



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS (UFG)/  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE CATALÃO (UFCAT) em implantação  
FACULDADE DE ENGENHARIA  
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**

**ALLYSSON FERREIRA MORAES**

**HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL DE BAMBU:  
Análise de Desempenho de Projetos por meio de Índices de Sustentabilidade**

**CATALÃO**

**2022**



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS  
UNIDADE ACADÊMICA ESPECIAL DE ENGENHARIA

## TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO (TECA) PARA DISPONIBILIZAR VERSÕES ELETRÔNICAS DE TESES

### E DISSERTAÇÕES NA BIBLIOTECA DIGITAL DA UFG

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás (UFG) a disponibilizar, gratuitamente, por meio da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD/UFMG), regulamentada pela Resolução CEPEC nº 832/2007, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a [Lei 9.610/98](#), o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou download, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

O conteúdo das Teses e Dissertações disponibilizado na BDTD/UFMG é de responsabilidade exclusiva do autor. Ao encaminhar o produto final, o autor(a) e o(a) orientador(a) firmam o compromisso de que o trabalho não contém nenhuma violação de quaisquer direitos autorais ou outro direito de terceiros.

#### 1. Identificação do material bibliográfico

Dissertação     Tese     Outro\*: \_\_\_\_\_

\*No caso de mestrado/doutorado profissional, indique o formato do Trabalho de Conclusão de Curso, permitido no documento de área, correspondente ao programa de pós-graduação, orientado pela legislação vigente da CAPES.

**Exemplos:** Estudo de caso ou Revisão sistemática ou outros formatos.

#### 2. Nome completo do autor

**ALLYSSON FERREIRA MORAES**

#### 3. Título do trabalho

HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL DE BAMBU: Análise de Desempenho de Projetos por meio de Índices de Sustentabilidade

#### 4. Informações de acesso ao documento (este campo deve ser preenchido pelo orientador)

Concorda com a liberação total do documento  SIM     NÃO<sup>1</sup>

**[1]** Neste caso o documento será embargado por até um ano a partir da data de defesa. Após esse período, a possível disponibilização ocorrerá apenas mediante:

- a)** consulta ao(à) autor(a) e ao(à) orientador(a);
  - b)** novo Termo de Ciência e de Autorização (TECA) assinado e inserido no arquivo da tese ou dissertação.
- O documento não será disponibilizado durante o período de embargo.

Casos de embargo:

- Solicitação de registro de patente;
- Submissão de artigo em revista científica;
- Publicação como capítulo de livro;
- Publicação da dissertação/tese em livro.

**Obs. Este termo deverá ser assinado no SEI pelo orientador e pelo autor.**

Documento assinado eletronicamente por **Anelizabeth Alves Teixeira, Usuário Externo**, em 03/08/2022, às 00:28, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).

04/08/2022 15:55

SEI/UFG - 3083327 - Termo de Ciência e de Autorização (TECA)



Documento assinado eletronicamente por **ALLYSON FERREIRA MORAES, Discente**, em 04/08/2022, às 15:38, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [https://sei.ufg.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](https://sei.ufg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **3083327** e o código CRC **EB84BAD3**.

Referência: Processo nº 23070.031765/2022-87

SEI nº 3083327

**ALLYSSON FERREIRA MORAES**

**HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL DE BAMBU:  
Análise de Desempenho de Projetos por meio de Índices de Sustentabilidade**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, da Faculdade de Engenharia, da Universidade Federal de Goiás (UFG) / Universidade Federal de Catalão (UFCAT) em implantação, como requisito para obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil. Área de concentração: Estruturas e Construção Civil. Linha de Pesquisa: Gestão, Tecnologia e Sustentabilidade na Construção Civil.

**Orientadora:** Professora Doutora Anelizabeth Alves Teixeira.

**CATALÃO**

**2022**

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UFCAT.

Moraes, Allysson Ferreira

Habitação de Interesse Social de Bambu : Análise de Desempenho de Projetos por meio de Índices de Sustentabilidade / Allysson Ferreira Moraes. - 2022.

214, XXVI f.: il.

Orientador: Prof. Dr. Anelizabete Alves Teixeira.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Catalão, Faculdade de Engenharia, Catalão, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Catalão, 2022.

Bibliografia. Apêndice.

Inclui siglas, mapas, fotografias, abreviaturas, símbolos, gráfico, tabelas, lista de figuras, lista de tabelas.

1. Habitação de interesse social. 2. Sustentabilidade. 3. Bambu. 4. Análise de desempenho. 5. Selo Casa Azul. I. Teixeira, Anelizabete Alves, orient. II. Título.

CDU 624



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS

UNIDADE ACADÊMICA ESPECIAL DE ENGENHARIA

**ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO**

Ata nº 4 da sessão de Defesa de Dissertação de **ALLYSSON FERREIRA MORAES**, que confere o título de Mestre em Engenharia Civil, na área de concentração em Estruturas e Construção Civil.

"Banca Examinadora de Qualificação/Defesa Pública de Dissertação/Tese realizada em conformidade com a Portaria da CAPES n. 36, de 19 de março de 2020, de acordo com seu segundo artigo: Art. 2º A suspensão de que trata esta Portaria não afasta a possibilidade de defesas de tese utilizando tecnologias de comunicação à distância, quando admissíveis pelo programa de pós-graduação stricto sensu, nos termos da regulamentação do Ministério da Educação."

Aos vinte nove dias do mês de junho de dois mil e dois e dois partir das 15 horas, na sala virtual (<https://meet.google.com/ygk-pdwc-xoq>), realizou-se a sessão pública de Defesa de Tese/Dissertação intitulada "HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL DE BAMBU: Análise de Desempenho por meio de Índices de Sustentabilidade" nas dependências da Universidade Federal de Catalão, onde os programas de pós-graduação stricto sensu em funcionamento encontram-se provisoriamente vinculados à Universidade Federal de Goiás, em virtude de procedimentos técnicos relacionados à CAPES, já sendo realizada a transferência da Biblioteca Digital de Dissertações e Teses (BDTD). Assim, justifica-se os nomes das instituições neste documento, uma no cabeçalho (UFG), outra no corpo do texto (UFCAT). Os trabalhos foram instalados pela Orientadora, **Professora Doutora ANELIZABETE ALVES TEIXEIRA (PPGEC/UFCAT)** com a participação dos demais membros da Banca Examinadora: **Professor Doutor REGIS DE CASTRO FERREIRA - FAV/UFG**, membro titular externo; **Professor Doutor ENIO JOSÉ PAZINI FIGUEIREDO (PPGEC/UFCAT)**, membro titular interno. A Banca Examinadora reuniu-se em sessão secreta a fim de concluir o julgamento da Dissertação, tendo sido o candidato (X) Aprovado ( ) Reprovado pelos seus membros. Proclamados os resultados pela Professora Doutora ANELIZABETE ALVES TEIXEIRA, Presidente da Banca Examinadora, foram encerrados os trabalhos e, para constar, lavrou-se a presente ata que é assinada pelos Membros da Banca Examinadora, aos vinte nove dias do mês de junho de dois mil e vinte e dois.

TÍTULO SUGERIDO PELA BANCA

HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL DE BAMBU: Análise de Desempenho de Projetos por meio de Índices de Sustentabilidade



Documento assinado eletronicamente por **Anelizabete Alves Teixeira, Usuário Externo**, em 04/07/2022, às 11:43, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Enio José Pazini Figueiredo, Professor do Magistério Superior**, em 04/07/2022, às 14:27, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).

04/08/2022 15:55

SEI/UGF - 3021229 - Ata de Defesa de Dissertação



Documento assinado eletronicamente por **Regis De Castro Ferreira, Professor do Magistério Superior**, em 04/07/2022, às 15:06, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [https://sei.ufg.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](https://sei.ufg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **3021229** e o código CRC **0B07AB63**.

Referência: Processo nº 23070.031765/2022-87

SEI nº 3021229

Dedico este trabalho à minha esposa Marise e  
aos meus filhos Marcos Augusto e Júlia,  
pelo carinho, compreensão, paciência e  
apoio incondicional! Amo vocês!!

À minha mãe Mariêta, pelas orações,  
palavras de apoio e encorajamento, por  
não me deixar desanimar nunca e pela vida.  
Obrigado por tudo!!

## AGRADECIMENTOS

Quero agradecer, primeiramente a Deus, pela sabedoria, ousadia, coragem, inteligência e paciência que foi me dado durante esta trajetória de estudos e dedicação, também pelos obstáculos colocados durante este percurso e pelas oportunidades de superá-los, me fazendo ver que sou capaz.

À minha orientadora, Dr.(a) Anelizabete Alves Teixeira, pela paciência, dedicação, tempo, orientações, correções e apoio. Obrigado por todo incentivo e por me ajudar a evoluir constantemente como pessoa e profissional. Obrigado por tudo.

Agradeço à minha esposa Marise, minha grande companheira, por acreditar em mim, no meu potencial, por crer, comigo, que as portas profissionais e financeiras se abrirão através deste mestrado. Serei sempre grato pela sua compreensão, principalmente nos momentos mais difíceis desta jornada. Te amo muito.

Aos meus filhos Marcos Augusto e Júlia que sempre me cobraram atenção e tempo para eles, e que muitas vezes não pude dar, sempre ocupado dedicando tempo aos estudos. Obrigado por compreenderem minha ausência. Amo vocês.

Agradeço imensamente à minha mãe Mariêta, que sempre acreditou em mim, me fazendo ser um vencedor, que sempre me lembrou que sou capaz, que inúmeras vezes esteve orando em meu favor, para eu não desistir, não retroceder, me mostrando que nossa maior herança é nosso conhecimento. Creio que minha maior força veio sim, das suas orações incessantes, das suas palavras me dizendo para prosseguir. Obrigado por tudo. Te amo incondicionalmente.

À minha irmã Kelly, que sempre torceu e acreditou em mim, me dizendo que eu era capaz e dedicado, sempre me incentivando. Obrigado por existir em minha vida.

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE FIGURAS .....</b>	<b>xiii</b>
<b>LISTA DE TABELAS.....</b>	<b>xviii</b>
<b>LISTA DE GRÁFICOS .....</b>	<b>xx</b>
<b>LISTA DE SÍMBOLOS.....</b>	<b>xxi</b>
<b>LISTA DE EQUAÇÕES.....</b>	<b>xxi</b>
<b>LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS .....</b>	<b>xxii</b>
<b>RESUMO .....</b>	<b>xxiv</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>xxv</b>
<b>NOTA .....</b>	<b>xxvi</b>
<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
1.1 APRESENTAÇÃO DO TEMA.....	1
1.2 OBJETIVOS .....	4
1.2.1 Objetivo Geral.....	4
1.2.2 Objetivos Específicos.....	4
1.3 METODOLOGIA .....	5
1.4 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO.....	6
<b>2 EM BUSCA DA SUSTENTABILIDADE .....</b>	<b>8</b>
2.1 A SUSTENTABILIDADE E O AMBIENTE CONSTRUÍDO .....	8
2.2 AS DIMENSÕES DA SUSTENTABILIDADE.....	11
2.2.1 Dimensão Econômica .....	14
2.2.2 Dimensão Social .....	15
2.2.3 Dimensão Ambiental .....	17
2.3 A AGENDA 2030 PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL.....	20
<b>3 HIS NO BRASIL: CONSIDERAÇÕES E RELEVÂNCIAS .....</b>	<b>23</b>
3.1 O DÉFICIT HABITACIONAL E AS POLÍTICAS HABITACIONAIS .....	25
3.2 PROGRAMA MCMV: PROJETO, SISTEMAS CONSTRUTIVOS E MATERIAIS....	30
3.3 NORMA DE DESEMPENHO DAS EDIFICAÇÕES: NBR 15575 .....	43
3.3.1 Desempenho, Durabilidade e Vida Útil (VU).....	45
3.4 SUSTENTABILIDADE DO PROGRAMA MCMV .....	49
<b>4 O BAMBU COMO MATERIAL DE CONSTRUÇÃO .....</b>	<b>57</b>
4.1 PROPRIEDADES FÍSICAS, QUÍMICAS E MECÂNICAS DO BAMBU .....	62
4.2 PROPRIEDADES CONSTRUTIVAS DO BAMBU .....	70
4.3 COMPONENTES CONSTRUTIVOS DO BAMBU .....	74

4.4 OS PAINÉIS DE VEDAÇÃO FEITOS DE BAMBU .....	84
4.5 AS NORMAS DE CONSTRUÇÃO COM BAMBU .....	95
4.6 BAMBU, INDUSTRIALIZAÇÃO E TECNOLOGIA .....	101
<b>5 METODOLOGIAS DE AVALIAÇÃO DE SUSTENTABILIDADE E SEUS INDICADORES: REVISÃO DA LITERATURA.....</b>	<b>106</b>
5.1 CERTIFICAÇÕES INTERNACIONAIS .....	106
5.1.1 LEED ( <i>Leadership in Energy and Environmental Design</i> ) .....	106
5.1.2 CASBEE ( <i>Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency</i> ) .....	107
5.1.3 BREEAM ( <i>Building Research Establishment Environmental Assessment Method</i> ) .....	109
5.2 CERTIFICAÇÕES NACIONAIS .....	110
5.2.1 Selo Casa Azul + CAIXA .....	110
5.2.2 PROCEL Edifica.....	113
5.2.3 AQUA (Alta Qualidade Ambiental) .....	115
<b>6 APRESENTAÇÃO DOS PROJETOS ARQUITETÔNICOS ESCOLHIDOS PARA AVALIAÇÃO DOS ÍNDICES DE SUSTENTABILIDADE .....</b>	<b>117</b>
6.1 METODOLOGIA ADOTADA .....	117
6.2 PROJETO ARQUITETÔNICO DA HIS MCMV .....	118
6.2.1 Município de Trindade e Região do Projeto .....	118
6.2.2 O Projeto Arquitetônico do PMCMV .....	120
6.3 PROJETO ARQUITETÔNICO DA CASA DE BAMBU.....	123
6.3.1 Município de Anápolis e Região do Projeto .....	123
6.3.2 O Projeto Arquitetônico da Casa de Bambu .....	126
<b>7 APRESENTAÇÃO DOS ÍNDICES DE SUSTENTABILIDADE DA HIS MCMV E CASA DE BAMBU POR CATEGORIAS .....</b>	<b>133</b>
7.1 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DA CATEGORIA 1 .....	138
7.2 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DA CATEGORIA 2 .....	150
7.3 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DA CATEGORIA 3 .....	158
7.4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DA CATEGORIA 4 .....	163
7.5 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DA CATEGORIA 5 .....	168
7.6 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DA CATEGORIA 6 .....	175
<b>8 ANÁLISE DOS RESULTADOS.....</b>	<b>179</b>
8.1 ANÁLISE DAS PONTUAÇÕES E PERCENTUAIS DE CRITÉRIOS ATENDIDOS POR TIPOLOGIA DE PROJETO .....	179
8.2 ANÁLISE GRÁFICA DOS CRITÉRIOS OBRIGATÓRIOS E DE LIVRE ESCOLHA ATENDIDOS POR CATEGORIA/PROJETO.....	182
8.3 ANÁLISE DOS ASPECTOS AMBIENTAIS, SOCIOCULTURAIS, ECONÔMICOS E CONSTRUTIVOS A PARTIR DOS PROJETOS ANALISADOS.....	189

8.3.1 Aspectos Ambientais .....	189
8.3.2 Aspectos Socioculturais .....	190
8.3.3 Aspectos Econômicos .....	191
8.3.4 Aspectos Construtivos .....	192

## **CONCLUSÕES**

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

## LISTA DE FIGURAS

<b>FIGURA 1.1</b> – Esquema sintético da metodologia proposta.....	6
<b>FIGURA 2.1</b> – A sustentabilidade e suas dimensões. ....	12
<b>FIGURA 2.2</b> – Ciclo PDCA.....	14
<b>FIGURA 2.3</b> – Metodologia ACV. ....	19
<b>FIGURA 2.4</b> – Etapas do Ciclo de Vida para Sistemas Construtivos.....	19
<b>FIGURA 2.5</b> – Estruturação da Agenda 2030.....	21
<b>FIGURA 2.6</b> – Objetivos da Agenda 2030. ....	21
<b>FIGURA 2.7</b> – Ações importantes para a humanidade da Agenda 2030.....	22
<b>FIGURA 3.1</b> – Déficit Habitacional Relativo por Unidades Federativas (Brasil – 2019). ....	28
<b>FIGURA 3.2</b> – Déficit Habitacional Relativo por Regiões (Brasil – 2019).....	28
<b>FIGURA 3.3</b> – Casas construídas pelo PMCMV na cidade de São Paulo.....	32
<b>FIGURA 3.4</b> – Diagrama Resumo do PMCMV .....	34
<b>FIGURA 3.5</b> – Modelo de Planta Baixa – Tipologia Casa Térrea do PMCMV .....	38
<b>FIGURA 3.6</b> – Unidades Habitacionais Térreas – Tipologia Casa Térrea do PMCMV.....	38
<b>FIGURA 3.7</b> – Modelo de Planta Baixa – Tipologia Conjuntos de Apartamentos do PMCMV.....	39
<b>FIGURA 3.8</b> – Unidades Habitacionais Verticais – Tipologia Conjunto de Apartamentos do PMCMV .....	40
<b>FIGURA 3.9</b> – Cadernos Minha Casa+Sustentável – Ministério das Cidades .....	53
<b>FIGURA 3.10</b> – Diagrama de usos .....	54
<b>FIGURA 3.11</b> – Planta baixa das duas tipologias .....	54
<b>FIGURA 3.12</b> – Diagrama de umidade de Givoni.....	55
<b>FIGURA 3.13</b> – Projeto modular da casa - PMCMV .....	56
<b>FIGURA 3.14</b> – Iluminação natural no interior da habitação e cobertura verde - PMCMV .....	56
<b>FIGURA 4.1</b> – Telhado de bambu em zigue-zague. ....	58
<b>FIGURA 4.2</b> – <i>Luum Temple</i> , assinado pelo estúdio <i>CO-Lab Design Office</i> . ....	58
<b>FIGURA 4.3</b> – Bamboo Garden – estrutura curva (2015). ....	59
<b>FIGURA 4.4</b> – Bamboo Garden – estrutura curva e base dos postes em concreto (2015). ....	59
<b>FIGURA 4.5</b> – Aeroporto de Madri – Forro do teto revestido em bambu. ....	60
<b>FIGURA 4.6</b> – Catedral de Bambu, Alterna Nuestra Señora de La Pobreza. ....	60
<b>FIGURA 4.7</b> – <i>The Low Cost House</i> – casa de baixo custo utilizando bambu. ....	61
<b>FIGURA 4.8</b> – <i>The Low Cost House</i> – racionalização do ambiente da casa de bambu.....	61
<b>FIGURA 4.9</b> – Bambu com colmo verde e maduro.....	64

<b>FIGURA 4.10</b> – Variação do espessamento das paredes das fibras da espécie <i>Phyllostachys pubescens</i> .....	66
<b>FIGURA 4.11</b> – Amarrações com fibras naturais.....	71
<b>FIGURA 4.12</b> – Encaixes entre peças com parafusos.....	71
<b>FIGURA 4.13</b> – Edificações em adobe e pau-a-pique no Brasil.....	74
<b>FIGURA 4.14</b> – Casa de bambu: bioconstrução com trama de bambu a pique.....	75
<b>FIGURA 4.15</b> – Composição de materiais distintos: casa de bambu e tijolo aparente.....	76
<b>FIGURA 4.16</b> – Pilares de bambu com apoio de concreto.....	77
<b>FIGURA 4.17</b> – Pilares com mix de bambu e concreto.....	78
<b>FIGURA 4.18</b> – Treliça estrutural de bambu.....	79
<b>FIGURA 4.19</b> – Avaliação do desempenho estrutural de treliças de bambu.....	79
<b>FIGURA 4.20</b> – Cobertura em telhas de bambu.....	80
<b>FIGURA 4.21</b> – Estruturas de telhado de bambu.....	80
<b>FIGURA 4.22</b> – Fôrma para concreto com armação em bambu (Prof. Ghavami) e Biokreto (Prof. Beraldo).....	81
<b>FIGURA 4.23</b> – Treliça de bambu para cobertura pesada.....	82
<b>FIGURA 4.24</b> – Estrutura espacial de bambu.....	82
<b>FIGURA 4.25</b> – Alguns tipos de nós e conexões.....	83
<b>FIGURA 4.26</b> – Conexões das peças de bambu através do parafusamento.....	84
<b>FIGURA 4.27</b> – Painel de vedação com bambu em sua forma natural.....	85
<b>FIGURA 4.28</b> – Painel de vedação com bambu e terra crua.....	85
<b>FIGURA 4.29</b> – Painéis modulares estruturais de bambu.....	86
<b>FIGURA 4.30</b> – Lâminas, lascas, ripas ou partículas: amostras de material empregado nos painéis.....	86
<b>FIGURA 4.31</b> – Utilização do painel de vedação em bambu no Protótipo de Habitação Social em Aracaju/SE.....	87
<b>FIGURA 4.32</b> – Utilização do painel de vedação em bambu no Edifício Comunitário em Guadalajara, no México.....	88
<b>FIGURA 4.33</b> – Centro Comunitário de Bangladesh feito de bambu e terra.....	89
<b>FIGURA 4.34</b> – Paredes revestidas com terra e uso do bambu - Centro Comunitário de Bangladesh.....	89
<b>FIGURA 4.35</b> – Painel-janela e o grampeamento ripado de bambu no painel.....	90
<b>FIGURA 4.36</b> – Enchimento dos painéis de bambu com <i>barro-bambu</i> .....	91
<b>FIGURA 4.37</b> – Painel chapiscado e rebocado com argamassa de cimento após a cura do enchimento <i>barro-bambu</i> .....	91
<b>FIGURA 4.38</b> – Bambu Laminado Colado (BLC) e suas tipologias.....	92

<b>FIGURA 4.39</b> – Painéis de ripas coladas na horizontal (a, a1, a2, a3); Painéis com ripas coladas na vertical (b, b1, b2, b3); Painéis com ripas coladas em direções invertidas – contra-placados (c, c1, c2); Painéis com tiras entrelaçadas (d). .....	92
<b>FIGURA 4.40</b> – Mobiliários fabricados com bambu laminado colado desenvolvidos pelo CPAB. ....	93
<b>FIGURA 4.41</b> – Parada de ônibus de bambu. ....	94
<b>FIGURA 4.42</b> – Ordem cronológica da normatização do bambu. ....	96
<b>FIGURA 4.43</b> – Diversas formas de industrialização do bambu. ....	104
<b>FIGURA 4.44</b> – Placa de compensado de bambu - <i>Plyboo</i> - (A) e Placa de bambu laminado colado – BLC – (B). ....	104
<b>FIGURA 4.45</b> – Laminados de bambu (BLC). ....	105
<b>FIGURA 5.1</b> – Níveis de gradação do Selo Casa Azul + CAIXA. ....	112
<b>FIGURA 5.2</b> – Distribuição dos Identificadores <i>#mais</i> . ....	112
<b>FIGURA 5.3</b> – Etiqueta do RTQ-R usada em unidades autônomas. ....	114
<b>FIGURA 6.1</b> – Localização de Trindade em relação a capital Goiânia. ....	118
<b>FIGURA 6.2</b> – Área territorial do município de Trindade. ....	119
<b>FIGURA 6.3</b> – Bairro Jardim Imperial – Local de implantação do projeto MCMV. ....	119
<b>FIGURA 6.4</b> – Localização do Bairro Jardim Imperial no raio de 2,5 km. ....	120
<b>FIGURA 6.5</b> – Planta Baixa - MCMV. ....	121
<b>FIGURA 6.6</b> – Planta de Situação - MCMV. ....	121
<b>FIGURA 6.7</b> – Corte AA - MCMV. ....	122
<b>FIGURA 6.8</b> – Corte BB - MCMV. ....	122
<b>FIGURA 6.9</b> – Fachada Frontal I e II - MCMV. ....	122
<b>FIGURA 6.10</b> – Localização de Anápolis em relação a capital Goiânia. ....	124
<b>FIGURA 6.11</b> – Área territorial do município de Anápolis. ....	125
<b>FIGURA 6.12</b> – Universidade Estadual de Goiás e bairros circunvizinhos. ....	125
<b>FIGURA 6.13</b> – Perspectiva da casa de bambu. ....	126
<b>FIGURA 6.14</b> – Planta Baixa Térreo – Casa de Bambu. ....	127
<b>FIGURA 6.15</b> – Planta Baixa Mezanino – Casa de Bambu. ....	127
<b>FIGURA 6.16</b> – Fachada 1 – Casa de Bambu. ....	128
<b>FIGURA 6.17</b> – Fachada 2 – Casa de Bambu. ....	128
<b>FIGURA 6.18</b> – (A) Maquete do sistema estrutural e (B) Maquete da Casa de Bambu, ambas feitas com o Lego. ....	129
<b>FIGURA 6.19</b> – Protótipo do sistema estrutural da casa de bambu. ....	130
<b>FIGURA 6.20</b> – Projeto de Implantação da Casa de Bambu – Parte 1. ....	132

<b>FIGURA 7.1</b> – Modelo Quadro Resumo do Guia Selo Casa Azul. ....	134
<b>FIGURA 7.2</b> – Tabela Quadro Resumo: Categorias, Critérios e Pontuação.....	136
<b>FIGURA 7.3</b> – Pontuação e Documentação de Análise da Categoria Qualidade Urbana e Bem-Estar – Projeto MCMV. ....	138
<b>FIGURA 7.4</b> – Pontuação e Documentação de Análise da Categoria Qualidade Urbana e Bem-Estar – Projeto Casa de Bambu. ....	138
<b>FIGURA 7.5</b> – Mapa do Entorno: Áreas Verdes, Equipamentos Esportivos e Cursos d’Água – Projeto MCMV.....	140
<b>FIGURA 7.6</b> – Mapa do Entorno: Equipamentos Urbanos e Usos – Projeto MCMV.....	141
<b>FIGURA 7.7</b> – Mapa do Entorno: Áreas Verdes, Equipamentos Esportivos, Cursos d’Água e Usos – Projeto Casa de Bambu. ....	142
<b>FIGURA 7.8</b> – Passarela de acesso ao Campus da UEG em Anápolis. ....	143
<b>FIGURA 7.9</b> – (A) Modelo de lixeiras utilizadas na coleta seletiva e (B) Processo de compostagem de resíduos sólidos orgânicos.....	144
<b>FIGURA 7.10</b> – Praça construída pela Construtora Marvel.....	145
<b>FIGURA 7.11</b> – Ponto de Ônibus de bambu – (A) e Lixeira de bambu – (B). ....	146
<b>FIGURA 7.12</b> – Quadro de Áreas – Projeto Casa de Bambu. ....	147
<b>FIGURA 7.13</b> – Parque Municipal Lara Guimarães. ....	148
<b>FIGURA 7.14</b> – Projeto de Implantação da Casa de Bambu – Parte 2. ....	149
<b>FIGURA 7.15</b> – Pontuação e Documentação de Análise da Categoria Eficiência Energética e Conforto Ambiental – Projeto MCMV. ....	150
<b>FIGURA 7.16</b> – Pontuação e Documentação de Análise da Categoria Eficiência Energética e Conforto Ambiental – Projeto Casa de Bambu. ....	151
<b>FIGURA 7.17</b> – Estudo de Orientação do Sol e Ventos – Projeto MCMV. ....	152
<b>FIGURA 7.18</b> – Estudo de Orientação do Sol e Ventos – Projeto Casa de Bambu.....	153
<b>FIGURA 7.19</b> – Pontuação e Documentação de Análise da Categoria Gestão Eficiente da Água – Projeto MCMV.....	159
<b>FIGURA 7.20</b> – Pontuação e Documentação de Análise da Categoria Gestão Eficiente da Água – Projeto Casa de Bambu. ....	159
<b>FIGURA 7.21</b> – Quadro de Áreas – Projeto MCMV.....	160
<b>FIGURA 7.22</b> – Esquema de Reuso de Água Servida/Cinza.....	161
<b>FIGURA 7.23</b> – Sistema de Aproveitamento de Águas Pluviais – Corte AA. ....	162
<b>FIGURA 7.24</b> – Pontuação e Documentação de Análise da Categoria Produção Sustentável – Projeto MCMV.....	163
<b>FIGURA 7.25</b> – Pontuação e Documentação de Análise da Categoria Produção Sustentável – Projeto Casa de Bambu. ....	164

<b>FIGURA 7.26</b> – Exemplos de Escoras em Bambu na Colômbia.....	165
<b>FIGURA 7.27</b> – Componentes Construtivos dos Painéis de Vedação de Bambu.....	166
<b>FIGURA 7.28</b> – Algumas Etapas de Execução dos Painéis de Vedação de Bambu.....	167
<b>FIGURA 7.29</b> – Pontuação e Documentação de Análise da Categoria Desenvolvimento Social – Projeto MCMV.....	169
<b>FIGURA 7.30</b> – Pontuação e Documentação de Análise da Categoria Desenvolvimento Social – Projeto Casa de Bambu. ....	169
<b>FIGURA 7.31</b> – Oficina de Bambu e Madeira, Laboratório de Protótipos.....	171
<b>FIGURA 7.32</b> – Pontuação e Documentação de Análise da Categoria Inovação – Projeto MCMV.....	175
<b>FIGURA 7.33</b> – Pontuação e Documentação de Análise da Categoria Inovação – Projeto Casa de Bambu. ....	175
<b>FIGURA 8.1</b> – Pontuações Atendidas por Tipologia de Projeto e Identificadores <i>#mais</i> . ....	181
<b>FIGURA 8.2</b> – Percentuais de Critérios Atendidos por Tipologia de Projeto. ....	181
<b>FIGURA 8.3</b> – Níveis de Gradação por Atendimento de Projeto. ....	182

## LISTA DE TABELAS

<b>TABELA 2.1</b> – Normas Técnicas de gestão para suporte à sustentabilidade.....	13
<b>TABELA 2.2</b> – Exemplos das partes interessadas x expectativas e necessidades. ....	15
<b>TABELA 3.1</b> – Déficit Habitacional Total por Situação de Domicílio e Déficit Habitacional Relativo. ....	26
<b>TABELA 3.2</b> – Faixas dos beneficiários do PMCMV – PNHU. ....	34
<b>TABELA 3.3</b> – Evolução das faixas de renda familiar - PNHU. ....	35
<b>TABELA 3.4</b> – Especificações da Tipologia Casa Térrea – Área útil interna de 36 m <sup>2</sup> . ....	37
<b>TABELA 3.5</b> – Especificações da Tipologia Conj. de Apartamentos – Área útil interna de 41 m <sup>2</sup> . ....	37
<b>TABELA 3.6</b> – Comparativo entre o PMCMV e o Programa Casa Verde e Amarela.....	42
<b>TABELA 3.7</b> – Critérios de desempenho.....	45
<b>TABELA 3.8</b> – Vida Útil de Projeto (VUP) em anos. ....	48
<b>TABELA 4.1</b> – Propriedades físicas do bambu.....	63
<b>TABELA 4.2</b> – Teor médio de umidade em diferentes partes do colmo do <i>Dendrocalamus giganteus</i> .....	65
<b>TABELA 4.3</b> – Diferentes valores de massa específica aparente do <i>Dendrocalamus giganteus</i> .65	
<b>TABELA 4.4</b> – Análise química de espécies de <i>Bambusa vulgaris</i> , <i>Eucalyptus saligna</i> e <i>Pinus elliottii</i> . ....	67
<b>TABELA 4.5</b> – Variação da composição química do bambu da espécie <i>Phyllostachys pubescens</i> em diferentes idades.....	68
<b>TABELA 4.6</b> – Composição química da espécie do bambu <i>Dendrocalamus giganteus</i> em regiões diferentes. ....	68
<b>TABELA 4.7</b> – Relação entre energia de produção por unidade de tensão. ....	72
<b>TABELA 4.8</b> – Relação entre resistência à tração e peso específico. ....	72
<b>TABELA 4.9</b> – Resultados de ensaios de resistência mecânica (BLC). ....	94
<b>TABELA 4.10</b> – Tabela de agrupamento de espécies da Bambu na Índia.....	97
<b>TABELA 4.11</b> – Tensões admitidas pela Norma Peruana. ....	101
<b>TABELA 4.12</b> – Tensões admitidas pela Norma Colombiana.....	101
<b>TABELA 7.1</b> – Tabela 15 da NBR 15575, ABNT (2013). ....	154
<b>TABELA 7.2</b> – Memorial de Cálculo de Aberturas para Ventilação – Projeto MCMV.....	154
<b>TABELA 7.3</b> – Memorial de Cálculo de Aberturas para Ventilação – Projeto Casa de Bambu.155	
<b>TABELA 7.4</b> – Memorial de Cálculo de Ventilação e Iluminação Natural de Banheiros – Projeto MCMV.....	156

<b>TABELA 7.5</b> – Memorial de Cálculo de Ventilação e Iluminação Natural de Banheiros – Projeto Casa de Bambu.....	156
<b>TABELA 7.6</b> – Memorial de Cálculo de Iluminação Natural de Áreas Comuns – Projeto Casa de Bambu.....	157

## LISTA DE GRÁFICOS

<b>GRÁFICO 3.1</b> – Distribuição Relativa do Déficit Habitacional por Faixas de Renda Familiar (Brasil – 2019).....	29
<b>GRÁFICO 3.2</b> – Distribuição do Déficit Habitacional, por situação de domicílio, segundo regiões geográficas (Brasil – 2019).....	29
<b>GRÁFICO 3.3</b> – Perfil da cadeia produtiva da construção civil.....	31
<b>GRÁFICO 3.4</b> – Recuperação do desempenho por ações de manutenção. ....	47
<b>GRÁFICO 3.5</b> – Nível de desempenho x níveis de vida útil.....	48
<b>GRÁFICO 8.1</b> – Representação Gráfica da Categoria Qualidade Urbana e Bem-Estar.....	182
<b>GRÁFICO 8.2</b> – Representação Gráfica da Categoria Qualidade Urbana e Bem-Estar por Tipo de Critério.....	183
<b>GRÁFICO 8.3</b> – Representação Gráfica da Categoria Eficiência Energética e Conforto Ambiental.....	183
<b>GRÁFICO 8.4</b> – Representação Gráfica da Categoria Eficiência Energética e Conforto Ambiental por Tipo de Critério.....	184
<b>GRÁFICO 8.5</b> – Representação Gráfica da Categoria Gestão Eficiente da Água.....	184
<b>GRÁFICO 8.6</b> – Representação Gráfica da Categoria Gestão Eficiente da Água por Tipo de Critério .....	185
<b>GRÁFICO 8.7</b> – Representação Gráfica da Categoria Produção Sustentável .....	185
<b>GRÁFICO 8.8</b> – Representação Gráfica da Categoria Produção Sustentável por Tipo de Critério .....	186
<b>GRÁFICO 8.9</b> – Representação Gráfica da Categoria Desenvolvimento Social .....	186
<b>GRÁFICO 8.10</b> – Representação Gráfica da Categoria Desenvolvimento Social por Tipo de Critério .....	187
<b>GRÁFICO 8.11</b> – Representação Gráfica da Categoria Inovação.....	187
<b>GRÁFICO 8.12</b> – Representação Gráfica da Categoria Inovação Tipo de Critério .....	188
<b>GRÁFICO 8.13</b> – Representação Gráfica dos Percentuais de Itens Atendidos por Categoria/Projeto.....	188

## LISTA DE SÍMBOLOS

cm	- Unidade de medida em centímetro.
hab/km <sup>2</sup>	- Unidade de habitantes por quilômetro ao quadrado.
kg	- Unidade de medida em quilograma.
kg/cm <sup>3</sup>	- Unidade de medida em quilograma por centímetro cúbico.
kgf/m <sup>2</sup>	- Unidade de medida em quilograma força por metro quadrado.
km <sup>2</sup>	- Unidade de quilômetro ao quadrado.
m	- Unidade de medida em metro.
m <sup>2</sup>	- Unidade de medida em metro quadrado.
MPa	- Unidade de medida em Mega Pascal.
%	- Unidade de medida em Percentual.

## LISTA DE EQUAÇÕES

### EQUAÇÃO 1.1:

$$A = 100 \times (A_A/A_P) (\%);$$

Onde:  $A_A$  = Área efetiva de abertura de ventilação do ambiente;

$A_P$  = Área de piso do ambiente.

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

<b>ABNT</b>	- Associação Brasileira de Normas Técnicas
<b>ABRAMAT</b>	- Associação Brasileira da Indústria de Materiais de Construção
<b>ACV</b>	- Avaliação do Ciclo de Vida
<b>AQUA</b>	- Alta Qualidade Ambiental
<b>BIM</b>	- <i>Building Information Model</i>
<b>BLC</b>	- Bambu Laminado Colado
<b>BNH</b>	- Banco Nacional de Habitação
<b>BRE</b>	- <i>Building Research Establishment</i>
<b>BREEAM</b>	- <i>Building Research Establishment Environmental Assessment Method</i>
<b>CAA</b>	- Centro Acadêmico do Agreste
<b>CAIXA</b>	- Sigla da Caixa Econômica Federal
<b>CASBEE</b>	- <i>Comprehensive Assessment System for Building Environmental</i>
<b>CBCS</b>	- Conselho Brasileiro de Construção Sustentável
<b>CBIC</b>	- Câmara Brasileira da Indústria da Construção Civil
<b>CEF</b>	- Caixa Econômica Federal
<b>CGU</b>	- Controladoria Geral da União
<b>CIB</b>	- <i>Conceil International du Bâtiment</i>
<b>CONAMA</b>	- Conselho Nacional do Meio Ambiente
<b>CPAB</b>	- Centro de Pesquisa e Aplicação de Bambu e Fibras Naturais
<b>DAIA</b>	- Distrito Agroindustrial de Anápolis
<b>DF</b>	- Distrito Federal
<b>EPI</b>	- <i>Environmental Performance Index</i>
<b>ETE</b>	- Estação de Tratamento de Esgoto Sanitário
<b>FAR</b>	- Fundo de Arrendamento Residencial
<b>FCAV</b>	- Fundação Carlos Alberto Vanzolini
<b>FGTS</b>	- Fundo de Garantia por Tempo de Serviço
<b>FJP</b>	- Fundação João Pinheiro
<b>GBC</b>	- <i>Green Building Council</i>
<b>HIS</b>	- Habitação de Interesse Social
<b>HQE</b>	- <i>Haute Qualité Environnementale</i>
<b>IBGE</b>	- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
<b>INBAR</b>	- International Network Bamboo and Rattan
<b>IBGE</b>	- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
<b>IDHEA</b>	- Instituto para o Desenvolvimento da Habitação Ecológica
<b>IPCA</b>	- Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo

<b>ISO</b>	- <i>International Organization for Standardization</i>
<b>LBL</b>	- <i>Laminated Bamboo Lumber</i>
<b>LEED</b>	- <i>Leadership In Energy and Environmental Design</i>
<b>LSC</b>	- Laboratório de Sistemas Construtivos
<b>MASP</b>	- Metodologia de Avaliação de Sustentabilidade de Projeto
<b>MCMV</b>	- Minha Casa Minha Vida
<b>MDF</b>	- <i>Medium Density Fiberboard</i>
<b>MDR</b>	- Ministério do Desenvolvimento Regional
<b>MOR</b>	- Módulo de Ruptura
<b>MOE</b>	- Módulo de Elasticidade
<b>NBR</b>	- Norma Brasileira Regulamentada
<b>ODS</b>	- Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
<b>OGU</b>	- Orçamento Geral da União
<b>ONU</b>	- Organização das Nações Unidas
<b>OSB</b>	- <i>Oriented Strand Board</i>
<b>OVG</b>	- Organização das Voluntárias de Goiás
<b>PDCA</b>	- <i>Plan, Do, Check, Act</i>
<b>PMCMV</b>	- Programa Minha Casa Minha Vida
<b>PNHR</b>	- Programa Nacional de Habitação Rural
<b>PNHU</b>	- Programa Nacional de Habitação Urbana
<b>PROCEL</b>	- Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica
<b>PUC</b>	- Pontifícia Universidade Católica
<b>RCD</b>	- Resíduo de Construção e Demolição
<b>RJ</b>	- Rio de Janeiro
<b>RM</b>	- Região Metropolitana
<b>SINAT</b>	- Sistema Nacional de Aprovação Técnica
<b>UEG</b>	- Universidade Estadual de Goiás
<b>UFPE</b>	- Universidade Federal de Pernambuco
<b>UNB</b>	- Universidade de Brasília
<b>UNI-</b>	- Agência Habitat para Assentamentos Humanos
<b>HABITAT</b>	
<b>VU</b>	- Vida Útil
<b>VUP</b>	- Vida Útil de Projeto

## RESUMO

MORAES, Allysson Ferreira. **Habitação de Interesse Social de Bambu: Análise de Desempenho de Projetos por meio de Índices de Sustentabilidade**. Catalão. Dissertação (Mestrado) – Unidade Acadêmica Especial de Engenharia, Regional Catalão, Universidade Federal de Goiás, 2022, 214 p.

O presente trabalho tem como objetivo geral contribuir, por meio da pesquisa, com a disseminação do conhecimento sobre os materiais de baixo impacto ambiental como o bambu, por meio de sua utilização efetiva nas habitações de interesse social, onde foi realizado um estudo analítico, descritivo e comparativo entre dois sistemas construtivos, um tradicional e outro alternativo, com a realização da análise do desempenho por meio de índices de sustentabilidade. Para que os objetivos fossem cumpridos, adotou-se um processo metodológico baseado, inicialmente, em uma revisão da literatura sobre temas centrais como a sustentabilidade, com foco no ambiente construído e suas dimensões; sobre as habitações de interesse social permeando as questões de sustentabilidade; sobre o bambu como material de construção de baixo impacto ambiental, além de metodologias de avaliação de sustentabilidade, destacando algumas certificações nacionais e internacionais. Foram feitos estudos preliminares sobre a Norma de Desempenho, destacando um de seus critérios, o critério da sustentabilidade, pois é a partir dele, que este trabalho se propôs avaliar a sustentabilidade em habitações de interesse social. Tendo como referência metodológica o Guia Selo Casa Azul, da Caixa Econômica Federal, foram apresentados e analisados dois projetos arquitetônicos, obtendo-se deles, os índices de sustentabilidade. Diante dos índices de sustentabilidade encontrados, foi possível colher informações acerca das pontuações e obter os percentuais de critérios atendidos por tipologia de projeto. Foi feita a classificação por nível de gradação dos dois projetos, tendo como base, os critérios avaliativos do Guia Selo Casa Azul. Os percentuais de critérios atendidos resultantes das análises são relevantes para que haja um entendimento sobre a importância da sustentabilidade dentro de um determinado aspecto, seja ele ambiental, sociocultural, econômico e construtivo. Diante dos resultados obtidos, conclui-se que o Selo Casa Azul é uma importante ferramenta para avaliação da sustentabilidade e que os critérios de sustentabilidade, tratados pela Norma de Desempenho, devem ser traçados como metas dentro de um planejamento, e que as habitações de interesse social de bambu, são importantes no sentido de manter e conservar os recursos naturais para as futuras gerações do planeta.

**Palavras-chave:** Habitação de Interesse Social; Sustentabilidade; Bambu; Análise de Desempenho; Selo Casa Azul.

## ABSTRACT

MORAES, Allysson Ferreira. **Bamboo Social Interest Housing: Project Performance Analysis through Sustainability Indexes**. Catalão. Dissertação (Mestrado) - Unidade Acadêmica Especial de Engenharia, Regional Catalão, Universidade Federal de Goiás, 2022, 214 p.

The present work has the general objective of contributing, through research, to the dissemination of knowledge about materials with low environmental impact such as bamboo, through their effective use in social housing, where an analytical, descriptive study was carried out. and comparison between two construction systems, one traditional and the other alternative, with performance analysis through sustainability indices. In order for the objectives to be met, a methodological process was adopted, initially based on a literature review on central themes such as sustainability, focusing on the built environment and its dimensions; on social interest housing permeating sustainability issues; on bamboo as a low environmental impact building material, in addition to sustainability assessment methodologies, highlighting some national and international certifications. Preliminary studies were carried out on the Performance Standard, highlighting one of its criteria, the criterion of sustainability, since it is from this that this work proposes to evaluate sustainability in social housing. Having as a methodological reference the Guia Selo Casa Azul, from Caixa Econômica Federal, two architectural projects were presented and analyzed, obtaining sustainability indices from them. In view of the sustainability indices found, it was possible to collect information about the scores and obtain the percentages of criteria met by project typology. The classification by grade level of the two projects was made, based on the evaluative criteria of the Selo Casa Azul Guide. The percentages of criteria met resulting from the analyzes are relevant so that there is an understanding of the importance of sustainability within a given aspect, be it environmental, sociocultural, economic and constructive. In view of the results obtained, it is concluded that the Casa Azul Seal is an important tool for the assessment of sustainability and that the sustainability criteria, dealt with by the Performance Standard, must be traced as goals within a planning, and that the dwellings of interest bamboo, are important in the sense of maintaining and conserving natural resources for future generations of the planet.

**Keywords:** Social Interest Housing; Sustainability; Bamboo; Performance Analysis; Casa Azul Seal.

## NOTA

Os Programas de Pós-Graduação *stricto sensu* em funcionamento na Universidade Federal de Catalão (UFCAT), em virtude de procedimentos técnicos relacionados à CAPES, continuam provisoriamente vinculados à Universidade Federal de Goiás (UFG), por isso, todos os elementos pré-textuais do trabalho apresentado estão identificados como Universidade Federal de Goiás/Universidade Federal de Catalão em implantação, em função da migração da BDTD ter ocorrido a partir de 16 de agosto de 2021, assim como pelo fato das pesquisas e produtos serem realizados na UFCAT.

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 APRESENTAÇÃO DO TEMA

A exploração excessiva dos recursos naturais do planeta tem afetado as gerações futuras de forma intensa e direta, causando sérios problemas para o meio ambiente e à biodiversidade do planeta. De acordo com Carvalho (2005), as inovações tecnológicas, o crescimento populacional do planeta, o avanço científico bem como os sistemas econômicos, sociais e políticos, baseados na frequente exploração da natureza, tornaram mais evidentes a interferência do homem sobre o meio ambiente, ampliando os problemas ambientais e contribuindo para a proliferação de um ambiente que poderá vir a ser insustentável para perpetuar a vida humana e de outros seres vivos.

Diante desse cenário, a sustentabilidade surge com a definição de manutenção e conservação dos recursos naturais, de oportunidades econômicas, de equidade social e participação política e cultural. Segundo Elkington (2012), a "sustentabilidade é o princípio que assegura que nossas ações de hoje não limitarão a gama de opções econômicas, sociais e ambientais disponíveis para as futuras gerações". O autor enfatiza os três pilares da sustentabilidade com o *Triple Bottom Line: profit, planet e people* (três linhas fundamentais: econômico, ambiental e social).

Vários autores, entre eles Erlandsson e Borg (2003), afirmam que a indústria da construção civil é responsável por consumir grande parte dos recursos naturais, envolvendo em torno de 30% a 40% do total da energia consumida, não deixando de ser responsável por aproximadamente 44% de todo material utilizado para várias finalidades. É também grande poluidora quando nos referimos a emissão de CO<sub>2</sub> e geração de resíduos, fatos que levam a evidenciar a necessidade de estudos com o objetivo de reduzir a poluição e o consumo de energia nas várias etapas do processo de produção. Os processos tecnológicos devem ser repensados com o objetivo de minimizar os impactos ao meio ambiente, aproveitando os insumos e minimizando a utilização dos recursos naturais, uma vez que estão cada dia mais escassos.

Segundo Sposto e Paulsen (2014), o setor da construção civil é considerado o grande pivô por diversos impactos ambientais negativos. Nos últimos anos, no Brasil, houve um crescimento considerável das habitações de interesse social (HIS), como resultado de programas financiáveis do Governo Federal, como "Minha Casa, Minha Vida (MCMV)", entre outros.

O crescimento considerável das HIS afetará diretamente os recursos naturais gerando impactos ambientais negativos, sendo assim, critérios rigorosos de sustentabilidade deverão ser adotados para amenizar estes impactos. As habitações e toda sua infraestrutura são responsáveis por uma série de impactos ambientais, pois na fase de sua implantação, causam desmatamentos

de áreas verdes ou de preservação, deposição de resíduos de construção, elevado consumo de energia e água e, uma vez que habitadas, uma série de resíduos associados à sua utilização plena.

Por outro lado, no Brasil há um déficit habitacional de cerca de seis milhões de habitações, principalmente destinadas a famílias de baixa renda (FJP, 2019). Nas habitações de interesse social (HIS), é evidente a necessidade de estudos e aplicação de critérios de sustentabilidade de projeto com o intuito de buscar soluções mais eficientes, minimizando os impactos ambientais, socioculturais e econômicos.

As decisões na fase de projeto geram grandes impactos ambientais, sociais e econômicos, principalmente quando se pensa na qualidade dos espaços criados e seu efeito no conforto, saúde, consumo energético, satisfação e produtividade dos usuários. Segundo Lippiatt (1998), medidas tomadas nas fases de projeto podem significar grande redução dos custos, principalmente na etapa de utilização, com a aplicação dos princípios de sustentabilidade.

Não se pode pensar apenas em redução de custos, deixando de lado a satisfação e o bem estar do usuário. É importante que se avaliem o mínimo de condições de habitabilidade, dentre elas o conforto térmico, que é esquecido quando se fala em unidades habitacionais de interesse social.

O foco das pesquisas no campo da arquitetura e engenharia tem sido no sentido de buscar um modelo de construção sustentável, com a necessidade de transformar e integrar o espaço urbano em locais saudáveis com poluição reduzida e menos desperdício de recursos naturais. Nesse contexto, a busca por materiais renováveis tem se tornado uma necessidade vital para o futuro, visando reduzir as agressões geradas ao meio ambiente.

O uso do bambu como material de construção de baixo impacto ambiental, tem ganhado força na área da construção civil e, no Brasil, as condições climáticas são favoráveis para o plantio, permitindo o cultivo e manejo de grande parte das 1.200 variedades de espécies encontradas no mundo. Em alguns países, o uso do bambu já é uma realidade que se tornou economicamente viável, diferente do Brasil, que ainda busca algumas iniciativas com o propósito de criar negócios com esse tipo de material.

“Os materiais ecológicos satisfazem algumas exigências fundamentais para o futuro da humanidade, tais como: minimização do consumo de energia, conservação dos recursos naturais, redução da poluição e manutenção de um ambiente saudável” (GHAVAMI; MARINHO, 2005)

Em países como o Brasil, pesquisas desenvolvidas por López (1981, 2003); Ghavami (1992); Barbosa e Ghavami (2005), sobre sistemas e materiais alternativos empregados na construção civil, apontam o bambu como um material ambiental de grande potencial construtivo, dadas as suas características construtivas, mecânicas e físicas. O bambu reúne características físicas e mecânicas que podem ser utilizadas em uma série de etapas da

construção civil como estruturas, paredes, pisos, tetos e esquadrias, contribuindo com a necessidade de implantação de habitações econômicas no Brasil.

No entanto, pouco é aproveitado do bambu em nosso país, onde seu uso é praticamente restrito a confecção de peças de artesanato e detalhes paisagísticos, ao contrário de países da América Latina, como a Colômbia e Equador, e países da Ásia como Índia e Japão, onde a cultura do uso do bambu já é largamente comum na construção civil. “Munido de muitos benefícios, o bambu ainda é um material pouco utilizado no Brasil, enquanto a China é vista como líder mundial na produção e uso dessa gramínea” (SOUZA, 2014).

A ciência comprova a eficácia do bambu na construção civil, porém faz-se necessário o plantio das espécies em abundância, que tenha mão-de-obra especializada, que os tratamentos sejam realizados para prolongar a vida útil da planta, e que haja políticas públicas de incentivo ao uso do bambu na construção civil.

Há vários empecilhos e barreiras dificultando a aceitação e utilização de materiais alternativos em ambientes construídos. Apesar de apresentar vantagens construtivas, o bambu não possui mercado garantido e muito menos comercialização considerável no Brasil, principalmente pela cultura do desconhecimento de suas aplicações, dificultando sua aceitação como material de construção.

Deve-se investir em tecnologias para um bom aproveitamento do bambu no mercado brasileiro. Ações como desenvolvimento de pesquisas sobre o bambu, formação de profissionais qualificados e incremento da tecnologia utilizada, são fatores importantes para disseminar o uso do bambu na construção civil.

O uso do bambu não deve ser pensado como a única solução para os problemas ligados ao meio ambiente ou para redução acelerada dos recursos florestais, porém, ele pode ser considerado como um excelente material de construção de baixo impacto ambiental, a ser amplamente explorado no Brasil, inclusive em HIS.

Tratando-se de problemas ambientais, as certificações surgem como metodologias de avaliação de sustentabilidade em ambientes construídos. Segundo Hoffmann (2014), as certificações, os selos e os manuais de boas práticas, são ferramentas utilizadas para avaliar a sustentabilidade na construção de edificações. Estas ferramentas estão alinhadas com as três dimensões da sustentabilidade, social, ambiental e econômica, tanto em maior ou menor grau, com o atendimento de requisitos que deverão ser atendidos.

No Brasil, o Selo Casa Azul, criado pela CAIXA em 2009, é o primeiro sistema de classificação do índice de sustentabilidade de projetos habitacionais. Seu objetivo é incentivar e reconhecer o acolhimento de soluções arquitetônicas e urbanísticas de qualidade, utilizando a racionalização de recursos naturais na produção de empreendimentos a serem executados na esfera dos programas habitacionais operacionalizados pela CAIXA. Essa ferramenta auxilia a

condução de empreendimentos que tendem às práticas sustentáveis, dando enfoque para a sustentabilidade ambiental, sociocultural, econômica e construtiva.

## **1.2 OBJETIVOS**

### **1.2.1 Objetivo Geral**

A dissertação tem como objetivo geral contribuir, por meio da pesquisa, com a disseminação do conhecimento sobre os materiais de baixo impacto ambiental como o bambu, por meio de sua utilização efetiva nas habitações de interesse social, aonde será realizado um estudo analítico, descritivo e comparativo entre dois sistemas construtivos, um tradicional e outro alternativo, com a realização da análise do desempenho por meio de índices de sustentabilidade.

### **1.2.2 Objetivos Específicos**

- a) Discutir, por meio da pesquisa, a sustentabilidade e o ambiente construído, destacando as dimensões ambientais, sociais e econômicas;
- b) Investigar o panorama das HIS no Brasil, por meio da pesquisa, elencando pontos como déficit habitacional, políticas habitacionais, e o programa MCMV;
- c) Avaliar a sustentabilidade em habitações de interesse social, com base na Norma de Desempenho NBR 15575;
- d) Destacar o bambu como uma excelente alternativa de uso de material sustentável na construção civil, dando destaque às suas propriedades físicas, químicas, mecânicas e construtivas;
- e) Discutir sobre metodologias nacionais e internacionais de avaliação de sustentabilidade e seus indicadores, detalhando alguns dos métodos mais citados na literatura, como o LEED, CASBEE, BREEAM, Selo Casa Azul, Procel Edifica e AQUA;
- f) Apresentar e analisar projetos e seus indicadores de sustentabilidade de habitações de interesse social MCMV e Casa de Bambu, tendo como referência, as seis categorias contidas no Guia Selo Casa Azul;

- g) Avaliar o desempenho, por meio dos índices de sustentabilidade encontrados, das HIS MCMV e Casa de Bambu, sobre os aspectos ambientais, socioculturais, econômicos e construtivos, tendo como referência metodológica, o Guia Selo Casa Azul da Caixa Econômica Federal;
- h) Classificar os projetos arquitetônicos do programa MCMV e Casa de Bambu, quanto ao nível de gradação, de acordo com as normas do Guia Selo Casa Azul.

