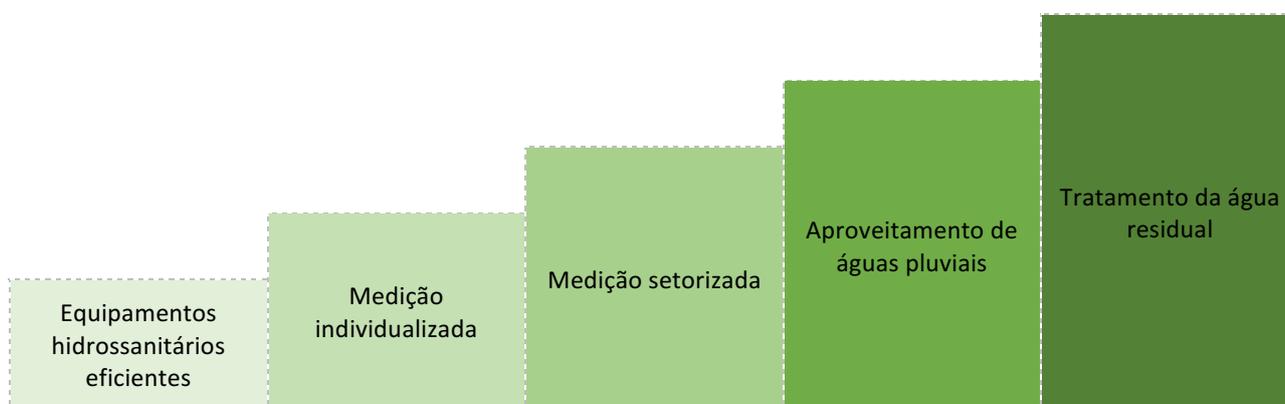


Figura 12: Critérios de Eficiência hídrica.
Fonte: Elaboração própria.

3.3.4.1.1. Equipamentos hidrossanitários eficientes

Diante dos motivos expostos acima, é necessário que os equipamentos hidrossanitários sejam eficientes, como por exemplo: a) todos os vasos sanitários devem possuir válvula de descarga com acionamento seletivo, como “duo-flush”; b) todas as torneiras devem possuir arejadores; e c) todos os chuveiros devem possuir registro regulador de vazão.

3.3.4.1.2. Medição individualizada

Como já é obrigatório, para medir o consumo de água da edificação pela concessionária local, o projeto deve especificar a existência, em local de fácil acesso, de um hidrômetro, para que seja possível monitorar o consumo de água da habitação.

3.3.4.1.3. Medição setorizada

A medição setorizada do consumo de água potável, permite ao usuário saber onde está a maior demanda, monitorar e assim diminuir o consumo onde for possível.

Por isso, é necessário que o projeto especifique a existência de um segundo hidrômetro monitorando o consumo das áreas externas à residência, como área de piscina e churrasqueira.

3.3.4.1.4. Aproveitamento de águas pluviais

As águas pluviais podem ser aproveitadas para usos não potáveis, como máquina de lavar roupa, vaso sanitário, sistemas de irrigação, manutenção da casa em geral, diminuindo assim a demanda por água potável para esses fins.

A eficiência desse sistema é afetada principalmente pelo dimensionamento do reservatório, que deve ser adequado para evitar a operação de forma ociosa ou insuficiente (ROCHA, 2009). Para isso, o projetista deve obter os dados dos índices pluviométricos da região onde o projeto será construído.

De acordo com Sacadura (2011), o retorno para um investimento como esse ainda pode chegar a 60 anos, dependendo da região. Porém, o autor reforça que a crescente falta de água em vários países, o aumento do valor de consumo das concessionárias, torna atrativo a implementação de um sistema de aproveitamento de águas pluviais.

O projeto de alto desempenho deve apresentar a especificação de sistema de aproveitamento de águas pluviais, independente do sistema de abastecimento de água potável,

para coleta, armazenamento, tratamento e distribuição de água não potável. No projeto deve ser apresentado a distribuição da água de aproveitamento pluvial para usos não potáveis (máquina de lavar roupa, vaso sanitário, tanque) manutenção geral e para sistemas de irrigação.

3.3.4.1.5. Tratamento da água residual

O tratamento da água residual da habitação tem como objetivo reduzir o volume de efluente e a consequente contaminação das águas superficiais, remover a carga orgânica e diminuir o consumo de água potável para utilizar águas cinzas claras para fins não potáveis (MARINOSKI, ANDRADE, 2010).

Por isso, o projeto deve apresentar a especificação de sistema de tratamento das águas residuais, como tanque de zonas de raízes para tratar as águas negras (provenientes de vaso sanitário e pia da cozinha) e águas cinzas claras (chuveiro, tanque, máquina de lavar roupa e pia do banheiro). Com isso, as águas negras tratadas são descartadas na rede de esgoto, já as águas cinzas claras podem ser reutilizadas para irrigação de jardim.

3.3.5. Materiais

São muitas as opções de materiais e sistemas construtivos que estão disponíveis no mercado. De acordo com Paes (2008), a produção dos materiais de construção é a fase de maior impacto sobre o meio ambiente, sendo as etapas de extração e beneficiamento que provocam a degradação, além de rejeitos que são lançados. O processo de produção da maioria dos materiais envolve processos térmicos, que libera CO₂, contribuindo assim para as mudanças climáticas (JOHN, 2010).

Por isso, o conhecimento a cerca das características, desempenho e seus impactos é de grande importância, fazendo com que o projetista possa optar pelas melhores soluções e assim alcançar bons níveis de sustentabilidade (MARQUES, 2007).

3.3.5.1. Materiais e processos construtivos

Como forma de selecionar materiais ambientalmente sustentáveis, existe a metodologia de Análise do Ciclo de Vida (ACV), em que é possível saber o real impacto de um material ou produto. Contudo, é um estudo que demanda profissional especializado e ainda possui custo elevado no Brasil. Por isso, a escolha baseada em critérios mais simplificados pode servir como base da busca

pela sustentabilidade nesse atual momento. A partir disso, propõe-se os critérios presentes na Figura 13.

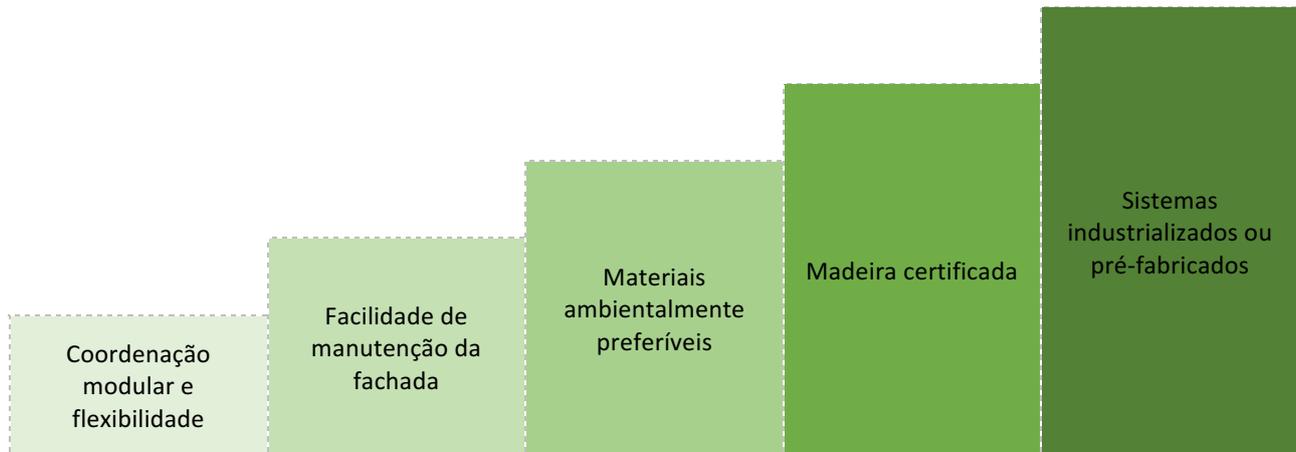


Figura 13: Critérios de Materiais.
Fonte: Elaboração própria.

3.3.5.1.1. Coordenação modular e flexibilidade

As etapas que envolvem uma edificação passa pela construção, uso e demolição e estas demandam elevado uso de materiais, energia e produzem resíduos (ESTEVEES, 2013). A coordenação modular age diretamente na redução dos resíduos, pois atua nos componentes do sistema construtivo, compatibilizando-os de forma integrada. Como é o caso da alvenaria que, ocorrendo a modulação prévia das suas dimensões em planta e em corte em função da dimensão dos componentes, reduz cortes e ajustes durante a execução (BARBOZA et al., 2011).

Além disso, também é necessário que as novas edificações sejam projetadas para permanecerem em utilização por longos períodos (ESTEVEES, 2013). A flexibilidade é uma característica que demonstra a capacidade de permitir diferentes composições físicas (GROAK, 1992). Por isso, projetos que possuem essa característica e fácil adaptação a mudanças futuras garantem o aumento de vida útil da edificação e, a consequente, utilização racional dos recursos (LAMBERTS, TRIANA, 2010; ESTEVEES, 2013).

Deve ser comprovada a modularidade no projeto, utilizando dimensões padronizadas. A flexibilidade do projeto deve ser comprovada apresentando um projeto com as soluções de possíveis ampliações futuras e flexibilidade de uso de pelo menos um ambiente da habitação.

3.3.5.1.2. Facilidade de manutenção da fachada

Deve ser especificado um revestimento de fachada com vida útil esperada superior a 15 anos, como placas cerâmicas, rochas naturais, revestimentos de argamassa, orgânica ou inorgânica, pigmentada, pinturas inorgânicas (à base de cimento) ou texturas acrílicas de espessura média > 1mm.

3.3.5.1.3. Materiais ambientalmente preferíveis

A reutilização de materiais é uma solução que evita a geração de resíduos, além de reduzir as emissões ligadas ao transporte de matéria-prima para produção de novos materiais (SILVA, 2013). Porém, para que seja feito da maneira correta, os materiais de reutilização não devem comprometer a segurança da edificação e seus usuários e devem estar em boas condições de uso (OLIVEIRA, 2009).

De acordo com John et al (2007), a utilização de materiais locais reduz as emissões da queima combustíveis dos transportes, que passam desde a extração da matéria-prima até o local da construção, além de fortalecer as economias locais e proporcionar melhorias sociais nas condições de trabalho.

Outra opção é a utilização de materiais renováveis, que por serem naturais são de rápida renovação e com baixa energia embutida (SILVA, 2013). Conforme a mesma autora apresenta, com o uso desses materiais é gerada uma contribuição para a sustentabilidade da indústria da construção civil e o desenvolvimento de tecnologias adequadas e normatizadas para o uso de materiais, como a cortiça, a palha e o algodão.

Para a utilização de materiais reciclados ou com adição de resíduos, deve haver total atenção ao processo de reciclagem, para que não haja erros ao se utilizar materiais que na verdade possuem altos impactos (SILVA, 2013). De acordo com a mesma autora, sendo realizada de forma correta, a reciclagem reduz a extração de recursos naturais e destina os resíduos para um novo uso.

Levando em consideração o custo total destinado a compra de materiais, deve ser especificado em projeto pelo menos 10% de materiais provenientes de reuso, reciclagem, materiais regionais e/ou materiais de rápida renovação.

3.3.5.1.4. Madeira certificada

A madeira está incluída no critério anterior, de materiais ambientalmente preferíveis, porém para sua utilização é necessário que ela seja de reflorestamento e que possuam certificação. A madeira propicia retenção de CO₂ quando vem de florestas plantadas ou quando a extração é compensada com o plantio de novas árvores (JOHN et al, 2007).

Por isso, deve ser utilizada madeira certificada por selos FSC ou CERFLOR em pelo menos 50% de todas as madeiras utilizadas na obra (temporária e permanente).

3.3.5.1.5. Sistemas industrializados ou pré-fabricados

O processo de industrialização da construção consiste em “produzir edificações substituindo a mão de obra artesanal com máquinas utilizadas por operários especializados em seu manejo, ou máquinas automáticas”, tendo seu foco na mecanização, na automação e na racionalização. Observa-se, portanto, uma aproximação desse conceito com a ideia clássica de industrialização. (DONNELL, 1999).

A industrialização do processo construtivo reduz as incertezas do processo, o prazo da obra e os resíduos, elevando a qualidade e a produtividade (JOHN, 2010; NASCIMENTO, 2018). Além disso, permite melhores soluções de custo versus benefícios, reduzindo o ciclo da construção e seus custos, melhorando a qualidade e potencializando o controle de desempenho ambiental (ABDI, 2015).

Os elementos pré-moldados e pré-fabricados se diferem em seu processo produtivo. De acordo com a norma NBR 9062 (ABNT, 2017), os elementos pré-moldados são produzidos fora do local da obra, em condições menos rigorosas, e inspecionados individualmente ou por lote. Já os elementos pré-fabricados, que também são produzidos fora do canteiro, necessitam de execução em instalação industrial e laboratorial, com equipamentos e mão de obra especializada. Em ambos os casos, o processo de construção é agilizado, pois as peças chegam inteiras no canteiro e são feitas as ligações entre elas, diminuindo assim a geração de resíduos.

Atualmente, a construção no Brasil é feita de modo artesanal, decorrente da industrialização tardia aliada ao atraso tecnológico, a baixa produtividade, junto ao elevado grau de manufatura da indústria da construção. Isto tem contribuído para o fraco desempenho quanto às questões de sustentabilidade ambiental e social, resultando na alta geração de resíduos e de impactos ambientais (NASCIMENTO, 2018).

O que se defende nessa pesquisa é um nível de industrialização mais próximo do ideal, para que questões de sustentabilidade sejam incorporadas, reduzindo os resíduos e otimizando o uso de matéria-prima.

Por tais motivos, o projeto deve apresentar a especificação de algum sistema construtivo industrializado ou pré-fabricado, como: estrutura metálica, estrutura pré-moldada de concreto, vedações de light steel frame, vedações em bloco de concreto pré-moldado, entre outros.

3.3.6. Qualidade ambiental interna

A qualidade ambiental interna é um tema amplo a ser estudado, englobando desde questões de conforto ambiental até a qualidade do ar interno, nesta pesquisa o foco dessa categoria se concentrou no conforto ambiental, que

“...pode ser entendido como um conjunto de condições ambientais que permitem ao ser humano sentir bem estar térmico, visual, acústico e antropométrico, além de garantir a qualidade do ar e o conforto olfativo” (LAMBERTS et al, 2014).

Diante disso, nessa categoria será abordado: i) desempenho e conforto térmico; ii) desempenho lumínico e conforto visual; e iii) desempenho e conforto acústico.

3.3.6.1. Desempenho e conforto térmico

De acordo com a ASHRAE (2005), o conforto térmico é um estado que reflete a satisfação da pessoa com o ambiente térmico ao qual está envolvida. Diante disso,

“Diferentes condições climáticas exigem respostas ou estratégias de projeto diferentes para lograr a melhoria do conforto humano. Para o desenvolvimento do projeto, devem ser consideradas as características climáticas do local, levando-se em conta ventos, temperatura, umidade, orientação solar, disponibilidade de iluminação natural e as necessidades de resposta ao clima em relação à perda ou ao ganho de calor solar nas diferentes épocas do ano ou durante o ano todo, conforme a latitude. Como resposta a estas características, deve-se projetar a forma, a orientação da edificação, o dimensionamento das aberturas, as proteções solares, o uso de cores e a eleição dos materiais a serem usados para proporcionar maior conforto térmico aos usuários com menor consumo de energia” (LAMBERTS, TRIANA, 2010).

Diante disso, a Figura 14 apresenta os critérios presentes nessa subcategoria.

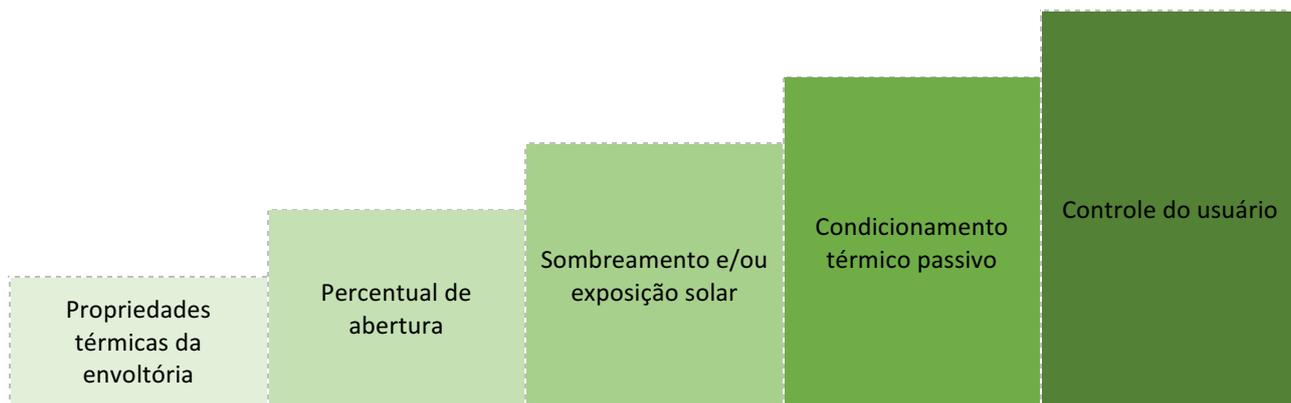


Figura 14: Critérios de Desempenho e conforto térmico.
Fonte: Elaboração própria.

3.3.6.1.1. Propriedades térmicas da envoltória

A definição dos materiais impacta diretamente no ganho de calor do edifício pela envoltória. Por isso, para cada Zona Bioclimática o projeto deve atender aos parâmetros estabelecidos nos documentos da NBR 15220-3 (ABNT, 2005), ABNT NBR 15575-4 (ABNT, 2005), ABNT NBR 15575-5 (ABNT, 2013) e RTQ-R (BRASIL, 2012). As variáveis dos materiais presentes nesses documentos são: absorvância solar, transmitância térmica e capacidade térmica, conforme Quadro 40. O catálogo das propriedades térmicas de paredes, coberturas e vidros se encontra no Anexo II do documento da ferramenta.

Quadro 40: Pré-requisitos de absorvância solar, transmitância térmica e capacidade térmica para as diferentes Zonas Bioclimáticas.

Fonte: Adaptado do RTQ-R, ABNT NBR 15575-4, ABNT NBR 15575-5.

| Zona Bioclimática | Componente | Absorvância solar (adimensional) | Transmitância térmica (W/(m ² K)) | Capacidade térmica (kJ/(m ² K)) |
|-------------------|------------|----------------------------------|--|--|
| ZB1 e ZB2 | Parede | Sem exigência | $U \leq 2,50$ | $CT \geq 130$ |
| | Cobertura | Sem exigência | $U \leq 2,30$ | Sem exigência |
| ZB3 a ZB6 | Parede | $\alpha \leq 0,6$ | $U \leq 3,70$ | $CT \geq 130$ |
| | | $\alpha > 0,6$ | $U \leq 2,50$ | $CT \geq 130$ |
| | Cobertura | $\alpha \leq 0,6$ | $U \leq 2,30$ | Sem exigência |
| | | $\alpha > 0,6$ | $U \leq 1,50$ | Sem exigência |
| ZB 7 | Parede | $\alpha \leq 0,6$ | $U \leq 3,70$ | $CT \geq 130$ |
| | | $\alpha > 0,6$ | $U \leq 2,50$ | $CT \geq 130$ |
| | Cobertura | $\alpha \leq 0,4$ | $U \leq 2,30$ | Sem exigência |
| | | $\alpha > 0,4$ | $U \leq 1,50$ | Sem exigência |
| ZB 8 | Parede | $\alpha \leq 0,6$ | $U \leq 3,70$ | Sem exigência |
| | | $\alpha > 0,6$ | $U \leq 2,50$ | Sem exigência |
| | Cobertura | $\alpha \leq 0,4$ | $U \leq 2,30$ | Sem exigência |
| | | $\alpha > 0,4$ | $U \leq 1,50$ | Sem exigência |

3.3.6.1.2. Percentual de abertura

A ventilação é um tipo de condicionamento térmico passivo e atua como adequação bioclimática do projeto. Como forma de utilizá-la na edificação devem ser consideradas as velocidades e a frequência predominantes dos ventos por estação/mês (LAMBERTS, TRIANA, 2010).

Além do posicionamento adequado das janelas, o projeto também deve atender ao percentual de abertura para ventilação indicado para cada Zona Bioclimática estabelecido na NBR 15575-4 (ABNT, 2013) e no RTQ-R (BRASIL, 2012), conforme Quadro 41. A tabela com os descontos percentuais de modelos de esquadrias se encontra no Anexo III do documento da ferramenta.

Quadro 41: Percentual de áreas mínimas para ventilação em relação à área útil do ambiente.

Fonte: Adaptado do RTQ-R, ABNT NBR 15575-4.

| Ambiente | Percentual de abertura para ventilação em relação à área de piso (A) | | |
|-------------------------------------|--|--------|---------|
| | ZB 1 a 6 | ZB 7 | ZB 8 |
| Ambientes de permanência prolongada | A ≥ 8% | A ≥ 5% | A ≥ 10% |

Nota: Nas ZB 1 a 7 e nas cidades que possuam médias mensais das temperaturas mínimas abaixo de 20°C, as aberturas para ventilação devem ser passíveis de fechamento durante o período de frio (excetuam-se as áreas de ventilação de segurança como as relativas às instalações de gás).

3.3.6.1.3. Sombreamento e/ou exposição solar

O estudo da insolação local é outra forma de adequação bioclimática, para isso é importante considerar a carta solar local, para visualizar a disponibilidade de sol e propor a implantação conforme as necessidades. A NBR 15220-3 (ABNT, 2005) traz a informação da necessidade de permitir sol ou de sombrear as aberturas. Por isso, o projeto deve atender a este critério, conforme Quadro 42.

Quadro 42: Sombreamento das aberturas.

Fonte: Adaptado da ABNT NBR 15220-3.

| Zonas Bioclimáticas 1, 2 e 3 | Zonas bioclimáticas 4 a 8 |
|------------------------------|---------------------------|
| Permitir sol durante inverno | Sombrear aberturas |

3.3.6.1.4. Condicionamento térmico passivo

Cada zona bioclimática brasileira tem estratégias de condicionamento térmico passivo mais adequadas. Com isso, esse critério visa estabelecer a adequação em cada zona, conforme a NBR 15220-3 (ABNT, 2005). Para isso, o projeto deve atender às estratégias de condicionamento térmico passivo expostas na norma, de acordo com a Zona Bioclimática (Quadro 43).

Quadro 43: Estratégias de condicionamento térmico passivo.

Fonte: Adaptado da ABNT NBR 15220-3.

| Zonas Bioclimáticas | Estação | Estratégias de condicionamento térmico passivo |
|---------------------|---------|---|
| ZB 1 | Inverno | Aquecimento solar da edificação Vedações internas pesadas (inércia térmica) |
| ZB 2 | Verão | Ventilação cruzada |
| | Inverno | Aquecimento solar da edificação Vedações internas pesadas (inércia térmica) |
| ZB 3 | Verão | Ventilação cruzada |
| | Inverno | Aquecimento solar da edificação Vedações internas pesadas (inércia térmica) |
| ZB 4 | Verão | Resfriamento evaporativo e massa térmica para resfriamento Ventilação seletiva (nos períodos quentes em que a temperatura interna seja superior à externa) |
| | Inverno | Aquecimento solar da edificação Vedações internas pesadas (inércia térmica) |
| ZB 5 | Verão | Ventilação cruzada |
| | Inverno | Vedações internas pesadas (inércia térmica) |
| ZB 6 | Verão | Resfriamento evaporativo e massa térmica para resfriamento Ventilação seletiva (nos períodos quentes em que a temperatura interna seja superior à externa) |
| | Inverno | Vedações internas pesadas (inércia térmica) |
| ZB 7 | Verão | Resfriamento evaporativo e massa térmica para resfriamento Ventilação seletiva (nos períodos quentes em que a temperatura interna seja superior à externa) |
| ZB 8 | Verão | Ventilação cruzada permanente |

3.3.6.1.5. Controle do usuário

De acordo com Gonçalves (2015), quando ocorre uma maior interação dos usuários sobre as próprias condições de conforto, o resultado é uma maior satisfação e também economia de energia. Assim, edifícios de menor impacto ambiental necessitam de um envolvimento mais proativo entre seus ocupantes e o edifício, gerando soluções com técnicas passivas e quando necessárias, ativas (MONTEIRO, 2015).

O projeto deve permitir que o usuário tenha controle das condições térmicas do ambiente, como: abrir uma janela para ventilar, acionar o sistema de ventilação mecânica ou acionar o sistema de condicionamento térmico artificial.

3.3.6.2. Desempenho lumínico e conforto visual

“Conforto visual é entendido com a existência de um conjunto de condições, num determinado ambiente, no qual o ser humano pode desenvolver suas tarefas visuais com o máximo de acuidade e precisão visual, com o menor esforço, com menor risco de prejuízos à visa e com reduzidos riscos de acidentes” (LAMBERTS et al, 2014).

De acordo com os mesmos autores, a boa iluminação é aquela que tem direcionamento adequado, intensidade suficiente sobre o local de trabalho, além de proporcionar boa definição de cores e sem ofuscamento. O conforto visual pode ser obtido com iluminação natural ou artificial. No entanto, no atual contexto das edificações de baixo consumo energético e maior qualidade ambiental, o aproveitamento da iluminação natural se faz extremamente necessário (AMORIM, 2007).

Além disso, o ser humano necessita de conexão com o ciclo diário de claro e escuro, das modificações naturais ao longo do dia, pois a luz natural é fonte de ativação de diversas funções fisiológicas do ser humano e de controle do relógio biológico (MARTAU, 2009; LAMBERTS, TRIANA, 2010; FIGUEIRÓ, 2010). A luz natural pode ser aproveitada em duas direções nos projetos: pelos lados e por cima. O seu desempenho depende diretamente do projeto, que deve considerar também as influências de edificações vizinhas (LAMBERTS, TRIANA, 2010).

Os critérios propostos para essa subcategoria estão apresentados na Figura 15.

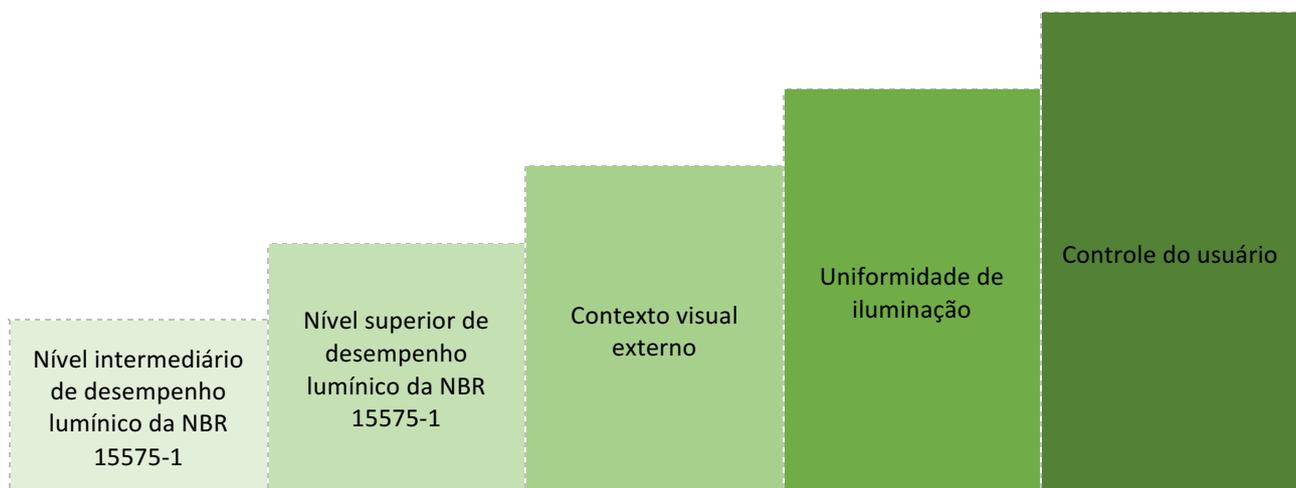


Figura 15: Critérios de Desempenho lumínico e conforto visual.
Fonte: Elaboração própria.

3.3.6.2.1. Nível intermediário de desempenho lumínico da NBR 15575-1

A única forma de comprovar atendimento ao desempenho lumínico na etapa de projeto, seguindo as orientações da NBR 15575-1 (ABNT, 2005), é por meio da simulação. Portanto, os dois primeiros critérios para atendimento nesta subcategoria referem-se ao seu atendimento. Como deve ser feito um avanço no sentido de melhorar a qualidade ambiental dos projetos arquitetônicos, o mínimo para esta subcategoria é o atendimento ao nível intermediário.

Assim, o projeto deve atender ao nível intermediário dos requisitos de desempenho lumínico estabelecidos na ABNT NBR 15575-1, para iluminação natural (Quadro 41) e para iluminação artificial (Quadro 42).

3.3.6.2.2. Nível superior de desempenho lumínico da NBR 15575-1

O segundo critério refere-se ao atendimento do nível superior dos requisitos de desempenho lumínico estabelecidos na ABNT NBR 15575-1 (ABNT, 2005), para iluminação natural (Quadro 44) e para iluminação artificial (Quadro 45).

Quadro 44: Níveis de iluminamento natural.

Fonte: Adaptado da ABNT NBR 15575-1.

| Dependência | Iluminamento geral para os níveis de desempenho (lux) | | |
|---|---|------|-------|
| | M | I | S |
| Sala de estar, dormitório, copa/cozinha e área de serviço | ≥ 60 | ≥ 90 | ≥ 120 |
| Banheiro, corredor ou escada interna à unidade, corredor de uso comum (prédios), escadaria de uso comum (prédios), garagens/estacionamentos | Não requerido | ≥ 30 | ≥ 45 |

Quadro 45: Níveis de iluminamento geral para iluminação artificial.

Fonte: Adaptado da ABNT NBR 15575-1.

| Dependência | Iluminamento geral para os níveis de desempenho (lux) | | |
|--|---|-------|-------|
| | M | I | S |
| Sala de estar, dormitório, banheiro, área de serviço, garagens/estacionamentos internos e cobertos | ≥ 100 | ≥ 150 | ≥ 200 |
| Copa/cozinha | ≥ 200 | ≥ 300 | ≥ 400 |
| Corredor ou escada interna à unidade, corredor de uso comum (prédios) | ≥ 100 | ≥ 150 | ≥ 200 |
| Garagens/estacionamentos descobertos | ≥ 20 | ≥ 30 | ≥ 40 |

Nota 1: Para os edifícios multiplico, são permitidos, para as dependências situadas no pavimento térreo ou em pavimentos abaixo da cota da rua, níveis de iluminância ligeiramente inferiores aos valores especificados nesta Tabela (diferença máxima de 20% em qualquer dependência).

Nota 2: Os critérios desta Tabela não de aplicam às áreas confinadas ou que não tenham iluminação natural.

Nota 3: Deve-se verificar e atender às condições mínimas requeridas pela legislação local.

3.3.6.2.3. Contexto visual externo

As janelas contribuem com o desempenho e o conforto visual, além de ser um atrativo para os usuários que preferem aproveitar a vista exterior do céu, vegetação e água (FERNANDES, 2016).

Por isso, o projeto de alto desempenho deve apresentar um estudo de análise do entorno, apresentando possíveis restrições e especificidades locais (ex.: muro, talude, vizinhança...) para assim justificar a posição das aberturas para o exterior.

3.3.6.2.4. Uniformidade da iluminação

A uniformidade da iluminação é muito importante para que as sombras e os contrastes sejam evitados, pois estes prejudicam o desempenho visual (PROCEL, 2011). Por isso, o projeto de alto desempenho deve garantir a uniformidade da iluminação nas áreas de tarefa e seu entorno imediato (0,5m de largura ao redor da área de tarefa dentro do campo de visão).

A uniformidade é medida pela razão entre a iluminância mínima e a iluminância média. O resultado não pode ser inferior a 0,7 na área de tarefa e no entorno imediato não pode ser inferior a 0,5. (ABNT, 2013b).

$$U_0 = \frac{E_{\min}}{E_{\text{med}}}$$

3.3.6.2.5. Controle do usuário

A interação do usuário com as próprias condições de iluminação garante melhores condições de conforto (GOLÇALVES, 2015). Por isso, esse critério estipula que o usuário possa alterar os níveis de iluminação do ambiente, controlando brises, venezianas, cortinas ou qualquer outro elemento de sombreamento e também permitindo escurecimento total do ambiente.

3.3.6.3. Desempenho e conforto acústico

O conforto acústico é uma qualidade do ambiente interno que depende da função da edificação. E essa qualidade pode ser obtida de duas formas: por meio de correções acústicas no ambiente, para que os sons sejam compreendidos de forma adequada; ou pelo isolamento sonoro que evita a passagem do som para outro ambiente (ANDRADE, 2009).

Muito se fala em desconforto acústico, pois é mais perceptível quando os usuários se encontram em situação de desconforto e, por isso, é exigido tanto em locais de trabalho quanto em moradias, que os ambientes estejam acusticamente confortáveis (NETO, BERTOLI, 2008).

A aceitabilidade de um determinado tipo de ruído depende da atividade que será desempenhada na edificação, o nível de concentração, a idade e outros parâmetros (DURANTE,

2012). De acordo com a mesma autora, os ruídos intensos e permanentes podem causar diversos problemas aqueles que estão expostos, como alteração de humor, de concentração e inclusive no metabolismo e perda auditiva.

Diante da necessidade de desenvolver projetos que atendam a parâmetros de conforto acústico, os critérios propostos estão apresentados no na Figura 16.



Figura 16: Critérios de Desempenho e conforto acústico.

Fonte: Elaboração própria.

3.3.6.3.1. Estudo do ruído da vizinhança

O mínimo para atender a esta subcategoria é realizar o estudo de ruído da vizinhança, em que é possível classificar o local onde o projeto será inserido. O objetivo desse critério é gerar um mapa acústico e encontrar a classe de ruído, conforme ABNT NBR 15575-4 (Quadro 46).

O mapa acústico é a informação gráfica da distribuição dos níveis de ruído, sobre uma determinada área. Com ele é possível identificar o nível de ruído percebido nos edifícios com o objetivo de desenvolver estratégias de controle do mesmo (CORTÊS, NIEMEYER, 2014).

Quadro 46: Valores mínimos da diferença padronizada de nível ponderada, $D_{2m,nT,w}$, da vedação externa de dormitório.

Fonte: Adaptado da ABNT NBR 15575-4.

| Classe de ruído | Localização da habitação | $D_{2m,nT,w}$ (dB) |
|-----------------|---|--------------------|
| I | Habitação localizada distante de fontes de ruído intenso de quaisquer naturezas. | ≥ 20 |
| II | Habitação localizada em áreas sujeitas a situações de ruído não enquadráveis nas classes I e III | ≥ 25 |
| III | Habitação sujeita a ruído intenso de meios de transporte e de outras naturezas, desde que conforme legislação | ≥ 30 |

Nota 1: Para vedação externa de salas, cozinhas, lavanderias e banheiros, não há exigências específicas.

Nota 2: Em regiões de aeroportos, estádios, locais de eventos esportivos, rodovias e ferrovias há necessidade de estudos específicos.

3.3.6.3.2. Aproveitamento de elementos pré-existentes como barreira

Com esse estudo, é possível verificar elementos pré-existentes do entorno que podem servir de barreira acústica, atenuando o ruído que chegará na edificação.

3.3.6.3.3. Zoneamento da habitação

Com o mapa acústico é possível obter soluções arquitetônicas mais eficientes, sem partir apenas para a questão dos materiais das fachadas (CORTÊS, NIEMEYER, 2014). Como é o caso da setorização interna da edificação, que pode ser justificada pelo estudo do mapa acústico, posicionando alguns ambientes para protegê-los de determinados ruídos.

3.3.6.3.4. Tratamento dos fechamentos opacos

Com os outros critérios atendidos, a especificação da composição dos fechamentos opacos deve ser de acordo com a necessidade apresentada no mapa acústico. Além disso, durante a obra deve-se prestar atenção na correta execução dos fechamentos, juntas mal executadas e frestas podem fazer com que ruídos adentrem mais facilmente.

3.3.6.3.5. Tratamento dos fechamentos translúcidos

A especificação dos fechamentos translúcidos também deve atender ao que for apresentado pelo mapa acústico. Janelas mal vedadas podem também servir de caminho para os ruídos entrarem no ambiente.

4. RESULTADOS

A ferramenta foi aplicada inicialmente em apenas um escritório, para teste e ajustes, considerando possíveis erros ou inadequações à realidade dos escritórios. Posteriormente, foi realizada a aplicação em mais três escritórios, totalizando quatro aplicações.

Cada escritório recebeu por e-mail um arquivo em .pdf com a descrição das categorias, subcategorias e critérios da ferramenta. Além de um arquivo em .excel com uma planilha em que eles poderiam preencher as lacunas do atendimento ao critério, registrando se o projeto que eles estavam avaliando atendia ou não aquele critério; o nível de aplicabilidade no critério, se era fácil, difícil ou impossível; o motivo do não atendimento ao critério e; observações caso julgasse necessário.

4.1. Escritório A

O escritório A está localizado na cidade de Cuiabá, Mato Grosso e é composto por três arquitetos e tem uma média de 34 projetos desenvolvidos e em desenvolvimento. Este foi o escritório que fez a primeira aplicação da ferramenta, resultando em uma modificação apenas no critério de processo de projeto integrado. Originalmente esse critério somente requiritava como comprovação relatórios com fotos das reuniões de equipe com listas de presença, após a aplicação teste foi inserido também evidências da compatibilização das informações entre as equipes e a utilização de software BIM. O projeto identificado por eles para aplicar a ferramenta é uma construção residencial que busca uma certificação ambiental, por isso, alguns critérios foram atendidos com mais facilidade.

4.1.1. Gestão

Na subcategoria “Concepção e processo de projeto”, os critérios “Análise das condicionantes climáticas do local”, “Planejamento otimizado e transparente” e “Análise inicial das inter-relações entre os sistemas” foram atendidos e apontados como de fácil aplicabilidade pois já estão inseridos no processo de projeto deste escritório.

Já o critério “Inserção de aspectos de sustentabilidade” foi apontado como de difícil aplicabilidade pois, mesmo com o seu atendimento, esse critério acarreta em um alto custo para execução do projeto a instalação de soluções consideradas sustentáveis. O critério “Processo de projeto integrado” não foi atendido porque não foram feitos relatórios das reuniões, mesmo tendo

sido realizadas as reuniões com toda a equipe de projeto. O quadro 47 apresenta um resumo dessa categoria.

Quadro 47: Resultado da aplicação da ferramenta no escritório A categoria Gestão.

Fonte: Elaboração própria.

| Subcategoria | Critério | Atendimento | Aplicabilidade |
|---------------------------------|--|-------------|----------------|
| Concepção e processo de projeto | Análise das condicionantes climáticas do local | SIM | FÁCIL |
| | Planejamento otimizado e transparente | SIM | FÁCIL |
| | Análise inicial das inter-relações entre os sistemas | SIM | FÁCIL |
| | Inserção de aspectos de sustentabilidade | SIM | DIFÍCIL |
| | Processo de projeto integrado | NÃO | FÁCIL |

4.1.2. Ambiente

Na subcategoria “Seleção do terreno”, o critério “Largura da calçada” foi atendido e apontado como de fácil aplicabilidade, porém existem terrenos na cidade de Cuiabá que, por estarem localizados no centro histórico da cidade e praticamente inexistirem calçadas, seria impossível seu atendimento. O critério “Proximidade a transporte público” foi atendido, já os critérios “Proximidade a praças e parques de vizinhança” e “Proximidade a posto de saúde” não foram atendidos, porém todos foram apontados como difíceis de serem atendidos, pois neste projeto e na maioria dos projetos que chegam para este escritório, o cliente já chega com o terreno definido e, por isso, o arquiteto não participa dessa definição. Por esta mesma razão, o critério “Construção em terreno já desenvolvido” foi atendido mas também foi apontado como de difícil aplicabilidade.

Na subcategoria “Controle e gerenciamento de águas pluviais”, os critérios “5% a mais de área permeável”, “10% a mais de área permeável” e “Jardins de chuva” foram atendidos e apontados como de fácil aplicabilidade, por ser algo que o cliente desse projeto buscou. O critério “Aproveitamento de águas pluviais” foi atendido em razão da demanda do cliente, porém foi apontado como difícil de ser aplicado, devido ao alto custo das suas instalações. O critério “Cobertura verde” não foi atendido, pois nesse projeto o cliente não achou que seria viável devido ao peso da estrutura e as constantes manutenções. Além disso, o escritório apontou que esse critério é difícil de ser atendido devido ao alto custo de instalação.

Na subcategoria “Paisagismo e biodiversidade no terreno”, os critérios “Não utilizar plantas invasoras” e “Vegetação nativa do local/bioma regional” foram atendidos e considerados de fácil aplicação, pois o projeto está sendo desenvolvido para ser mais sustentável e esses critérios correspondem às estratégias seguidas. Os critérios “Paisagismo como estratégia bioclimática” e “Paisagismo produtivo” foram atendidos apontados como de fácil aplicabilidade, pois o escritório já

utiliza essas estratégias nos projetos desenvolvidos por ele. O critério “Plano de gestão da paisagem e do habitat local” não foi atendido e foi considerado como fácil e ao mesmo tempo difícil de ser aplicado, pois mesmo sendo relativamente fácil desenvolver o plano, a maioria dos terrenos já chega totalmente limpo, como é o caso dos terrenos localizados dentro de condomínios.

Na subcategoria “Resíduos” os critérios “Iniciativas de projeto que reduzem a geração de resíduos”, “Caracterização dos resíduos”, “Espaços destinados para a armazenagem”, “Identificação de empresas qualificadas para o recebimento” e “Identificação de empresas qualificadas para o transporte” foram atendidos e considerados de fácil aplicabilidade. No quadro 48 está apresentado um resumo dessa categoria.

Quadro 48: Resultado da aplicação da ferramenta no escritório A categoria Ambiente.
Fonte: Elaboração própria.

| Subcategoria | Critério | Atendimento | Aplicabilidade |
|--|---|-------------|----------------|
| Seleção do terreno | Largura da calçada | SIM | FÁCIL |
| | Proximidade a transporte público | SIM | DIFÍCIL |
| | Proximidade a praças e parques de vizinhança | NÃO | DIFÍCIL |
| | Proximidade a posto de saúde | NÃO | DIFÍCIL |
| | Construção em terreno já desenvolvido | SIM | DIFÍCIL |
| Controle e gerenciamento de águas pluviais | 5% a mais de área permeável | SIM | FÁCIL |
| | 10% a mais de área permeável | SIM | FÁCIL |
| | Jardins de chuva | SIM | FÁCIL |
| | Aproveitamento de águas pluviais | SIM | DIFÍCIL |
| | Cobertura verde | NÃO | DIFÍCIL |
| Paisagismo e biodiversidade no terreno | Não utilizar plantas invasoras | SIM | FÁCIL |
| | Vegetação nativa do local/bioma regional | SIM | FÁCIL |
| | Paisagismo como estratégia bioclimática | SIM | FÁCIL |
| | Paisagismo produtivo | SIM | FÁCIL |
| | Plano de gestão da paisagem e do habitat local | NÃO | FÁCIL/DIFÍCIL |
| Resíduos | Iniciativas de projeto que reduzem a geração de resíduos | SIM | FÁCIL |
| | Caracterização dos resíduos | SIM | FÁCIL |
| | Espaços destinados para a armazenagem | SIM | FÁCIL |
| | Identificação de empresas qualificadas para o recebimento | SIM | FÁCIL |
| | Identificação de empresas qualificadas para o transporte | SIM | FÁCIL |

4.1.3. Energia

Na subcategoria “Eficiência energética”, os critérios “Lâmpadas eficientes”, “Eletrodomésticos eficientes” e “Coeficiente de performance dos aparelhos de ar condicionado” foram atendidos e considerados de fácil aplicabilidade, visto que é apenas a especificação desses equipamentos e a compra pelos clientes. Já os critérios “Sistema de aquecimento solar” e “Energia renovável” foram atendidos, mas considerados difíceis de serem aplicados, devido ao alto custo das instalações, contudo foram atendidos mesmo assim, pois foi uma demanda do cliente. O quadro 49 apresenta um resumo dessa categoria.