### 1.3 METODOLOGIA

Para atingir aos objetivos propostos na presente dissertação, realizou-se uma revisão da literatura sobre temas ligados ao tema da pesquisa, principalmente quanto a sustentabilidade, HIS, índices de sustentabilidade e metodologia de avaliação de sustentabilidade.

Primeiramente, foi feita a revisão da literatura acerca da sustentabilidade e o ambiente construído, apresentando as dimensões ambientais, sociais e econômicas. Depois, foi abordado as HIS no Brasil, relacionando o déficit habitacional e as políticas habitacionais, juntamente com o programa MCMV. A Norma de Desempenho para Edificações Habitacionais, a NBR 15.575, também foi revisada, pois ela trata de critérios e requisitos de desempenho envolvendo as edificações habitacionais, avaliando um dos itens que é a sustentabilidade em habitações de interesse social.

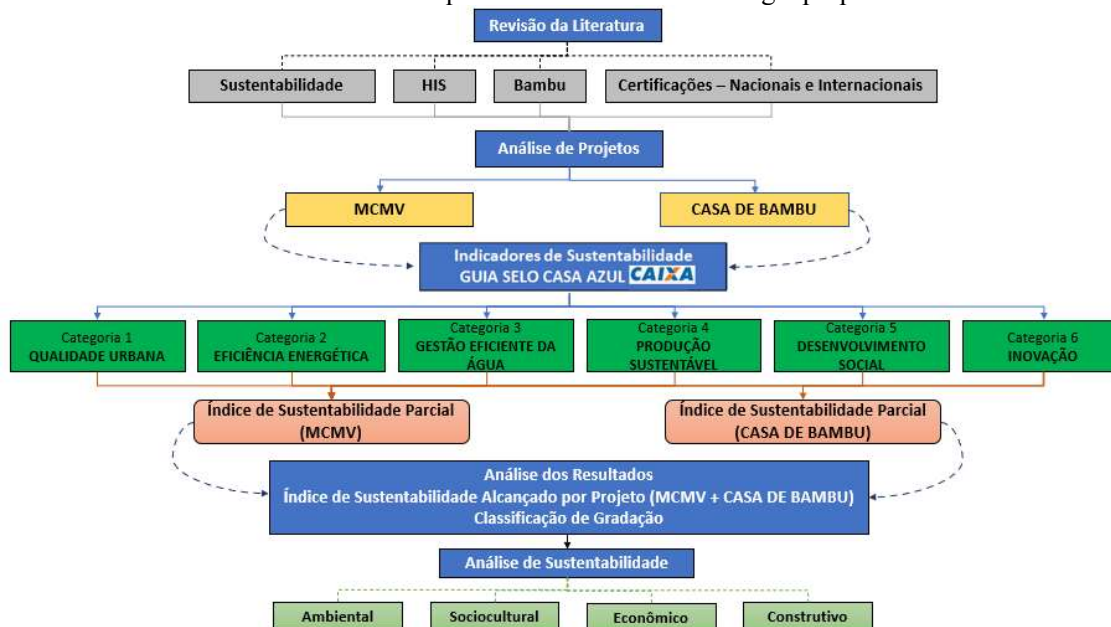
Ainda dentro da revisão da literatura, foi discutido sobre materiais de baixo impacto ambiental como o bambu, com foco na tecnologia e materialidade. As metodologias de avaliação de sustentabilidade e seus indicadores foram explanadas, demonstrando alguns dos métodos mais citados na literatura, como o LEED, CASBEE, BREEAM, Selo Casa Azul, Procel Edifica e AQUA.

Posteriormente, foi apresentado e analisado dois projetos arquitetônicos de habitações de interesse social, sendo um tradicional, do programa MCMV, e outro alternativo, uma Casa de Bambu. Com a avaliação dos indicadores de sustentabilidade, obtidos por meio da análise das categorias do Guia Selo Casa Azul, obteve-se os índices de sustentabilidade parciais dos dois projetos analisados.

Por fim, obteve-se a classificação quanto ao nível de gradação dos projetos analisados, conforme as normas do Guia Selo Casa Azul, além da realização da avaliação do desempenho, por meio dos índices de sustentabilidade encontrados, das HIS MCMV e Casa de Bambu, sobre os aspectos ambientais, socioculturais, econômicos e construtivos.

A proposta metodológica desta dissertação, demonstrada na Fig. (1.1), foi estruturada em cinco etapas, sendo elas: Revisão da Literatura, Escolha e Análise de Projetos, Aplicação dos Indicadores de Sustentabilidade a partir do Guia Selo Casa Azul da CAIXA, Análise dos Resultados e Análise Geral da Sustentabilidade.

**FIGURA 1.1** – Esquema sintético da metodologia proposta.



Fonte: Imagem elaborada pelo autor (2022).

## 1.4 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

Para melhor compreensão do tema, a dissertação foi estruturada em nove capítulos distintos, organizados da forma descrita a seguir.

O primeiro Capítulo é referente à Introdução, onde é apresentado o tema proposto, juntamente com seus objetivos, tanto geral como específicos, e a metodologia aplicada ao desenvolvimento do estudo.

No Capítulo 2 é apresentada uma revisão bibliográfica que contempla os aspectos da sustentabilidade e sua interface com o ambiente construído, sendo abordados conceitos de desenvolvimento sustentável, sustentabilidade de habitações econômicas e as dimensões da sustentabilidade, mais conhecidas como pilares da sustentabilidade.

No Capítulo 3, tem-se uma revisão bibliográfica sobre as habitações de interesse social no Brasil, apresentando algumas considerações e relevâncias. Serão abordados o déficit habitacional e as políticas habitacionais adotadas no Brasil, o programa MCMV com foco no projeto, sistemas construtivos e materiais utilizados, a Norma de Desempenho das Edificações (NBR 15.575) e a sustentabilidade do programa MCMV.

No Capítulo 4, o bambu é apresentado como um material de construção, trazendo suas propriedades físicas, químicas, mecânicas e construtivas, além de seus componentes construtivos. São apresentados ainda painéis de vedação feitos de bambu e algumas normas de construção com o bambu, bem como suas tecnologias a partir da industrialização do material.

No Capítulo 5 tem-se uma revisão bibliográfica sobre as certificações nacionais e internacionais, certificações que avaliam os índices de sustentabilidade, destacando três certificações internacionais: LEED, CASBEE e BREEAM, e três nacionais: Selo Casa Azul + CAIXA, Procel Edifica e AQUA.

No Capítulo 6, é apresentada a estrutura hierárquica da metodologia adotada, juntamente com os dois projetos arquitetônicos analisados, sendo o primeiro, um projeto de uma HIS do programa MCMV, e o segundo, um projeto de uma Casa de Bambu. Em ambos os casos, os projetos arquitetônicos são detalhados com plantas baixas, cortes e fachadas, além da descrição da localização e regionalização dos projetos.

No Capítulo 7 apresenta-se a análise de desempenho, feita por meio dos índices de sustentabilidade alcançados. É apresentada a metodologia do Guia Selo Casa Azul, mostrando o Quadro Modelo do Guia, suas categorias, critérios de avaliação, pontuações, obrigаторiedades e os níveis de gradação que os projetos podem alcançar, com base nas pontuações adquiridas. Também é apresentada uma Tabela contendo a análise por categoria, dos dois projetos analisados, com suas pontuações alcançadas e documentações analisadas.

No Capítulo 8, são analisados os resultados obtidos, a partir das análises de pontuações e percentuais de critérios atendidos por tipologia de projeto, e análise gráfica dos critérios obrigatórios e de livre escolha atendidos por categoria/projeto. Também é feita a análise dos aspectos ambientais, socioculturais, econômicos e construtivos a partir dos projetos analisados. Por fim, têm-se o Capítulo 9, no qual são apresentadas as conclusões do trabalho, bem como sugestões para trabalhos futuros.

## 2 EM BUSCA DA SUSTENTABILIDADE

O estudo da sustentabilidade é justificado mediante a realidade de que as futuras gerações do planeta sofrerão aos impactos da contínua exploração de recursos naturais. O possível esgotamento dos recursos naturais, trazendo graves consequências para a conservação da vida no planeta, tem feito o homem pensar de maneira diferente a forma de se relacionar com o Meio Ambiente. Assim, a sustentabilidade surge com a definição de manutenção e conservação dos recursos naturais, de oportunidades econômicas, de equidade social e participação política e cultural.

Mülfarth (2003) diz que os níveis estarrecedores de violência, poluição, fome, escassez de energia e água, danos da camada de ozônio, elevação da temperatura global, entre outros, fazem-nos acreditar que as mudanças no meio ambiente praticadas pelo homem extrapolaram o ritmo natural da evolução, nos fazendo buscar, urgentemente, formas de tentar contornar os problemas que estamos criando com tamanho descontrole.

Toda essa realidade nos leva a uma necessidade de mudanças profundas e urgentes em direção a um futuro mais sustentável. A pesquisa nesta área é feita em ritmo avançado, porém, poucas são as ações em busca de referências sustentáveis.

### 2.1 A SUSTENTABILIDADE E O AMBIENTE CONSTRUÍDO

A definição de desenvolvimento sustentável está atrelada ao gerenciamento racional dos recursos ambientais, envolvendo questões culturais, políticas e sociais. Layrargues (1997) afirma que o termo desenvolvimento sustentável só faz sentido se existir uma harmonia nas relações homem-homem, além do equilíbrio entre homem e natureza, levando a uma maior igualdade entre as classes sociais.

Segundo Teixeira (2013), a definição de sustentabilidade tem sido formada ao longo de congressos mundiais importantes com base na questão ambiental, rodeado de vários segmentos da atividade humana. Gibberd (2003) faz uma diferenciação entre desenvolvimento sustentável e sustentabilidade, sendo o primeiro como “aquele desenvolvimento que conduz à sustentabilidade”, e o segundo, como “viver dentro da capacidade de suporte do planeta”.

Gonçalves e Duarte (2006 *apud* Teixeira, 2013) afirmam que o padrão da sustentabilidade se baseia na busca pela melhor qualidade de vida e pelo bem-estar social de todos os povos. O termo é embasado no equilíbrio, onde a produção e o consumo devem ser guiados incentivando o uso consciente, dando continuidade à disponibilidade dos recursos ambientais. Com base na análise das possíveis consequências ambientais e sociais que possam causar um desequilíbrio ao meio ambiente, os autores destacam a importância de se rever as prioridades, importâncias e necessidades.

De acordo com Maricato (1997), uma das bases do desenvolvimento social e econômico é constituído pelo ambiente construído. As edificações, centros comerciais, a infraestrutura, as instalações industriais, equipamentos de uso coletivo, como hospitais, praças, escolas, compõem diferentes formas de ambiente construído.

O ambiente construído, juntamente com suas edificações, serviços, atividades e transporte, consome aproximadamente 50% das fontes mundiais de energia e parte considerável de matéria-prima existente no planeta, sendo responsável por parte da emissão de gases causadores de mudanças climáticas. O agravamento da questão social, bem como a situação de falência do meio ambiente, tem tornado as questões relacionadas ao impacto de uma edificação mais complexas, exigindo um posicionamento mais coerente e mais sustentável de todos os envolvidos (CARVALHO, 2009). A autora ainda cita que o ambiente construído está ligado à promoção do desenvolvimento social, com foco nos equipamentos comunitários, infraestrutura básica e aos ambientes ligados à preservação da identidade cultural, e ao aspecto econômico no que diz respeito à geração de renda e às atividades associadas à produção com utilização de mão-de-obra.

Apesar do ambiente construído ser específico à civilização humana, gerando uma das estratégias de sobrevivência humana, muito se tem falado sobre os impactos econômicos, ambientais e socioculturais em relação ao uso desse ambiente e à produção. John (2000) diz que “o impacto ambiental da construção civil é proporcional a sua tarefa social”.

Segundo Sedrez (2004), o ambiente construído também interfere no surgimento do desenvolvimento social. Dessa forma, duas questões se destacam pela importância:

- a) Acesso a um ambiente correto quanto à preservação da identidade cultural, quanto à existência de equipamentos de lazer e quanto à segurança, proporcionando uma relação social saudável;
- b) Acesso à infraestrutura básica como: água, esgoto, luz, equipamentos coletivos como hospitais, postos de saúde, escolas e creches.

A geração de renda é outra característica do ambiente construído que se relaciona tanto o aspecto econômico da sustentabilidade, quanto ao social, já que no ambiente construído, as atividades inerentes à produção são abundantes no uso de mão de obra (PLESSIS, 2002; RIBEIRO & AZEVEDO, 1996). Plessis (2002) afirma que essa característica ganha força através da escolha correta dos sistemas construtivos e materiais a serem utilizados. O autor ainda cita que o uso frequente de mão de obra e materiais importados fragiliza o impacto positivo da indústria da construção civil na economia local.

De acordo com Sedrez (2004), a dimensão ambiental ligada ao manuseio dos recursos, constituiu o principal tema de discussão sobre desenvolvimento sustentável e as cidades. Isso ocorreu devido a imposição exercida pelas cidades nos ecossistemas locais e do papel exercido

pelas mesmas em relação ao aumento de problemas ambientais globais, como por exemplo: poluição de água e efeito estufa. Em seguida, questões econômicas e sociais começaram a ser discutidas, principalmente pela relevância destas para os países em desenvolvimento.

Diante das iniciativas de relevância mundial que se dispuseram a falar sobre as interfaces entre urbanização e desenvolvimento sustentável, destacam-se a Agenda 21, Agenda Habitat II e Agenda 21 para Construção Sustentável, do CIB. Os três documentos tratam do ambiente construído e dos assentamentos humanos de forma geral.

A Agenda 21 (ONU, 1992) aborda a promoção da sustentabilidade nos assentamentos humanos como um dos temas centrais na melhoria da qualidade ambiental, social e econômica, além das condições de vida e trabalho, destacando que a habitação saudável e segura é direito de todos. Nesse sentido, a sustentabilidade no assentamento humano gera oportunidade de trabalho, crescimento social e econômico, em harmonia com o meio ambiente.

A Agenda Habitat II conceitua assentamento humano sustentável como “aquele que proporciona o desenvolvimento econômico, oportunidades de emprego e progresso social, em harmonia com o meio ambiente” (ONU, 1996). Na Conferência das Nações Unidas sobre Assentamentos Humanos, os principais temas abordados foram:

- a) Desenvolvimento de assentamentos humanos sustentáveis em um mundo com urbanização crescente;
- b) Promoção de abrigo adequado para todos.

A Agenda Habitat II definiu estratégias para a realização do “*abrigo adequado*”, além de definir requisitos que devem ser estabelecidos por esse abrigo, são eles:

- a) Privacidade;
- b) Segurança;
- c) Conforto ambiental;
- d) Adequação espacial;
- e) Infraestrutura básica;
- f) Custo acessível;
- g) Adequação com o meio ambiente;
- h) Localização adequada em relação a equipamentos urbanos e postos de trabalho.

Com relação a sustentabilidade dos assentamentos humanos, a Agenda Habitat II considerou algumas questões:

- a) Desenvolvimento social;
- b) Uso da energia;
- c) Uso do solo;
- d) Enfrentamento do crescimento populacional;

- e) Conservação e reabilitação de áreas de interesse histórico e ou cultural;
- f) Manutenção da saúde das populações e do meio ambiente;
- g) Fortalecimento econômico;
- h) Entre outros.

A Agenda 21 para Construções Sustentáveis (CIB, 1999) foi criada para melhor entender a sustentabilidade na indústria da construção, e quais orientações podem ser seguidas para se obter uma construção mais sustentável. Além de constituir um documento de orientação às atividades do CIB, a Agenda é fruto de um trabalho que durou cinco anos (1995 até 1999), com o objetivo de identificar problemas e oportunidades, para a inclusão de práticas sustentáveis e princípios em todo ciclo de vida do ambiente construído (BORDEAU, 1999).

Sedrez (2004) cita que a Agenda 21 para Construção Sustentável criou uma referência conceitual, estabelecendo uma estrutura para o desenvolvimento de agendas sub setoriais e regionais. Assim, a sustentabilidade de cidades ou assentamentos é determinada como um aglomerado de ações, abrangendo:

- a) Utilização dos recursos de forma eficaz;
- b) Proteção dos sistemas de suporte à vida, ambiente cultural e biodiversidade;
- c) Apoio à economia local;
- d) Oferecimento de oportunidades econômicas iguais para todos;
- e) Incentivo à manutenção da integridade social e à igualdade social;
- f) Distribuição equitativa de benefícios e responsabilidades;
- g) Diminuição da poluição;
- h) Oferecimento de um meio ambiente com qualidade e possibilidade de melhoras para que haja uma melhoria na qualidade de vida dos cidadãos.

## 2.2 AS DIMENSÕES DA SUSTENTABILIDADE

Decisões tomadas na Conferência de Estocolmo, em 1972, levaram o estudioso ambientalista Ignacy Sachs a organizar cinco princípios, também chamados de dimensões, os quais, mais tarde, se tornariam a base do desenvolvimento sustentável. Segundo Sachs (1993), o planejamento, com o objetivo no ecodesenvolvimento, possuía exatos cinco dimensões de nível social, econômico, ecológico, espacial e cultural, todos ligados a sistemas da produção humana.

Hoffmann (2014) afirma que as dimensões social, econômica e ambiental, apontadas pelo Relatório Brundtland, intitulado “*Nosso Futuro Comum*”, publicado em 1987 e coordenado pela então primeira-ministra da Noruega Gro Harlem Brundtland, foram largamente pesquisadas, se desdobrando em outras, como cultural, política, espacial entre outras.

A Figura (2.1) apresenta as três dimensões, pilares ou aspectos, e as intersecções existente entre elas. O objetivo é que cada uma das dimensões (social, econômico e ambiental) caminhem em direção ao centro, gerando a intersecção entre elas, conseqüentemente, o surgimento do equilíbrio e da sustentabilidade.

**FIGURA 2.1** – A sustentabilidade e suas dimensões.



Fonte: Hoffmann (2014), adaptado pelo autor.

Conforme citado anteriormente, autores dividem as dimensões da sustentabilidade de formas diferentes. Carvalho (2009) trata as três dimensões da sustentabilidade como sociocultural, econômica e ambiental, sendo os aspectos ou dimensões subdivididas em categorias e subcategorias. Já o IBGE (2015), diz que são quatro as dimensões da sustentabilidade para o desenvolvimento sustentável: ambiental, social, econômica e institucional.

Segundo Elkington (2012), a "sustentabilidade é o princípio que assegura que nossas ações de hoje não limitarão a gama de opções econômicas, sociais e ambientais disponíveis para as futuras gerações". O autor enfatiza os três pilares da sustentabilidade com o *Triple Bottom Line: profit, planet e people* (três linhas fundamentais: econômico, ambiental e social).

Esse conceito fortalece as dimensões determinadas no Relatório Brundtland, acrescentando todas as outras dimensões citadas pelos demais autores em um só tripé, onde os pilares se movimentam baseado aos ciclos e conflitos a que são submetidos (ELKINGTON, 2012).

Como não haviam normas brasileiras para desempenho e eficiência energética, e as normas que existiam eram desatualizadas, Silva e Agopyan (2004) diziam que elaborar critérios e avaliações de edificações era um grande desafio. Hoje a realidade é outra, normas e leis nacionais interagem com as dimensões da sustentabilidade, exemplo é a ABNT NBR 15.575 de

2013, que trata sobre o desempenho das edificações habitacionais para até cinco pavimentos, podendo avaliar a edificação de forma isolada ou como um todo (NBR 15.575, ABNT, 2013).

De acordo com a ABNT (2012), a Tab. (2.1) relaciona as três dimensões da sustentabilidade com algumas normas.

**TABELA 2.1** – Normas Técnicas de gestão para suporte à sustentabilidade.

<b>ECONÔMICA</b>
NBR ISO 9001:2008 – Sistemas de gestão da qualidade - Requisitos;
NBR ISO 9004:2010 – Gestão para sucesso sustentado de uma organização – Uma abordagem da gestão da qualidade;
BR ISO 10002:2005 – Gestão da qualidade – Satisfação dos clientes – Diretrizes para o tratamento de reclamações nas organizações;
NBR ISO 10014:2008 – Gestão da qualidade – Diretrizes para a percepção de benefícios financeiros e econômicos;
NBR ISO 31000:2009 – Gestão de Riscos – Princípios e diretrizes;
NBR ISO 50001:2011 – Sistemas de gestão de energia – Requisitos com orientação de uso;
NBR 15575:2013 – Edificações Habitacionais – Desempenho;
<b>SOCIAL</b>
NBR ISO 16001:2012 – Responsabilidade social – Sistema de gestão – Requisitos;
NBR ISO 18801:2010 – Sistema de gestão da segurança e saúde no trabalho – Requisitos;
NBR ISO 26000:2010 – Diretrizes sobre responsabilidade social;
<b>AMBIENTAL</b>
ISO/TR 14062:2004 – Gestão ambiental – Integração de aspectos ambientais no projeto de desenvolvimento do produto;
NBR ISO 14001:2004 – Sistemas de Gestão Ambiental – Requisitos com orientações para uso;
NBR ISO 14040:2009 – Gestão Ambiental – Avaliação do ciclo de vida – Princípios e estrutura;
NBR ISO 14044:2009 Gestão Ambiental – Avaliação do ciclo de vida – Requisitos e orientações;

Fonte: ABNT (2012), adaptado pelo autor.

As normas técnicas de gestão para suporte à sustentabilidade, demonstradas na Tab. (2.1), são baseadas na metodologia PDCA - *Plan-Do-Check-Act* ou Ciclo de Deming (Planejar – Fazer – Verificar - Agir). A metodologia permite que o projeto e o desenvolvimento de produtos se interagem buscando uma melhoria contínua, além de fornecer mecanismos para resolver mudanças nos requisitos de gestão (*vide* Fig. (2.2)) (NBR ISO 9001, ABNT, 2008).

FIGURA 2.2 – Ciclo PDCA.



Fonte: Sobreadministração (2011), adaptado pelo autor.

### 2.2.1 Dimensão Econômica

A sustentabilidade econômica refere-se à manutenção de um completo ciclo de crescimento econômico duradouro. Visa o estado futuro, da instituição ou da própria nação. Mülfarth (2003) diz que:

“A sustentabilidade econômica é possível através de um gerenciamento mais eficiente dos recursos e maiores investimentos tanto nos setores públicos como privados, além de se procurar maior eficiência econômica em termos macrossociais e não apenas através do critério macroeconômico do empresariado”.

Segundo Silva (2003), o objetivo da dimensão econômica é “aumentar a lucratividade e crescimento através do uso mais eficiente de recursos, incluindo mão de obra, materiais, água e energia”.

De acordo com o IBGE (2017):

“A dimensão econômica trata de questões relacionadas ao uso e esgotamento dos recursos naturais, da produção e gerenciamento de resíduos, uso de energia, e o desempenho macroeconômico e financeiro do País. É a dimensão que se ocupa da eficiência dos processos produtivos e das alterações nas estruturas de consumo orientadas a uma reprodução econômica sustentável de longo prazo”.

A dimensão econômica possui outras configurações, por exemplo: a qualidade, a manutenção e o custo. A qualidade pode estar ligada à mão de obra, pela motivação, treinamento ou qualidade de vida (LIBRELOTTO *et al.*, 2012).

Azevedo e Silva (2007) citam exemplos como princípios para a sustentabilidade econômica:

- a) Geração de renda;
- b) Proximidade do centro de empregos;
- c) Oportunidade de racionalização de recursos econômicos;
- d) Desenvolvimento da economia local;
- e) Projetos compatibilizados;
- f) Uso misto dos empreendimentos para geração de renda;
- g) Fácil ampliação e manutenção.

Do ponto de vista econômico, existem expectativas e necessidades envolvidas, de ambas as partes interessadas, quando um cliente visa adquirir um produto. Cada parte tem suas expectativas e necessidades distintas (NBR ISO 9004, ABNT, 2010). A Tabela (2.2) mostra exemplos das partes interessadas *versus* expectativas e necessidades.

**TABELA 2.2** – Exemplos das partes interessadas x expectativas e necessidades.

<b>Partes interessadas</b>	<b>Expectativas e necessidades</b>
Clientes	Qualidade; preço e entrega; desempenho dos produtos.
Proprietários/Acionistas	Lucratividade sustentada; transparência.
Pessoas da organização	Bom ambiente de trabalho; segurança de emprego; reconhecimento e recompensa.
Fornecedores e parceiros	Benefícios mútuos e continuidade.
Sociedade	Proteção ambiental; comportamento ético; cumprimento dos requisitos legais e regulamentares.

Fonte: NBR ISO 9004, ABNT (2010), adaptado pelo autor.

A dimensão econômica, para Carvalho (2009), é uma categoria da avaliação da sustentabilidade, sendo dividida em subcategorias envolvendo a viabilidade econômica, critérios econômicos da empresa, custos de construção, uso e operação e fortalecimento da economia local.

### **2.2.2 Dimensão Social**

A sustentabilidade social visa o patrimônio humano da instituição. Pode ter ligação direta a seus funcionários e ligação indireta a seus fornecedores, clientes e a comunidade envolvente e refere-se ao esforço para estimular o desenvolvimento de relações saudáveis, favorecer o desenvolvimento de todos os envolvidos, melhoria da qualidade de vida das pessoas envolvidas e a redução nas diferenças sociais. Mülfarth (2003) afirma que “a sustentabilidade social entende-se pela criação de um processo de desenvolvimento sustentável com melhor distribuição de renda e redução do abismo entre classes ricas e pobres”.

Sachs (1993 *apud* Oliveira, 2006) afirma que o objetivo da sustentabilidade social é construir uma civilização do “ser”, com justiça na distribuição do “ter” e da renda, de forma a melhorar os direitos e as condições da população, reduzindo o distanciamento entre ricos e pobres.

Já Silva (2003), afirma que o objetivo da dimensão social é promover “alta satisfação do cliente e do usuário, fornecedores, funcionário e comunidades locais, respondendo às necessidades da sociedade”. O autor ainda enfatiza a necessidade de se reunir em grupos sociais e pessoais, e não apenas aqueles que atuam diretamente com o objeto.

Segundo o IBGE (2017):

“A dimensão social corresponde, especialmente, aos objetivos ligados à satisfação das necessidades humanas, a melhoria da qualidade de vida e a justiça social. Os indicadores abrangem os temas população, trabalho e rendimento, saúde, educação, habitação e segurança, e procuram retratar o nível educacional, a distribuição da renda, as questões ligadas à equidade e às condições de vida da população, apontando o sentido de sua evolução recente. A questão da equidade segue sendo tratada em indicadores de vários temas que, com a finalidade de explicitar as desigualdades, são desagregados segundo sexo e cor ou raça.”

Autores como Ebsen e Rambol (2000) e Kyvelou (2006) citam princípios da sustentabilidade social:

- a) Saúde e produtividade;
- b) Segurança para usuários do edifício;
- c) Áreas de trabalho da moradia;
- d) Participação do usuário;
- e) Acessibilidade;
- f) Tradições culturais;
- g) Privacidade visual em áreas das moradias exteriores;
- h) Incidência solar na edificação;
- i) Materiais tradicionais e locais.

Os requisitos de responsabilidade social são estabelecidos na NBR ISO 16001 (ABNT, 2012) que trata de responsabilidade da empresa para com a sociedade e o meio, sendo a gestão focada na organização do sistema.

A dimensão social é entendida como sociocultural, e expande para as esferas social, geração de renda e responsabilidade social, política-institucional, cultural e segurança (CARVALHO, 2009). Segundo Hoffmann (2014), a dimensão social possui um elo de ligação com a dimensão econômica, uma vez que a mão de obra afeta diretamente a qualidade, no aspecto econômico, e a forma de tratar os funcionários caracteriza uma das questões sociais envolvidas na operação, uso e construção de edificações.

### 2.2.3 Dimensão Ambiental

As ações ambientalmente sustentáveis garantem as mesmas oportunidades para as futuras gerações, no sentido de não abalar o meio ambiente a ponto de impossibilitá-lo para os que virão no futuro. Essa abordagem requer, obviamente, considerações de longo prazo. Na prática, instituições, pessoas empreendedoras e governos devem pensar maneiras de amenizar ou eliminar os impactos ambientais de suas atividades econômicas.

Segundo Mülfarth (2003), a sustentabilidade ambiental, quando possível, se utiliza de recursos naturais, renováveis, reduzindo o número de resíduos e de poluição, com maior eficiência e redução de combustíveis fósseis, promovendo a intensificação em pesquisas no sentido de obter meios menos poluentes e mais eficientes para o desenvolvimento do espaço, seja ele rural, urbano e industrial.

Hoffmann (2014) afirma que o objetivo da dimensão ambiental é proteger o meio ambiente, impedindo efeitos perigosos e irreversíveis, através de cuidados com relação à utilização de resíduos e recursos naturais.

A dimensão ambiental cuida dos fatores de impacto e pressão, relacionados aos objetivos de conservação e preservação do meio ambiente, sendo de extrema importância para a qualidade de vida de gerações atuais e futuras, dividindo-o em temas como: terra, oceanos, atmosfera, água doce, mares e águas costeiras, saneamento e biodiversidade. Grande parte dos temas possuem indicadores que estão relacionados com a política ambiental, refletindo uma pressão sobre o meio ambiente, além de influenciar a qualidade de vida e saúde da população (IBGE, 2017).

Sachs (1993 *apud* Oliveira, 2006) traça algumas diretrizes para a sustentabilidade ambiental, sendo elas:

- a) Necessidade de limitar o consumo de combustíveis fósseis, recursos esgotáveis ou causadores de prejuízos para o meio ambiente, substituindo-os por recursos abundantes e renováveis;
- b) Estimular a reciclagem e conservação de recursos naturais e energia;
- c) Intensificar a pesquisa sobre tecnologias limpas que utilizem de recursos mais eficientes promovendo o desenvolvimento industrial, urbano e rural.

De acordo com a NBR ISO/TR 14062 (ABNT, 2004), a sustentabilidade ambiental integra “o elemento das atividades, produtos e serviços que pode interagir com o meio ambiente”, sendo esse serviço considerado como “circunvizinhança em que uma organização opera, incluindo ar, água, solo, recursos naturais, flora, fauna, seres humanos e suas inter-relações”.

A ISO 14001 (ABNT, 2004) sugere considerar alguns aspectos a serem abordados, como por exemplo:

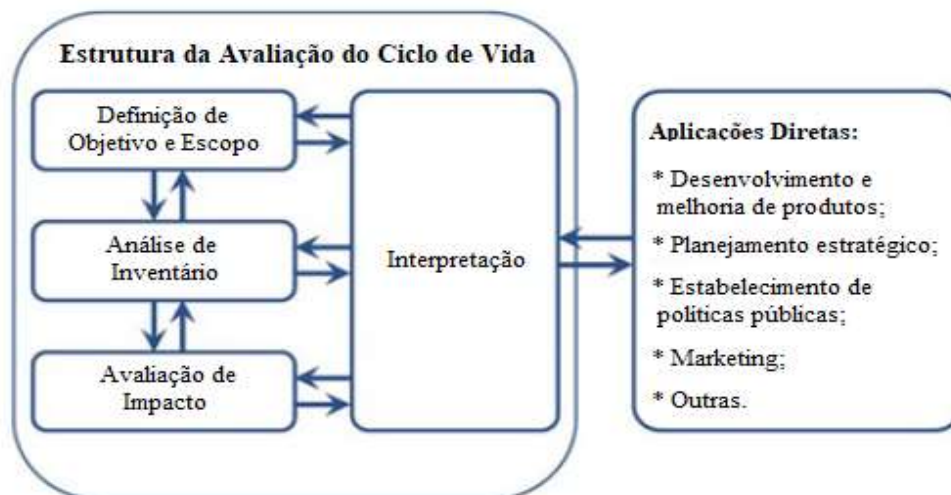
- a) Uso de recursos naturais e matéria-prima;
- b) Emissões atmosféricas;
- c) Uso de energia e suas emissões;
- d) Resíduos sólidos e efluentes líquidos;
- e) Projetos e desenvolvimento da sua fabricação, transporte e embalagem;
- f) Desempenho ambiental, prática dos fornecedores e prestadores de serviço;
- g) Distribuição, uso e fim da vida dos produtos e subprodutos.

Blumenschein (2004) define alguns princípios que norteiam a sustentabilidade ambiental, sendo eles:

- a) Definição de ventiladores naturais e espaços iluminados;
- b) Integração dos sistemas de água, esgoto e energia;
- c) Uso eficiente de água e energia;
- d) Uso de layouts e dimensões, com possibilidade de mudanças ocorrerem naturalmente;
- e) Especificação de materiais fabricados sem uso de materiais tóxicos;
- f) Especificação de materiais que integrem a estrutura da edificação até a etapa de demolição;
- g) Utilização de processo produtivo qualitativo, minimizando perdas e assegurando a durabilidade dos sistemas construtivos e materiais utilizados.

A NBR ISO 14040 (ABNT, 2009) e NBR ISO 14044 (ABNT, 2009) regulamentam a metodologia da Avaliação do Ciclo de Vida (ACV), sendo uma ferramenta que avalia o ciclo de vida de produtos, sendo aplicada na avaliação dos materiais de construção. A metodologia ACV é dividida em quatro etapas, sendo elas: definição de objetivos e escopo; análise de inventário; avaliação de impacto; e interpretação de resultados (*vide* Fig. (2.3)).

FIGURA 2.3 – Metodologia ACV.



Fonte: NBR ISO 14040, ABNT (2009), adaptado pelo autor.

A metodologia ACV, apresentada na Fig. (2.3), possui aspectos ambientais de entrada e saída dentro do ciclo de vida dos produtos. Segundo a NBR ISO 14040 (ABNT, 2009), as entradas e saídas são: entrada e saída do processamento e manufatura; uso e produção de combustíveis; matéria prima e extração; calor e eletricidade; transporte e distribuição; disposição final dos resíduos do produto e do processo; manutenção e uso dos produtos; reciclagem, reuso e recuperação de energia; e manutenção de materiais auxiliares.

A dimensão ambiental pode-se relacionar com a dimensão econômica, se verificando o custo global do ciclo de vida do produto, da mesma forma que, os aspectos dos subprodutos, produtos e da gestão do sistema (NBR ISO 14040 (ABNT, 2009)).

A Figura (2.4) demonstra como Macedo (2011) divide as etapas do ciclo de vida para sistemas construtivos. Segundo a autora, os sistemas de avaliação ambiental são utilizados como base para formar métodos de avaliação ambiental ACV para sistemas construtivos, e que o ciclo de vida deve ser avaliado com base na durabilidade exigida nos componentes de um edifício, segundo a NBR 15575 de 2013.

FIGURA 2.4 – Etapas do Ciclo de Vida para Sistemas Construtivos.



Fonte: Macedo (2011), adaptado pelo autor.

Hoffmann (2014) diz que “a relação da dimensão ambiental com as demais dimensões é muito evidente, pois as ações da sociedade e da economia impactam diretamente no meio ambiente que os cerca”.

Diante das informações citadas sobre os três pilares da sustentabilidade (econômico, social e ambiental), o grande desafio é ter e manter o equilíbrio entre o pretendido

desenvolvimento humano, o necessário crescimento econômico e a imprescindível preservação do meio ambiente.

### **2.3 A AGENDA 2030 PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL**

Em meados de 2015, representantes dos 193 Estados, membros da ONU, se reuniram em Nova York e admitiram que a extinção da pobreza é o maior desafio global já encontrado, não deixando de ser um fator indispensável para o desenvolvimento sustentável. Os países adotaram um documento chamado “*Transformando o Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável*” como sendo um guia para ações da comunidade internacional para os próximos anos, além de ser um plano de ação, criado coletivamente, para colocar o mundo em um caminho mais sustentável até 2030 (FIOCRUZ, 2020).

Assim, a Agenda 2030 é um plano de ação global para o planeta, as pessoas e a prosperidade, com o objetivo de fortalecer a paz universal e tornar um 2030 mais sustentável. O plano aponta 169 metas e 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), tudo isso para eliminar a pobreza e incentivar a vida digna para todos, respeitando os limites do planeta. As metas e objetivos são claros no sentido de que todos os países o adotem conforme suas prioridades, atuando como uma parceria global, orientando as escolhas necessárias para aperfeiçoar a vida das pessoas, no presente e no futuro (FIOCRUZ, 2020).

Segundo a Fiocruz (2020), a Agenda 2030 é estruturada da seguinte forma (*vide* Fig. (2.5)):

- a) Uma Declaração (Visão e Princípios);
- b) Um quadro de resultados (169 metas e 17 ODS) que deverão ser alcançados até o ano de 2030;
- c) Uma seção sobre parcerias globais e meios de implementação;
- d) Um roteiro para acompanhamento e revisão.

**FIGURA 2.5** – Estruturação da Agenda 2030.



Fonte: Fiocruz (2020).

Os 17 Objetivos são indivisíveis e integrados, mesclando as três dimensões do desenvolvimento sustentável (social, econômica e ambiental) de forma equilibrada (*vide* Fig. (2.6)). Eles funcionam como atividades que devem ser cumpridas pela sociedade civil, governos, setor privado e toda sociedade trabalhando coletivamente para um 2030 sustentável. A Figura (2.7) mostra, que nos próximos anos de aplicação da Agenda 2030, os ODS e suas metas irão apoiar e estimular ações importantes para a humanidade como: Pessoas, Prosperidade, Paz, Parcerias e Planeta.

**FIGURA 2.6** – Objetivos da Agenda 2030.





Fonte: Fiocruz (2020).

FIGURA 2.7 – Ações importantes para a humanidade da Agenda 2030.



Fonte: Fiocruz (2020).

### 3 HIS NO BRASIL: CONSIDERAÇÕES E RELEVÂNCIAS

Entende-se por Habitação de Interesse Social (HIS), habitações destinadas a famílias com renda de até dez salários mínimos, onde a faixa mais abrangente vai até três salários mínimos. Essa delimitação da faixa de interesse social vem sendo discutida em caráter transitório, até que se formule uma definição de como será o padrão de consumo das famílias (BRASIL, 2004).

Abiko (1995 *apud* Larcher, 2005) afirma que “a habitação popular não deve ser entendida meramente como um produto, e sim como um processo, com uma dimensão física, mas também como resultado de um processo complexo de produção com determinantes políticos, sociais, econômicos, jurídicos, ecológicos e tecnológicos”. O autor ainda cita que as habitações não se resumem apenas à função de unidades habitacionais, e sim, em serviços urbanos, equipamentos sociais e infraestrutura.

A população global aumentou consideravelmente, a partir dos anos 50, onde grande parte desse crescimento se deu nos países em desenvolvimento. A maioria das grandes metrópoles está localizada nesses países, onde as taxas de crescimento demográfico são altas e não há investimento suficiente para acompanhar tal crescimento.

Em muitas das grandes cidades, grande parte desse crescimento surgiu sem investimento e planejamento em infraestrutura, sendo que, de 20 à 30% deste crescimento estão localizados no setor informal (PLESSIS, 2002).

Segundo Plessis (2002), na maioria dos países em desenvolvimento, a população urbana de baixa renda é caracterizada por:

- a) Superlotação;
- b) Escassez de mão de obra especializada;
- c) Crescimento elevado de assentamentos irregulares e favelas;
- d) Serviços sociais e infraestrutura física sobrecarregadas;
- e) Capacidade de produção formal baixa;
- f) Baixa qualidade devido à falta de manutenção e negligência;
- g) Falta de atenção aos fatores ambiental, social, cultural e climático no projeto e planejamento.

A autoconstrução em regiões de alto risco ou de periferia, como planícies de inundação ou encostas íngremes, têm colaborado para o surgimento de cidades “ilegais”, onde a autoconstrução ilegal em favelas é a principal fonte de produção habitacional no Brasil. (PLESSIS, 2002).

Para Carvalho (2009), o surgimento de assentamentos em regiões periféricas das cidades tem dificultado o acesso a serviços básicos como educação, saúde e equipamentos de

lazer. Além disso, associa-se às benfeitorias da cidade ao uso de transporte motorizado, o que gera um maior consumo de energia e geração de poluentes.

Para Lago (2010), a habitação exerce uma função importantíssima nos aspectos ambiental, social e econômico. A função ambiental é definida como a inclusão dessa habitação no meio urbano, assegurando os princípios básicos de saúde, transporte, educação, infraestrutura, lazer, trabalho e as consequências da habitação sobre o meio ambiente. A função social está ligada ao acolhimento da família, possibilitando seu desenvolvimento. A função econômica está atrelada a geração de renda e emprego, influência de bens de serviço e mercados imobiliários e a mobilização de setores da economia local.

“O direito à moradia significa garantir a todos um lugar onde se abrigue de modo permanente, pois, a etimologia do verbo morar, do latim “morari”, significa demorar, ficar. O conteúdo do direito à moradia não significa, tão somente, a faculdade de ocupar uma habitação. A história da habitação está ligada ao desenvolvimento social, econômico e político da humanidade. É imprescindível que essa habitação tenha dimensões adequadas, em condições de higiene e conforto, a fim de atender ao disposto na Constituição Federal, que prevê a dignidade humana como princípio fundamental, assim como o direito à intimidade e à privacidade, e que a casa é um asilo inviolável. Não sendo assim, esse direito à moradia seria um direito empobrecido, pois, considerar como habitação um local que não tenha adequação e dignidade para abrigar um ser humano, é mortificar a norma constitucional” (FITTIPALDI, 2008).

Os problemas da habitação tomaram grande proporção devido a uma série de fatores como: necessidade de crescimento dos serviços urbanos e infraestrutura; armazenamento, abastecimento e utilização de água e energia elétrica; problemas relacionados à transporte e acessibilidade; poluição atmosférica, ambiental e sonora; tratamento e controle de resíduos; elevados índices de pobreza, falta de renda e emprego e a degradação do meio ambiente devido ao elevado crescimento urbano (FITTIPALDI, 2008).

No Brasil, o estado atual das cidades mostra a escassez de programas públicos ou privados com a finalidade de promover ou financiar a construção de habitações e infraestrutura urbana em grande escala. O déficit habitacional foi definido como um grande problema encarado pela população e, também, o maior desafio da indústria da construção civil (PLESSIS, 2002).

Para Fittipaldi (2008), a diferença de uma habitação social para qualquer outra habitação está na pouca disponibilidade financeira de seus moradores. Como a finalidade é reduzir os custos de investimentos, os projetos são simplificados e os espaços são reduzidos.

A habitação de interesse social está associada a dificuldade de acesso aos financiamentos oferecidos pelo governo, à renda das classes sociais pobres, falha na implantação de políticas habitacionais, bem como fatores ligados à problemática dessa classe habitacional (ROSA, 2010).

Na busca da rentabilidade do Sistema Financeiro de Habitação, o Estado foi dando atenção aos segmentos solventes da população, mas em contrapartida, abandonou as prioridades à habitação de interesse social. Diante desse cenário, percebe-se que o direito à moradia carece de um maior empenho do Estado para poder se impor como um direito social. Para Rosa (2010), quando a população é de baixa renda, é comum ter rede de educação, justiça e saúde, porém quando o assunto é habitação, percebe-se que esse direito não tem a mesma lógica.

### **3.1 O DÉFICIT HABITACIONAL E AS POLÍTICAS HABITACIONAIS**

Segundo Garcia e Castelo (2006), o déficit habitacional se refere às carências habitacionais de uma determinada sociedade não restritas à falta de moradias, inclui também as más condições das unidades habitacionais existentes. “O déficit habitacional é uma fotografia que mostra o excesso de população que necessita de habitações. Ou seja, é o excedente entre a demanda e oferta de um bem de caráter social.”, complementam os autores.

Em países em desenvolvimento, como o Brasil, o acesso à habitação está ligado a diversos problemas socioeconômicos, dentre eles o baixo nível educacional, alto índice de desemprego, alto índice de violência e outros ligados à natureza política. O desafio atual é associar o desenvolvimento sustentável à construção de habitações. No entanto, nestes países, para que haja uma redução do déficit habitacional em populações menos favorecidas (HIS) é necessário a intervenção de iniciativas governamentais, cujos recursos financeiros quase sempre são limitados. A tendência natural é dar prioridade aos impactos socioeconômicos positivos em detrimento dos impactos ambientais negativos.

De acordo com informações do Ministério das Cidades, em 2004, o somatório da dívida social no Brasil relacionado ao déficit habitacional passava de sete milhões de famílias necessitadas de novas moradias, das quais aproximadamente 1,7 milhões são em áreas rurais e 5,5 milhões em áreas urbanas, sem contar os 10 milhões de domicílios com sérios problemas de infraestrutura básica. (BRASIL, 2004).

Em 2019, o Brasil registrou um déficit habitacional de 5,876 milhões de moradias, dos quais 5,044 milhões estão localizados em áreas urbanas e 832 mil unidades encontram-se em área rural (Tab. 3.1), dados apontados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), com elaboração da Fundação João Pinheiro (FJP). A Tabela (3.1) apresenta o déficit habitacional total por situação de domicílio e déficit habitacional relativo. O Gráfico (3.1) representa a distribuição relativa do déficit habitacional por faixa de renda familiar no Brasil, em 2019.

**TABELA 3.1 – Déficit Habitacional Total por Situação de Domicílio e Déficit Habitacional Relativo.**

Especificação	Déficit Habitacional			Total Relativo (%)
	Total	Urbano	Rural	
<b>Região Norte</b>	<b>719.638</b>	522.599	197.039	<b>12,9</b>
<b>Rondônia</b>	<b>60.347</b>	48.689	11.658	<b>9,7</b>
<b>Acre</b>	<b>23.285</b>	18.741	4.544	<b>8,6</b>
<b>Amazonas</b>	<b>168.603</b>	133.493	35.110	<b>14,8</b>
<i>RM Manaus</i>	100.239	90.993	9.245	13,0
<b>Roraima</b>	<b>23.844</b>	19.234	4.610	<b>15,2</b>
<b>Pará</b>	<b>354.296</b>	229.536	124.761	<b>13,5</b>
<i>RM Belém</i>	79.490	78.300	1.190	11,1
<b>Amapá</b>	<b>41.973</b>	37.684	4.289	<b>17,8</b>
<i>RM Macapá</i>	31.263	29.816	1.447	18,3
<b>Tocantins</b>	<b>47.290</b>	35.222	12.068	<b>8,9</b>
<b>Região Nordeste</b>	<b>1.778.964</b>	1.318.326	460.639	<b>9,2</b>
<b>Maranhão</b>	<b>329.495</b>	164.486	165.008	<b>15,2</b>
<i>RM Grande São Luís</i>	43.883	40.198	3.685	9,9
<b>Piauí</b>	<b>115.190</b>	64.701	50.489	<b>10,7</b>
<i>RIDE Grande Teresina</i>	35.538	22.197	13.341	9,1
<b>Ceará</b>	<b>239.187</b>	200.367	38.820	<b>8,0</b>
<i>RM Fortaleza</i>	107.230	103.269	3.961	8,1
<b>Rio Grande do Norte</b>	<b>93.788</b>	74.463	19.325	<b>8,0</b>
<i>RM Natal</i>	35.407	31.885	3.522	6,8
<b>Paraíba</b>	<b>132.383</b>	111.601	20.782	<b>9,8</b>
<i>RM João Pessoa</i>	46.937	42.487	4.450	10,5
<b>Pernambuco</b>	<b>246.898</b>	224.909	21.989	<b>7,5</b>
<i>RM Recife</i>	113.275	111.902	1.373	8,0
<b>Alagoas</b>	<b>126.594</b>	105.439	21.154	<b>11,0</b>
<i>RM Maceió</i>	63.122	62.878	244	13,0
<b>Sergipe</b>	<b>81.321</b>	65.971	15.351	<b>10,0</b>
<i>RM Aracaju</i>	36.334	35.564	770	10,8
<b>Bahia</b>	<b>414.109</b>	306.389	107.720	<b>7,8</b>
<i>RM Salvador</i>	109.708	107.068	2.640	7,3
<b>Região Sudeste</b>	<b>2.287.121</b>	2.202.023	85.098	<b>7,2</b>
<b>Minas Gerais</b>	<b>496.484</b>	454.836	41.649	<b>6,6</b>
<i>RM Belo Horizonte</i>	107.044	106.221	823	5,6
<b>Espírito Santo</b>	<b>83.323</b>	79.910	3.413	<b>5,8</b>
<i>RM Grande Vitória</i>	39.079	39.045	34	5,6
<b>Rio de Janeiro</b>	<b>481.243</b>	469.316	11.927	<b>7,3</b>
<i>RM Rio de Janeiro</i>	361.619	355.130	6.489	7,5
<b>São Paulo</b>	<b>1.226.071</b>	1.197.961	28.109	<b>7,6</b>
<i>RM São Paulo</i>	590.706	579.294	11.411	7,7
<b>Região Sul</b>	<b>618.873</b>	571.291	47.582	<b>5,6</b>
<b>Paraná</b>	<b>247.153</b>	230.055	17.098	<b>6,1</b>
<i>RM Curitiba</i>	84.104	80.028	4.076	6,5
<b>Santa Catarina</b>	<b>150.793</b>	139.546	11.247	<b>5,9</b>
<i>RM Florianópolis</i>	31.914	31.105	809	7,9
<b>Rio Grande do Sul</b>	<b>220.927</b>	201.690	19.237	<b>5,1</b>
<i>RM Porto Alegre</i>	90.585	88.528	2.057	5,4
<b>Região Centro-Oeste</b>	<b>472.102</b>	430.084	42.018	<b>8,4</b>
<b>Mato Grosso do Sul</b>	<b>71.966</b>	66.830	5.136	<b>7,7</b>
<b>Mato Grosso</b>	<b>101.158</b>	85.815	15.343	<b>8,7</b>
<i>RM Vale do Rio Cuiabá</i>	31.693	30.073	1.620	10,3

<b>Goiás</b>	<b>209.424</b>	192.869	16.555	<b>8,4</b>
<i>RM Goiânia</i>	<i>67.894</i>	<i>67.693</i>	<i>201</i>	<i>7,4</i>
<b>Distrito Federal</b>	<b>89.554</b>	84.570	4.984	<b>8,9</b>
<b>BRASIL</b>	<b>5.876.699</b>	5.044.322	832.377	<b>8,0</b>
<b>Total das RMs</b>	<b>2.207.062</b>	2.133.673	73.389	<b>7,8</b>
<b>Demais áreas</b>	<b>3.669.637</b>	2.910.650	758.987	<b>8,2</b>

Fonte: Dados básicos do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, elaborado pela Fundação João Pinheiro – FJP (2019).

Conforme dados apresentados na Tab. (3.1), as regiões com maiores déficits habitacionais estão nas regiões Nordeste e Sudeste do país. Do total do déficit habitacional em 2019, 30,27% localiza-se na região Nordeste, o que corresponde a 1.778.964 milhões de unidades. Em seguida vem a região Sudeste, com 2.287.121 milhões de moradias estimadas como déficit, o que corresponde a 38,92% do total.

Há diferenças entre as regiões brasileiras em relação a localização do déficit habitacional. Enquanto nas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste o déficit habitacional nas regiões urbanas ultrapassa os 90%, nas regiões Nordeste e Norte, o déficit habitacional em área rural é extremamente alto, com 25,90% na região Nordeste e 27,38% na região Norte (Gráf. (3.2)).

Quando se compara os valores absolutos do déficit habitacional das Unidades da Federação, São Paulo ganha destaque por ser o estado cuja necessidade de novas unidades habitacionais supera um milhão de moradias, totalizando 1,226 milhão de unidades em 2019. Desse montante, quase a metade do déficit é referente a Região Metropolitana de São Paulo (RM São Paulo) com 590 mil domicílios (48,2%). Em termos relativos, São Paulo representa um déficit habitacional de 7,6%.

Em segundo lugar fica Minas Gerais, com o maior déficit em 2019, totalizando 496 mil unidades. O estado do Rio de Janeiro ocupa o terceiro lugar, com um déficit de 481 mil unidades, sendo o estado da Bahia o quarto lugar ocupado com 414 mil unidades. Em quinto lugar encontra-se o estado do Pará, com 354 mil moradias consideradas com déficit habitacional.

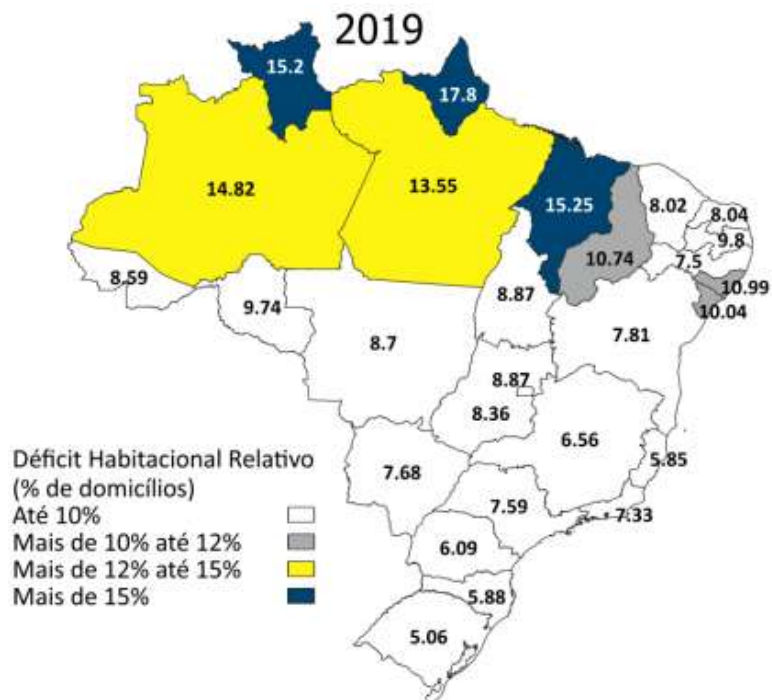
A Região Metropolitana de Macapá (RM Macapá) se destaca como Unidade da Federação com o maior déficit habitacional relativo do país. Em 2019, ela representava 18,3% do estoque de domicílios do estado. Logo em seguida Roraima e Maranhão com 15,2% do total de domicílios em situação de déficit, seguido do Amazonas com 14,8%.

As regiões Sul e Sudeste possuem os estados com os menores percentuais de déficit habitacional relativo. Destaque para o Rio Grande do Sul com o menor percentual de domicílios em déficit habitacional (5,1%), seguido pelo Espírito Santo (5,8%) e Santa Catarina (5,9%).

A Figura (3.1) representa, através de um mapa, o déficit habitacional relativo de 2019 por Unidades Federativas. Nele, são expressos percentuais de domicílios com variações de 10%

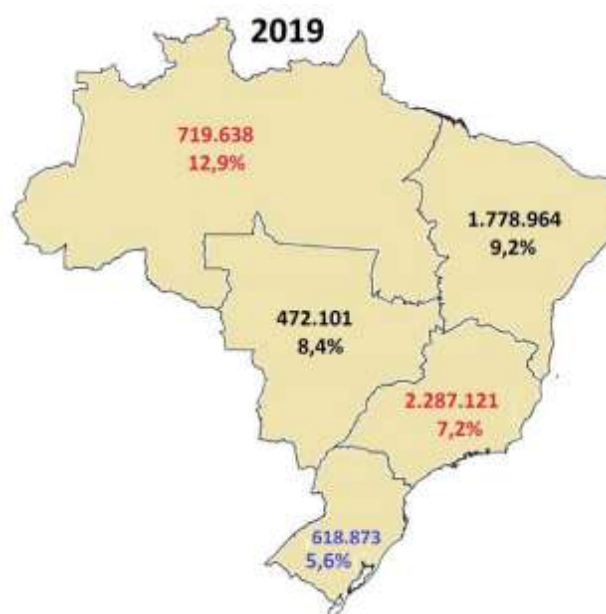
até mais de 15% de domicílios. Na Fig. (3.2) os déficits habitacionais relativos e absolutos são mostrados por regiões geográficas, sendo elas: Norte, Nordeste, Sul, Sudeste e Centro-Oeste.