Quadro 49: Resultado da aplicação da ferramenta no escritório A categoria Energia.

Fonte: Elaboração própria.

| Subcategoria | Critério | Atendimento | Aplicabilidade |
|-----------------------|---|-------------|----------------|
| Eficiência energética | Lâmpadas eficientes | SIM | FÁCIL |
| | Eletrodomésticos eficientes | SIM | FÁCIL |
| | Coeficiente de performance dos aparelhos de ar condicionado | SIM | FÁCIL |
| | Sistema de aquecimento solar | SIM | DIFÍCIL |
| | Energia renovável | SIM | DIFÍCIL |

4.1.4. Água

Na subcategoria “Eficiência hídrica”, os critérios “Equipamento hidrossanitário eficientes”, “Aproveitamento de águas pluviais” e “Tratamento da água residual” foram considerados de difícil aplicabilidade em razão do alto custo de instalação. No entanto, foram atendidos devido a demanda do cliente. Já os critérios “Medição individualizada” e “Medição setorizada” foram atendidos e considerados de fácil aplicabilidade, já que podem ser resolvidos facilmente durante o desenvolvimento de projeto. O quadro 50 apresenta um resumo dessa categoria.

Quadro 50: Resultado da aplicação da ferramenta no escritório A categoria Água.

Fonte: Elaboração própria.

| Subcategoria | Critério | Atendimento | Aplicabilidade |
|--------------------|--|-------------|----------------|
| Eficiência hídrica | Equipamentos hidrossanitários eficientes | SIM | DIFÍCIL |
| | Medição individualizada | SIM | FÁCIL |
| | Medição setorizada | SIM | FÁCIL |
| | Aproveitamento de águas pluviais | SIM | DIFÍCIL |
| | Tratamento da água residual | SIM | DIFÍCIL |

4.1.5. Materiais

Na subcategoria “Materiais e processos construtivos”, o critério “Coordenação modular e flexibilidade” não foi atendido e considerado de fácil aplicabilidade, porque não foi uma demanda do cliente e nem do sistema construtivo, mas o escritório enxerga como algo fácil a ser feito durante o desenvolvimento de projeto. Os critérios “Facilidade de manutenção da fachada”, “Materiais ambientalmente preferíveis” e “Sistemas industrializados ou pré-fabricados” foram atendidos e considerados de fácil aplicabilidade. Já o critério “Madeira certificada” foi atendido, mas considerado de difícil aplicabilidade devido ao alto custo para a compra do material. O resumo dessa categoria está apresentado no quadro 51.

Quadro 51: Resultado da aplicação da ferramenta no escritório A categoria Materiais.

Fonte: Elaboração própria.

| Subcategoria | Critério | Atendimento | Aplicabilidade |
|------------------------------------|---|-------------|----------------|
| Materiais e processos construtivos | Coordenação modular e flexibilidade | NÃO | FÁCIL |
| | Facilidade de manutenção da fachada | SIM | FÁCIL |
| | Materiais ambientalmente preferíveis | SIM | FÁCIL |
| | Madeira certificada | SIM | DIFÍCIL |
| | Sistemas industrializados ou pré-fabricados | SIM | FÁCIL |

4.1.6. Qualidade ambiental interna

Na subcategoria “Desempenho e conforto térmico”, os critérios “Propriedades térmicas da envoltória”, “Percentual de abertura”, “Sombreamento e/ou exposição solar” e “Condicionamento térmico passivo” foram atendidos, mas considerados de difícil aplicabilidade, pois deve ser comprovado o atendimento à norma. O critério “Controle do usuário” foi atendido e considerado de fácil aplicabilidade, visto que é durante o processo de projeto que isso será determinado.

Na subcategoria “Desempenho lumínico e conforto visual”, os critérios “Nível intermediário de desempenho lumínico da NBR 15575-1”, “Nível superior de desempenho lumínico da NBR 15575-1” e “Uniformidade de iluminação” foram atendidos, mas considerados de difícil aplicabilidade, porque para os dois primeiros deve ser atendida a norma de desempenho e para o último comprovar atendimento à fórmula. Para atender a norma, é necessário realizar simulações em software específico de iluminação, que, na maioria dos casos, não é ensinado durante a graduação e somente quem tem interesse busca treinamento posterior. Os critérios “Contexto visual externo” e “Controle do usuário” foram atendidos e considerados de fácil aplicabilidade.

Na subcategoria “Desempenho e conforto acústico”, os critérios “Estudo do ruído da vizinhança”, “Aproveitamento de elementos pré-existentes como barreira”, “Zoneamento da habitação”, “Tratamento dos fechamentos opacos” e “Tratamento dos fechamentos translúcidos” foram atendidos, mas considerados de difícil aplicabilidade, porque para realizar o estudo do ruído da vizinhança é necessária uma consultoria específica e que envolve um alto custo, inviabilizando o atendimento aos demais critérios. O quadro 52 apresenta um resumo dessa categoria.

Quadro 52: Resultado da aplicação da ferramenta no escritório A categoria Qualidade ambiental interna.

Fonte: Elaboração própria.

| Subcategoria | Critério | Atendimento | Aplicabilidade |
|-------------------------------|-------------------------------------|-------------|----------------|
| Desempenho e conforto térmico | Propriedades térmicas da envoltória | SIM | DIFÍCIL |
| | Percentual de abertura | SIM | DIFÍCIL |
| | Sombreamento e/ou exposição solar | SIM | DIFÍCIL |
| | Condicionamento térmico passivo | SIM | DIFÍCIL |
| | Controle do usuário | SIM | FÁCIL |

Continuação quadro 52: Resultado da aplicação da ferramenta no escritório A categoria Qualidade ambiental interna.

Fonte: Elaboração própria.

| Subcategoria | Critério | Atendimento | Aplicabilidade |
|---------------------------------------|---|-------------|----------------|
| Desempenho lumínico e conforto visual | Nível intermediário de desempenho lumínico da NBR 15575-1 | SIM | DIFÍCIL |
| | Nível superior de desempenho lumínico da NBR 15575-1 | SIM | DIFÍCIL |
| | Contexto visual externo | SIM | FÁCIL |
| | Uniformidade de iluminação | SIM | DIFÍCIL |
| | Controle do usuário | SIM | FÁCIL |
| Desempenho e conforto acústico | Estudo do ruído da vizinhança | SIM | DIFÍCIL |
| | Aproveitamento de elementos pré-existentes como barreira | SIM | DIFÍCIL |
| | Zoneamento da habitação | SIM | DIFÍCIL |
| | Tratamento dos fechamentos opacos | SIM | DIFÍCIL |
| | Tratamento dos fechamentos translúcidos | SIM | DIFÍCIL |

4.2. Escritório B

O escritório B está localizado na cidade de Cuiabá, Mato Grosso e é composto por três arquitetos e tem uma média de dois a três projetos desenvolvidos por mês.

4.2.1. Gestão

Na subcategoria “Concepção e processo de projeto”, o critério “Análise das condicionantes climáticas do local” foi atendido e considerado de fácil aplicação, pois há acesso à informação necessária em sites de pesquisa e geolocalização. O critério “Planejamento otimizado e transparente” também foi atendido e considerado de fácil aplicabilidade, pois o escritório possui seus processos otimizados com organogramas. O critério “Análise inicial das inter-relações entre os sistemas” foi atendido, mas considerado de difícil aplicabilidade, porque a definição das equipes dos projetos complementares ocorre após a definição do projeto de arquitetura. O critério “Inserção de aspectos de sustentabilidade” foi atendido e considerado de fácil aplicação, porém o escritório apontou que o cliente enxerga essa possibilidade como um gasto e não como investimento. O critério “Processo de projeto integrado” foi atendido, mas considerado de difícil aplicabilidade, pois, de acordo com o escritório, o mercado ainda está em fase adoção da tecnologia BIM e os prazos são sempre muito curtos. O quadro 53 apresenta um resumo dessa categoria.

Quadro 53: Resultado da aplicação da ferramenta no escritório B categoria Gestão.

Fonte: Elaboração própria.

| Subcategoria | Critério | Atendimento | Aplicabilidade |
|---------------------------------|--|-------------|----------------|
| Concepção e processo de projeto | Análise das condicionantes climáticas do local | SIM | FÁCIL |
| | Planejamento otimizado e transparente | SIM | FÁCIL |
| | Análise inicial das inter-relações entre os sistemas | SIM | DIFÍCIL |
| | Inserção de aspectos de sustentabilidade | SIM | FÁCIL |
| | Processo de projeto integrado | SIM | DIFÍCIL |

4.2.2. Ambiente

Na subcategoria “Seleção do terreno”, o critério “Largura da calçada” foi atendido e considerado de fácil aplicabilidade no caso de construções localizadas em novos bairros, já no contexto urbano existente de Cuiabá é mais difícil, visto que no centro histórico da cidade a calçada não tem essa largura. Os critérios “Proximidade a transporte público”, “Proximidade a praças e parques de vizinhança” e “Proximidade a posto de saúde” não foram atendidos e foram apontados como de difícil aplicabilidade, pois o terreno já vem previamente escolhido pelo cliente, os arquitetos pouco auxiliam nessa escolha. Já o critério “Construção em terreno já desenvolvido” foi atendido e considerado de fácil aplicabilidade.

Na subcategoria “Controle e gerenciamento de águas pluviais”, os critérios “5% a mais de área permeável”, “10% a mais de área permeável” e “Jardins de chuva” foram atendidos, mas considerados de difícil aplicabilidade, porque o foco do cliente está concentrado sempre no maior potencial construtivo. Os critérios “Aproveitamento de águas pluviais” e “Cobertura verde” não foram atendidos e foram considerados de difícil aplicação, pois é visto pelo cliente como um gasto a mais no projeto.

Na subcategoria “Paisagismo e biodiversidade no terreno”, os critérios “Não utilizar plantas invasoras”, “Vegetação nativa do local/bioma regional” e “Paisagismo produtivo” não foram atendidos e foram considerados de difícil aplicabilidade, porque o escritório não especifica nenhum tipo de vegetação para os projetos desenvolvidos. O critério “Paisagismo como estratégia bioclimática” foi atendido e considerado de fácil aplicabilidade. O critério “Plano de gestão da paisagem e do habitat local” não foi atendido e foi apontado como de difícil aplicabilidade, pois foi algo que ainda não apareceu para eles desenvolverem.

Na subcategoria “Resíduos”, o critério “Iniciativas de projeto que reduzem a geração de resíduos” foi atendido, mas considerado de difícil aplicação, pois, de acordo com o escritório, como método convencional no Brasil é artesanal e o cliente ainda exige que seja esse método. O critério “Caracterização dos resíduos sólidos” foi atendido e considerado fácil, porém o escritório apontou que falta a exigência do Programa de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil. O critério “Espaços destinados para a armazenagem” foi atendido e apontado como de fácil aplicação, já que isso é resolvido no desenvolvimento de projeto. Os critérios “Identificação das empresas qualificadas para o recebimento” e “Identificação de empresas qualificadas para o transporte” não foram atendidos e foram considerados de difícil aplicação, pois, conforme o escritório explicou, o

cliente exige aquilo que é mais barato e ainda existe uma cultura que o bota-fora é essa opção. O resumo dessa categoria está apresentado no quadro 54.

Quadro 54: Resultado da aplicação da ferramenta no escritório B categoria Ambiente.

Fonte: Elaboração própria.

| Subcategoria | Critério | Atendimento | Aplicabilidade |
|--|---|-------------|----------------|
| Seleção do terreno | Largura da calçada | SIM | FÁCIL |
| | Proximidade a transporte público | NÃO | DIFÍCIL |
| | Proximidade a praças e parques de vizinhança | NÃO | DIFÍCIL |
| | Proximidade a posto de saúde | NÃO | DIFÍCIL |
| | Construção em terreno já desenvolvido | SIM | FÁCIL |
| Controle e gerenciamento de águas pluviais | 5% a mais de área permeável | SIM | DIFÍCIL |
| | 10% a mais de área permeável | SIM | DIFÍCIL |
| | Jardins de chuva | SIM | DIFÍCIL |
| | Aproveitamento de águas pluviais | NÃO | DIFÍCIL |
| | Cobertura verde | NÃO | DIFÍCIL |
| Paisagismo e biodiversidade no terreno | Não utilizar plantas invasoras | NÃO | DIFÍCIL |
| | Vegetação nativa do local/bioma regional | NÃO | DIFÍCIL |
| | Paisagismo como estratégia bioclimática | SIM | FÁCIL |
| | Paisagismo produtivo | NÃO | DIFÍCIL |
| | Plano de gestão da paisagem e do habitat local | NÃO | DIFÍCIL |
| Resíduos | Iniciativas de projeto que reduzem a geração de resíduos | SIM | DIFÍCIL |
| | Caracterização dos resíduos | SIM | FÁCIL |
| | Espaços destinados para a armazenagem | SIM | FÁCIL |
| | Identificação de empresas qualificadas para o recebimento | NAO | DIFÍCIL |
| | Identificação de empresas qualificadas para o transporte | NÃO | DIFÍCIL |

4.2.3. Energia

Na subcategoria “Eficiência energética”, os critérios “Lâmpadas eficientes” e “Eletrodomésticos eficientes” foram atendidos e considerados de fácil aplicação, porque, de acordo com o escritório, esse tipo de lâmpada e eletrodoméstico já são a maioria no mercado. O critério “Coeficiente de performance dos aparelhos de ar condicionado” não foi atendido e foi considerado de difícil aplicabilidade, pois o escritório só especifica o modelo e a sua potência. Os critérios “Sistema de aquecimento solar” e “Energia renovável” foram atendidos, mas considerados de difícil aplicação, pois o cliente considera essas estratégias como um gasto. O resumo dessa categoria está apresentado no quadro 55.

Quadro 55: Resultado da aplicação da ferramenta no escritório B categoria Energia.

Fonte: Elaboração própria.

| Subcategoria | Critério | Atendimento | Aplicabilidade |
|-----------------------|---|-------------|----------------|
| Eficiência energética | Lâmpadas eficientes | SIM | FÁCIL |
| | Eletrodomésticos eficientes | SIM | FÁCIL |
| | Coeficiente de performance dos aparelhos de ar condicionado | NÃO | DIFÍCIL |
| | Sistema de aquecimento solar | SIM | DIFÍCIL |
| | Energia renovável | SIM | DIFÍCIL |

4.2.4. Água

Na subcategoria “Eficiência hídrica”, os critérios “Equipamentos hidrossanitários eficientes” e “Medição individualizada” foram atendidos e considerados de fácil aplicabilidade. Já o critério “Medição setorizada” não foi atendido e foi considerado de difícil aplicação, pois usualmente só é utilizado um medidor para a construção inteira. Os critérios “Aproveitamento de águas pluviais” e “Tratamento da água residual” foram atendidos, mas considerados de difícil aplicação devido ao alto custo inicial para a instalação que, para o cliente, é apenas um gasto. O quadro 56 apresenta um resumo dessa categoria.

Quadro 56: Resultado da aplicação da ferramenta no escritório B categoria Água.

Fonte: Elaboração própria.

| Subcategoria | Critério | Atendimento | Aplicabilidade |
|--------------------|--|-------------|----------------|
| Eficiência hídrica | Equipamentos hidrossanitários eficientes | SIM | FÁCIL |
| | Medição individualizada | SIM | FÁCIL |
| | Medição setorizada | NÃO | DIFÍCIL |
| | Aproveitamento de águas pluviais | SIM | DIFÍCIL |
| | Tratamento da água residual | SIM | DIFÍCIL |

4.2.5. Materiais

Na subcategoria “Materiais e processos construtivos”, os critérios “Coordenação modular e flexibilidade” e “Facilidade de manutenção da fachada” foram atendidos e considerados de fácil aplicabilidade. O critério “Materiais ambientalmente preferíveis” não foi atendido e foi considerado de difícil aplicação, porém não foi apontada a justificativa para tal. O critério “Madeira certificada” não foi atendido e foi considerado de difícil aplicação devido a falta de controle e fiscalização. Já o critério “Sistemas industrializados ou pré-fabricados” foi atendido, mas considerado de difícil aplicação, porque ainda existe uma cultura da construção em alvenaria feita in loco e o cliente opta pelo mais comum. O resumo dessa categoria está apresentado no quadro 57.

Quadro 57: Resultado da aplicação da ferramenta no escritório B categoria Materiais.

Fonte: Elaboração própria.

| Subcategoria | Critério | Atendimento | Aplicabilidade |
|------------------------------------|---|-------------|----------------|
| Materiais e processos construtivos | Coordenação modular e flexibilidade | SIM | FÁCIL |
| | Facilidade de manutenção da fachada | SIM | FÁCIL |
| | Materiais ambientalmente preferíveis | NÃO | DIFÍCIL |
| | Madeira certificada | NÃO | DIFÍCIL |
| | Sistemas industrializados ou pré-fabricados | SIM | DIFÍCIL |

4.2.6. Qualidade ambiental interna

Na subcategoria “Desempenho e conforto térmico”, o critério “Propriedades térmicas da envoltória” não foi atendido e foi o único considerado de difícil aplicabilidade, a justificativa do escritório foi em razão da cultura da alvenaria. Contudo, essa explicação não ficou clara e no material entregue nos anexos constava a descrição de paredes e coberturas que atendem as propriedades térmicas da envoltória, mesmo sendo alvenaria comum. O critério “Percentual de abertura” foi atendido e considerado de fácil aplicação, o escritório pontuou que sem essa informação o projeto não é aprovado nos órgãos competentes. Os critérios “Sombreamento e/ou exposição solar”, “Condicionamento térmico passivo” e “Controle do usuário” foram atendidos e apontados como de fácil aplicação.

Na subcategoria “Desempenho lumínico e conforto visual”, os critérios “Nível intermediário de desempenho lumínico da NBR 15575-1” e “Nível superior de desempenho lumínico da NBR 15575-1” não foram atendidos e foram considerados de difícil aplicação, pela necessidade de equipamentos para aferição. Essa necessidade só é vista caso o escritório opte pela verificação in loco, caso contrário a norma estabelece que pode ser realizada simulação computacional, que também é uma barreira para pequenos escritórios. Os critérios “Contexto visual externo”, “Uniformidade de iluminação” e “Controle do usuário” foram atendidos e apontados de fácil aplicabilidade.

Na subcategoria “Desempenho e conforto acústico”, o critério “Estudo do ruído da vizinhança” não foi atendido e foi considerado de difícil aplicação, pois demanda a utilização de equipamentos específicos. Já os critérios “Aproveitamento de elementos pré-existentes como barreira”, “Zoneamento da habitação” e “Tratamento dos fechamentos opacos” foram atendidos e considerados de fácil aplicabilidade. O critério “Tratamento dos fechamentos translúcidos” foi atendido, mas considerado de difícil aplicação, pois para o cliente é mais um gasto com a construção. O quadro 58 apresenta um resumo dessa categoria.

Quadro 58: Resultado da aplicação da ferramenta no escritório B categoria Qualidade ambiental interna.

Fonte: Elaboração própria.

| Subcategoria | Critério | Atendimento | Aplicabilidade |
|-------------------------------|-------------------------------------|-------------|----------------|
| Desempenho e conforto térmico | Propriedades térmicas da envoltória | NÃO | DIFÍCIL |
| | Percentual de abertura | SIM | FÁCIL |
| | Sombreamento e/ou exposição solar | SIM | FÁCIL |
| | Condicionamento térmico passivo | SIM | FÁCIL |
| | Controle do usuário | SIM | FÁCIL |

Continuação quadro 58: Resultado da aplicação da ferramenta no escritório B categoria Qualidade ambiental interna.

Fonte: Elaboração própria.

| Subcategoria | Critério | Atendimento | Aplicabilidade |
|---------------------------------------|---|-------------|----------------|
| Desempenho lumínico e conforto visual | Nível intermediário de desempenho lumínico da NBR 15575-1 | NÃO | DIFÍCIL |
| | Nível superior de desempenho lumínico da NBR 15575-1 | NÃO | DIFÍCIL |
| | Contexto visual externo | SIM | FÁCIL |
| | Uniformidade de iluminação | SIM | FÁCIL |
| | Controle do usuário | SIM | FÁCIL |
| Desempenho e conforto acústico | Estudo do ruído da vizinhança | NÃO | DIFÍCIL |
| | Aproveitamento de elementos pré-existentes como barreira | SIM | FÁCIL |
| | Zoneamento da habitação | SIM | FÁCIL |
| | Tratamento dos fechamentos opacos | SIM | FÁCIL |
| | Tratamento dos fechamentos translúcidos | SIM | DIFÍCIL |

4.3. Escritório C

O escritório C também está localizado na cidade de Cuiabá, Mato Grosso e é composto por dois arquitetos e tem uma média de 22 projetos desenvolvidos e em desenvolvimento.

4.3.1. Gestão

Na subcategoria “Concepção e processo de projeto”, o critério “Análise das condicionantes climáticas do local” foi atendido e apontado de fácil aplicabilidade. O critério “Planejamento otimizado e transparente” foi atendido e considerado de fácil aplicação, porém o escritório apontou que não foi feito um relatório, mas as etapas de concepção e execução da obra constam no contrato. O critério “Análise inicial das inter-relações entre os sistemas” não foi atendido e foi considerado de difícil aplicação, pois o projeto analisado é de porte pequeno e o escritório não viu a necessidade de realizar a análise. Contudo, pequenos projetos também se beneficiam de uma gestão mais eficiente e análise inicial da inter-relação entre os sistemas, diminuindo os erros na fase de construção. O critério “Inserção de aspectos de sustentabilidade” foi atendido, mas considerado de difícil aplicação, não sendo justificado. O critério “Processo de projeto integrado” não foi atendido e foi considerado impossível, de acordo com o escritório “uma reunião desse porte, envolvendo todos os integrantes de todas as equipes e frentes de trabalho seria ineficiente, o ideal é ter uma reunião entre os líderes de equipe, em que cada um traria os apontamentos pertinentes para discutir em grupo de modo mais organizado. Por fim, o arquiteto ou engenheiro apresentaria ao cliente as decisões tomadas e justificadas.” O quadro 59 apresenta um resumo dessa categoria.

Quadro 59: Resultado da aplicação da ferramenta no escritório C categoria Gestão.

Fonte: Elaboração própria.

| Subcategoria | Critério | Atendimento | Aplicabilidade |
|---------------------------------|--|-------------|----------------|
| Concepção e processo de projeto | Análise das condicionantes climáticas do local | SIM | FÁCIL |
| | Planejamento otimizado e transparente | SIM | FÁCIL |
| | Análise inicial das inter-relações entre os sistemas | NÃO | DIFÍCIL |
| | Inserção de aspectos de sustentabilidade | SIM | DIFÍCIL |
| | Processo de projeto integrado | NÃO | IMPOSSÍVEL |

4.3.2. Ambiente

Na subcategoria “Seleção do terreno”, o critério “Largura da calçada” foi atendido e considerado de fácil aplicação. O critério “Proximidade a transporte público” não foi atendido e foi considerado impossível, pois o terreno do projeto está localizado dentro de um condomínio. O critério “Proximidade a praças e parques de vizinhança” foi atendido e considerado de fácil aplicação, porque existe uma praça dentro do próprio condomínio. O critério “Proximidade a posto de saúde” também foi atendido e considerado de fácil aplicabilidade. O critério “Construção em terreno já desenvolvido” foi atendido e considerado fácil, pois o terreno está localizado dentro de um condomínio, com as infraestruturas já existentes.

Na subcategoria “Controle e gerenciamento de águas pluviais”, os critérios “5% a mais de área permeável” e “10% a mais de área permeável” não foram atendidos e foram considerados de difícil aplicação, pois a área de 200m² do terreno foi pequena para atender ao programa de necessidades da família, além disso, o condomínio obriga que todas as construções sejam térreas. O critério “Jardins de chuva” foi atendido e considerado de fácil aplicabilidade. O critério “Aproveitamento de águas pluviais” não foi atendido e foi considerado de difícil aplicabilidade, porém toda a água da chuva foi direcionada para o jardim e assim infiltrar no solo. O critério “Cobertura verde” não foi atendido e foi considerado impossível, pois não cabia no orçamento do cliente a sua instalação.

Na subcategoria “Paisagismo e biodiversidade no terreno”, os critérios “Não utilizar plantas invasoras” e “Vegetação nativa do local/bioma regional” não foram atendidos e foram considerados de difícil aplicação, pois de acordo com o escritório o projeto não visou essa abordagem. O critério “Paisagismo como estratégia bioclimática” foi atendido e considerado de fácil aplicação, o escritório apontou que foram criados pequenos jardins em pontos estratégicos a fim de barrar o som e amenizar a temperatura, um deles foi criado com o objetivo de esfriar um ambiente por meio da evapotranspiração. O critério “Paisagismo produtivo” foi atendido e considerado fácil em razão da

demanda do cliente em plantar uma jabuticabeira. Já o critério “Plano de gestão da paisagem e do habitat local” não foi atendido e foi considerado impossível.

Na subcategoria “Resíduos”, todos os critérios foram considerados de difícil aplicação. O critério “Iniciativas de projeto que reduzem a geração de resíduos” foi atendido, mesmo sendo considerado de difícil aplicabilidade. Os critérios “Caracterização dos resíduos”, “Identificação das empresas para o recebimento” e “Identificação de empresas qualificadas para o transporte” não foram atendidos e foram apontados pelo escritório como estratégias que o projeto não teve como objetivo. O critério “Espaços destinados a armazenagem dos resíduos” foi atendido, mas foi descrito pelo escritório como apenas um espaço para agrupar os resíduos antes de coloca-los em um bota-fora. O resumo dessa categoria está apresentado no quadro 60.

Quadro 60: Resultado da aplicação da ferramenta no escritório C categoria Ambiente.

Fonte: Elaboração própria.

| Subcategoria | Critério | Atendimento | Aplicabilidade |
|--|---|-------------|----------------|
| Seleção do terreno | Largura da calçada | SIM | FÁCIL |
| | Proximidade a transporte público | NÃO | IMPOSSÍVEL |
| | Proximidade a praças e parques de vizinhança | SIM | FÁCIL |
| | Proximidade a posto de saúde | SIM | FÁCIL |
| | Construção em terreno já desenvolvido | SIM | FÁCIL |
| Controle e gerenciamento de águas pluviais | 5% a mais de área permeável | NÃO | DIFÍCIL |
| | 10% a mais de área permeável | NÃO | DIFÍCIL |
| | Jardins de chuva | SIM | FÁCIL |
| | Aproveitamento de águas pluviais | NÃO | DIFÍCIL |
| | Cobertura verde | NÃO | IMPOSSÍVEL |
| Paisagismo e biodiversidade no terreno | Não utilizar plantas invasoras | NÃO | DIFÍCIL |
| | Vegetação nativa do local/bioma regional | NÃO | DIFÍCIL |
| | Paisagismo como estratégia bioclimática | SIM | FÁCIL |
| | Paisagismo produtivo | SIM | FÁCIL |
| | Plano de gestão da paisagem e do habitat local | NÃO | IMPOSSÍVEL |
| Resíduos | Iniciativas de projeto que reduzem a geração de resíduos | SIM | DIFÍCIL |
| | Caracterização dos resíduos | NÃO | DIFÍCIL |
| | Espaços destinados para a armazenagem | SIM | DIFÍCIL |
| | Identificação de empresas qualificadas para o recebimento | NÃO | DIFÍCIL |
| | Identificação de empresas qualificadas para o transporte | NÃO | DIFÍCIL |

4.3.3. Energia

Na subcategoria “Eficiência energética”, os critérios “Lâmpadas eficientes”, “Eletrodomésticos eficientes”, “Coeficiente de performance dos aparelhos de ar condicionado” e “Sistema de aquecimento solar” não foram atendidos, mas foram considerados de fácil aplicabilidade e os arquitetos justificaram que o projeto não teve como objetivo a utilização de aparelhos mais eficientes. Já o critério “Energia renovável” foi atendido e considerado de fácil

aplicabilidade, porque foi projetada uma área na cobertura destinada a instalação futura de placas fotovoltaicas. O quadro 61 apresenta um resumo dessa categoria.

Quadro 61: Resultado da aplicação da ferramenta no escritório C categoria Energia.

Fonte: Elaboração própria.

| Subcategoria | Critério | Atendimento | Aplicabilidade |
|-----------------------|--|-------------|----------------|
| Eficiência energética | Lâmpadas eficientes | NÃO | FÁCIL |
| | Eletrodomésticos eficientes | NÃO | FÁCIL |
| | Coefficiente de performance dos aparelhos de ar condicionado | NÃO | FÁCIL |
| | Sistema de aquecimento solar | NÃO | FÁCIL |
| | Energia renovável | SIM | FÁCIL |

4.3.4. Água

Na subcategoria “Eficiência hídrica”, o critério “Equipamentos hidrossanitários eficientes” foi considerado de fácil aplicação, porém não foi atendido pois o projeto não chegou nesse nível de detalhamento. O critério “Medição individualizada” foi atendido e apontado como de fácil aplicabilidade devido ao hidrômetro que o próprio condomínio fornece. Os critérios “Medição setorizada” e “Aproveitamento de águas pluviais” não foram atendidos pois não eram um objetivo do projeto, mesmo o primeiro sendo considerado fácil e o último difícil. O critério “Tratamento da água residual” não foi atendido e foi considerado de difícil aplicabilidade e foi justificado que o condomínio tinha sistema de esgoto. O quadro 62 apresenta um resumo dessa categoria.

Quadro 62: Resultado da aplicação da ferramenta no escritório C categoria Água.

Fonte: Elaboração própria.

| Subcategoria | Critério | Atendimento | Aplicabilidade |
|--------------------|--|-------------|----------------|
| Eficiência hídrica | Equipamentos hidrossanitários eficientes | NÃO | FÁCIL |
| | Medição individualizada | SIM | FÁCIL |
| | Medição setorizada | NÃO | FÁCIL |
| | Aproveitamento de águas pluviais | NÃO | DIFÍCIL |
| | Tratamento da água residual | NÃO | DIFÍCIL |

4.3.5. Materiais

Na subcategoria “Materiais e processos construtivos”, os critérios “Coordenação modular e flexibilidade”, “Facilidade de manutenção da fachada”, “Materiais ambientalmente preferíveis” e “Sistemas industrializados ou pré-fabricados” foram atendidos e considerados de fácil aplicabilidade. Apenas o critério “Madeira certificada” foi considerado difícil, porém não foi justificado. O resumo dessa categoria está apresentado no quadro 63.

Quadro 63: Resultado da aplicação da ferramenta no escritório C categoria Materiais.

Fonte: Elaboração própria.

| Subcategoria | Critério | Atendimento | Aplicabilidade |
|------------------------------------|---|-------------|----------------|
| Materiais e processos construtivos | Coordenação modular e flexibilidade | SIM | FÁCIL |
| | Facilidade de manutenção da fachada | SIM | FÁCIL |
| | Materiais ambientalmente preferíveis | SIM | FÁCIL |
| | Madeira certificada | SIM | DIFÍCIL |
| | Sistemas industrializados ou pré-fabricados | SIM | FÁCIL |

4.3.6. Qualidade ambiental interna

Na subcategoria “Desempenho e conforto térmico”, os critérios “Propriedades térmicas da envoltória” e “Percentual de abertura” foram atendidos e considerados de difícil aplicabilidade, sem justificativa por parte do escritório. Os critérios “Sombreamento e/ou exposição solar”, “Condicionamento térmico passivo” e “Controle do usuário” foram atendidos e considerados de fácil aplicação.

Na subcategoria “Desempenho lumínico e conforto visual”, o critério “Nível intermediário de desempenho lumínico da NBR 15575-1” foi atendido e considerado de fácil aplicabilidade. Já o critério “Nível superior de desempenho lumínico da NBR 15575-1” foi considerado de difícil aplicabilidade, mesmo tendo sido atendido em projeto. O critério “Contexto visual externo” foi atendido e considerado de fácil aplicação, o escritório levou em consideração no projeto as condições externas para justificar o posicionamento das aberturas. O critério “Uniformidade de iluminação” não foi atendido e foi considerado de difícil aplicação, pois não foi realizado o cálculo de comprovação. O critério “Controle do usuário” foi atendido e considerado de fácil aplicabilidade.

Na subcategoria “Desempenho e conforto acústico”, o critério “Estudo do ruído da vizinhança” não foi atendido e foi apontado como de difícil aplicabilidade, apenas foram levantadas as fontes de ruído pela observação e estas foram levadas em consideração nas decisões de projeto. O critério “Aproveitamento de elementos pré-existentes com barreira” foi atendido e considerado de fácil aplicação, o escritório utilizou vegetação para barrar ruídos. O critério “Tratamento dos fechamentos opacos” foi atendido e considerado de fácil aplicabilidade. Já o critério “Tratamento dos fechamentos translúcidos” foi atendido, mas considerado de difícil aplicação. O quadro 64 apresenta um resumo desta categoria.

Quadro 64: Resultado da aplicação da ferramenta no escritório C categoria Qualidade ambiental interna.

Fonte: Elaboração própria.

| Subcategoria | Critério | Atendimento | Aplicabilidade |
|---------------------------------------|---|-------------|----------------|
| Desempenho e conforto térmico | Propriedades térmicas da envoltória | SIM | DIFÍCIL |
| | Percentual de abertura | SIM | DIFÍCIL |
| | Sombreamento e/ou exposição solar | SIM | FÁCIL |
| | Condicionamento térmico passivo | SIM | FÁCIL |
| | Controle do usuário | SIM | FÁCIL |
| Desempenho lumínico e conforto visual | Nível intermediário de desempenho lumínico da NBR 15575-1 | SIM | FÁCIL |
| | Nível superior de desempenho lumínico da NBR 15575-1 | SIM | DIFÍCIL |
| | Contexto visual externo | SIM | FÁCIL |
| | Uniformidade de iluminação | NÃO | DIFÍCIL |
| | Controle do usuário | SIM | FÁCIL |
| Desempenho e conforto acústico | Estudo do ruído da vizinhança | NÃO | DIFÍCIL |
| | Aproveitamento de elementos pré-existentes como barreira | SIM | FÁCIL |
| | Zoneamento da habitação | SIM | FÁCIL |
| | Tratamento dos fechamentos opacos | SIM | FÁCIL |
| | Tratamento dos fechamentos translúcidos | SIM | DIFÍCIL |

4.4. Escritório D

O escritório D está localizado na cidade de Brasília, Distrito Federal e é composto apenas por um arquiteto com mais de 30 projetos já desenvolvidos.

4.4.1. Gestão

Na subcategoria “Concepção e processo de projeto”, o critério “Análise das condicionantes climáticas do local” foi atendido e considerado de fácil aplicação. O critério “Planejamento otimizado e transparente” foi atendido, mas classificado de difícil aplicabilidade. O critério “Análise inicial das inter-relações entre os sistemas” não foi atendido e foi apontado como de difícil aplicação, porque não é uma prática do escritório. O critério “Inserção de aspectos de sustentabilidade” foi atendido e apontado de fácil aplicação. O critério “Processo de projeto integrado” foi atendido, mas foi considerado de difícil aplicação. O resumo desta categoria está presente no quadro 65.

Quadro 65: Resultado da aplicação da ferramenta no escritório D categoria Gestão.

Fonte: Elaboração própria.

| Subcategoria | Critério | Atendimento | Aplicabilidade |
|---------------------------------|--|-------------|----------------|
| Concepção e processo de projeto | Análise das condicionantes climáticas do local | SIM | FÁCIL |
| | Planejamento otimizado e transparente | SIM | DIFÍCIL |
| | Análise inicial das inter-relações entre os sistemas | NÃO | DIFÍCIL |
| | Inserção de aspectos de sustentabilidade | SIM | FÁCIL |
| | Processo de projeto integrado | SIM | DIFÍCIL |

4.4.2. Ambiente

A subcategoria “Seleção do terreno” apresentou o critério “Largura da calçada” que foi atendido e classificado como de fácil aplicabilidade. Já os critérios “Proximidade a transporte público”, “Proximidade a praças e parques de vizinhança” e “Proximidade a posto de saúde” não foram atendidos e foram apontados como de difícil aplicabilidade, porque grande parte dos terrenos em Brasília são bem distantes de transporte público, equipamentos urbanos e postos de saúde, mesmo aqueles considerados privilegiados. Assim como o critério “Construção em terreno já desenvolvido” foi atendido, mas também foi apontado como de difícil aplicação, pois o arquiteto não participa muito dessa decisão.

Na subcategoria “Controle e gerenciamento de águas pluviais”, os critérios “5% a mais de área permeável”, “10% a mais de área permeável” foram atendidos, mas considerados de difícil aplicação. O critério “Jardins de chuva” não foi atendido e foi considerado de difícil aplicabilidade, porque nem sempre o terreno permite a utilização dessa estratégia. O critério “Aproveitamento de águas pluviais” foi atendido e considerado de fácil aplicação. O critério “Cobertura verde” não foi atendido, mas também foi apontado como de fácil aplicação, mesmo sendo apontado que essa proposta depende das decisões estéticas e de uso do projeto.

A subcategoria “Paisagismo e biodiversidade no terreno” apresentou o critério “Não utilizar plantas invasoras” que foi atendido e considerado de fácil aplicabilidade. Os critérios “Vegetação nativa do local/bioma regional”, “Paisagismo como estratégia bioclimática” e “Paisagismo produtivo” foram atendidos, mas considerados de difícil aplicação, sem justificativa. O critério “Plano de gestão da paisagem e do habitat” não foi atendido e foi apontado como de difícil aplicabilidade, porque não é a prática do escritório.

Na subcategoria “Resíduos”, o critério “Iniciativas de projeto que reduzem a geração de resíduos” foi atendido, mas considerado de difícil aplicabilidade. O critério “Caracterização dos resíduos” não foi atendido e foi apontado como de difícil aplicação, porque não faz parte da prática do escritório. O critério “Espaços destinados para a armazenagem” foi atendido, mas foi apontado como de difícil aplicabilidade, porque nem sempre há espaço disponível no terreno para esse fim. Os critérios “Identificação de empresas qualificadas para o recebimento” e “Identificação de empresas qualificadas para o transporte” foram atendidos e classificados como de fácil aplicabilidade. O quadro 66 apresenta o resumo dessa categoria.

Quadro 66: Resultado da aplicação da ferramenta no escritório D categoria Ambiente.

Fonte: Elaboração própria.

| Subcategoria | Critério | Atendimento | Aplicabilidade |
|--|---|-------------|--------------------|
| Seleção do terreno | Largura da calçada | SIM | FÁCIL |
| | Proximidade a transporte público | NÃO | DIFÍCIL |
| | Proximidade a praças e parques de vizinhança | NÃO | DIFÍCIL |
| | Proximidade a posto de saúde | NÃO | DIFÍCIL |
| | Construção em terreno já desenvolvido | SIM | DIFÍCIL |
| Controle e gerenciamento de águas pluviais | 5% a mais de área permeável | SIM | DIFÍCIL |
| | 10% a mais de área permeável | SIM | DIFÍCIL |
| | Jardins de chuva | NÃO | DIFÍCIL |
| | Aproveitamento de águas pluviais | SIM | FÁCIL |
| | Cobertura verde | NÃO | FÁCIL |
| Paisagismo e biodiversidade no terreno | Não utilizar plantas invasoras | SIM | FÁCIL |
| | Vegetação nativa do local/bioma regional | SIM | DIFÍCIL |
| | Paisagismo como estratégia bioclimática | SIM | DIFÍCIL |
| | Paisagismo produtivo | SIM | DIFÍCIL |
| | Plano de gestão da paisagem e do habitat local | NÃO | DIFÍCIL |
| Resíduos | Iniciativas de projeto que reduzem a geração de resíduos | SIM | DIFÍCIL |
| | Caracterização dos resíduos | NÃO | DIFÍCIL/IMPOSSÍVEL |
| | Espaços destinados para a armazenagem | SIM | DIFÍCIL |
| | Identificação de empresas qualificadas para o recebimento | SIM | FÁCIL |
| | Identificação de empresas qualificadas para o transporte | SIM | FÁCIL |

4.4.3. Energia

Na subcategoria “Eficiência energética”, os critérios “Lâmpadas eficientes”, “Eletrodomésticos eficientes”, “Coeficiente de performance dos aparelhos de ar condicionado” e “Sistema de aquecimento solar” foram atendidos e considerados de fácil aplicabilidade. O critério “Energia renovável” também foi atendido e classificado de fácil aplicação, inclusive foi apontado como uma prática usual do escritório, porém não é possível propor essa estratégia em todos os projetos. O quadro 67 apresenta um resumo dessa categoria.

Quadro 67: Resultado da aplicação da ferramenta no escritório D categoria Energia.

Fonte: Elaboração própria.

| Subcategoria | Critério | Atendimento | Aplicabilidade |
|-----------------------|---|-------------|----------------|
| Eficiência energética | Lâmpadas eficientes | SIM | FÁCIL |
| | Eletrodomésticos eficientes | SIM | FÁCIL |
| | Coeficiente de performance dos aparelhos de ar condicionado | SIM | FÁCIL |
| | Sistema de aquecimento solar | SIM | FÁCIL |
| | Energia renovável | SIM | FÁCIL |

4.4.4. Água

Na subcategoria “Eficiência hídrica”, os critérios “Equipamentos hidrossanitários eficientes”, “Medição individualizada”, “Aproveitamento de águas pluviais” e “Tratamento da água residual” foram atendidos e considerados de fácil aplicabilidade. Já o critério “Medição setorizada” foi

apontado como de difícil aplicação, mesmo com o atendimento. O quadro 68 apresenta um resumo dessa categoria.

Quadro 68: Resultado da aplicação da ferramenta no escritório D categoria Água.

Fonte: Elaboração própria.

| Subcategoria | Critério | Atendimento | Aplicabilidade |
|--------------------|--|-------------|----------------|
| Eficiência hídrica | Equipamentos hidrossanitários eficientes | SIM | FÁCIL |
| | Medição individualizada | SIM | FÁCIL |
| | Medição setorizada | SIM | DIFÍCIL |
| | Aproveitamento de águas pluviais | SIM | FÁCIL |
| | Tratamento da água residual | SIM | FÁCIL |

4.4.5. Materiais

Na subcategoria “Materiais e processos construtivos”, os critérios “Coordenação modular e flexibilidade”, “Facilidade de manutenção da fachada”, “Materiais ambientalmente preferíveis”, “Madeira certificada” e “Sistemas industrializados ou pré-fabricados” foram atendidos, mas foram considerados de difícil aplicabilidade. O quadro 69 apresenta um resumo dessa categoria.

Quadro 69: Resultado da aplicação da ferramenta no escritório D categoria Materiais.

Fonte: Elaboração própria.

| Subcategoria | Critério | Atendimento | Aplicabilidade |
|------------------------------------|---|-------------|----------------|
| Materiais e processos construtivos | Coordenação modular e flexibilidade | SIM | DIFÍCIL |
| | Facilidade de manutenção da fachada | SIM | DIFÍCIL |
| | Materiais ambientalmente preferíveis | SIM | DIFÍCIL |
| | Madeira certificada | SIM | DIFÍCIL |
| | Sistemas industrializados ou pré-fabricados | SIM | DIFÍCIL |

4.4.6. Qualidade ambiental interna

Na subcategoria “Desempenho e conforto térmico”, os critérios “Propriedades térmicas da envoltória”, “Percentual de abertura”, “Sombreamento e/ou exposição solar” e “Controle do usuário” foram atendidos e considerados de fácil aplicação. Já o critério “Condicionamento térmico passivo” foi classificado como de difícil aplicação, mesmo com o atendimento.