**FIGURA 3.1** – Déficit Habitacional Relativo por Unidades Federativas (Brasil – 2019).



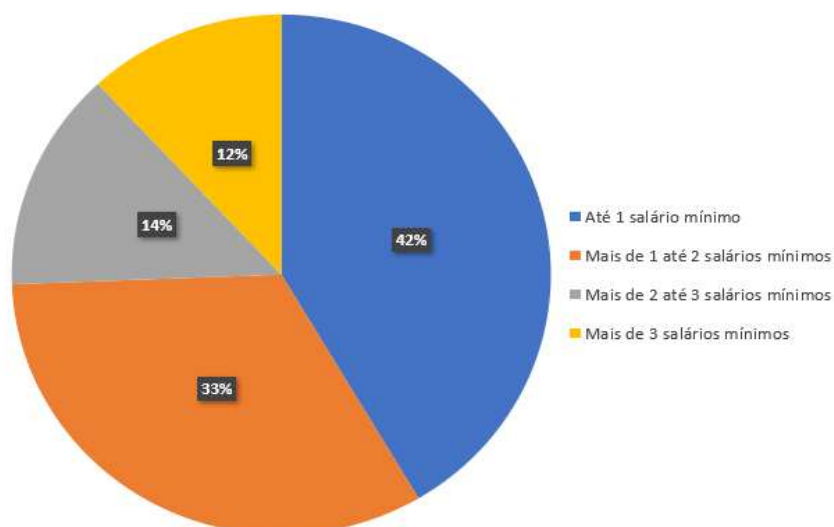
Fonte: Fundação João Pinheiro - FJP (2019).

**FIGURA 3.2** – Déficit Habitacional Relativo por Regiões (Brasil – 2019).



Fonte: Fundação João Pinheiro - FJP (2019).

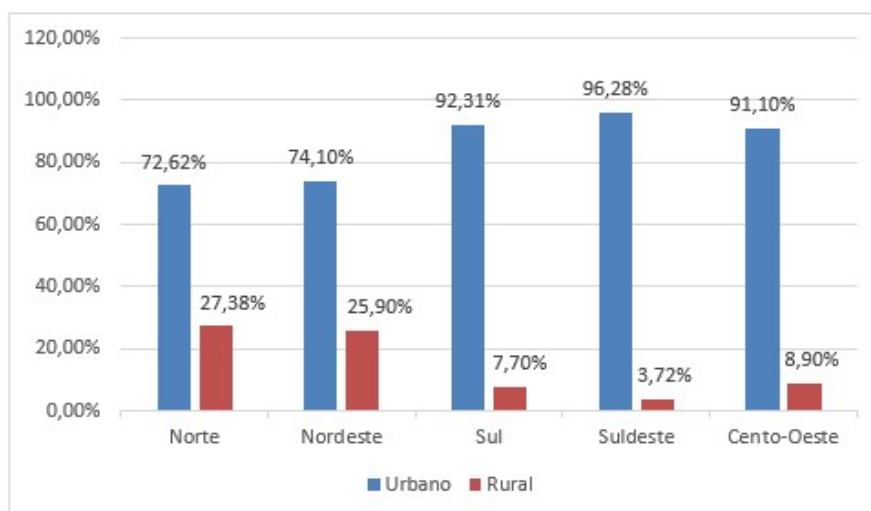
**GRÁFICO 3.1** – Distribuição Relativa do Déficit Habitacional por Faixas de Renda Familiar (Brasil – 2019).



Fonte: Dados básicos do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, elaborado pela Fundação João Pinheiro – FJP (2019), adaptado pelo autor.

Como citado anteriormente, o Gráf. (3.1) representa a distribuição relativa do déficit habitacional por faixa de renda familiar no Brasil em 2019. O gráfico traz quatro faixas salariais variando de um salário mínimo até mais de 3 salários mínimos. Em relação a distribuição do déficit total por faixas de renda, nota-se um grande acúmulo dos percentuais de até dois salários mínimos. Somadas, as faixas de renda de “Até 1 salário mínimo” e de “Mais de 1 até 2 salários mínimos” totalizam 75% do déficit total, o que representa aproximadamente 4,4 milhões de unidades.

**GRÁFICO 3.2** – Distribuição do Déficit Habitacional, por situação de domicílio, segundo regiões geográficas (Brasil – 2019)



Fonte: Dados básicos do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, elaborado pela Fundação João Pinheiro – FJP (2019).

Em virtude dos fatos mencionados, fica evidente a ligação entre habitações de interesse social com déficit habitacional. Os programas ligados à habitação no Brasil sempre foram questionáveis na construção de HIS ao longo da história no Brasil. O Banco Nacional da Habitação (BNH) beneficiou largamente a população de classe média construindo conjuntos habitacionais de péssima qualidade, além de serem localizados em áreas periféricas. O BNH financiou aproximadamente 4,5 milhões de moradias ao longo de seus 22 anos de existência (AMORE *et al.*, 2015).

No sentido de manter o ritmo do crescimento econômico do país e estimular o setor da construção civil, foi criado em 2009, o Programa Minha Casa Minha Vida – PMCMV, programa gerido pela CAIXA que representou um marco na política de acesso à moradia, vinculando ações do Governo Federal juntamente com estados, municípios e iniciativa privada.

### **3.2 PROGRAMA MCMV: PROJETO, SISTEMAS CONSTRUTIVOS E MATERIAIS**

Lançado em 2009, o Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV) contratou, em um curto prazo de 5 anos, aproximadamente 80% das unidades que o BNH financiou em toda sua existência, sendo já entregue quase a metade dessas unidades (AMORE *et al.*, 2015). Por ser tão eficiente, Rolnik (2015) caracterizou o programa como sendo uma “máquina de construção de habitações”.

“O MCMV é um conjunto de programas habitacionais do Governo Federal, com diferentes fontes de recursos e faixas de renda atendidas. Encontram-se diferentes tipos de produção habitacional, sob a etiqueta. A primeira etapa do programa compreende o período de 2009 a 2010. Instituída pela Medida Provisória 459, de 25 de março de 2009, posteriormente é convertida na Lei 11.977, de 7 de julho de 2009, e demais normas infra legais. A segunda etapa do programa (MCMV 2), iniciada em 2011 e regulamentada pela Lei 12.424, de 16 de junho, propõe a construção de 2,4 milhões de moradias. O MCMV divide as moradias produzidas em três faixas de renda, com diferentes programas e fontes de recursos” (RODRIGUES, 2013).

Amico (2011) relata que o programa “busca atingir principalmente os aspectos econômicos dos financiamentos habitacionais por meio da concessão de subsídios dados às famílias das classes sociais mais pobres, permitindo reduzir o grande déficit habitacional existente na faixa de renda mensal que vai até seis salários mínimos”.

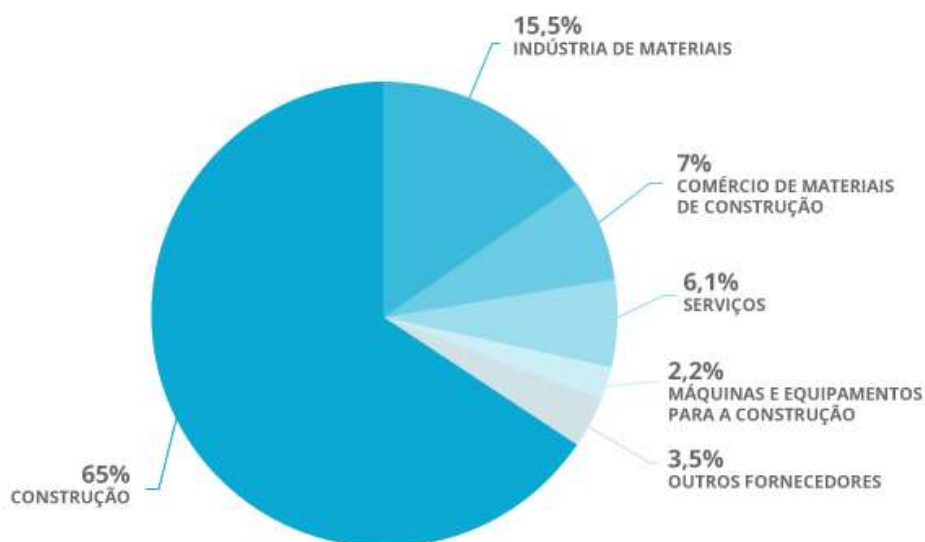
De acordo com a Lei 11.977, o programa “Minha Casa Minha Vida” tem como finalidade a criação de incentivos ao governo local para a construção de novas unidades habitacionais para população com renda menor que dez salários mínimos e que vive em situação de risco (BRASIL, 2009).

O PMCMV surgiu com o intuito de promover a construção de novas unidades habitacionais direcionadas à população de baixa renda, oferecendo subsídios, principalmente para população com renda salarial variando de 0 a 3 salários mínimos. Imóveis que, no passado, eram inacessíveis a esta faixa de renda familiar, agora podem ser comprados com subsídios que podem chegar até a 88% do valor do imóvel (CAIXA, 2012).

Ainda segundo a CAIXA (2012), a produção de imóveis residenciais tem elevado a economia, gerando oportunidades de desenvolvimento para o país. Entre abril de 2009 até 2010, no PMCMV, foram contratadas aproximadamente um milhão de unidades habitacionais, gerando empregos e contribuindo para o aquecimento da economia, além de reduzir os efeitos da crise financeira internacional do Brasil.

De acordo com Konrad (2019), o sucesso do PMCMV não pode ser medido somente pelo volume de unidades habitacionais. Ainda, segundo o autor, em 2013, a Fundação Getúlio Vargas mostrou um estudo onde, a cada um milhão de investimentos em obras, são criados 14 postos de trabalho em construtoras e mais 8 empregos na indústria de materiais de construção, no comércio de materiais e nos serviços, chegando a 22 postos de trabalho. A Câmara Brasileira da Indústria da Construção Civil (CBIC), juntamente com a Associação Brasileira da Indústria de Materiais de Construção (ABRAMAT), apresentam, no Gráf. (3.3), o perfil da cadeia produtiva da construção civil.

**GRÁFICO 3.3** – Perfil da cadeia produtiva da construção civil.



Fonte: Konrad (2019).

“Até o ano de 2017, com o auxílio do MCMV, mais de 10,5 milhões de brasileiros foram beneficiadas e mais de 2 milhões de famílias foram contempladas. Só para se ter uma base, no ano de 2013, o MCMV representava 32,1% do total de construções habitacionais do país. Com esse aumento, foram criados muitos empregos, pois alavancou o trabalho

da construção civil, representando 2,6% do trabalho formal da economia brasileira, inclusive, aumentou a compra de materiais de construção e serviços, atingindo mais de R\$11 bilhões até o final daquele ano” (PIAIA, 2018).

Jesus (2015) divide o programa MCMV em duas fases, sendo a Fase 1 de 2009 até 2010, e a Fase 2, iniciada em 2011. A autora afirma que as principais alterações nas especificações técnicas estão relacionadas à área construída dos imóveis. Para a Fase 2, segundo a tipologia das residências, a metragem que antes era de 35 m<sup>2</sup>, passa para 39,6 m<sup>2</sup>, e, para a tipologia de apartamentos, aumentou de 42 m<sup>2</sup> para 45,5 m<sup>2</sup>. O revestimento cerâmico, antes autorizado somente para áreas úmidas (box do banheiro e pia da cozinha), na nova fase, a instalação pode ser feita em toda a parede dos dois ambientes. As janelas e portas, também, tiveram seu tamanho ajustado, visando acessibilidade na casa. Assim, na nova fase, o Programa passou a se preocupar mais com a sustentabilidade, autorizando o custeio para compra e instalação de equipamentos de energia solar e equipamentos ligados a redução de consumo de água em moradias.

De acordo com Ferreira (2014), na segunda fase do Programa, questões estruturais foram alteradas, como a localização dos empreendimentos em áreas de extensão urbana contíguas a áreas já urbanizadas, redução do tamanho máximo dos condomínios limitados a 300 unidades, e a imposição da realização das obras de infraestrutura pelas Prefeituras Municipais.

**FIGURA 3.3** – Casas construídas pelo PMCMV na cidade de São Paulo.



Fonte: Cartacapital (2019).

Segundo a CAIXA (2011):

“O PMCMV compreende dois programas nacionais: a) o Programa Nacional de Habitação Urbana (PNHU); b) o Programa Nacional de Habitação Rural (PNHR). A União destinou a esses programas R\$ 2,5 bilhões e R\$ 500 milhões, respectivamente, a título de subvenção econômica, para facilitar a aquisição, produção e requalificação do imóvel residencial de famílias com renda mensal de até seis salários mínimos, nas regiões urbanas, e, dos agricultores familiares e

trabalhadores rurais conforme sua faixa de renda, limitado a renda familiar anual a R\$ 10.000,00, nas regiões rurais.”

O PMCMV abrange alguns recursos, disponíveis em vários fundos, dos quais se destacam: o PNHR, destinado às famílias que habitam em áreas rurais, objetivando a reforma de suas moradias, através de subsídios para a aquisição de materiais de construção; e o PNHU, que visa completar a capacidade financeira do beneficiário para a quitação das parcelas mensais de financiamentos habitacionais dos imóveis localizados em áreas urbanas (CAIXA, 2011).

De acordo com o Brasil (2020), o PNHU é subdividido nas seguintes modalidades:

- a) *Fundo de Arrendamento Residencial (FAR)*: destinado às famílias de baixa renda através de produção habitacional contratada com empresas;
- b) *Entidades*: destinado às famílias organizadas por uma Entidade Organizadora, de competência do MDR (Ministério do Desenvolvimento Regional);
- c) *Oferta Pública*: destinada à municípios com até 50 mil habitantes;
- d) *Financiamentos (ou FGTS)*: financiamentos destinados às famílias com renda maior, principalmente com recursos do FGTS.

Brasil (2020) destaca que o PNHR se subdivide em grupos de renda, sendo eles:

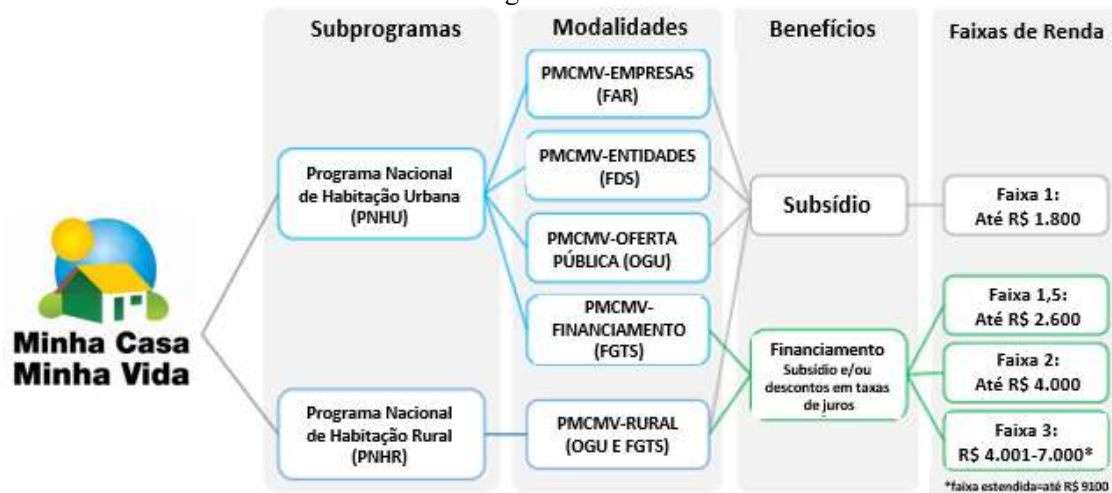
- a) *Grupo 1*, também chamado de “Modalidade PNHR Faixa 1”: destinado a trabalhadores rurais e agricultores familiares com renda familiar anual inferior a R\$ 17.000,00 (dezesete mil reais). O objetivo desse grupo é reformar ou construir imóveis com recursos do Orçamento Geral da União (OGU);
- b) *Grupo 2 e 3*: destinados a beneficiários que podem contratar diretamente o financiamento, com o uso exclusivo do FGTS. Para o Grupo 2, a faixa de renda familiar anual varia entre R\$ 17 mil e R\$ 33 mil, e para o Grupo 3 acima de R\$ 33 mil até R\$ 78 mil.

Para a implantação de empreendimentos no programa PNHU, deve ser observado quatro requisitos:

“A localização do terreno na malha urbana ou em área de expansão que atenda aos requisitos estabelecidos pelo Poder Executivo federal, observado o respectivo plano diretor, quando existente; a adequação ambiental do projeto; a infraestrutura básica que inclua vias de acesso, iluminação pública e solução de esgotamento sanitário e de drenagem de águas pluviais e permita ligações domiciliares de abastecimento de água e energia elétrica, e, por fim, a existência ou compromisso do poder público local de instalação ou de ampliação dos equipamentos e serviços relacionados a educação, saúde, lazer e transporte público” (BRASIL, 2009).

A implementação do Programa envolve entidades como o Governo Federal, estados, municípios, instituições financeiras, empresas ligadas à construção civil e de sua cadeia produtiva e representantes da sociedade civil. A Figura (3.4) sintetiza essa compartimentação do Programa.

**FIGURA 3.4 – Diagrama Resumo do PMCMV.**



Fonte: Vieira (2020).

Os beneficiários do PMCMV são classificados por categorias, classificadas por faixas relacionadas a limites de renda, ou seja, quanto maior a renda, menor é o subsídio do governo para compra da moradia. A Tabela (3.2) apresenta a tipologia de subsídios ofertados para cada faixa de renda do PMCMV urbano.

**TABELA 3.2 – Faixas dos beneficiários do PMCMV – PNHU.**

	<b>CRIAÇÃO</b>	<b>OGU/FGTS</b>	<b>TAXA DE JUROS</b>
<b>Faixa 1</b>	2009	Somente OGU	--
<b>Faixa 1,5</b>	2016	OGU + FGTS	5%
<b>Faixa 2</b>	2009	OGU + FGTS	5,5% a 7,0%
<b>Faixa 3</b>	2009	Somente FGTS	8,16% a 9,16%

Fonte: CAIXA (2021a).

Conforme dados apresentados na Tab. (3.2), é possível notar que a Faixa 1 é diferente das demais por contar exclusivamente com recursos do OGU, principalmente por ser do Fundo de Arrendamento Residencial (FAR) e por ser destinada à população de baixa renda. Nessa faixa, o imóvel é quase todo subsidiado pelo governo, além de não ser cobrado juros, fatos estes que caracterizam o projeto social do programa. O recurso do FGTS é acrescentado nas demais faixas, com destaque para a Faixa 3, que recebe exclusivamente subsídios do FGTS, e a Faixa 1.5, criada em 2016.

De acordo com Brasil (2020), o valor da renda mensal familiar tem passado por mudanças ao longo das fases do programa. Na Tabela (3.3) é possível ver a evolução dos valores por faixas de renda ao longo dos anos.

**TABELA 3.3** – Evolução das faixas de renda familiar - PNHU.

	<b>Fase 1 (2009)</b>	<b>Fase 2 (2011)</b>	<b>Fase 3 (2016)</b>	<b>(Atual - 2019)</b>
<b>Faixa 1</b>	Até R\$ 1.395	Até R\$ 1.600	Até R\$ 1.800	Até R\$ 1.800
<b>Faixa 1,5</b>	--	--	Até R\$ 2.350	Até R\$ 2.350
<b>Faixa 2</b>	Até R\$ 2.790	Até R\$ 3.275	Até R\$ 3.600	Até R\$ 4.000
<b>Faixa 3</b>	Até R\$ 4.650	Até R\$ 5.000	Até R\$ 6.500	Até R\$ 9.000

Fonte: Brasil (2020).

Observa-se na Tab. (3.3) que as Faixas 2 e 3 apresentam um aumento de valores significativo de 43,4% e 93,5% respectivamente entre 2009 e 2017. Valores estes que podem ser comparados ao IPCA (Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo), que entre 2009 e 2017 ficou acumulado em 60,8%.

A sociedade precisa muito de programas como esse do governo federal, mas existe o descaso com a população, onde a falta de contribuição tem transformado as cidades em caos. Existe, de fato, a necessidade de incentivos sérios, do governo e empresas, para que haja uma transformação na vida dessas pessoas. O surgimento de favelas e guetos é o triste resultado de todos os problemas que a sociedade está passando.

Para Fix (2009), o PMCMV é indicado como “uma das principais ações do governo em reação à crise econômica internacional – ao estimular a criação de empregos e de investimentos no setor da construção – e também como uma política social em grande escala”. Uma das principais razões de criação desse programa, pelo governo federal, é a certeza da redução do déficit habitacional brasileiro, mas infelizmente, eles não conseguem enxergar que somente uma tipologia de construção para o Brasil inteiro não terá resultados satisfatórios.

O que se observa é que os programas sociais estão desatualizados. Depois de vários anos de criação, a política habitacional permanece com a mesma lógica de funcionamento do BNH, onde é formada pela garantia do trabalho das empreiteiras e aumento do consumo da moradia.

Do ponto de vista qualitativo e quantitativo, o Programa Minha Casa Minha Vida precisa ser reavaliado, pois o mesmo está ultrapassado, não propõe mudanças, nem mesmo incorpora avanços para o bem da população e crescimento das cidades. Nascimento e Tostes (2010) afirmam que morar em cidades brasileiras significa absorver com menor ou maior comprometimento os padrões de desigualdade e separação do nosso espaço e de nossa sociedade, onde as características contribuem diretamente a situação das pessoas, suas

perspectivas e possibilidades. A transformação que define os padrões quantitativos e qualitativos desta ocupação é essencial para o embate da questão habitacional no Brasil.

O Programa Minha Casa Minha Vida não traz soluções de transformações para os problemas de nossas cidades. Ao reduzir o morar às unidades habitacionais, o Estado assume a culpa em colaborar com a reprodução de uma série de problemas ligados a urbanização, dessa forma, perde a oportunidade de transformar os espaços de nossas cidades em ambientes com qualidade (TOSTES, 2011).

Dentro dessa ótica, a necessidade de construir habitações de qualidade é extremamente importante, porém não é o que vem sendo executado pelo poder público e privado, pois a visão deles é quantidade e não qualidade. Contudo, o grande desafio é construir um elevado número de unidades habitacionais com baixo custo e boa qualidade. Na construção de empreendimentos de HIS se deve considerar aspectos como qualidade de vida da população, além de proporcionar o mínimo de conforto. Outro ponto importante que deve ser levado em consideração nas HIS são as normas de desempenho e durabilidade que, se não forem atendidas, as habitações poderão ser revertidas para índices de domicílios inadequados (TAKAOKA, 2013).

A produção das habitações em massa, realizado pelo MCMV, gerou a padronização das habitações no Brasil. A preocupação com o desempenho e conforto ambiental das unidades habitacionais, e as técnicas construtivas adotadas, não são pensadas conforme a situação urbana o qual o terreno está localizado. Assim, se torna muito difícil a inserção destas edificações no contexto urbano, não se preocupando com as diversidades sociais e culturais da população (AMORE, 2015).

Segundo Piaia (2018), a construção das unidades habitacionais de pouca complexidade, de baixo custo e pouca diversidade, foi a forma mais viável e eficiente para inspecionar as famílias de baixa renda, assegurando mais votos diretos e indiretos. Dessa forma, a qualidade final da edificação entregue à essas famílias não era a prioridade, mas sim, a quantidade total de habitações entregues. Assim, a autora afirma que “o que foi criado até o momento são edificações em larga escala, localizadas fora de malha urbana, cheia de patologias construtivas, que abrigam numerosas famílias, onde muitas não se adéquam as faixas de renda solicitadas pelo programa”.

Conforme relatório criado pelo Ministério da Transparência e Controladoria Geral da União (CGU), em 2017, aproximadamente 55% das residências do MCMV apresentaram defeitos de construção, apesar de tanto investimento e compra de materiais de construção. A avaliação foi realizada em residências que se encaixaram nas faixas 2 e 3 do programa, juntamente com recursos vindos do FGTS, tendo como objetivo, verificar a legitimidade dos contratos vindos da CEF, em parceria com construtoras e usuários, além de verificar o nível de satisfação das famílias beneficiadas (MINISTÉRIO DA TRANSPARÊNCIA E CONTROLADORIA GERAL DA UNIÃO, 2017).

A CEF disponibiliza em seu site informações necessárias de como funciona o programa, demonstrando as especificações mínimas necessárias para a realização de cada tipologia. Os dados vão desde a descrição dos materiais essenciais para cada edificação até a identificação dos tipos de ambientes mínimos. As Tabelas (3.4) e (3.5) apresentam dados da Fase 1 do Programa (2009 a 2010) contendo especificações mínimas conforme cada modalidade presentes na cartilha do MCMV, sendo elas:

- a) Modalidade 01: Tipologia Casa Térrea com área interna útil de 36m<sup>2</sup>;
- b) Modalidade 02: Tipologia Conjunto de Apartamentos com área interna útil a partir de 41 m<sup>2</sup> (a metragem final depende do valor que será financiado).

**TABELA 3.4 – Especificações da Tipologia Casa Térrea – Área útil interna de 36 m<sup>2</sup>.**

<b>Compartimentos</b>	Sala, cozinha, banheiro, circulação, dois dormitórios, e área externa com tanque e máquina.
<b>Área interna útil (área interna sem contar áreas de parede)</b>	A área mínima da casa deve ser resultante das dimensões mínimas atendendo o mobiliário mínimo definido, não podendo ser inferior a 36,00m <sup>2</sup> , se área de serviço externa, ou 38,00m <sup>2</sup> , se área de serviço for interna.
<b>Piso</b>	Cerâmica esmaltada em toda a unidade, com rodapé.
<b>Cobertura</b>	Em telha cerâmica/ concreto com forro ou de fibrocimento com laje, sobre estrutura de madeira ou metálica.
<b>Esquadrias</b>	Portas internas em madeira. Admite-se porta metálica no acesso à unidade. Batente em aço ou madeira desde que possibilite a inversão do sentido de abertura das portas. Vão livre de 0,80m x 2,10m em todas as portas. Previsão de área de aproximação para abertura das portas (0,60m interno e 0,30m externo), maçanetas de alavanca a 1,00m do piso.
<b>Passeio</b>	0,50m no perímetro da construção.

Fonte: Piaia (2018).

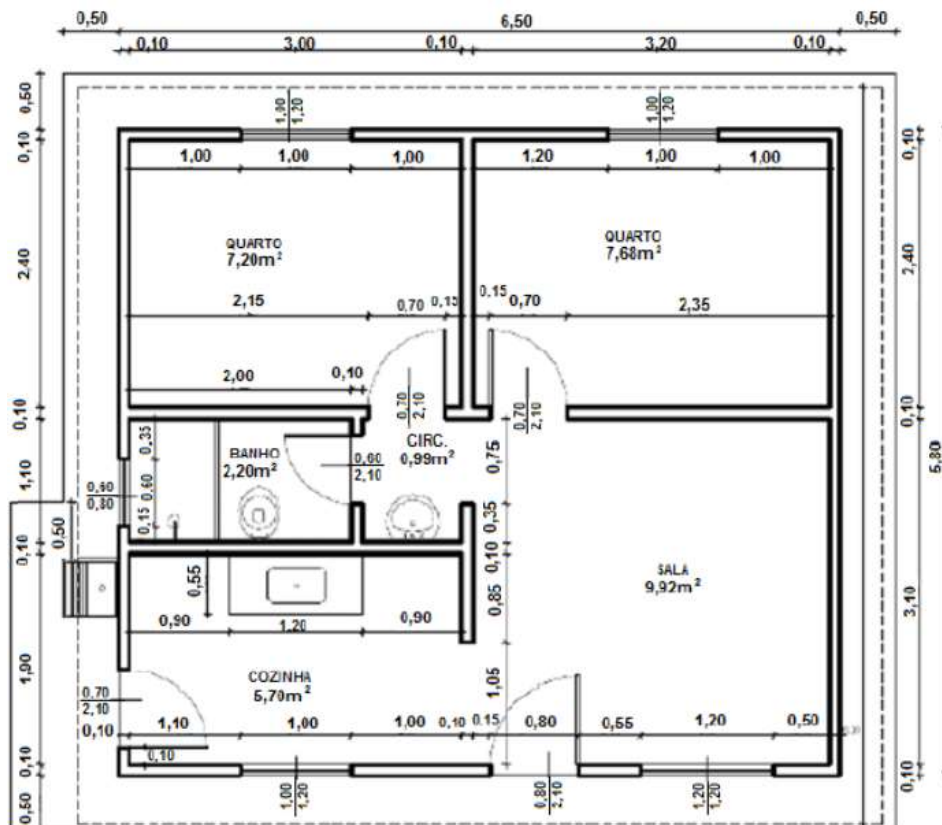
**TABELA 3.5 – Especificações da Tipologia Conj. de Apartamentos – Área útil interna de 41 m<sup>2</sup>.**

<b>Compartimentos</b>	Sala, um dormitório para casal e um dormitório para duas pessoas, cozinha, área de serviço e banheiro
<b>Área interna útil (área interna sem contar áreas de parede)</b>	A área mínima de apartamento deve ser a resultante das dimensões mínimas atendendo o mobiliário mínimo, não podendo ser inferior a 41,00m <sup>2</sup>
<b>Piso</b>	Cerâmica em toda a unidade, com rodapé. Cerâmica no hall e nas áreas de circulação internas. Cimentado alisado nas escadas
<b>Cobertura</b>	Sobre a laje, em telha cerâmica ou de fibrocimento, com estrutura em madeira ou metálica. Admite-se laje inclinada desde que coberta com telhas.
<b>Esquadrias</b>	Portas internas em madeira. Admite-se porta metálica no acesso à unidade. Batente em aço ou madeira desde que possibilite a inversão do sentido de abertura das portas. Vão livre de 0,80m x 2,10m em todas as portas. Previsão de área de aproximação para abertura das portas (0,60m interno e 0,30m externo), maçanetas de alavanca a 1,00m do piso
<b>Pé-direito mínimo</b>	2,30m nos banheiros e 2,50m nos demais cômodos
<b>Calçadas</b>	Largura mínima de 0,90m

Fonte: Piaia (2018).

As Figuras (3.5) e (3.6) apresentam a tipologia Casa Térrea ofertada pelo programa, conforme padrões estabelecidos pelas especificações técnicas apresentado na Tab. (3.4). A Figura (3.5) mostra um modelo de uma planta baixa contendo dois dormitórios, um banheiro, uma sala, uma cozinha e um tanque de lavar roupas coberto somente pelo beiral.

**FIGURA 3.5** – Modelo de Planta Baixa – Tipologia Casa Térrea do PMCMV.



Fonte: Martinez *et al.* (2013).

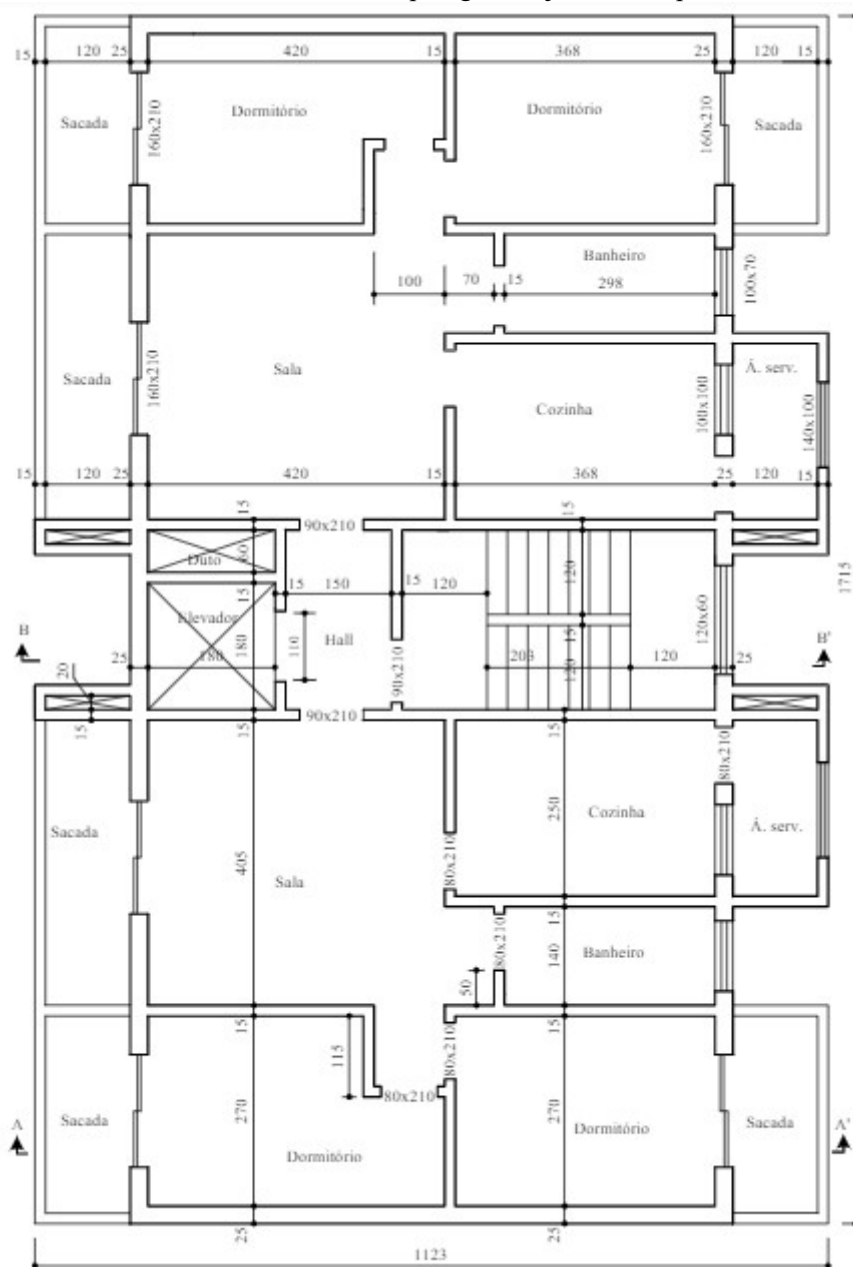
**FIGURA 3.6** – Unidades Habitacionais Térreas – Tipologia Casa Térrea do PMCMV.



Fonte: Martinez *et al.* (2013).

As unidades habitacionais verticais também devem seguir os padrões estabelecidos pelas especificações técnicas apresentado na Tab. (3.5). A Figura (3.7) apresenta um modelo de planta baixa da tipologia Conjuntos de Apartamentos e a Fig. (3.8) apresenta a fachada de um destes empreendimentos. As especificações técnicas se diferem minimamente das especificações das unidades habitacionais térreas.

**FIGURA 3.7** – Modelo de Planta Baixa – Tipologia Conjuntos de Apartamentos do PMCMV.



Fonte: Martinez *et al.* (2013).

**FIGURA 3.8** – Unidades Habitacionais Verticais – Tipologia Conjunto de Apartamentos do PMCMV.



Fonte: Martinez *et al.* (2013).

O MCMV é um programa que prioriza famílias com renda de até três salários mínimos, no entanto, para que as construtoras trabalhem com habitações para famílias com esse perfil, existe algumas dificuldades, pois nem sempre o lucro obtido é satisfatório. Assim, Leal (2010) afirma que, para viabilizar o sistema, construtoras buscam criar e utilizar sistemas construtivos alternativos possuindo características como: padronização, redução do tempo, escala e redução do desperdício. O autor ainda cita alguns sistemas construtivos como alvenaria estrutural, *wood frame*, *steel frame*, *drywall*, paredes de concreto armado moldadas *in loco* com fôrmas removíveis e painéis pré-fabricados.

De acordo com Misurellie *et al.* (2009), o sistema construtivo de paredes de concreto armado moldadas *in loco* com fôrmas removíveis é um excelente método para ser aplicado na construção de habitações econômicas, pois trata-se de um método construtivo racionalizado que oferece qualidade, produtividade e economia de escala, quando o objetivo é reduzir o déficit habitacional. Silva (2010) afirma que, com esse método, é possível a construção de uma casa popular de aproximadamente 60 m<sup>2</sup> por dia, com nove homens e um jogo de fôrma, deixando a casa concretada com as tubulações hidráulicas e elétricas embutidas. O sistema proporciona o uso de mão de obra mais simples e fácil de ser treinada, oferece maior conforto acústico e térmico, além de eliminar o uso de madeiras e de improvisações (SH Fôrmas, 2008).

Infelizmente, a prática de construção no Brasil é toda centrada no processo construtivo convencional (estrutura de concreto armado moldadas *in loco* com vedações de tijolo cerâmico), onde o consumo de recursos naturais não renováveis é alto, o trabalho manual de canteiro de obra é pesado e os resíduos sólidos são gerados em grandes quantidades gerando desperdício.

No SINAT (2010) consta que:

“O sistema construtivo de Parede de Concreto Armado moldada *in loco*, tem como principal característica a moldagem *in loco* dos elementos de estrutura e vedação. A execução ou moldagem das paredes e lajes podem ser realizadas simultaneamente, quando o sistema construtivo é denominado tipo túnel, ou em ciclos alternados, quando o sistema é denominado tipo parede. Todas as paredes de cada ciclo construtivo de uma edificação são moldadas em uma única etapa de concretagem, permitindo que, após a desfôrma, as paredes já contenham em seu interior, vãos para portas e janelas, tubulações de instalação elétrica, ranhuras para tubulações hidráulicas de pequeno diâmetro, elementos de fixação para cobertura e outros elementos específicos quando for o caso. As instalações com tubos de grande diâmetro não são embutidas nas paredes, mas sim em shafts, previamente deixados nas paredes, como aberturas”.

Misurellie *et al.* (2009) afirma que é possível a utilização do sistema construtivo de paredes de concreto tanto para conjuntos habitacionais do MCMV (população de baixa renda) quanto para edifícios de alto padrão, uma vez que o sistema possibilita a construção de casas térreas e sobrados, de edifícios com até cinco pavimentos padrão com esforços de compressão, de edifícios com até trinta pavimentos padrão e, também, mais de trinta pavimentos considerados específicos e especiais.

Uma construção habitacional deve caminhar em paralelo com as necessidades dos moradores, comunidade social e com o meio ambiente, favorecendo a economia com o baixo custo da construção, uso e manutenção. Segundo Librelotto (2005), um projeto habitacional possui condicionantes econômicos ligados a disponibilidade de materiais e apoio técnico, métodos de construção racionalizados, processos de execução mais eficientes, economia de infraestrutura urbana e economia no uso de gás canalizado e água.

Librelotto (2012) destaca a importância que a escolha do sistema construtivo e a seleção de projetos tem na construção de uma habitação, pois devem garantir:

- A) baixo custo e durabilidade, não deixando de estar conforme as normas de durabilidade e desempenho;
- B) adequação ao entorno e infraestrutura existente e utilizar de recursos regionais;
- C) redução do impacto ambiental e consumo de energia incorporada;
- D) flexibilidade da habitação no que tange as reformas e ampliações.

Depois de aproximadamente onze anos de existência, o Governo Federal lança, em janeiro de 2021, a nova versão do Programa, antes chamado “Minha Casa Minha Vida”, agora repaginado com o nome de “Casa Verde e Amarela”. A versão atual do programa de acesso à habitação tem como objetivo facilitar o acesso da população à moradia digna, oferecendo juros acessíveis para financiamentos, quanto pela melhoria das residências e realização de regularização fundiária. A intenção do programa Casa Verde e Amarela é que, pelo menos um milhão de pessoas, possam ter acesso ao programa, caso estejam fora do sistema de crédito

imobiliário. A finalidade do Programa é que, até 2024, cheguemos em 1,6 milhões de famílias de baixa renda beneficiadas com contratos de crédito imobiliário.

O Casa Verde e Amarela é regido pela Lei 14.118, promulgada em janeiro de 2021, e conta com alguns pontos positivos em relação a melhoria das moradias. A ideia central do programa é a regularização das famílias com casa própria, mas sem escritura, a oferta de soluções para reforma, e descontos adicionais para as regiões Norte e Nordeste para modalidade do FGTS (faixas 1,5 a 3). A Tabela (3.6) apresenta um resumo comparativo dos elementos chave do PMCMV e do Casa Verde e Amarela.

**TABELA 3.6 – Comparativo entre o PMCMV e o Programa Casa Verde e Amarela.**

	PMCMV	Casa Verde e Amarela
<b>Informações Gerais</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Criado com o objetivo de reduzir o déficit habitacional e estimular a atividade econômica;</li> <li>• Limite de renda de R\$ 9 mil (faixa 3);</li> <li>• Recursos da União são despendidos apenas nas faixas 1 e 1,5 e 2;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Finalidade do programa é promover direito à moradia;</li> <li>• Associado ao desenvolvimento econômico, geração de trabalho e renda e à elevação dos padrões de habitabilidade e qualidade de vida;</li> <li>• Se forem cedidos recursos da União as famílias atendidas devem ter renda de até R\$ 7 mil mensais em áreas urbanas e até R\$ 48 mil em áreas rurais;</li> <li>• Para regularização fundiária o PCVA atende com recursos da União fica limitado ao que é previsto na Lei 13.465/2017: “Art. 13. A Reurb compreende duas modalidades: I - Reurb de Interesse Social (Reurb-S) - regularização fundiária aplicável aos núcleos urbanos informais ocupados predominantemente por população de baixa renda, assim declarados em ato do Poder Executivo municipal; .....”</li> </ul>
<b>Diretrizes</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Promoção da melhoria da qualidade de vida dos beneficiários;</li> <li>• Promoção habitacional de acordo com os planos diretores municipais;</li> <li>• Criação de empregos;</li> <li>• Promoção de acessibilidade a pessoas com deficiência;</li> <li>• Promover ações inclusivas de caráter socioeducativo para o fortalecimento da autonomia das famílias e inclusão produtiva; (Portaria MDR 114 de 9 de fevereiro de 2018)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Atender a demanda por habitações do país adaptando as peculiaridades regionais e socioculturais;</li> <li>• Promover o planejamento urbanístico e priorizar o atendimento social da moradia;</li> <li>• Redução das desigualdades sociais e regionais;</li> <li>• Sustentabilidade econômica e social dos empreendimentos habitacionais e transparência nos processos de escolha dos participantes do PCVA.</li> <li>• Redução de impactos ambientais, economia de recursos naturais e conservação e uso racional de energia. (PLV 41/2020)</li> </ul>
<b>Objetivos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reduzir o déficit habitacional;</li> <li>• Promover o desenvolvimento econômico</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ampliar o estoque de moradias, sobretudo o de baixa renda;</li> <li>• Promover a melhora do estoque de moradias existentes, melhorando as inadequações habitacionais em geral;</li> <li>• Estimular a modernização do setor de Construção civil e promover o desenvolvimento institucional dos agentes responsáveis pelo PCVA.</li> </ul>
<b>Recursos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Os recursos do PMCMV são do OGU, FAR, FDS, FGTS.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Os recursos do PCVA serão oriundos de dotações da União, do FNHIS, FAR, FDS, FGTS, operações de crédito da União firmadas com organismos multilaterais; doações públicas ou privadas, contrapartidas financeiras e outros.</li> </ul>

<b>Outras Anotações</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dividido em 4 faixas de renda: 1, 1,5, 2 e 3;</li> <li>• Envolve agentes públicos e privados;</li> <li>• Envolve União, Estados, Municípios, famílias, construtoras e agentes financeiros.;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• O poder executivo definirá em regulamento as regras para participação no PCVA tais como renda, limites para subvenções econômicas, metas do programa, tipos de benefício para as famílias, remuneração dos agentes operadores, entre outros.</li> <li>• Agentes públicos e privados serão responsáveis pelas etapas de promoção do PCVA;</li> <li>• O MDR será responsável pela gestão, monitoramento, e avaliação do PCVA;</li> <li>• A união, agentes financeiros, estados, municípios e famílias são os demais participantes do processo em suas etapas;</li> </ul>
<b>Vedações de aquisição de imóveis por pessoa física</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Beneficiário que tenha recebido benefício de natureza habitacional oriundo de recursos orçamentários da União, do FAR, do FDS ou de descontos habitacionais concedidos com recursos do FGTS, excetuadas as subvenções ou descontos destinados à aquisição de material de construção e subvenções relacionadas a reassentamentos e para atendimento de calamidade pública.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Seja titular de contrato do FGTS;</li> <li>• Tenha posse, de alguma forma, de imóvel residencial no país;</li> <li>• Já tenha recebido, nos últimos 10 anos, benefícios similares de subvenções econômicas do OGU, FAR, FDS ou descontos com recursos do FGTS, exceto descontos disponibilizados pelo INCRA; A MP cita casos específicos em que não se aplicam as regras acima.</li> </ul>

Fonte: Brasil (2020).

Diante dos fatos mencionados, a intenção do programa é boa, no sentido de tentar reduzir o grave problema do déficit habitacional, mas hoje, as habitações de interesse social já existentes no Brasil, não atendem as expectativas e necessidades das famílias brasileiras. Isso se deve ao fato de muitas construtoras priorizarem a quantidade, e não a qualidade das habitações, por utilizarem materiais de baixa qualidade e mão-de-obra não especializada, além de projetos sem nenhum tipo de conforto, nem mesmo qualidade, gerando produtos com graves falhas técnicas. A esperança é que essa nova fase do programa (Casa Verde e Amarela) venha corrigir as falhas, suprimindo as necessidades e carências da população no sentido de ampliar o estoque de moradias, com qualidade e desempenho, sobretudo, a população de baixa renda. Com relação a sustentabilidade, o programa Casa Verde e Amarela surge com a garantia da sustentabilidade econômica e social dos empreendimentos habitacionais com destaque para a etapa do programa chamada Melhoria Habitacional (MH), que consiste na ampliação e reforma de imóveis, onde os mesmos poderão ter equipamentos de aquecimento solar ou eficiência energética instalados, indo ao encontro da sustentabilidade e qualidade para o programa e famílias.

### 3.3 NORMA DE DESEMPENHO DAS EDIFICAÇÕES: NBR 15575

A NBR 15575 – Norma de Desempenho para Edificações Habitacionais (ABNT, 2013) trata dos critérios e requisitos de desempenho envolvendo edificações habitacionais. A Norma auxilia no processo de análise do sistema construtivo, determinando critérios em relação ao desempenho térmico e acústico, de segurança e iluminação. Outro ponto importante tratado é a questão da habitabilidade, em que são considerados fatores como acessibilidade, saúde, funcionalidade, higiene e qualidade do ar (ABNT, 2013).

Segundo a ABNT (2013), a NBR 15575 é dividida nas seguintes partes:

- a) Parte 1: Requisitos gerais;
- b) Parte 2: Requisitos para os sistemas estruturais;
- c) Parte 3: Requisitos para os sistemas de pisos;
- d) Parte 4: Requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas;
- e) Parte 5: Requisitos para os sistemas de coberturas;
- f) Parte 6: Requisitos para os sistemas hidrossanitários.

As normas de desempenho podem ser definidas como um conjunto de critérios e requisitos estabelecidos para uma edificação habitacional, juntamente com seus sistemas, com base em requisitos do usuário, independentemente dos materiais constituintes ou da sua forma.

“Ao contrário das normas tradicionais, que prescrevem características dos produtos com base na consagração do uso, normas de desempenho definem as propriedades necessárias dos diferentes elementos da construção, independentemente do material constituinte. No primeiro caso, deve-se utilizar o produto em atendimento às suas características. No segundo, deve-se desenvolver e aplicar o produto para que atenda às necessidades da construção” (BERTINI *et al.*, 2013).

Para que se mantenha e atinja o desempenho almejado durante o prazo de vida útil de projeto, a Norma define algumas obrigações para construtores, incorporadores, usuários, projetistas e outros. Em suas diferentes fases, o processo das habitações requer ações duras dos diferentes intervenientes com o objetivo de atingir e manter os níveis de desempenho pretendidos.

Com relação aos incorporadores, Bertini *et al.* (2013) estabelece que é obrigação a identificação dos riscos previsíveis na época do projeto, onde o incorporador deve providenciar os estudos técnicos requeridos promovendo, aos projetistas, as informações necessárias. Os riscos previsíveis podem ser: contaminação do lençol freático, presença de aterro sanitário na área de implantação da obra, presença de agentes agressivos no solo, além de passivos ambientais.

Ao construtor, fica a obrigação de elaborar os Manuais de Uso, Operação e Manutenção, além de propostas de modelo de gestão da manutenção, conforme as normas NBR 14037 e NBR 5674, devendo ser entregues ao usuário, proprietário da unidade privada e ao condomínio, mediante o início de uso da edificação. Com relação aos manuais, já mencionados anteriormente, recomenda-se que haja o registro dos correspondentes prazos de Vida Útil de Projeto (VUP) e prazos de garantia ofertados pelo construtor ou pelo incorporador. (BERTINI *et al.*, 2013).

De acordo com o CBIC (2013), os projetistas devem indicar e estabelecer, nos respectivos desenhos e memoriais, a Vida Útil de Projeto (VUP) de todos os sistemas englobados na obra, especificando os produtos, materiais e processos que venham atender ao

desempenho requerido. Dessa forma, para que a VUP possa ser atingida, o projetista deve recorrer às disposições de normas técnicas prescritivas, às boas práticas de projeto, ao desempenho indicado pelos fabricantes dos produtos especificados no projeto e a demais recursos do estado da arte mais recente.

Ao usuário e/ou proprietário, compete a utilização da edificação de forma correta, não realizando alterações nas cargas, na sua destinação ou solicitações previstas nos projetos originais, sem que seja autorizado pela construtora e/ou poder público. Compete ainda realizar as manutenções corretivas e preventivas de acordo com o Manual de Uso, Operação e Manutenção do imóvel, que foi escrito conforme norma da ABNT NBR 14037, promovendo a gestão e registro documentado das manutenções conforme norma ABNT NBR 5674 (BERTINI *et al.*, 2013).

### 3.3.1 Desempenho, Durabilidade e Vida Útil (VU)

Segundo a NBR 15575-1 (2013), internacionalmente é possível estabelecer o desempenho de uma edificação por meio da definição de critérios quantitativos ou premissas, requisitos qualitativos e métodos de avaliação, os quais permitem a mensuração, bem objetiva, do seu cumprimento (POSSAN; DEMOLINER, 2013).

O desempenho de uma edificação é estabelecido por critérios de desempenho que, de acordo com a NBR 15575-1 (2013), são determinações quantitativas dos requisitos de desempenho, explícitos em termos de quantidade mensuráveis, podendo ser determinados. Esta prevê, para edifícios habitacionais, doze critérios de desempenho baseados na norma internacional ISO 6241 de 1984, sendo adaptados para a realidade do Brasil (*vide* Tab. (3.7)).

**TABELA 3.7 – Critérios de desempenho.**

<b>Itens</b>	<b>ISO 6241 (1984)</b>	<b>NBR 15575-1 (2013)</b>
<b>1</b>	Estabilidade estrutural e resistência a cargas estáticas, dinâmicas e cíclicas	Desempenho estrutural
<b>2</b>	Resistência ao fogo	Segurança contra incêndio
<b>3</b>	Resistência à utilização	Segurança no uso e na operação
<b>4</b>	Estanqueidade	Estanqueidade
<b>5</b>	Conforto higrotérmico	Desempenho térmico
<b>6</b>	Conforto acústico	Desempenho acústico
<b>7</b>	Conforto visual	Desempenho lumínico
<b>8</b>	Durabilidade	Durabilidade e manutenibilidade
<b>9</b>	Higiene	Saúde, higiene e qualidade do ar
<b>10</b>	Conforto tátil	Funcionalidade e acessibilidade
<b>11</b>	Conforto antropométrico	Conforto tátil e antropodinâmico
<b>12</b>	Qualidade do ar	Adequação ambiental

Fonte: Possan; Demoliner (2013), adaptado pelo autor.

De acordo com a Norma, o desempenho adequado de uma edificação está relacionado a captação dos requisitos de desempenho, junto ao usuário. A partir destes requisitos qualitativos (conforto, resistência, boa estética, segurança, etc), devem-se determinar critérios de desempenho (citados na Tab. (3.7)) por meio de resoluções normativas prescritivas vigentes.

“As Normas prescritivas estabelecem requisitos com base no uso consagrado de produtos ou procedimentos, buscando o atendimento às exigências dos usuários de forma indireta. Já as Normas de desempenho traduzem as exigências dos usuários em requisitos (qualitativos) e critérios (quantitativos), e são consideradas como complementares as Normas prescritivas, sem substituí-las. A utilização simultânea de normas prescritivas e de desempenho visa atender às exigências do usuário com soluções tecnicamente adequadas” (NBR 15575, ABNT, 2013).

De fato, é importante ressaltar que a NBR 15575 (ABNT, 2013) não é aplicada em obras em andamento, obras de reformas, de *retrofit*, edificações provisórias, nem mesmo em edificações que foram concluídas até a data da sua entrada em vigor (19 de julho de 2013). Segundo Possan; Demoliner (2013), o objetivo principal da norma é trazer melhorias na qualidade das construções habitacionais brasileiras, complementando o conjunto de normas da ABNT vigentes e já conhecidas na comunidade da construção.

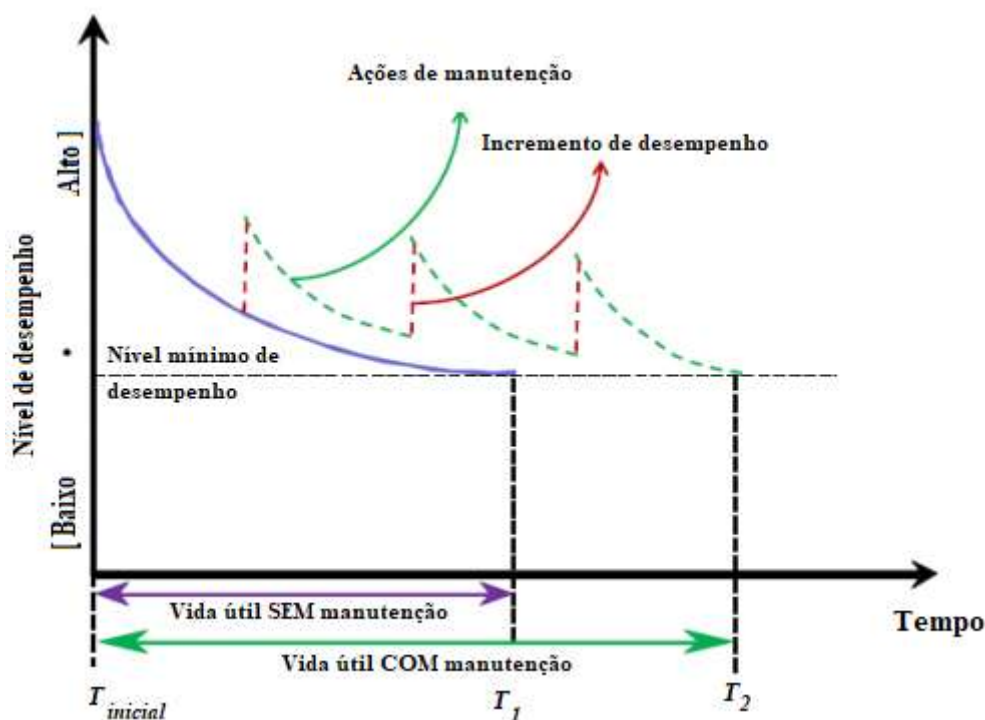
O termo “durabilidade” está associado à capacidade da edificação ou de seus sistemas de exercer suas funções ao longo do tempo, de acordo com as condições de uso e manutenção contidas no Manual de Uso, Operação e Manutenção (CBIC, 2013).

A definição de durabilidade é diretamente proporcional à vida útil. Está ligado às características dos componentes e/ou materiais, às condições de utilização e exposição impostar durante a vida útil da edificação. A durabilidade está relacionada com o desempenho dos materiais sob determinadas condições ambientais. Para Mehta e Monteiro (2008), “uma vida útil longa é considerada sinônimo de durabilidade”.

De acordo com Possan e Demoliner (2013), a vida útil consiste em determinar a expectativa de duração de vida de uma estrutura ou de suas partes, dentro dos limites de projeto admissíveis, sendo conceituada pela ISO 13823 (2008) “como o período efetivo de tempo durante o qual uma estrutura ou qualquer de seus componentes satisfazem aos requisitos de desempenho do projeto, sem ações imprevistas de manutenção ou reparo”. Já a ABNT (2013) define vida útil como “uma medida temporal da durabilidade de um edifício ou de suas partes”.

Assim, a vida útil é caracterizada pelo tempo, sendo um ciclo que permeia entre o início de operação e uso de uma edificação até o exato momento em que o desempenho passa a não atender mais as exigências do usuário. O Gráfico (3.4) mostra a interferência das ações de manutenção nas edificações e sua importância no sentido de prolongar e garantir a vida útil de um projeto (VUP).

GRÁFICO 3.4 – Recuperação do desempenho por ações de manutenção.

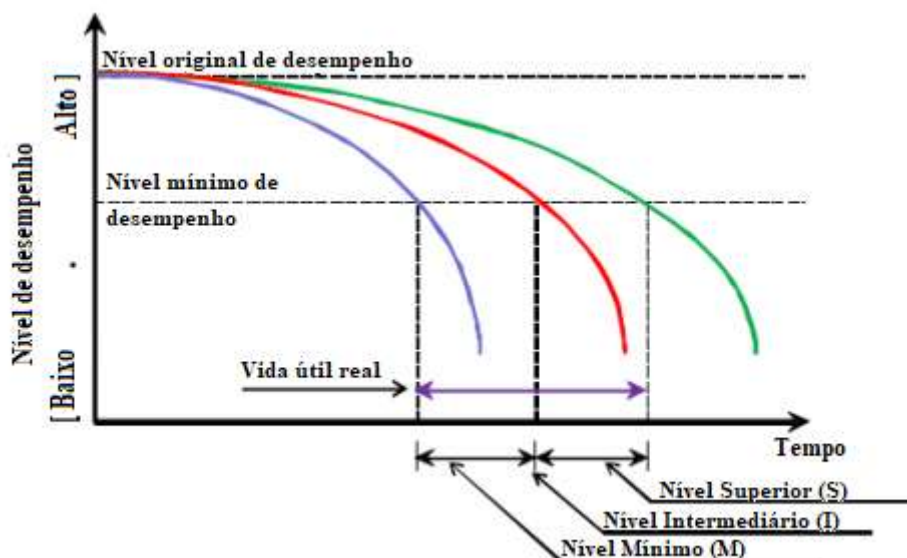


Fonte: NBR 15575-1, ABNT (2013).

A Norma de desempenho ressalta a importância da realização integral das ações de manutenção pelo usuário, deixando claro que, caso a manutenção não aconteça, corre-se o risco de a VUP não ser atingida. Contudo, Possan; Demoliner (2013) destacam a importância do manual do usuário, o qual deve conter a frequência das ações e atividades de manutenção fundamentais para que a VUP da edificação seja garantida.

A NBR 15575 (2013) classifica a VUP em três níveis, sendo um Mínimo (M), um Intermediário (I), e um Superior (S). O Gráfico (3.5) mostra o nível de desempenho dos três níveis de vida útil do projeto. Já a Tab. (3.8), apresenta os valores de vida útil de projeto (VUP), em anos, conforme norma brasileira de desempenho para cada sistema da edificação, especificamente, para os níveis superior (S) e mínimo (M).

GRÁFICO 3.5 – Nível de desempenho x níveis de vida útil.



Fonte: NBR 15575-1, ABNT (2013).

TABELA 3.8 – Vida Útil de Projeto (VUP) em anos.

Sistema	VUP (em anos)	
	Mínima (M)	Superior (S)
Estrutura	$\geq 50$	$\geq 75$
Piso internos	$\geq 13$	$\geq 20$
Vedação vertical externa	$\geq 40$	$\geq 60$
Vedação vertical interna	$\geq 20$	$\geq 30$
Cobertura	$\geq 20$	$\geq 30$
Hidrossanitário	$\geq 20$	$\geq 30$

Fonte: NBR 15575-1, ABNT (2013).

Para que a VUP mínima seja atingida, a NBR 15575 (2013) destaca cinco aspectos que devem ser atingidos simultaneamente:

- Execução com métodos e técnicas que possibilitem a obtenção da VUP;
- Emprego de materiais e componentes de qualidade compatível com a VUP;
- Utilização do edifício de acordo com o projeto;
- Cumprimento dos programas de manutenção preventiva e corretiva, em sua totalidade;
- Fazer uso correto do edifício atendendo aos cuidados preestabelecidos.

Segundo Possan e Demoliner (2013), os aspectos citados acima, letra “a” e “b”, são primordiais para que o edifício construído forneça potencial para atender a VUP, sendo totalmente dependentes do projetista, incorporador e construtor. Já os aspectos “c”, “d” e “e”

são fundamentais para que se atinja a VUP, dependendo apenas dos usuários. Vale lembrar que, para que todos os aspectos informados sejam cumpridos, é necessário que os mesmos estejam informados no manual de uso, operação e manutenção do edifício, que deve ser entregue pelo empreendedor aos usuários.

Diante dos fatos argumentados, a durabilidade está diretamente ligada à sustentabilidade. A durabilidade desempenha uma função de extrema importância para a obtenção de uma construção sustentável. Para DeSimone e Poppof (1998), essa relação entre sustentabilidade e durabilidade tem sentido pois “uma forma de aumentar a produtividade dos recursos é aumentar a vida útil dos produtos”. Assim, aumentando-se a durabilidade reduz-se a quantidade de resíduos de demolição e construção.

### **3.4 SUSTENTABILIDADE DO PROGRAMA MCMV**

A sustentabilidade em habitação é um assunto que vem sendo tratado frequentemente no Brasil, tanto pela necessidade de produção de moradias adequadas, quanto pela relevância do déficit habitacional. Habitações de interesse social mais eficientes têm o poder de gerar benefícios sociais, ambientais e econômicos para a sociedade.

Quando o assunto é desenvolvimento sustentável, a habitação se torna o assunto principal, pois é parte fundamental das relações entre meio ambiente e sociedade. A construção e manutenção de habitações consomem grandes quantidades de recursos naturais, como energia, água e materiais, enquanto produzem poluição do ar e água, além de lixo (UN-HABITAT, 2012). As edificações possuem um longo ciclo de vida, portanto as atitudes tomadas hoje serão refletidas por décadas nos serviços urbanos nas cidades.

Nesse sentido, é evidente que a indústria da construção civil é o setor de atividades que mais se utiliza de energia intensiva e que mais consome recursos naturais, deixando rastros negativos ambientais, gerando grandes quantidades de resíduos sólidos, líquidos e gasosos. Contudo, é urgente a necessidade deste setor produtivo de se adaptar às questões de sustentabilidade (PROVENZANO; BASTOS, 2017).

Segundo o Instituto para o Desenvolvimento da Habitação Ecológica – IDHEA (2016), a construção sustentável é “aquela que promove alterações conscientes no entorno, de forma a atender as necessidades de edificação e uso do homem moderno, preservando o meio ambiente e os recursos naturais, garantindo qualidade de vida para as gerações atuais e futuras”.

Neste sentido, várias iniciativas têm sido realizadas, em todo o mundo, para criação de métodos para avaliação da sustentabilidade das edificações. Os métodos são essenciais porque sem a definição de metas e parâmetros, não há como verificar o atendimento dessas questões, podendo ser variáveis, de acordo com a região em que as edificações estão localizadas.

A adesão de medidas isoladas de sustentabilidade pode até deixar a eficiência das edificações mais fortalecida, porém elas devem incorporar no conjunto de políticas integradas e ações planejadas em várias escalas para termos resultados mais eficientes (WRI, 2016).

Nas habitações de interesse social (HIS), onde o custo-benefício tem forte peso, o grande desafio é conciliar as questões de sustentabilidade com os projetos de HIS. Os vários empreendimentos de HIS, caracterizados por baixa qualidade, mal localização, mal construídos, não deixa de ser a única alternativa à favelização para famílias pobres (MAGALHÃES, 2011).

No Brasil, há projetos piloto bem sucedidos e sustentáveis, porém ainda existe a falta de informações e certificações de desempenho que permitiria, por exemplo, a criação de políticas públicas e instrumentos regulatórios apoiados em níveis mínimos de eficiência e metas comprovadas dos projetos. Para isso, é necessário demonstrar e mensurar os custos e benefícios de se aplicar medidas de eficiência em HIS, permitindo que os construtores e gestores públicos tomem as melhores decisões, consolidadas em resultados e dados confiáveis. Para tanto, com esse tipo de informação, é possível acompanhar o desempenho das medidas aplicadas após sua implementação (WRI, 2016).

Com o surgimento do Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV), em 2009, cuja meta inicial era a construção de um milhão de casas em um curto prazo de tempo, várias famílias brasileiras foram beneficiadas com o programa. Apesar de ser o programa que mais privilegiou a classe menos favorecida da população, está claro a necessidade da reavaliação de seus projetos, no intuito de melhoria da qualidade dos empreendimentos com foco, também, no desenvolvimento sustentável. Além de proporcionar moradia para milhares de famílias, o PMCMV contribuiu para afastar uma parte da população para longe das áreas urbanizadas, exigindo mais recursos do governo federal e municipal para garantir infraestrutura e equipamentos em regiões distantes e dispersas.

Um dos pioneiros na discussão do conceito de desenvolvimento sustentável, Sachs (1993) afirma que a sustentabilidade somente é compreendida, por completo, quando aplicada nas cinco dimensões: econômica, social, cultural, ambiental e espacial.

Um projeto de habitação de interesse social, que tenha integração com a sustentabilidade, deve ser pensado de maneira ampla, não deixando de lado nenhuma dimensão citada por Sachs (1993). Os aspectos ambientais da sustentabilidade são preocupantes, pois estão ligados diretamente com a redução dos impactos ambientais, qualidade do projeto arquitetônico e com a indústria da construção civil. Nesse sentido, a política habitacional deve abranger, também, os aspectos culturais, sociais e econômicos da sustentabilidade.

No que se refere à qualidade e sustentabilidade das unidades habitacionais produzidas com capital do PMCMV, o Ministério das Cidades afirma que “a terra é parte estrutural da política de habitação, que assume como princípio a implementação dos instrumentos de reforma urbana que possibilitem melhor ordenamento e maior controle do uso do solo, de forma a

combater a retenção especulativa e garantir acesso à terra urbanizada, fazendo com que a propriedade urbana cumpra sua função social” (MCIDADES, 2010).

Na visão urbanística, o PMCMV presume articulação com municípios e estados no sentido de garantir a implantação dos empreendimentos de interesse social. A ideia é que os projetos sejam implantados em áreas bem localizadas, juntamente com a malha viária existente, oferecendo condições de moradia e acessibilidade, infraestrutura urbana e oferta de equipamentos e serviços. Também devem ser proporcionados a coleta de esgoto, abastecimento de água, coleta de lixo, fornecimento de energia elétrica e bom transporte público, no que diz respeito à mobilidade e acessibilidade. Fatores como segurança pública, saúde, educação e lazer também estão relacionados com a integração urbana (CEF, 2012; MCIDADES, 2010).

Outro ponto relevante é a durabilidade das habitações construídas com capital do PMCMV, sendo relacionadas aos materiais utilizados e às técnicas construtivas. Paulsen e Sposto (2013) analisaram o ciclo de vida em habitações construídas com recursos do programa, sob o aspecto energético. Os mesmos concluíram que há a necessidade da escolha de materiais e sistemas com menos energia incorporada e alta durabilidade para reduzir a necessidade de manutenção, assim como a substituição de materiais ao longo do ciclo de vida das habitações.

Segundo Fortunato (2014), apesar de estudos e iniciativas governamentais como o Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-H), devesse incentivar o uso de inovações tecnológicas e práticas de construção sustentáveis, estimulando a fabricação de materiais sustentáveis e sistemas inovadores, além de incentivar a industrialização da construção civil. Na prática, as instituições públicas e/ou construtoras não estão exigindo medidas para transformar as edificações mais sustentáveis, como por exemplo, a implantação de energia solar e o aproveitamento das águas de chuvas, indo contra o previsto na legislação do PMCMV. Na segunda fase do programa, houve o incentivo, principalmente para as regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste, do uso de aquecimento solar de água nos empreendimentos do PMCMV, proporcionando economia de energia elétrica e, principalmente, melhoria da qualidade de vida dos futuros moradores (MCIDADES, 2010; PENALVA e DUARTE, 2010).

“A causa da não utilização de materiais e tecnologias sustentáveis é a valorização do setor privado em detrimento do promotor público. O mercado está preocupado exclusivamente com o lucro da empresa. Além disso, a padronização também é um entrave às soluções inovadoras, pois com essa política a CEF onera soluções inovadoras que poderiam estar sendo administradas pelas prefeituras” (ARAGÃO, 2011).

Pensar a sustentabilidade no ambiente construído significa, necessariamente, pensar a sustentabilidade nas cidades. Dessa forma, o planejamento urbano é essencial quando se pensa na qualidade ambiental e social da habitação de interesse social (UN-HABITAT, 2009).

A reformulação dos novos planos diretores, no Brasil, traz um olhar diferente dos antigos, com uma visão voltada para a justiça social e combate à separação socioespacial,

buscando reduzir os efeitos da especulação imobiliária (FORTUNATO, 2014). A autora ainda questiona que a habitação necessita ser um ambiente sustentável, buscando soluções de materiais de construção e projeto arquitetônico, possibilitando conciliar conforto ambiental à habitabilidade, acrescentando inovações que gerem menos impacto ambiental e menores gastos no período de pós-ocupação da edificação, como aparelhos que economizem energia elétrica e água, energia solar, dentre outros.

Segundo a Agência Habitat para Assentamentos Humanos - UN-HABITAT (2012), toda a representação sobre habitação sustentável deve incluir setores como governo, setor privado, sociedade civil organizada e meio acadêmico. A agência cita que esse processo é demorado e deve acontecer através de uma estratégia nacional de habitação com apoio da base legislativa, possibilitando investimentos em programas habitacionais, reformas das estruturas de governo, contemplando treinamento especializado e pesquisas.

De acordo com o WRI (2016), o avanço na eficiência das edificações torna-se um grande passo para o cumprimento das metas propostas no Acordo de Paris e nas Contribuições Nacionalmente Determinadas (NDC), sendo que o Brasil, se comprometeu em avançar em 10% nos ganhos de eficiência no setor elétrico até 2030, atendendo os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), determinados pela Agenda 2030 das Nações Unidas.

Programas em larga escala, como o PMCMV, oferecem oportunidades de incorporar medidas viáveis e exigências para eficiência em edificações, trazendo ganhos à administração pública, aos moradores e à sociedade em geral. Assim, lideranças locais juntamente com o governo, terão um papel fundamental de promover projetos que tenham essa visão fomentando incentivos para superar os obstáculos institucionais, técnicas e de mercado para a realização da eficiência em edificações (WRI, 2016).

“Investir em eficiência das edificações apresenta oportunidades econômicas sociais e ambientais. Edificações eficientes são um dos principais fatores para a criação de cidades sustentáveis e para o cumprimento das metas de desenvolvimento sustentável acordadas pelos governos sejam cumpridas” (WRI, 2016).

Várias medidas importantes têm sido tomadas pela Caixa Econômica Federal para o PMCMV no sentido de fomentar as construções de mais empreendimentos de habitação social no Brasil. Entre elas, destacam-se a individualização da medição de água, casas em *wood frame*, instalação de aquecedores solares, gestão de resíduos, dentre outras. Um exemplo importante, desenvolvido pela CEF, é a coleção de cadernos “Minha Casa+Sustentável”, que fornece informações técnicas e conceitos que vão ajudar para a sustentabilidade de um projeto habitacional (*vide* Fig. (3.9)).

**FIGURA 3.9** – Cadernos Minha Casa+Sustentável – Ministério das Cidades.



Fonte: Temsustentavel (2016).

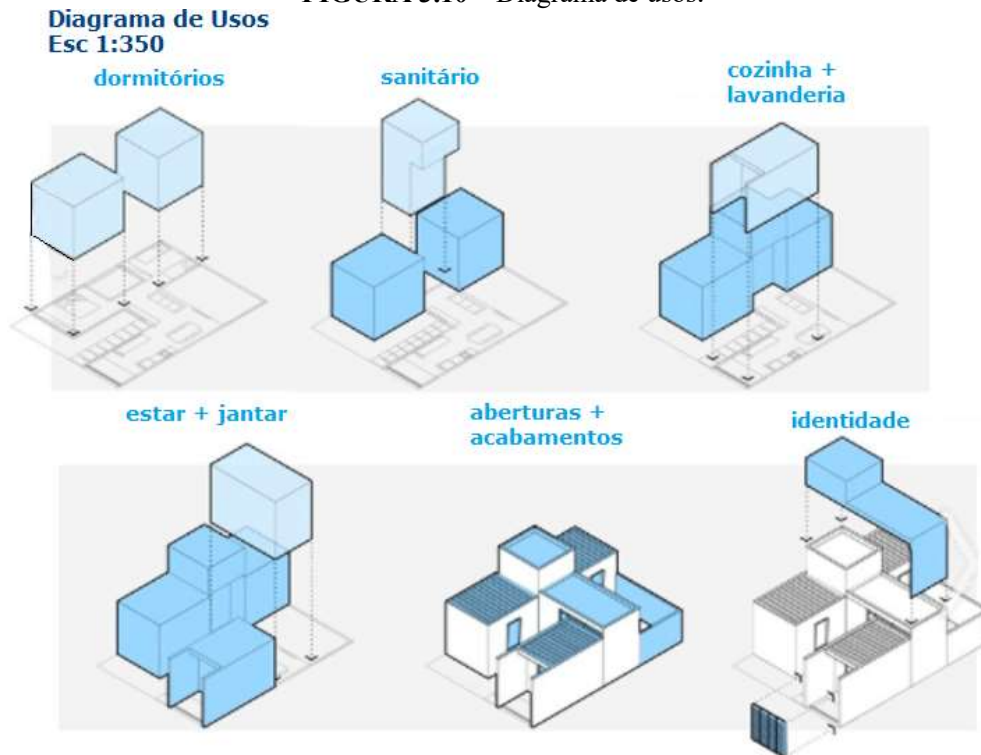
O projeto sustentável, desenvolvido pelo Escritório 24.7, localizado em São Paulo e projetado em 2010, foi vencedor do 1º prêmio no **Concurso Público Nacional de Arquitetura para Novas Tipologias de Habitação de Interesse Social Sustentáveis**, expondo a tipologia de *Casas Térreas*.

Segundo Delaqua (2013):

“O maior desafio foi a busca por uma solução lógica e racional capaz de demonstrar que a qualidade de uma habitação não deve corresponder ao padrão econômico de uma determinada classe social, mas sim aos conhecimentos técnicos do atual momento histórico, rompendo um paradigma antigo e dominante de que as casas populares devem ser marcadas pela simplicidade de suas construções”.

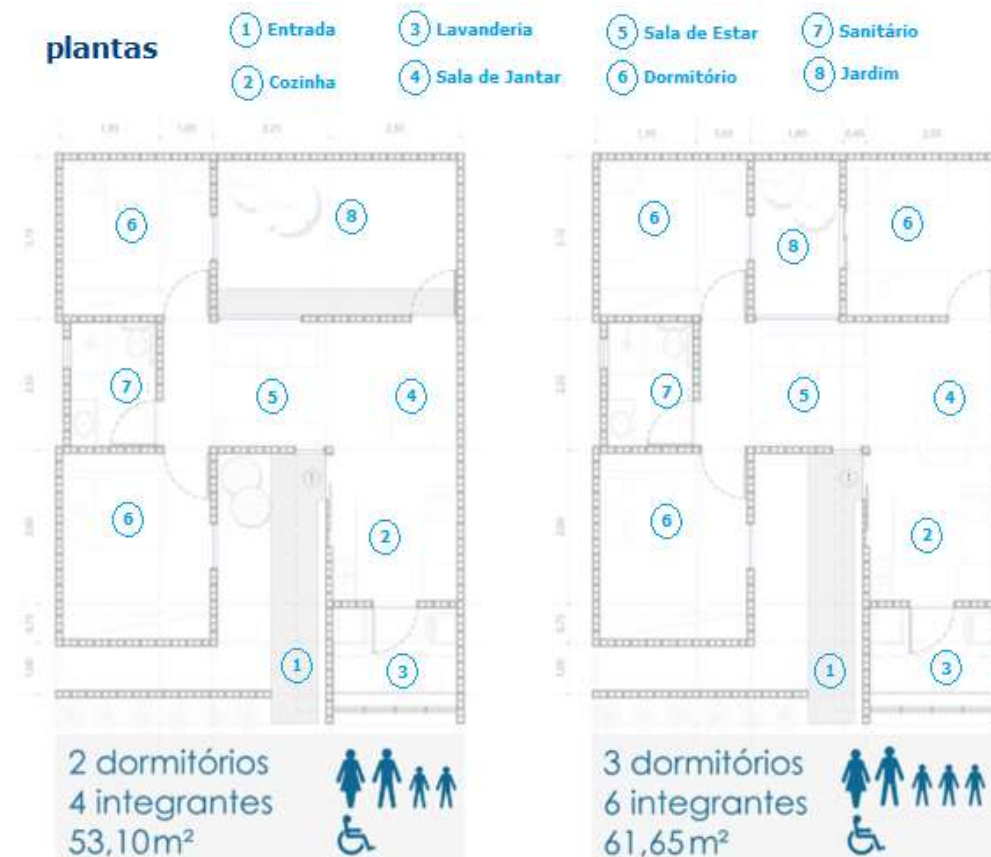
A residência conta com um projeto compacto e reduzido contendo dois blocos lineares interligados por um terceiro bloco com distintas funções, sendo um bloco para os banheiros e dormitórios, outro para cozinha e lavanderia e um terceiro, de ligação, que abriga sala de refeição e sala de estar (*vide* Fig. (3.10)). O formato estreito e alongado garante a iluminação e radiação direta de todos os ambientes da casa. O terreno foi projetado para abrigar a casa de dois e três dormitórios, e no caso de um crescimento familiar, é possível a expansão de mais um quarto de menor habitação (*vide* Fig. (3.11)).

FIGURA 3.10 – Diagrama de usos.



Fonte: Delaqua (2013), adaptado pelo autor.

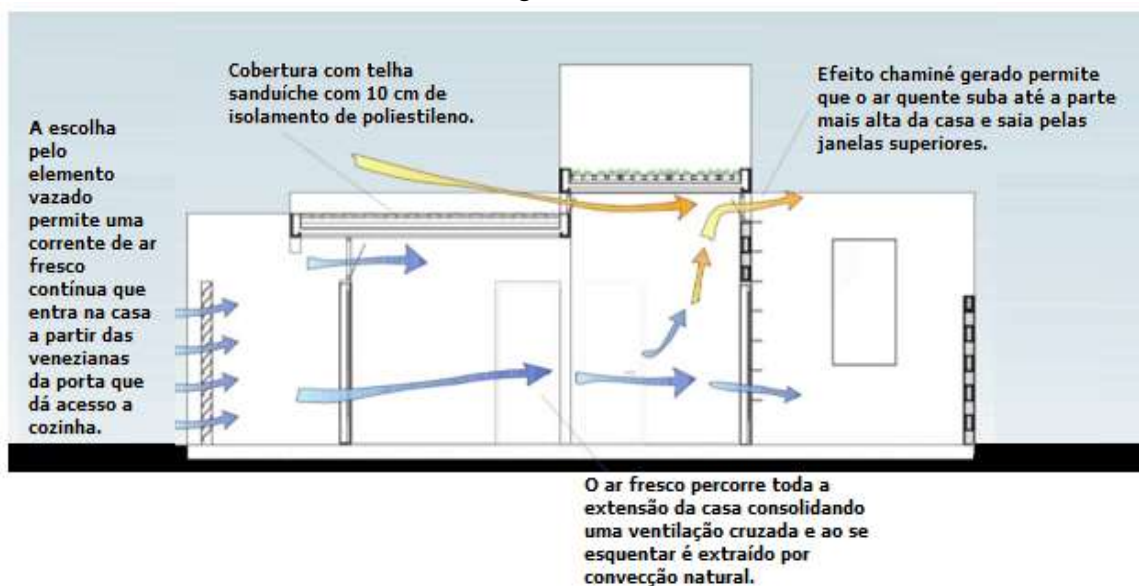
FIGURA 3.11 – Planta baixa das duas tipologias.



Fonte: Delaqua (2013), adaptado pelo autor.

As decisões projetuais partiram da análise do diagrama de umidade de Givoni, com a finalidade de garantir o conforto térmico necessário, reduzindo o consumo de energia elétrica das habitações, conforme mostrado na Fig. (3.12). O projeto se preocupa com os materiais a serem utilizados na construção, uma vez que visam contemplar diversos requisitos como: baixo custo, facilidade de construção, sustentabilidade e bioclimatismo.

**FIGURA 3.12** – Diagrama de umidade de Givoni.



Fonte: Delaqua (2013), adaptado pelo autor.

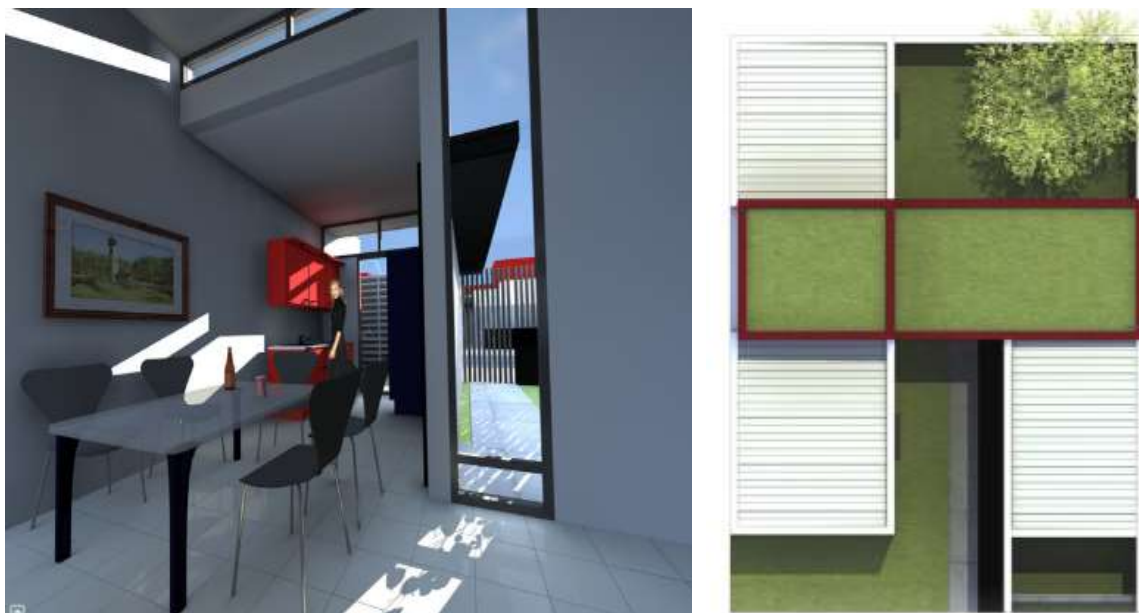
Para facilitar a construção, a casa conta com um projeto modular, construída com blocos de concreto estrutural. Os caixilhos foram projetados para garantir a melhor isolamento e ventilação para as unidades, além de contar com telhas termoacústicas, mescladas com cobertura verde garantindo, assim, o conforto térmico da residência, além de reduzir o consumo de energia mensal (Fig. (3.13) e Fig. (3.14)).

**FIGURA 3.13** – Projeto modular da casa - PMCMV



Fonte: Delaqua (2013).

**FIGURA 3.14** – Iluminação natural no interior da habitação e cobertura verde - PMCMV



Fonte: Delaqua (2013).

#### 4 O BAMBU COMO MATERIAL DE CONSTRUÇÃO

Em grande parte dos países, o bambu é considerado motivo de orgulho com pesquisas avançadas sobre seu potencial em diversas áreas com aproveitamento comprovado. O bambu é um material não poluente que não requer elevado consumo de energia e oxigênio em seu processo de preparo, com fonte de energia renovável e de baixo custo (RIPPER, 1994).

Na construção civil brasileira, o uso do bambu ainda é pequeno, mas seu potencial é imensurável quando se leva em consideração a evolução de processos de produção, tratamento e armazenagem do bambu colmo (*in natura*). Conhecido na China como LBL (*Laminated Bamboo Lumber*), o laminado colado de bambu se destaca pela evolução da tecnologia para seu processamento e produção. Esse material tem uma grande utilidade na fabricação de forros, painéis divisórios, pisos, esquadrias, molduras, móveis e revestimento.

Segundo Marçal (2018), a utilização do bambu em obras de interesse social e em diferentes tipos de edificações pode reduzir de maneira significativa o valor final da obra, facilitando a implantação de obras rurais, uma vez que o material pode ser plantado, tratado e colhido pelo próprio dono da propriedade.

Por todo mundo, o uso do bambu já começa a ser uma realidade, sendo visto em obras com estruturas de pequeno, médio e grande porte devido a facilidade de transporte, baixo peso próprio, fácil manuseio e beleza arquitetônica. Por outro lado, seu uso requer mão de obra especializada apesar de ser um sistema construtivo bastante simples. Quando comparado a outro material, o bambu apresenta elevada resistência a determinados esforços, e não tão resistentes a outros. Por isso a importância de estudos aprofundados e acompanhamento de profissionais para o projeto e construção das conexões, correto posicionamento e dimensionamento das peças de bambu para o correto projeto estrutural (MARÇAL, 2018).

No Brasil, as condições climáticas para o plantio do bambu são consideradas favoráveis, permitindo o manejo e cultivo de grande parte das 1200 espécies encontradas no mundo. A realidade é que, em vários países, o uso do bambu já é viável economicamente. Em países orientais e, também Colômbia, Equador, Panamá, Costa Rica e Chile é forte o uso do bambu como matéria-prima substituta para finalidades produtivas diferentes. Neste sentido, o uso dessa gramínea pode ser considerado como dado essencial para auxiliar o processo de desenvolvimento sustentável, sobretudo em países em desenvolvimento (SARTORI; PINHO, 2006).

Por muito tempo, o bambu tem despertado a atenção de arquitetos e designers pelo mundo, que elaboram pesquisas e projetos no sentido de difundir o uso do material, incentivando pesquisas voltadas à sustentabilidade e desenvolvimento ecológico. De olho no futuro, profissionais têm utilizado novas possibilidades de estruturas, explorando as possibilidades de materiais pouco utilizados, como o bambu.

Na Indonésia, o escritório *RAW Architecture* projetou a Escola Alfa Ômega com um enorme telhado e estrutura de bambu. A obra foi executada com a ajuda de artesãos locais e a maioria dos materiais foram colhidos em um raio de cinco quilômetros da escola, principal motivo para acelerar a construção (Fig. (4.1)).

**FIGURA 4.1** – Telhado de bambu em zigue-zague.



Fonte: Archdaily (2017).

No México, foi construído um pavilhão para a prática de ioga, onde a estrutura foi criada ao ar livre contendo características sustentáveis, sendo conhecida por ser capaz de resistir aos furacões (Fig. (4.2)).

**FIGURA 4.2** – *Luum Temple*, assinado pelo estúdio *CO-Lab Design Office*.



Fonte: Casa (2019).

Criado em 2015, o Bamboo Garden (jardim de bambu) fica situado na cidade de Chengdu, província de Sichuan, China, se trata de uma fazenda leiteira de uma empresa de laticínios local. Na fazenda, a proprietária do Bamboo Garden transformou a arquitetura de bambu para restaurar toda a área externa, sala de jantar, sala dos trabalhadores e banheiro. A estrutura é semelhante a bangalôs com paredes de tijolos ao redor. Sua entrada possui uma estrutura curva, em forma de leque e a estrutura principal em forma de um guarda-chuva. Por ser um material natural, a principal vantagem do bambu está em sua resistência. Resistente à compressão, a base dos postes de bambu é de concreto ondulado fornecendo uma base mais estável (Fig. (4.3) e Fig. (4.4)).

**FIGURA 4.3** – Bamboo Garden – estrutura curva (2015).



Fonte: Archdaily (2015).

**FIGURA 4.4** – Bamboo Garden – estrutura curva e base dos postes em concreto (2015).



Fonte: Archdaily (2015).

São encontrados no mundo todo, exemplos de obras contendo esse vegetal de riquíssimas qualidades. Na Europa, o aeroporto de Madri possui o forro do teto revestido com bambu da espécie *Phyllostchys pubences* (Fig. (4.5)). Em Bali, na Ásia, encontra-se a maior estrutura já erguida em bambu, sendo uma fábrica com mais de dois mil e quinhentos metros quadrados. Na Colômbia, encontra-se registro de obras antigas contemporâneas, do período pré-colonização, como a Catedral Alterna Nuestra Señora de La Pobreza (Fig. (4.6)), de Simón

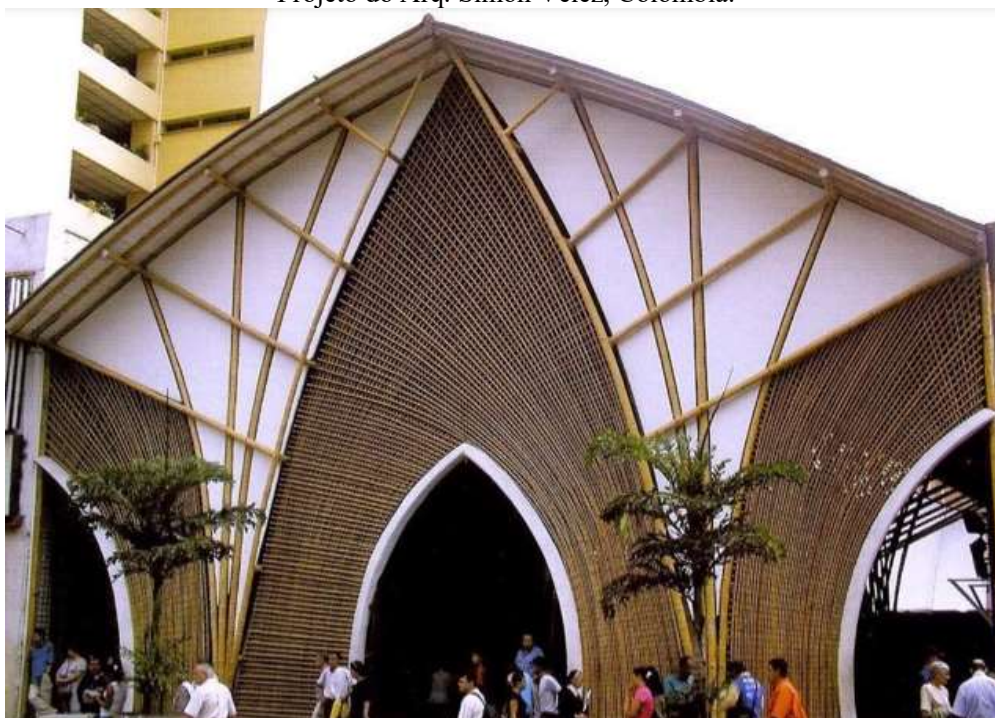
Vélez. Atualmente, vale destacar que o arquiteto Simón Vélez é o grande responsável por promover o uso do bambu na construção civil.

**FIGURA 4.5** – Aeroporto de Madri – Forro do teto revestido em bambu.



Fonte: Casasolare (2016).

**FIGURA 4.6** – Catedral de Bambu, Alternativa Nuestra Señora de La Pobreza. Projeto do Arq. Simón Vélez, Colômbia.



Fonte: Celinalago (2015).

A Catedral Alternativa Nuestra Señora de La Pobreza, representada na Fig. (4.6), serviu como sede provisória durante três anos, sendo reparada diversas vezes devido aos terremotos de 1999. Desenhada por Simón Vélez, infelizmente a catedral foi demolida para construção de um

parque de estacionamento e, posteriormente, um centro comercial, restando apenas memórias e fotos de registros.

Outro projeto que se destaca no cenário mundial, desenvolvido pelo arquiteto *Vo Trong Nghia*, no Vietnã, é um protótipo para grupos de baixa renda com um design sustentável utilizando materiais locais. Este projeto revelou-se favorável na redução das reservas de energia, redução dos custos de construção e na facilitação da utilização de painéis de bambu e policarbonato. A habitação é bem reduzida, construída com painéis verticais de bambu, possui um único cômodo que cuida da alimentação, trabalho e sono, excluindo-se banheiro e cozinha (*vide* Fig. (4.7)). No interior da sala, o projeto conta com hastes de bambu que são amarradas criando um ambiente que forneça luz solar difusa, eliminando a necessidade de gastos com energia elétrica. O piso da casa é de concreto aparente fosco, possuindo níveis para articular o espaço. O quarto é segregado do espaço principal pela utilização de cortinas, e o telhado foi construído de forma econômica contando com uma lacuna entre a estrutura do telhado e o painel da parede de bambu, facilitando a circulação do ar quente de dentro para fora da casa. A Figura (4.8) demonstra as características da casa, que foi construída pelos moradores da região e supervisionada pelo arquiteto.

**FIGURA 4.7** – *The Low Cost House* – casa de baixo custo utilizando bambu.



Fonte: Homedoo (2015).

**FIGURA 4.8** – *The Low Cost House* – racionalização do ambiente da casa de bambu.





Fonte: Homedoo (2015).

#### 4.1 PROPRIEDADES FÍSICAS, QUÍMICAS E MECÂNICAS DO BAMBU

O bambu possui diversas características que permitem sua aplicação em finalidades diversas como: pilares, vigas, paredes, construções rurais, pisos e etc. Toda sua aplicação depende dos cuidados mantidos durante as fases de secagem, tratamento e coleta, observando, principalmente, a idade dos colmos utilizados.

Os imensuráveis usos do bambu dependem, incondicionalmente, das características que seu colmo possui. Identificar suas propriedades físicas, químicas e mecânicas torna-se indispensável.

##### a) Propriedades físicas do bambu

Ao analisar a mesma peça de bambu, as características físicas são variáveis. O diâmetro e espessura da peça vão diminuindo conforme a altura e, conseqüentemente, a distância entre os nós vai aumentando até a sua extremidade superior, que é a parte mais flexível do colmo. Dessa maneira, como a espessura e o diâmetro são maiores na extremidade inferior (parte mais resistente do bambu), torna-se a região mais indicada para o uso com aplicação de cargas de tração e compressão, como pilares e vigas. A parte intermediária fica destinada para armaduras de cercas, muros, divisórias, paredes, vigotas e pisos, por exemplo. O terço superior do colmo é mais indicado para suporte de telhas, estruturas de telhados e coberturas de palha (SALGADO; GODOY Jr, 2002).

Na Tabela (4.1) é apresentado os valores médios de comprimento útil, peso e diâmetro de algumas espécies de bambu, relevantes para seu uso adequado conforme suas características físicas.

TABELA 4.1 – Propriedades físicas do bambu

Espécies	Colmos		
	Comprimento (m)	Diâmetro (cm)	Massa <sup>4</sup> (kg)
<i>Dendrocalamus giganteus</i>	16,0	14,2	84,5
<i>Bambusa stenostachya</i>	15,1	8,2	17,5
<i>Dendrocalamus asper</i>	14,5	12,2	61,3
<i>Bambusa tulda</i>	11,9	6,6	11,9
<i>Dendrocalamus /atiflorus</i>	11,5	11,5	40,7
<i>Ochlandra travancorica</i>	11,3	9,4	26,0
<i>Bambusa vulgaris</i>	10,7	8,1	12,5
<i>Dendrocalamus strictus</i>	10,5	7,6	15,0
<i>Bambusa nutans</i>	10,0	5,8	7,8
<i>Bambusa o/dhami</i>	9,9	6,9	8,4
<i>Bambusa dissimulator</i>	9,5	4,6	5,2
<i>Bambusa vulgaris var. vittata</i>	9,3	7,2	10,3
<i>Bambusa ventricosa</i>	9,3	4,8	4,5
<i>Bambusa tuldoides</i>	9,2	4,3	3,8
<i>Bambusa beecheyana</i>	9,0	7,8	10,5
<i>Bambusa textilis</i>	8,1	4,8	3,3
<i>Bambusa maligensis</i>	7,4	4,3	3,5
<i>Phyllostachys edulis</i>	4,4	3,6	2,1

Fonte: Graça (1998), adaptado pelo autor.

A resistência do bambu varia conforme a idade, índice de umidade, condições de crescimento, disposição dos nós, espécie, posição ao longo do colmo e densidade específica. A resistência máxima do bambu é alcançada a partir dos três anos, quando se atinge sua maturidade, tornando os colmos maduros mais resistentes que os verdes (PEREIRA, 2001).

A quantidade de umidade do colmo influencia diretamente na resistência do bambu. O bambu na condição seco apresenta resistência maior do que na condição verde, sendo esta diferença rapidamente percebida em colmos jovens do que em colmos velhos (LIESE, 1998). Dessa forma, os bambus possuem resistência a tração, flexão e compressão muito superiores a outros materiais naturais, inclusive, resultados mais satisfatórios. A Fig. (4.9) retrata bambus com colmos verdes e maduros.

**FIGURA 4.9** – Bambu com colmo verde e maduro.

Fonte: Atmosfera (2019).

Segundo Teixeira (2006), uma das características físicas relevantes do bambu é sua higroscopia, ou seja, é a capacidade que o bambu tem de absorver umidade, se tornando assim, um material higroscópico. Dessa forma, o bambu dilata-se com o acúmulo de umidade e contrai-se com a sua perda. Dependendo do clima onde está inserido, Ghavami; Marinho (2001) afirmam que sua umidade natural é variável entre 13 e 20%.

De acordo com Barbosa; Ghavami (2005 *apud* Teixeira, 2006), as propriedades físicas do bambu que trazem mais reflexos para a área da engenharia são: umidade natural, variações dimensionais, peso específico, absorção de água e coeficiente de dilatação.

A umidade natural é utilizada para realizar correções de resistência em relação à umidade padrão de 12%; as variações dimensionais e absorção de água são essenciais para se verificar possíveis alterações de volume das peças de bambu; o peso específico é utilizado para se avaliar o peso próprio das estruturas de bambu e, através do coeficiente de dilatação térmica, é possível obter as variações de dimensões das peças de bambu (BARBOSA; GHAVAMI, 2005).

Os teores de umidade nos bambus sofrem variações verticalmente desde as camadas internas para a externa e da base até o topo. De acordo com Li (2004), nos períodos de maturação, a variação vertical é aproximadamente de 82% para o topo e 110% para a base; já a variação horizontal, nas camadas internas (camadas mais profundas), pode chegar a 155% e nas camadas externas (camadas periféricas) 70%. Lopes *et al.* (2000) avaliaram o teor de umidade em espécies gigantes de bambus (*Dendrocalamus giganteus*) e obtiveram diferentes valores em diferentes regiões do colmo. A Tabela (4.2) apresenta os percentuais médios do teor de umidade saturada em água e ao ar.

TABELA 4.2 – Teor médio de umidade em diferentes partes do colmo do *Dendrocalamus giganteus*

ESPÉCIE	REGIÃO DO COLMO	UMIDADE SATURADA EM ÁGUA (%)	UMIDADE AO AR (%)
<i>Dendrocalamus giganteus</i>	Base	56,96	13,45
	Meio	37,59	13,17
	Topo	34,78	15,67

Fonte: Lopes *et al.* (2000), adaptado pelo autor.

Segundo Zhou (1981 *apud* Marinho, 2012), uma característica física de extrema importância nos colmos do bambu é a densidade de massa que, normalmente, tem variação de 0,50 à 0,90 g/cm<sup>3</sup>. No entanto, essa variação é devido a diferentes regiões da parede do colmo onde está sendo feito a análise, ou seja, na camada mais interna é menor e vai aumentando gradativamente à medida que vai se aproximando da camada externa. Apesar de ser da mesma espécie, a densidade nem sempre é igual, alguns autores justificam essas discrepâncias pelas condições edafoclimáticas, que é a disponibilidade da temperatura, nutrientes no solo, clima, dentre outras. Resultados de ensaios de densidade de massa da espécie *Dendrocalamus giganteus*, realizados em diferentes regiões do colmo, são mostrados por alguns autores conforme Tab. (4.3).

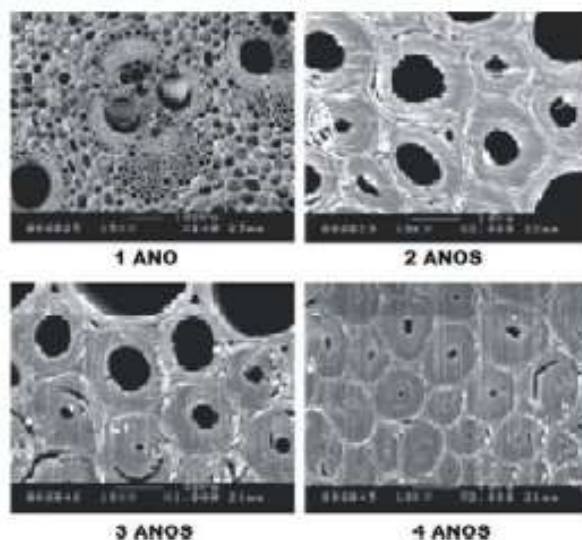
TABELA 4.3 – Diferentes valores de massa específica aparente do *Dendrocalamus giganteus*.

DENSIDADE DE MASSA (g/cm <sup>3</sup> )	AUTORES / ANO
0,68 a 0,76	PAES <i>et al.</i> (2009)
0,58 a 0,79	RIVERO (2003)
0,80	GHAVAMI E SOLORZANO (1995)

Fonte: Marinho (2012), adaptado pelo autor.

A densidade tende a aumentar para bambus com idade de 1 a 5 anos. A relação é proporcional a idade, depois que se atinge a maturidade (6 anos de idade), a variação do seu volume se torna insignificante, contudo, após oito anos tende a declinar (PEREIRA; BERALDO, 2007). Segundo Chun (2003), quando se atinge a maturidade, há um espessamento das paredes celular das fibras reduzindo os espaços internos e, conseqüentemente, aumento da densidade. A Figura (4.10) mostra, através da evolução da idade, o espessamento das paredes das fibras.

**FIGURA 4.10** – Variação do espessamento das paredes das fibras da espécie *Phyllostachys pubescens*.



Fonte: Chun (2003).

#### b) Propriedades químicas do bambu

A composição química do bambu varia conforme a espécie, idade, as condições de crescimento e a região do colmo (base, meio ou topo). O seu crescimento apresenta várias etapas de lignificação da base em direção ao topo de um mesmo colmo. Transversalmente, a lignificação do internó ocorre de dentro para fora, enquanto longitudinalmente ela ocorre do topo em direção à base do colmo.

Segundo Liese (1998), os principais constituintes químicos do colmo do bambu são semelhantes às madeiras. Eles são divididos em carboidratos (determinados como celulose), lignina, hemicelulose, taninos, resinas, sais inorgânicos e ceras, sendo que os quatro últimos constituintes químicos são em menores quantidades. Em primeiro lugar, com 55%, a celulose é o constituinte mais abundante, seguido da lignina com 25%.

Durante o período de maturação do colmo, a proporção de lignina e de carboidratos sofre variação, mas depois de aproximadamente um ano, a composição química tende a permanecer inalterada. Os nós contêm baixos teores de substâncias solúveis, de lignina e de cinzas, no entanto neles ocorre maior quantidade de celulose do que nos internós (PEREIRA; BERALDO, 2008).

De acordo com a composição química, uma das principais características do bambu é a presença de amido em seu tecido parenquimatoso. A quantidade de amido é variável de acordo com a idade dos colmos, espécie e época do ano. A quantidade de materiais solúveis em água é influenciada pela estação do ano. Exemplo disso é o amido que possui o teor mais elevado na estação seca (PEREIRA; BERALDO, 2008).

Beraldo; Azzini (2004) afirmaram que, para a espécie *Bambusa vulgaris*, foi extraído dos colmos 6,5% (base seca) de teor médio de amido e que a caracterização feita por Toledo *et al.* (1987) mostrou ser um amido com a presença de grânulos poligonais compactados, com dimensões bem pequenas variando de 1 mm a 12 mm. O teor de amilose representando 24% e de glicose 98%.

A Tabela (4.4) apresenta, de forma comparativa, a composição química de espécies de bambu, eucalipto e pinus. Nota-se que os valores percentuais de celulose são próximos e que o percentual de lignina do bambu é bem menor que as duas espécies de madeira. Pode-se observar também o alto teor de solubilidade do bambu com solução de soda a 1% ou em água quente. Característica esta que é de grande valia para o uso do bambu, na composição com o cimento e na forma de partículas. O elevado teor de cinzas é um inconveniente para o processo da queima do bambu em caldeiras (BERALDO; AZZINI, 2004).

**TABELA 4.4** – Análise química de espécies de *Bambusa vulgaris*, *Eucalyptus saligna* e *Pinus elliottii*.

Determinações	B. vulgaris (%)	E. saligna (%)	P. elliottii (%)
Celulose	49,2	54,6	55,5
Lignina	14,5	25,5	26
Pentosanas	22,3	16,4	7,1
Solubilidade em soda a 1%	33,4	14,8	16,9
Solubilidade em água quente	15	1,6	3,8
Solubilidade em álcool-benzeno	5,2	1,4	6,7
Cinzas	1,8	0,3	0,3

Fonte: Beraldo; Azzini (2004), adaptado pelo autor.

O teor de cinzas é determinado pela quantidade de substâncias inorgânicas, que nos bambus variam entre 0,8 e 9,7%, onde a maior concentração está na região nodal. Localizada, em sua grande maioria, nas células da epiderme, a sílica é um dos principais constituintes variando entre 1,5 e 6,4% (LYBEER, 2006). No entanto, para a manufatura de produtos industriais, a escolha de espécies com menores teores de sílica se torna mais proveitosa (LIESE, 2003).

Estudos realizados por Chen *et al.* (1985) mostram que as cinzas possuem uma variação significativa entre os colmos de 1 a 7 anos. No envelhecimento, foi conferida uma redução dos teores de zinco, ferro, cobre, fósforo e potássio e um acréscimo nos teores de cálcio, manganês e magnésio.

Através de análises químicas realizadas por Qisheng *et al.* (2001), em espécie do bambu *Phyllostachys pubescens*, é possível observar a variação da composição química em diferentes idades, como apresentado na Tab. (4.5).

**TABELA 4.5** – Variação da composição química do bambu da espécie *Phyllostachys pubescens* em diferentes idades.

COMPOSIÇÃO QUÍMICA (%)	IDADES			
	6 meses	1 ano	3 anos	7 anos
Teor de cinzas	1,77	1,13	0,69	0,52
Extrativos em água quente	5,41	8,13	7,10	7,14
Extrativos em água fria	3,26	6,31	5,11	5,17
Extrato em NaOH	27,34	29,34	26,91	26,83
Extrativos em álcool benzeno	1,60	3,67	3,88	4,78
Lignina	26,36	34,77	26,20	26,75

Fonte: Qisheng *et al.* (2001), adaptado pelo autor.

Segundo Marinho (2012), tanto o bambu como a madeira sofrem variações em sua composição química, variações essas decorrentes do tipo de solo, clima e nutrientes disponíveis. A Tabela (4.6) apresenta a composição química da espécie *Dendrocalamus giganteus* analisado em duas regiões diferentes, sendo elas: Madagascar, na África e Wabo, na Ásia.

**TABELA 4.6** – Composição química da espécie do bambu *Dendrocalamus giganteus* em regiões diferentes.

COMPOSIÇÃO QUÍMICA (%)	REGIÕES	
	Madagascar África <sup>(1)</sup>	Wabo/Mianmar Ásia <sup>(2)</sup>
Teor de cinzas	2,9	1,9
Teor de sílica	0,4	0,7
Extrativos solúveis em água quente	5,1	16,6
Extrativos solúveis em NaOH	24,4	28,4
Extrativos solúveis em álcool benzeno	6,5	7,4
Lignina	25,3	17,8

Fonte: Marinho (2012), adaptado pelo autor.

Na literatura se vê muito essa relação entre durabilidade dos colmos do bambu com estrutura anatômica e composição química. Além dos componentes químicos, as células parênquimas contém substâncias como carboidratos, amido e proteínas, fundamentais para a manutenção da planta (MOHANAN, 1997). No entanto, as mesmas substâncias citadas se tornam atrativo para brocas, insetos e fungos que as transformam em alimentos, proporcionando o seu desenvolvimento (MATOSKI, 2005). O alto teor de umidade nos colmos do bambu facilita e acelera o ataque de vários tipos de fungos.

### c) Propriedades mecânicas do bambu

De acordo com Barros; Souza (2004 *apud* Teixeira, 2006), a utilização de um material específico na construção civil está condicionada a fatores como durabilidade e capacidade de suportar as solicitações impostas durante a vida útil da obra. Sendo assim, as propriedades mecânicas do bambu recebem interferência da espécie, teores de água e umidade na composição, idade de corte, dentre outros.

Ghavami (1995) afirma que um bom desempenho estrutural dos bambus quanto à flexão, torção, compressão e tração é dado pela sua volumetria tubular e arranjos de fibras longitudinais que formam feixes de pequenos tubos.

O grande diferencial do bambu em relação a outros materiais vegetais estruturais está em sua alta produtividade. A resistência mecânica estrutural do bambu é atingida após dois anos e meio de saída do solo, sem comparação com outro tipo de vegetal. Com formato tubular, baixa massa específica, estrutura estável, geometria oca circular definida pela razão entre resistência mecânica e massa do material, consegue-se obter facilidade de trabalhabilidade e transporte, baixo custo de produção e redução de custos nas edificações.

Liese (1987) destacou a importância da relação entre a resistência mecânica do bambu e sua anatomia. O módulo de ruptura (MOR) e o módulo de elasticidade (MOE) são estreitamente correlacionados com o comprimento das fibras. De forma mais homogênea, a distribuição dos feixes vasculares interfere negativamente na resistência ao fendilhamento do colmo, fato esse que pode ser complicado devido à ausência dos raios no bambu.