Na subcategoria “Desempenho lumínico e conforto visual”, os critérios “Nível intermediário de desempenho lumínico da NBR 15575-1”, “Nível superior de desempenho lumínico da NBR 15575-1”, “Contexto visual externo”, “Uniformidade de iluminação” e “Controle do usuário” foram atendidos, mas considerados de difícil aplicação.

Na subcategoria “Desempenho e conforto acústico”, os critérios “Estudo do ruído da vizinhança”, “Aproveitamento de elementos pré-existentes como barreira”, “Zoneamento da habitação”, “Tratamento dos fechamentos opacos” e “Tratamento dos fechamentos translúcidos”

foram atendidos, mas apontados de difícil aplicabilidade. O quadro 70 apresenta um resumo dessa categoria.

Quadro 70: Resultado da aplicação da ferramenta no escritório D categoria Materiais.

Fonte: Elaboração própria.

| Subcategoria | Critério | Atendimento | Aplicabilidade |
|---------------------------------------|---|-------------|----------------|
| Desempenho e conforto térmico | Propriedades térmicas da envoltória | SIM | FÁCIL |
| | Percentual de abertura | SIM | FÁCIL |
| | Sombreamento e/ou exposição solar | SIM | FÁCIL |
| | Condicionamento térmico passivo | SIM | DIFÍCIL |
| | Controle do usuário | SIM | FÁCIL |
| Desempenho lumínico e conforto visual | Nível intermediário de desempenho lumínico da NBR 15575-1 | SIM | DIFÍCIL |
| | Nível superior de desempenho lumínico da NBR 15575-1 | SIM | DIFÍCIL |
| | Contexto visual externo | SIM | DIFÍCIL |
| | Uniformidade de iluminação | SIM | DIFÍCIL |
| | Controle do usuário | SIM | DIFÍCIL |
| Desempenho e conforto acústico | Estudo do ruído da vizinhança | SIM | DIFÍCIL |
| | Aproveitamento de elementos pré-existentes como barreira | SIM | DIFÍCIL |
| | Zoneamento da habitação | SIM | DIFÍCIL |
| | Tratamento dos fechamentos opacos | SIM | DIFÍCIL |
| | Tratamento dos fechamentos translúcidos | SIM | DIFÍCIL |

4.5. Consolidação dos resultados

Os resultados foram analisados sob duas perspectivas: 1) pelo atendimento aos critérios que cada escritório apontou; e 2) pelo nível de aplicabilidade dos critérios que cada escritório determinou. Assim foi possível mapear a percepção dos escritórios de pequeno porte sobre os critérios de desempenho ambiental de edificações residenciais.

4.5.1. Atendimento

Nesse subitem, são apresentadas as sínteses dos resultados com enfoque no atendimento aos critérios, que cada escritório apresentou.

4.5.1.1. Gestão

Na subcategoria “Concepção e processo de projeto”, os critérios “Análise das condicionantes climáticas do local”, “Planejamento otimizado e transparente” e “Inserção de aspectos de sustentabilidade” foram atendidos pelos quatro escritórios, evidenciando uma preocupação maior com a concepção de um projeto mais adequado ao meio em que se insere e mais sustentável. O critério “Análise inicial das inter-relações entre os sistemas” foi atendido pelos escritórios A e B, e não atendido pelos escritórios C e D. O critério “Processo de projeto integrado” foi atendido pelos

escritórios B e D, e não foi atendido pelos escritórios A e C. Esses dois últimos critérios demonstram ainda a fragilidade do processo de projeto, que não é, em muitos casos, integrado entre todos os profissionais envolvidos. O quadro 71 apresenta um resumo dessa categoria.

Quadro 71: Síntese dos resultados de atendimento obtidos na categoria Gestão.

Fonte: Elaboração própria.

| Concepção e processo de projeto | Escritórios | | | |
|--|-------------|-----|-----|-----|
| | A | B | C | D |
| Critérios | | | | |
| Análise das condicionantes climáticas do local | SIM | SIM | SIM | SIM |
| Planejamento otimizado e transparente | SIM | SIM | SIM | SIM |
| Análise inicial das inter-relações entre os sistemas | SIM | SIM | NÃO | NÃO |
| Inserção de aspectos de sustentabilidade | SIM | SIM | SIM | SIM |
| Processo de projeto integrado | NÃO | SIM | NÃO | SIM |

4.5.1.2. Ambiente

Na subcategoria “Seleção do terreno”, os critérios “Largura da calçada” e “Construção em terreno já desenvolvido” foram atendidos por todos os escritórios. O critério “Proximidade a transporte público” foi atendido apenas pelo escritório A, e não atendido pelos escritórios B, C e D. Os critérios “Proximidade a praças e parques de vizinhança” e “Proximidade a posto de saúde” foi atendido pelo escritório C, e não atendido pelos escritórios A, B e D. Esses critérios, na maioria dos casos, não estão no domínio do arquiteto, porque os clientes chegam para desenvolver o projeto com o terreno já escolhido. Há um predomínio de terrenos de projeto localizados dentro de condomínios horizontais, que se situam longe de serviços públicos e comércios, inviabilizando o atendimento aos critérios propostos. Um resumo dessa subcategoria é apresentado no Quadro 72.

Quadro 72: Síntese dos resultados de atendimento obtidos na categoria Ambiente.

Fonte: Elaboração própria.

| Seleção do terreno | Escritórios | | | |
|--|-------------|-----|-----|-----|
| | A | B | C | D |
| Critérios | | | | |
| Largura da calçada | SIM | SIM | SIM | SIM |
| Proximidade a transporte público | SIM | NÃO | NÃO | NÃO |
| Proximidade a praças e parques de vizinhança | NÃO | NÃO | SIM | NÃO |
| Proximidade a posto de saúde | NÃO | NÃO | SIM | NÃO |
| Construção em terreno já desenvolvido | SIM | SIM | SIM | SIM |

Na subcategoria “Controle e gerenciamento de águas pluviais”, os critérios “5% a mais de área permeável” e “10% a mais de área permeável” foram atendidos pelos escritórios A, B e D, e não atendido pelo escritório C, demonstrando que, mesmo com a busca pelo potencial construtivo, os projetos estão alinhados na diminuição do impacto da impermeabilização do terreno. O critério “Jardins de chuva” foi atendido pelos escritórios A, B e C, e não atendido pelo escritório D. O critério “Aproveitamento de águas pluviais” foi atendido pelos escritórios A e D, e não atendido pelos

escritórios B e C. O critério “Cobertura verde” não foi atendido pelos quatro escritórios, destacando a dificuldade em se implantar esse tipo de estrutura em projetos residenciais, principalmente pelo custo inicial e manutenções. O quadro 73 apresenta um resumo dessa subcategoria.

Quadro 73: Síntese dos resultados de atendimento obtidos na categoria Ambiente.

Fonte: Elaboração própria.

| Controle e gerenciamento de águas pluviais | Escritórios | | | |
|--|-------------|-----|-----|-----|
| | A | B | C | D |
| Critérios | | | | |
| 5% a mais de área permeável | SIM | SIM | NÃO | SIM |
| 10% a mais de área permeável | SIM | SIM | NÃO | SIM |
| Jardins de chuva | SIM | SIM | SIM | NÃO |
| Aproveitamento de águas pluviais | SIM | NÃO | NÃO | SIM |
| Cobertura verde | NÃO | NÃO | NÃO | NÃO |

Na subcategoria “Paisagismo e biodiversidade no terreno” os critérios “Não utilizar plantas invasoras” e “Vegetação nativa do local/bioma regional” foram atendidos pelos escritórios A e D, e não atendidos pelos escritórios B e C. O critério “Paisagismo como estratégia bioclimática” foi atendido por todos os escritórios. O critério “Paisagismo produtivo” foi atendido pelos escritórios A, C e D, e não atendido pelo escritório B. O critério “Plano de gestão da paisagem e do habitat local” não foi atendido por nenhum dos escritórios, destacando a dificuldade em fazer um plano que é desconhecido pelos profissionais. O quadro 74 apresenta um resumo dessa subcategoria.

Quadro 74: Síntese dos resultados de atendimento obtidos na categoria Ambiente.

Fonte: Elaboração própria.

| Paisagismo e biodiversidade no terreno | Escritórios | | | |
|--|-------------|-----|-----|-----|
| | A | B | C | D |
| Critérios | | | | |
| Não utilizar plantas invasoras | SIM | NÃO | NÃO | SIM |
| Vegetação nativa do local/bioma regional | SIM | NÃO | NÃO | SIM |
| Paisagismo como estratégia bioclimática | SIM | SIM | SIM | SIM |
| Paisagismo produtivo | SIM | NÃO | SIM | SIM |
| Plano de gestão da paisagem e do habitat local | NÃO | NÃO | NÃO | NÃO |

Na subcategoria “Resíduos” os critérios “Iniciativas de projeto que reduzem a geração de resíduos” e “Espaços destinados para a armazenagem” foram atendidos por todos os escritórios. O critério “Caracterização dos resíduos” foi atendido pelos escritórios A e B, e não atendido pelos escritórios C e D. Os critérios “Identificação de empresas qualificadas para o recebimento” e “Identificação de empresas qualificadas para o transporte” foram atendidos pelos escritórios A e D, e não atendidos pelos escritórios B e C. O quadro 75 apresenta um resumo dessa subcategoria.

Quadro 75: Síntese dos resultados de atendimento obtidos na categoria Ambiente.

Fonte: Elaboração própria.

| Resíduos Critérios | Escritórios | | | |
|---|-------------|-----|-----|-----|
| | A | B | C | D |
| Iniciativas de projeto que reduzem a geração de resíduos | SIM | SIM | SIM | SIM |
| Caracterização dos resíduos | SIM | SIM | NÃO | NÃO |
| Espaços destinados para a armazenagem | SIM | SIM | SIM | SIM |
| Identificação de empresas qualificadas para o recebimento | SIM | NÃO | NÃO | SIM |
| Identificação de empresas qualificadas para o transporte | SIM | NÃO | NÃO | SIM |

4.5.1.3. Energia

Na subcategoria “Eficiência energética” os critérios “Lâmpadas eficientes”, “Eletrodomésticos eficientes” e “Sistema de aquecimento solar” foram atendidos pelos escritórios A, B e D, e não atendido pelo escritório C. O critério “Coeficiente de performance dos aparelhos de ar condicionado” foi atendido pelos escritórios A e D, e não atendido pelos escritórios B e C. O critério “Energia renovável” foi atendido por todos os quatro escritórios, apontando para uma maior inserção de fontes alternativas de energia nos projetos residenciais. Um resumo dessa categoria é apresentado no quadro 76.

Quadro 76: Síntese dos resultados de atendimento obtidos na categoria Energia.

Fonte: Elaboração própria.

| Eficiência energética Critérios | Escritórios | | | |
|---|-------------|-----|-----|-----|
| | A | B | C | D |
| Lâmpadas eficientes | SIM | SIM | NÃO | SIM |
| Eletrodomésticos eficientes | SIM | SIM | NÃO | SIM |
| Coeficiente de performance dos aparelhos de ar condicionado | SIM | NÃO | NÃO | SIM |
| Sistema de aquecimento solar | SIM | SIM | NÃO | SIM |
| Energia renovável | SIM | SIM | SIM | SIM |

4.5.1.4. Água

Na subcategoria “Eficiência hídrica”, o critério “Equipamentos hidrossanitários eficientes” foi atendido pelos escritórios A, B e D, e não atendido pelo escritório C. Isso demonstra que a maioria dos escritórios tem a preocupação em especificar equipamentos que diminuam o consumo de água. O critério “Medição individualizada” foi atendido por todos os escritórios. O critério “Medição setorizada” foi atendido pelos escritórios A e D, e não atendido pelos escritórios B e C. O critério “Aproveitamento de águas pluviais” foi atendido pelos escritórios A, B e D, e não atendido pelo escritório C, demonstrando novamente que a maioria dos escritórios estão alinhados na busca por projetos mais sustentáveis, diminuindo o consumo de água potável para fins não potáveis. Assim como o critério “Tratamento da água residual” atendido pelos escritórios A, B e D, e não atendido

pelo escritório C, que também evidencia a adoção de estratégias mais sustentáveis, tratando a água residual antes de ser devolvida à rede de esgoto. O quadro 77 apresenta um resumo dessa categoria.

Quadro 77: Síntese dos resultados de atendimento obtidos na categoria Água.

Fonte: Elaboração própria.

| Eficiência hídrica | Escritórios | | | |
|--|-------------|-----|-----|-----|
| | A | B | C | D |
| Critérios | | | | |
| Equipamentos hidrossanitários eficientes | SIM | SIM | NÃO | SIM |
| Medição individualizada | SIM | SIM | SIM | SIM |
| Medição setorizada | SIM | NÃO | NÃO | SIM |
| Aproveitamento de águas pluviais | SIM | SIM | NÃO | SIM |
| Tratamento da água residual | SIM | SIM | NÃO | SIM |

4.5.1.5. Materiais

Na subcategoria “Materiais e processos construtivos” o critério “Coordenação modular e flexibilidade” foi atendido pelos escritórios B, C e D, e não atendido pelo escritório A, destacando ser uma preocupação da maioria dos escritórios, visando a diminuição de resíduos. O critério “Facilidade de manutenção da fachada” foi atendido por todos os escritórios. Os critérios “Materiais ambientalmente preferíveis” e “Madeira certificada” foi atendido pelos escritórios A, C e D, e não atendido pelo escritório B. O critério “Sistemas industrializados ou pré-fabricados” foi atendido por todos os escritórios, mesmo sendo apontada a dificuldade em inserir novos métodos construtivos. O quadro 78 apresenta um resumo dessa subcategoria.

Quadro 78: Síntese dos resultados obtidos de atendimento na categoria Materiais.

Fonte: Elaboração própria.

| Materiais e processos construtivos | Escritórios | | | |
|---|-------------|-----|-----|-----|
| | A | B | C | D |
| Critérios | | | | |
| Coordenação modular e flexibilidade | NÃO | SIM | SIM | SIM |
| Facilidade de manutenção da fachada | SIM | SIM | SIM | SIM |
| Materiais ambientalmente preferíveis | SIM | NÃO | SIM | SIM |
| Madeira certificada | SIM | NÃO | SIM | SIM |
| Sistemas industrializados ou pré-fabricados | SIM | SIM | SIM | SIM |

4.5.1.6. Qualidade ambiental interna

Na subcategoria “Desempenho e conforto térmico” o critério de “Propriedades térmicas da envoltória” foi atendido pelos escritórios A, C e D, e não atendido pelo escritório B. Os critérios “Percentual de abertura”, “Sombreamento e/ou exposição solar”, “Condicionamento térmico passivo” e “Controle do usuário” foram atendidos por todos os escritórios. O atendimento a esses critérios demonstra que os projetos desenvolvidos por esses escritórios levam em consideração as

condições locais, tentando diminuir as trocas térmicas com o exterior para diminuir o consumo de energia. O quadro 79 apresenta um resumo dessa subcategoria.

Quadro 79: Síntese dos resultados obtidos de atendimento na categoria Qualidade ambiental interna.

Fonte: Elaboração própria.

| Desempenho e conforto térmico | Escritórios | | | |
|-------------------------------------|-------------|-----|-----|-----|
| | A | B | C | D |
| Critérios | | | | |
| Propriedades térmicas da envoltória | SIM | NÃO | SIM | SIM |
| Percentual de abertura | SIM | SIM | SIM | SIM |
| Sombreamento e/ou exposição solar | SIM | SIM | SIM | SIM |
| Condicionamento térmico passivo | SIM | SIM | SIM | SIM |
| Controle do usuário | SIM | SIM | SIM | SIM |

Na subcategoria “Desempenho lumínico e conforto visual”, os critérios “Nível intermediário de desempenho lumínico da NBR 15575-1” e “Nível superior de desempenho lumínico da NBR 15575-1” foram atendidos pelos escritórios A, C e D, e não atendidos pelo escritório B. Isso indica que a maioria dos escritórios atende aos requisitos de desempenho lumínico da norma. O critério “Contexto visual externo” foi atendido por todos os escritórios. O critério “Uniformidade de iluminação” foi atendido pelos escritórios A, B e D, e não atendido pelo escritório C. O critério “Controle do usuário” foi atendido por todos os escritórios. O quadro 80 apresenta um resumo dessa subcategoria.

Quadro 80: Síntese dos resultados obtidos de atendimento na categoria Qualidade ambiental interna.

Fonte: Elaboração própria.

| Desempenho lumínico e conforto visual | Escritórios | | | |
|---|-------------|-----|-----|-----|
| | A | B | C | D |
| Critérios | | | | |
| Nível intermediário de desempenho lumínico da NBR 15575-1 | SIM | NÃO | SIM | SIM |
| Nível superior de desempenho lumínico da NBR 15575-1 | SIM | NÃO | SIM | SIM |
| Contexto visual externo | SIM | SIM | SIM | SIM |
| Uniformidade de iluminação | SIM | SIM | NÃO | SIM |
| Controle do usuário | SIM | SIM | SIM | SIM |

Na subcategoria “Desempenho e conforto acústico” o critério “Estudo do ruído da vizinhança” foi atendido pelos escritórios A e D, e não atendido pelos escritórios B e C. Os critérios “Aproveitamento de elementos pré-existentes como barreira”, “Zoneamento da habitação”, “Tratamento dos fechamentos opacos” e “Tratamento dos fechamentos translúcidos” foram atendidos por todos os escritórios. O atendimento aos últimos critérios listados e o não atendimento ao primeiro critério evidencia que o levantamento do ruído do entorno pode não ser feito de maneira precisa e técnica, mas esses ruídos são levados em consideração no momento das definições projetuais. O quadro 81 apresenta um resumo dessa subcategoria.

Quadro 81: Síntese dos resultados obtidos de atendimento na categoria Qualidade ambiental interna.

Fonte: Elaboração própria.

| Desempenho e conforto acústico Critérios de avaliação | Escritórios | | | |
|--|-------------|-----|-----|-----|
| | A | B | C | D |
| Estudo do ruído da vizinhança | SIM | NÃO | NÃO | SIM |
| Aproveitamento de elementos pré-existentes como barreira | SIM | SIM | SIM | SIM |
| Zoneamento da habitação | SIM | SIM | SIM | SIM |
| Tratamento dos fechamentos opacos | SIM | SIM | SIM | SIM |
| Tratamento dos fechamentos translúcidos | SIM | SIM | SIM | SIM |

Ao final, foi contabilizado o número de critérios que foram atendidos e não atendidos por cada escritório. Dos 55 critérios avaliados, o escritório A atendeu 49 e não atendeu 6. O escritório B atendeu 36 critérios e não atendeu 19. O escritório C atendeu 32 critérios e não atendeu 23. O escritório D atendeu 47 critérios e não atendeu 8. O quadro 82 apresenta um resumo dessa quantificação.

Quadro 82: Quantificação do atendimento dos critérios.

Fonte: Autoria própria.

| Aplicabilidade | Escritórios | | | |
|----------------|-------------|----|----|----|
| | A | B | C | D |
| SIM | 49 | 36 | 32 | 47 |
| NÃO | 6 | 19 | 23 | 8 |
| TOTAL | 55 | 55 | 55 | 55 |

Além disso, 22 critérios foram atendidos por todos os escritórios, foram eles: 1) “Análise das condicionantes climáticas do local”; 2) “Planejamento otimizado e transparente”; 3) “Inserção de aspectos de sustentabilidade”; 4) “Largura da calçada”; 5) “Construção em terreno já desenvolvido”; 6) “Paisagismo como estratégia bioclimática”; 7) “Iniciativas de projeto que reduzem a geração de resíduos”; 8) “Espaços destinados para o armazenamento”; 9) “Energia renovável”; 10) “Medição individualizada”; 11) “Facilidade de manutenção da fachada”; 12) “Sistemas industrializados ou pré-fabricados”; 13) “Percentual de abertura”; 14) “Sombreamento e/ou exposição solar”; 15) “Condicionamento térmico passivo”; 16) “Controle do usuário” (térmico); 17) “Contexto visual externo”; 18) “Controle do usuário” (lumínico); 19) “Aproveitamento de elementos pré-existentes como barreira”; 20) “Zoneamento da habitação”; 21) “Tratamento dos fechamentos opacos”; e 22) “Tratamento dos fechamentos translúcidos.

Com isso, é possível concluir que as subcategorias que tiveram mais critérios atendidos por unanimidade foram “Desempenho e conforto térmico” e “Desempenho e conforto acústico”. O quadro 83 apresenta um resumo desses critérios por categoria.

Quadro 83: Critérios atendidos por unanimidade.

Fonte: A autoria própria.

| Categoria | Subcategoria | Critérios |
|-----------------------------|--|---|
| Gestão | Concepção e processo de projeto | Análise das condicionantes climáticas do local |
| | | Planejamento otimizado e transparente |
| | | Inserção de aspectos de sustentabilidade |
| Ambiente | Seleção do terreno | Largura da calçada Construção em terreno já desenvolvido |
| | Paisagismo e biodiversidade no terreno | Paisagismo como estratégia bioclimática |
| | Resíduos | Iniciativas de projeto que reduzem a geração de resíduos Espaços destinados para a armazenagem |
| Energia | Eficiência energética | Energia renovável |
| Água | Eficiência hídrica | Medição individualizada |
| Materiais | Materiais e processos construtivos | Facilidade de manutenção da fachada Sistemas industrializados ou pré-fabricados |
| | | Percentual de abertura Sombreamento e/ou exposição solar Condicionamento térmico passivo Controle do usuário |
| Qualidade ambiental interna | Desempenho e conforto térmico | Contexto visual externo Controle do usuário |
| | | Desempenho lumínico e conforto visual |
| | Desempenho e conforto acústico | Aproveitamento de elementos pré-existentes como barreira Zoneamento da habitação Tratamento dos fechamentos opacos Tratamento dos fechamentos translúcidos |

Apenas dois critérios não foram atendidos por unanimidade, foram eles: “Cobertura verde” e “Plano de gestão da paisagem e do habitat local”. O quadro 84 apresenta esses critérios e suas respectivas subcategorias.

Quadro 84: Critérios não atendidos por unanimidade.

Fonte: A autoria própria.

| Categoria | Subcategoria | Critérios |
|------------------|--|--|
| Ambiente | Controle e gerenciamento de águas pluviais | Cobertura verde |
| | Paisagismo e biodiversidade no terreno | Plano de gestão da paisagem e do habitat local |

4.5.2. Nível de aplicabilidade

Nesse subitem, são apresentadas as sínteses dos resultados com enfoque no nível de aplicabilidade dos critérios, que cada escritório apresentou.

4.5.2.1. Gestão

Na subcategoria “Concepção e processo de projeto”, o critério “Análise das condicionantes climáticas” foi considerado por todos os escritórios de fácil aplicabilidade. O critério “Planejamento otimizado e transparente” foi considerado fácil pelos escritórios A, B e C e difícil pelo escritório D, isso representa uma diferença de percepção entre os escritórios localizados em Cuiabá e o de

Brasília. O critério “Análise inicial das inter-relações entre os sistemas” foi considerado fácil apenas pelo escritório A e difícil pelos escritórios B, C e D, evidenciando que o projeto desenvolvido pelo escritório A, que busca certificação, está na direção de um processo de projeto mais integrado.

O critério “Inserção de aspectos de sustentabilidade” foi apontado como de fácil aplicabilidade pelos escritórios B e D e difícil pelos escritórios A e C, evidenciando que profissionais de uma mesma cidade têm diferentes visões acerca do tema. Mesmo com a disparidade de nível de aplicabilidade entre os escritórios A e B, ambos pontuam que, para o cliente, essas estratégias de sustentabilidade geram mais um gasto e não encaram como um investimento a longo prazo.

O critério “Processo de projeto integrado” foi considerado fácil apenas para o escritório A, mais uma vez, é uma evidência de que o projeto desenvolvido por eles, que busca certificação, está em consonância com as práticas mais sustentáveis. Já para os escritórios B e D esse é um critério difícil de ser aplicado e para o escritório C é impossível. O fato do processo de projeto integrado não ser empregado nos pequenos escritórios, faz com que muitos dos erros acabem sendo solucionados em obra, gerando mais custo e desperdício de material. A adoção desse processo é vista pelos escritórios como uma barreira, pois acarreta em um aumento no prazo de desenvolvimento, o que na verdade é a solução para os problemas ocorridos em obra. Quando se passa mais tempo desenvolvendo um projeto, verificando todas as inter-relações entre as equipes, a obra termina mais rápido e com mais precisão. O quadro 85 apresenta um resumo dessa categoria.

Quadro 85: Síntese dos resultados obtidos na categoria Gestão.

Fonte: Elaboração própria.

| Concepção e processo de projeto | Escritórios | | | |
|--|-------------|---------|------------|---------|
| | A | B | C | D |
| Análise das condicionantes climáticas do local | FÁCIL | FÁCIL | FÁCIL | FÁCIL |
| Planejamento otimizado e transparente | FÁCIL | FÁCIL | FÁCIL | DIFÍCIL |
| Análise inicial das inter-relações entre os sistemas | FÁCIL | DIFÍCIL | DIFÍCIL | DIFÍCIL |
| Inserção de aspectos de sustentabilidade | DIFÍCIL | FÁCIL | DIFÍCIL | FÁCIL |
| Processo de projeto integrado | FÁCIL | DIFÍCIL | IMPOSSÍVEL | DIFÍCIL |

4.5.2.2. Ambiente

Na subcategoria “Seleção do terreno”, o critério “Largura da calçada” foi apontado por todos os escritórios com um nível de fácil aplicabilidade. Já o critério “Proximidade a transporte público” foi considerado difícil pelos escritórios A, B e D e impossível pelo escritório C, porém foi de consenso que os terrenos localizados em condomínios dificultam o atendimento a este critério, pois estão distantes do centro da cidade já consolidado. O escritório D apontou a maior dificuldade da cidade

de Brasília que é a distância entre os pontos, mesmo em terrenos privilegiados percorre-se grandes distâncias para encontrar as amenidades necessárias.

O critério “Proximidade a praças e parques de vizinhança” foi apontado como de fácil aplicabilidade apenas pelo escritório C, que o projeto analisado está localizado em um condomínio que conta com essa infraestrutura. Os escritórios A, B e D apontaram como um critério de difícil aplicação, pelo mesmo motivo do critério anterior. O critério “Proximidade a posto de saúde” foi apontado como de difícil aplicação pelos escritórios A, B e D, já o escritório C considerou de fácil aplicabilidade, pois o condomínio estava próximo de um bairro com os serviços comunitários.

O critério “Construção em terreno já desenvolvido” foi considerado de fácil aplicabilidade para os escritórios B e C e difícil para os escritórios A e D. Esse critério, assim como os outros, foi criticado pela falta de participação dos arquitetos no processo de escolha do terreno. Na maioria dos casos, o cliente já chega com o terreno escolhido, apenas para o escritório desenvolver os projetos. O quadro 86 apresenta um resumo da comparação dessa subcategoria.

Quadro 86: Síntese dos resultados obtidos na categoria Ambiente.

Fonte: Elaboração própria.

| Seleção do terreno Critérios | Escritórios | | | |
|--|-------------|---------|------------|---------|
| | A | B | C | D |
| Largura da calçada | FÁCIL | FÁCIL | FÁCIL | FÁCIL |
| Proximidade a transporte público | DIFÍCIL | DIFÍCIL | IMPOSSÍVEL | DIFÍCIL |
| Proximidade a praças e parques de vizinhança | DIFÍCIL | DIFÍCIL | FÁCIL | DIFÍCIL |
| Proximidade a posto de saúde | DIFÍCIL | DIFÍCIL | FÁCIL | DIFÍCIL |
| Construção em terreno já desenvolvido | DIFÍCIL | FÁCIL | FÁCIL | DIFÍCIL |

Na subcategoria “Controle e gerenciamento de águas pluviais”, o critério “5% a mais de área permeável” teve sua aplicabilidade considerada fácil apenas pelo escritório A e difícil pelos escritórios B, C e D. Assim também foi com o critério “10% a mais de área permeável”, destacando novamente o escritório A, que seu projeto já estava sendo desenvolvido para atingir níveis altos de permeabilidade do solo, mesmo com um terreno pequeno. O escritório B apontou que esses critérios são contrários ao que é empregado no mercado hoje, onde se busca atingir o potencial construtivo em detrimento do aumento da permeabilidade do solo. O critério “Jardins de chuva” foi considerado de fácil aplicabilidade pelos escritórios A e C e difícil pelos escritórios B e D. Os dois últimos justificaram pelo foco em se atingir o máximo potencial construtivo e a falta de espaço no terreno para implementação deste tipo de estratégia.

O critério “Aproveitamento de águas pluviais” foi apontado como de fácil aplicação apenas pelo escritório D e difícil para os escritórios A, B e C, ressaltando novamente a diferença de

percepção entre as cidades de Brasília e Cuiabá. Nesta última os escritórios apontaram que o maior empecilho dessa estratégia é o custo inicial de instalação, que os clientes não querem pagar. Assim também foi percebido no critério “Cobertura verde”, em que os escritórios localizados em Cuiabá classificaram como difícil e impossível e o escritório de Brasília apontou como fácil. O quadro 87 apresenta um resumo dessa subcategoria.

Quadro 87: Síntese dos resultados obtidos na categoria Ambiente.

Fonte: Elaboração própria.

| Controle e gerenciamento de águas pluviais | Escritórios | | | |
|--|-------------|---------|------------|---------|
| | A | B | C | D |
| Critérios | | | | |
| 5% a mais de área permeável | FÁCIL | DIFÍCIL | DIFÍCIL | DIFÍCIL |
| 10% a mais de área permeável | FÁCIL | DIFÍCIL | DIFÍCIL | DIFÍCIL |
| Jardins de chuva | FÁCIL | DIFÍCIL | FÁCIL | DIFÍCIL |
| Aproveitamento de águas pluviais | DIFÍCIL | DIFÍCIL | DIFÍCIL | FÁCIL |
| Cobertura verde | DIFÍCIL | DIFÍCIL | IMPOSSÍVEL | FÁCIL |

Na subcategoria “Paisagismo e biodiversidade no terreno”, o critério “Não utilizar plantas invasoras” foi apontado como de fácil aplicabilidade para os escritórios A e D e difícil para os escritórios B e C. O projeto analisado pelo escritório A tinha como objetivo a obtenção de uma certificação, então os arquitetos estudaram mais a respeito do que seria considerado uma planta invasora, por isso se tornou mais fácil. Já o escritório B apontou que não fazem especificação de paisagismo para os projetos desenvolvidos por eles, e o escritório C descreveu que o projeto analisado não teve como o objetivo pensar em um paisagismo mais adequado.

O critério “Vegetação nativa do local/bioma regional” foi considerado fácil apenas pelo escritório A, pelos mesmos motivos expostos no critério anterior. Já os escritórios B, C e D apontaram que este critério é difícil, justamente pelo primeiro não fazer especificação de paisagismo em seus projetos e o segundo não ter trabalhado com essa opção para o projeto analisado. O critério “Paisagismo como estratégia bioclimática” foi considerado fácil pelos escritórios A, B e C e difícil pelo escritório D. Mais uma vez foi observado a diferença entre as cidades, os escritórios localizados em Cuiabá utilizam muito a vegetação como forma de amenizar o clima interno da habitação, devido às altas temperaturas externas. Já o escritório D não justificou o porquê de ser difícil.

O critério “Paisagismo produtivo” foi apontado de fácil aplicabilidade pelos escritórios A e C e difícil pelos escritórios B e D. Os escritórios A e C justificaram que já utilizam muito essa estratégia em seus projetos, principalmente quando é uma demanda do cliente por uma árvore frutífera. Já o

escritório B apontou a dificuldade pelo fato de não desenvolverem projetos de paisagismo no escritório e o escritório D não justificou o posicionamento.

O critério “Plano de gestão da paisagem e do habitar local” foi considerado fácil apenas pelo escritório A, que pontuou que seria fácil desenvolver o documento se existissem vegetações pré-existentes no terreno, pois a maioria dos terrenos em Cuiabá já estão “limpos”, sem vegetação. Já os escritórios B e D apontaram como difícil, pois não é algo que faz parte da prática de projeto deles. O escritório C considerou como um critério impossível de ser atendido. Um resumo dessa subcategoria está apresentado no quadro 88.

Quadro 88: Síntese dos resultados obtidos na categoria Ambiente.

Fonte: Elaboração própria.

| Paisagismo e biodiversidade no terreno | Escritórios | | | |
|--|-------------------|---------|------------|---------|
| | A | B | C | D |
| Critérios | | | | |
| Não utilizar plantas invasoras | FÁCIL | DIFÍCIL | DIFÍCIL | FÁCIL |
| Vegetação nativa do local/bioma regional | FÁCIL | DIFÍCIL | DIFÍCIL | DIFÍCIL |
| Paisagismo como estratégia bioclimática | FÁCIL | FÁCIL | FÁCIL | DIFÍCIL |
| Paisagismo produtivo | FÁCIL | DIFÍCIL | FÁCIL | DIFÍCIL |
| Plano de gestão da paisagem e do habitat local | FÁCIL/ DIFÍCIL | DIFÍCIL | IMPOSSÍVEL | DIFÍCIL |

Na subcategoria “Resíduos”, o critério “Iniciativas de projeto que reduzem a geração de resíduos” foi considerado fácil apenas para o escritório A e difícil para os escritórios B, C e D. O escritório B justificou explicando que o método convencional utilizado no Brasil não propicia para a utilização de métodos que geram menos resíduos e os clientes exigem que a construção seja feita pelo método convencional. Assim, fica evidente como uma barreira cultural é imposta. O critério “Caracterização dos resíduos” foi considerado fácil pelos escritórios A e B e difícil pelos escritórios C e D. Os últimos justificaram que o projeto analisado não teve esse objetivo e não é prática do escritório, respectivamente.

O critério “Espaços destinados para a armazenagem” foi classificado como fácil pelos escritórios A e B e difícil pelos escritórios C e D. O escritório C descreveu que construíram um espaço somente para agrupar os resíduos antes de jogá-los no bota-fora. O escritório D justificou que não é sempre que há espaço para este fim no terreno.

Os critérios “Identificação de empresas qualificadas para o recebimento” e “Identificação de empresas qualificadas para o transporte” foram consideradas de fácil aplicabilidade pelos escritórios A e D e difícil pelos escritórios B e C. O escritório B justificou que ainda existe uma cultura do “bota-fora” e o cliente exige aquilo que for mais barato para ele. O escritório C apontou que o

projeto não teve como objetivo a utilização desses critérios. O quadro 89 apresenta um resumo dos resultados dessa subcategoria.

Quadro 89: Síntese dos resultados obtidos na categoria Ambiente.

Fonte: Elaboração própria.

| Resíduos Critérios | Escritórios | | | |
|---|-------------|---------|---------|------------------------|
| | A | B | C | D |
| Iniciativas de projeto que reduzem a geração de resíduos | FÁCIL | DIFÍCIL | DIFÍCIL | DIFÍCIL |
| Caracterização dos resíduos | FÁCIL | FÁCIL | DIFÍCIL | DIFÍCIL/ IMPOSSÍVEL |
| Espaços destinados para a armazenagem | FÁCIL | FÁCIL | DIFÍCIL | DIFÍCIL |
| Identificação de empresas qualificadas para o recebimento | FÁCIL | DIFÍCIL | DIFÍCIL | FÁCIL |
| Identificação de empresas qualificadas para o transporte | FÁCIL | DIFÍCIL | DIFÍCIL | FÁCIL |

4.5.2.3. Energia

Na subcategoria “Eficiência energética”, os critérios “Lâmpadas eficientes” e “Eletrodomésticos eficientes” foram considerados de fácil aplicabilidade pelos quatro escritórios, devido a maior presença desses equipamentos no mercado. Já o critério “Coeficiente de performance dos aparelhos de ar condicionado” foi apontado como de fácil aplicação pelos escritórios A, C e D, mas difícil para o escritório B. Este último justificou que a especificação dos aparelhos se concentra apenas no modelo e na potência.

Os critérios “Sistema de aquecimento solar” e “Energia renovável” foram considerados de fácil aplicabilidade pelos escritórios C e D, onde os projetos já haviam sido desenvolvidos com este fim. Já para os escritórios A e B esse critério foi pontuado com nível difícil de aplicabilidade, devido aos gastos iniciais com a instalação dos dois sistemas, que se já não for uma demanda prévia do cliente, dificilmente será implantado. O quadro 90 apresenta um resumo dessa categoria.

Quadro 90: Síntese dos resultados obtidos na categoria Energia.

Fonte: Elaboração própria.

| Eficiência energética Critérios | Escritórios | | | |
|---|-------------|---------|-------|-------|
| | A | B | C | D |
| Lâmpadas eficientes | FÁCIL | FÁCIL | FÁCIL | FÁCIL |
| Eletrodomésticos eficientes | FÁCIL | FÁCIL | FÁCIL | FÁCIL |
| Coeficiente de performance dos aparelhos de ar condicionado | FÁCIL | DIFÍCIL | FÁCIL | FÁCIL |
| Sistema de aquecimento solar | DIFÍCIL | DIFÍCIL | FÁCIL | FÁCIL |
| Energia renovável | DIFÍCIL | DIFÍCIL | FÁCIL | FÁCIL |

4.5.2.4. Água

Na subcategoria “Eficiência hídrica”, o critério “Equipamentos hidrossanitários eficientes” foi considerado de fácil aplicabilidade pelos escritórios B, C e D. Já o escritório A classificou esse critério de difícil aplicação devido ao alto custo dos equipamentos mais eficientes. O critério

“Medição individualizada” foi considerado de fácil aplicabilidade por todos os quatro escritórios, já que é uma exigência mínima de controle do consumo de água. O critério “Medição setorizada” foi classificado de fácil aplicabilidade pelos escritórios A e C e difícil pelos escritórios B e D, sendo justificado que é mais comum utilizar apenas um único medidor para a casa inteira.

Os critérios “Aproveitamento de águas pluviais” e “Tratamento da água residual” foram considerados de fácil aplicação apenas pelo escritório D e difícil pelos escritórios A, B e C, sendo a principal justificativa o alto custo das instalações que os clientes não enxergam como investimento que terá um retorno no futuro. O quadro 91 apresenta um resumo dessa subcategoria.

Quadro 91: Síntese dos resultados obtidos na categoria Água.

Fonte: Elaboração própria.

| Eficiência hídrica Critérios | Escritórios | | | |
|--|-------------|---------|---------|---------|
| | A | B | C | D |
| Equipamentos hidrossanitários eficientes | DIFÍCIL | FÁCIL | FÁCIL | FÁCIL |
| Medição individualizada | FÁCIL | FÁCIL | FÁCIL | FÁCIL |
| Medição setorizada | FÁCIL | DIFÍCIL | FÁCIL | DIFÍCIL |
| Aproveitamento de águas pluviais | DIFÍCIL | DIFÍCIL | DIFÍCIL | FÁCIL |
| Tratamento da água residual | DIFÍCIL | DIFÍCIL | DIFÍCIL | FÁCIL |

4.5.2.5. Materiais

Na subcategoria “Materiais e processos construtivos”, os critérios “Coordenação modular e flexibilidade” e “Facilidade de manutenção da fachada” foram considerados de fácil aplicação pelos escritórios A, B e C e difícil pelo escritório, enfatizando novamente a diferença de perspectiva das cidades. O critério “Materiais ambientalmente preferíveis” foi classificado de fácil aplicabilidade pelos escritórios A e C e difícil pelos escritórios B e D.

O critério “Madeira certificada” foi considerado de difícil aplicabilidade pelos quatro escritórios. Isso se justifica pelo fato de não ter um controle e fiscalização na utilização desse material. O critério “Sistemas industrializados ou pré-fabricados” foi classificado de fácil aplicação pelos escritórios A e C e difícil pelos escritórios B e D, sendo justificada a exigência do cliente pelo método convencional que é de alvenaria moldada in loco. É apresentado um resumo dessa subcategoria no quadro 92.

Quadro 92: Síntese dos resultados obtidos na categoria Materiais.

Fonte: Elaboração própria.

| Materiais e processos construtivos Critérios | Escritórios | | | |
|---|-------------|---------|---------|---------|
| | A | B | C | D |
| Coordenação modular e flexibilidade | FÁCIL | FÁCIL | FÁCIL | DIFÍCIL |
| Facilidade de manutenção da fachada | FÁCIL | FÁCIL | FÁCIL | DIFÍCIL |
| Materiais ambientalmente preferíveis | FÁCIL | DIFÍCIL | FÁCIL | DIFÍCIL |
| Madeira certificada | DIFÍCIL | DIFÍCIL | DIFÍCIL | DIFÍCIL |
| Sistemas industrializados ou pré-fabricados | FÁCIL | DIFÍCIL | FÁCIL | DIFÍCIL |

4.5.2.6. Qualidade ambiental interna

Na subcategoria “Desempenho e conforto térmico”, o critério “Propriedades térmicas da envoltória” foi classificado de fácil aplicabilidade apenas pelo escritório D, os escritórios A, B e C consideraram esse critério difícil de ser aplicado. Isso pode ser justificado pela falta de informação acerca das propriedades e por muitas vezes apenas reproduzir o método convencional sem saber que para essa composição de parede existem os valores das propriedades. O critério “Percentual de abertura” foi considerado de fácil aplicação pelos escritórios B e D e difícil pelos escritórios A e C, mesmo sendo algo necessário para aprovação do projeto nos órgãos competentes.

O critério “Sombreamento e/ou exposição solar” foi classificado de fácil aplicabilidade pelos escritórios B, C e D e difícil pelo escritório A, mesmo sendo uma prática do escritório. O critério “Condicionamento térmico passivo” foi considerado de fácil aplicabilidade pelos escritórios B e C e difícil pelos escritórios A e D, mesmo ambos apresentando que este critério foi atendido. O critério “Controle do usuário” foi considerado fácil pelos quatro escritórios. O quadro 93 apresenta um resumo dessa subcategoria.

Quadro 93: Síntese dos resultados obtidos na categoria Qualidade ambiental interna.

Fonte: Elaboração própria.

| Desempenho e conforto térmico | Escritórios | | | |
|-------------------------------------|-------------|---------|---------|---------|
| | A | B | C | D |
| Critérios | | | | |
| Propriedades térmicas da envoltória | DIFÍCIL | DIFÍCIL | DIFÍCIL | FÁCIL |
| Percentual de abertura | DIFÍCIL | FÁCIL | DIFÍCIL | FÁCIL |
| Sombreamento e/ou exposição solar | DIFÍCIL | FÁCIL | FÁCIL | FÁCIL |
| Condicionamento térmico passivo | DIFÍCIL | FÁCIL | FÁCIL | DIFÍCIL |
| Controle do usuário | FÁCIL | FÁCIL | FÁCIL | FÁCIL |

Na subcategoria “Desempenho lumínico e conforto visual” o critério “Nível intermediário de desempenho lumínico da NBR 15575-1” foi apontado de fácil aplicação apenas pelo escritório C e difícil pelos escritórios A, B e D. Isso se justifica pelo fato de que, para atender a norma na fase de projeto, é preciso utilizar softwares de simulação computacional, que muitas vezes não são abordados durante a graduação, dificultando o atendimento à norma. O critério “Nível superior de desempenho lumínico da NBR 15575-1” foi considerado difícil por todos os escritórios, sendo a mesma justificativa apresentada no critério anterior.

O critério “Contexto visual externo” foi considerado de fácil aplicação para os escritórios A, B e C e difícil para o escritório D, mesmo com o seu atendimento. O critério “Uniformidade de iluminação” foi considerado fácil apenas para o escritório B e difícil para os escritórios A, C e D, porque não foi realizado o cálculo. O critério “Controle do usuário” foi classificado de fácil

aplicabilidade pelos escritórios A, B e C e difícil pelo escritório D. O quadro 94 apresenta um resumo dessa subcategoria.

Quadro 94: Síntese dos resultados obtidos na categoria Qualidade ambiental interna.