A variação nas propriedades de resistência do colmo é bem maior na direção horizontal do que na vertical. Nos nós, a densidade é bastante significativa do que aquela obtida nos internós devido à menor concentração de células parenquimatosas, porém sua resistência ao cisalhamento, flexão, tração e compressão são relativamente menores. Nos nós, também, observa-se a redução em todas as propriedades de resistência do colmo, devido à descontinuidade da seção e ao desvio dos feixes de fibras (LIESE, 1998).

Segundo Janssen (2000), mesmo considerando uma mesma espécie de bambu, os resultados encontrados mostraram que ocorre uma enorme variação na sua resistência, quando comparada ao aço. Por outro lado, a alta dispersão de resultados é uma vantagem quando se pensa em cargas dinâmicas, como por exemplo em terremotos ou em ciclones.

Sobretudo, por não ter uma norma brasileira específica para o bambu, uma das maiores dificuldades para se estudar as características mecânicas do mesmo refere-se à sua forma geométrica peculiar, que nem sempre é permitido se aplicar normas utilizadas em ensaios de madeiras. Geralmente, os colmos de bambu apresentam uma forma cônica e distanciamento

entre os nós, que impedem a fabricação de corpos-de-prova homogêneos escolhidos de um mesmo colmo, desempenhando um papel significante nos resultados dos ensaios.

É comum encontrar pesquisas, projetos, teses e dissertações sobre o bambu, porém, o grande problema é comparar os resultados obtidos pelos pesquisadores, uma vez que grande parte dos documentos foram desenvolvidos com normas distintas, sendo muitas delas, modificadas ou até mesmo adaptadas para se adequarem aos corpos-de-prova para ensaios laboratoriais. Por esta razão, os parâmetros e valores resultantes dos ensaios não podem ser utilizados genericamente para cálculo estrutural teórico, onde os parâmetros usados precisam estar embasados em critérios pré-estabelecidos e em orientações.

Nos ensaios de compressão normal às fibras, a resistência do bambu à compressão é 30% menor que a resistência a tração, variando entre 20 e 120 Mpa. Observações podem ser realizadas, com relação ao posicionamento do nó na peça a ser ensaiada, pois acarreta resistências menores à compressão para corpos-de-prova com nó (GHAVAMI; MARINHO (2001 *apud* TEIXEIRA, 2006)).

Segundo Gonçalves (1994), conforme estudos de resistência à compressão realizados em materiais como madeira e concreto, nota-se que o bambu pode ser utilizado como elemento estrutural em substituição a estes materiais, inclusive fornecendo resultados até melhores em algumas situações. No entanto, é importante frisar que, por se tratar de elementos sujeitos à compressão, não se pode pensar apenas no limite de resistência do material, o qual é independente da geometria e tamanho da estrutura. Sendo assim, é necessário levar em consideração a esbelteza do elemento estrutural, contando que o mesmo poderá falhar por flambagem.

De acordo com Teixeira (2006), de forma eficaz, o bambu também é capaz de substituir elementos estruturais de madeira quando seus dimensionamentos estão instruídos à capacidade do material em resistir esforços cisalhantes. Estudos de resistência ao cisalhamento longitudinal às fibras em corpos-de-prova de bambu, foram realizados por Ghavami; Marinho (2001) que obtiveram valores aproximados de 8MPa e 32MPa, respectivamente.

## **4.2 PROPRIEDADES CONSTRUTIVAS DO BAMBU**

A escassez dos recursos naturais, juntamente ao desenvolvimento tecnológico, propiciou a busca por materiais ambientalmente corretos, com o objetivo de promover o desenvolvimento sustentável e a melhor qualidade de vida. Neste contexto, o bambu se destaca por possuir excelentes qualidades, tornando-o um material bastante propício para a construção civil, podendo até substituir a madeira e o aço na concretagem (TEIXEIRA, 2006).

Dunkelberg (1985 *apud* Peixoto, 2008) relata que, em áreas tropicais do sudoeste asiático, o bambu se torna mais importante do que a madeira por causa da predominância de

vantagens como disponibilidade e versatilidade, além de ser muito utilizado em processos de autoconstrução.

De fato, o bambu é um material vegetal possuidor de propriedades mecânicas com grande potencial a ser explorado pela engenharia. Algumas espécies de bambu podem atingir resistências a compressão e tração superiores a 60 e 250 Mpa, respectivamente. As longas e fortes fibras do bambu o tornam bastante flexível e resistente às tensões de compressão e tração, permitindo o fracionamento dos colmos no sentido longitudinal.

Segundo Graça (1988), o bambu é leve e versátil na construção civil, o que facilita seu transporte e manuseio. A formação do seu colmo permite que ele seja de fácil fracionamento e corte, sobretudo, para se encaixar uma peça à outra, o ideal é que se utilize parafusos, pois os pregos podem causar danos e rachaduras no bambu. Logo após a fixação dos parafusos, amarrações com fibras naturais são feitas sobre os mesmos para um melhor acabamento às juntas. A Figura (4.11) representa as amarrações com fibras naturais e a Fig. (4.12) os encaixes entre peças com parafusos.

**FIGURA 4.11** – Amarrações com fibras naturais.



Fonte: Arquine (2017).

**FIGURA 4.12** – Encaixes entre peças com parafusos.



Fonte: Vivadecora (2019).

Ao se comparar o bambu com outros materiais como o aço, concreto e madeira, observa-se que o bambu se destaca no quesito economia, pois consome menos energia para ser produzido. Em comparação, o aço consome 50 vezes mais energia em sua produção que o bambu. A Tabela (4.7) apresenta a energia de produção por unidade de tensão dos materiais citados.

**TABELA 4.7** – Relação entre energia de produção por unidade de tensão.

Material	Bambu	Madeira	Concreto	Aço
MJ/M <sup>3</sup> /MPA	30	80	240	1500

Fonte: Ghavami (1992).

Na relação entre resistência à tração e peso específico, o bambu mais uma vez sai na frente, tornando seu emprego vantajoso na construção civil. Ele pode ser usado em junção com vários outros materiais como tijolo aparente, concreto, argamassa de reboco, telhas de barro e outros. A Tabela (4.8) mostra a relação entre a resistência à tração e o peso específico de alguns materiais.

**TABELA 4.8** – Relação entre resistência à tração e peso específico.

Material	Resist. Tração $\sigma$ (N/mm <sup>2</sup> )	Massa Específica W (N/mm <sup>3</sup> x 10 <sup>-2</sup> )	$R=(\sigma \text{ t x } 10^4)/w$	R/R.aço
Aço (CA 50A)	500	7,83	0,64	1,00
Bambu	140	0,80	1,75	2,73
Bronze	703	8,86	0,79	1,24
Ferro forjado	423	7,70	0,55	0,83
Latão (naval)	400	7,51	0,53	0,83
Alumínio	304	2,79	1,09	1,70
Ferro Fundido	281	7,20	0,39	0,62

Fonte: Ghavami (1990), adaptado pelo autor.

Conforme dados apresentados na Tab. (4.8), o bambu se destaca por possuir valores apropriados aos esforços solicitantes, quando comparado a outros materiais. Quando se compara os dados do bambu e do aço, especificamente, nota-se que a relação tração e peso específico do bambu é aproximadamente 2,73 vezes maior que o do aço. Isso prova sua viabilidade estrutural.

Segundo Teixeira (2006), ao se executar construções com o bambu, uma das dificuldades encontradas é que o mesmo apresenta colmos não lineares, ou seja, a peça não é uniforme dificultando soluções totalmente retilíneas na construção civil. Sobretudo, isso não se torna um obstáculo pois suas vantagens de economia, durabilidade e leveza compensam esse problema.

Dentre as inúmeras vantagens do uso do bambu para a construção civil, Ghavami (2006, *apud* Peixoto, 2008) destaca algumas qualidades como matéria-prima, tais como:

- a) Baixo custo, pois apresenta baixa energia de produção, quando comparada a materiais como aço, madeira e concreto (*vide* Tabela (4.7));
- b) Massa específica reduzida, reduzindo seu transporte e manuseio;
- c) Vida útil dentro das possibilidades normais de vida de materiais convencionais;
- d) Geometria tubular acabada, com estrutura estável e inúmeras aplicações construtivas;
- e) Constante e elevada produtividade nas plantações; e
- f) Resistência mecânica compatível aos esforços solicitantes, em casos de estruturas dimensionadas adequadamente.

O autor ainda cita que, é necessário um estudo científico sistemático sobre os processos de plantação, colheita, cura, imunização e pós-imunização caso o bambu seja utilizado em grande escala e possível industrialização. Outro fator relevante é a análise estatística das propriedades físicas e mecânicas do colmo do bambu. Só assim é possível criar parâmetros de confiabilidade com relação ao dimensionamento e emprego de processos industriais visando o uso do bambu em grande escala de forma econômica.

Outra vantagem do bambu está no conforto térmico proporcionado nas construções. Silva (2005) verificou que o bambu possui condutividade térmica para transmissão de calor radial de 15% a menos que na madeira, sob condições de umidade iguais. Na transmissão longitudinal de calor, o bambu chegou a uma condutividade menor que na madeira de 25%.

Por outro lado, Ghavami (1990) lista duas principais desvantagens do uso do bambu como reforço ao concreto, sendo elas:

- a) Baixo módulo de elasticidade (varia em função da posição no colmo). Externamente, o módulo de elasticidade é 14% maior que internamente; e
- b) Variância de volume pela absorção de água.

Em relação às características construtivas que o bambu oferece, Alves (2006) diz que:

“Os troncos [colmos] dos bambus variam em altura e diâmetro, havendo aqueles que crescem até mais de 30m de altura e outros que não passam de arbustos, com diâmetros variando de 0,5 até 3,0cm. Seu colmo cilíndrico e oco é dividido em intervalos por nós salientes, tornando-o um material leve e flexível, com massa específica aparente variável de 500 a 790 kg/m<sup>3</sup> (média de 650 kg/m<sup>3</sup>). A elevada relação resistência/peso, associada ao baixo custo do material, tem levado os pesquisadores a utilizá-lo na construção civil, em substituição à madeira e ao próprio aço de construção”.

Grande parte das espécies possui colmos cilíndricos e ocos, existindo, também, espécies como os *Chusquea liebmannii* que são sólidos e bambus com seção levemente quadrangulares como, por exemplo, a espécie *Chimonobambusa quadrangularis* (LONDOÑO, 2004).

Diante dessa variedade em sua forma geométrica natural, Alves (2006) aponta para a necessidade em se obter uma orientação especializada para escolha correta da espécie para o uso na construção. Por exemplo, caso a recomendação seja para estruturas e armaduras, o bambu deve conter um volume de fibras maiores por unidade de área, tornando o colmo mais resistente aos esforços mecânicos.

Assim, é considerável o desafio em utilizar e pesquisar materiais de construção mais prudentes à realidade dos países em desenvolvimento, materiais que sejam sustentáveis e que estabeleçam uma relação econômica, cultural e social a cada país. No Brasil, o bambu se difere positivamente pelas excelentes condições de uso e cultivo, pela beleza estética, por possuir características que vem de encontro às necessidades ambientais, sociais e econômicas, ou seja, necessárias para o desenvolvimento sustentável do País.

#### 4.3 COMPONENTES CONSTRUTIVOS DO BAMBU

Ao se tratar de casas feitas com o uso do bambu, refere-se também à arquitetura vernacular, que se caracteriza como uma arquitetura realizada com recursos naturais e utilização de técnicas próprias de uma determinada região. No período colonial brasileiro, era comum se ver casas feitas com adobe e pau-a-pique, armadas com estrutura de ripas de madeira ou bambu preenchidas com fibras e barro. A Figura (4.13), representa o Museu Major Novaes (a), localizado na cidade de Cruzeiro, em São Paulo, foi construído com adobe no pavimento inferior, e pau-a-pique no pavimento superior. Ainda na Fig. (4.13), a Fazenda Santa Clara (b), localizada na cidade de Santa Rita de Jacutinga, em Minas Gerais, é considerada uma das maiores edificações de pau-a-pique do Brasil.

**FIGURA 4.13** – Edificações em adobe e pau-a-pique no Brasil.



(a)



(b)

Fonte: Wikiwand (2021).

Na busca em reduzir os impactos da construção civil na natureza, projetos de arquitetura sustentável e bioconstrução também fazem uso do bambu. Nesse aspecto, a bioconstrução se torna fundamental pois é uma técnica construtiva que faz uso de materiais de baixo impacto ambiental, com a criação de sistemas alternativos de consumo de água e energia e, também, tratamento de resíduos. A Figura (4.14) apresenta uma casa de bambu sendo construída com a utilização da bioconstrução com trama de bambu a pique.

**FIGURA 4.14** – Casa de bambu: bioconstrução com trama de bambu a pique.



Fonte: Vivadecora (2019).

Existem várias aplicações do bambu na construção civil e na arquitetura. Por ser de baixo custo, fácil disponibilidade e propagação, rápido crescimento, ou seja, material carregado de vantagens já citadas anteriormente, o mesmo deveria ser utilizado na construção civil em larga escala em países em desenvolvimento como o Brasil, mas não é o que acontece na América Latina e em países Asiáticos, onde a classe com pouco recurso econômico o emprega em qualquer tipo de construção.

Seu potencial construtivo é fortemente aplicado nos países asiáticos e em países latino-americanos como Colômbia, Equador e Costa Rica. Nesses países, as espécies mais utilizadas na construção são: o *Dendrocalamus asper*, *Dendrocalamus giganteus*, *Phyllostachys sp.*, *Guadua sp.*, *Bambusa tulda* e *Bambusa tuldooides*. No Brasil, sua utilização é bem restrita a iniciativas isoladas de inserção do bambu na construção civil.

Segundo Teixeira (2006), o bambu é utilizado, quase sempre, juntamente com outros materiais na composição de projetos arquitetônicos ou meramente no encaixe ou união de peças de bambu. Nesta composição, os principais materiais utilizados são o tijolo maciço, telhas

cerâmicas, concreto, madeira, dentre outros. Na residência apresentada na Fig. (4.15), é possível observar a união de peças de bambu com o tijolo aparente.

**FIGURA 4.15** – Composição de materiais distintos: casa de bambu e tijolo aparente.



Fonte: Vivadecora (2019).

Lessard e Chouinard (1980) afirmam que o bambu tem tanta utilidade no sul e sudoeste asiático como em nenhum outro lugar do mundo. Ele é utilizado na construção de escadas, cestos, casas, cercas, andaimes, brinquedos, ferramentas, instrumentos musicais e vários outros usos diários, como combustível, papel e alimento. Em países populosos como a Índia e China, pode-se afirmar que praticamente toda a população utiliza o bambu de inúmeras maneiras durante toda a sua vida.

Os sistemas construtivos em bambu podem passar por um processo de pré-fabricação, deixando o processo construtivo otimizado. Nesse sentido, Noia (2012) diz que:

“Os colmos podem ser previamente dimensionados e cortados de acordo com o projeto previsto; no entanto, deve-se predispor de certa flexibilidade de ajustes no momento de efetuar a montagem, uma vez que, por ser um elemento natural não processado, geralmente apresenta variabilidade dimensional.”

Janssen (1995) afirma que o bambu e a pré-fabricação podem oferecer a independência econômica e autossuficiência às comunidades carentes. O cultivo do bambu pode ser realizado em pequena escala; pequenas oficinas se encarregam de realizar a preservação da planta, não necessitando de altos investimentos iniciais e, através de ajuda mútua, a construção pode ser facilmente desenvolvida, utilizando-se de simples equipamentos.

Serão mostrados alguns dos principais elementos construtivos que compõem as habitações econômicas:

a) Pilares

Os pilares de bambu, utilizados nas edificações, são considerados bastante resistentes suportando construções de vários pavimentos. A base do pilar de bambu deve ser elevada não tendo contado direto com o solo, então, geralmente, se utiliza blocos de concreto como base para a proteção do bambu contra umidade do piso e solo.

Para que haja durabilidade do material, regras devem ser cumpridas distanciando o bambu da umidade. As fundações podem ser executadas com concreto, pedras, tijolos, aço ou qualquer outro material que tenha o papel de isolar o bambu de um possível contato com a umidade. Janssen (1995) afirma que medidas preventivas são importantes e que a previsão de troca de peças de bambu deve constar inclusive em projeto, sendo levada em consideração, pois mesmo isolando os pilares do solo pela fundação, os pilares externos apresentam vida útil limitada devido à posição vulnerável aos respingos de chuva.

A Figura (4.16) mostra a estrutura da edificação em bambu sendo apoiada em base de concreto. Em Cali, Colômbia, uma escola foi construída com o uso de bambu contendo dois pavimentos e base dos pilares apoiada, também, em concreto (*vide* Fig. (4.17)).

**FIGURA 4.16** – Pilares de bambu com apoio de concreto.



Fonte: Lavozdelsandinismo (2018).

**FIGURA 4.17** – Pilares com mix de bambu e concreto.

Fonte: Archdaily (2014).

Na confecção dos pilares, o ideal é que se utilize a base dos colmos, pois se trata da parte que naturalmente foi mais solicitada a esforços de compressão, suportando o peso todo do próprio colmo. Freire; Beraldo (2003) afirmam que os nós dão ao colmo maior resistência estrutural, garantindo maior resistência aos pilares.

Segundo Teixeira (2006), para que os pilares tenham colmos de boa qualidade, cuidados ligados à imunização e armazenamento devem ser tomados para que a estrutura dos pilares em bambu garanta a segurança necessária, podendo até ser utilizados em zonas com frequência de abalos sísmicos.

#### b) Estrutura

A estrutura em bambu é executada em sua geometria original com o colmo, diferente da estrutura em madeira, cuja fabricação geralmente é realizada através de usinagem. Na estrutura em bambu, a mesma é montada com os colmos inteiros, que se encaixam entre si por meio de nós, barras roscadas, encaixes e articulações.

Em se tratando de desempenho à tração, as estruturas em bambu se destacam pela resistência de suas fibras e pela dimensão, já o desempenho à compressão, pela geometria dos colmos. Sendo assim, o bambu é geralmente usado na pré-fabricação de tesouras, pórticos e treliças.

A treliça estrutural de bambu foi utilizada no telhado, conforme mostra a Fig. (4.18), e a Fig. (4.19) representa a avaliação do desempenho estrutural de treliças de bambu realizada no Laboratório de Sistemas Construtivos (LSC) do Centro Acadêmico do Agreste (CAA) da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE).

**FIGURA 4.18** – Treliça estrutural de bambu.



Fonte: Estruturasebim (2019).

**FIGURA 4.19** – Avaliação do desempenho estrutural de treliças de bambu.



Fonte: Lima *et al.* (2015).

### c) Coberturas

As coberturas em bambu podem ser executadas, de preferência, em regiões com poucas chuvas. Em geral, a técnica construtiva desenvolvida leva em consideração a geometria do colmo para formar o sistema capa canal. O colmo é seccionado longitudinalmente ao meio com a desobstrução dos diafragmas, assim, é formado uma meia cana que pode ser utilizado como calha em toda sua extensão. Eles devem ser amarrados uns aos outros com arame galvanizado, evitando que agentes como os ventos, os retire do lugar. Vale salientar que esse sistema de

telhado oferece um enorme risco de degradação provocado pelas intempéries, recomendando-se à substituição de algumas peças ao longo do tempo de uso (*vide* Fig. (4.20)).

**FIGURA 4.20** – Cobertura em telhas de bambu.



Fonte: Celinalago (2016).

A criação de técnicas complexas construtivas para estruturas de telhado, utilizando o bambu, é dominada pelo arquiteto colombiano Simón Vélez. Tendo muitas aplicações na construção de telhados, o bambu possui várias formas estruturais de telhados, como por exemplo, os elípticos e cilíndricos (TEIXEIRA, 2006). A Figura (4.21) mostra a estrutura do telhado de um restaurante construído em 2017, no México, tendo o bambu como principal material de construção, onde a cobertura do telhado é estruturada por armários de bambu coberto por forro (feito pela técnica de tapetes cobertos por telha de bambu).

**FIGURA 4.21** – Estruturas de telhado de bambu.



Fonte: Arquitecturamixta (2016).

#### d) Armação em concreto

A armação de concreto com bambu é também conhecida como bambucreto, sendo uma ótima opção para obras de pequeno porte. A armação deve respeitar vãos de até 3,5 m, lembrando que o bambucreto não é um material que substitui o aço, pois o módulo de elasticidade do bambu é aproximadamente dez vezes mais baixo (PEREIRA; BERALDO, 2008).

O sucesso de sua utilização está diretamente ligado a questões de como o colmo foi amadurecido, de como foi feita a impermeabilização e como foi feito o processo de aderência ao concreto com o aumento da rugosidade da peça. Grande parte das pesquisas no Brasil, relacionadas ao tema, é conduzida pelo Prof. Khosrow Ghavami, da PUC-RJ. A Figura (4.22) mostra, à direita, o biokreto e, à esquerda, uma fôrma para concreto com armação em bambu.

**FIGURA 4.22** – Fôrma para concreto com armação em bambu (Prof. Ghavami) e Biokreto (Prof. Beraldo).



Fonte: Pereira; Beraldo (2008).

#### e) Vigas e treliças

As vigas e treliças construídas com o uso dos bambus são altamente resistentes, apresentando alta resistência espacial e mecânica. Elas possuem um elevado grau de eficácia em regiões contendo abalos sísmicos frequentes. No caso das vigas, o indicado é que se utilize peças de aproximadamente 3 metros, uma vez que quanto mais longas as treliças, as mesmas podem apresentar deflexões relacionadas à sua altura, que pode variar de 40 a 50 cm (TEIXEIRA, 2006).

Os arcos e vigas possuem larguras variáveis de acordo com seu comprimento. O grande diferencial do bambu laminado é porque, com o mesmo, pode-se fabricar inúmeros tipos de arcos que são construídos em madeira, dessa forma, se produz vários modelos de vigas.

Como pode ser observado nas figuras abaixo, a Fig. (4.23) traz uma treliça de bambu já preparada para receber uma cobertura pesada. A Figura (4.24) mostra uma estrutura espacial em bambu do Anfiteatro construído no Rio de Janeiro.

**FIGURA 4.23** – Treliça de bambu para cobertura pesada.



Fonte: Bambusa (2010).

**FIGURA 4.24** – Estrutura espacial de bambu.



Fonte: Bambutec (2021).

#### f) Ligações e conexões de bambu

De acordo com Noia (2012), o tipo de conexão a ser empregada é determinada pela composição e geometria do bambu em sua forma natural. Sua variação nos diâmetros, formato oco e longitudinal, composto basicamente por longas fibras paralelas, define a necessidade de sistemas de conexão, sendo bem diferentes dos sistemas usados na madeira (Fig. (4.25)).

**FIGURA 4.25** – Alguns tipos de nós e conexões.



Fonte: Homify (2021).

A autora cita ainda que a escolha e o desenvolvimento de conexões para o bambu representam o fracasso ou sucesso de uma estrutura, por isso a importância de estudos cada vez mais aprofundados.

Nas culturas orientais, as conexões eram feitas com fibras naturais ou cordas como coco, junco, ráfia e até com tiras extraídas do próprio bambu. Povos nômades da Tailândia e China construam as habitações estruturadas em bambus amarrados com tais fibras, assim, as mesmas eram desmontadas e remontadas em um novo local, sendo totalmente reaproveitadas (DETHIER; STEFFENS, 2000).

Marçal (2008 *apud* Noia, 2012) afirma que:

“Apesar de muito resistentes, tais conexões não oferecem tanta durabilidade às estruturas, e mais do que isso, em algumas delas tende-se a não usar o bambu de forma adequada, ameaçando o processo de fendilhamento de tais peças. O autor enfatiza que não é o material que determina o insucesso de uma conexão, mas sim a forma de encaixe e sua adequação com as forças atuantes na estrutura, e a resistência necessária que ela deve desempenhar”.

Segundo Teixeira (2006), o bambu é pouco resistente a grampos e pregos, sendo aconselhável o uso de conexões parafusadas, dessa forma, tal procedimento proporciona maior

estabilidade não deixando que a peça de bambu seja fendilhada. A Figura (4.26) apresenta conexões de bambu parafusadas.

**FIGURA 4.26** – Conexões das peças de bambu através do parafusamento.



Fonte: Vitruvius (2017).

#### 4.4 OS PAINÉIS DE VEDAÇÃO FEITOS DE BAMBU

Delimitar espaços é a principal função de um elemento de vedação vertical. As vedações são caracterizadas como um dos principais subsistemas das edificações, com objetivo de proteção e suporte às instalações prediais, e dessa forma, cria condições de segurança e habitabilidade (LISBÔA, 2019).

“Os painéis de vedação são aqueles projetados e solucionados para substituir as alvenarias numa construção, podendo ser autoportantes ou não, isolantes acústicos ou não, e isolantes térmicos ou não, mas sempre estanques à umidade e à chuva” (VON KRÜGER, 2000).

Teixeira (2006) afirma que “a parede ou a alvenaria tradicional é o elemento de vedação externa e interna mais utilizada no Brasil”. No entanto, surgem no cenário nacional, outros processos construtivos e tecnologias de materiais, como os painéis de vedação de bambu, obtidos a partir de recursos renováveis naturais, que se mostram eficientes e econômicos.

Os painéis de vedação de matriz natural são aqueles que utilizam em sua composição, matérias primas naturais. As matrizes podem ser minerais, como por exemplo, a terra crua, ou matrizes naturais, como por exemplo, fibras vegetais ou até mesmo o bambu. Nos dias de hoje, com a grande pegada sustentável, é comum a busca por materiais que gerem um baixo impacto energético e ambiental, reduzindo a utilização de tecnologias e materiais que agridam o meio ambiente.

Os painéis de bambu, utilizados como fechamentos verticais, podem ser projetados e executados de várias formas, com técnicas construtivas diversas. Após sua confecção, os painéis

podem ser rebocados ou não, sendo suas juntas recobertas por cordas ou fibras naturais, dando ao painel, um acabamento mais sofisticado (TEIXEIRA, 2013). Assim, eles podem ser constituídos de bambu; bambu e madeira; bambu, madeira e cimento; bambu e argamassa de cimento; bambu, madeira e solo estabilizado; bambu e solo estabilizado.

As Figuras (4.27) e (4.28) apresentam painéis de vedação com bambu em sua forma natural e com o uso de terra crua, respectivamente.

**FIGURA 4.27** – Pannel de vedação com bambu em sua forma natural.



Fonte: Teixeira (2013).

**FIGURA 4.28** – Pannel de vedação com bambu e terra crua.



Fonte: Teixeira (2013).

O uso do bambu na produção de painéis de vedação é extremamente vantajoso, uma vez que podem ser facilmente aprendidos com mão de obra facilitada, além de serem econômicos e de fácil aplicação (TEIXEIRA, 2006). Os painéis de vedação podem ser executados de diversas

maneiras, levando em consideração o uso de tecnologia, variações climáticas, necessidade de vedação parcial ou total da edificação ou dos ambientes, cultura construtiva regional dentre outros fatores que afetam a escolha do tipo do painel (TEIXEIRA, 2013).

Os painéis modulares pré-fabricados, com encaixes, é um interessante uso estrutural do bambu em construções quando se quer ganhar tempo e velocidade (*vide* Fig. (4.29)). Esses painéis são compostos por colmos inteiros paralelos, coberto por microconcreto de baixa rigidez, contendo em sua composição, espuma de poliestireno, resíduos da fabricação de sandálias e fibras de coco. A composição descrita permite, ao composto cimentício, auxiliar as deformações do bambu sem danos entre eles.

**FIGURA 4.29** – Painéis modulares estruturais de bambu.



Fonte: Ghavami; Barbosa; Moreira (2017).

Segundo Moizés (2007), os painéis de bambu são classificados a partir do seu processo de fabricação, uso, estrutura, formato e tamanho do material empregado no seu processo. Os painéis podem ser compostos por lâminas, ripas, lascas finas, partículas, fibras e outros materiais como os adesivos para colagem (*vide* Fig. (4.30)).

**FIGURA 4.30** – Lâminas, lascas, ripas ou partículas: amostras de material empregado nos painéis.



Fonte: Moizés (2007).

Segundo Qisheng *et al.* (2001), os painéis a base de bambu possuem as seguintes vantagens:

- a) Pequenas deformações e estabilidade dimensional;

- b) Grandes dimensões;
- c) Resistente a água;
- d) Alta resistência mecânica e rigidez;
- e) Tanto as dimensões quanto a resistência podem ser melhoradas e ajustadas às propriedades do bambu nas diferentes direções e as faces dos painéis podem ser decorados de várias maneiras.

De acordo com Teixeira (2013), geralmente os painéis de bambu são classificados em duas categorias distintas: painéis de bambu artesanais e pré-fabricados.

#### A) Painéis de bambu artesanais

Geralmente, os painéis de vedação artesanais são construídos com bambus na sua forma natural (*vide* Fig. (4.31)) ou na forma de esteiras, podendo possuir um trançado decorativo ou trama (*vide* Fig. (4.32)). Teixeira (2006) afirma que é comum o uso de painéis de vedação com bambus aparentes, formando figuras geométricas e desenhos variados em fachadas das edificações, porém, possui sua vida útil reduzida quando expostos às intempéries.

**FIGURA 4.31** – Utilização do painel de vedação em bambu no Protótipo de Habitação Social em Aracaju/SE.



Fonte: Caversan; David (2012).

**FIGURA 4.32** – Utilização do painel de vedação em bambu no Edifício Comunitário em Guadalajara, no México.



Fonte: Archdaily (2015).

A vedação artesanal, com o uso de bambu, é utilizada em muitos países do mundo. No Brasil, os painéis de bambu preenchidos com terra são chamados de “pau a pique”. Este sistema apresenta uma estrutura construída com bambu, podendo ser rebocadas ou simplesmente preenchidas com argila ou barro. É comum ver esse tipo de processo de produção em projetos de habitações de baixo custo, onde se observa que as técnicas variam de região para região, obedecendo as necessidades de cada projeto. O painel de bambu preenchido com terra utiliza uma trama de bambu inteiro, no interior de sua estrutura, além de ripas de bambu ou madeira, que são presas horizontalmente nos lados externos e internos do bambu. Assim, a estrutura é preenchida com barro, podendo ser misturado com fibras naturais ou palhas, conforme mostrado nas Fig. (4.33) e Fig. (4.34).

**FIGURA 4.33** – Centro Comunitário de Bangladesh feito de bambu e terra.



Fonte: Sustentarqui (2020).

**FIGURA 4.34** – Paredes revestidas com terra e uso do bambu - Centro Comunitário de Bangladesh.



Fonte: Sustentarqui (2020).

## B) Painéis de bambu pré-fabricados

Com a alta exigência de produtividade e qualidade do mercado, mediante às construções habitacionais, os painéis de bambu pré-fabricados surgem para atender tais exigências, buscando a racionalização de obras civis, aumento de produtividade, eliminação de desperdícios e perda de tempo. Segundo Ramírez (2005 *apud* Teixeira, 2006), o foco da indústria da construção de bambu, na Colômbia, tem sido desenvolver processos tecnológicos voltados para a industrialização e pré-fabricação dos componentes construtivos das habitações econômicas.

A pré-fabricação na construção é determinada por pesquisadores como uma opção de industrializar o processo construtivo e atingir melhores níveis de desempenho. O uso dos sistemas de painéis pré-fabricados é considerado uma alternativa simples e flexível dentre os diversos tipos de construção existentes. Também chamados de construção *off-site*, a pré-fabricação na construção são indicados para a construção de HIS por ter alto desempenho sustentável e execução flexível, rápida e simples.

Entre as inúmeras possibilidades do uso do bambu para a produção de painéis, destaque para os painéis de bambu pré-fabricados com moldura de madeira e preenchimento com bambus *in natura* ou ripados. De acordo com Teixeira (2013):

“Estes painéis funcionam estruturalmente como um diafragma rígido, sendo a estrutura (moldura) construída com madeira e o fechamento feito com bambus finos. Ressalta-se que este tipo de painel é confeccionado de acordo com as exigências de projeto, seguindo o dimensionamento e forma desejada”.

A Figura (4.35) ilustra o Painel-Janela juntamente com o processo de grampeamento horizontal das ripas de bambu. O painel pode ser preenchido com uma mistura chamada *barro-bambu*, que é obtida pela junção de partículas de bambu com solo contendo alto teor de argila. Essa mistura (*barro-bambu*) produz um material de enchimento mais estável e leve do que apenas o solo argiloso (*vide* Fig. (4.36)). Após o preenchimento do painel de bambu pré-fabricado, o mesmo pode receber o chapisco após a cura do enchimento *barro-bambu*. Em seguida, para dar um acabamento final, o painel pode ser rebocado com argamassa de cimento (*vide* Fig. (4.37)).

**FIGURA 4.35** – Painel-janela e o grampeamento ripado de bambu no painel.



Fonte: Casaeco (2008).

**FIGURA 4.36** – Enchimento dos painéis de bambu com *barro-bambu*.



Fonte: Casaeco (2008).

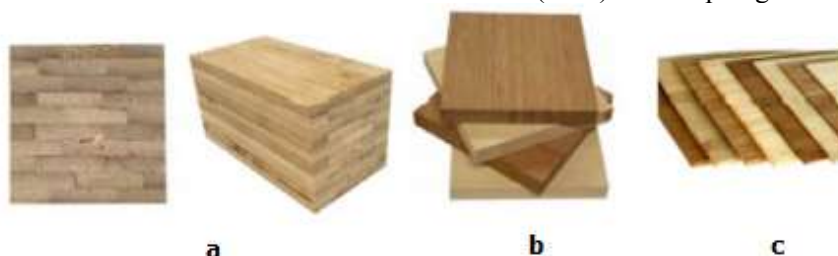
**FIGURA 4.37** – Paineis chapiscado e rebocado com argamassa de cimento após a cura do enchimento *barro-bambu*.



Fonte: Casaeco (2008).

Outra possibilidade do uso do bambu para a produção de painéis é o uso de painéis de Bambu Laminado Colado (BLC, *Bamboo Laminated Glued*). A Figura (4.38) apresenta o bambu laminado colado (a), BLC com duas camadas verticais (b) e BLC com apenas uma camada (c).

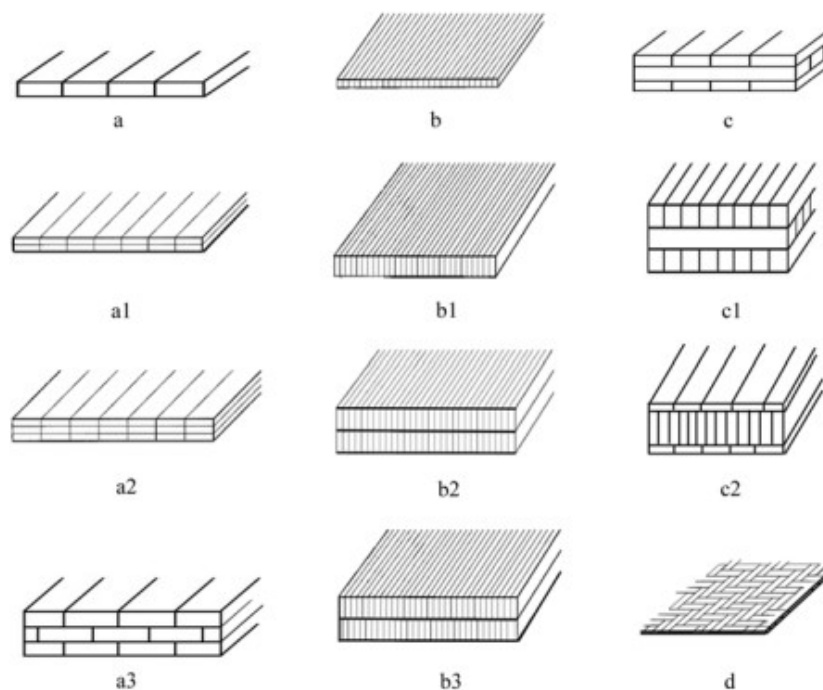
**FIGURA 4.38** – Bambu Laminado Colado (BLC) e suas tipologias.



Fonte: Moizés (2007).

Quanto à estrutura, os painéis de bambu laminado colado podem ter uma ou mais camadas, contendo diversos formatos, disposições e direções das ripas, tiras ou lâminas. As camadas podem ser coladas lateralmente na horizontal e vertical (Fig. (4.39 - a2, b2)) ou não (Fig. (4.39 - a3, b3)) e ainda podem ser entrelaçados ou contra-placados (Fig. (4.39 - c, d)). Na composição dos painéis e peças, a disposição das ripas ou tiras e o material empregado definirão as características estruturais do produto final (MOIZÉS, 2007).

**FIGURA 4.39** – Painéis de ripas coladas na horizontal (a, a1, a2, a3); Painéis com ripas coladas na vertical (b, b1, b2, b3); Painéis com ripas coladas em direções invertidas – contra-placados (c, c1, c2); Painéis com tiras entrelaçadas (d).



Fonte: Moizés (2007).

Segundo Moizés (2007), a mesma tecnologia utilizada para os compensados de madeira é utilizada para o BLC, com a colagem e distribuição lateral de ripas na direção longitudinal, usando adesivos à base de água. O autor ainda cita que o BLC possui características superficiais e estruturais, além de ser um material resistente, versátil e que pode ser aplicado na fabricação de móveis com superfícies planas e curvas, conforme apresentado na Fig. (4.40).

**FIGURA 4.40** – Mobiliários fabricados com bambu laminado colado desenvolvidos pelo CPAB.



Fonte: CPAB (2020).

Geralmente, as espécies *Dendrocalamus giganteus*, *Bambusa vulgaris*, *Guadua angustifolia*, *Gigantochloa apus*, *Phyllostachys pubescens* e *Dendrocalamus latiflorus*, mais utilizadas para a produção do bambu laminado colado (BLC), podem ser plantadas e comercializadas no Brasil (MOIZÉS (2007 *apud* ROSA, 2013)).

Para a fabricação do painel, as lâminas (taliscas) são cortadas paralelamente e coladas sob pressão. Podendo substituir o concreto e o aço, o painel de bambu laminado colado pode ser utilizado como coluna e viga mestra, como corrimão, porta e paredes na construção pré-fabricada (ZHENG e XUHE, 2005).

A Figura (4.41) mostra uma parada de ônibus de bambu, desenvolvida na UnB e elaborada pelo Centro de Pesquisa e Aplicação de Bambu e Fibras Naturais (CPAB), cujo diretor é o professor Dr. Jaime Gonçalves de Almeida, também professor da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo (FAU). A estrutura foi projetada em bambu laminado juntamente com eucalipto de reflorestamento, projeto que explora resistência e sustentabilidade.

FIGURA 4.41 – Parada de ônibus de bambu.



Fonte: Unbciencia (2018).

Tratando-se de resistência mecânica, o bambu gigante, *Dendrocalamus giganteus*, é uma espécie que apresenta importante resistência mecânica para várias finalidades, com destaque para a produção de laminados colados (RIVERO, 2003). Gonçalves *et al.* (2002) apresenta alguns resultados obtidos através de ensaios de caracterização físico-mecânica, demonstrados na Tab. (4.9).

TABELA 4.9 – Resultados de ensaios de resistência mecânica (BLC).

BAMBU LAMINADO COLADO	
ENSAIO	RESISTÊNCIA (Mpa)
Dureza (Direção Perpendicular)	34
Compressão Paralela às Fibras	55
Compressão Normal às Fibras	15
Tração Paralela às Fibras	195
Tração Normal às Fibras	2,5
Cisalhamento	10
Flexão	166

Fonte: Gonçalves *et al.* (2002), adaptado pelo autor.

#### 4.5 AS NORMAS DE CONSTRUÇÃO COM BAMBU

A normatização das práticas construtivas é essencial para definir padrões de desempenho aceitáveis. Uma regulamentação para a utilização do bambu é fundamental para que seu uso seja dissipado internacionalmente e ampliado localmente.

As normas servem essencialmente como proteção dos consumidores, meio ambiente, trabalhadores da construção civil, dar segurança aos usuários, cumprir os requisitos do mercado de trabalho, além de reduzir os custos de produção e desperdício (JANSSEN, 2000).

“Segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas, uma norma técnica é um documento estabelecido por consenso e aprovado por um organismo reconhecido que fornece, para uso comum e repetitivo, regras, diretrizes ou características para atividades ou para seus resultados, visando à obtenção de um grau ótimo de ordenação em um dado contexto. Seu objetivo é simplificar e reduzir procedimentos na elaboração de produtos e serviços, para facilitar o intercâmbio comercial e tecnológico, com base em referências padronizadas para evitar regulamentos conflitantes sobre produtos e serviços em diferentes países” (MELO, 2010).

Segundo Melo (2010), é de fundamental importância a normalização dos materiais de construção, tendo seu uso de forma segura, racional e econômica. Os materiais com características homogêneas exigem a caracterização de procedimentos mais simplificados.

Devido a frequência do uso do bambu em diversas obras estruturais e, também, em pequenas estruturas de jardim até grandes construções de vários pavimentos, é necessário a regulamentação do mesmo de forma que seja normatizado seu uso na construção civil. Sendo assim, os profissionais poderão usar essa norma na construção civil de forma padronizada e segura, além de possibilitar a aproximação do material a programas habitacionais, e firmar o bambu como material de construção no Brasil (MARÇAL, 2018).

López (2003) afirma que “o bambu não é um material novo, seu uso já é antigo e diversas civilizações foram construídas com o uso desse material”. O bambu está presente em várias obras no país com função estrutural. Alguns países possuem um largo conhecimento sobre o bambu, sendo assim, já existem inúmeras normas técnicas para a utilização do bambu na construção civil, sem falar nas normas de colheita, tratamento, secagem e industrialização desse material (MARÇAL, 2018).

“Cada espécie de bambu possui características mecânicas, físicas e anatômicas próprias, as quais dependem de fatores ligados às condições ambientais onde crescem, incluindo clima, tipo de solo e sua constituição química, altitude e condições topográficas locais, bem com relação à idade do colmo e às partes do colmo que são estudadas. Dessa forma, será difícil a extrapolação e utilização de dados obtidos entre diferentes localidades e espécies, também muitas vezes utilizando diferentes metodologias” (LOPEZ, 2003).

A primeira norma de bambu foi criada na Índia em 1973 (SOARES, 2013). Países, como a Índia, foram pioneiras em normas técnicas para testes mecânicos e físicos, e orientações construtivas com bambu. Contudo, a norma mais utilizada ainda é a norma internacional ISO (*International Organization for Standardization*), responsável pelo surgimento de quase todas as outras normas já existentes sobre o bambu (MARÇAL, 2018).

Segundo Soares (2013), países como Peru (NTE E.100), Colômbia (NSR-10) e Equador (NEC – *Estructuras de Guadúa*), já possuem suas normas sobre o uso do bambu na construção. O pioneirismo nesses países, sobre a normatização do bambu, se dá devido ao bambu ser encontrado nesses lugares de forma concreta, em habitações populares e nas construções, além de estar sendo expandido para construções maiores, de grande porte, e para classes com maior poder aquisitivo, fatos esses que provam que o bambu é um material de grande potencial para a construção.

Diante da necessidade de normatizar o uso do bambu, esses países fortaleceram as pesquisas fazendo com que os profissionais se unissem e redigissem normas que pudessem ser usadas por outros profissionais com o objetivo de garantir o uso adequado do bambu nas construções. Outro ponto relevante, é a presença da espécie de bambu do gênero *Guadua*, espécie nativa em grandes quantidades em algumas regiões, contendo características favoráveis para serem utilizados na construção civil (MARÇAL, 2018).

Levando em consideração os conhecimentos locais relacionados ao tipo de bambu e as construções, cada país desenvolveu sua própria normatização (*vide* Fig. (4.42)). Contudo, as normas possuem muitas coisas em comum.

**FIGURA 4.42** – Ordem cronológica da normatização do bambu.



Fonte: Marçal (2018), adaptado pelo autor.

Para que o dimensionamento das estruturas de bambu seja realizado de forma correta, Soares (2013) afirma que é fundamental que as normas sejam utilizadas e colocadas em prática pelos profissionais e que as normas mais importantes são as Colombianas, Peruanas e Indianas, e a ISO como norma internacional. O autor ainda relata que as edições recentes das normas desses países se baseiam na norma internacional (ISO), mesmo existindo características práticas e locais de cada região.

#### A) Norma Indiana

Como já citado anteriormente, a Norma Indiana (Indian Standard 6874 – “*Method of tests for bamboo*”) foi a primeira norma sobre testes físicos mecânicos com bambu. Surgiu em 1973 e foi reeditada em 2008. Outra série da norma, publicada em 1979 e reeditada em 2006 é a Indian Standard 9096 – “*Preservation of bamboo for structural purposes*”.

Segundo Balleste (2017), a norma Indiana trata o uso do bambu para fins estruturais e construtivos, assegurando a qualidade e efetividade da construção. O autor ainda relata que a norma possui informações mínimas de dimensões, resistência, tratamentos, plantio, design e técnicas para conexões para estruturas.

A norma Indiana surgiu com o objetivo de permitir que o bambu pudesse ser usado na construção civil de forma organizada, com variáveis diferentes a serem analisadas e comparadas, fazendo frente a outros materiais (SOARES, 2013). O autor ainda afirma que, mesmo antes do surgimento das normas nesse país, vários ensaios já eram feitos com o bambu, porém, havia uma dispersão muito grande dos resultados obtidos, tornando a análise da comparação dos resultados difícil de ser analisada.

Das mais de 100 espécies de bambu nativas que a Índia possui, 16 são recomendadas para o uso estrutural, pois foram estudadas e testadas sistematicamente. A Tabela (4.10) mostra as 16 espécies separadas em 3 grupos referentes suas resistências físicas.

**TABELA 4.10** – Tabela de agrupamento de espécies da Bambu na Índia.

<b>Grupo</b>	<b>Módulo de Ruptura (R) (N/mm<sup>2</sup>)</b>	<b>Módulo de Elasticidade (E) à Flexão (10<sup>3</sup> N/mm<sup>2</sup>)</b>	<b>Tensão Máxima de Compressão (fc, max) (N/mm<sup>2</sup>)</b>
<b>Grupo A</b>	R > 70	E > 9	TMC > 35
<b>Grupo B</b>	70 ≥ R > 50	9 ≥ E > 6	35 > TMC > 30
<b>Grupo C</b>	50 ≥ R > 30	6 ≥ E > 3	30 > TMC > 25

Fonte: Marçal (2018).

Os valores das tensões de ruptura podem ser calculados pela norma indiana, sendo minorados por fatores de correlação apropriados para que as tensões admissíveis de projeto sejam obtidas. Deve ser levado em consideração fatores como tipos e formas das cargas atuantes, variabilidades relacionadas aos colmos, localização e forma de atuação dos esforços, duração das cargas e carregamentos dinâmicos (MARÇAL, 2018).

## B) Norma Internacional ISO

A Organização Internacional de Estandarização (ISO), é uma federação mundial de organismos nacionais de normatização. Os Comitês Técnicos ISO são quem normalmente realizam o trabalho de elaboração de Normas Internacionais. Organizações internacionais governamentais e não governamentais, que estejam ligadas com a ISSO, também auxiliam no trabalho.

As normas internacionais, publicadas em 2004, são utilizadas até hoje, sendo elas: A) ISO 22157 - *Determination of Physical and Mechanical Properties - Part 1: Requirements*; B) ISO 22157 - *Determination of Physical and Mechanical Properties - Part 2: Laboratory manual*; e C) ISO 22156 – *Structural design*.

A ISO 22157 – Determinação de propriedades físicas e mecânicas do bambu, preparada pelo INBAR, foi criada com o objetivo de demonstrar que o bambu pode ser equiparado ao nível de diversos materiais de construção e engenharia, internacionalmente aceitos e reconhecidos. A norma em questão é dividida em duas partes, sendo a Parte 1 tratando dos requisitos e a Parte 2 tratando do manual de laboratórios. A ISO 22157 descreve métodos de testes para medir as propriedades de resistência do bambu e características físicas como: massa por volume, teor de umidade, compressão, encolhimento, tração, flexão e cisalhamento. A Parte 1 da norma, que descreve os requisitos, está estruturada para fornecer orientações e informações para testes padrões a serem produzidos para determinar as propriedades do bambu como material construtivo. A Parte 2 da norma, que descreve o manual de laboratório, faz a complementação das informações que serão utilizadas para os testes de laboratório.

A ISO 22156 – Projeto Estrutural de Bambu, é utilizada em projetos estruturais de bambu, seja ele ripado, cilíndrico ou laminado e colado. Segundo Marçal (2018), a norma é baseada no desempenho das estruturas e no projeto para estados limites, onde se tem a preocupação com os requisitos para capacitação de manutenção, resistência mecânica e durabilidade das estruturas de bambu.

De acordo com Marçal (2018), alguns pressupostos devem ser seguidos para que haja o desenvolvimento dessa padronização internacional, sendo eles:

- a) as estruturas são projetadas por pessoal experiente e qualificado, a verificação das qualificações do profissional para a concepção de uma estrutura de bambu é da responsabilidade da jurisdição em que o projeto deve ser construído;
- b) a construção é realizada por pessoal com a habilidade e experiência apropriada;
- c) supervisão adequada e controle de qualidade são fornecidos em fábricas, plantas e no local;
- d) os materiais e produtos de construção são utilizados conforme especificado na norma, ou em material relevante ou especificações do produto;
- e) a estrutura será mantida adequadamente;
- f) a estrutura será usada de acordo com a orientação do projeto.

Segundo Harries *et al.* (2012), apesar da existência dessas normas, elas não trazem fundamentação teórica necessária sobre o verdadeiro potencial do bambu, para que os profissionais como engenheiros, arquitetos e construtores possam construir e desenhar com este material.

### C) Norma Colombiana NSR-10

A Colômbia é um dos países com uma normativa mais avançada, tendo uma forte disseminação no uso do bambu, referência para arquitetos, assim como para órgãos reguladores de outros países para tomar como referência sua legislação na matéria (BALLESTE, 2017).

A NSR-10 (*Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente*) é uma norma técnica colombiana sancionada e promulgada em 2010 que regulamenta as condições necessárias para que as edificações manifestem comportamento correto e resistência estrutural adequada quanto aos abalos sísmicos (MARÇAL, 2018).

A norma traz requisitos mínimos relacionados ao projeto estrutural de construções, onde o elemento estruturante principal é o bambu *Guadua angustifolia*, sendo o bambu nativo da Colômbia (MARÇAL, 2018). Estes requisitos incluem tensões admissíveis, onde as alterações de valores de tensões são determinadas a partir das propriedades mecânicas, colhidas a partir de valores experimentais e alterados por fatores que levam em consideração a imprecisão dos testes (GATOÓ *et al.*, 2014). Marçal (2018) complementa que os parâmetros e informações presentes na norma são específicos para projetos estruturais com elementos de bambu da espécie *Guadua*, ou para estruturas mistas de *Guadua* com outros materiais.

O autor ainda cita que os projetos estruturais, que utilizem o bambu, são limitados em até dois pisos, não permitindo paredes de alvenaria, nem mesmo paredes de concreto no nível superior da edificação. O mesmo recomenda não utilizar a norma para projetos de pontes ou estruturas como por exemplo: comércio, educação, indústria e residência. Para construção com

estruturas superiores a 2.000 m<sup>2</sup>, recomenda-se realizar provas de carga antes mesmo do início do funcionamento.

#### D) Norma Peruana NTE E.100

A Norma Técnica E.100 do Peru, desenvolvida em 2011 e sancionada em 2012, é uma das mais recentes, tomando como referência a norma internacional ISO e a norma colombiana NSR-10. Utiliza-se de uma linguagem mais acessível ao público em geral, apresentando graficamente soluções e exemplos que fazem da mesma uma norma didática e completa (BALLESTE, 2017).

Segundo Marçal (2018), a norma peruana tem como objetivo definir diretrizes técnicas a serem seguidas para o projeto e construção de edificações sismo resistentes com bambu da espécie *Guadua angustifolia*, além de outras espécies com características físico mecânicas semelhantes.

A norma é aplicada em edificações de até dois pavimentos, com sobrecarga de uso de 250 kgf/m<sup>2</sup>. Com relação a incêndios e terremotos, por questões de segurança, toda a edificação deve ser distanciada uma das outras conforme normas específicas (MARÇAL, 2018).

Os critérios de seleção dos colmos dos bambus, segundo Balleste (2017), seguem as seguintes recomendações:

- a) Idade dos colmos deve estar entre 4 e 6 anos;
- b) Só pode utilizar colmos da espécie *Guadua angustifolia*;
- c) Os bambus devem estar devidamente tratados;
- d) Teor de umidade deve estar conforme o do local onde será instalado;
- e) As conicidades não podem ser superiores a 1%;
- f) Não são admitidas deformações que ultrapassem os 0,33% de comprimento dos colmos;
- g) Não podem apresentar fissuras no eixo neutro do colmo, nem mesmo na região perimetral dos nós;
- h) Serão descartados colmos com rachaduras superiores a 20% de seu comprimento;
- i) Não devem utilizar bambus com certo grau de podridão.

Segundo Balleste (2017), de forma técnica, a norma peruana exige que as peças de bambu sejam cortadas deixando um nó inteiro em cada extremo, distanciando 6 cm da conexão. A norma peruana é mais restritiva utilizando valores de tensões admissíveis baixos quando comparada à norma colombiana. As Tabelas (4.11) e (4.12) mostram a diferença das tensões.

**TABELA 4.11** – Tensões admitidas pela Norma Peruana.

<b>Flexão (Fm)</b>	<b>Tração Paralela (Ft)</b>	<b>Compressão Paralela (Fc)</b>	<b>Cisalhamento (fv)</b>	<b>Compressão Perpendicular (f'c<sup>1</sup>)</b>
5 Mpa (50 kg/cm <sup>2</sup> )	16 Mpa (160 kg/cm <sup>2</sup> )	13 Mpa (130 kg/cm <sup>2</sup> )	1 Mpa (10 kg/cm <sup>2</sup> )	1,3 Mpa (13 g/cm <sup>2</sup> )

Fonte: Balleste (2017).

**TABELA 4.12** – Tensões admitidas pela Norma Colombiana.

<b>Flexão (Fm)</b>	<b>Tração Paralela (Ft)</b>	<b>Compressão Paralela (Fc)</b>	<b>Cisalhamento (fv)</b>	<b>Compressão Perpendicular (f'c<sup>1</sup>)</b>
15 Mpa (150 kg/cm <sup>2</sup> )	18 Mpa (180 kg/cm <sup>2</sup> )	14 Mpa (140 kg/cm <sup>2</sup> )	1,4 Mpa (10 kg/cm <sup>2</sup> )	1,3 Mpa (12 g/cm <sup>2</sup> )

Fonte: Balleste (2017).

A norma peruana NTE E.100 faz algumas referências a especificações de materiais complementares que podem ser usados, como por exemplo: concreto, madeira, metais, dentre outros, para dispor de boa ligação com o bambu.

#### E) Norma Brasileira

A Norma Brasileira de Estruturas de Bambu, criada em dezembro de 2020 pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), representada pelo Comitê Brasileiro da Construção Civil (CB-002), reúne informações para o uso do colmo de bambu como material construtivo em estruturas (BAMBUSC, 2021).

A norma contempla duas partes. A primeira, NBR-16828-1, trata sobre projeto e dimensionamento de estruturas de bambu, enquanto a segunda, NBR-16828-2, trata sobre os métodos de ensaios para determinação das propriedades físico-mecânicas dos bambus.

A publicação das primeiras normas brasileiras, específicas para o uso estrutural do bambu, foi impulsionada por representantes de universidades, associações, produtores rurais e institutos de pesquisa, representando um grande avanço para a consolidação da cadeia produtiva do bambu no Brasil (BAMBUSC, 2021).

## 4.6 BAMBU, INDUSTRIALIZAÇÃO E TECNOLOGIA

O bambu já é utilizado, há séculos, como material para a confecção de artesanato, móveis e até mesmo alimentos. Ultimamente, o material tem sido industrializado para uso na construção civil, em especial para usos estruturais. Sua forma geométrica e suas variações

dimensionais têm estimulado sua industrialização e criação de novas tendências tecnológicas para seu uso estrutural (BOOGAARD, 2016).

Com a industrialização deste material, as indústrias que tratam o processamento dos bambus são consideradas estratégicas para o desenvolvimento de economias locais, e também, em vários países tropicais em desenvolvimento, onde este recurso florestal é abundante. Com a industrialização, diversos produtos padronizados são criados, principalmente para substituir, de forma econômica, madeiras duras. Contudo, vale ressaltar que, quando o bambu passa pelo processo de industrialização, o mesmo perde parte de sua qualidade estrutural natural (SALAMON, 2009).

Segundo Peixoto (2008), para que o bambu seja utilizado em grande escala, sendo economicamente viável, utilizado como material de engenharia e com possibilidade de industrialização, faz-se necessário um estudo aprofundado, envolvendo processos de plantação, colheita, cura, imunização e pós-imunização. A autora ainda cita a importância de uma análise estatística completa das propriedades mecânicas e físicas nos níveis meso, micro e nano do colmo do bambu inteiro. Com essas informações, é possível estabelecer critérios confiáveis de dimensionamento e emprego de processos industriais com o uso do bambu em grande escala economicamente viável.

De acordo com Teixeira (2013), existem duas formas de se utilizar o bambu: *in natura* e laminado. Pereira e Beraldo (2008) mencionam que, no Brasil, não há uma cultura de se utilizar o bambu na sua forma natural, então pesquisas estão sendo realizadas para a utilização do bambu na sua forma laminada e colada. Os autores ainda citam que, através de testes, os bambus demonstraram sinais positivos sendo versáteis, podendo ser aplicados como forro, piso, painéis, vigas, dentre outros usos.

Ramírez (2005) afirma que na Colômbia, a indústria da construção de bambu vem demonstrando desenvolver processos tecnológicos voltados para a industrialização e pré-fabricação dos componentes construtivos das habitações econômicas, assim como das edificações de qualquer porte ou tipologia.

A tendência da industrialização desta matéria prima é forte em países como Equador e Colômbia, locais onde o uso do bambu, na construção civil, é em grande escala. Desta forma, como as peças de madeira precisam passar por mecanismos de industrialização e laminação, o bambu também necessita ter suas ripas laminadas deixando suas lâminas sobrepostas em comprimentos variados e unidas face a face por meio de adesivos ou encaixes (TEIXEIRA, 2013).

Após a colheita dos colmos, o bambu passa por inúmeras etapas de transformação, preparação e beneficiamento, até a sua utilização como matéria prima na forma de produtos. Diante de estudos e inovações tecnológicas de processamento, mais indústrias poderão fazer o

uso deste material para a produção de laminados, tábuas e outras apresentações, para aplicação em projetos de design de produtos (COVALEDA *et al.*, 2005).

De acordo com Orthey (2015), o beneficiamento do bambu é dividido em duas etapas principais, sendo elas:

- a) **Etapas primárias:** colheita, secagem dos colmos, tratamento, corte longitudinal dos colmos, secagem e beneficiamento das taliscas. As fases iniciais de preparação e beneficiamento são o ponto de partida para as demais pela qual o bambu será processado. Esta etapa de preparação do material é de grande valia para a qualidade final do produto, uma vez que se for feita de maneira errada, pode comprometer os demais processos e aplicações.
- b) **Etapas secundárias:** acabamento e colagem das taliscas para formação dos laminados ou placas e produção de painéis de bambu. Esta etapa é responsável pela produção das placas laminadas de bambu, podendo ser moldadas e transformadas em diversas formas para a fabricação de móveis, conforme o projeto de design de seus principais componentes.

Com o beneficiamento e transformação do bambu como matéria prima, a Fig. (4.43) mostra as diversas possibilidades de industrialização do bambu. Porém, devido as suas características físicas *in natura*, como por exemplo, sua parte lenhosa com espessura reduzida, quando comparada com a estrutura da madeira, a transformação em laminados, em suas variadas formas, mostra-se como a industrialização pode enriquecer o material (COVALEDA *et al.*, 2005). Contudo, é possível a aplicação do bambu em situações similares à madeira, combinando suas formas industrializadas, agregando aos valores sustentáveis e estéticos do bambu, a possibilidade de industrialização em série, concedendo sua utilização como material versátil no design de móveis (RAMOS, 2014).

**FIGURA 4.43** – Diversas formas de industrialização do bambu.



Fonte: Orthey (2015), adaptado pelo autor.

Com a laminação do colmo do bambu, é possível prensá-lo para que o mesmo dê forma a pilares, vigotas e vigas em seções quadradas e retangulares, tornando-o mais passível de comercialização. Todo esse processo não afeta suas características físicas, mecânicas e nem construtivas. Produtos como o OSB, o *Plyboo* e o MDF, todos derivados do bambu industrializado, podem ser substituídos pela madeira evitando ou até mesmo diminuindo o desmatamento de florestas tropicais (TEIXEIRA, 2013).

Segundo Orthey (2015), existem duas classificações para as placas de bambu produzidas a partir de taliscas ou lâminas de bambu, sendo elas: as placas de compensado de bambu – *Plyboo* (vide Fig. (4.44 – A)) e as placas de bambu laminado colado – BLC (vide Fig. (4.44 - B)).

**FIGURA 4.44** – Placa de compensado de bambu - *Plyboo* - (A) e Placa de bambu laminado colado – BLC – (B).

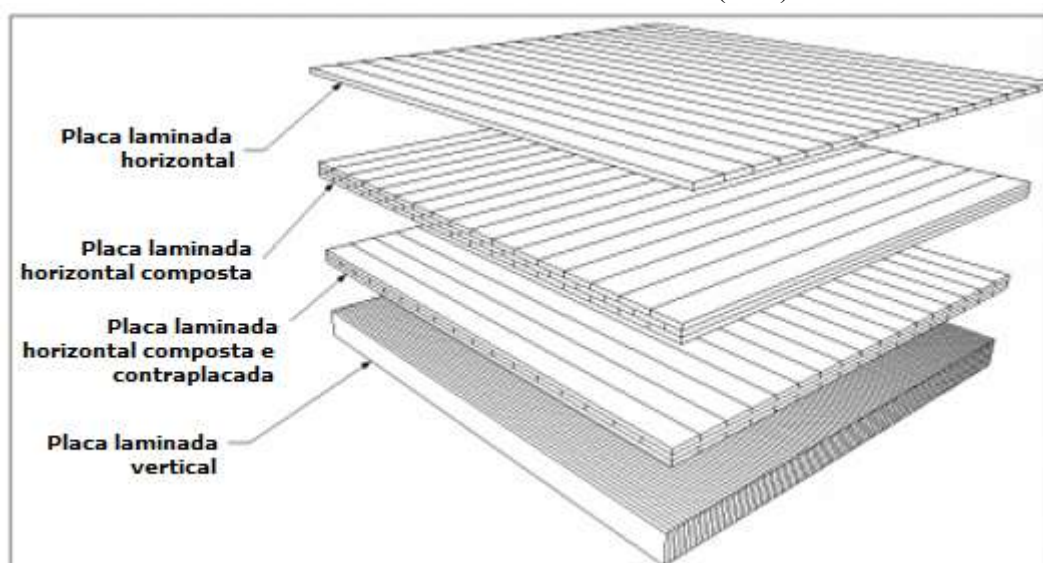


Fonte: Lamboo (2021).

A placa de compensado de bambu (*Plyboo*) é equivalente ao compensado de madeira, sendo utilizado em países asiáticos para confecção de móveis e similares. O *Plyboo* são placas laminadas de bambu coladas em várias camadas de forma contraplacadas, formando um material de ótimas propriedades e qualidades (LUGT *et al.*, 2009).

As placas de bambu laminado colado (BLC) são originadas da colagem das taliscas de bambu e podem ser criadas em camadas simples ou compostas, coladas no sentido vertical (face a face) ou horizontal das taliscas (lado a lado), com camadas em sentido único ou contraplacadas, conforme Fig. (4.45) (MOIZÉS, 2007).

**FIGURA 4.45** – Laminados de bambu (BLC).



Fonte: Orthey (2015), adaptada pelo autor.

As placas de bambu laminadas possuem características iguais ou superiores às madeiras, podendo ser trabalhadas com os mesmos equipamentos e técnicas de marcenaria, sendo uma alternativa viável na substituição ou combinação com o uso da madeira, na produção de móveis (CARNEIRO; PEREIRA, 2009).

## 5 METODOLOGIAS DE AVALIAÇÃO DE SUSTENTABILIDADE E SEUS INDICADORES: REVISÃO DA LITERATURA

Segundo Hoffmann (2014), as certificações, os selos e os manuais de boas práticas, são ferramentas utilizadas para avaliar a sustentabilidade na construção de edificações. Estas ferramentas estão alinhadas com as três dimensões da sustentabilidade, social, ambiental e econômica, tanto em maior ou menor grau, com o atendimento de requisitos que deverão ser atendidos.

As metodologias de avaliação de sustentabilidade de ambientes construídos são fundamentadas em indicadores qualitativos e quantitativos, sendo mensuradas e definidas em função do desenvolvimento sustentável e do papel do ambiente construído neste contexto. Contudo, as metodologias foram inicialmente implantadas em países desenvolvidos, tendo como referência os indicadores ambientais, com foco no ambiente construído, sendo determinados a partir de conceitos sobre avaliação do ciclo de vida e desempenho ambiental. Por outro lado, não é possível analisar uma habitação de forma isolada ao desenvolvimento urbano local e econômico da região, sendo os indicadores sociais e econômicos, de grande valia para compor o sistema de avaliação de sustentabilidade da habitação (AZEVEDO, 2008).

Há várias certificações ambientais prontas para serem utilizadas em empreendimentos habitacionais, que foram desenvolvidas por organizações públicas e privadas, nacionais e internacionais. Dentre as certificações internacionais, destaque para a LEED (*Leadership in Energy and Environmental Design*), CASBEE (*Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency*) e BREEAM (*Building Research Establishment Environmental Assessment Method*). No Brasil, destaque para o SELO CASA AZUL, AQUA (Alta Qualidade Ambiental), RTQ-R (Regulamento Técnico para Avaliação de Edificações Habitacionais) e Procel Edifica.

### 5.1 CERTIFICAÇÕES INTERNACIONAIS

#### 5.1.1 LEED (*Leadership in Energy and Environmental Design*)



Criada nos Estados Unidos em 1998, a certificação LEED, conhecida como certificação internacional de empreendimentos sustentáveis, atua no Brasil desde 2007, através do *Green Building Council* – GBC (Conselho de Edificações Verdes). Sua missão é direcionar a construção civil para a sustentabilidade em um “processo integrado de concepção, implantação, construção e operação de edificações e espaços construídos” (HOFFMANN, 2014).

Segundo Nascimento e Maciel (2010), a certificação LEED é um sistema que padroniza, orienta, classifica, mensura e certifica os *Green Building*, criando a documentação de cada tipo de edificação, integrando todas as fases desde o projeto, a construção e sua utilização.

De acordo com o GBCBrasil (2021), considerando as diferentes necessidades para cada tipo de empreendimento, o LEED possui quatro tipologias, sendo elas: 1 – Novas Construções e Grandes Reformas; 2 – Escritórios Comerciais e Lojas de Varejo; 3 – Empreendimentos Existentes e; 4 – Bairros. As tipologias mencionadas analisam oito áreas descritas abaixo:

- a) Localização e Transporte;
- b) Espaço Sustentável;
- c) Eficiência do Uso da Água;
- d) Energia e Atmosfera;
- e) Materiais e Recursos;
- f) Qualidade Ambiental Interna;
- g) Inovação e Processos;
- h) Créditos de Prioridade Regional.

A certificação LEED trabalha através de pontuação, podendo totalizar os possíveis 110 pontos em todas as tipologias. Os pontos são adquiridos à medida que o empreendimento aplica os créditos sugeridos pelo LEED. O empreendimento é classificado em quatro níveis de desempenho ambiental, sendo eles: Certificada (40-49 pontos), Prata (50-59 pontos), Ouro (60-79 pontos) e Platina (80 ou mais pontos) (GBCBRASIL, 2021).

Segundo Carvalho (2009), o LEED é o método mais utilizado no mundo e com maior potencial de crescimento em razão do investimento em seu aprimoramento e difusão, sendo suas vantagens, a fácil aplicação por *checklist*, tendo grande potencial de aplicação em diversos países e, por ser amplamente difundida no mundo, recebe sugestões e críticas do meio técnico e acadêmico.

### 5.1.2 CASBEE (*Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency*)



A CASBEE é um sistema de avaliação ambiental de edifícios, desenvolvida em 2001 pelo *Japan Sustainability Building Consortium* (JSBC). Azevedo (2008) diz que a CASBEE é um aglomerado de instrumentos que avalia a edificação em suas diferentes fases como planejamento, projeto, execução, operação e renovação.

Seu objetivo é avaliar as edificações já existentes com base em registros de operação, pelo menos um ano após sua conclusão (AZEVEDO, 2008). Silva (2003) relata que a pesquisa e

o desenvolvimento do CASBEE se deram com a união entre governo, indústria e academia, com auxílio do Ministério Japonês da Terra, Infraestrutura e dos Transportes.

“O resultado da avaliação é comunicado em termos de uma equação ( $BEE = Q/L$ ), ou seja, a eficiência energética (*Building Environment Efficiency*) é a relação direta entre qualidade e desempenho ambiental e impactos ambientais. A pontuação é demonstrada em um gráfico, o que resulta numa classificação: Classe S para desempenho excelente; e a Classe C para mau desempenho” (GVRD, 2006; SILVA, 2003).

Segundo a CASBEE (2008), diversas diretrizes foram respeitadas na elaboração do CASBEE, sendo elas:

- a) Ser o mais simples possível;
- b) Considerar os problemas e questões específicos ao Japão e Ásia;
- c) Ser estruturado para aumentar a classificação e/ou pontuação nas avaliações em edificações superiores;
- d) Ser utilizável em edifícios com inúmeras formas de usos.

Na esfera da qualidade ambiental, os pontos avaliados são (CASBEE, 2008):

- a) Qualidade dos serviços, considerando a durabilidade, funcionalidade, adaptabilidade e flexibilidade;
- b) Ambiente interno, considerando a acústica, ruído, conforto térmico, qualidade do ar e iluminação;
- c) Ambiente externo ao edifício, considerando a criação e manutenção dos ecossistemas, características culturais e locais e paisagismo.

Em relação aos impactos ambientais, os pontos avaliados são (CASBEE, 2008):

- a) Recursos e materiais (água e eco-materiais);
- b) Energia (uso de energia natural, carga térmica do edifício, operação eficiente e eficiência dos sistemas prediais);
- c) Ambiente externo ao terreno (ruído e odores, poluição atmosférica, acesso à iluminação, acesso à ventilação, carga na infraestrutura local e efeito de ilhas de calor).

O método traz como desvantagem a avaliação apenas dos aspectos ambientais, o fato de ser um ecossistema fechado (espaço interno e externo do terreno) trazendo dificuldades de delimitar esses dois espaços, e o uso de *benchmarks* pré-estabelecidos pelo JSBC. Com relação às vantagens, a autora destaca: preocupação com a melhoria constante do método; atualizações constantes; por ser desenvolvido em fases, possibilita a checagem com maior precisão se o que

foi projetado e planejado foi de fato construído; devido à facilidade de compreensão e clara explicação dos seus benefícios, conquistou um grande número de usuários em um curto prazo de tempo (CARVALHO, 2009).

### 5.1.3 BREEAM (*Building Research Establishment Environmental Assessment Method*)



A certificação BREEAM foi criada em 1990 pela instituição BRE, e é considerada internacionalmente pioneira e mais conhecida certificação de avaliação ambiental, de desempenho e especificação de edifícios (HOFFMANN, 2014). É a principal ferramenta de avaliação de edifícios do Reino Unido e, apesar de ser europeia, a certificação possui aproximadamente 600 mil edifícios certificados e cerca de dois milhões de edifícios registrados em um total de 93 países (BREEAM, 2021).

Segundo Caldas (2011), sua avaliação é dividida em três etapas, sendo a primeira chamada de Etapa dos Critérios, onde são instruídos aos profissionais que os mesmos podem argumentar, analisar e questionar, a segunda etapa, chamada Etapa de Projeto, são encaminhados documentos para comprovação dos critérios que determinam a pontuação, e por fim, a terceira etapa, chamada Etapa da Obra, com a comprovação de todo andamento da obra conforme o projeto.

“O objetivo geral da metodologia é fornecer orientação sobre as maneiras de minimizar os efeitos adversos dos edifícios nos ambientes local e global e, ao mesmo tempo, promover um ambiente interno saudável e confortável” (CARVALHO, 2009).

O BREEAM certifica edificações existentes ou novas com base no índice de desempenho ambiental (EPI – *Environmental Performance Index*) conforme a natureza do projeto (LUCAS, 2011). É dividido em dez categorias, descritas abaixo, sendo cada uma delas com diversos critérios, denominados créditos (BREEAM, 2021):

- a) Energia;
- b) Saúde e Bem-Estar;
- c) Inovação;
- d) Uso da Terra;
- e) Materiais;
- f) Gestão;
- g) Poluição;
- h) Transporte;
- i) Desperdício;
- j) Água.

Os créditos são ponderados para se obter o EPI, que habilita a certificação por meio da classificação, sendo distribuída em: Aprovado, Bom, Muito Bom e Excelente, refletindo em uma série de estrelas no certificado BREEAM. A classificação permite a comparação entre projetos e fornece garantias aos clientes e usuários (CARVALHO, 2009).

A principal vantagem da certificação é o fato dela ser a precursora dos demais sistemas de avaliação, além de ter tido uma rápida popularização. As desvantagens são o uso de *benchmarks* pré-definidos pelo BRE, adoção de apenas critérios prescritivos, não levando em consideração critérios de desempenho e a avaliação apenas de aspectos ambientais (CARVALHO, 2009).

## 5.2 CERTIFICAÇÕES NACIONAIS

### 5.2.1 Selo Casa Azul + CAIXA



Desenvolvido para a realidade da construção habitacional brasileira, o Selo Casa Azul foi criado pela CAIXA em 2009, sendo o primeiro sistema de classificação do índice de sustentabilidade de projetos habitacionais.

Segundo a CAIXA (2021b), o objetivo do Selo Casa Azul + CAIXA é incentivar e reconhecer o acolhimento de soluções arquitetônicas e urbanísticas de qualidade, utilizando a racionalização de recursos naturais na produção de empreendimentos a serem executados na esfera dos programas habitacionais operacionalizados pela CAIXA.

Após 10 anos de existência, o desafio foi tornar a construção sustentável um atrativo de negócio para os empreendedores, fomentando a produção de empreendimentos com propostas sustentáveis, sendo assim, verificou-se a necessidade de se renovar as diretrizes adequando-as às atualizações normativas com inovações promovidas na construção civil (CAIXA, 2021b).

De acordo com a CAIXA (2021b), para se obter o Selo, podem apresentar projetos: construtoras, incorporadores, empresas públicas de habitação, poder público local, entidades e associações sem fins lucrativos. Os projetos de produção de empreendimentos habitacionais devem ser aplicáveis nas linhas de financiamento da CAIXA.

Segundo John e Prado (2010), a adesão acontece de forma voluntária, ou seja, os interessados em obter o Selo Casa Azul + CAIXA precisam manifestar o desejo de vinculação do seu empreendimento junto à CAIXA, apresentando projetos, documentação e informações técnicas completas referentes aos critérios a serem alcançados pelo projeto. A CAIXA é responsável por proporcionar os modelos da documentação necessária, bem como orientar os proponentes de projetos.

O Selo Casa Azul + CAIXA é emitido em duas etapas: *Projetar* e *Habitar*. Na primeira etapa, a *Projetar*, documentos como Carta Proposta e documentação mínima deverão ser apresentados atendendo aos critérios de sustentabilidade estabelecidos pelo programa. As especificações previstas em fase de projeto são executadas durante as vistorias de aferição e/ou vistorias específicas. O Selo Casa Azul + CAIXA *Habitar* é concedido após a conclusão da obra, caso o empreendimento tenha sido construído conforme aos compromissos estabelecidos pela etapa *Projetar* (CAIXA, 2021b).

Segundo a CAIXA (2021b), o Selo Casa Azul + CAIXA é classificado seguindo quatro níveis de gradação: Bronze, Prata, Ouro e Diamante. Os níveis de gradação são alcançados conforme uma pontuação, que pode ser adquirida ao longo de 50 critérios de avaliação existentes ou através da obtenção de um determinado número de identificadores, conforme mostra a Fig. (5.1). Os critérios de avaliação estão distribuídos em seis categorias descritas a seguir:

- a) Qualidade Urbana e Bem-Estar;
- b) Eficiência Energética e Conforto Ambiental;
- c) Gestão Eficiente da Água;
- d) Produção Sustentável;
- e) Desenvolvimento Social e;
- f) Inovação.

A Categoria 1 (Qualidade Urbana e Bem-Estar) avalia a localização do empreendimento e sua inserção na malha urbana, de forma que os impactos positivos da vizinhança ao bem-estar de seus moradores possam ser avaliados. Outros aspectos devem ser analisados como por exemplo: mapeamento de infraestrutura básica, serviços, ações para requalificação urbana, equipamentos e transporte público, dentre outros. A Categoria 2 (Eficiência Energética e Conforto Ambiental) destaca o uso de equipamentos mais econômicos, com foco na eficiência energética, uso de energia renovável e sistemas de medição individualizada. Trata dos aspectos inerentes ao projeto adaptando o empreendimento às condições climáticas, às características geográficas locais, físicas e previsão de espaços com fins específicos. A Categoria 3 (Gestão Eficiente da Água) busca a conservação da água potável, reuso e aproveitamento. Ações são voltadas para reduzir o desperdício, tratar os esgotos e assegurar a permeabilidade dos solos, ajudando no escoamento das águas pluviais. A Categoria 4 (Produção Sustentável) busca garantir a qualidade dos materiais utilizados, incentivando a reciclagem e evitando o desperdício. A Categoria 5 (Desenvolvimento Social) promove ações ligadas a capacidade de gestão do empreendimento, planejamento e educação financeira, inclusão e capacitação profissional dos empregados, mitigação de riscos sociais, além de ações ligadas a geração de emprego e renda. Por fim, a Categoria 6 (Inovação) vem com intuito de aplicação do BIM na

gestão integrada do empreendimento, gestão para redução das emissões de carbono, conectividade, utilização de ferramentas digitais voltadas a prática da sustentabilidade, dentre outras.

FIGURA 5.1 – Níveis de gradação do Selo Casa Azul + CAIXA.

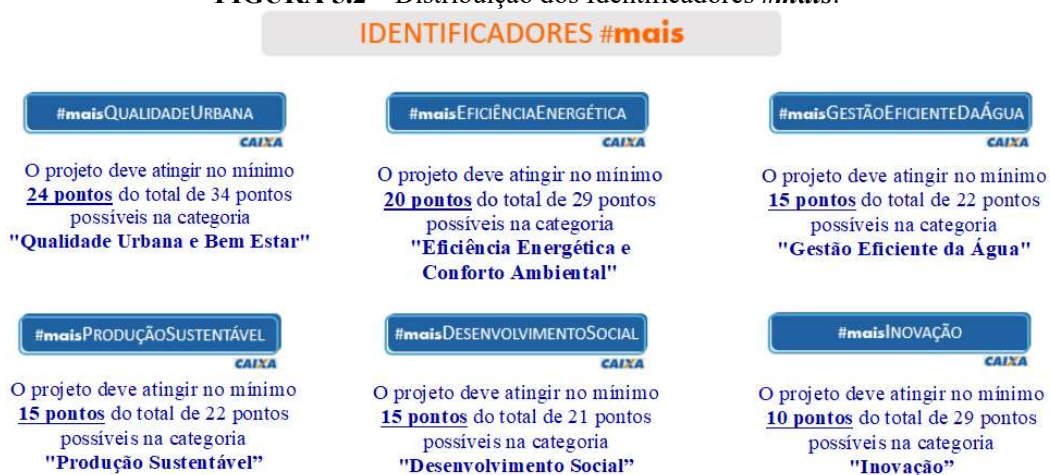


Fonte: CAIXA (2021b).

De acordo com a CAIXA (2021b), existem critérios que são obrigatórios para obtenção dos Selos Bronze, Prata, Ouro e Diamante, e outros que são de livre escolha. No caso do Selo Diamante, ainda devem ser atendidos alguns critérios de obrigatoriedade adicionais. Para cada área de desenvolvimento sustentável, é possível obter identificadores *#mais* específicos, que poderão ser acrescentados aos quatro tipos de selos já citados anteriormente. Os identificadores *#mais* podem ser concedidos ao empreendimento de forma isolada, ou seja, independente da concessão dos Selos Bronze, Prata, Ouro e Diamante.

Para a obtenção de cada identificador *#mais*, é necessário que o projeto atenda aos critérios obrigatórios básicos da categoria correspondente e que atinja a pontuação mínima definida para o tema, conforme demonstrado na Fig. (5.2) (CAIXA, 2021b).

FIGURA 5.2 – Distribuição dos Identificadores *#mais*.



Fonte: CAIXA (2021b).

Segundo Hoffmann (2014), as vantagens da obtenção do Selo Casa Azul + CAIXA são a facilidade de aplicação, atendimento das três dimensões da sustentabilidade e, principalmente, baixo custo. Outro ponto importante é a existência de uma categoria exclusiva para as práticas sociais.

### 5.2.2 PROCEL Edifica



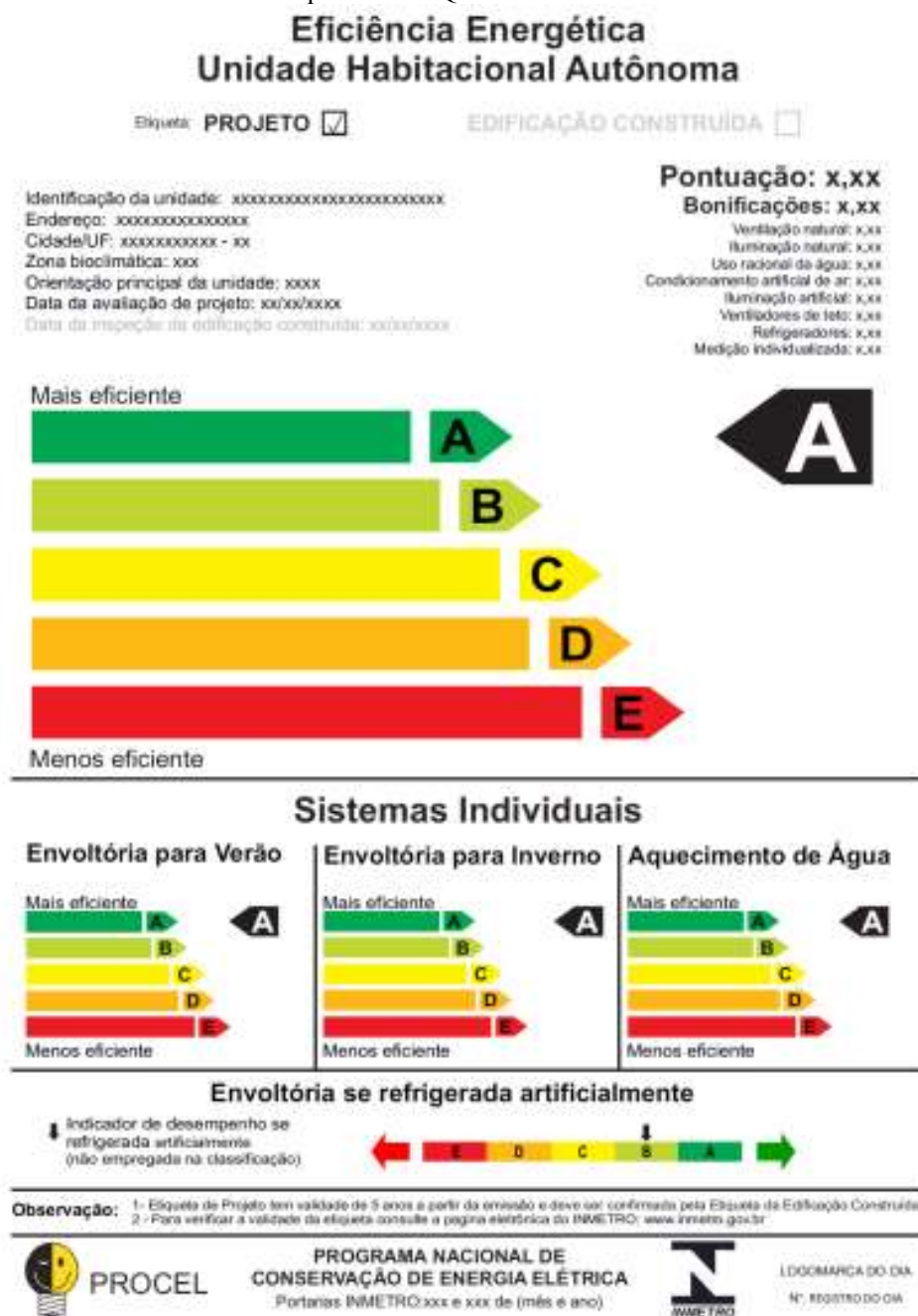
O Procel Edifica é um subprograma do PROCEL (Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica), criado pelo Governo Federal com missão de promover a eficiência energética nas edificações brasileiras, contribuindo com a estabilidade de energia elétrica (BRASILEIRO, 2013). Corsini (2011) afirma que o Procel Edifica não é exatamente uma certificação e sim uma espécie de etiquetagem.

“A etiquetagem é amparada pela Lei nº 10.295 que dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso de Energia, e também pelo Decreto nº4059 de 19 de dezembro de 2001 que estabelece os níveis máximos de consumo de energia ou mínimos de eficiência energética, de máquinas e aparelhos elétricos, também de edificações do País” (PROCEL EDIFICA, 2009).

O objetivo desse subprograma é incentivar a ventilação e iluminação natural, reduzindo o consumo de energia elétrica. Os edifícios recebem a classificação na medida em que os projetos são analisados e contemplados com etiquetas de classificação recebendo letras que variam entre “A” e “E”, de acordo com o nível de consumo de energia elétrica (BRASILEIRO, 2013). A autora ainda afirma que, para as edificações receberem a etiqueta, as mesmas são avaliadas em três níveis de eficiência, sendo elas: condicionamento de ar, sistemas de iluminação e envoltória (fachadas).

Segundo Hoffmann (2014), as edificações são classificadas de acordo com a natureza de serviços públicos desde 2009, comercial, residenciais desde 2010, sendo essas edificações existentes ou novas, avaliadas em nível de projeto e edificação construída. Para edificações residenciais, o RTQ-R (Regulamento Técnico da Qualidade do Nível de Eficiência Energética de Edificações Residenciais) dispõe de etiquetagem para unidades habitacionais autônomas (*vide* Fig. (5.3)) e multifamiliares. A autora explica que cada unidade recebe sua própria etiqueta e a edificação recebe outra, onde será avaliado a envoltória para o verão e inverno, para uso de aquecimento de água e uso de ar condicionado.

FIGURA 5.3 – Etiqueta do RTQ-R usada em unidades autônomas.



Fonte: Hoffmann (2014).

O Procel Edifica avalia toda a edificação e seus sistemas específicos para cada tipo de etiqueta, dessa forma, são atingidas pontuações através de tabelas, equações, parâmetros de medição dos sistemas, onde seus desempenhos são medidos e comparados por simulação computacional, permitindo a geração de pontuação final que vai de “A”, mais eficiente, até “E”, menos eficiente (HOFFMANN, 2014).

Segundo Lamberts *et al* (2011), dependendo da zona bioclimática em que estão inseridas, as etiquetas possuem variações. A partir de seus sistemas, a edificação é avaliada para cada uma das Zonas Bioclimáticas, garantindo a economia de energia (HOFFMANN, 2014).

### 5.2.3 AQUA (Alta Qualidade Ambiental)



A certificação AQUA foi criada em 2008 sendo uma adaptação da certificação francesa HQE (*Haute Qualité Environnementale*) para a realidade brasileira, como uma ferramenta de avaliação dos critérios de sustentabilidade (BRASILEIRO, 2013).

Segundo Corsini (2011), o objetivo da certificação é obter a qualidade ambiental de um empreendimento de reabilitação ou em construção, sendo um processo de gestão de projeto implantado com certificação emitida pela Fundação Carlos Alberto Vanzolini (FCAV).

Diferentemente da certificação LEED, a ferramenta não se baseia em sistema de pontuação, mas sim em perfis pré-definidos pelo empreendedor, escolhidos na fase de elaboração do planejamento do projeto. (PEREIRA; PIMENTEL, 2010). São três níveis de desempenho: máximo ou excelente, médio ou superior e mínimo ou bom, que são obtidos através de 14 critérios, descritos abaixo (HOFFMANN, 2014):

- a) Relação do edifício com o seu entorno;
- b) Escolha integrada de produtos, sistemas e processos construtivos;
- c) Canteiro de obras com baixo impacto ambiental;
- d) Gestão da energia;
- e) Gestão da água;
- f) Gestão dos resíduos de uso e operação do edifício;
- g) Manutenção – Permanência do desempenho ambiental;
- h) Conforto higrotérmico;
- i) Conforto acústico;
- j) Conforto visual;
- k) Conforto olfativo;
- l) Qualidade sanitária dos ambientes;
- m) Qualidade sanitária do ar;
- n) Qualidade sanitária da água.

Segundo Fortunato (2014), para se obter a certificação AQUA, o empreendedor deve ter no mínimo 3 categorias no nível Excelente, 4 no nível superior e no máximo 7 categorias do nível Bom. Os 14 critérios, já citados anteriormente, são divididos em quatro áreas de avaliação ambiental, sendo elas:

- a) Eco-construção: relação do empreendimento com o entorno, escolha de produtos, canteiro de obras com baixo impacto ambiental e sistemas e processos da construção;
- b) Conforto: conforto acústico, higrotérmico, visual e olfativo;
- c) Gestão: gestão da água, energia, resíduos e manutenção;
- d) Saúde: qualidade sanitária do ar, dos espaços e da água.

De acordo com Hoffmann (2014), a certificação AQUA funciona nas etapas de planejamento, projeto e execução, com a fiscalização de auditorias no final de cada etapa, realizadas em edificações novas, reformas, edifícios residenciais, comerciais, escritórios, instituições, além de loteamentos novos ou existentes.

Dentre as vantagens da certificação, destaque para a valorização dos empreendimentos, para os consumidores, a economia de energia elétrica, água e custos de manutenção e condomínios, qualidade e conforto, além da redução dos impactos socioambientais (LUCAS, 2011). O autor ainda destaca como desvantagem, a falta de alguns aspectos de avaliação que deveriam estar embutidos no ciclo de vida, por possuir apenas quatro áreas de avaliação.

Em virtude dos fatos argumentados, é possível verificar que as metodologias analisadas possuem diferenças significativas em sua estrutura, na ponderação das categorias, no sistema de pontuação, classificação e apresentação dos resultados avaliados. De maneira geral, as metodologias dão mais enfoque nas questões energéticas, de emissões e qualidade do ambiente interno. Todas elas apresentam pontos positivos e negativos com análises feitas do edifício de forma isolada e analisando seu entorno urbano. Assim, as certificações possuem um enorme potencial de contribuição na sustentabilidade urbana.

## **6 APRESENTAÇÃO DOS PROJETOS ARQUITETÔNICOS ESCOLHIDOS PARA AVALIAÇÃO DOS ÍNDICES DE SUSTENTABILIDADE**

### **6.1 METODOLOGIA ADOTADA**

A metodologia adotada foi composta pela revisão bibliográfica acerca da sustentabilidade, das habitações de interesse social no Brasil, das habitações de interesse social de bambu relacionados ao projeto, tecnologia e materialidade, além das certificações nacionais e internacionais que avaliam a sustentabilidade, dando destaque para a certificação ambiental Selo Casa Azul da CAIXA. A partir daí houve a apresentação e análise de dois projetos arquitetônicos de habitação de interesse social, ambos projetados no estado de Goiás.

O primeiro projeto arquitetônico é de uma HIS do Programa MCMV, localizado no município de Trindade (GO), que foi construída utilizando-se de um sistema construtivo tradicional com uso de alvenaria convencional, se baseando em pilares, vigas e lajes, os quais são preenchidos com unidades menores como tijolo, bloco de concreto, dentre outros. O segundo projeto arquitetônico é de uma HIS, mais precisamente uma Casa de Bambu, que será implantada no município de Anápolis (GO), utilizando-se de um sistema construtivo alternativo com a utilização do bambu laminado colado (BLC) em toda a sua estrutura, painéis pré-fabricados de bambu como vedação vertical, limitando o uso do concreto apenas em sua fundação.

A escolha do projeto arquitetônico da HIS MCMV se deu por conta das facilidades de acesso às plantas, aos construtores, por ser uma residência localizada no município de Trindade, sendo estes pontos determinantes na escolha do projeto. Já a escolha do projeto arquitetônico da Casa de Bambu, foi uma indicação da Professora Dr(a). Anelizabete Alves Teixeira, que já conhecia o projeto lá do Centro de Pesquisa e Aplicação de Bambu e Fibras Naturais (CPAB), da Universidade de Brasília, projeto este com metragem similar à do Programa MCMV, sendo possível a realização do estudo comparativo entre os dois projetos.

Tendo como referência metodológica o Guia Selo Casa Azul + CAIXA e uma Tabela contendo as categorias, pontuações e percentuais de critérios atendidos por tipologia de projeto, em ambos os projetos arquitetônicos foram apresentadas e analisadas seis categorias contendo diversos critérios de avaliação para se obter o desempenho por meio de índices de sustentabilidade.

As análises das categorias e critérios de avaliação foram obtidas através de visitas ao local do empreendimento, entrevistas com moradores locais, engenheiros, projetistas e construtora responsável pelo projeto, além de análises documentais de mapas, projetos arquitetônicos, projetos de implantação, projetos urbanísticos, imagens de satélite, plantas de situação, memoriais de cálculo, memoriais descritivos, dentre outros.

Serão apresentados e analisados resultados individuais para cada projeto com base nos seus respectivos índices de sustentabilidade, bem como a realização de um estudo analítico, descritivo e comparativo entre os índices dos dois projetos arquitetônicos.

Ao final, após obter os índices parciais de sustentabilidade dos dois projetos, será possível analisar os resultados e obter os índices de sustentabilidade alcançados por tipologia de projeto, fazendo a classificação dos mesmos entre os quatro níveis de gradação mencionados no Guia Selo Casa Azul, como Bronze, Prata, Ouro ou Diamante. A análise da sustentabilidade será feita com base nos aspectos ambientais, socioculturais, econômicos e construtivos.

## 6.2 PROJETO ARQUITETÔNICO DA HIS MCMV

Um dos projetos arquitetônicos, utilizados como estudo de caso para a aplicação da metodologia, foi uma residência unifamiliar, projetada e construída para atender aos requisitos do Programa MCMV, sendo uma habitação de interesse social, localizada no setor Jardim Imperial, no município de Trindade, no estado de Goiás.

### 6.2.1 Município de Trindade e Região do Projeto

O Município de Trindade está localizado na região Centro-Oeste do país, mesorregião do Centro Goiano, à oeste da capital e à, aproximadamente, 18 km de Goiânia, capital de Goiás (*vide* Fig. (6.1)). Ele conta com uma área territorial de aproximadamente 711.000 km<sup>2</sup> (*vide* Fig. (6.2)), é o 8º mais populoso do estado goiano, com população estimada de 132.000 pessoas e densidade demográfica de 147 hab/km<sup>2</sup> (IBGE, 2021).

O Município conta, também, com aproximadamente 150 bairros, distribuídos, em sua grande maioria, na região leste do município, conforme mostrado na Fig. (6.2), com destaque para o bairro Jardim Imperial, localizado na região norte do município, objeto de estudo do projeto da HIS, conforme demonstrado na Fig. (6.3).

**FIGURA 6.1** – Localização de Trindade em relação a capital Goiânia.



Fonte: Google Earth (2021), adaptado pelo autor.

**FIGURA 6.2** – Área territorial do município de Trindade.



Fonte: Google Earth (2021), adaptado pelo autor.

**FIGURA 6.3** – Bairro Jardim Imperial – Local de implantação do projeto MCMV.

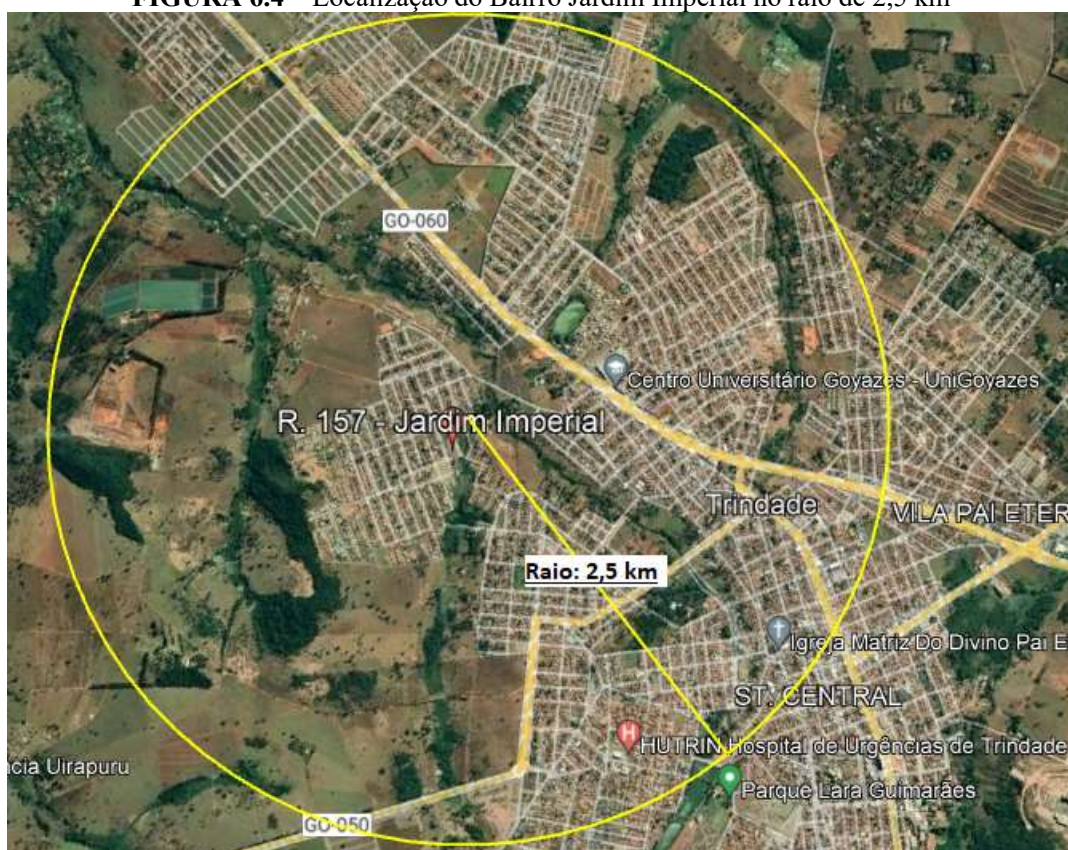


Fonte: Google Earth (2021), adaptado pelo autor.

O bairro Jardim Imperial é formado basicamente por residências. Com relação à infraestrutura urbana, que contempla a habitação, a mesma conta com ruas asfaltadas, iluminação pública, rede coletora de esgoto e águas pluviais, abastecimento de água potável, energia elétrica, coleta de lixo e linhas de transporte público. O bairro ainda conta com praças públicas com passeios para caminhada e academia ao ar livre, duas Unidades Básicas de Saúde

(UBS), duas escolas estaduais, três escolas municipais, um centro universitário, um hospital de urgências de Trindade (HUTRIN) e um parque municipal amplo com acesso à várias atividades de lazer para a população, ou seja, toda essa estrutura pode ser observada num raio de 2,5 km, medido a partir da localização do projeto implantado em estudo, conforme demonstrado na Fig. (6.4).

**FIGURA 6.4** – Localização do Bairro Jardim Imperial no raio de 2,5 km

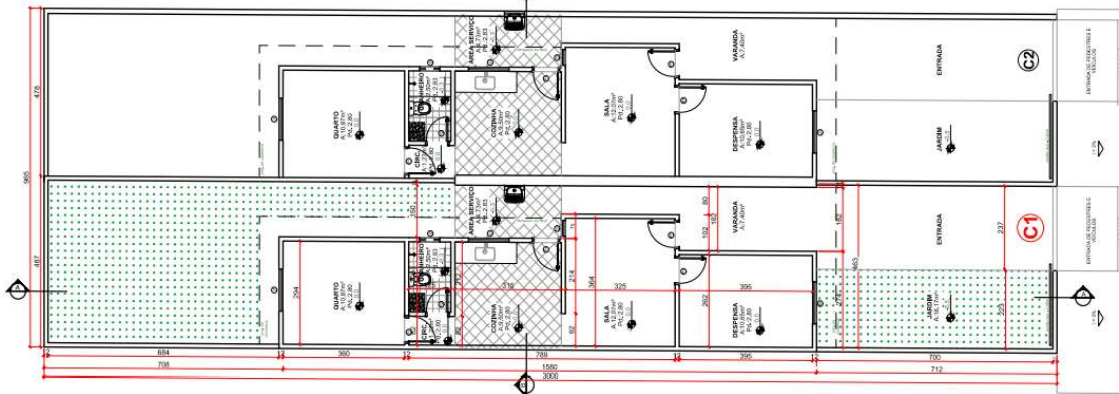


Fonte: Google Earth (2021), adaptado pelo autor.

### 6.2.2 O Projeto Arquitetônico do PMCMV

O projeto arquitetônico é de uma casa residencial unifamiliar, tipologia térrea (casas geminadas situadas no terreno em pares), constando no projeto a Casa 01 (C1) e Casa 02 (C2). O projeto de análise será a Casa 01 (C1), edificada com 68,35 m<sup>2</sup>, distribuídos em sete ambientes, entre eles: varanda, despensa, sala, cozinha, área de serviço, banheiro e um quarto, conforme demonstrado na Fig. (6.5).

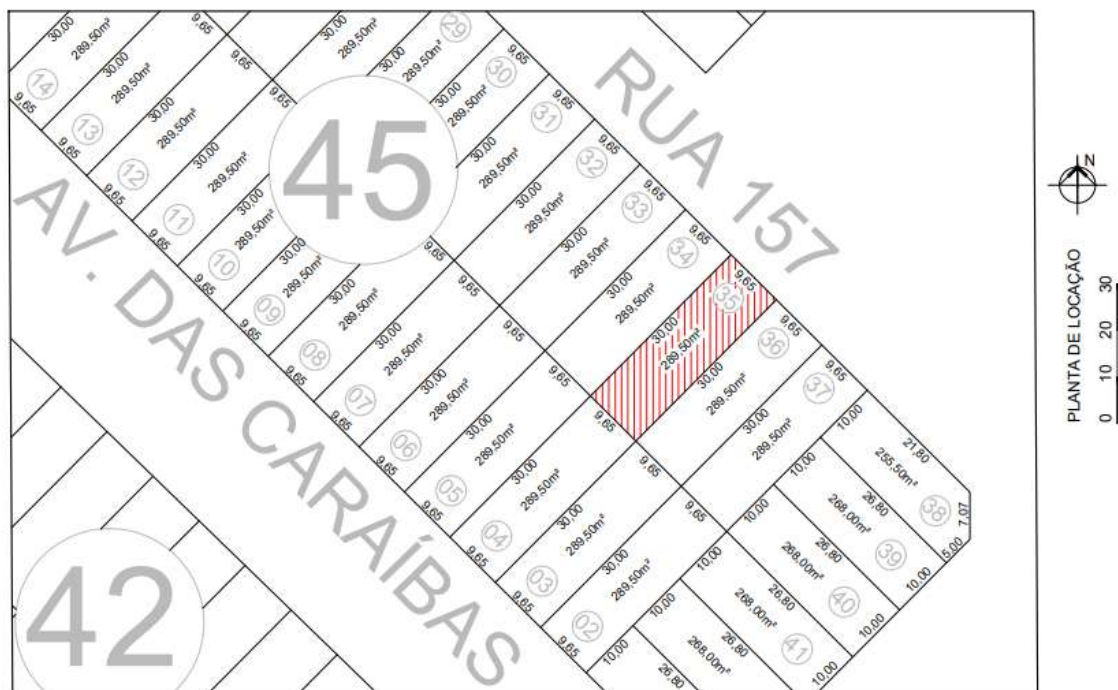
FIGURA 6.5 – Planta Baixa - MCMV.



Fonte: Documento original da edificação (2021), adaptado pelo autor.

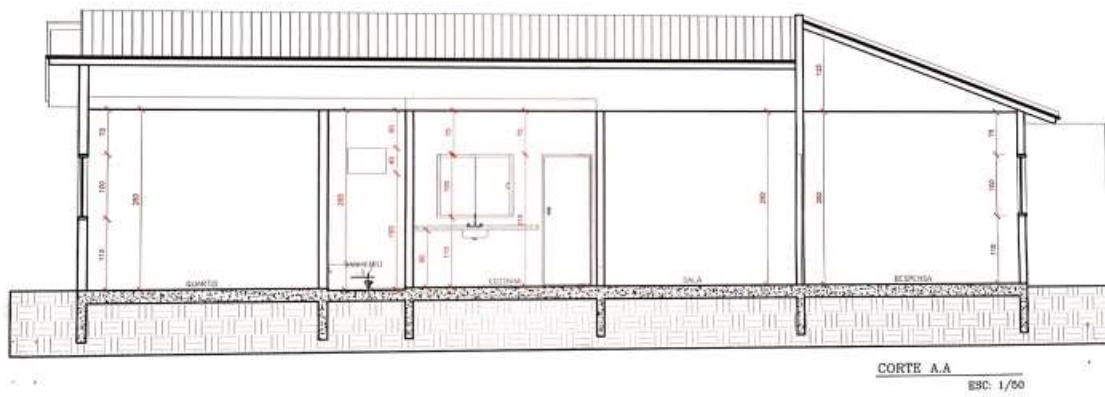
O projeto foi implantado e executado no ano de 2015, pela Construtora e Incorporadora Marvel, no endereço: Rua 157, Qd. 45, Lt. 37, bairro Jardim Imperial, em Trindade, Goiás. O terreno possui área total de 289,50 m<sup>2</sup>, conforme mostrado na Fig. (6.6), divididos igualmente em duas áreas de 144,75 m<sup>2</sup> cada, sendo uma área para a Casa 01 (C1) e a outra para a Casa 02 (C2). Como citado anteriormente, a Casa 01 (C1) possui área construída de 68,35 m<sup>2</sup>, sendo possível a demonstração de dois cortes representados pelas Fig. (6.7) e (6.8), além de duas fachadas como mostra a Fig. (6.9).

FIGURA 6.6 – Planta de Situação - MCMV.



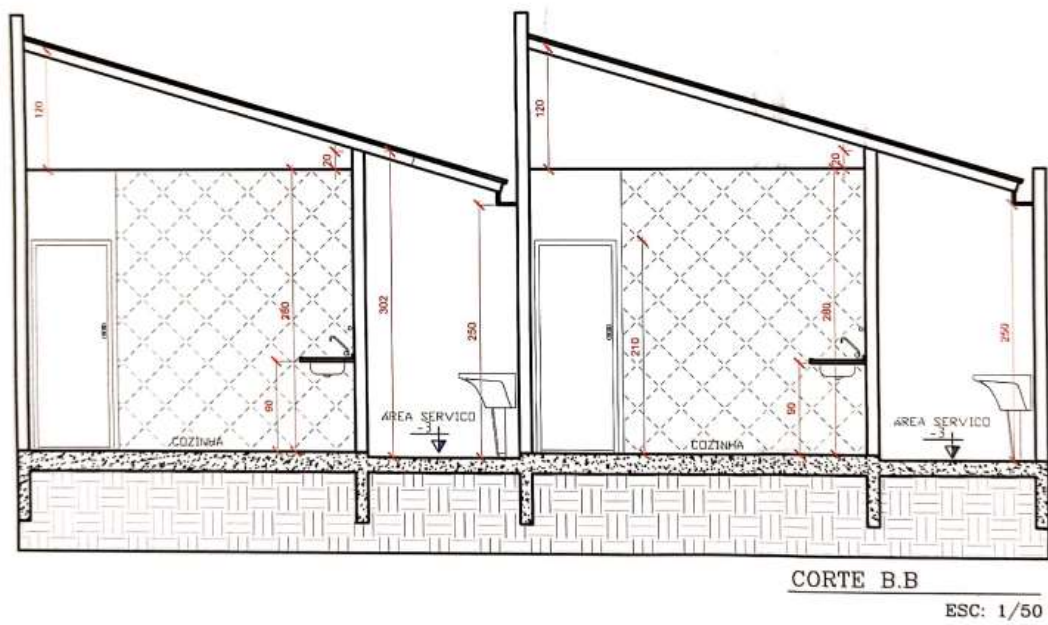
Fonte: Documento original da edificação (2021), adaptado pelo autor.

**FIGURA 6.7 – Corte AA - MCMV.**



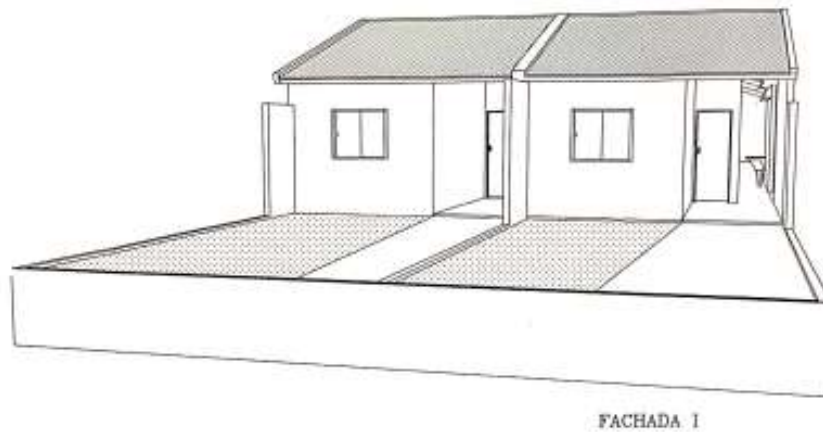
Fonte: Documento original da edificação (2021), adaptado pelo autor.

**FIGURA 6.8 – Corte BB - MCMV.**



Fonte: Documento original da edificação (2021), adaptado pelo autor.

**FIGURA 6.9 – Fachada Frontal I e II - MCMV.**





FACHADA II

Fonte: Documento original da edificação (2021), adaptado pelo autor.