Fonte: Elaboração própria.

| Desempenho lumínico e conforto visual | Escritórios | | | |
|---|-------------|---------|---------|---------|
| | A | B | C | D |
| Critérios | | | | |
| Nível intermediário de desempenho lumínico da NBR 15575-1 | DIFÍCIL | DIFÍCIL | FÁCIL | DIFÍCIL |
| Nível superior de desempenho lumínico da NBR 15575-1 | DIFÍCIL | DIFÍCIL | DIFÍCIL | DIFÍCIL |
| Contexto visual externo | FÁCIL | FÁCIL | FÁCIL | DIFÍCIL |
| Uniformidade de iluminação | DIFÍCIL | FÁCIL | DIFÍCIL | DIFÍCIL |
| Controle do usuário | FÁCIL | FÁCIL | FÁCIL | DIFÍCIL |

Na subcategoria “Desempenho e conforto acústico”, o critério “Estudo do ruído da vizinhança” foi considerado de difícil aplicação por todos os escritórios. Para isso, é necessário contratar uma consultoria específica para esse fim, aumentando o custo do projeto, que acaba inviabilizando o atendimento porque o cliente não quer pagar mais pelo projeto. Isso se reflete no atendimento aos demais critérios, que precisam do atendimento ao primeiro para concluir essa subcategoria. Por isso, os escritórios A e D classificaram todos os demais critérios como difíceis. O escritório C apontou que mesmo sem o estudo, conseguiu fazer o levantamento do ruído do entorno e levar isso em consideração no projeto.

Os critérios “Aproveitamento e elementos pré-existentes como barreira”, “Zoneamento da habitação” e “Tratamento dos fechamentos opacos” foram classificados de fácil aplicabilidade pelos escritórios B e C e difícil pelos escritórios A e D. O critério “Tratamento dos fechamentos translúcidos” foi considerado de difícil aplicação por todos os escritórios. O quadro 95 apresenta o resumo dessa subcategoria.

Quadro 95: Síntese dos resultados obtidos na categoria Qualidade ambiental interna.

Fonte: Elaboração própria.

| Desempenho e conforto acústico | Escritórios | | | |
|--|-------------|---------|---------|---------|
| | A | B | C | D |
| Critérios de avaliação | | | | |
| Estudo do ruído da vizinhança | DIFÍCIL | DIFÍCIL | DIFÍCIL | DIFÍCIL |
| Aproveitamento de elementos pré-existentes como barreira | DIFÍCIL | FÁCIL | FÁCIL | DIFÍCIL |
| Zoneamento da habitação | DIFÍCIL | FÁCIL | FÁCIL | DIFÍCIL |
| Tratamento dos fechamentos opacos | DIFÍCIL | FÁCIL | FÁCIL | DIFÍCIL |
| Tratamento dos fechamentos translúcidos | DIFÍCIL | DIFÍCIL | DIFÍCIL | DIFÍCIL |

Por fim, foram contabilizados quantos critérios foram considerados fáceis, difíceis ou impossíveis, de acordo com cada escritório. O escritório A apontou que dos 55 critérios propostos, 29 foram de fácil aplicabilidade e 26 difíceis. O escritório B considerou 24 critérios de fácil aplicação e 31 difíceis. O escritório C classificou 30 critérios de fácil aplicabilidade, 21 difíceis e 4 impossíveis.

O escritório D considerou 21 critérios de fácil aplicação, 33 difíceis e um impossível. O quadro 96 apresenta o resumo dessa quantificação.

Quadro 96: Quantificação da aplicabilidade dos critérios.

Fonte: Autoria própria.

| Aplicabilidade | Escritórios | | | |
|----------------|-------------|----|----|----|
| | A | B | C | D |
| FÁCIL | 29 | 24 | 30 | 21 |
| DIFÍCIL | 26 | 31 | 21 | 33 |
| IMPOSSÍVEL | 0 | 0 | 4 | 1 |
| TOTAL | 55 | 55 | 55 | 55 |

Além disso, seis critérios foram considerados de fácil aplicabilidade por todos os escritórios, apresentados no quadro 97, foram eles: i) “Análise das condicionantes climáticas do local”; ii) “Largura da calçada”; iii) “Lâmpadas eficientes”; iv) “Eletrodomésticos eficientes”; v) “Medição individualizada”; e vi) “Controle do usuário” (térmico).

Quadro 97: Critérios considerados de fácil aplicabilidade por unanimidade.

Fonte: Autoria própria.

| Categoria | Subcategoria | Critérios |
|-----------------------------|---------------------------------|--|
| Gestão | Concepção e processo de projeto | Análise das condicionantes climáticas do local |
| Ambiente | Seleção do terreno | Largura da calçada |
| Energia | Eficiência energética | Lâmpadas eficientes |
| | | Eletrodomésticos eficientes |
| Água | Eficiência hídrica | Medição individualizada |
| Qualidade ambiental interna | Desempenho e conforto térmico | Controle do usuário |

Já os critérios que obtiveram o nível difícil de aplicabilidade por todos os escritórios foram: i) “Madeira certificada”; ii) “Nível superior de desempenho lumínico da NBR 15575-1”; iii) “Estudo do ruído da vizinhança”; e iv) “Tratamento dos fechamentos translúcidos”. O quadro 98 apresenta um resumo desses critérios e suas subcategorias.

Quadro 98: Critérios considerados de difícil aplicabilidade por unanimidade.

Fonte: Autoria própria.

| Categoria | Subcategoria | Critérios |
|-----------------------------|---------------------------------------|--|
| Materiais | Materiais e processos construtivos | Madeira certificada |
| Qualidade ambiental interna | Desempenho lumínico e conforto visual | Nível superior de desempenho lumínico da NBR 15575-1 |
| | | Estudo do ruído da vizinhança |
| | Desempenho e conforto acústico | Tratamento dos fechamentos translúcidos |

4.5.3. Síntese geral

Para a síntese geral desse capítulo, foi feita a sobreposição dos critérios que foram atendidos ou não por unanimidade e o nível de aplicabilidade dado também por unanimidade. Assim, os critérios “Análise das condicionantes climáticas do local”, “Largura da calçada”, “Medição

individualizada” e “Controle do usuário” (desempenho e conforto térmico) que foram atendidos por unanimidade, também foram considerados de aplicabilidade fácil por todos os escritórios. O critério “Tratamento dos fechamentos translúcidos” foi atendido por unanimidade, mesmo sendo considerado de difícil aplicabilidade por todos os escritórios.

4.6. Revisão na ferramenta

Após as aplicações, a subcategoria “Desempenho e Conforto Térmico” foi revista, com o objetivo de incluir no critério “Percentual de abertura da fachada” o índice de qualidade do ar interno, que pode ser medido pelo cálculo de renovações de ar por hora. Assim, esse critério buscou, além das evidências já requisitadas, certificar que cada ambiente da edificação estivesse dentro dos parâmetros estabelecidos pela ASHRAE.

Para isso, o projetista deve realizar o cálculo abaixo e o resultado deve corresponder aos valores apresentados no quadro 100.

$$RAH = \frac{Q \cdot 3600}{\text{Volume do ambiente}}$$

Onde:

Q = fluxo de ar que passa pela abertura;

Volume do ambiente = Largura X Comprimento X Altura (m³).

Para ambientes com uma abertura a equação para descobrir o fluxo de ar que passa pela abertura é o seguinte:

$$Q = 0,025 \cdot A \cdot V_{ref}$$

Onde:

A = área de abertura efetiva;

V_{ref} = velocidade do vento na altura da abertura.

Para ambientes com duas aberturas ou mais:

$$Q = 0,6 \cdot A_{eq} \cdot V_{ref} \cdot \sqrt{0,35}$$

Onde:

A_{eq} = área efetiva equivalente de abertura;

V_{ref} = velocidade do vento na altura da abertura.

$$V_{ref} = V_m \cdot k \cdot z^a \cdot \sqrt{0,35}$$

Onde:

V_m = velocidade média do vento medida na estação meteorológica;

k = conforme quadro 99;

z = altura da janela em relação ao solo;

a = conforme quadro 99.

Quadro 99: Coeficientes k e a para o cálculo de ventilação natural.

Fonte: Adaptado de Lamberts et al. (2014).

| Localização da edificação | k | a |
|-----------------------------|------|------|
| Campo aberto plano | 0,68 | 0,17 |
| Campo com algumas barreiras | 0,52 | 0,20 |
| Ambiente urbano | 0,35 | 0,25 |
| Centro da cidade | 0,21 | 0,33 |

Quadro 100: Critérios sugeridos para projetos gerais para ventilação de ambientes.

Fonte: Adaptado de ASHARAE (1972).

| Área funcional | Taxa de renovação (Trocas/hora) |
|----------------|---------------------------------|
| Cozinhas | 10-30 |
| Lavanderias | 10-60 |
| Residências | 5-20 |
| Banheiros | 8-20 |

5. CONCLUSÃO

A realização dessa pesquisa identificou que as certificações ambientais de construção são adotadas pelos pequenos escritórios de arquitetura a partir de uma demanda específica do cliente, demonstrando que muitos profissionais não estão preparados para atuar no desenvolvimento de projetos que buscam atender critérios de desempenho ambiental.

Na análise das principais certificações ambientais de construção foram identificadas sobreposições de muitas categorias e critérios com os mesmos objetivos. Essa análise mostra que existem muitos aspectos em comum e que se complementam, fazendo com que a decisão por uma certificação seja baseada na sua adequação à realidade local, mais que pela a estrutura de suas categorias e respectivos critérios. Dessa forma, AQUA-HQE, GBC Brasil Casa e o Selo Casa Azul são os mais indicados à realidade brasileira, já que os dois primeiros foram adaptados à realidade brasileira e o último foi desenvolvido especificamente para o Brasil.

O objetivo ao qual esse trabalho se propôs realizar foi atendido, visto que foi desenvolvida uma ferramenta de apoio para projetos residenciais, considerando atributos de desempenho ambiental.

A ferramenta proposta foi desenvolvida e testada em quatro escritórios de pequeno porte na região Centro-Oeste do Brasil, permitindo o atendimento dos objetivos específicos. Entre os objetivos específicos atendidos citam-se: (1) foram mapeados os critérios de desempenho ambiental para edificações residenciais, a partir da revisão sistemática da literatura; (2) foram mapeados os critérios de desempenho ambiental para edificações residenciais, a partir dos principais sistemas de certificação do mundo; e (3) foi possível mapear a percepção dos escritórios de arquitetura de pequeno porte referentes aos critérios de desempenho ambiental em projetos residenciais. As conclusões que se seguem não podem ser generalizadas para todos os escritórios brasileiros, visto que a aplicação se restringiu a pequenos escritórios localizados na região Centro-Oeste.

O processo de construção da ferramenta foi fundamentado em revisão sistemática da literatura e sobreposição de informações dos principais sistemas de certificação ambiental de construção. A ferramenta sofreu melhorias, uma vez que se fez necessário clarificar cada critério, visando a facilitar a sua análise pelos escritórios que participaram da pesquisa. A princípio, os critérios não requisitaram evidências concretas dos arquitetos e aos poucos foram feitos refinamentos para que o critério fosse autoexplicativo. Todas as subcategorias propostas tiveram

várias bibliografias como fundamentação, para que a construção dos critérios fosse relevante e aplicável à realidade dos escritórios brasileiros.

Com a aplicação da ferramenta pôde-se perceber que, mesmo com a constatação de que ainda existem barreiras a serem superadas na busca por edificações mais sustentáveis, é possível aferir que os pequenos escritórios têm a intenção de alcançar estratégias mais sustentáveis em seus projetos. Apesar da maior parte dos critérios ter sido considerada de difícil aplicabilidade por metade dos escritórios, os arquitetos ainda assim buscam implementar a maior parte das estratégias, pois todos declararam que buscam atender no mínimo 32 dos 55 critérios propostos.

Importante ressaltar que alguns critérios só podem ser atendidos caso seja uma demanda do cliente, porque necessitam de um maior investimento inicial de instalação. Porém, o atendimento aos critérios de análise climática do local, de desempenho e conforto demonstra que os profissionais estão se dedicando a projetos mais sustentáveis.

No desenvolvimento da pesquisa não foi possível identificar as justificativas do grau de dificuldade da aplicação dos critérios. Algumas questões se apresentam relevantes para o entendimento da dificuldade de aplicação dos critérios considerados de difícil aplicabilidade: a falta de conhecimento sobre o tema; a falta de mão de obra local especializada nesse tipo de construção; a falta de profissionais capacitados para desenvolvimento desse tipo de projeto; a falta de incentivos do poder público; a falta de conscientização dos clientes. Essas questões, apesar de não terem sido respondidas, levam a uma importante reflexão e são levantadas para futuras considerações sobre o tema.

Os resultados da pesquisa também permitem afirmar que o caminho da sustentabilidade está se tornando cada vez mais viável. No entanto faz-se necessário disponibilizar meios e ferramentas que possam fortalecer o sistema de aprendizados dos que tomam decisões no desenvolvimento de projetos de arquitetura. A principal aplicação da ferramenta desenvolvida nesse trabalho visa, particularmente contribuir com esse fortalecimento.

Nesse contexto duas questões são ainda relevantes: Será que se essa ferramenta fosse aplicada há 10 anos atrás teríamos o mesmo resultado? E daqui 20 anos, será que avanços vão ocorrer?

Além da conscientização de clientes e preparação técnica de profissionais, importante ressaltar o papel do setor público. Para que as alternativas de melhoria para um projeto de alto desempenho sejam obtidas, o poder público deve fornecer apoio, exigindo e definindo um padrão mínimo de desempenho ambiental obrigatório.

As categorias, subcategorias e critérios aqui listados não buscaram ser tratados como algo imutável, pelo contrário, estão dispostos a evoluírem e a se modificarem conforme os parâmetros de sustentabilidade forem sendo absorvidos em produtos e processos. O entendimento é que estes sirvam como ponto de partida para a busca da construção de edificações mais sustentáveis e mais responsivas ao meio em que se inserem. Além disso, a ferramenta proposta oferece uma estrutura de raciocínio e introduz um padrão mais sustentável para projetos residenciais que pode ser absorvido por pequenos escritórios de arquitetura em sua prática cotidiana de projeto, visto que ao responderem à planilha proposta tiveram a oportunidade de entrar em contato com estratégias mais sustentáveis.

Contribuir para o desenvolvimento de edificações mais sustentáveis não é só um objeto de marketing, mas uma reflexão do consumo e descarte de resíduos. É preciso mudar a maneira como os seres humanos se relacionam com a Terra, já que ela não é apenas fonte de matéria-prima e recursos, mas principalmente fonte de sobrevivência da raça humana.

5.1. Limitações da pesquisa

- Não foi possível tratar de todas as certificações e ferramentas que foram levantadas na revisão bibliográfica, como o CASBEE e o BEPAC, pois não estavam disponíveis para acesso livre;
- De todos os escritórios que receberam a ferramenta para aplicação, apenas quatro responderam;
- Foi um número pequeno de escritórios respondentes, não sendo possível generalizar os resultados obtidos.

5.2. Sugestão para trabalhos futuros

- Sugere-se aplicar a ferramenta com mais escritórios, a fim de obter dados mais representativos;
- Sugere-se aplicar a ferramenta em outras regiões do país para verificar se existe alguma diferença na percepção dos escritórios de pequeno porte, referente aos critérios;
- Sugere-se incluir na ferramenta os aspectos econômicos;
- Sugere-se incluir na ferramenta as subcategorias de canteiro de obras e de práticas sociais.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL (ABDI). **Manual da Construção Industrializada – Conceitos e Etapas – Volume 1: Estrutura e Vedação**. Brasília, 2015. Disponível em: < https://issuu.com/lacisunb/docs/manual_da_constru_____o_abdi/194>. Acesso em: 01 abr. 2019.

ALWISY, A., BUHAMDAM S., GÜL, M. Evidence-based ranking of green building design factors according to leading energy modelling tools. **Sustainable Cities and Society**, v. 47, p. 1-12, fev. 2019. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2210670718306000?via%3Dihub>>. Acesso em: 8 ago. 2019.

AMANCIO, R. C. A. **Identificação de fatores de construtibilidade que influenciam as fases do processo de projeto em pequenos escritórios de arquitetura – estudo de casos em Curitiba (PR)**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010.

AMERICAN SOCIETY OF HEATING REFRIGERATING AND AIR CONDITIONING ENGINEERS (ASHRAE). **Guide and Data**. 1972.

AMERICAN SOCIETY OF HEATING REFRIGERATING AND AIR CONDITIONING ENGINEERS (ASHRAE). **Hanbook of Fundamentals**. 2005.

AMORIM, C. N. D. Diagrama morfológico Parte 1: instrumento de análise e projeto ambiental com uso de luz natural. **Paranoá: cadernos de arquitetura e urbanismo**, Brasília, n. 3, 2007. Disponível em: <<http://repositorio.unb.br/handle/10482/32118>>. Acesso em: 24 mar. 2019.

ANDRADE, J. M. F. M. **Caracterização do conforto acústico em escolas**. Dissertação (Mestrado) – Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2009.

ARAÚJO, M. G., SCHWAMBORN, S. H. L. A educação ambiental em análise SWOT. **Ambiente e Educação**, Rio Grande, v. 18, n. 2, p. 183-207, jul/dez. 2013. Disponível em: < <https://periodicos.furg.br/ambeduc/article/view/4055/2850>>. Acesso em: 27 mar. 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 9062**: Projeto e execução de estruturas de concreto pré-moldado. Rio de Janeiro: ABNT, 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 15220**: Desempenho térmico de edificações. Rio de Janeiro: ABNT, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 15575**: Iluminação de ambientes de trabalho. Rio de Janeiro: ABNT, 2013a.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR ISO/CIE 8995-1: Edificações Habitacionais - Desempenho**. Rio de Janeiro: ABNT, 2013b.

BACKES, M. A. Paisagismo Produtivo. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, Campinas, v. 10, n. 1, p.47-54, jun. 2013. Disponível em: <<https://ornamentalthorticulture.emnuvens.com.br/rbho/article/view/643/447>>. Acesso em: 08 mar. 2019.

BARBOZA, A. S. R., SILVA, M. M. C. P., SILVA, L. L., ARAÚJO JUNIOR, J. C. A técnica da coordenação modular como ferramenta diretiva de projeto. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 11, n. 2, p. 97-109, abr./jun. 2011. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ac/v11n2/a07v11n2.pdf>>. Acesso em: 23 jun. 2019.

BRASIL. **Decreto N° 4059**, de 19 de dezembro de 2001, que regulamenta a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia. 2001b.

BRASIL. **Lei Federal N° 10.295**. Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia. 2001a.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO). **Portaria n° 18, de 16 de janeiro de 2012**. Regulamento Técnico da Qualidade do Nível de Eficiência Energética de Edifícios Residenciais (RTQ-R). Brasília, DF, 2012. Disponível em: <<http://www.pbeedifica.com.br/sites/default/files/projetos/etiquetagem/residencial/downloads/RTQR.pdf>>. Acesso em: 28 mar. 2019.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO). **Portaria n° 126, de 19 de março de 2014**. Regulamento Técnico da Qualidade do Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos (RTQ-C). Brasília, DF, 2014. Disponível em: <http://www.pbeedifica.com.br/sites/default/files/projetos/etiquetagem/comercial/downloads/Port372-2010_RTQ_Def_Edificacoes-C_rev01.pdf>. Acesso em: 28 mar. 2019.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Balço Energético Nacional 2019: ano base 2018**. Brasília, 2019.

BRASILEIRO, S. B. C. **Adequação ao Selo Casa Azul da Caixa Econômica Federal de Edificações do Programa Minha Casa Minha Vida**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2013.

BLUMENSCHNEIN, R. N. **A Sustentabilidade na Cadeia Produtiva da Indústria da Construção**. Tese (Doutorado) – Universidade de Brasília, Brasília, 2004.

BUENO, C. **Avaliação de desempenho ambiental de edificações habitacionais: análise comparativa dos sistemas de certificação no contexto brasileiro**. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, São Carlos, 2010.

BUILDING RESEARCH ESTABLISHMENT (BRE). **BREAAM International New Construction: Technical Manual**. Reino Unido, 2016 Disponível em: <<https://www.breeam.com/discover/technical-standards/newconstruction/>>. Acesso em: 10 mar. 2019.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL (CEF). **Selo Casa Azul: Boas práticas para habitação mais sustentável**. São Paulo: Páginas e Letras, 2010. Disponível em: <<http://www.labeee.ufsc.br/projetos/manual-selo-casa-azul-caixa>>. Acesso em: 15 mar. 2019.

CARVALHO, E. T. L. **Avaliação de elementos de infiltração de águas pluviais na zona norte da cidade de Goiânia**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2008.

CARVALHO M. T. M., SPOSTO, R. M. Metodologia para avaliação da sustentabilidade de habitações de interesse social com foco no projeto. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 12, n. 1, p. 207-225, mar. 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S1678-86212012000100014>>. Acesso em: 07 mar. 2019.

CECCHETTO, C. T., CHRISTMANN, S. S., BIAZZI, J. P., ISTAN, L. P., OLIVEIRA, T. D. Habitação de interesse social: alternativas sustentáveis. **Revista Gestão e Desenvolvimento em Contexto**, v. 3, n. 2, 2015. Disponível em: <<http://revistaeletronica.unicruz.edu.br/index.php/GEDECON/article/view/861/577>>. Acesso em: 15 jun. 2019.

CENTRO BRASILEIRO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM EDIFICAÇÕES (CB3E). Novo método de avaliação energética de edificações com base em energia primária. **Matéria online**. Disponível em: <<http://cb3e.ufsc.br/etiquetagem/desenvolvimento/atividades-2012-2016/trabalho-1/pesquisas>>. Acesso em: 13 jan. 2020.

CHVATAL, K. M. S. Avaliação do procedimento simplificado da NBR 15575 para determinação do nível de desempenho térmico de habitações. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 14, n. 4, p. 119-134, out./dez. 2014. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1678-86212014000400009&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 20 maio 2019.

COLE, R. J. Building environmental assessment methods: clarifying intentions. **Building Research & Information**, v. 27, p. 230-246, 1999. Disponível em: <<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/096132199369354>>. Acesso em: 10 mar. 2019.

CONTO, V. **A sustentabilidade socioambiental de um empreendimento de habitação de interesse social através da aplicação do selo casa azul caixa**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2017.

CONTO, V., OLIVEIRA, M. L., RUPPENTHAL, J. E. Certificações ambientais: contribuição à sustentabilidade na construção civil no Brasil. **Revista Gestão da Produção Operações e Sistemas**, v. 12, n. 4, p. 100-127, nov. 2016. Disponível em: <<https://revista.feb.unesp.br/index.php/gepros/article/view/1749>>. Acesso em: 10 jul. 2019.

CORBELLA, O., YANNAS, S. **Em busca de uma arquitetura sustentável para os trópicos: conforto ambiental**. Rio de Janeiro: Editora Revan, 2 ed., 2016.

CORTÊS, M. M., NIEMEYER, M. L. O potencial da utilização da ferramenta de mapa de ruído em diferentes escalas de análise. **Paranoá**, Brasília, n. 11, p. 87-98, ago. 2014. Disponível em: <<https://periodicos.unb.br/index.php/paranoa/article/view/10649>>. Acesso em 20 maio 2019.

COSTA, J. F. W. **Edifícios de balanço energético nulo: um estudo para escritórios em Brasília**. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Brasília, Brasília, 2018.

DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR NACHHALTIGES BAUEN (DGNB). **DGNB System Version 2018**. Disponível em: <<https://www.dgnb-system.de/en/buildings/new-construction/criteria/>>. Acesso em: 13 mar. 2019.

DINAMARCO, C., HADDAD, A., EVANGESLISTA, A. Selo Casa Azul Certificação Ambiental Estudo de Caso: Condomínio Neo Niterói. **Revista SUSTINERE**, Rio de Janeiro, v. 4, n. 1, p. 82-104, jan-jun, 2016. Disponível em: <<https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/sustinere/article/view/24632>>. Acesso em: 20 jul. 2019.

DONNELL, H. M. **Manual de Construcción Industrializada**. Revista Vivienda, Buenos Aires. 1999.

DRESCH, A., LACERDA, D. P., ANTUNES JÚNIOR, J. A. V. **Design science research: método de pesquisa para o avanço da ciência e tecnologia**. Porto Alegre: Bookman, 2015.

DURANTE, L. C. **Apostila de Conforto Acústico: Parte 1**. Disciplina de Conforto III. Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2012.

EDWARDS, B. **O Guia Básico para a Sustentabilidade**. Barcelona: GG, 2005.

ESTEVES, A. M. C. **Flexibilidade em arquitetura: um contributo adicional para a sustentabilidade do ambiente construído**. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Coimbra, Coimbra, Portugal, 2013.

EVANGELISTA, P. P. A. **Desempenho ambiental na construção civil: parâmetros para aplicação da avaliação do ciclo de vida em edificações residenciais brasileiras**. Tese (Doutorado) – Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2017.

FAGUNDES, C. M. N. **Contribuições para uma arquitetura mais sustentável**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2009.

FASTOFSKI, D. C. **Análise da aplicação do selo casa azul em empreendimentos habitacionais verticais em Caxias do Sul, RS.** Dissertação (Mestrado) – Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, 2014.

FERNANDES, J. T. **Qualidade da iluminação natural e o projeto arquitetônico:** a relação da satisfação do usuário quanto à vista exterior da janela e a percepção de ofuscamento. Tese (Doutorado) – Universidade de Brasília, Brasília, 2016.

FIGUEIREDO, A. C. C. **Certificação ambiental e habitação no Brasil: agentes e requisitos urbanísticos e arquitetônicos.** Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, São Carlos, 2018.

FIGUEIREDO, F. G. **Processo de Projeto Integrado para melhoria do desempenho ambiental de edificações: dois estudos de caso.** Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2009.

FIGUEIREDO, F. G., SILVA, V. G. Processo de projeto integrado e desempenho ambiental de edificações: os casos do SAP Labs Brazil e da ampliação do CENPES Petrobras. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 12, n. 2, p. 97-119, abr./jun. 2012. Disponível em: <<https://seer.ufrgs.br/ambienteconstruido/article/view/12879/18758>>. Acesso em: 23 maio 2019.

FIGUEIRÓ, M. A luz e sua relação com a saúde. **Lume**, São Paulo, v. 8, n. 44, p. 8-12, jun. 2010. Disponível em: <http://www.lumearquitetura.com.br/pdf/ed44/ed_44%20EN%20-%20Mariana%20Figueiró.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2019.

FRANZITTA, V., GENNUSA, M., PERI, G., RIZZO, G., SCACCIANOCE, G. Toward a European Eco-label brand for residential buildings: Holistic or by-components approaches? **Energy**, v. 36, n. 4, p.1884-1892, out. 2010. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360544210005001?via%3Dihub>>. Acesso em: 5 ago. 2019.

FUNDAÇÃO CARLOS ALBERTO VANZOLINI (FCAV) E CERWAY. **Certificação AQUA-HQE em detalhes.** Disponível em: <<https://vanzolini.org.br/aqua/certificacao-aqua-em-detalhes/>>. Acesso em: 15 mar. 2019.

FUNDAÇÃO CARLOS ALBERTO VANZOLINI (FCAV) E CERWAY. **Referencial de avaliação da qualidade ambiental do edifício – Edifícios residenciais.** Agosto, 2018. Disponível em: <<https://vanzolini.org.br/aqua/categoria-documentos/informacoes-gerais/>>. Acesso em: 15 mar. 2019.

FUNDAÇÃO CARLOS ALBERTO VANZOLINI (FCAV) E CERWAY. **Referencial de avaliação da qualidade ambiental do edifício – Edifícios não residenciais.** Abril, 2016. Disponível em: <<https://vanzolini.org.br/aqua/categoria-documentos/informacoes-gerais/>>. Acesso em: 15 mar. 2019.

GIL, E. L. **Arquitetura: projeto e aproveitamento de águas pluviais**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2009.

GODOI, B. C. S. **Requisitos de sustentabilidade para o desenvolvimento de projetos residenciais multifamiliares em São Paulo**. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

GOMES, V. Categoria 1: Qualidade Urbana. In: JOHN, V. M., PRADO, R. T. A. **Selo Casa Azul - Boas práticas para habitação mais sustentável**. São Paulo: Páginas e Letras, 2010.

GONÇALVES, J. C. S. Introdução. In: GONÇALVES, J. C. S., BODE, K., organizadores. **Edifício ambiental**. São Paulo: Oficina de textos, 2015.

GONÇALVES J. C. S., BODE, K., organizadores. **Edifício ambiental**. São Paulo: Oficina de textos, 2015.

GONÇALVES J. C. S., CAVALERI, M. P. M. Ventilação natural em edifícios de escritórios: mito ou realidade? In: GONÇALVES, J. C. S., BODE, K., organizadores. **Edifício ambiental**. São Paulo: Oficina de textos, 2015.

GONÇALVES J. C. S., DUARTE, D. H. S. Arquitetura sustentável: uma integração entre ambiente, projeto e tecnologia em experiências de pesquisa, prática e ensino. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 6, n. 4, p. 51-81, out/dez. 2006. Disponível em: <<https://www.seer.ufrgs.br/ambienteconstruido/article/view/3720/2071>>. Acesso em: 18 mar. 2019.

GORON, L. S. **Proposta de índice de sustentabilidade para a indústria da construção**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

GREEN BUILDING COUNCIL BRASIL. (2017). **Curso GBC Brasil Casa e Condomínio – Projeto Integrado**. Centro Sebrae de Sustentabilidade, 2017. Cuiabá, MT.

GREEN BUILDING COUNCIL. **LEED v4.1 Building Design and Construction**. Abril, 2019. Disponível em: <<https://www.usgbc.org/leed>>. Acesso em: 12 mar. 2019.

GREEN BUILDING COUNCIL BRASIL. **Certificação Green Building Council Brasil Casa: guia rápido**. Agosto, 2017. Disponível em: <<https://www.gbcbrazil.org.br/certificacao/certificacao-casa/documentos/>>. Acesso em: 13 mar. 2019.

GROAK, S. **The idea of building: thought and action in the design and production of buildings**. Taylor & Francis, 1992.

GRÜNBERG, P. R. M., MEDEIROS, M. H. F., TAVARES, S. F. Certificação ambiental de habitações: comparação entre LEED for homes, processo AQUA e Selo Casa Azul. **Ambiente & Sociedade**, São Paulo, v. 17, n. 2, p. 195-214, abr/jun. 2014. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/asoc/v17n2/a13v17n2.pdf>>. Acesso em: 26 mar. 2019.

GUPTA, R., KAPSALI, M. Evaluating the 'as-built' performance of an eco-housing development in the UK. **Building Services Engineering Research & Technology**, v. 37, n. 2, p. 220-242, fev. 2016. Disponível em: <<https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/0143624416629404>>. Acesso em: 7 ago. 2019.

HWANG, B., SHAN, M., LYE, J. Adoption of sustainable construction for small contractors: major barriers and best solutions. **Clean Techn. Environ. Policy**, v. 20, p. 2223-2237, ago. 2018. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs10098-018-1598-z#citeas>>. Acesso em: 8 ago. 2019.

ILHA, M. S. O., REIS, R. P. A., SILVA, V. G., IBIAPINA, M. Coberturas verdes e a gestão da água pluvial no lote. In: XIV Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 2012, Juiz de Fora – MG. Anais..., 2012.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). **Climate change 2014: Synthesis Report**. Disponível em: <https://issuu.com/unipcc/docs/syr_ar5_final_full_wcover>. Acesso em: 20 dez. 2018.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). **Global Warming of 1.5°C – Special Report, 2018**. Disponível em: <<https://www.ipcc.ch/sr15/>>. Acesso em: 04 abr. 2019.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (IEA). **Integrated Design Process: a guideline for sustainable solar-optimised building design**. Berlim, 2003. Disponível em: <http://task23.iea-shc.org/data/sites/1/publications/IDPGuide_internal.pdf> Acesso em: 13 fev. 2019.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (IEA). **Energy technology perspectives 2008: Scenarios and strategies to 2050**. Paris: IEA, 2008.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (IEA). **Energy technology perspectives 2017**. Paris: IEA, 2017.

JANKOVIC, M. M. G. S. **Estudo de caso de uma habitação de baixo impacto ambiental na cidade de Natal/RN**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2017.

JOHN, V. M. **Reciclagem de resíduos na construção civil: contribuição para metodologia de pesquisa e desenvolvimento**. Tese (Livre Docência) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

JOHN, V. M. Categoria 4: Conservação de recursos naturais. In: JOHN, V. M., PRADO, R. T. A. **Selo Casa Azul - Boas práticas para habitação mais sustentável**. São Paulo: Páginas & Letras - Editora e Gráfica, 2010.

JOHN, V. M., OLIVEIRA, D. P., LIMA, J. A. R. **Habitação mais sustentável – Levantamento do estado da arte: Seleção de materiais**. Projeto Finep 2386/04. São Paulo, 2007. Disponível em <<http://www.habitacaosustentavel.pcc.usp.br/>> Acesso em 15 mar. 2019.

KEELER, M.; BURKE, B. **Fundamentos de Projeto de Edificações Sustentáveis**. São Paulo: Bookman, 2010.

LAMBERTS, R., DUTRA, L., PEREIRA, F. O. R. **Eficiência Energética na Arquitetura**. Rio de Janeiro: ELETROBRAS/PROCEL, 2014.

LAMBERTS., TRIANA, M. A. Categoria 2: Projeto e Conforto. In: JOHN, V. M., PRADO, R. T. A. **Selo Casa Azul - Boas práticas para habitação mais sustentável**. São Paulo: Páginas & Letras - Editora e Gráfica, 2010.

LARSSON, N. **The Integrated design process: theory, history, demonstrations**. Ottawa: International Initiative for a Sustainable Built Environment (IISBE), 2009. Disponível em <http://www.hkifm.org.hk/public_html/idp/paper/ppt_NilsLarsson-1.pdf>. Acesso em: 24 jul. 2019.

LEITÃO, M. T. **Análise da aplicação dos requisitos do Selo Casa Azul em empreendimentos de habitação de interesse social**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2013.

LUTHER, M. B. Developing an ‘as performing’ building assessment. **Journal of green building**, v. 4, n. 3, p. 113-120, jul. 2009. Disponível em: < <http://dro.deakin.edu.au/eserv/DU:30024620/luther-developingan-2009.pdf>>. Acesso em: 5 ago. 2019.

MACHADO, J. J. **Análise da Sustentabilidade de empreendimentos habitacionais vinculados a políticas públicas no período 2008-2010: aplicabilidade de requisitos Greenbuilding na construção civil de Manaus**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2013.

MACHADO, C. T., MIRANDA, F. S. Energia solar fotovoltaica: uma breve revisão. **Revista Virtual de Química**, Niterói, v. 7, n. 1, p. 126-143, out. 2014. Disponível em: < <http://rvq-sub.sbq.org.br/index.php/rvq/article/view/664/508>>. Acesso em: 20 jun. 2019.

MARINOSKI, A. K., ANDRADE, M. Capítulo 4: Reuso de águas. In: LAMBERTS, R., GHISI, E. PEREIRA, C. D., BATISTA, J. O. **Casa eficiente: uso racional da água**. Florianópolis: UFSC/LabEEE, 2010.

MARQUES, F. M. **A importância da seleção de materiais de construção para a sustentabilidade ambiental do edifício**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007.

MARTAU, B. T. A luz além da visão. **Lume**, São Paulo, v. 7, n. 38, p. 62-68, jun. 2009. Disponível em: <http://www.lumearquitetura.com.br/pdf/ed38/ed_38%20AT%20Iluminação%20e%20Saúde.pdf> . Acesso em: 15 mar. 2019.

MEIRA, A. C. B. S. **Eficiência energética de edificações residenciais no plano piloto de Brasília: uma análise comparativa com utilização do RTQ-R**. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Brasília, Brasília, 2014.

MELHADO, S.B. (Coordenador) et al. **Coordenação de projetos de edificações**. São Paulo: O Nome da Rosa, 2005. 120 p.

MELO, T. A. T.; COUTINHO, A. P.; CABRAL, J. J. S. P.; ANTONINO, A. C. D.; CIRILO, J. A. Jardim de chuva: sistema de biorretenção para o manejo das águas pluviais urbanas. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 14, n. 4, p. 147-165, out./dez. 2014. Disponível em: <<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S167886212014000400011&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 2 nov. 2019.

MONTEIRO, L. M. Conforto ambiental e as possibilidades do modelo adaptativo. In: GONÇALVES, J. C. S., BODE, K., organizadores. **Edifício ambiental**. São Paulo: Oficina de textos, 2015.

NASCIMENTO, F. P. **Especificação de sistemas construtivos industrializados para edificações públicas: avaliação de contratações públicas de projeto**. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Brasília, Brasília, 2018.

NETO, M. F. F., BERTOLI, S. R. Conforto acústico entre unidades habitacionais em edifícios residenciais de São Paulo, Brasil. In: V Congresso Ibérico de Acústica e Tecniacustica e 39º Congresso Espanhol de Acústica, 2008, Coimbra, Portugal. Disponível em: <<http://www.sea-acustica.es/fileadmin/Coimbra08/id033.pdf>>. Acesso em: 12 mar. 2019.

NUNES, M. F. Análise da contribuição das certificações ambientais aos desafios da Agenda 2030. **Revista Internacional de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 08, n. 01, p. 27 - 46, jan-jun 2018. Disponível em: <<http://www.e-publicacoes.uerj.br/ojs/index.php/ric>>. Acesso em: 2 jul. 2019.

OLARTECHEA, M., CALLEJAS, I. J. A., DURANTE, L. C., ROSSETI, K. A. C., LIMA, M. J. S. Impactos da incorporação de diretrizes construtivas bioclimáticas do desempenho termoenergético de habitação de interesse social (ZB 07). In: XIII Encontro Nacional e IX Encontro Latino-americano de Conforto no Ambiente Construído, 2015, São Paulo – SP. Anais..., 2015.

OLIVEIRA, C. N. **O paradigma da sustentabilidade na seleção de materiais e componentes para edificações**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009.

OLIVEIRA, O.; MELHADO, S. B. Proposta de um modelo de gestão para pequenas empresas de projeto de edifícios. **Gestão & tecnologia de projetos**, v.3, n.2, p. 106-126, nov. 2008. Disponível em: < <http://www.revistas.usp.br/gestaodeprojetos/article/view/50944/55025>>. Acesso em: 18 mar. 2019.

PAES, R. F. S. **Materiais de construção e acabamento para escolas públicas na cidade do Rio de Janeiro: uma reflexão sob critérios de sustentabilidade**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2008.

PEREIRA, M. C. **Mutabilidade e habitação de interesse social: precedentes e certificação**. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

PITTS, A. **Planning and design strategies for sustainability and profit**: Pragmatic sustainable design on building and urban scales. Architectural Press, Oxford, 2004.

PRIZIBELA, S. C. C. **Aplicação de princípios de sustentabilidade em empreendimentos de grande porte: posicionamento dos arquitetos**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011.

PROGRAMA NACIONAL DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA (PROCEL). **Manual de iluminação**. Rio de Janeiro, 2011.

PYSEK, P. On the terminology used in plant invasion studies. In: PYSEK, P., PRACH, K., REJMANEK, M., WADE, M. **Plant Invasions**, SPB Academic Publ., Amsterdam, p. 71–81, 1995.

REBÊLO, M. M. P. S. **Sustentabilidade ambiental para projetos residenciais em Maceió-AL: procedimentos metodológicos para adequação de ferramenta de avaliação**. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2018.

RICHARDSON, D.M., PYSEK, P., REJMANEK, M., BARBOUR, M.G., PANETTA, D., WEST, C.J. Naturalization and invasion of alien plants: concepts and definitions. **Diversity and Distributions**, v. 6, p. 93–107, 2000.

ROCHA, V. L. **Validação do algoritmo do programa netuno para avaliação do potencial de economia de água potável e dimensionamento de reservatórios de sistemas de aproveitamento de água pluvial em edificações**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009.

SABBATINI, F. H. **Desenvolvimento de métodos, processos e sistemas construtivos: formulação e aplicação de uma metodologia**. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1989.

SACADURA, F. O. M. M. **Análise de sistemas de aproveitamento de água pluvial em edifícios**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, Portugal, 2011.

SCHEUER, C. W., KEOLEAIN G. A. **Evaluation of LEED using life cycle assessment methods**. Setembro, 2002.

SEVERO, E. M. F., SOUSA, H. J. C. Avaliando a sustentabilidade das edificações através de ferramentas qualitativas e quantitativas. **Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologia de Informação**, Porto, n. 19, p. 01-14, set. 2016. Disponível em:

<http://www.scielo.mec.pt/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S164698952016000300002&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 22 jun. 2019.

SILVA, A. T., KERN, A. P., PICCOLI, R., GONZÁLEZ, M. A. S. New requirements resulting from construction environmental certification programs and performance standards. **Arquiteturarevista**, v. 10, n. 2, p. 105-114, jul/dez. 2014. Disponível em: <<http://search.proquest.com/openview/020e1af80ae6480083d92cb7d325c34c/1?pq-origsite=gscholar&cbl=2040965>>. Acesso em: 6 ago. 2019.

SILVA, G. B. **As certificações como instrumento ético de sustentabilidade ambiental em edificações da construção civil**. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2014.

SILVA, M. C. C. **Instrumento para pré-avaliação da seleção de materiais em projetos que visam a certificação ambiental**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2013.

SILVA, V. G. **Avaliação da sustentabilidade de edifícios de escritórios brasileiros: diretrizes e base metodológica**. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

SILVA, V. G., SILVA, M. G., AGOPYAN, V. Avaliação de edifícios no Brasil: da avaliação ambiental para avaliação de sustentabilidade. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 3, n. 3, p 7-18, jul/set. 2003. Disponível em: <<https://seer.ufrgs.br/ambienteconstruido/article/view/3491>>. Acesso em: 10 mar. 2019.

SILVA FILHO, A. M. Sobre a análise SWOT para planejamento e gestão de projetos. **Espaço Acadêmico**, v. 14, n. 169, p. 53-57, jun. 2015. Disponível em: <<http://www.periodicos.uem.br/ojs/index.php/EspacoAcademico/article/view/28083>>. Acesso em: 27 mar. 2019.

STEVENSON, F., LEAMAN, A. Evaluating housing performance in relation to human behaviour: new challenges. **Building Research & Information**, v. 35, n. 5, p. 437-441, ago. 2010. Disponível em: <<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/09613218.2010.497282>>. Acesso em: 6 ago. 2019.

UMAKOSHI, E. M. **Avaliação de desempenho ambiental e arquitetura paramétrica generativa para o projeto do edifício alto**. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

VERAS, M. R. **Sustentabilidade e habitação de interesse social na cidade de São Paulo: análise de obras**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2013.

VIANA, M. V. C. **Inclusão dos requisitos ambientais da norma de desempenho NBR 15.575/2013 no processo de projeto: edifício habitacional multifamiliar em Natal/RN**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2017.

VILCEKOVA, S., SELECKA, I., BURDOVA, E. K. **Sustainability assessment of family house**. Energy Procedia, v. 96, p. 551-559, set. 2016. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1876610216307378>>. Acesso em: 7 ago. 2019.

7. APÊNDICES



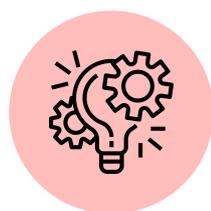
Orientadora: Prof. Dra. Raquel Naves Blumenschein

Co-orientadora: Prof. Dra. Luciane Cleonice Durante

Discente: Carolina Mendonça Zina

CATEGORIAS

SUBCATEGORIAS



GESTÃO



CONCEPÇÃO E PROCESSO DE PROJETO



AMBIENTE



SELEÇÃO DO TERRENO



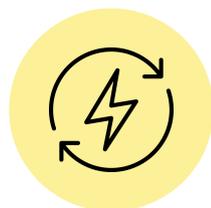
CONTROLE E GERENCIAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS



PAISAGISMO E BIODIVERSIDADE NO TERRENO



RESÍDUOS



ENERGIA



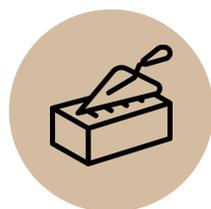
EFICIÊNCIA ENERGÉTICA



ÁGUA



EFICIÊNCIA HÍDRICA



MATERIAIS



MATERIAIS E PROCESSOS CONSTRUTIVOS



QUALIDADE AMBIENTAL INTERNA



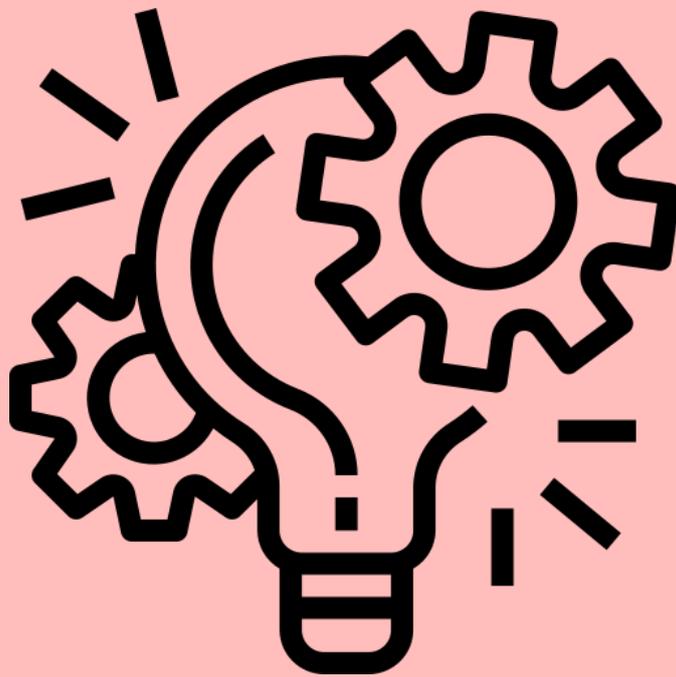
DESEMPENHO E CONFORTO TÉRMICO



DESEMPENHO LUMÍNICO E CONFORTO VISUAL



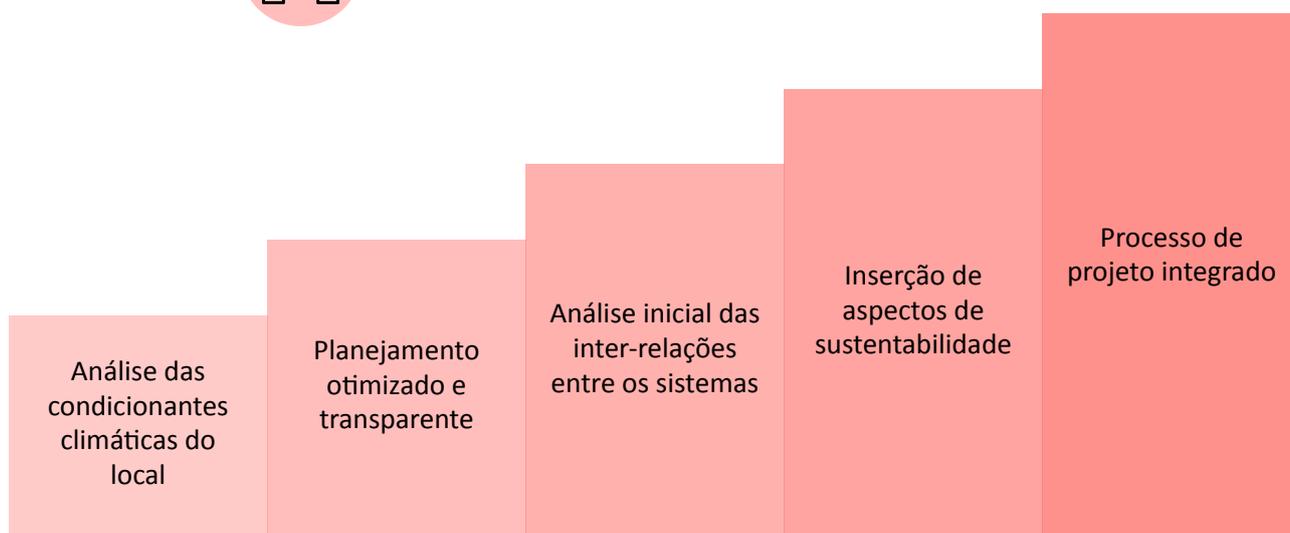
DESEMPENHO E CONFORTO ACÚSTICO



GESTÃO



Concepção e processo de projeto



1. Deve ser realizada uma análise das condicionantes climáticas do local da obra para conhecer as necessidades ambientais da residência a ser construída e trabalhar nas decisões projetuais, em função da excelência do projeto arquitetônico, por meio do estudo da trajetória solar, direção dos ventos predominantes e orientações do projeto.

2. Deve ser feito um relatório de planejamento, em que são especificadas as fases, seus objetivos, datas de entrega, a fim de que toda a equipe esteja alinhada e que o cliente possa estar ciente de todos os passos que serão dados.

3. Deve ser realizada uma análise inicial das inter-relações entre as disciplinas e profissionais que comporão a equipe de projeto. Com o objetivo de verificar as influências entre as decisões de cada profissional no projeto como um todo. Deve ser entregue um relatório com um esquema das influências.

4. Deve ser feito um estudo dos aspectos de sustentabilidade que podem ser incorporados no projeto, como aproveitamento de águas pluviais, instalação de placas fotovoltaicas, ou outros com a justificativa que embasa a decisão de projeto.

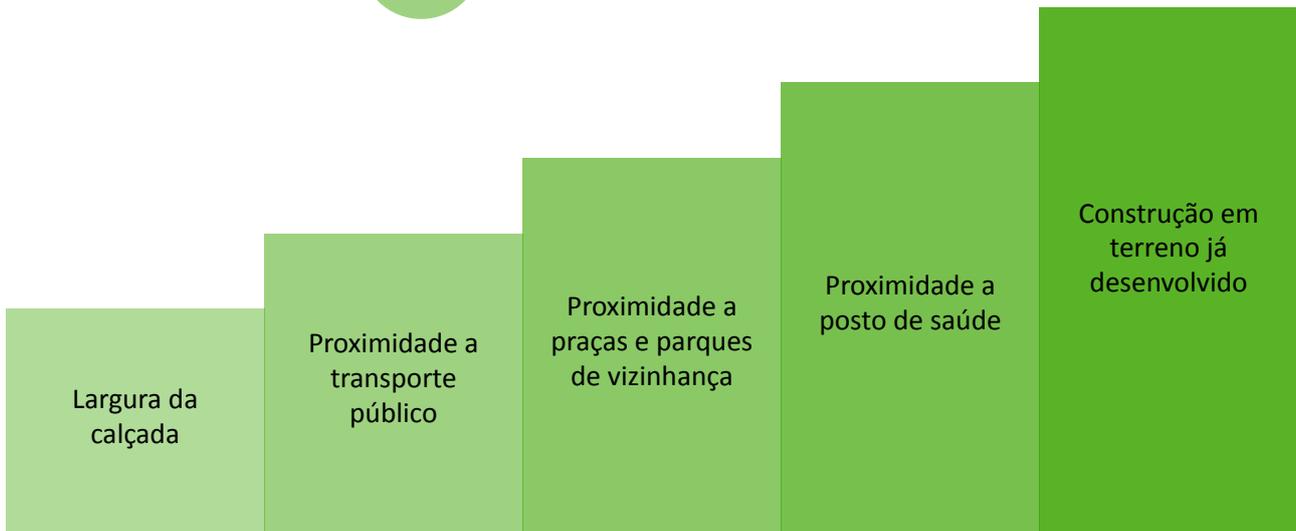
5. Devem ser realizadas reuniões com toda a equipe do projeto, incluindo o cliente, para que todas as decisões sejam compartilhadas e discutidas. Deve ser entregue evidências da compatibilização das informações entre as equipes, utilização de softwares BIM e relatórios das reuniões com fotos e uma lista de presença.



AMBIENTE



Seleção do terreno

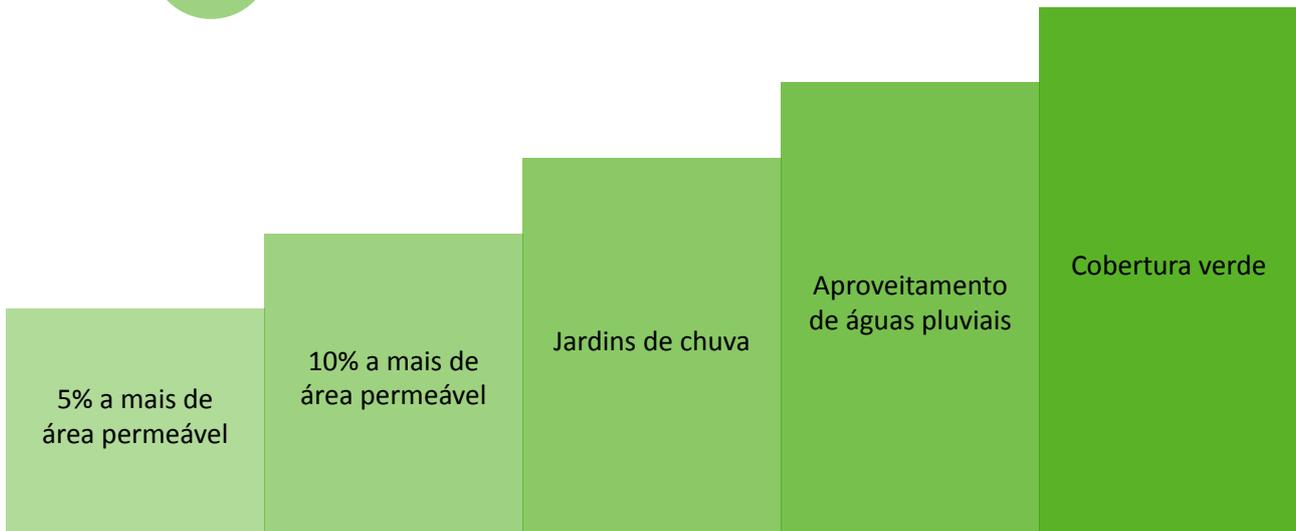


1. No projeto deve ser especificado que a calçada de frente para o lote tenha largura mínima de 1,20m.
2. O terreno deve estar localizado dentro de um raio de 500m a partir do ponto de ônibus mais próximo.
3. O terreno deve estar localizado dentro de um raio de 600m a partir da praça ou parque de vizinhança mais próximo.
4. O terreno deve estar localizado dentro de um raio de 1.000m a partir do posto de saúde mais próximo.
5. O terreno deve estar inserido em uma área previamente urbanizada, contando com:
i) pavimentação; ii) rede urbana de drenagem; iii) rede de água; iv) rede de esgoto; e v) energia elétrica.

Nota: Para residências localizadas dentro de condomínios a portaria deve estar dentro do raio de abrangência dos equipamentos.



Controle e gerenciamento de águas pluviais



1. Deve ser comprovado que o projeto manteve 5% a mais de área permeável do que o exigido pela legislação local.
2. Deve ser comprovado que o projeto manteve 10% a mais de área permeável do que o exigido pela legislação local.
3. O projeto deve apresentar a especificação da utilização da técnica de jardim de chuva, que consiste na instalação em áreas escavadas de material granular de alta permeabilidade e material orgânico, sendo suas principais funções a retenção, a filtração e a infiltração.
4. O projeto deve apresentar a especificação de sistema de aproveitamento de águas pluviais, independente do sistema de abastecimento de água potável, para coleta, armazenamento, tratamento e distribuição de água não potável. No projeto deve ser apresentado a distribuição da água de aproveitamento pluvial para usos não potáveis (máquina de lavar roupa, vaso sanitário, tanque) manutenção geral e para sistemas de irrigação.
5. O projeto deve apresentar a especificação de um sistema de telhado verde, promovendo a retenção da água da chuva.



Paisagismo e biodiversidade no terreno



1. No projeto de paisagismo, não deve ser especificada nenhuma espécie de planta que seja invasora, que são plantas que competem por nutrientes, luz solar e espaço físico com as espécies nativas.

2. O projeto de paisagismo deve ser composto 60% de especificação de plantas nativas do bioma regional (Cerrado, ver Anexo I) e os outros 40% podendo ser de plantas exóticas, mas não invasoras.

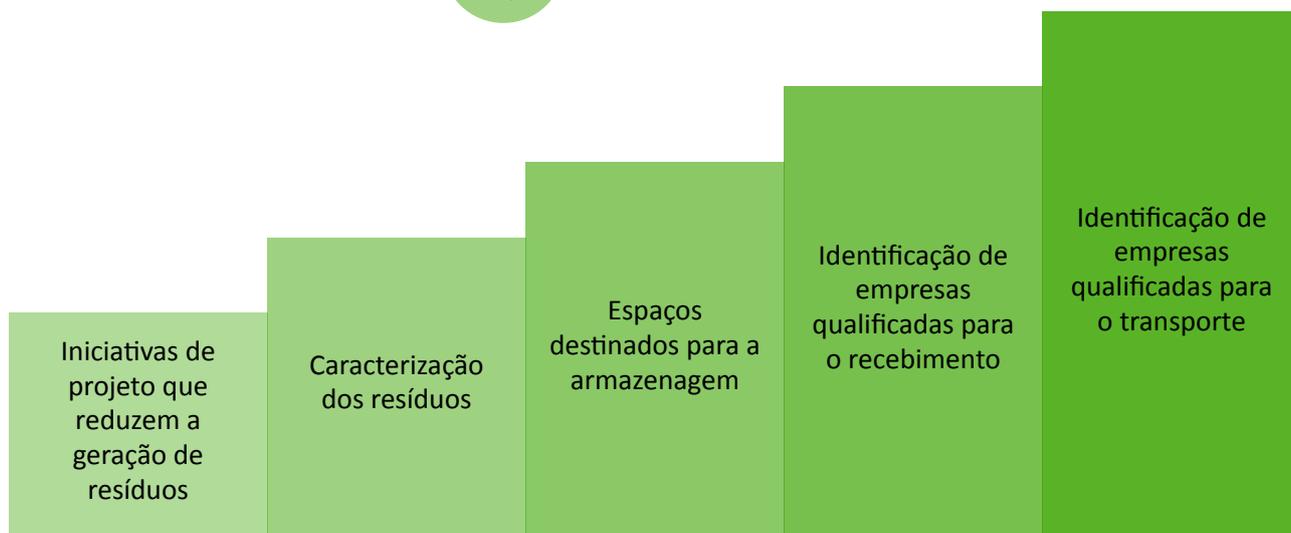
3. Deve ser comprovado em projeto que a localização de determinadas árvores foi pensada para favorecer estratégias bioclimáticas, como o sombreamento, umidificação, entre outros.

4. No projeto de paisagismo, deve-se especificar espécies vegetais que se destinem à alimentação como: árvores frutíferas (do bioma regional), legumes e hortaliças.

5. Deve ser elaborado um plano de gestão da paisagem e do habitat no qual o projeto se compromete a: i) preservar as árvores do terreno e executar o replantio de espécies para manutenção da diversificação da flora, como forma de incentivo à permanência da fauna; e ii) diminuir as ameaças para a fauna permanente ou em trânsito.



Resíduos



1. Devem ser identificadas as iniciativas de projeto que reduzem a geração de resíduos, como processos racionalizados de execução na obra, a utilização de sistemas industrializados.
2. Deve ser feita uma previsão dos resíduos que serão gerados, suas tipologias, classificação conforme Conama n° 307 e n° 431 (Quadro 01), as respectivas estimativas de geração e as formas de destinação (Quadro 02).

Quadro 01: Classificação dos resíduos da construção civil .

Fonte: Adaptado da Resolução Conama n° 307 e n° 431.

| Classes | Integrantes predominantes considerados na composição gravimétrica |
|---------|--|
| A | Resíduos recicláveis, como agregados, tijolos, blocos, telhas, argamassa, concreto, areia e pedra |
| B | Resíduos recicláveis para outras destinações, tais como plásticos, papel, papelão, metais, vidros, madeiras e gesso |
| C | Resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam sua reciclagem ou recuperação |
| D | Resíduos perigosos como tintas, solventes, óleos e amianto (contaminados) |

Quadro 02: Formas de destinação dos resíduos da construção civil.

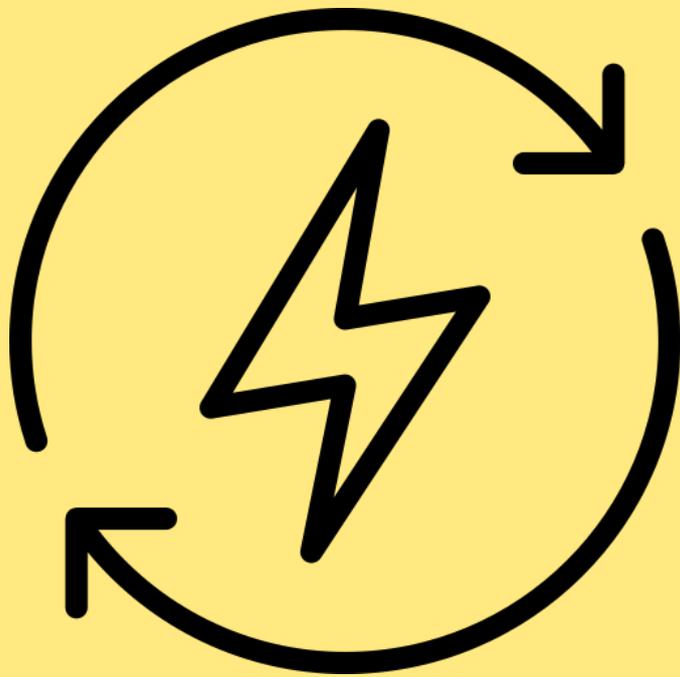
Fonte: Adaptado da Resolução Conama nº 307 e nº 431.

| Classes | Destinação |
|---------|--|
| A | Deverão ser reutilizados ou reciclados na forma de agregados, ou encaminhados a áreas de aterro de resíduos da construção civil, sendo dispostos de modo a permitir sua utilização ou reciclagem futura. |
| B | Deverão ser reutilizados, reciclados ou encaminhados a áreas de armazenamento temporário, sendo dispostos de modo a permitir sua utilização ou reciclagem futura. |
| C | Deverão ser armazenados, transportados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas. |
| D | Deverão ser armazenados, transportados, reutilizados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas. |

3. O projeto do canteiro de obras deve contemplar espaços para armazenamento dos resíduos antes da destinação final.

4. Deve ser realizado um levantamento das empresas locais que sejam qualificadas para o recebimento dos resíduos, a partir da sua classificação e tipologia.

5. Deve ser realizado um levantamento das empresas locais qualificadas para o transporte dos resíduos.



ENERGIA



Eficiência energética



1. O projeto deve especificar em todas as fontes de iluminação artificial com selo PROCEL INMETRO ou com eficiência superior a 75 lm/W.
2. O projeto deve especificar todos os eletrodomésticos que possuam nível "A" da etiqueta PROCEL, ou possuir selo CONPET (para fogões e fornos a gás).
3. O projeto deve especificar equipamento de ar condicionado com coeficiente de performance acima de 2,60W/W para condicionadores de ar de janela (Figura 01), e 3,00W/W para condicionadores de ar split hi-wall e piso-teto (Figuras 02 e 03).

Figura 01: Coeficiente de eficiência energética de condicionadores de ar de janela.
Fonte: INMETRO.

| ENCE - Etiqueta Nacional de Conservação de Energia | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|----|-------|---|----|-------|---|----|-------|-------------------------------------|-----------------------------|-------|-----------------------------|
| Selo PROCEL de Economia de Energia | | | | | | | | | | | | | |
| CONDICIONADOR DE AR JANELA | | | | | | | | | | | Data atualização: 20/4/2017 | | |
| Classes | Coeficiente de eficiência energética (W/W) ⁽¹⁾ | | | | | | | | | | | | |
| | Categoria 1 ≤9.495 kJ/h ≤9.000 BTU/h | | | Categoria 2 9.496 a 14.769 9.001 a 13.999 | | | Categoria 3 14.770 a 21.099 14.000 a 19.999 | | | Categoria 4 ≥ 21.100 ≥ 20.000 | | | Total de modelos por classe |
| A | ≥ 2,93 | 38 | 64,4% | ≥ 3,03 | 27 | 57,4% | ≥ 2,88 | 10 | 76,9% | ≥ 2,82 | 13 | 59,1% | |
| B | ≥ 2,84 | 17 | 28,8% | ≥ 2,94 | 13 | 27,7% | ≥ 2,71 | 2 | 15,4% | ≥ 2,65 | 7 | 31,8% | 39 |
| C | ≥ 2,76 | 1 | 1,7% | ≥ 2,86 | 4 | 8,5% | ≥ 2,59 | 0 | 0,0% | ≥ 2,48 | 1 | 4,5% | 6 |
| D | ≥ 2,68 | 3 | 5,1% | ≥ 2,78 | 3 | 6,4% | ≥ 2,45 | 1 | 7,7% | ≥ 2,30 | 1 | 4,5% | 8 |
| | 59 un | | | 47 un | | | 13 un | | | 22 un | | | 141 un |

Figura 02: Coeficiente de eficiência energética de condicionadores de ar split hi-wall.
Fonte: INMETRO.

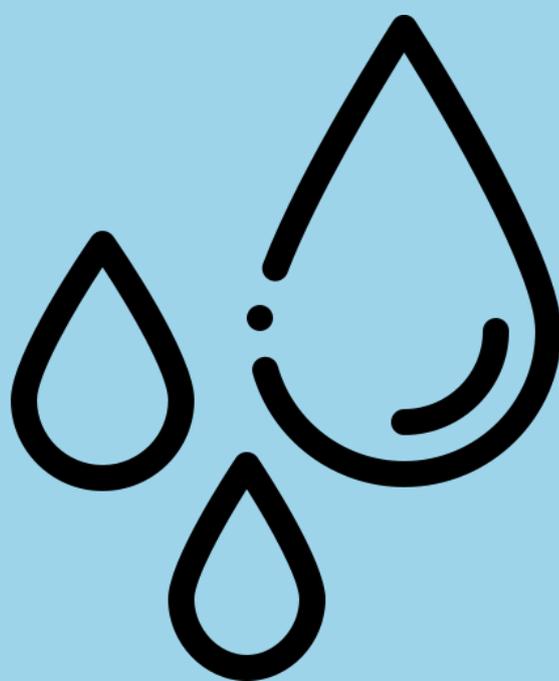
| ENCE - Etiqueta Nacional de Conservação de Energia | | | | | | |
|--|--|------------|---------------|--------|-----------------------------|-------|
| Selo PROCEL de Economia de Energia | | | | | | |
| CONDICIONADORES DE AR SPLIT HI-WALL | | | | | Data atualização: 14/8/2018 | |
| Classes | Coeficiente de eficiência energética (W/W) | | Split Hi-Wall | | | |
| | | | Rotação Fixa | | Rotação Variável | |
| A | 3,23 | <CEE | 390 | 42,5% | 336 | 92,3% |
| B | 3,02 | <CEE≤ 3,23 | 182 | 19,8% | 22 | 6,0% |
| C | 2,81 | <CEE≤ 3,02 | 276 | 30,1% | 6 | 1,6% |
| D | 2,60 | ≤CEE≤ 2,81 | 70 | 7,6% | 0 | 0,0% |
| | | | 918 un | 364 un | | |

Figura 03: Coeficiente de eficiência energética de condicionadores de ar split piso-teto.
Fonte: INMETRO.

| ENCE - Etiqueta Nacional de Conservação de Energia | | | | | | |
|--|--|------------|-----------------|-------|----------------------------|-------|
| Selo PROCEL de Economia de Energia | | | | | | |
| CONDICIONADORES DE AR SPLIT PISO-TETO | | | | | Data atualização: 5/5/2017 | |
| Classes | Coeficiente de eficiência energética (W/W) | | Split Piso-Teto | | | |
| | | | Rotação Fixa | | Rotação Variável | |
| A | 3,23 | <CEE | 29 | 7,8% | 4 | 16,7% |
| B | 3,02 | <CEE≤ 3,23 | 57 | 15,4% | 17 | 70,8% |
| C | 2,81 | <CEE≤ 3,02 | 164 | 44,2% | 3 | 12,5% |
| D | 2,60 | ≤CEE≤ 2,81 | 121 | 32,6% | 0 | 0,0% |
| | | | 371 un | 24 un | | |

4. Projetar um sistema de aquecimento solar de água, para toda a demanda de água quente da habitação. Todos os componentes do sistema devem possuir etiqueta nível "A" do PROCEL.

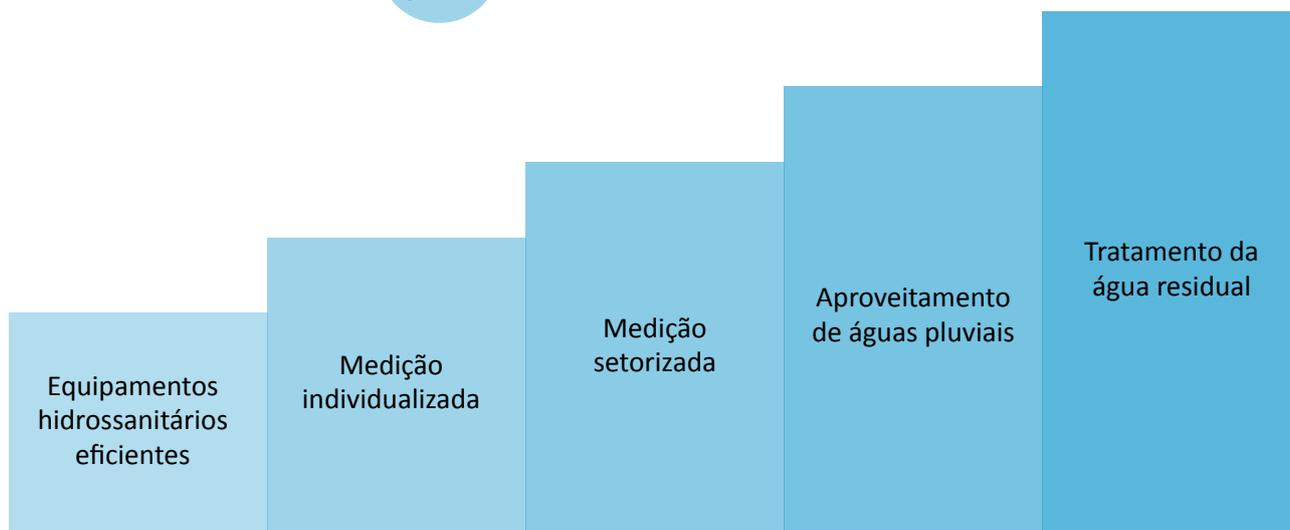
5. Projetar um sistema de módulos fotovoltaicos, que comprove com cálculos que atende em totalidade a previsão do consumo energético da habitação.



ÁGUA



Eficiência hídrica



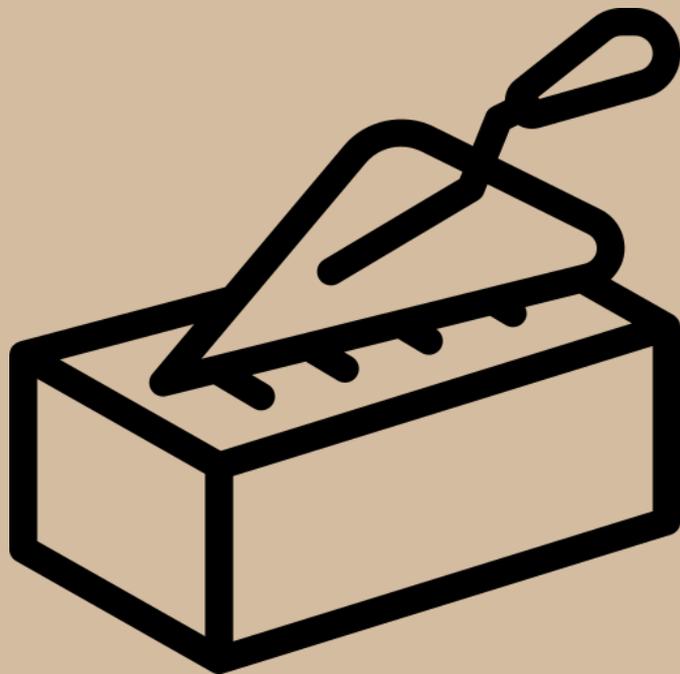
1. Deve ser especificado em projeto: a) todos os vasos sanitários devem possuir válvula de descarga com acionamento seletivo, como “duo-flush”; b) todas as torneiras devem possuir arejadores; e c) todos os chuveiros devem possuir registro regulador de vazão.

2. O projeto deve especificar a existência, em local de fácil acesso, de um hidrômetro, para que seja possível monitorar o consumo de água da habitação.

3. O projeto deve especificar a existência de um segundo hidrômetro monitorando o consumo das áreas externas à residência, como área de piscina e churrasqueira.

4. O projeto deve apresentar a especificação de sistema de aproveitamento de águas pluviais, independente do sistema de abastecimento de água potável, para coleta, armazenamento, tratamento e distribuição de água não potável. No projeto deve ser apresentado a distribuição da água de aproveitamento pluvial para usos não potáveis (máquina de lavar roupa, vaso sanitário, tanque) manutenção geral e para sistemas de irrigação.

5. O projeto deve apresentar a especificação de sistema de tratamento das águas residuais, como tanque de zonas de raízes para tratar as águas negras (provenientes de vaso sanitário e pia da cozinha) e águas cinzas claras (chuveiro, tanque, máquina de lavar roupa e pia do banheiro). As águas negras tratadas são descartadas na rede de esgoto, já as águas cinzas claras podem ser reutilizadas para irrigação de jardim.



MATERIAIS



Materiais e processos construtivos



1. Deve ser comprovada a modularidade no projeto, utilizando dimensões padronizadas como múltiplos e submúltiplos partindo do módulo básico de um metro e 10 centímetros, aceitando tolerâncias compatíveis. A flexibilidade do projeto deve ser comprovada apresentando um projeto com as soluções de possíveis ampliações futuras e flexibilidade de uso de pelo menos um ambiente da habitação.

2. Deve ser especificado um revestimento de fachada com vida útil esperada superior a 15 anos, como placas cerâmicas, rochas naturais, revestimentos de argamassa, orgânica ou inorgânica, pigmentada, pinturas inorgânicas (à base de cimento) ou texturas acrílicas de espessura média > 1mm.

3. Levando em consideração o custo total destinado a compra de materiais, deve ser especificado em projeto pelo menos 10% de materiais provenientes de reuso, reciclagem, materiais regionais e/ou materiais de rápida renovação.

4. Deve ser utilizada madeira certificada por selos FSC ou CERFLOR em pelo menos 50% de todas as madeiras utilizadas na obra (temporária e permanente).

5. O projeto deve apresentar a especificação de algum sistema construtivo industrializado ou pré-fabricado, como: estrutura metálica, estrutura pré-moldada de concreto, vedações de light steel framing, vedações em bloco de concreto pré-moldado, entre outros.



QUALIDADE AMBIENTAL INTERNA



Desempenho e conforto térmico



1. O projeto deve seguir as recomendações dos valores de absorvância solar, transmitância térmica e capacidade térmica indicados pela Zona Bioclimática em ABNT NBR 15220-3, ABNT NBR 15575-4, ABNT NBR 15575-5 e RTQ-R (Quadro 03). O catálogo das propriedades térmicas de paredes, coberturas e vidros se encontra no Anexo II.

Quadro 03: Pré-requisitos de absorvância solar, transmitância térmica e capacidade térmica para as diferentes Zonas Bioclimáticas.

Fonte: Adaptado do RTQ-R, ABNT NBR 15575-4, ABNT NBR 15575-5.

| Zona Bioclimática | Componente | Absorvância solar (adimensional) | Transmitância térmica (W/(m ² K)) | Capacidade térmica (kJ/(m ² K)) |
|-------------------|------------|----------------------------------|--|--|
| ZB1 e ZB2 | Parede | Sem exigência | $U \leq 2,50$ | $CT \geq 130$ |
| | Cobertura | Sem exigência | $U \leq 2,30$ | Sem exigência |
| ZB3 a ZB6 | Parede | $\alpha \leq 0,6$ | $U \leq 3,70$ | $CT \geq 130$ |
| | | $\alpha > 0,6$ | $U \leq 2,50$ | $CT \geq 130$ |
| | Cobertura | $\alpha \leq 0,6$ | $U \leq 2,30$ | Sem exigência |
| | | $\alpha > 0,6$ | $U \leq 1,50$ | Sem exigência |
| ZB 7 | Parede | $\alpha \leq 0,6$ | $U \leq 3,70$ | $CT \geq 130$ |
| | | $\alpha > 0,6$ | $U \leq 2,50$ | $CT \geq 130$ |
| | Cobertura | $\alpha \leq 0,4$ | $U \leq 2,30$ | Sem exigência |
| | | $\alpha > 0,4$ | $U \leq 1,50$ | Sem exigência |
| ZB 8 | Parede | $\alpha \leq 0,6$ | $U \leq 3,70$ | Sem exigência |
| | | $\alpha > 0,6$ | $U \leq 2,50$ | Sem exigência |
| | Cobertura | $\alpha \leq 0,4$ | $U \leq 2,30$ | Sem exigência |
| | | $\alpha > 0,4$ | $U \leq 1,50$ | Sem exigência |

2. O projeto deve atender ao percentual de abertura para ventilação indicado para cada Zona Bioclimática estabelecido na ABNT NBR 15575-4 e RTQ-R (Quadro 04). A tabela com os descontos percentuais de modelos de esquadrias se encontra no Anexo III. Também deve ser feito o cálculo de renovações de ar por hora e o resultado deve estar dentro dos parâmetros estabelecidos pela ASHRAE (Quadro 06).



Quadro 04: Percentual de áreas mínimas para ventilação em relação à área útil do ambiente.
Fonte: Adaptado do RTQ-R, ABNT NBR 15575-4.

| Ambiente | Percentual de abertura para ventilação em relação à área de piso (A) | | |
|--|--|--------------|---------------|
| | ZB 1 a 6 | ZB 7 | ZB 8 |
| Ambientes de permanência prolongada | $A \geq 8\%$ | $A \geq 5\%$ | $A \geq 10\%$ |
| Nota: Nas ZB 1 a 7 e nas cidades que possuam médias mensais das temperaturas mínimas abaixo de 20°C, as aberturas para ventilação devem ser passíveis de fechamento durante o período de frio (excetuam-se as áreas de ventilação de segurança como as relativas às instalações de gás). | | | |

$$\text{Equação 1: } RAH = \frac{Q \cdot 3600}{\text{Volume do ambiente}}$$

Onde:

Q = fluxo de ar que passa pela abertura;

Volume do ambiente = Largura X Comprimento X Altura (m³).

Para ambientes com uma abertura, deve ser calculado o fluxo de ar com a equação 2.

$$\text{Equação 2: } Q = 0,025 \cdot A \cdot V_{ref}$$

Onde:

A = área de abertura efetiva;

V_{ref} = velocidade do vento na altura da abertura.

Para ambientes com duas aberturas ou mais, o fluxo de ar deve ser calculado pela equação 3.

$$\text{Equação 3: } Q = 0,6 \cdot A_{eq} \cdot V_{ref} \cdot \sqrt{0,35}$$

Onde:

A_{eq} = área efetiva equivalente de abertura;

V_{ref} = velocidade do vento na altura da abertura.

Para calcular a velocidade do vento na altura da abertura, deve ser utilizar a equação 4.

$$\text{Equação 4: } V_{ref} = V_m \cdot k \cdot z^a \cdot \sqrt{0,35}$$

Onde:

V_m = velocidade média do vento medida na estação meteorológica;

k = conforme quadro 05;

z = altura da janela em relação ao solo;

a = conforme quadro 05.

Quadro 05: Coeficientes k e a para o cálculo de ventilação natural.

Fonte: Adaptado de Lamberts et al. (2014).

| Localização da edificação | k | a |
|-----------------------------|------|------|
| Campo aberto plano | 0,68 | 0,17 |
| Campo com algumas barreiras | 0,52 | 0,20 |
| Ambiente urbano | 0,35 | 0,25 |
| Centro da cidade | 0,21 | 0,33 |

Quadro 06: Critérios sugeridos para projetos gerais para ventilação de ambientes.

Fonte: Adaptado de ASHARAE (1972).

| Área funcional | Taxa de renovação (Trocas/hora) |
|----------------|---------------------------------|
| Cozinhas | 10-30 |
| Lavanderias | 10-60 |
| Residências | 5-20 |
| Banheiros | 8-20 |

3. O projeto deve atender ao critério de sombreamento ou exposição solar das aberturas exposto na ABNT NBR 15220-3 (Quadro 07), de acordo com a Zona Bioclimática.

Quadro 07: Sombreamento das aberturas.

Fonte: Adaptado da ABNT NBR 15220-3.

| Zonas Bioclimáticas 1, 2 e 3 | Zonas bioclimáticas 4 a 8 |
|------------------------------|---------------------------|
| Permitir sol durante inverno | Sombrear aberturas |

4. O projeto deve atender às estratégias de condicionamento térmico passivo expostas na ABNT NBR 15220-3, de acordo com a Zona Bioclimática (Quadro 08).

Quadro 08: Estratégias de condicionamento térmico passivo.

Fonte: Adaptado da ABNT NBR 15220-3.

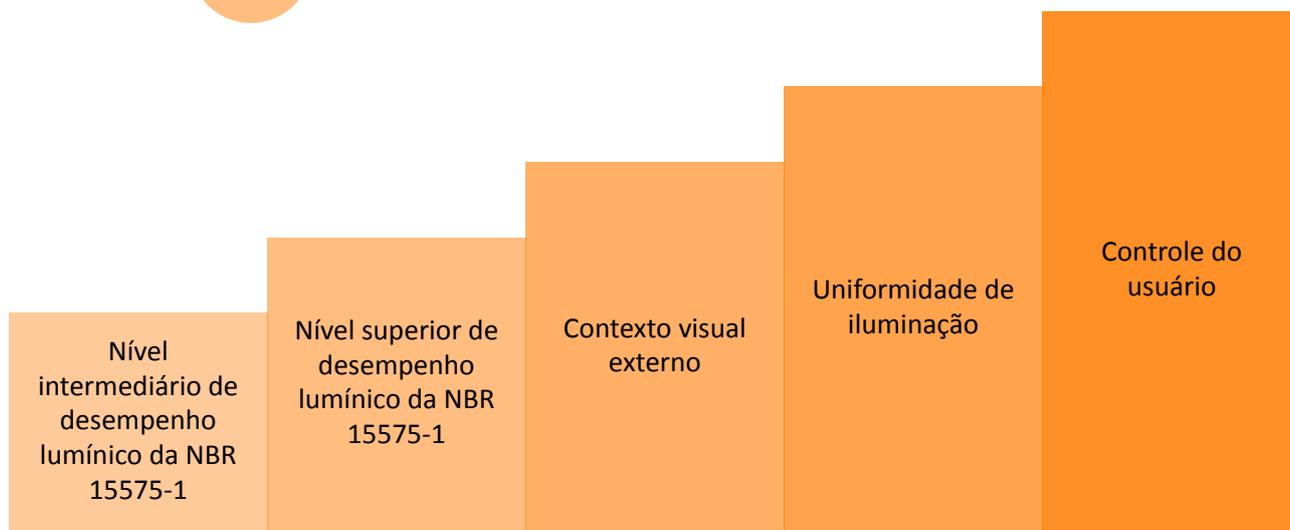
| Zonas Bioclimáticas | Estação | Estratégias de condicionamento térmico passivo |
|---------------------|---------|---|
| ZB 1 | Inverno | - Aquecimento solar da edificação - Vedações internas pesadas (inércia térmica) |
| ZB 2 | Verão | Ventilação cruzada |
| | Inverno | - Aquecimento solar da edificação - Vedações internas pesadas (inércia térmica) |
| ZB 3 | Verão | Ventilação cruzada |
| | Inverno | - Aquecimento solar da edificação - Vedações internas pesadas (inércia térmica) |
| ZB 4 | Verão | - Resfriamento evaporativo e massa térmica para resfriamento - Ventilação seletiva (nos períodos quentes em que a temperatura interna seja superior à externa) |
| | Inverno | - Aquecimento solar da edificação - Vedações internas pesadas (inércia térmica) |
| ZB 5 | Verão | Ventilação cruzada |
| | Inverno | Vedações internas pesadas (inércia térmica) |
| ZB 6 | Verão | - Resfriamento evaporativo e massa térmica para resfriamento - Ventilação seletiva (nos períodos quentes em que a temperatura interna seja superior à externa) |
| | Inverno | Vedações internas pesadas (inércia térmica) |
| ZB 7 | Verão | - Resfriamento evaporativo e massa térmica para resfriamento - Ventilação seletiva (nos períodos quentes em que a temperatura interna seja superior à externa) |
| ZB 8 | Verão | Ventilação cruzada permanente |

5. O projeto deve permitir que o usuário tenha controle das condições térmicas do ambiente, como: abrir uma janela para ventilar, acionar o sistema de ventilação mecânica ou acionar o sistema de condicionamento térmico artificial.





Desempenho lumínico e conforto visual



1. O projeto deve atender ao nível intermediário dos requisitos de desempenho lumínico estabelecidos na ABNT NBR 15575-1, para iluminação natural (Quadro 09) e para iluminação artificial (Quadro 10).

2. O projeto deve atender ao nível superior dos requisitos de desempenho lumínico estabelecidos na ABNT NBR 15575-1, para iluminação natural (Quadro 09) e para iluminação artificial (Quadro 10).

Quadro 09: Níveis de iluminamento natural.

Fonte: Adaptado da ABNT NBR 15575-1.

| Dependência | Iluminamento geral para os níveis de desempenho (lux) | | |
|---|---|------|-------|
| | M | I | S |
| Sala de estar, dormitório, copa/cozinha e área de serviço | ≥ 60 | ≥ 90 | ≥ 120 |
| Banheiro, corredor ou escada interna à unidade, corredor de uso comum (prédios), escadaria de uso comum (prédios), garagens/estacionamentos | Não requerido | ≥ 30 | ≥ 45 |

Quadro 10: Níveis de iluminação geral para iluminação artificial.

Fonte: Adaptado da ABNT NBR 15575-1.

| Dependência | Iluminamento geral para os níveis de desempenho (lux) | | |
|--|---|-------|-------|
| | M | I | S |
| Sala de estar, dormitório, banheiro, área de serviço, garagens/estacionamentos internos e cobertos | ≥ 100 | ≥ 150 | ≥ 200 |
| Copa/cozinha | ≥ 200 | ≥ 300 | ≥ 400 |
| Corredor ou escada interna à unidade, corredor de uso comum (prédios) | ≥ 100 | ≥ 150 | ≥ 200 |
| Garagens/estacionamentos descobertos | ≥ 20 | ≥ 30 | ≥ 40 |

Nota 1: Para os edifícios múltiplos, são permitidos, para as dependências situadas no pavimento térreo ou em pavimentos abaixo da cota da rua, níveis de iluminância ligeiramente inferiores aos valores especificados nesta Tabela (diferença máxima de 20% em qualquer dependência).
Nota 2: Os critérios desta Tabela não se aplicam às áreas confinadas ou que não tenham iluminação natural.
Nota 3: Deve-se verificar e atender às condições mínimas requeridas pela legislação local.

3. O projeto deve apresentar um estudo de análise do entorno, apresentando possíveis restrições e especificidades locais (ex.: muro, talude, vizinhança...) para assim justificar a posição das aberturas para o exterior.

4. O projeto deve garantir uma boa uniformidade da iluminação nas áreas de tarefa e seu entorno imediato (0,5m de largura ao redor da área de tarefa dentro do campo de visão). A uniformidade é medida pela razão entre a iluminância mínima e a iluminância média (Equação 5). O resultado não pode ser inferior a 0,7 na área de tarefa e no entorno imediato não pode ser inferior a 0,5. (ABNT, 2013) - ISO/CIE 8995-1

Equação 5:
$$U_0 = \frac{E_{\min}}{E_{\text{med}}}$$

5. Permitir que o usuário possa alterar os níveis de iluminação do ambiente, seja por meio do controle de brises, venezianas, cortinas e também permitindo escurecimento total do ambiente.