### 6.3 PROJETO ARQUITETÔNICO DA CASA DE BAMBU

Este projeto arquitetônico, utilizado como estudo de caso para a aplicação da metodologia proposta, trata-se de uma habitação de interesse social, uma casa com dois pavimentos, sendo um térreo e outro mezanino, casa que será implantada dentro do Campus Central da Universidade Estadual de Goiás (UEG), no município de Anápolis, no estado de Goiás.

#### 6.3.1 Município de Anápolis e Região do Projeto

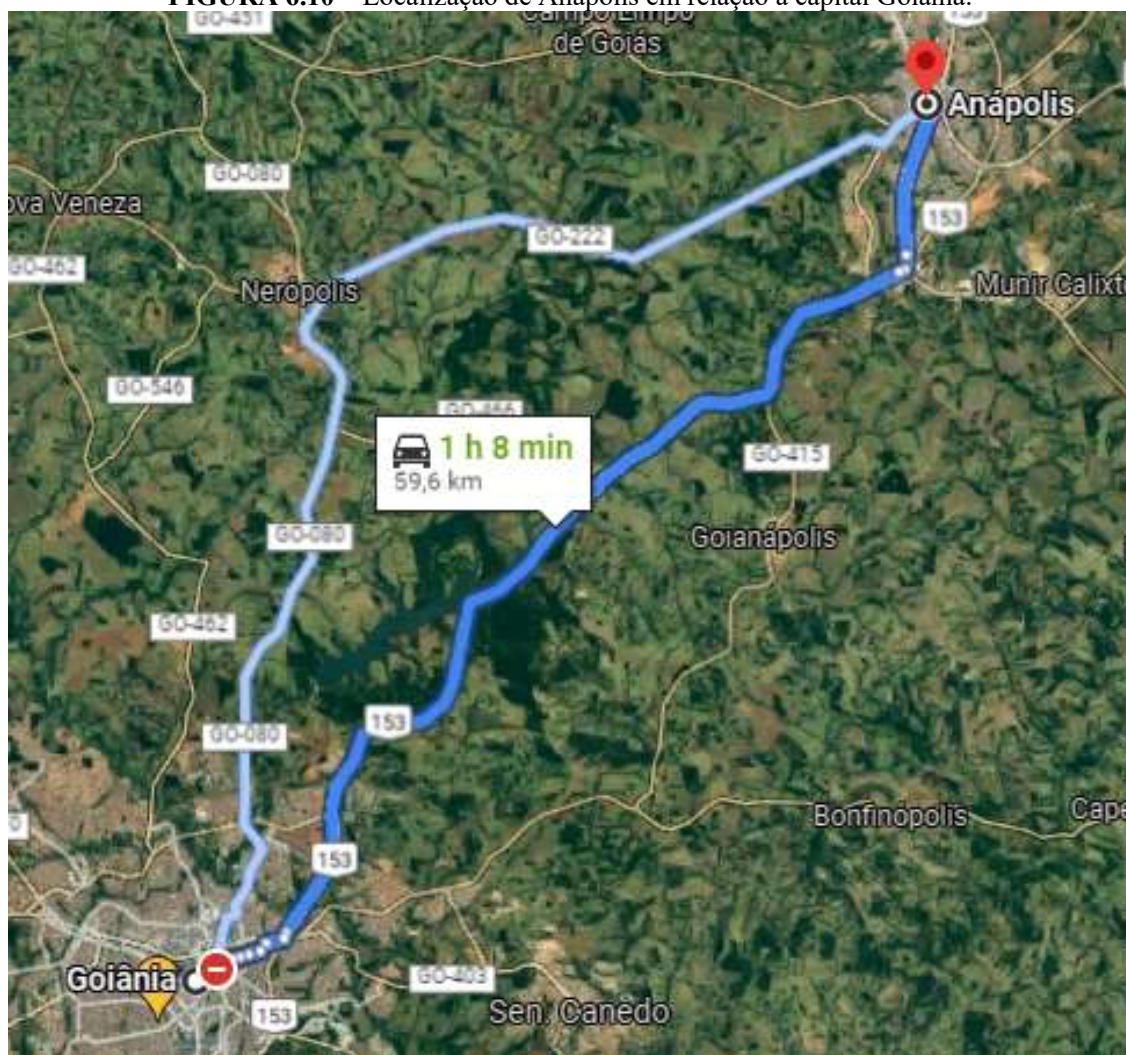
O Município de Anápolis está localizado na região Centro-Oeste do país, à 50 km da capital goiana e a 140 km da capital federal (*vide* Fig. (6.10)). Ele conta com uma área territorial de aproximadamente 934.146 km<sup>2</sup> (*vide* Fig. (6.11)), com população estimada de 396.526 pessoas e densidade demográfica de 358,58 hab/km<sup>2</sup> (IBGE, 2021).

A cidade se caracterizou como polo industrial, principalmente no ramo farmacêutico, com a instalação do Distrito Agroindustrial de Anápolis (DAIA) em 1976, desde então, sendo apontada pelo seu grande potencial logístico. Anápolis é cortada por rodovias federais, estaduais e pela ferrovia Centro-Atlântico (WIKIPEDIA, 2021).

O projeto será implantado dentro do Campus Central da UEG, que está localizado no endereço: BR-153, km 99, Zona Rural, Anápolis – GO, sendo separado dos bairros povoados pela BR-153 (*vide* Fig. (6.12)). Os bairros mais próximos da região do projeto são: Jardim São Paulo, Bairro São João, Residencial Arco-Iris e Setor Santa Clara.

O referido Campus conta com o Restaurante Cidadão Universitário, que é fruto de um convênio firmado entre a UEG e a Organização das Voluntárias de Goiás (OVG), servindo, diariamente, várias refeições para a comunidade acadêmica, moradores das regiões circunvizinhas e trabalhadores das empresas e indústrias do DAIA. Do ponto de vista social, o objetivo do Restaurante Cidadão foi trazer dignidade para todos que almoçam naquele local, além de atender às pessoas em situação de vulnerabilidade social.

**FIGURA 6.10** – Localização de Anápolis em relação a capital Goiânia.



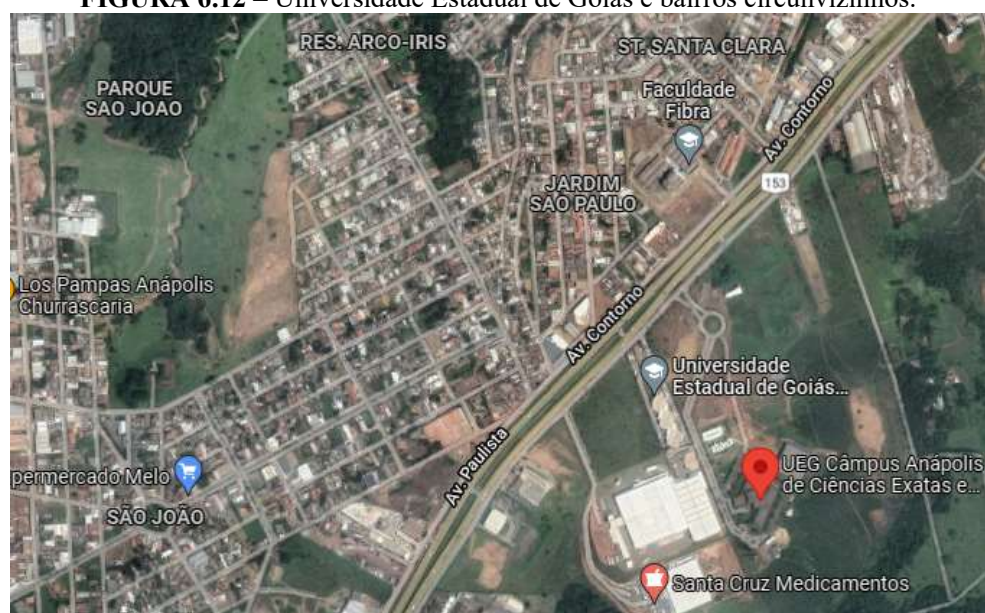
Fonte: Google Earth (2021), adaptado pelo autor.

**FIGURA 6.11** – Área territorial do município de Anápolis.



Fonte: Google Earth (2021), adaptado pelo autor.

**FIGURA 6.12** – Universidade Estadual de Goiás e bairros circunvizinhos.



Fonte: Google Earth (2021), adaptado pelo autor.

### 6.3.2 O Projeto Arquitetônico da Casa de Bambu

O projeto arquitetônico foi desenvolvido pelo Professor e Arquiteto Dr. Jaime Gonçalves de Almeida, juntamente com o Arquiteto Eleudo Esteves de Araújo Silva Júnior, ambos professores da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo (FAU) da UNB.

O projeto arquitetônico da Casa de Bambu foi desenvolvido para ser implantado no Campus Central da UEG, em Anápolis, Goiás, sendo uma casa projetada com a incorporação de diversas inovações tecnológicas, utilizando-se um sistema construtivo alternativo feito de Bambu Laminado Colado (BLC) e Madeira (sistema *flex*) em toda a sua estrutura, e limitando o uso do concreto apenas em sua fundação. O projeto arquitetônico da casa prevê ainda a utilização de um sistema de vedação original, feito a partir de painéis de bambu pré-fabricados, bem como o uso de placas solares sobre o telhado, conferindo ao projeto um caráter inovador e sustentável. As espécies utilizadas no projeto foram *Dendrocalamus giganteus*, para a produção do sistema *flex*, e *Bambusa tuldoides*, para a produção dos painéis de vedação. A Figura (6.13) ilustra uma perspectiva de como será a casa sustentável, trazendo um design moderno e inovador.

**FIGURA 6.13** – Perspectiva da casa de bambu.

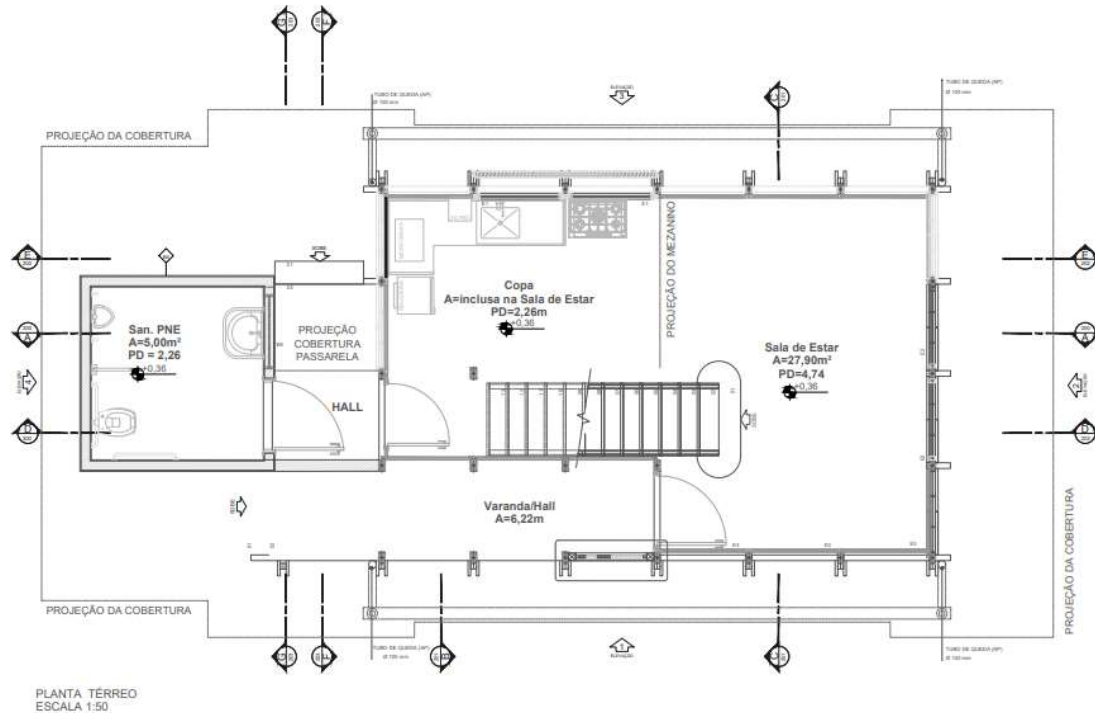


Fonte: Imagem do autor (2021).

O programa de necessidades da casa conta com dois pavimentos, sendo um térreo e outro mezanino, com área total construída de 69 m<sup>2</sup>. No pavimento térreo, o projeto arquitetônico conta com copa, sala de estar, escada para acesso ao pavimento superior, hall, varanda, além de rampa e banheiro com acesso a pessoas portadores de necessidades especiais,

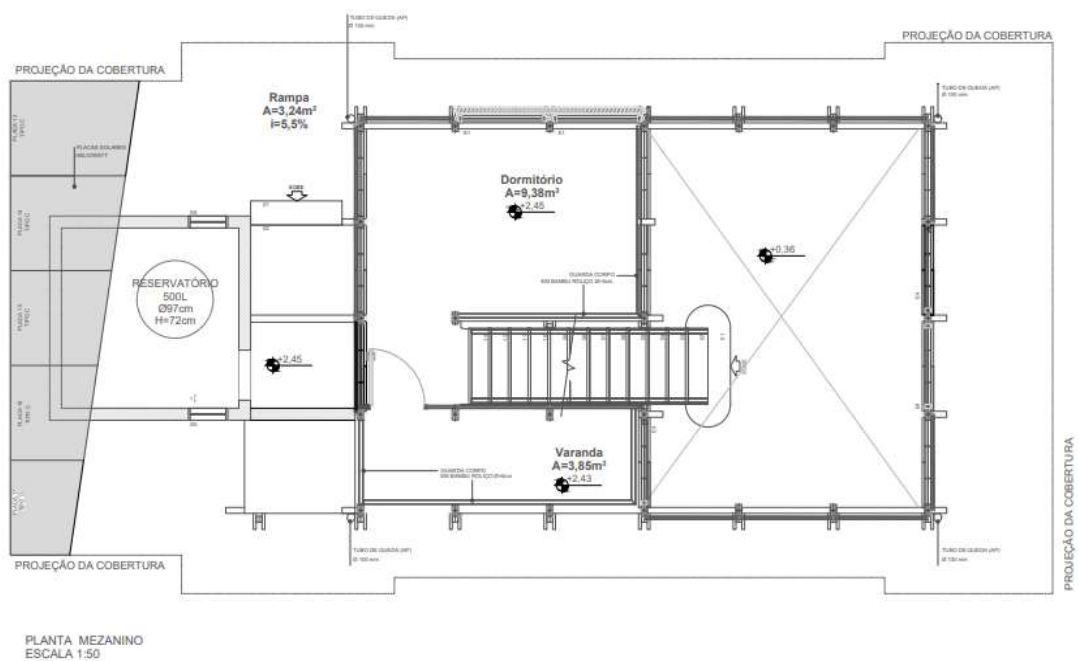
conforme demonstrado na Fig. (6.14). No pavimento superior, o projeto arquitetônico contempla um dormitório e uma varanda, conforme demonstrado na Fig. (6.15). As Figuras (6.16) e (6.17) representam as fachadas da Casa de Bambu e a Fig. (6.18) as maquetes do sistema estrutural e Casa de Bambu.

**FIGURA 6.14** – Planta Baixa Térreo – Casa de Bambu.



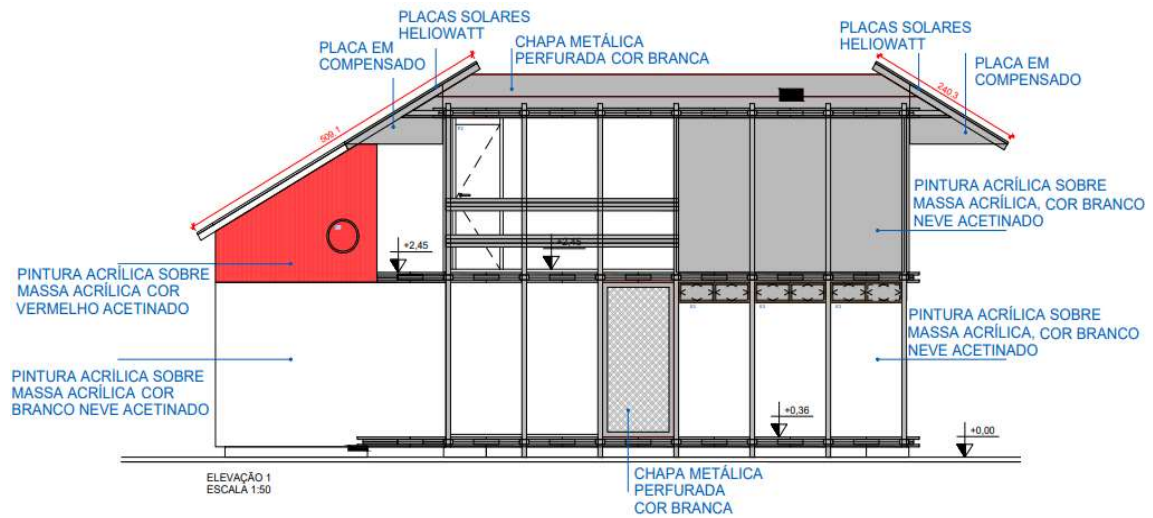
Fonte: Documento original da edificação (2021), adaptado pelo autor.

**FIGURA 6.15** – Planta Baixa Mezanino – Casa de Bambu.



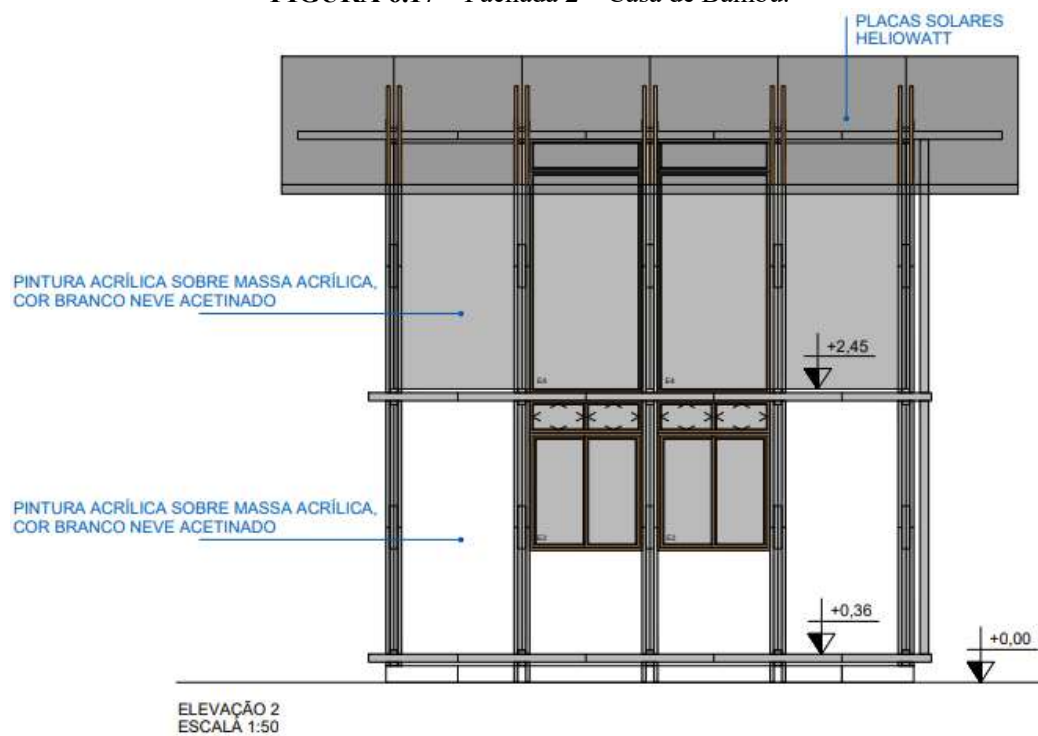
Fonte: Documento original da edificação (2021), adaptado pelo autor.

**FIGURA 6.16** – Fachada 1 – Casa de Bambu.



Fonte: Documento original da edificação (2021), adaptado pelo autor.

**FIGURA 6.17** – Fachada 2 – Casa de Bambu.



Fonte: Documento original da edificação (2021), adaptado pelo autor.

**FIGURA 6.18** – (A) Maquete do sistema estrutural e (B) Maquete da Casa de Bambu, ambas feitas com o Lego.



(A)



(B)

Fonte: Imagem do autor (2021).

A Figura (6.19) representa o protótipo do sistema estrutural da casa de bambu, que foi construído em tamanho real dentro do Centro de Pesquisa e Aplicação de Bambu e Fibras Naturais (CPAB). O Centro tem um elevado potencial propositivo com o desenvolvimento tecnológico representado pela combinação do bambu com a madeira (sistema *flex*), além de

exercer um importante papel na prototipagem de projetos. Na prototipagem com emprego do bambu laminado colado (BLC) e madeira, são realizados ensaios físico-mecânicos do material composto, permitindo resultados interessantes.

O CPAB possui uma Oficina de Bambu e Madeira (Laboratório de Protótipos) com a finalidade de divulgar informações e preparar materiais como corpos-de-prova e protótipos para a realização de trabalhos acadêmicos e científicos. O CPAB possui linhas de pesquisa, sendo uma delas resultante da combinação do bambu com a madeira, com foco no desenvolvimento de um novo material, denominado *flex*.

A Figura (6.19 – A) representa o protótipo do sistema estrutural Lego da Casa de Bambu, feito com BLC e madeira, a Fig. (6.19 – B) o detalhe da união do sistema estrutural Lego, e a Fig. (6.19 – C) detalhes da estrutura interna e externa como aberturas e vedações.

**FIGURA 6.19** – Protótipo do sistema estrutural da casa de bambu.



(A)

(B)



(C)

Fonte: Imagem do autor (2021).

Na elaboração do projeto de implantação da Casa de Bambu, foi pensado em várias iniciativas sustentáveis, ações que foram implementadas para que houvesse uma relação saudável entre homem e meio ambiente. As ações sustentáveis contidas neste projeto produzem como resultado, a preservação dos recursos ambientais, assim como remetem à preocupação quanto a sustentabilidade social e econômica da sociedade na preservação do meio ambiente. Neste intuito, o projeto de implantação da Casa de Bambu, representado pela Fig. (6.20), apresenta iniciativas sustentáveis como: passeios pavimentados com resíduos de construção e demolição (RCD), postes com iluminação solar fotovoltaicos, placas solares fotovoltaicas instaladas no telhado da casa, espaço destinado para coleta seletiva, ponto de ônibus que será construído com bambu laminado colado (modelo representado na Fig. (4.41)), horta circular orgânica, arborização, mobiliário urbano como bancos e lixeiras, áreas esportivas, reservatório de águas servidas, reservatório para aproveitamento de água de chuvas, bicicletário compartilhado, dentre outros.

**FIGURA 6.20** – Projeto de Implantação da Casa de Bambu – Parte 1.

Fonte: Imagem elaborada pelo autor (2021).

## 7 APRESENTAÇÃO DOS ÍNDICES DE SUSTENTABILIDADE DA HIS MCMV E CASA DE BAMBU POR CATEGORIAS

Como descrito na Metodologia do Trabalho (Item 1.3), a partir da análise de dois projetos arquitetônicos selecionados (Capítulo 6), adotou-se como referência metodológica o Guia Selo Casa Azul da Caixa Econômica Federal e sua Tabela, que contém as categorias, pontuações e percentuais de critérios atendidos por tipologia de projeto. Em ambos os projetos arquitetônicos, foram analisadas as seis categorias de base do Selo Casa Azul, sendo elas:

- A) Qualidade Urbana e Bem-Estar;
- B) Eficiência Energética e Conforto Ambiental;
- C) Gestão Eficiente da Água;
- D) Produção Sustentável;
- E) Desenvolvimento Social;
- F) Inovação.

Cada uma das seis categorias possui vários critérios, alguns obrigatórios e outros não, onde cada critério apresenta uma faixa de pontuação, variando entre mínimo e máximo, que serão pontuados após a análise de cada critério, para cada projeto. Para se verificar o atendimento ou não dos critérios de cada categoria, foi criada uma Tabela, onde foi inserida uma pontuação específica para cada critério, obtida a partir da análise de projetos arquitetônicos, análise de projetos urbanísticos, levantamentos *in loco*, imagens de satélite, levantamentos fotográficos, entrevistas feitas com projetista e construtor, elaboração de memorial de cálculo segundo a NBR 15575 e Guia Selo Casa Azul.

Conforme citado anteriormente, o Guia Selo Casa Azul, da Caixa Econômica Federal, é uma importante referência da metodologia adotada, sendo valioso apresentar o modelo “Quadro Resumo”, contendo as seis categorias de análise com seus critérios, pontuações e classificações, conforme demonstrado na Fig. (7.1). O Guia é um selo nacional, ainda pouco utilizado, podendo ser mais explorado pela sua importância no sentido de reconhecer e incentivar boas práticas socioambientais e sustentáveis.

FIGURA 7.1 – Modelo Quadro Resumo do Guia Selo Casa Azul.

CATEGORIA	ITEM	CRITÉRIO	FAIXA DE PONTUAÇÃO		OBRIGATÓRIO	DIAMANTE	IDENTIFICADOR #mais	BRONZE	PRATA	OURO	DIAMANTE
1 - QUALIDADE URBANA E BEM-ESTAR	1.1	Qualidade e Infraestrutura no Espaço Urbano	4	4	X	X	Mínimo 24 PONTOS	50 PONTOS ou 2 #mais	60 PONTOS ou 3 #mais	80 PONTOS ou 4 #mais	100 PONTOS e #mais inovação
	1.2	Relação com o Entorno: Interferências e Impacto no Empreendimento	3	3	X	X					
	1.3	Separação de Resíduos	2	3	X	X					
	1.4	Melhorias no Entorno	2	3							
	1.5	Recuperação de Áreas Degradadas e/ou Contaminadas	3	3							
	1.6	Revitalização de Edificações Existentes e Ocupação de Vazios Urbanos	3	4							
	1.7	Paisagismo	2	3		X					
	1.8	Equipamentos de Lazer, Sociais, de Bem-Estar e Esportivos	3	4							
	1.9	Adequação às Condições do Terreno com Topografia Adversa	3	3							
	1.10	Soluções Sustentáveis de Mobilidade	2	4		X					
2 - EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E CONFORTO AMBIENTAL	2.1	Orientação ao Sol e aos Ventos	3	3	X	X	Mínimo 20 PONTOS	50 PONTOS ou 2 #mais	60 PONTOS ou 3 #mais	80 PONTOS ou 4 #mais	100 PONTOS e #mais inovação
	2.2	Desempenho Térmico e Lumínico	4	4	X	X					
	2.3	Dispositivos Economizadores de Energia	2	2	X	X					
	2.4	Medição Individualizada de Gás	1	3	X	X					
	2.5	Ventilação e Iluminação Natural dos Banheiros	2	3							
	2.6	Iluminação Natural de Áreas Comuns	3	3							
	2.7	Sistema de Aquecimento Solar	4	4							
	2.8	Geração de Energia Renovável	3	5		X					
	2.9	Elevadores Eficientes	2	2							
3 - GESTÃO EFICIENTE DA ÁGUA	3.1	Dispositivos Economizadores de Água	3	3	X	X	Mínimo 15 PONTOS	50 PONTOS ou 2 #mais	60 PONTOS ou 3 #mais	80 PONTOS ou 4 #mais	100 PONTOS e #mais inovação
	3.2	Medição Individualizada de Água	3	3	X	X					
	3.3	Áreas Permeáveis	4	4	X	X					
	3.4	Reuso de Águas Servidas/Cinzas	4	5							
	3.5	Aproveitamento de Águas Pluviais	4	4		X					
	3.6	Retenção ou Infiltração de Águas Pluviais	3	3							

CATEGORIA	ITEM	CRITÉRIO	FAIXA DE PONTUAÇÃO	OBRIGATORIO	DIAMANTE	IDENTIFICADOR #mais	BRONZE	PRATA	OURO	DIAMANTE
4 - PRODUÇÃO SUSTENTÁVEL	4.1	Gestão de Resíduos da Construção e Demolição	3 3	X	X	Mínimo 15 PONTOS	50 PONTOS ou 2 #mais	60 PONTOS ou 3 #mais	80 PONTOS ou 4 #mais	100 PONTOS e #mais inovação
	4.2	Fôrmas e Escoras Reutilizáveis (ou não utilizadas)	1 3	X	X					
	4.3	Madeira Certificada	1 3	X	X					
	4.4	Coordenação Modular	3 3							
	4.5	Componentes Industrializados ou Pré-Fabricados	3 3							
	4.6	Pavimentação e Calçamento com RCD	3 3							
	4.7	Gestão Eficiente da Água no Canteiro de Obras	3 4		X					
5 - DESENVOLVIMENTO SOCIAL	5.1	Capacitação para Gestão do Empreendimento	2 2	X	X	Mínimo 15 PONTOS	50 PONTOS ou 2 #mais	60 PONTOS ou 3 #mais	80 PONTOS ou 4 #mais	100 PONTOS e #mais inovação
	5.2	Educação Financeira e Planejamento Financeiro	2 2	X	X					
	5.3	Mitigação do Desconforto da População Local Durante as Obras	2 2							
	5.4	Inclusão de Trabalhadores e Fornecedores Locais	1 1							
	5.5	Capacitação Profissional dos Empregados	2 2							
	5.6	Ações para Mitigação de Riscos Sociais	3 3							
	5.7	Educação Ambiental dos Empregados e Moradores	2 2							
	5.8	Ações para Geração de Emprego e Renda	2 2							
	5.9	Ações de Integração Social na Comunidade	1 1							
	5.10	Apoio na Manutenção Pós-Ocupação	3 3		X					
	5.11	Segurança e Saúde no Canteiro de Obras	1 1							
6 - INOVAÇÃO	6.1	Aplicação do BIM na Gestão Integrada do Empreendimento	3 3			Mínimo 10 PONTOS	50 PONTOS ou 2 #mais	60 PONTOS ou 3 #mais	80 PONTOS ou 4 #mais	100 PONTOS e #mais inovação
	6.2	Gestão para Redução das Emissões de Carbono	5 5							
	6.3	Sistemas Eficientes de Automação Predial	3 3							
	6.4	Conectividade	2 2		X					
	6.5	Ferramentas Digitais Voltadas a Práticas de Sustentabilidade	3 3							
	6.6	Possibilidade de Adequação Futura da UH às Necessidades dos Usuários	3 3							
	6.7	Outras Propostas Inovadoras	3 10							
BÔNUS	7.1	Aplicação do BIM na Gestão Integrada do Empreendimento	2 6				50 PONTOS ou 2 #mais	60 PONTOS ou 3 #mais	80 PONTOS ou 4 #mais	100 PONTOS e #mais inovação

Fonte: Guia Selo Casa Azul, CAIXA (2021), adaptado pelo autor.

A Tabela demonstrada na Fig. (7.2), foi construída com base no Guia Selo Casa Azul, contendo as mesmas categorias e critérios listados no Guia. A análise é feita separadamente, em um mesmo arquivo, para os dois projetos arquitetônicos, MCMV e Casa de Bambu, com as respectivas pontuações para cada critério, que foram obtidas a partir de análises documentais. Algumas dificuldades foram encontradas durante o preenchimento da Tabela, principalmente relacionadas ao projeto MCMV, pois já existiam moradores na habitação de análise, e mesmo assim, foram feitas visitas ao local para coletar e confirmar algumas informações. Outra dificuldade encontrada foi conseguir localizar e entrevistar os responsáveis pela construtora, uma vez que o projeto MCMV foi executado em 2015. Com relação ao projeto Casa de Bambu, não houve grandes dificuldades durante a coleta dos dados para preenchimento da Tabela.

FIGURA 7.2 – Tabela Quadro Resumo: Categorias, Critérios e Pontuação.

QUADRO RESUMO: CATEGORIAS, CRITÉRIOS E PONTUAÇÃO										
CATEGORIA	ITEM	CRITÉRIO	FAIXA DE PONTUAÇÃO (Mín - Máx)		CÓDIGO MCMV	PONTUAÇÃO MCMV	DOCUMENTAÇÃO DE ANÁLISE	CÓDIGO CASA BAMBU	PONTUAÇÃO CASA BAMBU	DOCUMENTAÇÃO DE ANÁLISE
1. Qualidade Urbana e Bem-Estar	1.1	(*)Qualidade e Infraestrutura no Espaço Urbano	4	4	A1	4	Imagem de Satélite/Mapa do Entorno	B1	4	Imagem de Satélite/Mapa de Entorno
	1.2	(*)Relação com o Entorno: Interf. e Impactos no Empreend.	3	3	A1	3	Proj. Urbanístico/Mapa Entorno/Entrev. Moradores	B1	3	Análise Projeto Urbanístico/Implantação
	1.3	(*)Separação de Resíduos	2	3	A1	0	Entrevista com Construtora/Visita ao local	B1	3	Projeto de Implantação
	1.4	Melhorias no Entorno	2	3	A1	2	Análise Projeto Urbanístico/Implantação	B1	3	Análise Projeto Urbanístico/Implantação
	1.5	Recuperação de Áreas Degradadas/Contaminadas	3	3	A1	0	Imagem de Satélite/Mapa de Localização	B1	0	Imagem de Satélite/Mapa de Localização
	1.6	Revitalização de Edif. Existentes e Ocupação de Vazios Urbanos	3	4	A1	0	Não se aplica	B1	0	Não se aplica
	1.7	Paisagismo	2	3	A1	0	Análise Projeto Urbanístico/Implantação	B1	3	Análise Projeto Urbanístico/Implantação
	1.8	Equipamentos de Lazer, Sociais, de Bem-Estar e Esportivos	3	4	A1	3	Imagem de Satélite/Mapa do Entorno	B1	4	Imagem de Satélite/Projeto de Implantação
	1.9	Adequação às Condições do Terreno com Topografia Adversa	3	3	A1	0	Projeto de Terraplenagem/Entrevista Construtora	B1	3	Projeto de Implantação/Projeto Arquitetônico
	1.10	Soluções Sustentáveis de Mobilidade	2	4	A1	0	Análise Projeto Urbanístico/Entorno	B1	2	Análise Projeto Urbanístico/Entorno
		(*) Critério Obrigatório		Pontuação Máxima:			34	Pontuação Máxima:		
			Pontuação Atendida:			12	Pontuação Atendida:			25
2. Eficiência Energética e Conforto Ambiental	2.1	(*)Orientação ao Sol e Ventos	3	3	A2	0	Planta de Situação/Estudo de Orient. Solar Ventos	B2	3	Planta de Situação/Estudo de Orient. Solar Ventos
	2.2	(*)Desempenho Térmico e Luminoso	4	4	A2	4	Memorial de Cálculo/NBR 15575:2013	B2	4	Memorial de Cálculo/NBR 15575:2013
	2.3	(*)Dispositivos Economizadores de Energia	2	2	A2	0	Projeto Arquitetônico/Visita ao local	B2	2	Projeto de Implantação/Memorial Descritivo
	2.4	(*)Medição Individualizada de Gás	1	3	A2	1	Projeto Arquitetônico/Visita ao local	B2	1	Projeto Arquitetônico/Memorial Descritivo
	2.5	Ventilação e Iluminação Natural de Banheiros	2	3	A2	0	Memorial de Cálculo/Guia Selo Casa Azul CAIXA	B2	3	Memorial de Cálculo/Guia Selo Casa Azul CAIXA
	2.6	Iluminação Natural de Áreas Comuns	3	3	A2	0	Projeto Arquitetônico/Guia Selo Casa Azul CAIXA	B2	3	Memorial de Cálculo/NBR 15575:2013
	2.7	Sistema de Aquecimento Solar	4	4	A2	0	Projeto Arquitetônico/Entrevista Construtora	B2	4	Projeto Arquitetônico
	2.8	Geração de Energia Renovável	3	5	A2	0	Projeto Arquitetônico/Entrevista Construtora	B2	3	Projeto de Implantação
	2.9	Elevadores Eficientes	2	2	A2	0	Não se aplica	B2	0	Não se aplica
		(*) Critério Obrigatório		Pontuação Máxima:			29	Pontuação Máxima:		
			Pontuação Atendida:			5	Pontuação Atendida:			23
3. Gestão Eficiente da Água	3.1	(*)Dispositivos Economizadores de Água	3	3	A3	3	Projeto Arquitetônico/Entrevista Construtora	B3	3	Projeto Arquitetônico/Memorial Descritivo
	3.2	(*)Medição Individualizada de Água	3	3	A3	3	Projeto Arquitetônico/Entrevista Construtora	B3	3	Projeto Arquitetônico/Memorial Descritivo
	3.3	(*)Áreas Permeáveis	4	4	A3	4	Projeto Arquitetônico/Implantação	B3	4	Projeto de Implantação
	3.4	Reuso de Águas Servidas/Cinzas	4	5	A3	0	Conversa com Construtora/Visita ao local	B3	5	Projeto de Implantação/Memorial Descritivo
	3.5	Aproveitamento de Águas Pluviais	4	4	A3	0	Conversa com Construtora/Visita ao local	B3	4	Projeto Arquitetônico/Memorial Descritivo
	3.6	Retenção/Infiltração de Águas Pluviais	3	3	A3	0	Visita ao local	B3	0	Projeto de Implantação
		(*) Critério Obrigatório		Pontuação Máxima:			22	Pontuação Máxima:		
			Pontuação Atendida:			10	Pontuação Atendida:			19

QUADRO RESUMO: CATEGORIAS, CRITÉRIOS E PONTUAÇÃO											
CATEGORIA	ITEM	CRITÉRIO	FAIXA DE PONTUAÇÃO (Mín - Máx)	CÓDIGO MCMV	PONTUAÇÃO MCMV	DOCUMENTAÇÃO DE ANÁLISE	CÓDIGO CASA BAMBU	PONTUAÇÃO CASA BAMBU	DOCUMENTAÇÃO DE ANÁLISE		
4. Produção Sustentável	4.1	(*)Gestão de Resíduos da Construção e Demolição	3 3	A4	0	Entrevista com Construtora	B4	3	Memorial Descritivo/Plano de Gestão de RCD		
	4.2	(*)Formas e Escoras Reutilizáveis	1 3	A4	3	Entrevista com Construtora	B4	3	Memorial Descritivo		
	4.3	(*)Madeira Certificada	1 3	A4	0	Projeto Arquitetônico/Entrevista Construtora	B4	1	Projeto Arquitetônico		
	4.4	Coordenação Modular	3 3	A4	0	Projeto Arquitetônico/Entrevista Construtora	B4	3	Proj. Arquitetônico/Painéis de Ved. Modulados		
	4.5	Componentes Industrializados ou Pré-Fabricados	3 3	A4	0	Projeto Arquitetônico/Entrevista Construtora	B4	3	Proj. Arquitetônico/Painéis de Ved. Pré-Fabricados		
	4.6	Pavimentação e Calçamento com RCD	3 3	A4	3	Conversa com Construtora	B4	3	Projeto de Implantação		
	4.7	Gestão Eficiente de Água no Canteiro de Obras	3 4	A4	0	Entrevista com Construtora	B4	3	Memorial Descritivo		
	(*) Critério Obrigatório	Pontuação Máxima:		22		Pontuação Máxima:		22			
	Pontuação Atendida:		6		Pontuação Atendida:		19				
5. Desenvolvimento Social	5.1	(*)Capacitação para Gestão do Empreendimento	2 2	A5	0	Entrevista com Construtora	B5	2	Curso de Capacitação CPAB/UNB		
	5.2	(*)Educação Financeira ou Planejamento Financeiro	2 2	A5	0	Entrevista com Construtora	B5	2	Entrevista com Projetistas		
	5.3	Inclusão de Trabalhadores e Fornecedores Locais	1 1	A5	1	Entrevista com Construtora e Moradores Locais	B5	1	Entrevista com Projetistas		
	5.4	Capacitação Profissional dos Empregados	2 2	A5	2	Entrevista com Construtora	B5	2	Entrevista com Projetistas		
	5.5	Mitigação do Desconforto da População Local durante as Obras	2 2	A5	0	Entrevista com Construtora e Moradores Locais	B5	0	Não se aplica		
	5.6	Ações para Mitigação de Riscos Sociais	3 3	A5	0	Entrevista com Construtora	B5	0	Não se aplica		
	5.7	Educação Ambiental dos Empregados e Moradores	2 2	A5	0	Entrevista com Construtora e Moradores Locais	B5	2	Curso de Capacitação CPAB/UNB		
	5.8	Ações para a Geração de Emprego e Renda	2 2	A5	0	Entrevista com Construtora e Moradores Locais	B5	2	Curso de Capacitação CPAB/UNB		
	5.9	Ações de Integração Social na Comunidade	1 1	A5	0	Entrevista com Construtora	B5	0	Não se aplica		
	5.10	Apoio na Manutenção Pós-Ocupação	3 3	A5	3	Entrevista com Construtora e Moradores Locais	B5	3	Manual de Uso e Manutenção		
	5.11	Segurança e Saúde no Canteiro de Obras	1 1	A5	1	Entrevista com Construtora	B5	1	Plano de Gestão de Segurança de Trabalho		
(*) Critério Obrigatório	Pontuação Máxima:		21		Pontuação Máxima:		21				
	Pontuação Atendida:		7		Pontuação Atendida:		15				
6. Inovação	6.1	Aplicação do BIM na Gestão Integrada do Empreendimento	3 3	A6	0	Entrevista com Construtora	B6	3	Projetos Arquitetônico/BIM		
	6.2	Gestão para Redução das Emissões de Carbono	5 5	A6	0	Entrevista com Construtora	B6	0	Ausencia de Documentação		
	6.3	Sistemas Eficientes de Automação Predial	3 3	A6	0	Entrevista com Construtora	B6	0	Projeto Arquitetônico		
	6.4	Conectividade	2 2	A6	0	Entrevista com Construtora	B6	2	Projeto Arquitetônico/Memorial Descritivo		
	6.5	Ferramentas Digitais Voltadas a Práticas de Sustentabilidade	3 3	A6	0	Entrevista com Construtora	B6	3	Projeto de Desenvolvimento de Portal Web		
	6.6	Possib. de Adeq. Futura da UH às Necessidades dos Usuários	3 3	A6	3	Projeto Arquitetônico/Entrevista Construtora	B6	3	Projeto Arquitetônico		
	6.7	Outras Propostas Inovadoras	3 10	A6	0	Entrevista com Construtora	B6	5	Sistema Construtivo Inovador/Proj. Arquitetônico		
(*) Critério Obrigatório	Pontuação Máxima:		29		Pontuação Máxima:		29				
	Pontuação Atendida:		3		Pontuação Atendida:		16				
PONTUAÇÃO MÁXIMA ATENDIDA MCMV:					43	PONTUAÇÃO MÁXIMA ATENDIDA CASA DE BAMBU:					117

Fonte: Planilha elaborada pelo autor (2021).

## 7.1 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DA CATEGORIA 1

### CATEGORIA 1 – QUALIDADE URBANA E BEM-ESTAR

Os critérios adotados para avaliação da Categoria 1 – Qualidade Urbana e Bem-Estar são divididos em dez itens, conforme demonstrado na Fig. (7.2), sendo os três primeiros itens, apresentados na Fig. (7.2) na cor vermelha, obrigatórios para se obter o grau mínimo de sustentabilidade.

Para o projeto MCMV, conforme demonstrado na Fig. (7.3), foi criado um código para os critérios da Categoria 1, com a identificação “A1”, seguida da pontuação específica obtida para cada critério e qual documentação foi analisada para se obter tal pontuação.

**FIGURA 7.3 – Pontuação e Documentação de Análise da Categoria Qualidade Urbana e Bem-Estar – Projeto MCMV.**

QUADRO RESUMO: CATEGORIAS, CRITÉRIOS E PONTUAÇÃO							
CATEGORIA	ITEM	CRITÉRIO	FAIXA DE PONTUAÇÃO (Mín - Máx)		CÓDIGO MCMV	PONTUAÇÃO MCMV	DOCUMENTAÇÃO DE ANÁLISE
1. Qualidade Urbana e Bem-Estar	1.1	(*)Qualidade e Infraestrutura no Espaço Urbano	4	4	A1	4	Imagem de Satélite/Mapa do Entorno
	1.2	(*)Relação com o Entorno: Interf. e Impactos no Empreend.	3	3	A1	3	Proj. Urbanístico/Mapa Entorno/Entrev. Moradores
	1.3	(*)Separação de Resíduos	2	3	A1	0	Entrevista com Construtora/Visita ao local
	1.4	Melhorias no Entorno	2	3	A1	2	Análise Projeto Urbanístico/Implantação
	1.5	Recuperação de Áreas Degradadas/Contaminadas	3	3	A1	0	Imagem de Satélite/Mapa de Localização
	1.6	Revitalização de Edif. Existentes e Ocupação de Vazios Urbanos	3	4	A1	0	Não se aplica
	1.7	Paisagismo	2	3	A1	0	Análise Projeto Urbanístico/Implantação
	1.8	Equipamentos de Lazer, Sociais, de Bem-Estar e Esportivos	3	4	A1	3	Imagem de Satélite/Mapa do Entorno
	1.9	Adequação às Condições do Terreno com Topografia Adversa	3	3	A1	0	Projeto de Terraplenagem/Entrevista Construtora
	1.10	Soluções Sustentáveis de Mobilidade	2	4	A1	0	Análise Projeto Urbanístico/Entorno
			Pontuação Máxima:				34
		Pontuação Atendida:				12	

Fonte: Imagem elaborada pelo autor (2021).

Para o projeto Casa de Bambu, conforme demonstrado na Fig. (7.4), foi criado um código para os critérios da Categoria 1, com a identificação “B1”, seguida da pontuação específica obtida para cada critério e qual documentação foi analisada para se obter tal pontuação.

**FIGURA 7.4 – Pontuação e Documentação de Análise da Categoria Qualidade Urbana e Bem-Estar – Projeto Casa de Bambu.**

QUADRO RESUMO: CATEGORIAS, CRITÉRIOS E PONTUAÇÃO							
CATEGORIA	ITEM	CRITÉRIO	FAIXA DE PONTUAÇÃO (Mín - Máx)		CÓDIGO CASA BAMBÚ	PONTUAÇÃO CASA BAMBÚ	DOCUMENTAÇÃO DE ANÁLISE
1. Qualidade Urbana e Bem-Estar	1.1	(*)Qualidade e Infraestrutura no Espaço Urbano	4	4	B1	4	Imagem de Satélite/Mapa de Entorno
	1.2	(*)Relação com o Entorno: Interf. e Impactos no Empreend.	3	3	B1	3	Análise Projeto Urbanístico/Implantação
	1.3	(*)Separação de Resíduos	2	3	B1	3	Projeto de Implantação
	1.4	Melhorias no Entorno	2	3	B1	3	Análise Projeto Urbanístico/Implantação
	1.5	Recuperação de Áreas Degradadas/Contaminadas	3	3	B1	0	Imagem de Satélite/Mapa de Localização
	1.6	Revitalização de Edif. Existentes e Ocupação de Vazios Urbanos	3	4	B1	0	Não se aplica
	1.7	Paisagismo	2	3	B1	3	Análise Projeto Urbanístico/Implantação
	1.8	Equipamentos de Lazer, Sociais, de Bem-Estar e Esportivos	3	4	B1	4	Imagem de Satélite/Projeto de Implantação
	1.9	Adequação às Condições do Terreno com Topografia Adversa	3	3	B1	3	Projeto de Implantação/Projeto Arquitetônico
	1.10	Soluções Sustentáveis de Mobilidade	2	4	B1	2	Análise Projeto Urbanístico/Entorno
			Pontuação Máxima:				34
		Pontuação Atendida:				25	

Fonte: Imagem elaborada pelo autor (2021).

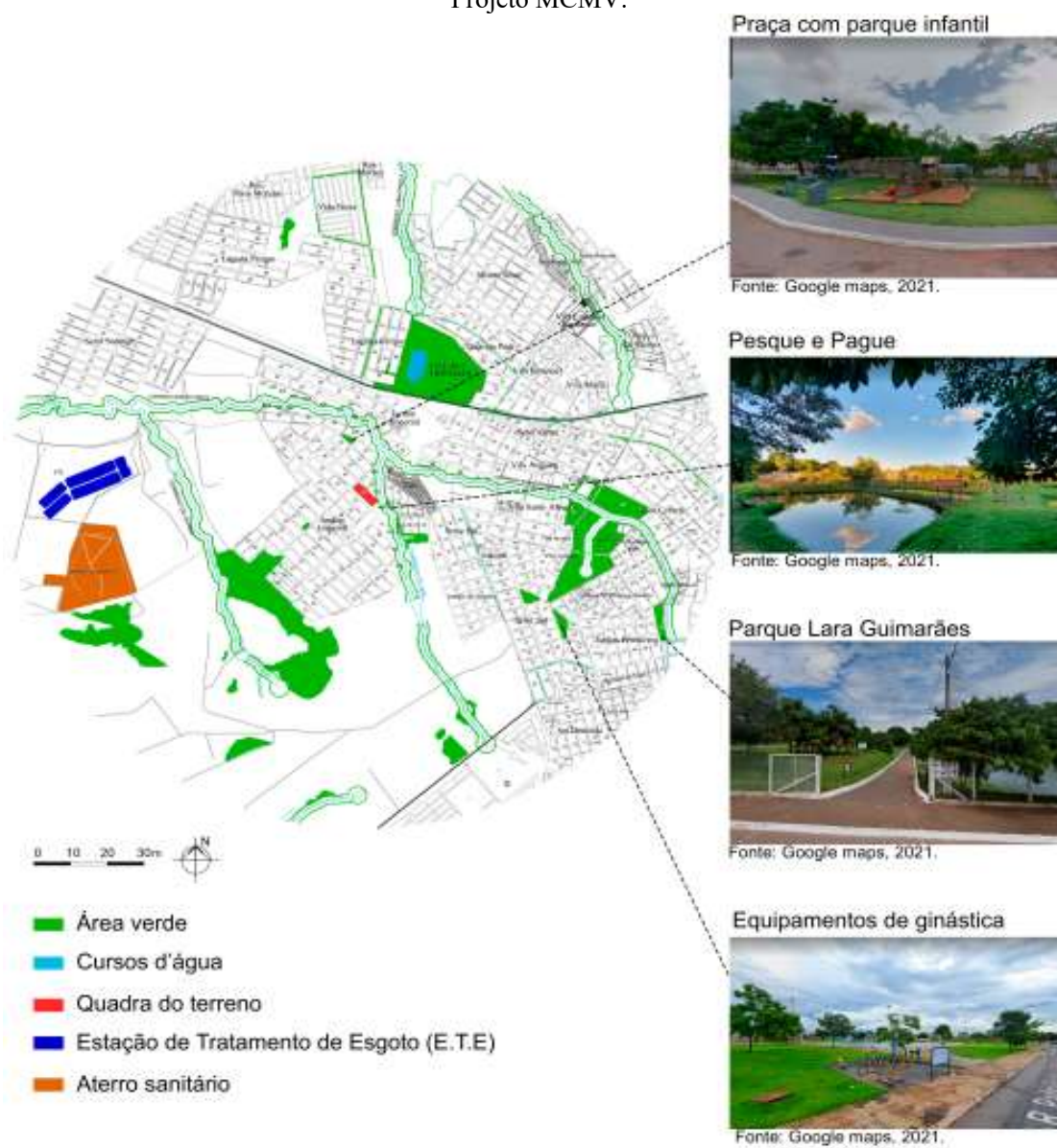
Conforme demonstrado na Fig. (7.3) e Fig. (7.4), a pontuação máxima permitida para a Categoria 1 são 34 pontos, distribuídos entre os 10 critérios apresentados. Para se pontuar cada critério, foram analisadas algumas documentações, especificadas na coluna “Documentação de Análise”, da Tabela, obtendo-se um total de 12 pontos para o projeto MCMV e 25 pontos para o projeto Casa de Bambu.

#### **A) Item 1.1 - Qualidade e Infraestrutura no Espaço Urbano**

Este item é obrigatório e refere-se à qualidade e infraestrutura do espaço urbano, proporcionando qualidade de vida a todos os moradores. Dessa forma, são avaliados fatores de infraestrutura básica como malha urbana pavimentada, rede de abastecimento de água potável, energia elétrica, iluminação pública, sistema de tratamento de esgoto, coleta de lixo, além da verificação da existência de comércio e serviços, equipamentos comunitários públicos, paisagismo, áreas verdes e de lazer e mobilidade urbana. Na rota de pedestres, com distância máxima de 2,5 km de extensão, deve conter, no mínimo, dois pontos de comércio, juntamente com serviços básicos, como por exemplo: correios, lojas, padarias, lojas de conveniência, farmácias e comércio em geral, uma escola pública de ensino fundamental, além de pelo menos um equipamento de lazer acessível, como por exemplo: praças, parques, playground, quadras de esportes e pistas de skate. Na rota de pedestres, com distância máxima de 3,5 km de extensão, deve conter pelo menos um posto de saúde ou um hospital, sendo que as distâncias podem ter uma tolerância de 15% para mais ou para menos.

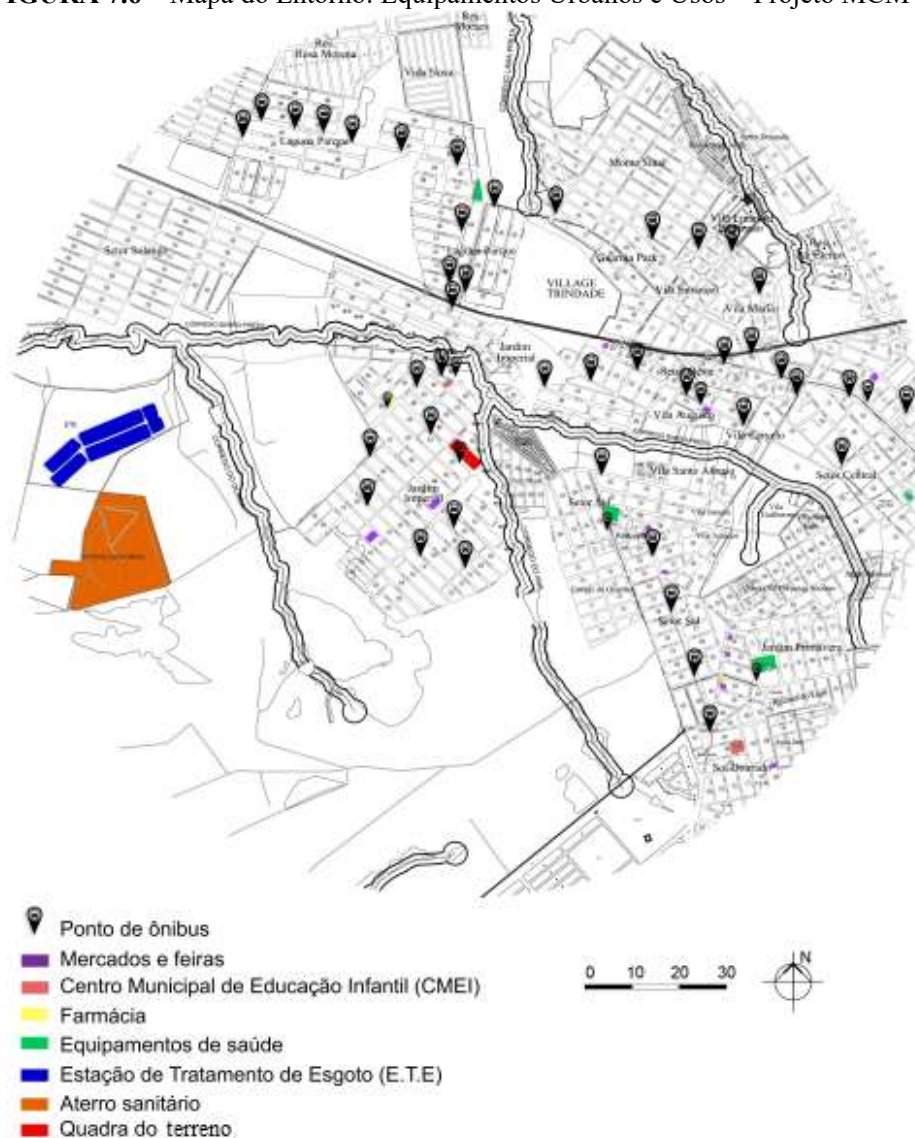
Analisando o projeto MCMV (A1), o item 1.1, Qualidade e Infraestrutura no Espaço Urbano, obteve pontuação 4, pois conforme análise de imagens de satélite e mapa do entorno, demonstrado na Fig. (7.5) e Fig. (7.6), num raio de 2,5 km do empreendimento, observa-se que há na região do entorno áreas verdes, linhas de transporte público, mercados e/ou feiras, farmácias, praças com parque infantil e equipamentos de ginástica, estação de tratamento de esgoto, posto de saúde e hospital, ou seja, o projeto atendeu ao objetivo proposto, pois a área onde o empreendimento foi implantado conta com qualidade e infraestrutura necessária para proporcionar uma boa qualidade de vida urbana aos moradores.