Desempenho e conforto acústico



1. O projeto deve realizar um estudo do ruído da vizinhança com o objetivo de gerar um mapa de ruído e encontrar a classe de ruído, conforme ABNT NBR 15575-4 (Quadro 11).

Quadro 11: Valores mínimos da diferença padronizada de nível ponderada, $D_{2m,nT,w}$, da vedação externa de dormitório.
Fonte: Adaptado da ABNT NBR 15575-4.

| Classe de ruído | Localização da habitação | $D_{2m,nT,w}$ (dB) |
|-----------------|---|--------------------|
| I | Habitação localizada distante de fontes de ruído intenso de quaisquer naturezas. | ≥ 20 |
| II | Habitação localizada em áreas sujeitas a situações de ruído não enquadráveis na classes I e III | ≥ 25 |
| III | Habitação sujeita a ruído intenso de meios de transporte e de outras naturezas, desde que conforme legislação | ≥ 30 |

Nota 1: Para vedação externa de salas, cozinhas, lavanderias e banheiros, não há exigências específicas.
Nota 2: Em regiões de aeroportos, estádios, locais de eventos esportivos, rodovias e ferrovias há necessidade de estudos específicos.

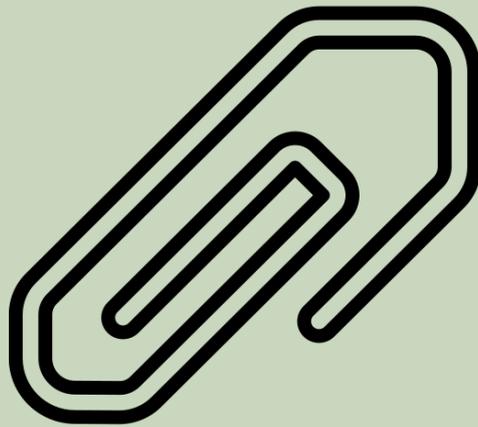
2. No mapa de ruído, foi possível identificar elementos pré-existentes no terreno que atuam como barreira acústica.

3. O zoneamento interno da habitação deve ser justificado pelo mapa de ruído, por exemplo: caso haja alguma fonte de ruídos vindo da fachada principal da casa, deve-se posicionar os quartos na fachada oposta para protegê-los.

4. A especificação da composição dos fechamentos opacos deve estar de acordo com a necessidade apresentada no mapa do ruído, para que os ruídos exteriores não interfiram nas atividades dos ocupantes da habitação.

5. A especificação dos fechamentos translúcidos deve estar de acordo com a necessidade apresentada no mapa de ruído e para comprovação deve ser apresentada a ficha técnica com o desempenho acústico.





ANEXO I

Fonte: BOKOS (2017)

2.2. Catálogo de Espécies

Achyrocline satureioides
Macela, macelinha, macela-do-campo
Asteraceae



_fig.42 *Achyrocline satureioides*.

Ocorrência: Vereda, brejo, Campo Úmido, Campo Sujo, Campo Rupestre, borda de mata e Cerrado sentido restrito.

Subarbusciva, até 1m de altura. | Ciclo de vida anual ou bianual.

Folhas finas e acinzentadas. Flores amarelas. Frutos secos amarelos. | Floresce de março a junho⁴¹. Frutifica durante todo o ano. | Estrutura ereta, ramificada desde a base.

Fontes: (PROENÇA; OLIVEIRA; SILVA, 2006); (MUNHOZ; EUGÊNIO; OLIVEIRA, 2011); (JARDIM BOTÂNICO DO RIO DE JANEIRO, [s.d.]); (MEDEIROS, 2011); (UFRGS, [s.d.]).

Interesses: folhagem, flor, semente, estrutura, cor, altura. | Potencial para protagonista.

Anacardium humile
Cajuzinho-do-cerrado, cajuzinho-do-campo, cajuí
Anacardiaceae



_fig.43 *Anacardium humile*.

Ocorrência: Campo Úmido com Murundus, Cerradão, Cerrado sentido restrito, Campo Sujo, Campo Rupestre.

Subarbusciva ou arbustiva, até 1.5m de altura. | Condição: pleno sol. | Desenvolvimento lento. | Pioneira.

Floresce em agosto e setembro. Frutifica em outubro e novembro.

Fontes: (MEDEIROS, 2011); (SARTORELLI; FILHO, 2017); (EMBRAPA, [s.d.]); (FERN, 2014).

Interesses: fruto, flor, folhagem, altura, estrutura. | Potencial para dispersa.

⁴¹ Foi adotado o menor período de florescimento, descrito por Proença, Oliveira e Silva (2006, p.154). Segundo Munhoz, Eugênio e Oliveira (2011, p.162), floresce durante todo o ano.

Andropogon fastigiatus
Andropogon-nativo, capim-
andropogon
Poaceae



Figura 44 – *Andropogon fastigiatus*.

Ocorrência: Área Antrópica, Campo Limpo, Cerrado sentido amplo, Savana Amazônica.

Herbácea, de 20cm a 1.80m de altura. | Ciclo de vida: anual.

Floresce de abril a maio. Frutifica de maio a julho.

Fontes: (EMBRAPA, [s.d.]); (JARDIM BOTÂNICO DO RIO DE JANEIRO, [s.d.]).

Interesses: Semente, sinflorescência, cor, altura, tom metálico da sinflorescência. | Potencial para matriz.

Aristida riparia
Rabo-de-raposa
Poaceae



Figura 45 – *Aristida riparia*.

Ocorrência: principalmente no Cerrado sentido restrito, mas, também, em Cerrado sentido amplo, Campo Limpo e Campos Secos.

Herbácea, de 95cm a 1.60m de altura. | Ciclo de vida: perene.

Presença de pilosidade densa. Floresce e frutifica de Agosto a maio.

Fontes: (OLIVEIRA et al., 2016); (JARDIM BOTÂNICO DO RIO DE JANEIRO, [s.d.]).

Interesses: sinflorescências, sementes, cor, altura, presença de pilosidade, tom metálico da sinflorescência. | Potencial para protagonista.

Chresta sphaerocephala
João-bobo
Asteraceae



Figura 46 – *Chresta sphaerocephala*.

Ocorrência: Cerradão, Cerrado sentido restrito, Campo Sujo, Campo Rupestre, Campo Limpo e Mata de Galeria.

Herbácea ereta ou arbusto, de 1m a 1.25 de altura. | Ciclo de vida: perene.

Flores lilás escuro em uma longa haste oscilante. Frutos secos creme. | Floresce e frutifica de março a outubro.

Fontes: (CNCFLORA, 2012); (JARDIM BOTÂNICO DO RIO DE JANEIRO, [s.d.]). (PROENÇA; OLIVEIRA; SILVA, 2006).

Interesses: flor, botão, semente, folhagem, estrutura, cor. | Potencial para protagonista.

Lepidaploa aurea
Amargoso, assa-peixe
Asteraceae



Figura 47 – *Lepidaploa aurea*.

Ocorrência: borda de Mata de Galeria, Cerrado Ralo, Campo Sujo, Campo Limpo, Campo Rupestre, Campo Úmido e Vereda nas porções com menor umidade.

Subarbustiva, até 80cm de altura.

Ramos castanhos. Flores róseo-arroxeadas. Frutos alvos. | Floresce de março a agosto. Frutifica de maio a setembro.⁴² | Estrutura ereta.

Fonte: (EMBRAPA, [s.d.]); (JARDIM BOTÂNICO DO RIO DE JANEIRO, [s.d.]); (MEDEIROS, 2011); (MUNHOZ; EUGÊNIO; OLIVEIRA, 2011),

Interesses: estrutura, flores, sementes, cor. | Potencial para protagonista.

⁴² Foi adotado o menor período de florescimento, descrito pela Embrapa ([s.d.]). Segundo Munhoz, Eugênio e Oliveira (2011), floresce e frutifica durante todo o ano.

Loudetiopsis chrysothrix
Brinco-de-princesa
Poaceae



Figura 48 – *Loudetiopsis chrysothrix*.

Ocorrência: Campo Limpo, Campo Rupestre, Cerrado sentido amplo, Vereda.

Herbácea, de 50cm a 1m de altura. Ciclo de vida: perene.

Floresce de fevereiro a março. Frutifica de abril a novembro.⁴³

Fontes: (OLIVEIRA et al., 2016); (EMBRAPA, [s.d.]); (JARDIM BOTÂNICO DO RIO DE JANEIRO, [s.d.]); (MEDEIROS, 2011).

Interesses: sinflorescência, semente, cor, tom dourado, presença de pisolidade. | Potencial para protagonista.

Schizachyrium sanguineum
Capim-roxo, capim-vermelho
Poaceae



Figura 49 – *Schizachyrium sanguineum*.

Ocorrência: Cerrado sentido restrito, Campo Sujo, Campo Limpo.

Herbácea perene.

Floresce de abril a maio. Frutifica de abril a junho.

Fontes: (OLIVEIRA et al., 2016); (EMBRAPA, [s.d.]);

Interesses: Sinflorescências, sementes, cor. | Potencial para matriz.

⁴³ Foi adotado o menor período de florescimento, descrito pela Embrapa ([s.d.]). Segundo Oliveira et al. (2016), floresce e frutifica durante todo o ano.

Senna alata
Fedegoso, manjerioba-grande
Fabaceae



Figura 50 – *Senna alata*.

Ocorrência: Campo Limpo, Cerrado sentido amplo.

Arbustiva, subarbustiva ou arbórea, de até 2m de altura. | Tolerância à sombra. | Desenvolvimento rápido.

Floresce de fevereiro a setembro. Frutifica de março a outubro.

Fontes: (EMBRAPA, [s.d.]); (JARDIM BOTÂNICO DO RIO DE JANEIRO, [s.d.]); (FERN, 2014).

Interesses: flor, fruto, favas, folhagem, estrutura, altura. | Potencial para protagonista.

Stylosanthes capitata
Estilosantes
Fabaceae



Figura 51 – *Stylosanthes capitata*.

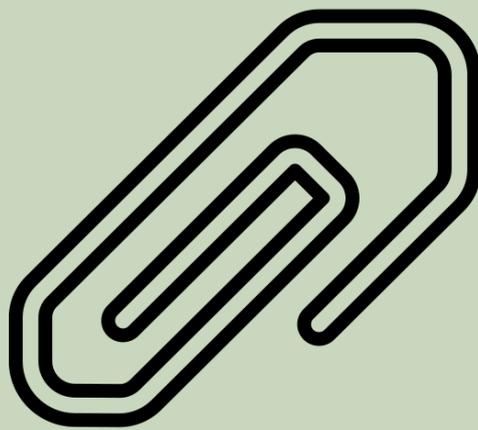
Ocorrência: Cerrado sentido amplo.

Subarbustiva. | Ciclo de vida: bianual. | Tolerante à sombra. | Desenvolvimento rápido.

Floresce de abril a setembro. Frutifica de maio a novembro.

Fontes: (EMBRAPA, [s.d.]); (JARDIM BOTÂNICO DO RIO DE JANEIRO, [s.d.]).

Interesses: flor, fruto, baixa altura. | Potencial para matriz.

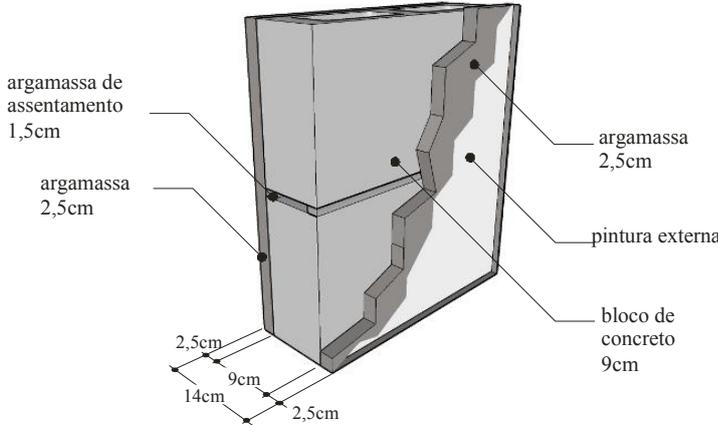
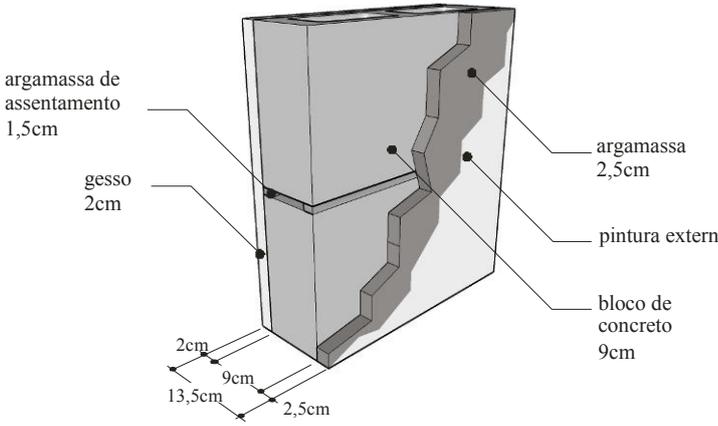
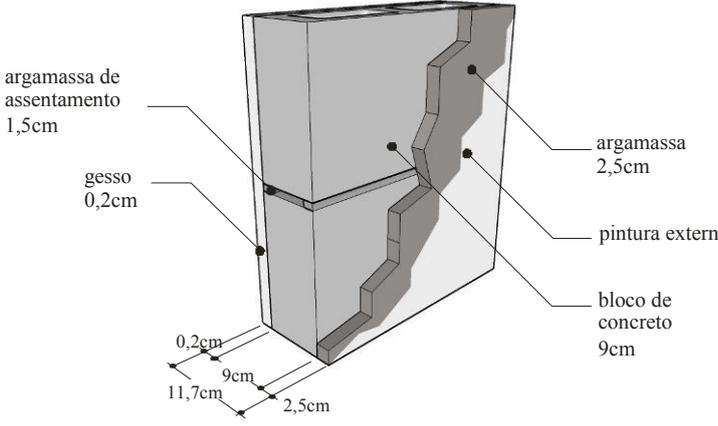


ANEXO II

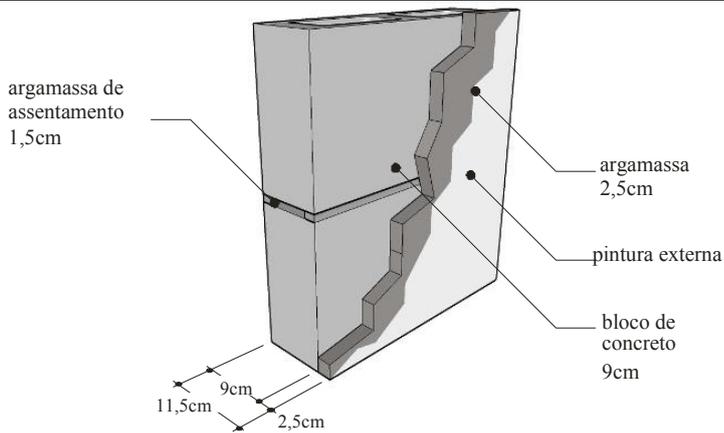
Fonte: Portaria INMETRO n 50/2013

ANEXO GERAL V – CATÁLOGO DE PROPRIEDADES TÉRMICAS DE PAREDES, COBERTURAS E VIDROS

a) Paredes:

|  <p>argamassa de assentamento 1,5cm</p> <p>argamassa 2,5cm</p> <p>argamassa 2,5cm</p> <p>pintura externa</p> <p>bloco de concreto 9cm</p> <p>2,5cm</p> <p>9cm</p> <p>14cm</p> <p>2,5cm</p> | <p>Descrição: 1</p> <p>Argamassa interna (2,5cm) Bloco de concreto (9,0 x 19,0 x 39,0cm) Argamassa externa (2,5cm) Pintura externa (α)</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">U</th> <th style="text-align: center;">C_T</th> </tr> <tr> <th style="text-align: center;">[W/(m²K)]</th> <th style="text-align: center;">[kJ/m²K]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">2,78</td> <td style="text-align: center;">209</td> </tr> </tbody> </table> | U | C_T | [W/(m ² K)] | [kJ/m ² K] | 2,78 | 209 |
|---|--|---|-------|------------------------|-----------------------|------|-----|
| U | C_T | | | | | | |
| [W/(m ² K)] | [kJ/m ² K] | | | | | | |
| 2,78 | 209 | | | | | | |
|  <p>argamassa de assentamento 1,5cm</p> <p>gesso 2cm</p> <p>argamassa 2,5cm</p> <p>pintura externa</p> <p>bloco de concreto 9cm</p> <p>2cm</p> <p>9cm</p> <p>13,5cm</p> <p>2,5cm</p> | <p>Descrição: 2</p> <p>Gesso interno (placa 2,0cm) Bloco de concreto (9,0 x 19,0 x 39,0cm) Argamassa externa (2,5cm) Pintura externa (α)</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">U</th> <th style="text-align: center;">C_T</th> </tr> <tr> <th style="text-align: center;">[W/(m²K)]</th> <th style="text-align: center;">[kJ/m²K]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">2,72</td> <td style="text-align: center;">178</td> </tr> </tbody> </table> | U | C_T | [W/(m ² K)] | [kJ/m ² K] | 2,72 | 178 |
| U | C_T | | | | | | |
| [W/(m ² K)] | [kJ/m ² K] | | | | | | |
| 2,72 | 178 | | | | | | |
|  <p>argamassa de assentamento 1,5cm</p> <p>gesso 0,2cm</p> <p>argamassa 2,5cm</p> <p>pintura externa</p> <p>bloco de concreto 9cm</p> <p>0,2cm</p> <p>9cm</p> <p>11,7cm</p> <p>2,5cm</p> | <p>Descrição: 3</p> <p>Gesso interno (0,2cm) Bloco de concreto (9,0 x 19,0 x 39,0cm) Argamassa externa (2,5cm) Pintura externa (α)</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">U</th> <th style="text-align: center;">C_T</th> </tr> <tr> <th style="text-align: center;">[W/(m²K)]</th> <th style="text-align: center;">[kJ/m²K]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">2,97</td> <td style="text-align: center;">159</td> </tr> </tbody> </table> | U | C_T | [W/(m ² K)] | [kJ/m ² K] | 2,97 | 159 |
| U | C_T | | | | | | |
| [W/(m ² K)] | [kJ/m ² K] | | | | | | |
| 2,97 | 159 | | | | | | |

4

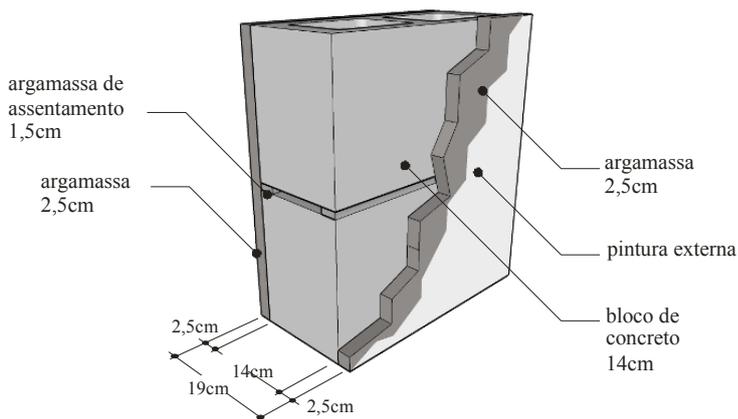


Descrição:

Sem revestimento interno
 Bloco de concreto (9,0 x 19,0 x 39,0cm)
 Argamassa externa (2,5cm)
 Pintura externa (α)

| U [W/(m ² K)] | C _T [kJ/m ² K] |
|-----------------------------|---|
| 3,00 | 157 |

5

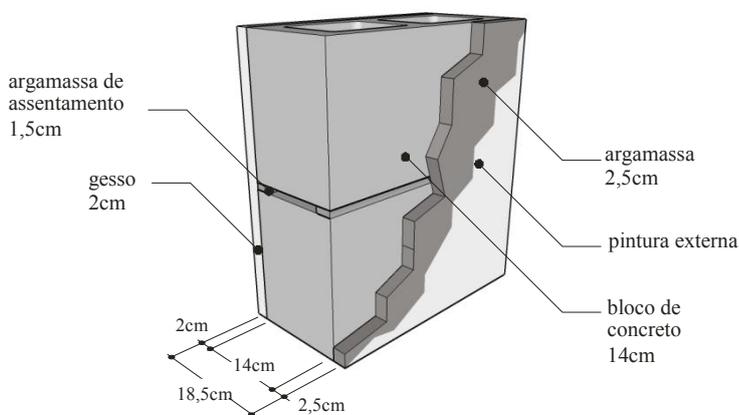


Descrição:

Argamassa interna (2,5cm)
 Bloco de concreto (14,0 x 19,0 x 39,0cm)
 Argamassa externa (2,5cm)
 Pintura externa (α)

| U [W/(m ² K)] | C _T [kJ/m ² K] |
|-----------------------------|---|
| 2,69 | 272 |

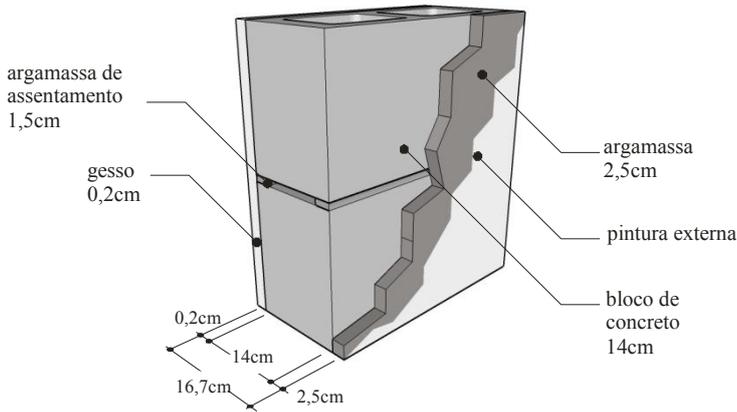
6



Descrição:

Gesso interno (placa 2,0cm)
 Bloco de concreto (14,0 x 19,0 x 39,0cm)
 Argamassa externa (2,5cm)
 Pintura externa (α)

| U [W/(m ² K)] | C _T [kJ/m ² K] |
|-----------------------------|---|
| 2,64 | 241 |

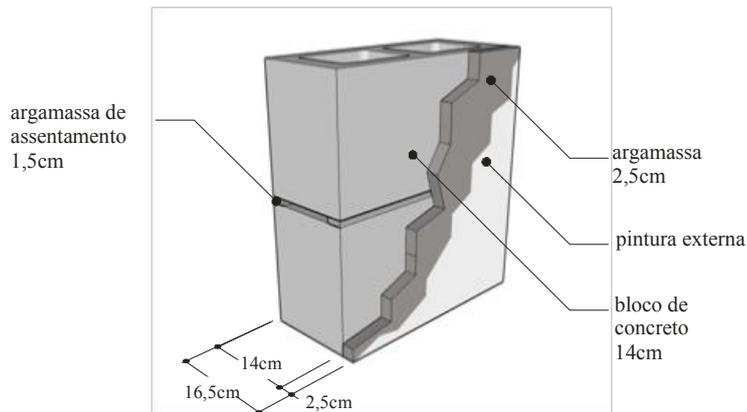


Descrição:

7

Gesso interno (0,2cm)
 Bloco de concreto (14,0 x 19,0 x 39,0cm)
 Argamassa externa (2,5cm)
 Pintura externa (α)

| U [W/(m ² K)] | C _T [kJ/m ² K] |
|-----------------------------|---|
| 2,86 | 222 |

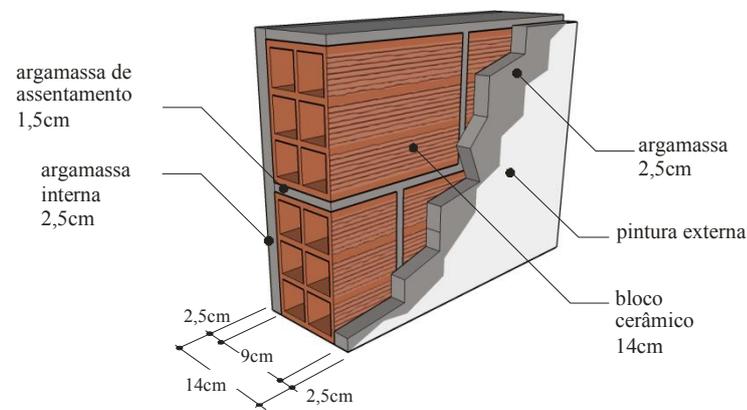


Descrição:

8

Sem revestimento interno
 Bloco de concreto (14,0 x 19,0 x 39,0cm)
 Argamassa externa (2,5cm)
 Pintura externa (α)

| U [W/(m ² K)] | C _T [kJ/m ² K] |
|-----------------------------|---|
| 2,87 | 221 |

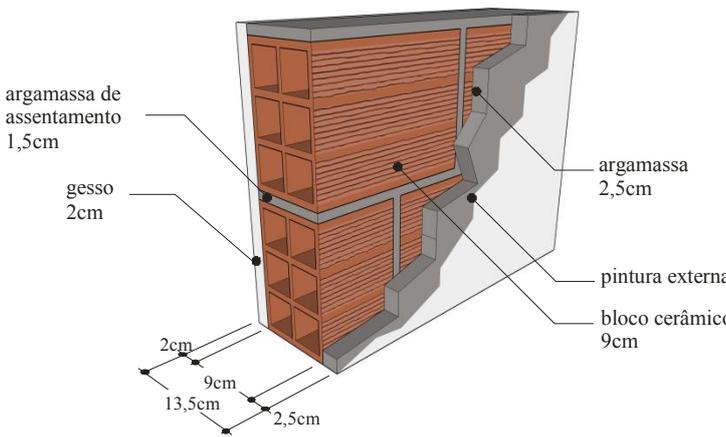


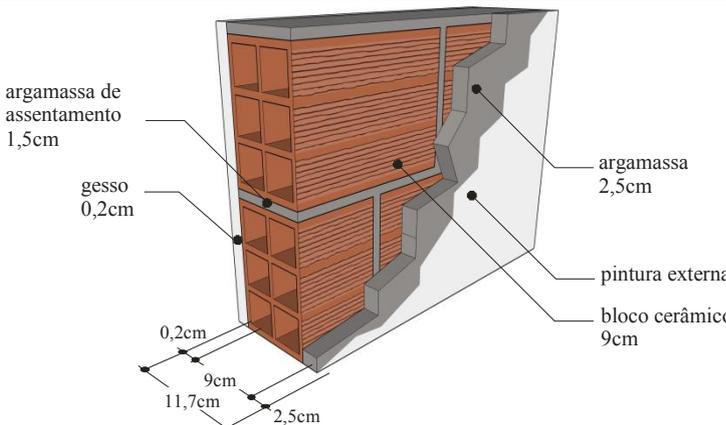
Descrição:

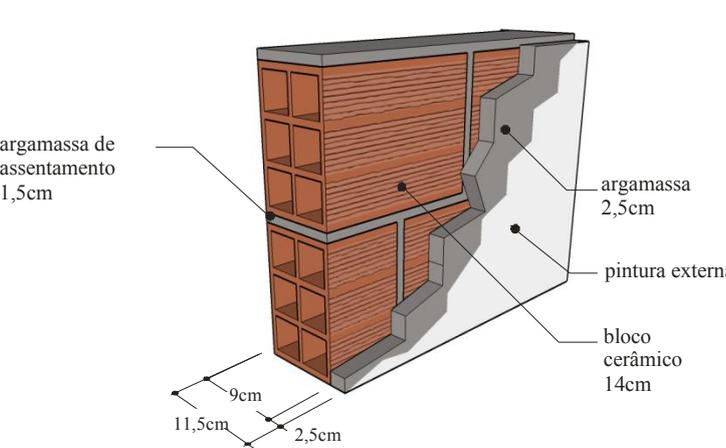
9

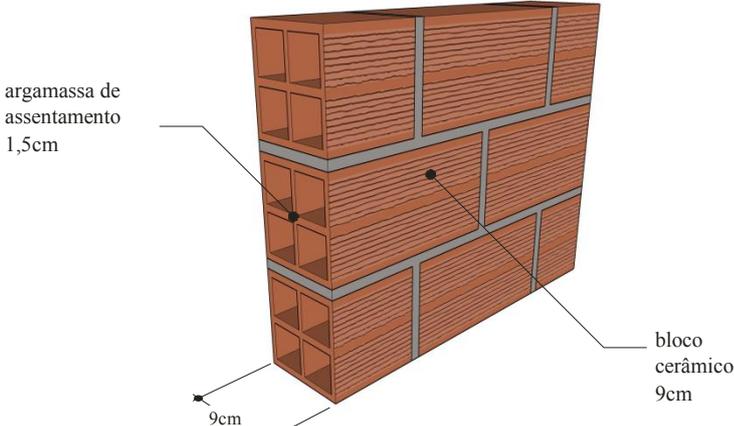
Argamassa interna (2,5cm)
 Bloco cerâmico (9,0 x 14,0 x 24,0 cm)
 Argamassa externa (2,5cm)
 Pintura externa (α)

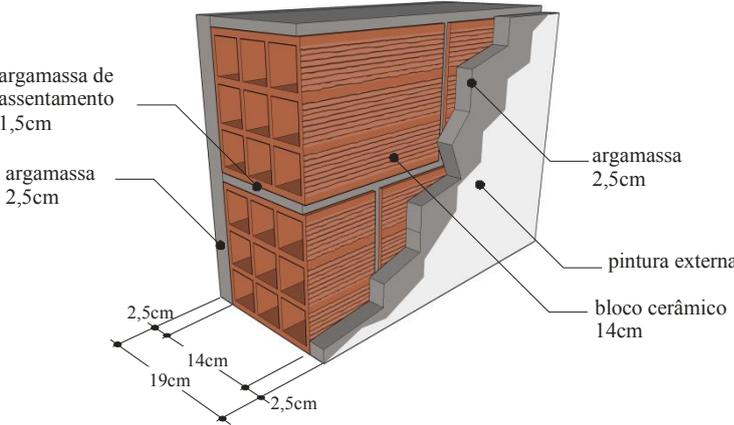
| U [W/(m ² K)] | C _T [kJ/m ² K] |
|-----------------------------|---|
| 2,46 | 150 |

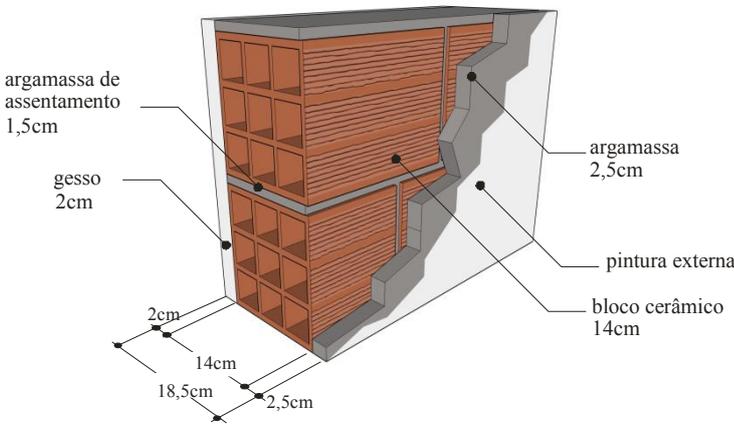
|  <p>argamassa de assentamento 1,5cm</p> <p>gesso 2cm</p> <p>argamassa 2,5cm</p> <p>pintura externa</p> <p>bloco cerâmico 9cm</p> <p>2cm</p> <p>9cm</p> <p>13,5cm</p> <p>2,5cm</p> | <p>Descrição:</p> <p>Gesso interno (placa 2,0cm)</p> <p>Bloco cerâmico (9,0 x 14,0 x 24,0 cm)</p> <p>Argamassa externa (2,5cm)</p> <p>Pintura externa (α)</p> | 10 | | | | | |
|--|---|----|-------|------------------------|-----------------------|------|-----|
| | <table border="1"> <thead> <tr> <th>U</th> <th>C_T</th> </tr> <tr> <th>[W/(m²K)]</th> <th>[kJ/m²K]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">2,37</td> <td style="text-align: center;">120</td> </tr> </tbody> </table> | U | C_T | [W/(m ² K)] | [kJ/m ² K] | 2,37 | 120 |
| U | C_T | | | | | | |
| [W/(m ² K)] | [kJ/m ² K] | | | | | | |
| 2,37 | 120 | | | | | | |

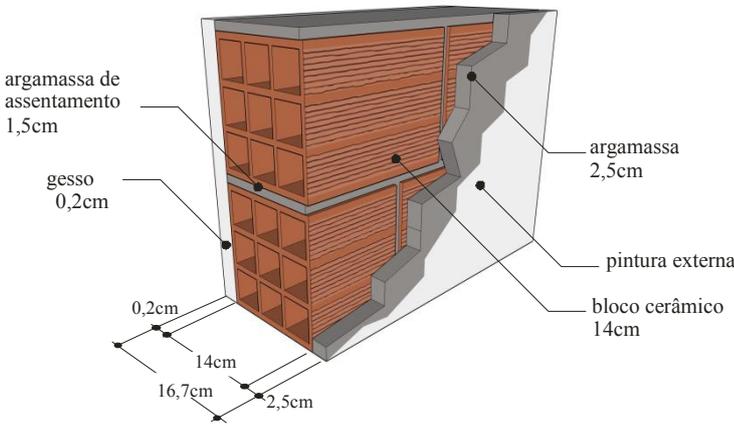
|  <p>argamassa de assentamento 1,5cm</p> <p>gesso 0,2cm</p> <p>argamassa 2,5cm</p> <p>pintura externa</p> <p>bloco cerâmico 9cm</p> <p>0,2cm</p> <p>9cm</p> <p>11,7cm</p> <p>2,5cm</p> | <p>Descrição:</p> <p>Gesso interno (0,2cm)</p> <p>Bloco cerâmico (9,0 x 14,0 x 24,0 cm)</p> <p>Argamassa externa (2,5cm)</p> <p>Pintura externa (α)</p> | 11 | | | | | |
|---|---|----|-------|------------------------|-----------------------|------|-----|
| | <table border="1"> <thead> <tr> <th>U</th> <th>C_T</th> </tr> <tr> <th>[W/(m²K)]</th> <th>[kJ/m²K]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">2,59</td> <td style="text-align: center;">100</td> </tr> </tbody> </table> | U | C_T | [W/(m ² K)] | [kJ/m ² K] | 2,59 | 100 |
| U | C_T | | | | | | |
| [W/(m ² K)] | [kJ/m ² K] | | | | | | |
| 2,59 | 100 | | | | | | |

|  <p>argamassa de assentamento 1,5cm</p> <p>argamassa 2,5cm</p> <p>pintura externa</p> <p>bloco cerâmico 14cm</p> <p>9cm</p> <p>11,5cm</p> <p>2,5cm</p> | <p>Descrição:</p> <p>Sem Revestimento Interno</p> <p>Bloco cerâmico (9,0 x 14,0 x 24,0 cm)</p> <p>Argamassa externa (2,5cm)</p> <p>Pintura externa (α)</p> | 12 | | | | | |
|---|--|----|-------|------------------------|-----------------------|------|----|
| | <table border="1"> <thead> <tr> <th>U</th> <th>C_T</th> </tr> <tr> <th>[W/(m²K)]</th> <th>[kJ/m²K]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">2,61</td> <td style="text-align: center;">98</td> </tr> </tbody> </table> | U | C_T | [W/(m ² K)] | [kJ/m ² K] | 2,61 | 98 |
| U | C_T | | | | | | |
| [W/(m ² K)] | [kJ/m ² K] | | | | | | |
| 2,61 | 98 | | | | | | |

|  | Descrição: | 13 | | | | | | |
|---|---|----|----------------|------------------------|-----------------------|------|----|--|
| | Sem revestimento interno Bloco cerâmico (9,0 x 9,0 x 24,0 cm) Sem revestimento externo | | | | | | | |
| | <table border="1"> <thead> <tr> <th>U</th> <th>C_T</th> </tr> <tr> <th>[W/(m²K)]</th> <th>[kJ/m²K]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">2,99</td> <td style="text-align: center;">42</td> </tr> </tbody> </table> | U | C _T | [W/(m ² K)] | [kJ/m ² K] | 2,99 | 42 | |
| U | C _T | | | | | | | |
| [W/(m ² K)] | [kJ/m ² K] | | | | | | | |
| 2,99 | 42 | | | | | | | |

|  | Descrição: | 14 | | | | | | |
|--|--|----|----------------|------------------------|-----------------------|------|-----|--|
| | Argamassa interna (2,5cm) Bloco cerâmico (14,0 x 19,0 x 29,0cm) Argamassa externa (2,5cm) Pintura externa (α) | | | | | | | |
| | <table border="1"> <thead> <tr> <th>U</th> <th>C_T</th> </tr> <tr> <th>[W/(m²K)]</th> <th>[kJ/m²K]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">1,85</td> <td style="text-align: center;">161</td> </tr> </tbody> </table> | U | C _T | [W/(m ² K)] | [kJ/m ² K] | 1,85 | 161 | |
| U | C _T | | | | | | | |
| [W/(m ² K)] | [kJ/m ² K] | | | | | | | |
| 1,85 | 161 | | | | | | | |

|  | Descrição: | 15 | | | | | | |
|---|--|----|----------------|------------------------|-----------------------|------|-----|--|
| | Gesso interno (placa 2,0cm) Bloco cerâmico (14,0 x 19,0 x 29,0cm) Argamassa externa (2,5cm) Pintura externa (α) | | | | | | | |
| | <table border="1"> <thead> <tr> <th>U</th> <th>C_T</th> </tr> <tr> <th>[W/(m²K)]</th> <th>[kJ/m²K]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">1,74</td> <td style="text-align: center;">125</td> </tr> </tbody> </table> | U | C _T | [W/(m ² K)] | [kJ/m ² K] | 1,74 | 125 | |
| U | C _T | | | | | | | |
| [W/(m ² K)] | [kJ/m ² K] | | | | | | | |
| 1,74 | 125 | | | | | | | |

|  | Descrição: | 16 | | | | | | |
|---|--|----|----------------|------------------------|-----------------------|------|-----|--|
| | Gesso interno (0,2cm) Bloco cerâmico (14,0 x 19,0 x 29,0cm) Argamassa externa (2,5cm) Pintura externa (α) | | | | | | | |
| | <table border="1"> <thead> <tr> <th>U</th> <th>C_T</th> </tr> <tr> <th>[W/(m²K)]</th> <th>[kJ/m²K]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">1,85</td> <td style="text-align: center;">105</td> </tr> </tbody> </table> | U | C _T | [W/(m ² K)] | [kJ/m ² K] | 1,85 | 105 | |
| U | C _T | | | | | | | |
| [W/(m ² K)] | [kJ/m ² K] | | | | | | | |
| 1,85 | 105 | | | | | | | |

argamassa de assentamento 1,5cm

argamassa 2,5cm

pintura externa

bloco cerâmico 14cm

14cm

16,5cm

2,5cm

Descrição: 17

Sem revestimento interno
 Bloco cerâmico (14,0 x 19,0 x 29,0cm)
 Argamassa externa (2,5cm)
 Pintura externa (α)

| U | C_T |
|------------------------|-----------------------|
| [W/(m ² K)] | [kJ/m ² K] |
| 1,96 | 106 |

argamassa de assentamento 1,5cm

bloco Cerâmico 14cm

14cm

Descrição: 18

Sem revestimento interno
 Bloco cerâmico (14,0 x 9,0 x 24,0cm)
 Sem revestimento externo

| U | C_T |
|------------------------|-----------------------|
| [W/(m ² K)] | [kJ/m ² K] |
| 2,37 | 56 |

argamassa de assentamento 1,5cm

tijolo maciço 9cm

10cm

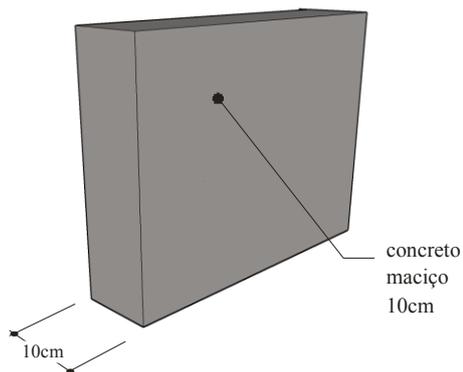
Descrição: 19

Sem revestimento interno
 Tijolo maciço (10,0 x 6,0 x 22,0cm)
 Sem revestimento externo

| U | C_T |
|------------------------|-----------------------|
| [W/(m ² K)] | [kJ/m ² K] |
| 3,65 | 158 |

Descrição:

20

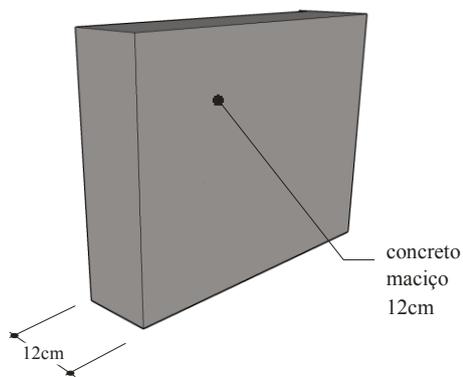


Sem revestimento interno
 Concreto maciço 10cm
 Sem revestimento externo

| U [W/(m ² K)] | C _T [kJ/m ² K] |
|-----------------------------|---|
| 4,40 | 240 |

Descrição:

21

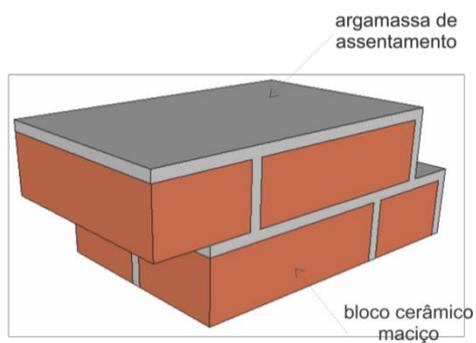


Sem revestimento interno
 Concreto maciço 12cm
 Sem revestimento externo

| U [W/(m ² K)] | C _T [kJ/m ² K] |
|-----------------------------|---|
| 4,19 | 288 |

Descrição:

22

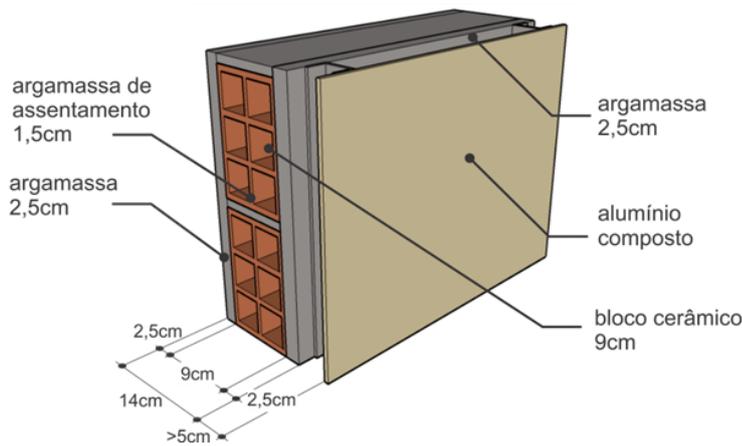


Sem revestimento interno
 Tijolo maciço (9,0 x 6,0 x 19,0cm)
 Sem revestimento externo

| U [W/(m ² K)] | C _T [kJ/m ² K] |
|-----------------------------|---|
| 3,65 | 158 |

Descrição:

23

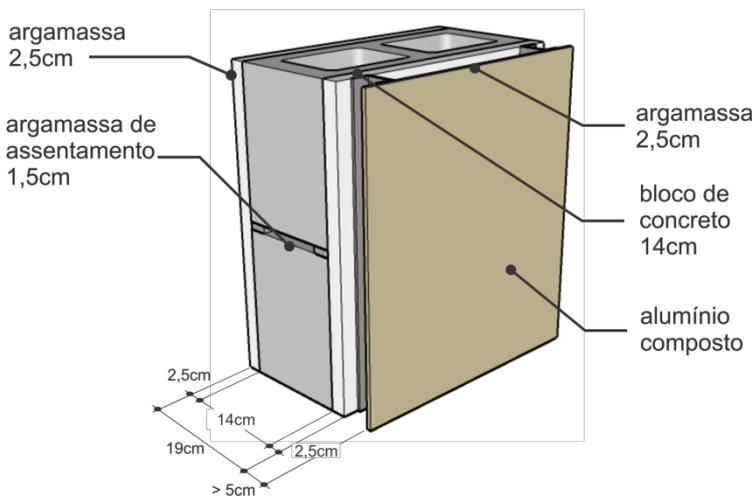


Argamassa interna (2,5cm)
 Bloco cerâmico (9,0 x 14,0 x 24,0 cm)
 Argamassa externa (2,5cm)
 Câmara de ar (> 5cm)
 Placa de alumínio composto

| U | C _T |
|------------------------|-----------------------|
| [W/(m ² K)] | [kJ/m ² K] |
| 0,65 | 102 |

Descrição:

24

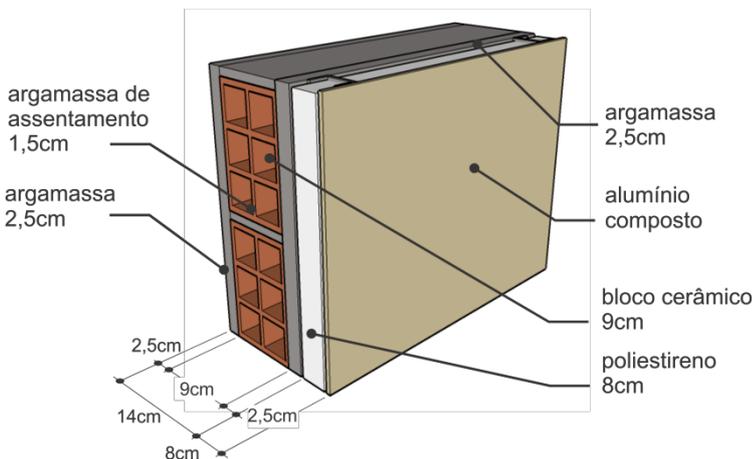


Argamassa interna (2,5cm)
 Bloco de concreto (14,0 x 19,0 x 39,0cm)
 Argamassa externa (2,5cm)
 Câmara de ar (> 5cm)
 Placa de alumínio composto

| U | C _T |
|------------------------|-----------------------|
| [W/(m ² K)] | [kJ/m ² K] |
| 0,69 | 224 |

Descrição:

25



Argamassa interna (2,5cm)
 Bloco cerâmico (9,0 x 14,0 x 24,0 cm)
 Argamassa externa (2,5cm)
 Poliestireno (8cm)
 Placa de alumínio composto

| U | C _T |
|------------------------|-----------------------|
| [W/(m ² K)] | [kJ/m ² K] |
| 0,31 | 106 |

Descrição: 26

Argamassa interna (2,5cm)
 Bloco de concreto (14,0 x 19,0 x 39,0cm)
 Argamassa externa (2,5cm)
 Poliestireno (8cm)
 Placa de alumínio composto

| U | C _T |
|------------------------|-----------------------|
| [W/(m ² K)] | [kJ/m ² K] |
| 0,32 | 228 |

Descrição: 27

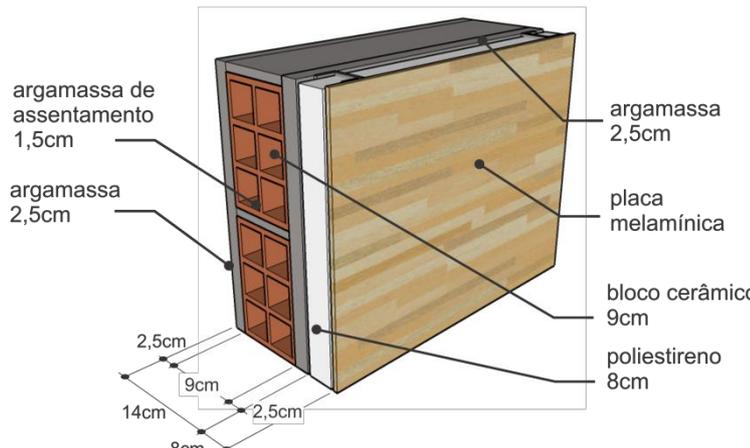
Argamassa interna (2,5cm)
 Bloco cerâmico (9,0 x 14,0 x 24,0 cm)
 Argamassa externa (2,5cm)
 Câmara de ar (> 5cm)
 Placa melamínica

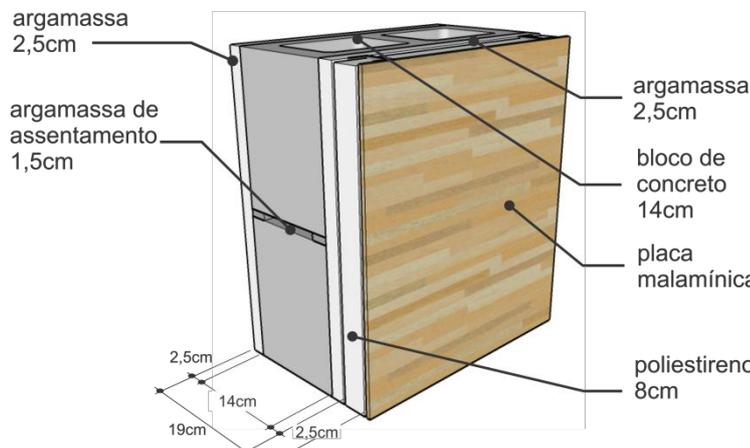
| U | C _T |
|------------------------|-----------------------|
| [W/(m ² K)] | [kJ/m ² K] |
| 1,63 | 121 |

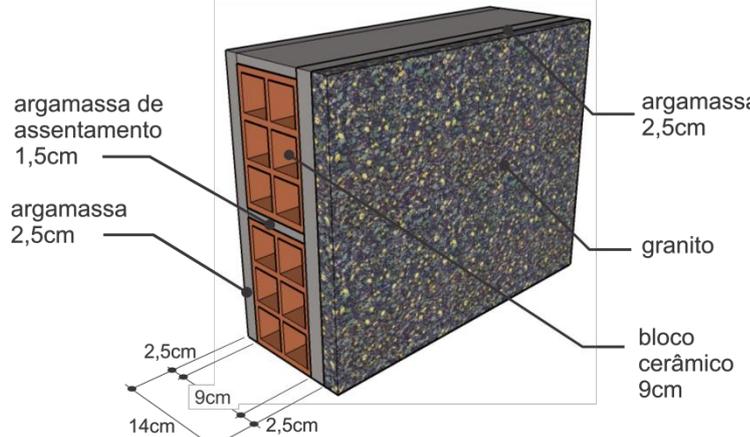
Descrição: 28

Argamassa interna (2,5cm)
 Bloco de concreto (14,0 x 19,0 x 39,0cm)
 Argamassa externa (2,5cm)
 Câmara de ar (> 5cm)
 Placa melamínica

| U | C _T |
|------------------------|-----------------------|
| [W/(m ² K)] | [kJ/m ² K] |
| 1,82 | 242 |

| Descrição: | | 29 | | | | | |
|--|--|----|----------------|------------------------|-----------------------|------|-----|
|  <p>argamassa de assentamento 1,5cm</p> <p>argamassa 2,5cm</p> <p>2,5cm</p> <p>9cm</p> <p>14cm</p> <p>2,5cm</p> <p>8cm</p> <p>argamassa 2,5cm</p> <p>placa melamínica</p> <p>bloco cerâmico 9cm</p> <p>poliestireno 8cm</p> | <p>Argamassa interna (2,5cm)</p> <p>Bloco cerâmico (9,0 x 14,0 x 24,0 cm)</p> <p>Argamassa externa (2,5cm)</p> <p>Poliestireno (8cm)</p> <p>Placa melamínica</p> | | | | | | |
| | <table border="1"> <thead> <tr> <th>U</th> <th>C_T</th> </tr> <tr> <th>[W/(m²K)]</th> <th>[kJ/m²K]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0,40</td> <td>125</td> </tr> </tbody> </table> | U | C _T | [W/(m ² K)] | [kJ/m ² K] | 0,40 | 125 |
| U | C _T | | | | | | |
| [W/(m ² K)] | [kJ/m ² K] | | | | | | |
| 0,40 | 125 | | | | | | |

| Descrição: | | 30 | | | | | |
|--|--|----|----------------|------------------------|-----------------------|------|-----|
|  <p>argamassa 2,5cm</p> <p>argamassa de assentamento 1,5cm</p> <p>2,5cm</p> <p>14cm</p> <p>19cm</p> <p>2,5cm</p> <p>8cm</p> <p>argamassa 2,5cm</p> <p>bloco de concreto 14cm</p> <p>placa melamínica</p> <p>poliestireno 8cm</p> | <p>Argamassa interna (2,5cm)</p> <p>Bloco de concreto (14,0 x 19,0 x 39,0cm)</p> <p>Argamassa externa (2,5cm)</p> <p>Poliestireno (8cm)</p> <p>Placa melamínica</p> | | | | | | |
| | <table border="1"> <thead> <tr> <th>U</th> <th>C_T</th> </tr> <tr> <th>[W/(m²K)]</th> <th>[kJ/m²K]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0,42</td> <td>246</td> </tr> </tbody> </table> | U | C _T | [W/(m ² K)] | [kJ/m ² K] | 0,42 | 246 |
| U | C _T | | | | | | |
| [W/(m ² K)] | [kJ/m ² K] | | | | | | |
| 0,42 | 246 | | | | | | |

| Descrição: | | 31 | | | | | |
|--|--|----|----------------|------------------------|-----------------------|------|-----|
|  <p>argamassa de assentamento 1,5cm</p> <p>argamassa 2,5cm</p> <p>2,5cm</p> <p>9cm</p> <p>14cm</p> <p>2,5cm</p> <p>argamassa 2,5cm</p> <p>granito</p> <p>bloco cerâmico 9cm</p> | <p>Argamassa interna (2,5cm)</p> <p>Bloco cerâmico (9,0 x 14,0 x 24,0 cm)</p> <p>Argamassa externa (2,5cm)</p> <p>Granito (2,5cm)</p> | | | | | | |
| | <table border="1"> <thead> <tr> <th>U</th> <th>C_T</th> </tr> <tr> <th>[W/(m²K)]</th> <th>[kJ/m²K]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2,36</td> <td>210</td> </tr> </tbody> </table> | U | C _T | [W/(m ² K)] | [kJ/m ² K] | 2,36 | 210 |
| U | C _T | | | | | | |
| [W/(m ² K)] | [kJ/m ² K] | | | | | | |
| 2,36 | 210 | | | | | | |

argamassa 2,5cm

argamassa de assentamento 1,5cm

bloco de concreto 14cm

granito 2,5cm

2,5cm

14cm

19cm

2,5cm

Descrição: 32

Argamassa interna (2,5cm)
 Bloco de concreto (14,0 x 19,0 x 39,0cm)
 Argamassa externa (2,5cm)
 Granito (2,5cm)

| U | CT |
|-----------|----------|
| [W/(m²K)] | [kJ/m²K] |
| 2,63 | 329 |

placa de gesso 1,25cm

câmara de ar > 2cm

placa cimentícia 1 cm

1,25cm

> 2cm

1 cm

Descrição: 33

Placa de gesso (1,25cm)
 Câmara de ar (> 2cm)
 Placa cimentícia (1cm)

| U | CT |
|-----------|----------|
| [W/(m²K)] | [kJ/m²K] |
| 2,66 | 26 |

placa de gesso 1,25cm

lã de rocha 9 cm

placa cimentícia 1 cm

1,25cm

9 cm

1 cm

Descrição: 34

Placa de gesso (1,25cm)
 Lã de rocha (9cm)
 Placa cimentícia (1cm)

| U | CT |
|-----------|----------|
| [W/(m²K)] | [kJ/m²K] |
| 0,45 | 33 |

placa de gesso 1,25cm

lã de rocha 7,5 cm

placa cimentícia 1 cm

1,25cm

7,5 cm

1 cm

Descrição: 35

Placa de gesso (1,25cm)
Lã de rocha (7,5cm)
Placa cimentícia (1cm)

| U | CT |
|-----------|----------|
| [W/(m²K)] | [kJ/m²K] |
| 0,53 | 32 |

placa de gesso 1,25cm

lã de rocha 4 cm

placa cimentícia 1 cm

1,25cm

4 cm

1 cm

Descrição: 36

Placa de gesso (1,25cm)
Lã de rocha (4cm)
Placa cimentícia (1cm)

| U | CT |
|-----------|----------|
| [W/(m²K)] | [kJ/m²K] |
| 0,90 | 29 |

bloco cerâmico 9cm

argamassa de assentamento 1,5cm

argamassa 2,5cm

argamassa 2,5cm

argamassa 2,5cm

argamassa 2,5cm

bloco cerâmico 9cm

argamassa de assentamento 1,5cm

lã de rocha 4cm

2,5cm

9 cm

4cm

27 cm

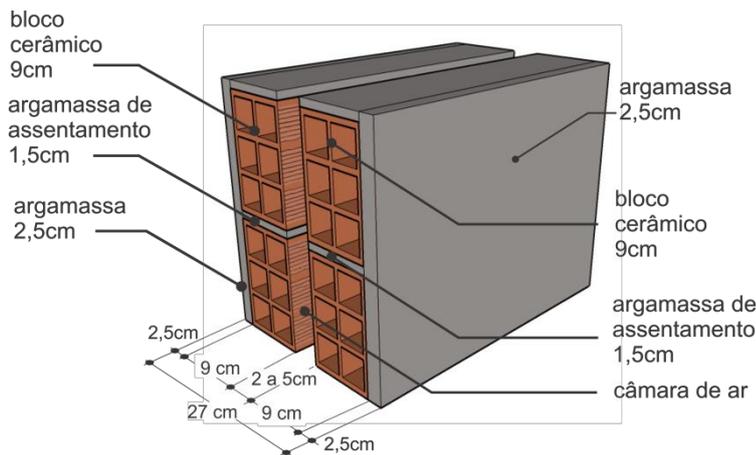
9 cm

2,5cm

Descrição: 37

Argamassa interna (2,5cm)
Bloco cerâmico (9,0 x 14,0 x 24,0 cm)
Lã de rocha (4cm)
Bloco cerâmico (9,0 x 14,0 x 24,0 cm)
Argamassa externa (2,5cm)

| U | CT |
|-----------|----------|
| [W/(m²K)] | [kJ/m²K] |
| 0,63 | 199 |

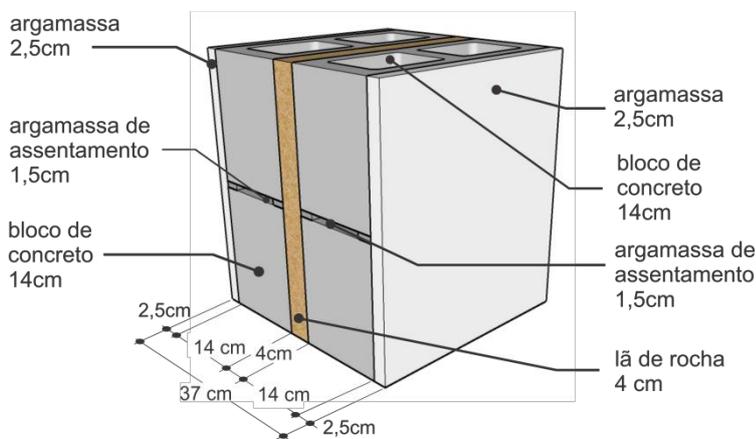


Descrição:

38

Argamassa interna (2,5cm)
 Bloco cerâmico (9,0 x 14,0 x 24,0 cm)
 Câmara de ar (2 a 5cm)
 Bloco cerâmico (9,0 x 14,0 x 24,0 cm)
 Argamassa externa (2,5cm)

| U [W/(m²K)] | CT [kJ/m²K] |
|----------------|----------------|
| 1,25 | 195 |

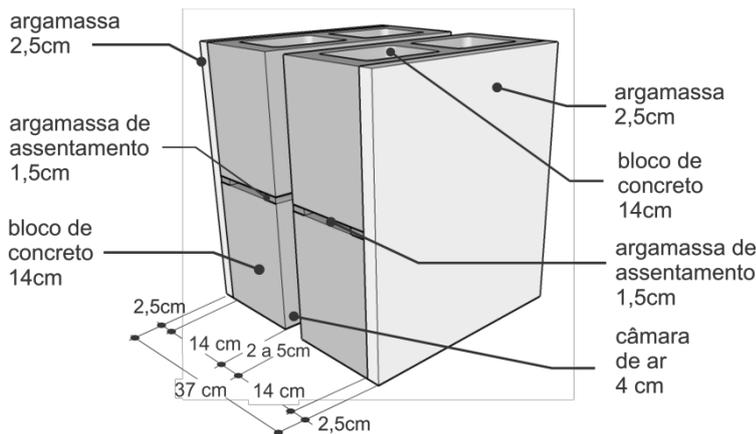


Descrição:

39

Argamassa interna (2,5cm)
 Bloco de concreto (14,0 x 19,0 x 39,0cm)
 Lã de rocha (4cm)
 Bloco de concreto (14,0 x 19,0 x 39,0cm)
 Argamassa externa (2,5cm)

| U [W/(m²K)] | CT [kJ/m²K] |
|----------------|----------------|
| 0,90 | 441 |



Descrição:

40

Argamassa interna (2,5cm)
 Bloco de concreto (14,0 x 19,0 x 39,0cm)
 Câmara de ar (2 a 5cm)
 Bloco de concreto (14,0 x 19,0 x 39,0cm)
 Argamassa externa (2,5cm)

| U [W/(m²K)] | CT [kJ/m²K] |
|----------------|----------------|
| 1,43 | 439 |

argamassa de assentamento 1,5cm

argamassa 2,5cm

argamassa 2,5cm

pintura externa

bloco cerâmico 9cm

2,5cm

9cm

14cm

2,5cm

Descrição:

41

Argamassa interna (2,5cm)
 Bloco cerâmico (9,0 x 19,0 x 19,0cm)
 Argamassa externa (2,5cm)
 Pintura externa (α)

| U | C _T |
|------------------------|-----------------------|
| [W/(m ² K)] | [kJ/m ² K] |
| 2,39 | 151 |

argamassa de assentamento 1,5cm

argamassa 2,5cm

argamassa 2,5cm

pintura externa

bloco cerâmico 12cm

2,5cm

12cm

17cm

2,5cm

Descrição:

42

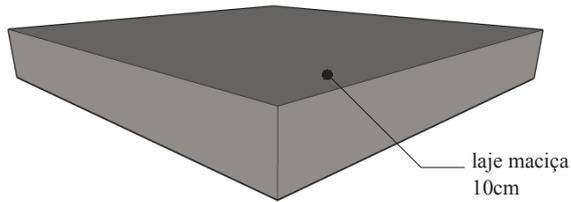
Argamassa interna (2,5cm)
 Bloco cerâmico (12,0 x 19,0 x 19,0cm)
 Argamassa externa (2,5cm)
 Pintura externa (α)

| U | C _T |
|------------------------|-----------------------|
| [W/(m ² K)] | [kJ/m ² K] |
| 2,24 | 155 |

b) Coberturas:

Descrição:

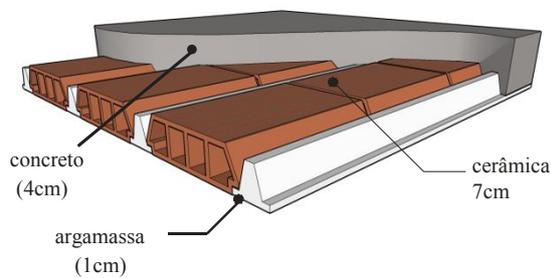
1

Laje maciça (10,0cm)
Sem telhamento

| U | C _T |
|------------------------|-----------------------|
| [W/(m ² K)] | [kJ/m ² K] |
| 3,73 | 220 |

Descrição:

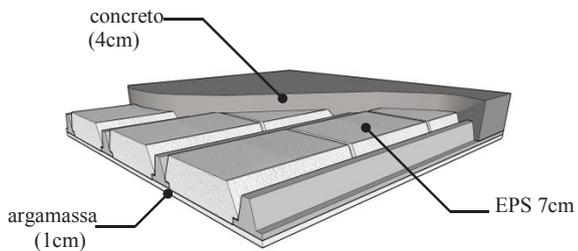
2

Laje pré-moldada 12cm (concreto
4cm + lajota cerâmica 7cm +
argamassa 1cm)
Sem telhamento

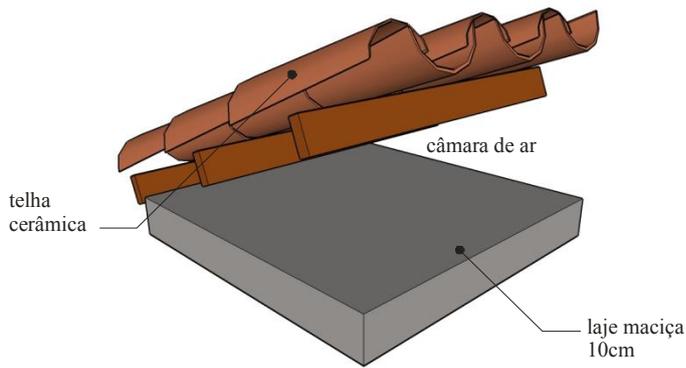
| U | C _T |
|------------------------|-----------------------|
| [W/(m ² K)] | [kJ/m ² K] |
| 2,95 | 167 |

Descrição:

3

Laje pré-moldada 12cm (concreto
4cm + EPS 7cm + argamassa 1cm)
Sem telhamento

| U | C _T |
|------------------------|-----------------------|
| [W/(m ² K)] | [kJ/m ² K] |
| 2,29 | 132 |

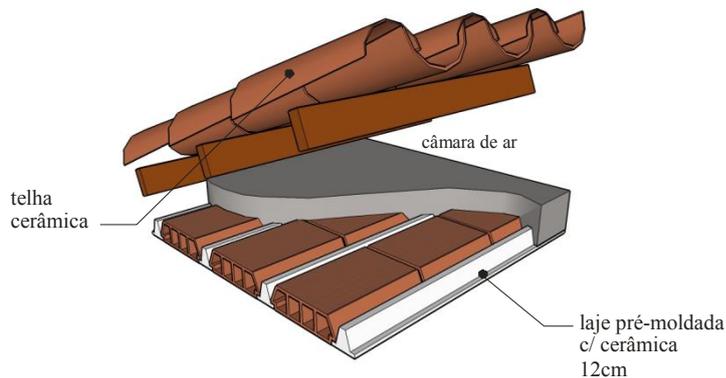


Descrição:

4

Laje maciça (10,0cm)
Câmara de ar (> 5,0 cm)
Telha cerâmica

| U [W/(m ² K)] | C _T [kJ/m ² K] |
|-----------------------------|---|
| 2,05 | 238 |

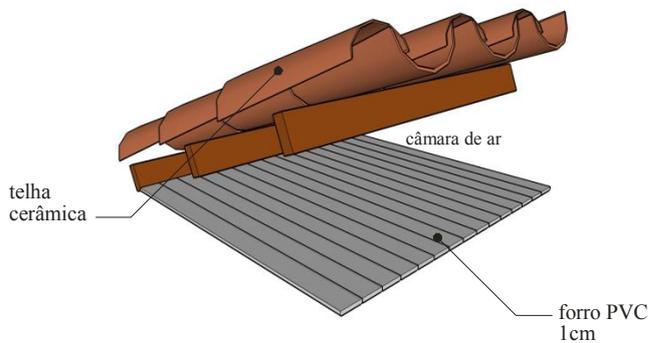


Descrição:

5

Laje pré-moldada 12cm (concreto
4cm + lajota cerâmica 7cm +
argamassa 1cm)
Câmara de ar (> 5,0 cm)
Telha cerâmica

| U [W/(m ² K)] | C _T [kJ/m ² K] |
|-----------------------------|---|
| 1,79 | 185 |

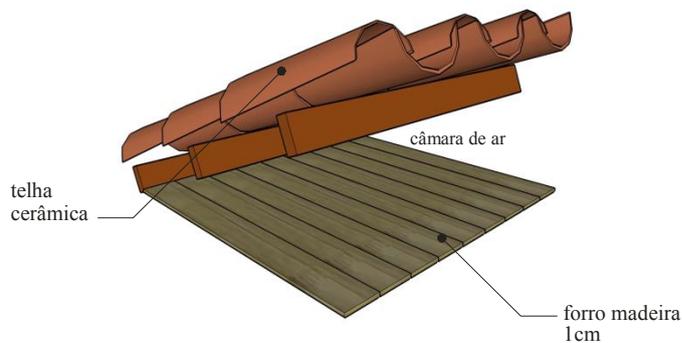


Descrição:

6

Forro PVC (1,0cm)
Câmara de ar (> 5,0 cm)
Telha cerâmica

| U [W/(m ² K)] | C _T [kJ/m ² K] |
|-----------------------------|---|
| 1,75 | 21 |

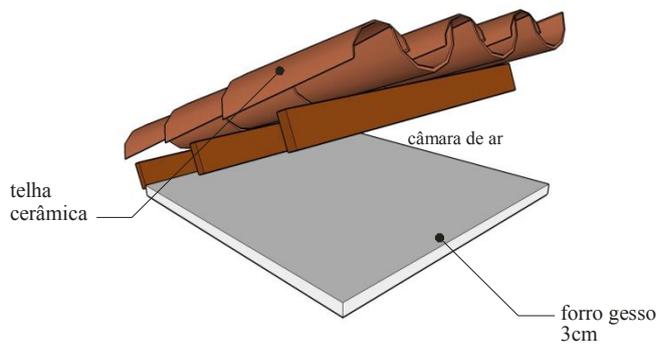


Descrição:

7

Forro madeira (1,0cm)
Câmara de ar (> 5,0 cm)
Telha cerâmica

| U [W/(m ² K)] | C _T [kJ/m ² K] |
|-----------------------------|---|
| 2,02 | 26 |

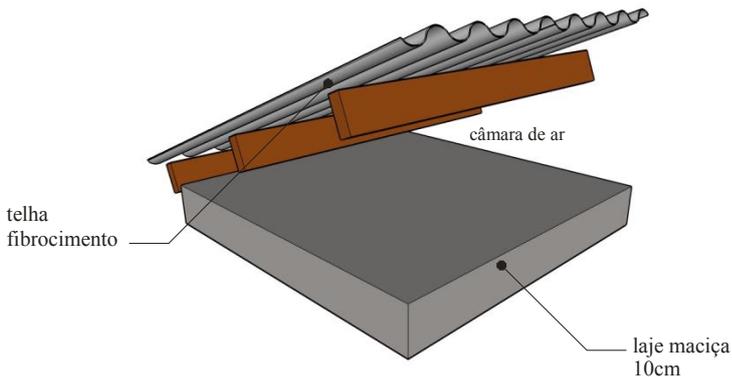


Descrição:

8

Forro gesso (3,0cm)
Câmara de ar (> 5,0 cm)
Telha cerâmica (1cm)

| U | C _T |
|------------------------|-----------------------|
| [W/(m ² K)] | [kJ/m ² K] |
| 1,94 | 37 |

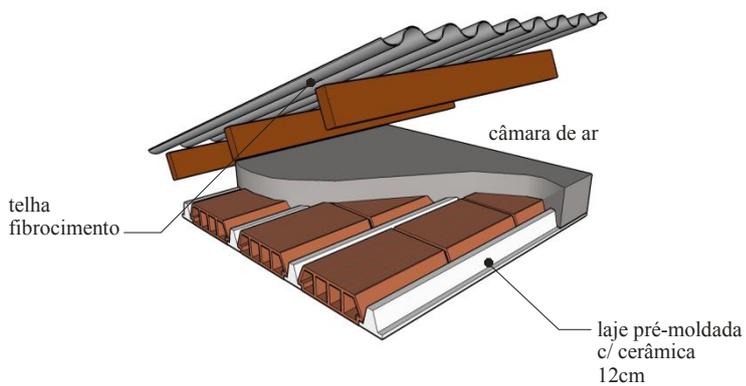


Descrição:

9

Laje maciça (10,0cm)
Câmara de ar (> 5,0 cm)
Telha fibrocimento

| U | C _T |
|------------------------|-----------------------|
| [W/(m ² K)] | [kJ/m ² K] |
| 2,06 | 233 |

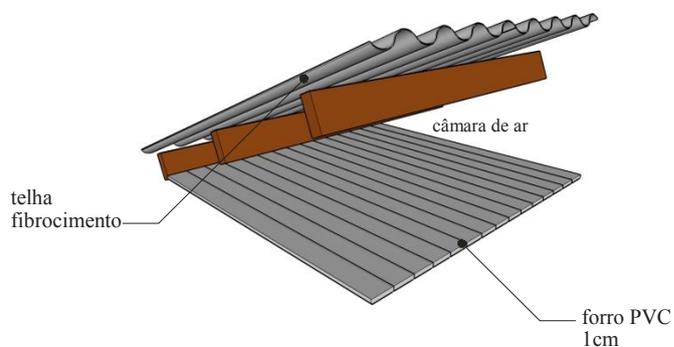


Descrição:

10

Laje pré-moldada 12cm (concreto
4cm + lajota cerâmica 7cm +
argamassa 1cm)
Câmara de ar (> 5,0 cm)
Telha fibrocimento 0,8cm

| U | C _T |
|------------------------|-----------------------|
| [W/(m ² K)] | [kJ/m ² K] |
| 1,79 | 180 |

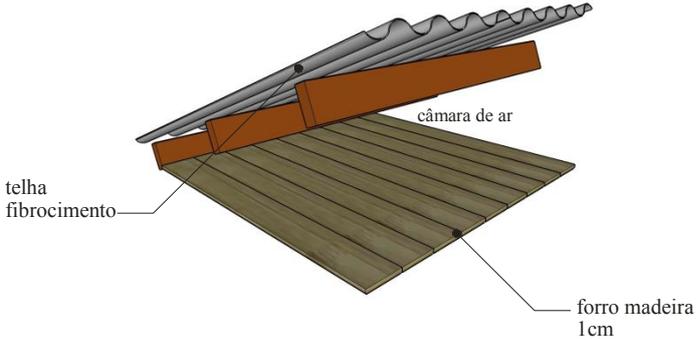


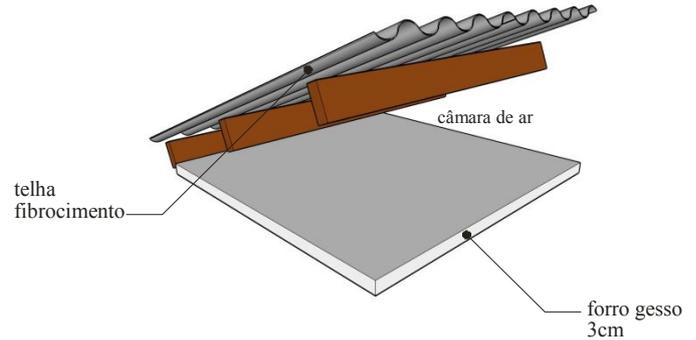
Descrição:

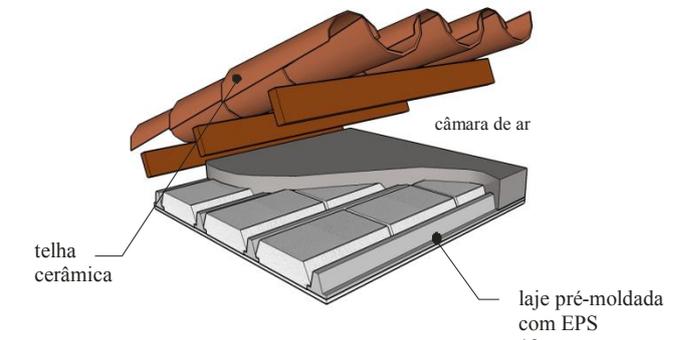
11

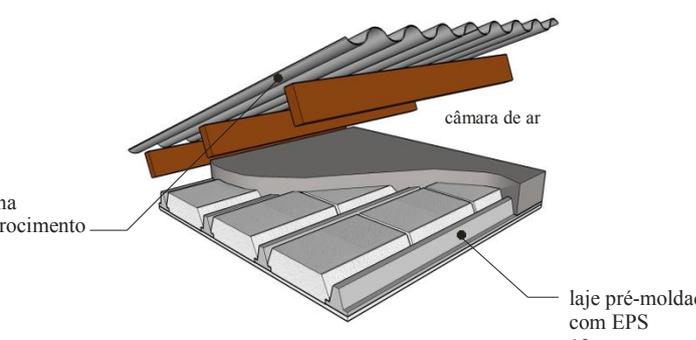
Forro PVC (1,0cm)
Câmara de ar (> 5,0 cm)
Telha fibrocimento

| U | C _T |
|------------------------|-----------------------|
| [W/(m ² K)] | [kJ/m ² K] |
| 1,76 | 16 |

|  <p>telha fibrocimento</p> <p>câmara de ar</p> <p>forro madeira 1 cm</p> | Descrição: | 12 | | | | | |
|---|--|----|----------------|------------------------|-----------------------|------|----|
| | <p>Forro madeira (1,0cm) Câmara de ar (> 5,0 cm) Telha fibrocimento</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>U</th> <th>C_T</th> </tr> <tr> <th>[W/(m²K)]</th> <th>[kJ/m²K]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">2,02</td> <td style="text-align: center;">21</td> </tr> </tbody> </table> | U | C _T | [W/(m ² K)] | [kJ/m ² K] | 2,02 | 21 |
| U | C _T | | | | | | |
| [W/(m ² K)] | [kJ/m ² K] | | | | | | |
| 2,02 | 21 | | | | | | |

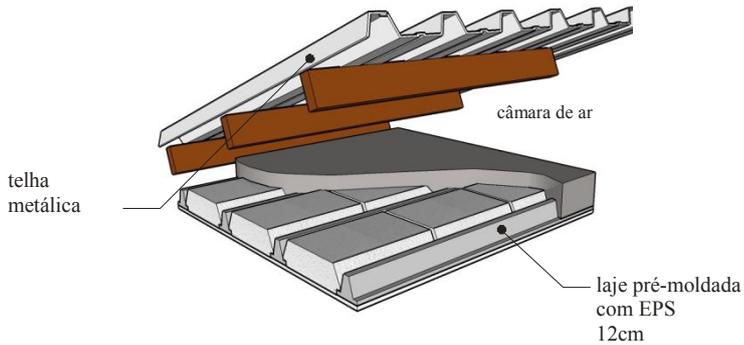
|  <p>telha fibrocimento</p> <p>câmara de ar</p> <p>forro gesso 3cm</p> | Descrição: | 13 | | | | | |
|--|---|----|----------------|------------------------|-----------------------|------|----|
| | <p>Forro gesso (3,0 cm) Câmara de ar (> 5,0 cm) Telha fibrocimento</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>U</th> <th>C_T</th> </tr> <tr> <th>[W/(m²K)]</th> <th>[kJ/m²K]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">1,95</td> <td style="text-align: center;">32</td> </tr> </tbody> </table> | U | C _T | [W/(m ² K)] | [kJ/m ² K] | 1,95 | 32 |
| U | C _T | | | | | | |
| [W/(m ² K)] | [kJ/m ² K] | | | | | | |
| 1,95 | 32 | | | | | | |

|  <p>telha cerâmica</p> <p>câmara de ar</p> <p>laje pré-moldada com EPS 12cm</p> | Descrição: | 14 | | | | | |
|--|--|----|----------------|------------------------|-----------------------|------|-----|
| | <p>Laje pré-moldada 12cm (concreto 4cm + EPS 7cm + argamassa 1cm) Câmara de ar (> 5,0 cm) Telha cerâmica</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>U</th> <th>C_T</th> </tr> <tr> <th>[W/(m²K)]</th> <th>[kJ/m²K]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">1,52</td> <td style="text-align: center;">150</td> </tr> </tbody> </table> | U | C _T | [W/(m ² K)] | [kJ/m ² K] | 1,52 | 150 |
| U | C _T | | | | | | |
| [W/(m ² K)] | [kJ/m ² K] | | | | | | |
| 1,52 | 150 | | | | | | |

|  <p>telha fibrocimento</p> <p>câmara de ar</p> <p>laje pré-moldada com EPS 12cm</p> | Descrição: | 15 | | | | | |
|--|--|----|----------------|------------------------|-----------------------|------|-----|
| | <p>Laje pré-moldada 12cm (concreto 4cm + EPS 7cm + argamassa 1cm) Câmara de ar (> 5,0 cm) Telha fibrocimento</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>U</th> <th>C_T</th> </tr> <tr> <th>[W/(m²K)]</th> <th>[kJ/m²K]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">1,52</td> <td style="text-align: center;">145</td> </tr> </tbody> </table> | U | C _T | [W/(m ² K)] | [kJ/m ² K] | 1,52 | 145 |
| U | C _T | | | | | | |
| [W/(m ² K)] | [kJ/m ² K] | | | | | | |
| 1,52 | 145 | | | | | | |

Descrição:

16

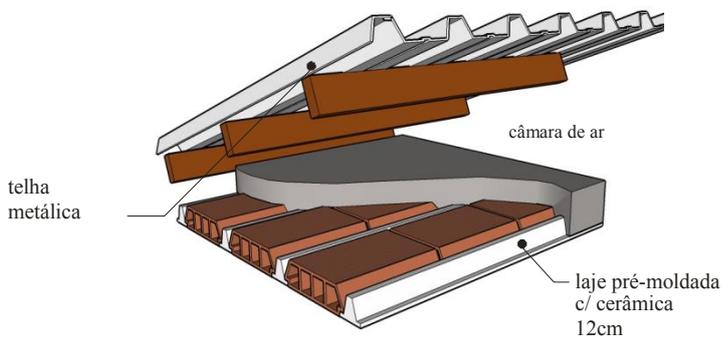


Laje pré-moldada 12cm (concreto 4cm + EPS 7cm + argamassa 1cm)
Câmara de ar (> 5,0 cm)
Telha metálica 0,06cm

| U [W/(m ² K)] | C _T [kJ/m ² K] |
|-----------------------------|---|
| 1,54 | 134 |

Descrição:

17

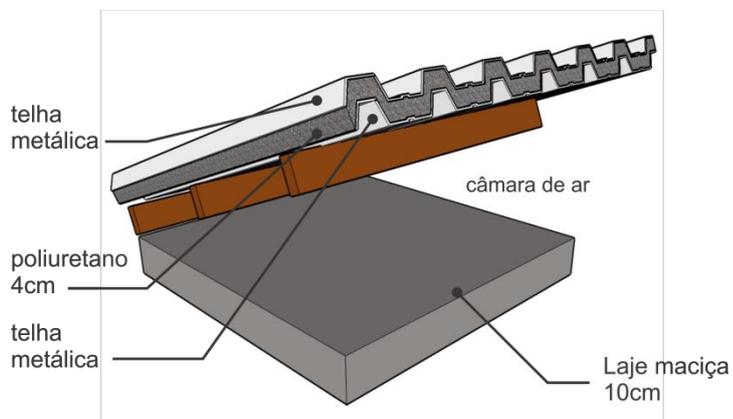


Laje pré-moldada 12cm (concreto 4cm + lajota cerâmica 7cm + argamassa 1cm)
Câmara de ar (> 5,0 cm)
Telha metálica 0,6cm

| U [W/(m ² K)] | C _T [kJ/m ² K] |
|-----------------------------|---|
| 1,82 | 169 |

Descrição:

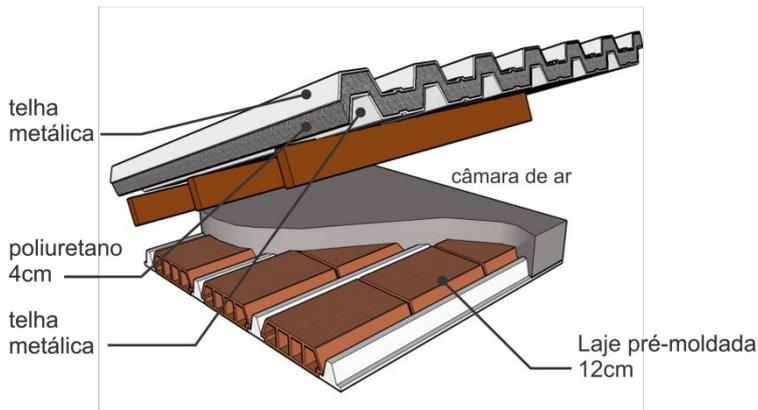
18



Laje maciça 10,0cm
Câmara de ar (> 5,0 cm)
Telha metálica* 0,1cm
Poliuretano 4,0cm
Telha metálica* 0,1cm

* A transmitância térmica independe se a telha tem formato trapezoidal ou ondulada

| U [W/(m ² K)] | C _T [kJ/m ² K] |
|-----------------------------|---|
| 0,55 | 230 |



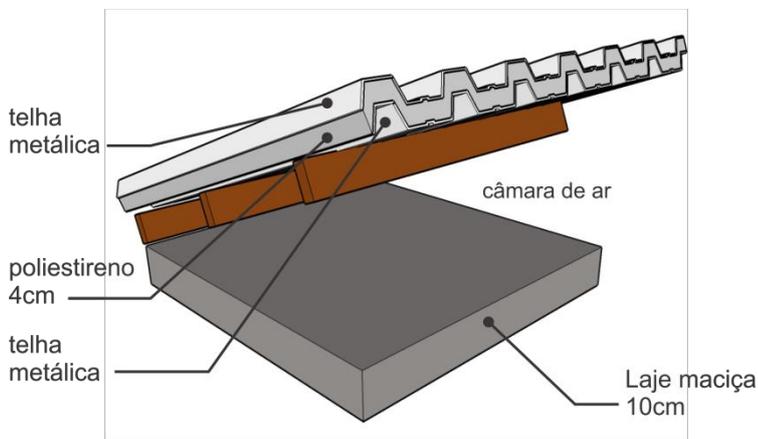
Descrição:

19

Laje pré-moldada 12cm (concreto 4cm + EPS 7cm + argamassa 1cm)
 Câmara de ar (> 5,0 cm)
 Telha metálica* 0,1cm
 Poliuretano 4,0cm
 Telha metálica* 0,1cm

* A transmitância térmica independe se a telha tem formato trapezoidal ou ondulada

| U | C _T |
|------------------------|-----------------------|
| [W/(m ² K)] | [kJ/m ² K] |
| 0,53 | 176 |



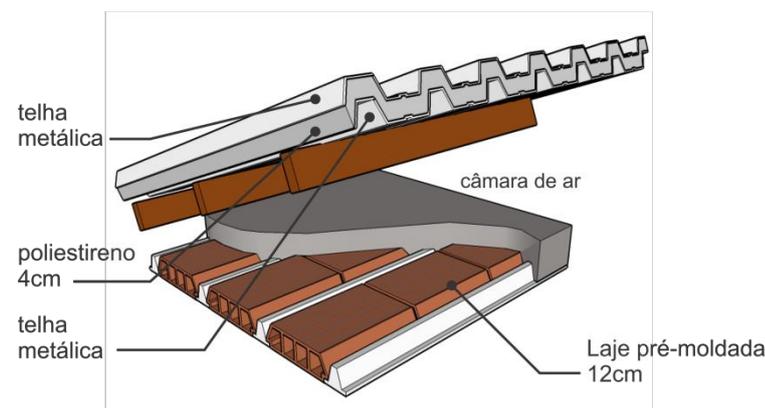
Descrição:

20

Laje maciça 10,0cm
 Câmara de ar (> 5,0 cm)
 Telha metálica* 0,1cm
 Poliestireno (isopor) 4,0cm
 Telha metálica* 0,1cm

* A transmitância térmica independe se a telha tem formato trapezoidal ou ondulada

| U | C _T |
|------------------------|-----------------------|
| [W/(m ² K)] | [kJ/m ² K] |
| 0,68 | 229 |



Descrição:

21

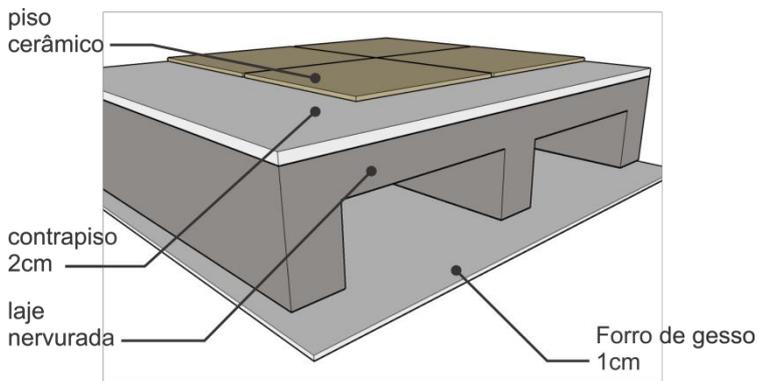
Laje pré-moldada 12cm (concreto 4cm + EPS 7cm + argamassa 1cm)
 Câmara de ar (> 5,0 cm)
 Telha metálica* 0,1cm
 Poliestireno 4,0cm
 Telha metálica* 0,1cm

* A transmitância térmica independe se a telha tem formato trapezoidal ou ondulada

| U | C _T |
|------------------------|-----------------------|
| [W/(m ² K)] | [kJ/m ² K] |
| 0,65 | 176 |

Descrição:

22



Forro de gesso (1cm)

Laje nervurada - Altura 22,5cm (altura da nervura 15cm, largura da nervura 10cm, espessura da lâmina 7,5cm, Distância entre vãos 50cm)

Vazios sem preenchimento (câmara de ar) 40 x 40cm

Contrapiso (2cm)

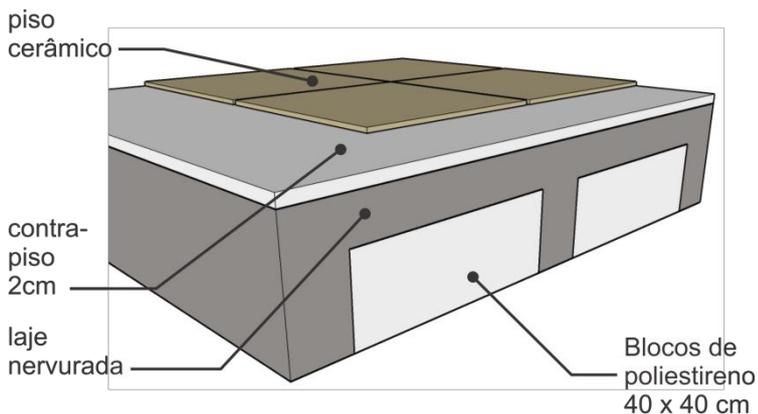
Piso cerâmico (0,75cm)

Sem telhamento

| U [W/(m ² K)] | C _T [kJ/m ² K] |
|-----------------------------|---|
| 2,22 | 278 |

Descrição:

23



Sem forro de gesso

Laje nervurada - Altura 22,5cm (altura da nervura 15cm, largura da nervura 10cm, espessura da lâmina 7,5cm, Distância entre vãos 50cm)

Vazios com preenchimento de poliestireno 40 x 40cm

Contrapiso (2cm)

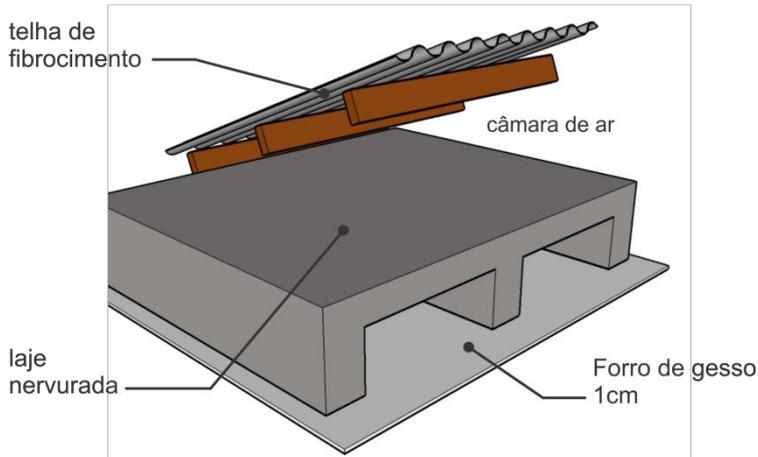
Piso cerâmico (0,75cm)

Sem telhamento

| U [W/(m ² K)] | C _T [kJ/m ² K] |
|-----------------------------|---|
| 1,75 | 279 |

Descrição:

24

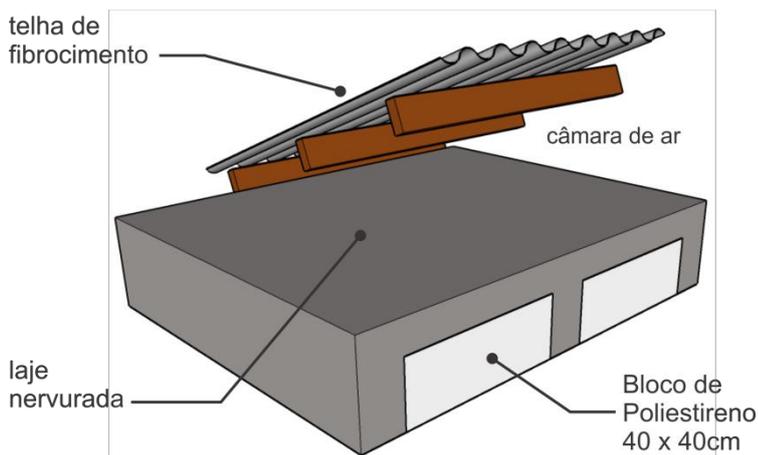


Forro de gesso (1cm)
 Laje nervurada - Altura 22,5cm (altura da nervura 15cm, largura da nervura 10cm, espessura da lâmina 7,5cm, Distância entre vãos 50cm)
 Vazios sem preenchimento (câmara de ar) 40 x 40cm
 Câmara de ar (> 5,0 cm)
 Telha de fibrocimento

| U [W/(m ² K)] | C _T [kJ/m ² K] |
|-----------------------------|---|
| 1,55 | 237 |

Descrição:

25

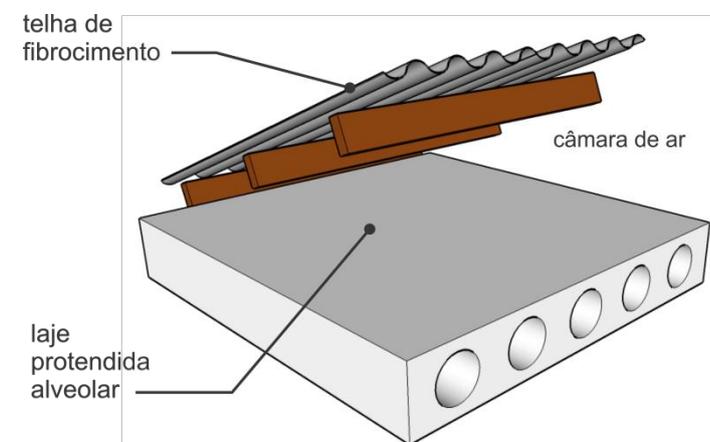


Laje nervurada - Altura 22,5cm (altura da nervura 15cm, largura da nervura 10cm, espessura da lâmina 7,5cm, Distância entre vãos 50cm)
 Vazios com preenchimento de poliestireno 40 x 40cm
 Câmara de ar (> 5,0 cm)
 Telha de fibrocimento

| U [W/(m ² K)] | C _T [kJ/m ² K] |
|-----------------------------|---|
| 1,31 | 238 |

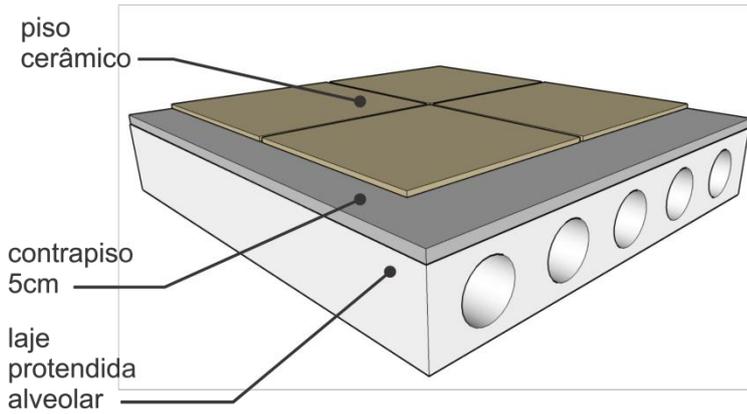
Descrição:

26



Laje protendida alveolar sem preenchimento e sem capa (15cm)
 Câmara de ar (> 5,0 cm)
 Telha de fibrocimento

| U [W/(m ² K)] | C _T [kJ/m ² K] |
|-----------------------------|---|
| 1,75 | 268 |

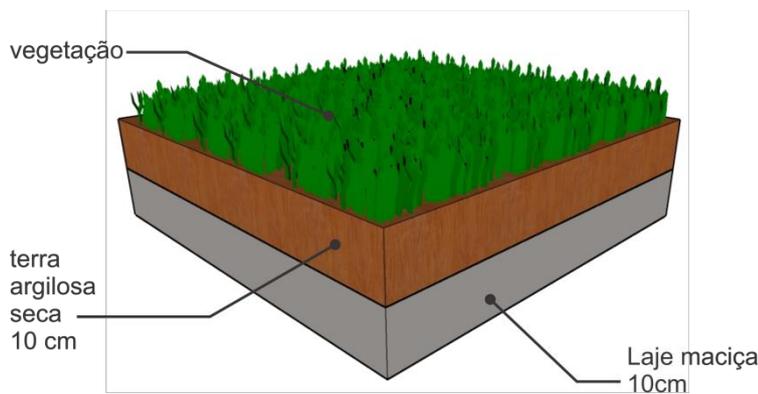


Descrição:

27

Laje protendida alveolar sem
preenchimento e sem capa (15cm)
Contrapiso (5cm)
Piso cerâmico (0,75cm)
Sem telhamento

| U [W/(m ² K)] | C _T [kJ/m ² K] |
|-----------------------------|---|
| 2,48 | 369 |

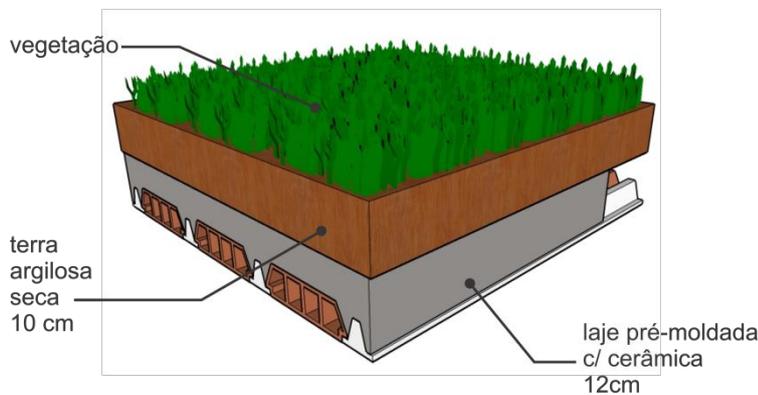


Descrição:

28

Telhado vegetado extensivo:
Laje maciça 10,0cm
Terra argilosa seca (10cm)
Vegetação

| U [W/(m ² K)] | C _T [kJ/m ² K] |
|-----------------------------|---|
| 2,18 | 363 |

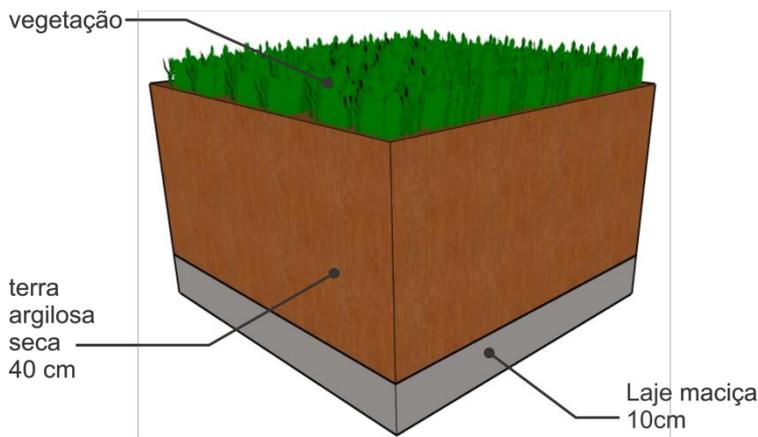


Descrição:

29

Telhado vegetado extensivo:
Laje pré-moldada 12cm (concreto
4cm + lajota cerâmica 7cm +
argamassa 1cm)
Terra argilosa seca (10cm)
Vegetação

| U [W/(m ² K)] | C _T [kJ/m ² K] |
|-----------------------------|---|
| 1,88 | 310 |

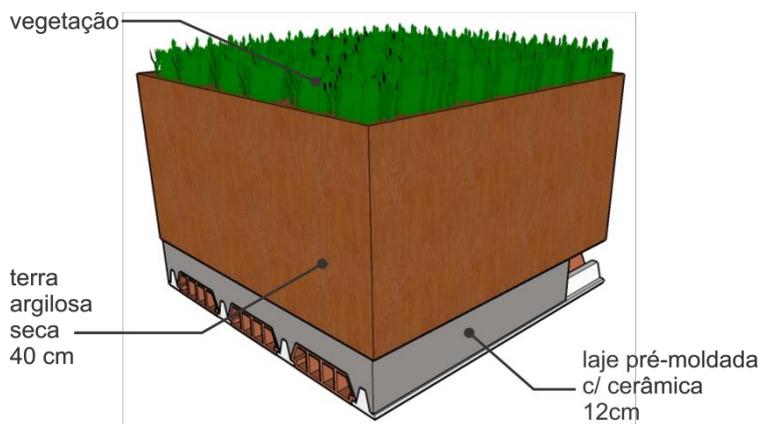


Descrição:

30

Telhado vegetado intensivo:
Laje maciça 10,0cm
Terra argilosa seca (40cm)
Vegetação

| U [W/(m ² K)] | C _T [kJ/m ² K] |
|-----------------------------|---|
| 0,96 | 791 |



Descrição:

31

Telhado vegetado intensivo:
Laje pré-moldada 12cm (concreto
4cm + lajota cerâmica 7cm +
argamassa 1cm)
Terra argilosa seca (40cm)
Vegetação

| U [W/(m ² K)] | C _T [kJ/m ² K] |
|-----------------------------|---|
| 0,90 | 738 |

b) Revestimentos de paredes e coberturas (tintas):

| Tipo | Número | Cor | Nome | α | Tipo | Número | Cor | Nome | α |
|----------------------|--------|---|-----------------|----------|-----------------|---|---|-------------|----------|
| Acrílica Fosca | 01 |  | Amarelo Antigo | 51,4 | Látex PVA Fosca | 40 |  | Branco Gelo | 34,0 |
| | 02 |  | Amarelo Terra | 64,3 | | 41 |  | Erva doce | 21,9 |
| | 03 |  | Areia | 44,9 | | 42 |  | Flamingo | 46,8 |
| | 04 |  | Azul | 73,3 | | 43 |  | Laranja | 39,9 |
| | 05 |  | Azul Imperial | 66,9 | | 44 |  | Marfim | 29,7 |
| | 06 |  | Branco | 15,8 | | 45 |  | Palha | 28,5 |
| | 07 |  | Branco Gelo | 37,2 | | 46 |  | Pérola | 25,7 |
| | 08 |  | Camurça | 57,4 | | 47 |  | Pêssego | 39,5 |
| | 09 |  | Concreto | 74,5 | | 48 |  | Alecrim | 64,0 |
| | 10 |  | Flamingo | 49,5 | | 49 |  | Azul bali | 48,9 |
| | 11 |  | Jade | 52,3 | | 50 |  | Branco Neve | 10,2 |
| | 12 |  | Marfim | 33,6 | | 51 |  | Branco Gelo | 29,7 |
| | 13 |  | Palha | 36,7 | | 52 |  | Camurça | 55,8 |
| | 14 |  | Pérola | 33,0 | | 53 |  | Concreto | 71,5 |
| | 15 |  | Pêssego | 42,8 | | 54 |  | Marfim | 26,7 |
| | 16 |  | Tabaco | 78,1 | | 55 |  | Marrocos | 54,7 |
| | 17 |  | Terracota | 64,6 | | 56 |  | Mel | 41,8 |
| Acrílica Semi-brilho | 18 |  | Amarelo Antigo | 49,7 | 57 |  | Palha | 27,2 | |
| | 19 |  | Amarelo Terra | 68,6 | 58 |  | Pérola | 22,1 | |
| | 20 |  | Azul | 79,9 | 59 |  | Pêssego | 35,0 | |
| | 21 |  | Branco Gelo | 36,2 | 60 |  | Telha | 70,8 | |
| | 22 |  | Cinza | 86,4 | 61 |  | Vanila | 23,9 | |
| | 23 |  | Cinza BR | 61,1 | 62 |  | Amarelo Canário | 25,2 | |
| | 24 |  | Crepúsculo | 66,0 | 63 |  | Areia | 35,7 | |
| | 25 |  | Flamingo | 47,3 | 64 |  | Azul Profundo | 76,0 | |
| | 26 |  | Marfim | 33,9 | 65 |  | Branco Neve | 16,2 | |
| | 27 |  | Palha | 39,6 | 66 |  | Branco Gelo | 28,1 | |
| | 28 |  | Pérola | 33,9 | 67 |  | Camurça | 53,2 | |
| | 29 |  | Preto | 97,1 | 68 |  | Cerâmica | 65,3 | |
| | 30 |  | Telha | 69,6 | 69 |  | Concreto | 71,6 | |
| | 31 |  | Terracota | 68,4 | 70 |  | Flamingo | 44,4 | |
| | 32 |  | Verde Quadra | 75,5 | 71 |  | Marfim | 24,5 | |
| | 33 |  | Vermelho | 64,2 | 72 |  | Palha | 26,4 | |
| Látex PVA Fosca | 34 |  | Amarelo Canário | 29,3 | 73 |  | Pérola | 22,9 | |
| | 35 |  | Amarelo Terra | 61,4 | 74 |  | Pêssego | 29,8 | |
| | 36 |  | Areia | 39,0 | 75 |  | Preto | 97,4 | |
| | 37 |  | Azul angra | 32,3 | 76 |  | Vanila | 27,7 | |
| | 38 |  | Bianco Sereno | 26,6 | 77 |  | Verde Musgo | 79,8 | |
| | 39 |  | Branco | 11,1 | 78 |  | Vermelho Cardinal | 63,3 | |

* As imagens das cores aqui apresentadas podem não representar com exatidão a cor da tinta quando aplicada sobre as superfícies construtivas.

* α : 300 a 2500 nm (Espectro solar total).

Fonte dos dados de revestimentos de paredes e coberturas (tintas):

DORNELLES, Kelen Almeida. **Absortância solar de superfícies opacas**: métodos de determinação e base de dados para tintas látex acrílica e PVA. 2008. 160p. Tese (Doutorado) - Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008.

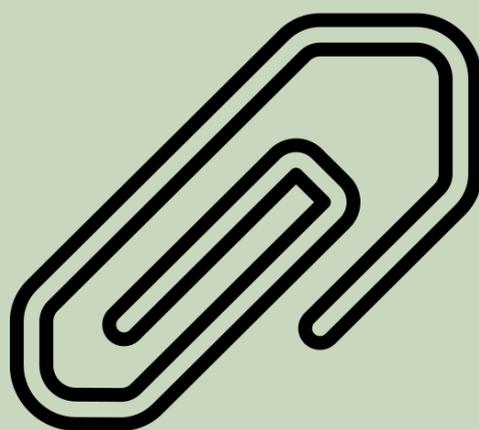
c) Vidros:

| Vidro (ID) | Fabricante | Produto | Esp. (mm) | Tsol | Rsol1 | Rsol2 | Tvis | Rvis1 | Rvis2 | Emis1 | Emis2 | Conductividade (W/mK) | Processo | U (W/m²) | FS |
|------------|------------|--------------------------|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----------------------|----------------------|----------|-------|
| 1 | CEBRACE | Cool Lite 114 PN | 8,000 | 0,110 | 0,240 | 0,310 | 0,130 | 0,280 | 0,380 | 0,840 | 0,840 | 1,000 | laminado com incolor | 5,700 | 0,270 |
| 2 | CEBRACE | Cool Lite KNT Azul | 8,000 | 0,220 | 0,120 | 0,180 | 0,360 | 0,120 | 0,100 | 0,840 | 0,840 | 1,000 | laminado com incolor | 5,700 | 0,290 |
| 3 | CEBRACE | Cool Lite KNT Incolor | 8,000 | 0,310 | 0,200 | 0,180 | 0,480 | 0,170 | 0,110 | 0,840 | 0,840 | 1,000 | laminado com incolor | 5,700 | 0,430 |
| 4 | CEBRACE | Cool Lite KNT Verde | 8,000 | 0,130 | 0,110 | 0,180 | 0,420 | 0,140 | 0,100 | 0,840 | 0,840 | 1,000 | laminado com incolor | 5,700 | 0,390 |
| 5 | CEBRACE | Cool Lite SKN | 8,000 | 0,240 | 0,370 | 0,360 | 0,510 | 0,170 | 0,180 | 0,840 | 0,840 | 1,000 | laminado com incolor | 5,700 | 0,340 |
| 6 | CEBRACE | Cool Lite SKN Cinza | 8,000 | 0,150 | 0,360 | 0,360 | 0,310 | 0,170 | 0,100 | 0,840 | 0,840 | 1,000 | laminado com incolor | 5,700 | 0,280 |
| 7 | CEBRACE | Cool Lite SKN Verde | 8,000 | 0,200 | 0,360 | 0,160 | 0,460 | 0,180 | 0,170 | 0,840 | 0,840 | 1,000 | laminado com incolor | 5,700 | 0,310 |
| 8 | CEBRACE | COOL-LITE KBT 140 6mm | 6,000 | 0,270 | 0,200 | 0,305 | 0,401 | 0,229 | 0,111 | 0,837 | 0,120 | 1,000 | monolítico | 3,516 | 0,359 |
| 9 | CEBRACE | COOL-LITE KNT 140 6mm | 6,000 | 0,257 | 0,241 | 0,287 | 0,411 | 0,212 | 0,051 | 0,837 | 0,111 | 1,000 | monolítico | 3,485 | 0,340 |
| 10 | CEBRACE | COOL-LITE KNT 155 6mm | 6,000 | 0,346 | 0,183 | 0,219 | 0,528 | 0,146 | 0,030 | 0,837 | 0,156 | 1,000 | monolítico | 3,639 | 0,428 |
| 11 | CEBRACE | COOL-LITE KNT 164 6mm | 6,000 | 0,447 | 0,151 | 0,184 | 0,647 | 0,103 | 0,026 | 0,837 | 0,153 | 1,000 | monolítico | 3,629 | 0,517 |
| 12 | CEBRACE | COOL-LITE SKN 144 II 6mm | 6,000 | 0,196 | 0,323 | 0,465 | 0,446 | 0,184 | 0,049 | 0,837 | 0,037 | 1,000 | monolítico | 3,225 | 0,267 |
| 13 | CEBRACE | COOL-LITE SKN 154 6mm | 6,000 | 0,233 | 0,360 | 0,526 | 0,552 | 0,155 | 0,185 | 0,837 | 0,013 | 1,000 | monolítico | 3,139 | 0,290 |
| 14 | CEBRACE | COOL-LITE SKN 165 6mm | 6,000 | 0,295 | 0,331 | 0,500 | 0,666 | 0,124 | 0,111 | 0,837 | 0,037 | 1,000 | monolítico | 3,225 | 0,349 |
| 15 | CEBRACE | COOL-LITE SKN 174 6mm | 6,000 | 0,384 | 0,296 | 0,431 | 0,759 | 0,063 | 0,049 | 0,837 | 0,037 | 1,000 | monolítico | 3,225 | 0,430 |
| 16 | CEBRACE | COOL-LITE ST 108 6mm | 6,000 | 0,064 | 0,381 | 0,485 | 0,078 | 0,444 | 0,377 | 0,837 | 0,147 | 1,000 | monolítico | 3,608 | 0,160 |
| 17 | CEBRACE | COOL-LITE ST 120 6mm | 6,000 | 0,164 | 0,257 | 0,343 | 0,200 | 0,316 | 0,269 | 0,837 | 0,647 | 1,000 | monolítico | 5,228 | 0,322 |
| 18 | CEBRACE | COOL-LITE ST 136 6mm | 6,000 | 0,310 | 0,164 | 0,225 | 0,370 | 0,220 | 0,184 | 0,837 | 0,760 | 1,000 | monolítico | 5,566 | 0,462 |
| 19 | CEBRACE | COOL-LITE ST 150 6mm | 6,000 | 0,454 | 0,132 | 0,174 | 0,508 | 0,182 | 0,168 | 0,837 | 0,811 | 1,000 | monolítico | 5,716 | 0,576 |
| 20 | CEBRACE | COOL-LITE ST 167 6mm | 6,000 | 0,621 | 0,132 | 0,154 | 0,661 | 0,185 | 0,187 | 0,837 | 0,821 | 1,000 | monolítico | 5,745 | 0,694 |
| 21 | CEBRACE | COOL-LITE ST 420 6mm | 6,000 | 0,089 | 0,119 | 0,342 | 0,165 | 0,229 | 0,268 | 0,837 | 0,647 | 1,000 | monolítico | 5,228 | 0,307 |
| 22 | CEBRACE | COOL-LITE ST 450 6mm | 6,000 | 0,234 | 0,081 | 0,167 | 0,417 | 0,138 | 0,164 | 0,837 | 0,811 | 1,000 | monolítico | 5,716 | 0,439 |
| 23 | CEBRACE | COOL-LITE STB 120 6mm | 6,000 | 0,179 | 0,180 | 0,386 | 0,217 | 0,214 | 0,286 | 0,837 | 0,672 | 1,000 | monolítico | 5,304 | 0,357 |
| 24 | CEBRACE | COOL-LITE STB 136 6mm | 6,000 | 0,298 | 0,135 | 0,286 | 0,364 | 0,165 | 0,168 | 0,837 | 0,732 | 1,000 | monolítico | 5,484 | 0,459 |
| 25 | CEBRACE | COOL-LITE STB 420 8mm | 8,000 | 0,079 | 0,085 | 0,385 | 0,165 | 0,146 | 0,285 | 0,837 | 0,672 | 1,000 | monolítico | 5,246 | 0,318 |

| Vidro (ID) | Fabricante | Produto | Esp. (mm) | Tsol | Rsol1 | Rsol2 | Tvis | Rvis1 | Rvis2 | Emis1 | Emis2 | Condutividade (W/mK) | Processo | U (W/m²) | FS |
|------------|------------|-----------------------|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------------------|----------------------|----------|-------|
| 26 | CEBRACE | Eco Lite Incolor | 8,000 | 0,450 | 0,090 | 0,160 | 0,540 | 0,110 | 0,190 | 0,840 | 0,840 | 1,000 | laminado com incolor | 5,700 | 0,570 |
| 27 | CEBRACE | Eco Lite Verde | 8,000 | 0,300 | 0,080 | 0,140 | 0,530 | 0,120 | 0,170 | 0,840 | 0,840 | 1,000 | laminado com incolor | 5,700 | 0,450 |
| 28 | CEBRACE | PARSOL BRONZE 6mm | 6,000 | 0,505 | 0,054 | 0,054 | 0,491 | 0,055 | 0,055 | 0,837 | 0,837 | 1,000 | monolítico | 5,792 | 0,635 |
| 29 | CEBRACE | PARSOL GREEN 6mm | 6,000 | 0,405 | 0,053 | 0,053 | 0,728 | 0,068 | 0,068 | 0,837 | 0,837 | 1,000 | monolítico | 5,792 | 0,567 |
| 30 | CEBRACE | PARSOL GREY 6mm | 6,000 | 0,466 | 0,053 | 0,053 | 0,432 | 0,052 | 0,052 | 0,837 | 0,837 | 1,000 | monolítico | 5,792 | 0,609 |
| 31 | CEBRACE | Reflecta Cinza | 8,000 | 0,240 | 0,170 | 0,170 | 0,200 | 0,210 | 0,510 | 0,840 | 0,840 | 1,000 | laminado com incolor | 5,700 | 0,390 |
| 32 | CEBRACE | Reflecta Incolor | 8,000 | 0,370 | 0,350 | 0,340 | 0,320 | 0,480 | 0,510 | 0,840 | 0,840 | 1,000 | laminado com incolor | 5,700 | 0,440 |
| 33 | CEBRACE | Reflecta Verde | 8,000 | 0,240 | 0,220 | 0,340 | 0,290 | 0,400 | 0,510 | 0,840 | 0,840 | 1,000 | laminado com incolor | 5,700 | 0,370 |
| 34 | CEBRACE | REFLECTASOL 6mm | 6,000 | 0,479 | 0,295 | 0,373 | 0,316 | 0,453 | 0,535 | 0,837 | 0,837 | 1,000 | monolítico | 5,792 | 0,545 |
| 35 | CEBRACE | REFLECTASOL GREEN 6mm | 6,000 | 0,202 | 0,148 | 0,363 | 0,256 | 0,322 | 0,534 | 0,837 | 0,837 | 1,000 | monolítico | 5,792 | 0,399 |
| 36 | CEBRACE | REFLECTASOL GREY 6mm | 6,000 | 0,300 | 0,124 | 0,366 | 0,152 | 0,140 | 0,532 | 0,837 | 0,837 | 1,000 | monolítico | 5,792 | 0,474 |
| 37 | GUARDIAN | AG 43 clear | 8,000 | 0,260 | 0,360 | 0,280 | 0,390 | 0,310 | 0,190 | 0,840 | 0,840 | 1,000 | laminado com incolor | 5,670 | 0,360 |
| 38 | GUARDIAN | Light Blue 52 green | 6,000 | 0,270 | 0,090 | 0,160 | 0,430 | 0,130 | 0,170 | 0,840 | 0,790 | 1,000 | monolítico | 5,600 | 0,430 |
| 39 | GUARDIAN | Light Blue 52 clear | 6,000 | 0,480 | 0,130 | 0,170 | 0,520 | 0,160 | 0,170 | 0,840 | 0,790 | 1,000 | monolítico | 5,600 | 0,580 |
| 40 | GUARDIAN | Light Blue 52 clear | 8,000 | 0,470 | 0,120 | 0,090 | 0,550 | 0,140 | 0,100 | 0,840 | 0,840 | 1,000 | laminado com incolor | 5,670 | 0,580 |
| 41 | GUARDIAN | Neutral 14 clear | 6,000 | 0,120 | 0,290 | 0,430 | 0,140 | 0,320 | 0,400 | 0,840 | 0,340 | 1,000 | monolítico | 4,250 | 0,230 |
| 42 | GUARDIAN | Neutral 14 clear | 8,000 | 0,130 | 0,320 | 0,280 | 0,160 | 0,340 | 0,310 | 0,840 | 0,840 | 1,000 | laminado com incolor | 5,670 | 0,270 |
| 43 | GUARDIAN | Neutral 14 green | 6,000 | 0,070 | 0,140 | 0,430 | 0,120 | 0,240 | 0,400 | 0,840 | 0,340 | 1,000 | monolítico | 4,250 | 0,220 |
| 44 | GUARDIAN | Neutral 40 clear | 8,000 | 0,270 | 0,260 | 0,210 | 0,380 | 0,210 | 0,150 | 0,840 | 0,840 | 1,000 | laminado com incolor | 5,670 | 0,390 |
| 45 | GUARDIAN | Neutral 55 clear | 8,000 | 0,360 | 0,310 | 0,250 | 0,540 | 0,220 | 0,170 | 0,840 | 0,840 | 1,000 | laminado com incolor | 5,670 | 0,440 |
| 46 | GUARDIAN | Neutral 70 clear | 8,000 | 0,520 | 0,170 | 0,150 | 0,720 | 0,090 | 0,080 | 0,840 | 0,840 | 1,000 | laminado com incolor | 5,670 | 0,600 |
| 47 | GUARDIAN | NP 50 clear | 8,000 | 0,310 | 0,340 | 0,280 | 0,470 | 0,250 | 0,190 | 0,840 | 0,840 | 1,000 | laminado com incolor | 5,670 | 0,400 |
| 48 | GUARDIAN | Royal Blue 20 clear | 6,000 | 0,180 | 0,210 | 0,360 | 0,210 | 0,220 | 0,320 | 0,840 | 0,530 | 1,000 | monolítico | 4,870 | 0,310 |
| 49 | GUARDIAN | Royal Blue 20 clear | 8,000 | 0,180 | 0,220 | 0,270 | 0,180 | 0,230 | 0,280 | 0,840 | 0,840 | 1,000 | laminado com incolor | 5,670 | 0,330 |
| 50 | GUARDIAN | Royal Blue 40 clear | 8,000 | 0,260 | 0,280 | 0,260 | 0,350 | 0,290 | 0,240 | 0,840 | 0,840 | 1,000 | laminado com incolor | 5,670 | 0,380 |
| 51 | GUARDIAN | Silver 20 clear | 6,000 | 0,160 | 0,290 | 0,320 | 0,190 | 0,330 | 0,260 | 0,840 | 0,390 | 1,000 | monolítico | 4,410 | 0,270 |
| 52 | GUARDIAN | Silver 20 clear | 8,000 | 0,150 | 0,300 | 0,240 | 0,190 | 0,320 | 0,250 | 0,840 | 0,840 | 1,000 | laminado com incolor | 5,670 | 0,290 |
| 53 | GUARDIAN | Silver 20 green | 6,000 | 0,090 | 0,140 | 0,320 | 0,160 | 0,250 | 0,260 | 0,840 | 0,390 | 1,000 | monolítico | 4,410 | 0,240 |
| 54 | GUARDIAN | Silver 20 green | 8,000 | 0,100 | 0,170 | 0,240 | 0,170 | 0,260 | 0,250 | 0,840 | 0,840 | 1,000 | laminado com incolor | 5,670 | 0,290 |

| Vidro (ID) | Fabricante | Produto | Esp. (mm) | Tsol | Rsol1 | Rsol2 | Tvis | Rvis1 | Rvis2 | Emis1 | Emis2 | Condutividade (W/mK) | Processo | U (W/m ²) | FS |
|------------|------------|-----------------|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------------------|----------------------|-----------------------|-------|
| 55 | GUARDIAN | Silver 32 clear | 6,000 | 0,280 | 0,200 | 0,240 | 0,320 | 0,240 | 0,210 | 0,840 | 0,670 | 1,000 | monolítico | 5,270 | 0,410 |
| 56 | GUARDIAN | Silver 32 clear | 8,000 | 0,270 | 0,200 | 0,160 | 0,330 | 0,230 | 0,170 | 0,840 | 0,840 | 1,000 | laminado com incolor | 5,670 | 0,410 |
| 57 | GUARDIAN | Silver 32 green | 6,000 | 0,160 | 0,110 | 0,230 | 0,270 | 0,180 | 0,210 | 0,840 | 0,670 | 1,000 | monolítico | 5,270 | 0,330 |
| 58 | GUARDIAN | Silver 32 green | 8,000 | 0,190 | 0,120 | 0,150 | 0,290 | 0,190 | 0,160 | 0,840 | 0,840 | 1,000 | laminado com incolor | 5,670 | 0,360 |
| 59 | GUARDIAN | SNL 37 Clear | 8,000 | 0,150 | 0,400 | 0,140 | 0,330 | 0,260 | 0,190 | 0,840 | 0,840 | 1,000 | laminado com verde | 5,670 | 0,270 |
| 60 | GUARDIAN | SNL 37 clear | 8,000 | 0,190 | 0,400 | 0,280 | 0,370 | 0,260 | 0,220 | 0,840 | 0,840 | 1,000 | laminado com incolor | 5,670 | 0,290 |

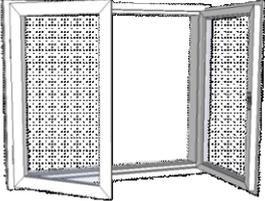
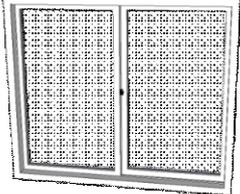
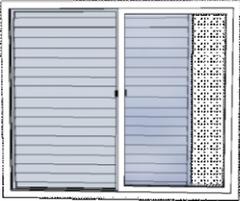
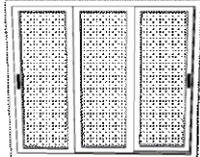
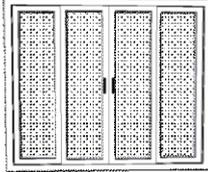
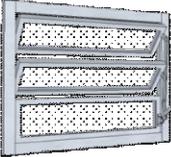
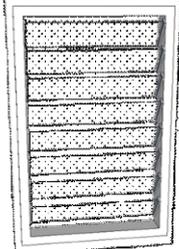
Legenda:**Esp. = Espessura (mm)****Tsol = Transmissão à radiação solar (incidência normal)****Rsol1 = Refletância à radiação solar na face 1 (incidência normal)****Rsol2 = Refletância à radiação solar na face 2 (incidência normal)****Tvis = Transmissão à radiação solar no espectro visível (incidência normal)****Rvis1 = Refletância à radiação visível na face 1(incidência normal)****Rvis2 = Refletância à radiação visível na face 2(incidência normal)****Emis1 = Emissividade em ondas longas na face 1****Emis2 = Emissividade em ondas longas na face 2****U (W/m²) = Transmissão térmica****FS = Fator Solar (incidência normal)**

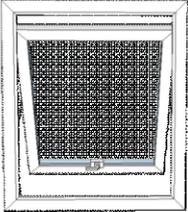
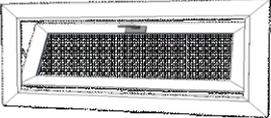
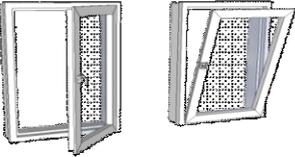
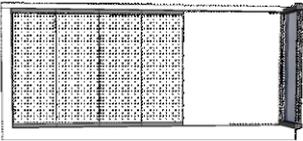
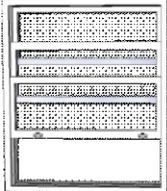
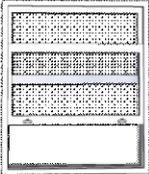


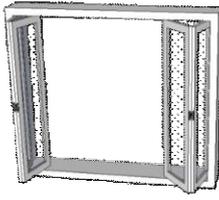
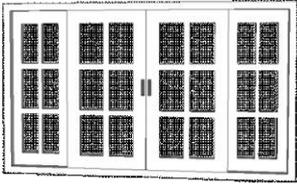
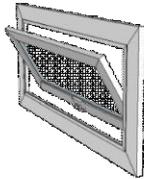
ANEXO III

Fonte: Portaria INMETRO n 50/2013

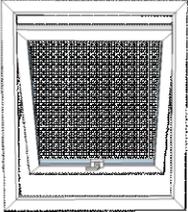
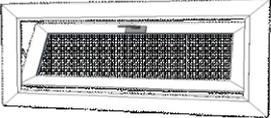
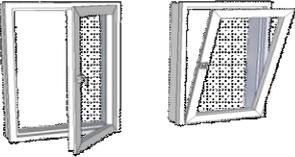
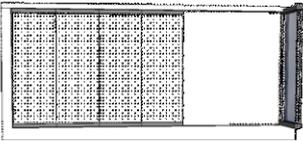
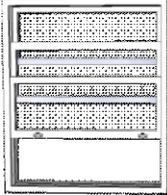
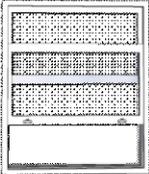
ANEXO II – TABELA DE DESCONTO DAS ESQUADRIAS

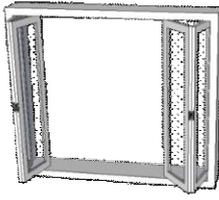
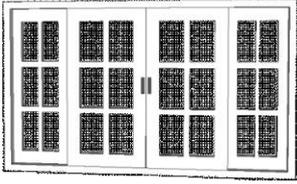
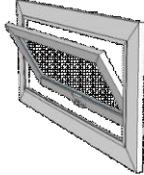
| Nº | Tipo de janela | Ilustração | % abertura para iluminação natural | % abertura para ventilação natural |
|----|--|---|---------------------------------------|---------------------------------------|
| 1 | abrir 90° (ou de giro) 1 ou 2 folhas |  | 90 | 90 |
| 2 | de correr (ou deslizando) 2 folhas |  | 80 | 45 |
| 3 | de correr (ou deslizando) 3 folhas sendo 2 venezianas |  | 45 | 45 |
| 4 | de correr (ou deslizando) de 3 folhas móveis |  | 75 | 60 |
| 5 | de correr (ou deslizando) 4 folhas (2 fixas e 2 móveis) |  | 70 | 40 |
| 6 | Basculante |  | 65 | 70 (i=45°) / 90 (i=90°) |
| 7 | Basculante sem esquadria |  | 80 | 80 |

| Nº | Tipo de janela | Ilustração | % abertura para iluminação natural | % abertura para ventilação natural |
|----|---|---|------------------------------------|---|
| 8 | Maxim-ar (abertura 90º) |  | 80 | 80 |
| 9 | Tombar |  | 90 | 60 ($\varphi=45^\circ$) / 90 ($\varphi=90^\circ$) |
| 10 | Oscilobatente (Tombar e abrir) |  | 90 | 90 |
| 11 | Cortina de vidro |  | 95 | 95 |
| 12 | Guilhotina tripla (2 folhas móveis e 1 fixa) |  | 75 | 60 |
| 13 | Guilhotina dupla (2 folhas móveis) |  | 80 | 40 |
| 14 | de correr (ou deslizante) com 2 folhas e persiana integrada |  | 75 | 40 |

| Nº | Tipo de janela | Ilustração | % abertura para iluminação natural | % abertura para ventilação natural |
|----|----------------|---|---------------------------------------|---------------------------------------|
| 15 | tipo camarão |  | 90 | 90 |
| 16 | Pinázio |  | 60 | 40 |
| 17 | Pivotante |  | 90 | 90 |

Observação: os percentuais de abertura para iluminação e ventilação de janelas diferentes das constantes na tabela devem ser calculados desconsiderando os caixilhos.

| Nº | Tipo de janela | Ilustração | % abertura para iluminação natural | % abertura para ventilação natural |
|----|---|---|---------------------------------------|---------------------------------------|
| 8 | Maxim-ar (abertura 90º) |  | 80 | 80 |
| 9 | Tombar |  | 90 | 60 (i=45°) / 90 (i=90°) |
| 10 | Oscilobatente (Tombar e abrir) |  | 90 | 90 |
| 11 | Cortina de vidro |  | 95 | 95 |
| 12 | Guilhotina tripla (2 folhas móveis e 1 fixa) |  | 75 | 60 |
| 13 | Guilhotina dupla (2 folhas móveis) |  | 80 | 40 |
| 14 | de correr (ou deslizante) com 2 folhas e persiana integrada |  | 75 | 40 |

| Nº | Tipo de janela | Ilustração | % abertura para iluminação natural | % abertura para ventilação natural |
|----|----------------|---|------------------------------------|------------------------------------|
| 15 | tipo camarão |  | 90 | 90 |
| 16 | Pinázio |  | 60 | 40 |
| 17 | Pivotante |  | 90 | 90 |

Observação: os percentuais de abertura para iluminação e ventilação de janelas diferentes das constantes na tabela devem ser calculados desconsiderando os caixilhos.