**FIGURA 7.5** – Mapa do Entorno: Áreas Verdes, Equipamentos Esportivos e Cursos d'Água – Projeto MCMV.



Fonte: Imagem elaborada pelo autor (2021).

**FIGURA 7.6** – Mapa do Entorno: Equipamentos Urbanos e Usos – Projeto MCMV.



Fonte: Imagem elaborada pelo autor (2021).

A partir da análise do projeto Casa de Bambu (B1), o item 1.1, Qualidade e Infraestrutura no Espaço Urbano, obteve pontuação 4. A Figura (7.7) mostra o mapa do entorno feito com base em imagens de satélite, distanciando-se 2,5 km da Casa de Bambu. Com este estudo é possível observar as linhas de transporte público, o Restaurante Cidadão, mercados e feiras, escolas e universidades, farmácias, unidade de saúde, áreas verdes e cursos d'água. Apesar de ter a BR-153 separando a Casa do entorno, o acesso aos serviços básicos como farmácias, mercados, feiras e escolas é bem planejado e seguro, tendo passarelas para pedestres e retornos na rodovia para veículos automotores. Assim, o projeto atende ao objetivo proposto, pois a área onde a casa será implantada contará com qualidade e infraestrutura necessária para proporcionar uma boa qualidade de vida urbana aos moradores.

**FIGURA 7.7 – Mapa do Entorno: Áreas Verdes, Equipamentos Esportivos, Cursos d'Água e Usos – Projeto Casa de Bambu.**



Fonte: Imagem elaborada pelo autor (2022).

### **B) Item 1.2 - Relação com o Entorno: Interferências e Impactos no Empreendimento**

Este item é obrigatório e refere-se à segurança, ao bem-estar e à saúde dos moradores. Considerando um raio de 2,5 km de extensão, o entorno do empreendimento pode sofrer interferências negativas, causadas por agentes causadores de riscos como por exemplo: fontes de ruídos constantes e excessivos de ferrovias, rodovias, indústrias, aeroportos, além da predominância de poluição e odores advindos de lixões, indústrias e ETE's. Caso haja os fatores de riscos mencionados, adotar soluções para mitigar ou eliminar o problema.

Para o projeto MCMV (A1), o item 1.2, Relação com o Entorno: Interferências e Impactos no Empreendimento, obteve pontuação 3. Analisando o projeto urbanístico e o mapa do entorno, juntamente com entrevistas com os moradores locais, sob um raio de 2,5 km contados a partir do empreendimento, nota-se que não há fatores de riscos como redes de gás, redes de alta tensão, áreas de alagamento ou sujeitas à inundação, fontes de ruídos excessivos ou constantes provenientes da rodovia GO-060, ou seja, o único fator de risco encontrado foi a predominância de fortes odores constantes advindos da ETE, mostrada na Fig. (7.6), que poderiam ser mitigados com a fiscalização e adoção de soluções de tratamento de odores com a aplicação de produtos químicos na rede, aplicação de filtros de ar, além do tratamento das lagoas de estabilização com aeração.

Para o projeto Casa de Bambu, o item 1.2, Relação com o Entorno: Interferências e Impactos no Empreendimento, obteve pontuação 3. Com a análise do projeto urbanístico e de implantação, é possível notar o risco eminente de se tráfegar pelo entorno devido ao fluxo elevado de veículos que tráfegam pela BR-153. Apesar de ter uma passarela instalada no local para acesso dos pedestres, conforme mostra a Fig. (7.8), e retornos na própria via de acesso, o risco pode ser reduzido com mais fiscalização por parte dos órgãos de trânsito ao uso das passarelas e, talvez, a instalação de mais uma passarela no sentido contrário da que já existe.

**FIGURA 7.8** – Passarela de acesso ao Campus da UEG em Anápolis.



Fonte: UEG (2014).

### **C) Item 1.3 - Separação de Resíduos**

Este item é obrigatório e refere-se à definição de espaço físico específico, com o intuito de possibilitar e estimular a separação dos materiais orgânicos e recicláveis provenientes dos resíduos sólidos domiciliares nos empreendimentos após sua ocupação.

Em análise do projeto MCMV (A1), o item 1.3, Separação de Resíduos, não obteve pontuação, pois segundo entrevista com a construtora e visita ao local do empreendimento, não há definição de espaço físico específico para a coleta seletiva e compostagem de resíduos orgânicos.

Após análise do projeto Casa de Bambu (B1), o item 1.3, Separação de Resíduos, obteve pontuação 3. O projeto de implantação, demonstrado pela Fig. (6.20), mostra que será destinado um espaço específico para a coleta seletiva, permitindo a separação dos materiais recicláveis e deixando o ambiente mais organizado. A coleta seletiva deverá ser realizada com a utilização de lixeiras, conforme modelo mostrado na Fig. (7.9) (A), tendo o descarte apropriado para os diferentes tipos de lixos. Separadas por cores, as lixeiras de coleta seletiva ajudam na reciclagem e sustentabilidade do planeta, além de possuírem a função de separar cada tipo de lixo corretamente, facilitando no descarte e reciclagem de cada um. Além da coleta seletiva, a casa terá a compostagem de resíduos orgânicos, conforme demonstrado na Fig. (7.9) (B), onde os resíduos sólidos orgânicos não perigosos, como restos vegetais e animais, serão processados e transformados em adubos de qualidade.

**FIGURA 7.9** – (A) Modelo de lixeiras utilizadas na coleta seletiva e (B) Processo de compostagem de resíduos sólidos orgânicos.



Fonte: Larplásticos (2018); Cempre (2020).

#### D) Item 1.4 - Melhorias no Entorno

O item em questão, refere-se a ações propostas com o objetivo de melhorar o entorno do empreendimento em relação aos aspectos estéticos e/ou visuais do espaço, ambientais, paisagísticos, de acessibilidade e redução de riscos e desastres. Entre as inúmeras ações propostas, vale destacar a construção e/ou recuperação de passeios, pistas de caminhada, ciclovias, centros comunitários, praças, parquinhos, arborização e áreas de lazer e de esportes.

Após análise do projeto MCMV (A1), o item 1.4, Melhorias no Entorno obteve pontuação 2 após análise do projeto urbanístico e de implantação, pois a construtora melhorou o espaço urbano com a construção de uma praça pública contendo uma academia ao ar livre, assentos públicos e quadra de lazer e esportes, tudo construído com recurso próprio, conforme demonstrado na Fig. (7.10).

**FIGURA 7.10** – Praça construída pela Construtora Marvel.



Fonte: Foto do autor (2021).

Analisando o projeto Casa de Bambu (B1), o item 1.4, Melhorias no Entorno, obteve pontuação 3. De acordo com a análise do projeto urbanístico e de implantação, mostrado na Fig. (6.20), foi constatada a instalação de mobiliário urbano como bancos e lixeiras de bambu (modelo representado na Fig. (7.11) (B)), passeios calçados com RCD, ponto de ônibus construído com BLC (modelo representado na Fig. (7.11) (A)), área esportiva e um bicicletário compartilhado.

**FIGURA 7.11** – Ponto de Ônibus de bambu – (A) e Lixeira de bambu – (B).



Fonte: Unbciencia (2018) (A) e Flickr (2013) (B).

### **E) Item 1.5 - Recuperação de Áreas Degradadas/Contaminadas**

O item 1.5 refere-se a ações de recuperação de áreas ambientalmente e/ou socialmente degradadas por ocupações irregulares.

Com a análise do projeto MCMV (A1), o item 1.5, Recuperação de Áreas Degradadas/Contaminadas, não obteve pontuação. Analisando as imagens de satélite e o mapa de localização, não há áreas degradadas, nem contaminadas na região do empreendimento nem em seu entorno.

Analisando o projeto Casa de Bambu (B1), o item 1.5, Recuperação de Áreas Degradadas/Contaminadas, também não foi diferente, ou seja, não obteve pontuação. A justificativa é dada com base na análise das imagens de satélite e mapa de localização sendo possível observar que o empreendimento e seu entorno não possuem áreas degradadas e/ou contaminadas.

### **F) Item 1.6 – Revitalização de Edificações Existentes e Ocupação de Vazios Urbanos**

Este item está ligado a ações que visem a recuperação ou reinserção de imóveis que estejam em estado de degradação, abandono ou caracterizados como vazios urbanos.

Com a análise do projeto MCMV (A1) e projeto Casa de Bambu (B1), observa-se que o item 1.6, Revitalização de Edificações Existentes e Ocupação de Vazios Urbanos, não foram pontuados, pois não está prevista a recuperação de edifícios nem mesmo a ocupação de vazios urbanos.

### **G) Item 1.7 - Paisagismo**

Este item faz parte de um critério que tem como objetivo organizar a paisagem e recompor espaços geográficos criando condições agradáveis e harmoniosas de convivência pela população.

A partir da análise do projeto MCMV (A1), o item 1.7, Paisagismo, não obteve pontuação, pois analisando o projeto urbanístico e de implantação, observa-se que a região do projeto é carente de paisagismo e, também, não houve nenhum projeto de recomposição do espaço geográfico após a construção do empreendimento.

Sobre o projeto Casa de Bambu (B1), o item 1.7, Paisagismo, obteve pontuação 3. Com a análise do projeto urbanístico e de implantação, foi possível construir o quadro de áreas, mostrado na Fig. (7.12), e observou-se que o projeto conta com área permeável representando 78,80% da área do terreno, ou seja, percentual bem superior aos 15% mencionado no Guia Selo Casa Azul, além de conter exemplares de espécies vegetais nativas, horta, árvores frutíferas comestíveis e jardinagem com iluminação através de postes fotovoltaicos, como consta na Fig. (6.20), em seu projeto de implantação.

**FIGURA 7.12** – Quadro de Áreas – Projeto Casa de Bambu.

QUADRO DE ÁREAS			
ÁREA DO TERRENO	ÁREA PERMEÁVEL	TAXA DE PERMEABILIDADE	TAXA DE OCUPAÇÃO
3181m <sup>2</sup>	2507m <sup>2</sup>	78,80%	21,20%



Fonte: Imagem elaborada pelo autor (2022).

### H) Item 1.8 - Equipamentos de Lazer, Sociais, de Bem-Estar e Esportivos

Este critério verifica a adequação dos equipamentos a sua finalidade, incentivando práticas saudáveis para a convivência social e bem-estar dos moradores. Os equipamentos podem ser pistas de caminhada, quadras poliesportivas, ciclovias, hortas urbanas, espaços para eventos, dentre outros.

A partir da análise do projeto MCMV (A1), o item 1.8, Equipamentos de Lazer, Sociais, de Bem-Estar e Esportivos, obteve pontuação 3. Na análise da imagem de satélite e do mapa do entorno (*vide* Fig. (7.5)), destaque para o Parque Municipal Lara Guimarães que contém pistas de caminhada, equipamentos de academia, parquinho, quadras de futebol, areia e tênis, sendo mais detalhado na Fig. (7.13).

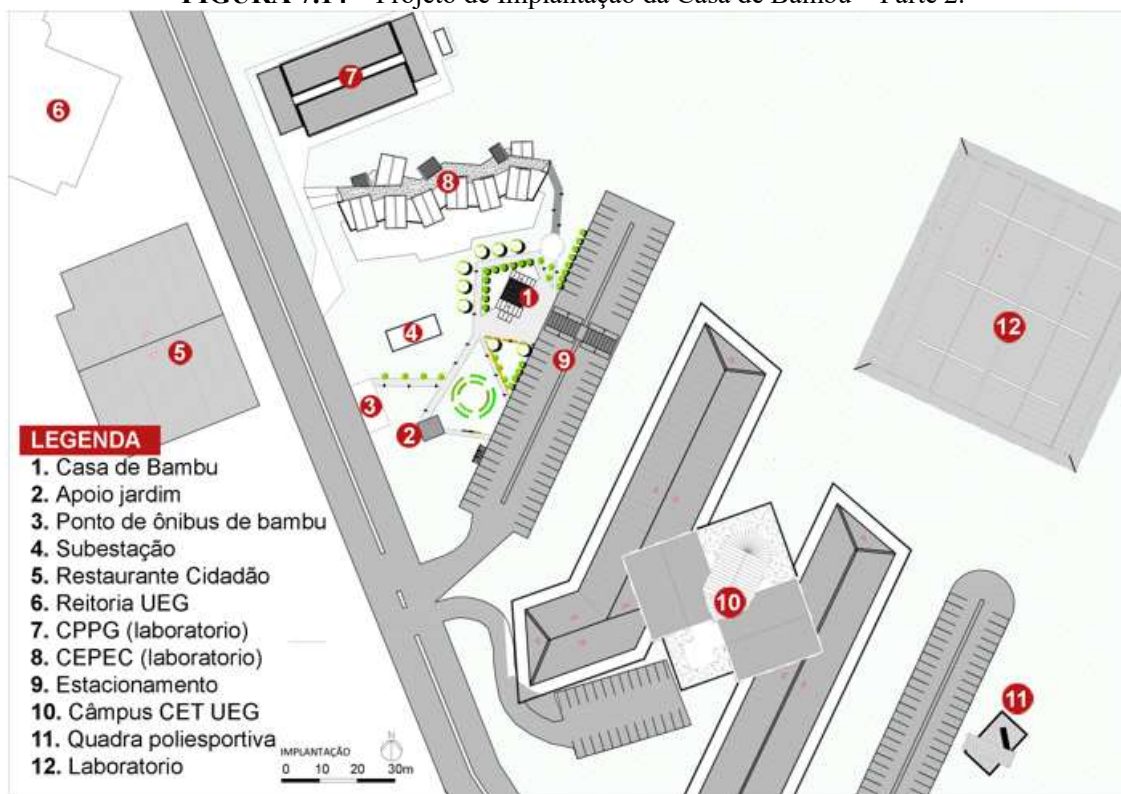
**FIGURA 7.13** – Parque Municipal Lara Guimarães.



Fonte: Foto do autor (2022).

Analisando-se o projeto Casa de Bambu (B1), no item 1.8, Equipamentos de Lazer, Sociais, de Bem-Estar e Esportivos, obteve pontuação 4. De acordo com a análise das imagens de satélite e projeto de implantação, mostrado na Fig. (7.14), é possível notar a presença de uma quadra poliesportiva, horta circular, Restaurante Cidadão e espaço de convivência social.

**FIGURA 7.14 – Projeto de Implantação da Casa de Bambu – Parte 2.**



Fonte: Imagem elaborada pelo autor (2021).

#### **D) Item 1.9 - Adequação às Condições do Terreno com Topografia Adversa**

O item tem o objetivo de reduzir, ao máximo, os impactos causados durante a implantação do empreendimento no terreno em relação aos seus elementos naturais, tendo como principal indicador, a redução do grau de movimentação de terra necessário para que o empreendimento seja implantado.

Analisando o projeto MCMV (A1), o item 1.9, Adequação às Condições do Terreno com Topografia Adversa, o mesmo não obteve pontuação, pois após entrevista com a construtora e análise do projeto de terraplenagem, observou-se que a construtora fez bastante corte no terreno, por ser uma quadra um pouco inclinada, e a retirada de árvores para que as residências fossem construídas.

Em análise do projeto Casa de Bambu (B1), o item 1.9, Adequação às Condições do Terreno com Topografia Adversa, obteve 3 pontos. Com o estudo do projeto arquitetônico e de implantação, foi possível observar que houve o mínimo de movimentação de terra para a implantação do empreendimento, tirando proveito da topografia natural do terreno e mantendo a vegetação no local sem cortes, incorporando-a ao paisagismo proposto.

## J) Item 1.10 - Soluções Sustentáveis de Mobilidade

Esse é o critério que incentiva a utilização de meios de transporte menos poluentes, reduzindo o impacto negativo criado pela utilização de veículos automotores.

Sobre o projeto MCMV (A1), o item 1.10, Soluções Sustentáveis de Mobilidade, não obteve pontuação, pois com a análise do projeto urbanístico e do entorno, verificou-se que não existe naquele local, nem mesmo ao entorno, bicicletário compartilhado, ciclovias, nem mesmo algum tipo de solução alternativa de transporte compartilhado.

Sobre o projeto Casa de Bambu (B1), o item 1.10, Soluções Sustentáveis de Mobilidade, obteve pontuação 2 após a análise do projeto urbanístico e do entorno. Na Figura (6.20), representando a implantação do projeto, há um bicicletário compartilhado e uma ciclovia que contribuem com a mobilidade urbana incentivando o uso de meios de transporte menos poluentes. A melhoria do ponto de ônibus, após a substituição do ponto de ônibus convencional por um de bambu, com maior conforto e qualidade arquitetônica, incentiva o uso do transporte coletivo pelos usuários do Campus.

## 7.2 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DA CATEGORIA 2

### CATEGORIA 2 – EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E CONFORTO AMBIENTAL

Os critérios adotados para avaliação da Categoria 2 – Eficiência Energética e Conforto Ambiental são divididos em nove itens, conforme demonstrado na Fig. (7.2), sendo os quatro primeiros itens, apresentados na Fig. (7.2) na cor vermelha, obrigatórios para se obter o grau mínimo de sustentabilidade.

Conforme projeto MCMV, demonstrado na Fig. (7.15), foi criado um código para os critérios da Categoria 2, com a identificação “A2”, seguida da pontuação específica obtida para cada critério e qual documentação foi analisada para se obter tal pontuação.

**FIGURA 7.15** – Pontuação e Documentação de Análise da Categoria Eficiência Energética e Conforto Ambiental – Projeto MCMV.

QUADRO RESUMO: CATEGORIAS, CRITÉRIOS E PONTUAÇÃO							
CATEGORIA	ITEM	CRITÉRIO	FAIXA DE PONTUAÇÃO (Mín - Máx)		CÓDIGO MCMV	PONTUAÇÃO MCMV	DOCUMENTAÇÃO DE ANÁLISE
2. Eficiência Energética e Conforto Ambiental	2.1	(*)Orientação ao Sol e Ventos	3	3	A2	0	Planta de Situação/Estudo de Orient. Solar Ventos
	2.2	(*)Desempenho Térmico e Luminico	4	4	A2	4	Memorial de Cálculo/NBR 15575:2013
	2.3	(*)Dispositivos Economizadores de Energia	2	2	A2	0	Projeto Arquitetônico/Visita ao local
	2.4	(*)Medição Individualizada de Gás	1	3	A2	1	Projeto Arquitetônico/Visita ao local
	2.5	Ventilação e Iluminação Natural de Banheiros	2	3	A2	0	Memorial de Cálculo/Guia Selo Casa Azul CAIXA
	2.6	Iluminação Natural de Áreas Comuns	3	3	A2	0	Projeto Arquitetônico/Guia Selo Casa Azul CAIXA
	2.7	Sistema de Aquecimento Solar	4	4	A2	0	Projeto Arquitetônico/Entrevista Construtora
	2.8	Geração de Energia Renovável	3	5	A2	0	Projeto Arquitetônico/Entrevista Construtora
	2.9	Elevadores Eficientes	2	2	A2	0	Não se aplica
(*) Critério Obrigatório			Pontuação Máxima:			29	
			Pontuação Atendida:			5	

Fonte: Imagem elaborada pelo autor (2021).

Conforme projeto Casa de Bambu, demonstrado na Fig. (7.16), foi criado um código para os critérios da Categoria 2, com a identificação “B2”, seguida da pontuação específica obtida para cada critério e qual documentação foi analisada para se obter tal pontuação.

**FIGURA 7.16** – Pontuação e Documentação de Análise da Categoria Eficiência Energética e Conforto Ambiental – Projeto Casa de Bambu.

QUADRO RESUMO: CATEGORIAS, CRITÉRIOS E PONTUAÇÃO							
CATEGORIA	ITEM	CRITÉRIO	FAIXA DE PONTUAÇÃO (Min - Máx)		CÓDIGO CASA BAMBU	PONTUAÇÃO CASA BAMBU	DOCUMENTAÇÃO DE ANÁLISE
2. Eficiência Energética e Conforto Ambiental	2.1	(*)Orientação ao Sol e Ventos	3	3	B2	3	Planta de Situação/Estudo de Orient. Solar Ventos
	2.2	(*)Desempenho Térmico e Luminoso	4	4	B2	4	Memorial de Cálculo/NBR 15575:2013
	2.3	(*)Dispositivos Economizadores de Energia	2	2	B2	2	Projeto de Implantação/Memorial Descritivo
	2.4	(*)Medição Individualizada de Gás	1	3	B2	1	Projeto Arquitetônico/Memorial Descritivo
	2.5	Ventilação e Iluminação Natural de Banheiros	2	3	B2	3	Memorial de Cálculo/Guia Selo Casa Azul CAIXA
	2.6	Iluminação Natural de Áreas Comuns	3	3	B2	3	Memorial de Cálculo/NBR 15575:2013
	2.7	Sistema de Aquecimento Solar	4	4	B2	4	Projeto Arquitetônico
	2.8	Geração de Energia Renovável	3	5	B2	3	Projeto de Implantação
	2.9	Elevadores Eficientes	2	2	B2	0	Não se aplica
			(*) Critério Obrigatório	Pontuação Máxima:			29
			Pontuação Atendida:			23	

Fonte: Imagem elaborada pelo autor (2021).

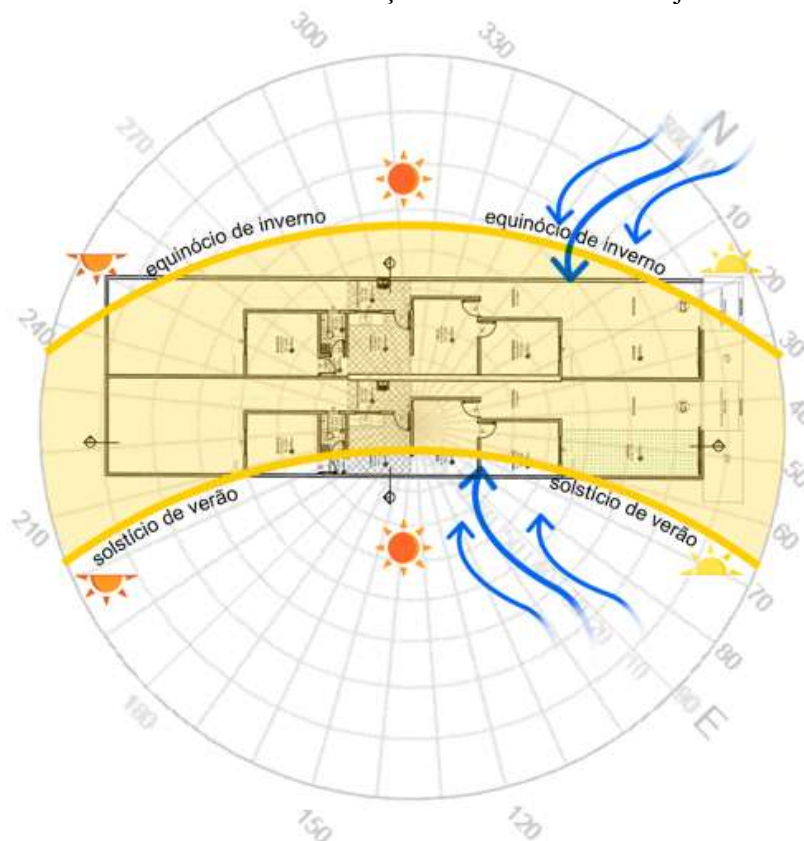
Conforme demonstrado na Fig. (7.15) e Fig. (7.16), a pontuação máxima permitida para a Categoria 2 são 29 pontos, distribuídos entre os 9 critérios apresentados. Para se pontuar cada critério, foi analisado algumas documentações, especificadas na coluna “Documentação de Análise”, da Tabela, obtendo-se um total de 5 pontos para o projeto MCMV e 23 pontos para o projeto Casa de Bambu.

#### A) Item 2.1 - Orientação ao Sol e Ventos

Item obrigatório, refere-se ao atendimento às condições de conforto térmico, consideradas no projeto, que tenham relação com a implantação das edificações e equipamentos de orientação solar e aos ventos dominantes, conforme a Zona Bioclimática do local do empreendimento.

De acordo com o projeto MCMV (A2), o item 2.1, Orientação ao Sol e Ventos, não obteve pontuação. Após a realização do estudo de orientação solar e dos ventos, demonstrado na Fig. (7.17), feito a partir da planta de situação e de acordo com a NBR 15575 (2013) e estudo das Zonas Bioclimáticas, observa-se que o projeto está localizado na Zona Bioclimática 6 e os cômodos de longa permanência, como por exemplo, o quarto, a cozinha e a sala, estão voltados para a face oeste recebendo a maior incidência de calor, onde os mesmos não contam com nenhum elemento mitigatório da incidência solar, deixando os ambientes com uma sensação térmica elevada, gerando um desconforto térmico indesejável.

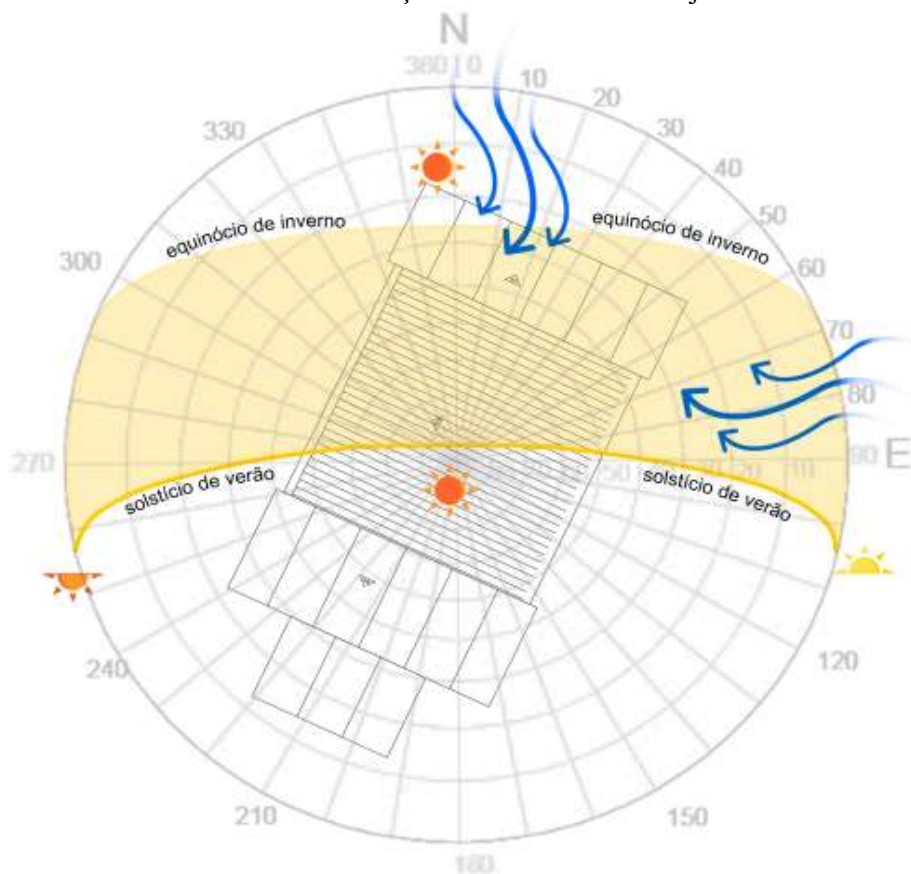
**FIGURA 7.17** – Estudo de Orientação do Sol e Ventos – Projeto MCMV.



Fonte: Imagem elaborada pelo autor (2021).

De acordo com o projeto Casa de Bambu (B2), o item 2.1, Orientação ao Sol e Ventos, obteve pontuação 3. Com o estudo de orientação solar e dos ventos, demonstrado na Fig. (7.18), feito a partir da planta de situação e de acordo com a NBR 15575 (2013) e estudo das Zonas Bioclimáticas, observa-se que o projeto está localizado na Zona Bioclimática 6 e os cômodos de longa permanência, como por exemplo, o quarto, a cozinha e a sala, estão voltados para a face oeste recebendo a maior incidência de calor, porém, os mesmos contam com brises em bambu, beirais e paredes cegas (*vide* Fig. (6.14) e (6.15)) como elementos mitigatórios da incidência solar, deixando os ambientes com um conforto térmico desejável. Estas estratégias do projeto arquitetônico fazem a diferença no conforto térmico da edificação, funcionando como barreiras para a entrada do calor, da face externa para o interior da edificação.

**FIGURA 7.18** – Estudo de Orientação do Sol e Ventos – Projeto Casa de Bambu.



Fonte: Imagem elaborada pelo autor (2022).

### **B) Item 2.2 - Desempenho Térmico e Lumínico**

Item obrigatório, sendo um critério que proporciona ao usuário um conforto ambiental, conforme características geográficas e físicas do local e condições climáticas. Outro item analisado no projeto, é a Zona Bioclimática de localização do empreendimento, que avalia a ventilação natural e radiação solar infiltrada pelas aberturas ou absorvida pelas vedações externas do empreendimento, garantindo iluminação necessária para economia de energia elétrica.

Com a análise do projeto MCMV (A2), o item 2.2, Desempenho Térmico e Lumínico, obteve pontuação 4. A pontuação adquirida é justificada com base no memorial de cálculo feito segundo a NBR 15575 (2013). A região de estudo do projeto MCMV está localizado na Zona Bioclimática 6 e os cálculos foram feitos para ambientes de longa permanência como sala de estar e dormitório, que devem ter aberturas mínimas médias para ventilação de acordo com a Tabela 15 da NBR 15575, conforme Tab. (7.1).

**TABELA 7.1** – Tabela 15 da NBR 15575, ABNT (2013).

<b>Tabela 15 - Área mínima de ventilação em dormitórios e salas de estar</b>		
<b>Nível de desempenho</b>	<b>Aberturas para ventilação (A)</b>	
	<b>Zonas 1 a 7 Aberturas Médias</b>	<b>Zona 8 Aberturas Grandes</b>
Mínimo	$A \geq 7\%$ da área de piso	$A \geq 12\%$ da área de piso - região norte do Brasil $A \geq 8\%$ da área de piso - região nordeste e sudeste do Brasil

**NOTA:** Nas zonas de 1 a 6, as áreas de ventilação devem ser passíveis de serem vedadas durante o período de frio.

Fonte: NBR 15575:4, ABNT (2013), adaptado pelo autor (2022).

Segundo a NBR 15575:4 (2013), a equação utilizada para os cálculos de área mínima de ventilação é representada na Eq. (1.1):

$$A = 100 \times (AA/AP) (\%) \quad (1.1)$$

Onde:  $AA$  = Área efetiva de abertura de ventilação do ambiente;

$AP$  = Área de piso do ambiente.

A Tabela (7.2) apresenta os ambientes e o memorial de cálculo de aberturas para ventilação, conforme especificado na NBR 15575:4 (2013), ressaltando que as medidas das aberturas de ventilação das portas só poderão compor os cálculos caso as aberturas forem de encontro à área externa da casa. Conforme observado na Tab. (7.2), os dois ambientes analisados atendem as exigências da norma de desempenho pois as aberturas médias mínimas são maiores ou iguais a 7% da área do piso.

**TABELA 7.2** – Memorial de Cálculo de Aberturas para Ventilação – Projeto MCMV.

<b>Memorial de Cálculo</b>						
<b>Ambiente</b>	<b>Área do Piso (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Abertura Ventilação (Janela + Porta) (m<sup>2</sup>)</b>	<b>7% da Área do Piso (m<sup>2</sup>)</b>	<b>A = 100 x (AA/AP) (%) NBR 15575</b>	<b>Zona Bioclimática 1 a 7 Abertura Média (A) A &gt;= 7% da Área do Piso</b>	<b>Atende a Norma?</b>
<b>Dormitório</b>	11,16	0,60	0,78	$A = 100 \times (0,60/11,16)$ $A = 5,37\%$	$5,37 \geq 0,78$	<b>Atende</b>
<b>Sala de Estar</b>	12,07	2,49	0,84	$A = 100 \times (2,49/12,07)$ $A = 20,62\%$	$20,62 \geq 0,84$	<b>Atende</b>

Fonte: NBR 15575:4, ABNT (2013), elaborada e adaptada pelo autor (2022).

Com a análise do projeto Casa de Bambu (B2), o item 2.2, Desempenho Térmico e Lumínico, também obteve pontuação 4, que foi justificada com base no memorial de cálculo feito segundo a NBR 15575 (2013). A região de estudo do projeto Casa de Bambu está localizada na Zona Bioclimática 6 e os cálculos foram feitos para ambientes de longa

permanência como sala de estar e dormitório, que devem ter aberturas mínimas médias para ventilação de acordo com a Tabela 15 da NBR 15575, conforme já mostrado na Tab. (7.1).

Para os cálculos de área mínima de ventilação, segundo a NBR 15575:4 (2013), será utilizada uma equação que já foi mostrada anteriormente na Eq. (1.1). A Tabela (7.3) apresenta os ambientes e o memorial de cálculo de aberturas para ventilação, conforme especificado na NBR 15575:4 (2013), ressaltando que as medidas das aberturas de ventilação das portas só poderão compor os cálculos caso as aberturas forem de encontro à área externa da casa. Conforme observado na Tab. (7.3), os dois ambientes analisados atendem as exigências da norma de desempenho pois as aberturas médias mínimas são maiores ou iguais a 7% da área do piso.

**TABELA 7.3** – Memorial de Cálculo de Aberturas para Ventilação – Projeto Casa de Bambu.

Memorial de Cálculo						
Ambiente	Área do Piso (m <sup>2</sup> )	Abertura Ventilação (Janela + Porta) (m <sup>2</sup> )	7% da Área do Piso (m <sup>2</sup> )	A = 100 x (AA/AP) (%) NBR 15575	Zona Bioclimática 1 a 7 Abertura Média (A) A >= 7% da Área do Piso	Atende a Norma?
Dormitório	9,46	5,83	0,66	A = 100 x (5,83/9,46) A = 61,62%	61,62 >= 0,66	Atende
Sala de Estar	13,34	7,36	0,93	A = 100 x (7,36/13,34) A = 55,17%	55,17 >= 0,93	Atende

Fonte: NBR 15575:4, ABNT (2013), elaborada e adaptada pelo autor (2022).

### C) Item 2.3 - Dispositivos Economizadores de Energia

Item obrigatório, refere-se a economia de energia elétrica através de dispositivos economizadores e lâmpadas eficientes.

De acordo com a análise do projeto MCMV (A2), o item 2.3, Dispositivos Economizadores de Energia, não obteve pontuação pois a casa não possui áreas em comuns, ou seja, este critério é aplicado apenas para condomínios com esta funcionalidade. A análise foi feita com base no projeto arquitetônico e visita ao local do empreendimento.

De acordo com a análise do projeto Casa de Bambu (B2), o item 2.3, Dispositivos Economizadores de Energia, obteve pontuação 2. Com o projeto de implantação (*vide* Fig. (6.20)) e o memorial descritivo, é possível identificar, na área em comum e externa da casa, a proposta de implantação de sensores de iluminação dando acesso a horta e ao quiosque.

### D) Item 2.4 - Medição Individualizada de Gás

Item também obrigatório, referindo-se a economia no consumo de gás natural, através de sistema de medição individualizada das unidades habitacionais.

Nos projetos MCMV (A2) e Casa de Bambu (B2), o item 2.4, Medição Individualizada de Gás, obtiveram pontuação 1. A análise do projeto MCMV foi feita com base no projeto

arquitetônico e visita ao local e no projeto Casa de Bambu, projeto arquitetônico e memorial descritivo. Em ambos os projetos, foi detectado a presença de botijão de gás individual, proporcionando ao morador o próprio gerenciamento de gás da sua unidade habitacional.

### E) Item 2.5 - Ventilação e Iluminação Natural de Banheiros

Este critério que tem como objetivo melhorar a salubridade do ambiente, além de minimizar o consumo de energia elétrica. Ele possui um indicador que verifica a existência de aberturas nas janelas dos banheiros com área mínima de iluminação e ventilação de 12,5% da área do ambiente.

Para a análise do projeto MCMV (A2), o item 2.5, Ventilação e Iluminação Natural de Banheiros, não obteve pontuação. De acordo com o memorial de cálculo (*vide* Tab. (7.4)), os mesmos foram feitos com base no Guia Selo Casa Azul da CAIXA que determina que as aberturas voltadas para o exterior da edificação devem ter área mínima de ventilação e iluminação de 12,5% da área do ambiente, que nos cálculos deu 9,6%, ou seja, não atende ao mínimo.

**TABELA 7.4** – Memorial de Cálculo de Ventilação e Iluminação Natural de Banheiros – Projeto MCMV

Memorial de Cálculo					
Ambiente	Área do Piso (m <sup>2</sup> )	Abertura Ventilação (Janela + Porta) (m <sup>2</sup> )	$A = 100 \times (AA/AP)$ (%) NBR 15575	Aberturas com 12,5% da Área do Piso	Atende ao Guia da CAIXA?
Banheiro	2,5	0,24	$A = 100 \times (0,24/2,5)$ A = 9,6%	9,60%	<b>NÃO Atende</b>

Fonte: Guia Selo Casa Azul, CAIXA (2021), elaborado e adaptada pelo autor (2022).

Para a análise do projeto Casa de Bambu (B2), o item 2.5, Ventilação e Iluminação Natural de Banheiros, obteve pontuação 2. De acordo com o memorial de cálculo (*vide* Tab. (7.5)), os mesmos foram feitos com base no Guia Selo Casa Azul da CAIXA que determina que as aberturas voltadas para o exterior da edificação devem ter área mínima de ventilação e iluminação de 12,5% da área do ambiente, que nos cálculos deu 43,87%, ou seja, atende ao mínimo.

**TABELA 7.5** – Memorial de Cálculo de Ventilação e Iluminação Natural de Banheiros – Projeto Casa de Bambu.

Memorial de Cálculo					
Ambiente	Área do Piso (m <sup>2</sup> )	Abertura Ventilação (Janela + Porta) (m <sup>2</sup> )	$A = 100 \times (AA/AP)$ (%) NBR 15575	Aberturas com 12,5% da Área do Piso	Atende ao Guia da CAIXA?
Banheiro	5,06	2,22	$A = 100 \times (2,22/5,06)$ A = 43,87%	43,87%	<b>Atende</b>

Fonte: Guia Selo Casa Azul, CAIXA (2021), elaborado e adaptada pelo autor (2022).

### F) Item 2.6 - Iluminação Natural de Áreas Comuns

O item tem como objetivo reduzir o consumo de energia elétrica e melhorar a salubridade do ambiente, através da iluminação natural nas áreas comuns como escadas e corredores.

De acordo com análise do projeto MCMV (A2), o item 2.6, Iluminação Natural de Áreas Comuns, não obteve pontuação, pois conforme análise do projeto arquitetônico e Guia Selo Casa Azul da CAIXA, a casa não possui escadas, possuindo apenas um corredor com uma parede cega, não possuindo aberturas voltadas para o exterior da casa.

Já no projeto Casa de Bambu (B2), a análise do item 2.6, Iluminação Natural de Áreas Comuns, obteve pontuação 3 por possuir uma escada na sala com algumas janelas que permitem a iluminação natural da mesma. De acordo com o memorial de cálculo mostrado na Tab. (7.6), os mesmos foram feitos com base no Guia Selo Casa Azul da CAIXA que determina que as aberturas voltadas para o exterior da edificação, no que diz respeito à iluminação natural, devem ter área mínima de 12,5% da área do piso do ambiente, que nos cálculos deu 55,17%, ou seja, atende ao mínimo exigido.

**TABELA 7.6** – Memorial de Cálculo de Iluminação Natural de Áreas Comuns – Projeto Casa de Bambu.

Memorial de Cálculo					
Áreas Comuns	Área do Piso (m <sup>2</sup> )	Abertura Iluminação (Janela + Porta) (m <sup>2</sup> )	A = 100 x (AA/AP) (%) NBR 15575	Aberturas com 12,5% da Área do Piso	Atende ao Guia da CAIXA?
Sala	13,34	7,36	A = 100 x (7,36/13,34) A = 55,17%	55,17%	Atende

Fonte: Guia Selo Casa Azul, CAIXA (2021), elaborado e adaptada pelo autor (2022).

### G) Item 2.7 - Sistema de Aquecimento Solar

O critério refere-se à redução do consumo de energia elétrica ou de gás, para que a água seja aquecida.

Através da análise do projeto MCMV (A2), o item 2.7, Sistema de Aquecimento Solar, não obteve pontuação. Conforme análise do projeto arquitetônico e entrevista com a construtora, o sistema não foi implantado uma vez que poderia obter a redução no consumo de energia elétrica. A construtora alega redução nos custos durante a fase de projeto e construção do empreendimento, pois o objetivo final era a venda do imóvel e, conseqüentemente, obtenção de lucro.

Através da análise do projeto Casa de Bambu (B2), o item 2.7, Sistema de Aquecimento Solar, obteve pontuação 4. De acordo com o projeto arquitetônico representado nas fachadas 1 e 2 das Fig. (6.16) e (6.17), é possível ver que a casa terá placas solares instaladas no telhado para

que o consumo de energia elétrica seja reduzido e haja a possibilidade de se obter o aquecimento de água.

#### **H) Item 2.8 - Geração de Energia Renovável**

Este critério está ligado totalmente à sustentabilidade do empreendimento, com a redução do consumo de energia elétrica por meio da conservação e geração por fontes renováveis. A conservação e geração de energia é verificada por fontes alternativas como por exemplo: painéis fotovoltaicos, captador de energia eólica, entre outras.

Ao analisar o item 2.8, Geração de Energia Renovável, do projeto MCMV (A2), observou-se que o projeto não obteve pontuação por não apresentar nenhum sistema de geração e conservação de energia através de fontes alternativas. A análise foi feita com base no projeto arquitetônico e entrevista com a construtora.

Ao analisar o item 2.8, Geração de Energia Renovável, do projeto Casa de Bambu (B2), observou-se que o projeto obteve pontuação 3. O projeto contará com a redução do consumo de energia elétrica por meio da instalação de postes de iluminação com painéis solares fotovoltaicos, conforme demonstrado no projeto de implantação representado pela Fig. (6.20).

#### **I) Item 2.9 – Elevadores Eficientes**

Este critério tem como indicador, a existência de elevadores eficientes, contribuindo com a redução de custos com manutenção e redução do consumo de energia.

Ao analisar o item 2.9, Elevadores Eficientes, tanto o projeto MCMV (A2), quanto o projeto Casa de Bambu (B2), não obtiveram pontuação, pois os mesmos não possuem elevadores.

### **7.3 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DA CATEGORIA 3**

#### **CATEGORIA 3 – GESTÃO EFICIENTE DA ÁGUA**

Os critérios adotados para avaliação da Categoria 3 - Gestão Eficiente da Água são divididos em seis itens, conforme demonstrado na Fig. (7.2), sendo os três primeiros itens, apresentados na Fig. (7.2) na cor vermelha, obrigatórios para se obter o grau mínimo de sustentabilidade.

Para o projeto MCMV, conforme demonstrado na Fig. (7.19), foi criado um código para os critérios da Categoria 3, com a identificação “A3”, seguida da pontuação específica obtida para cada critério e qual documentação foi analisada para se obter tal pontuação.

**FIGURA 7.19 – Pontuação e Documentação de Análise da Categoria Gestão Eficiente da Água – Projeto MCMV.**

QUADRO RESUMO: CATEGORIAS, CRITÉRIOS E PONTUAÇÃO							
CATEGORIA	ITEM	CRITÉRIO	FAIXA DE PONTUAÇÃO (Mín - Máx)		CÓDIGO MCMV	PONTUAÇÃO MCMV	DOCUMENTAÇÃO DE ANÁLISE
3. Gestão Eficiente da Água	3.1	(*)Dispositivos Economizadores de Água	3	3	A3	3	Projeto Arquitetônico/Entrevista Construtora
	3.2	(*)Medição Individualizada de Água	3	3	A3	3	Projeto Arquitetônico/Entrevista Construtora
	3.3	(*)Áreas Permeáveis	4	4	A3	4	Projeto Arquitetônico/Implantação
	3.4	Reuso de Águas Servidas/Cinzas	4	5	A3	0	Conversa com Construtora/Visita ao local
	3.5	Aproveitamento de Águas Pluviais	4	4	A3	0	Conversa com Construtora/Visita ao local
	3.6	Retenção/Infiltração de Águas Pluviais	3	3	A3	0	Visita ao local
			(*) Critério Obrigatório	Pontuação Máxima:			22
			Pontuação Atendida:			10	

Fonte: Imagem elaborada pelo autor (2021).

Para o projeto Casa de Bambu, conforme demonstrado na Fig. (7.20), foi criado um código para os critérios da Categoria 3, com a identificação “B3”, seguida da pontuação específica obtida para cada critério e qual documentação foi analisada para se obter tal pontuação.

**FIGURA 7.20 – Pontuação e Documentação de Análise da Categoria Gestão Eficiente da Água – Projeto Casa de Bambu.**

QUADRO RESUMO: CATEGORIAS, CRITÉRIOS E PONTUAÇÃO							
CATEGORIA	ITEM	CRITÉRIO	FAIXA DE PONTUAÇÃO (Mín - Máx)		CÓDIGO CASA BAMBU	PONTUAÇÃO CASA BAMBU	DOCUMENTAÇÃO DE ANÁLISE
3. Gestão Eficiente da Água	3.1	(*)Dispositivos Economizadores de Água	3	3	B3	3	Projeto Arquitetônico/Memorial Descritivo
	3.2	(*)Medição Individualizada de Água	3	3	B3	3	Projeto Arquitetônico/Memorial Descritivo
	3.3	(*)Áreas Permeáveis	4	4	B3	4	Projeto de Implantação
	3.4	Reuso de Águas Servidas/Cinzas	4	5	B3	5	Projeto de Implantação/Memorial Descritivo
	3.5	Aproveitamento de Águas Pluviais	4	4	B3	4	Projeto Arquitetônico/Memorial Descritivo
	3.6	Retenção/Infiltração de Águas Pluviais	3	3	B3	0	Projeto de Implantação
			(*) Critério Obrigatório	Pontuação Máxima:			22
			Pontuação Atendida:			19	

Fonte: Imagem elaborada pelo autor (2021).

Conforme demonstrado na Fig. (7.19) e Fig. (7.20), a pontuação máxima permitida para a Categoria 3 são 22 pontos, distribuídos entre os 6 critérios apresentados. Para se pontuar cada critério, foi analisado algumas documentações, especificadas na coluna “Documentação de Análise”, da Tabela, obtendo-se um total de 10 pontos para o projeto MCMV e 19 pontos para o projeto Casa de Bambu.

### A) Item 3.1 - Dispositivos Economizadores de Água

Item obrigatório, refere-se à redução do consumo de água por meio de dispositivos economizadores de água, como por exemplo: bacias sanitárias com duplo acionamento no sistema de descarga; nos lavatórios e pias, torneiras com arejadores e, registros reguladores de vazão no chuveiro, nas torneiras de lavatório e pia.

Nos projetos MCMV (A3) e Casa de Bambu (B3), o item 3.1, Dispositivos Economizadores de Água, obteve pontuação 3. A análise do projeto MCMV foi feita com base no projeto arquitetônico e entrevista com a construtora e no projeto Casa de Bambu, projeto arquitetônico e memorial descritivo. Em ambos os projetos foram detectados o uso de bacia

sanitária com sistema de descarga de duplo acionamento e torneiras com arejadores nos lavatórios e pias.

### B) Item 3.2 - Medição Individualizada de Água

Outro item obrigatório, tendo como objetivo, permitir ao morador o gerenciamento do consumo de água em sua habitação, evitando desperdício e reduzindo seu consumo através do seu próprio controle de gasto.

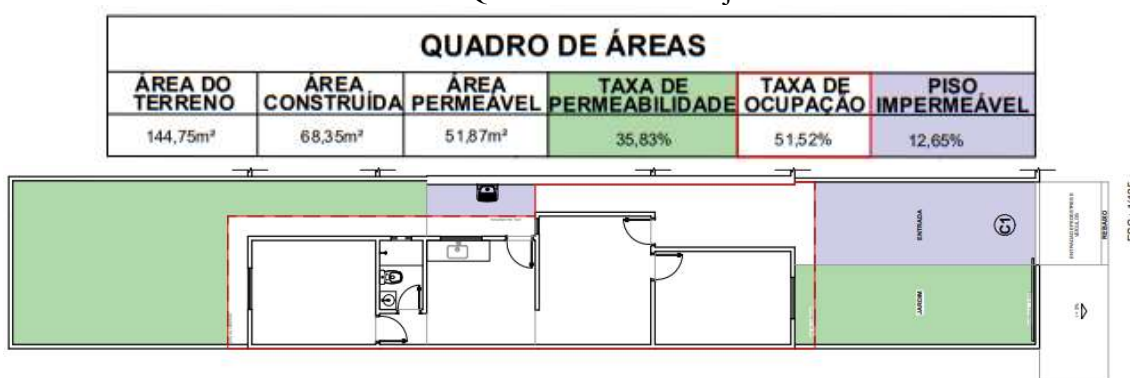
De acordo com a análise dos projetos MCMV (A3) e Casa de Bambu (B3), o item 3.2, Medição Individualizada de Água, obteve pontuação 3. A análise do projeto MCMV foi feita com base no projeto arquitetônico e entrevista com a construtora e no projeto Casa de Bambu, projeto arquitetônico e memorial descritivo. Em ambos os projetos foram detectados uma medição individualizada, possibilitando ao morador o gerenciamento do consumo de água de sua unidade habitacional.

### C) Item 3.3 - Áreas Permeáveis

Este item obrigatório, refere-se à preservação das áreas permeáveis do terreno do empreendimento, com o objetivo de reduzir os efeitos negativos sobre a drenagem urbana, minimizando a sobrecarga na rede pública de drenagem e reduzindo o risco com inundações.

Analisando o projeto MCMV (A3), no item 3.3, Áreas Permeáveis, obteve-se pontuação 4. O quadro de áreas representado na Fig. (7.21), elaborado com base no projeto arquitetônico e de implantação, mostra que a taxa de permeabilidade, calculada a partir da área permeável, é de 35,83%, representando um percentual maior que 20% estipulada no Guia Selo Casa Azul.

FIGURA 7.21 – Quadro de Áreas – Projeto MCMV.



Fonte: Imagem elaborada pelo autor (2021).

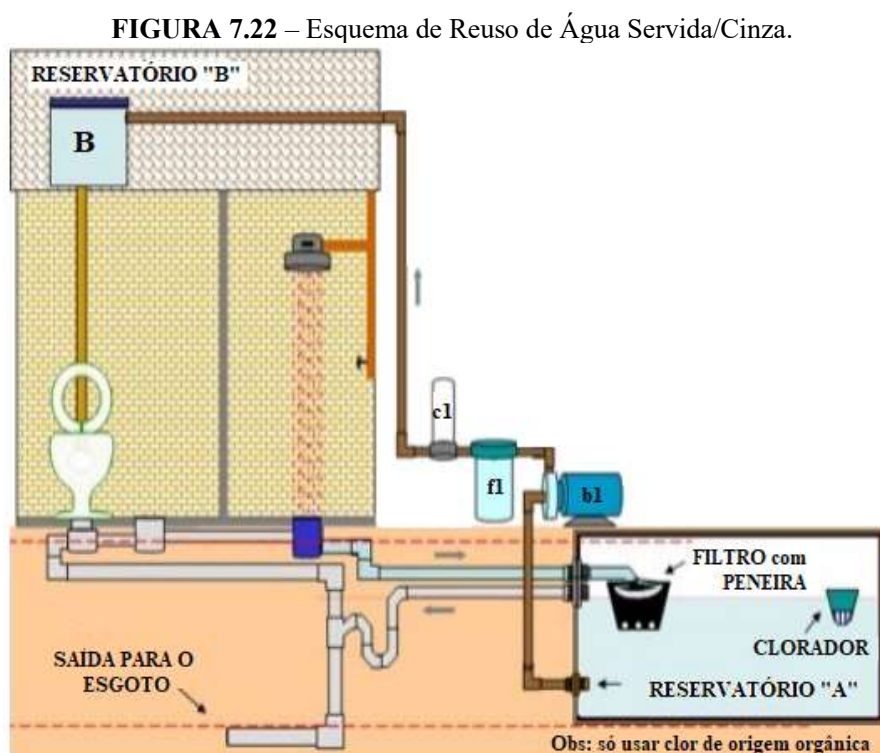
Na análise do projeto Casa de Bambu (B3), o item 3.3, Áreas Permeáveis, também obteve 4 pontos. O quadro de áreas, elaborado com base no projeto de implantação e apresentado na Fig. (7.12), apresenta uma taxa de permeabilidade de 78,80% da área total do terreno, representando um percentual maior que 20% estipulada no Guia Selo Casa Azul.

#### D) Item 3.4 - Reuso de Águas Servidas/Cinzas

O objetivo deste critério é reduzir o consumo de água potável e tratada por meio do aproveitamento de águas servidas vindas da pia, chuveiro, lavagem de roupa, e também, sua reutilização, caso não seja exigido alto grau de pureza, em descargas em bacias sanitárias, rega de jardins, lavagem de calçadas, dentre outros.

Analisando o projeto MCMV (A3), o item 3.4, Reuso de Águas Servidas/Cinzas, não obteve pontuação, pois após conversa com a construtora e visita ao local, foi constatado que a casa não possui esse sistema que poderia estar economizando o uso de água tratada e potável por meio do aproveitamento das águas servidas.

Já na análise do projeto Casa de Bambu (B3), o item 3.4, Reuso de Águas Servidas/Cinzas, obteve pontuação 5. No projeto arquitetônico e memorial descritivo foi previsto um reservatório subterrâneo de águas servidas proveniente de lavagem de roupas, pias e chuveiro. O esquema da Fig. (7.22) mostra como é feito o reuso de águas cinzas, que neste caso específico, se reaproveita a água do banho familiar do chuveiro elétrico para ser reutilizada na descarga do vaso sanitário. O esquema usa o Reservatório "A" (caixa d'água) instalado abaixo do nível do ralo do box do banheiro, onde uma bomba elétrica "b1" envia a água que passa por um filtro "f1" e um clorador "c1", chegando ao Reservatório "B". A saída do Reservatório "B" será especificamente para as descargas no vaso sanitário.



Fonte: Araujo, Goveia (2020).

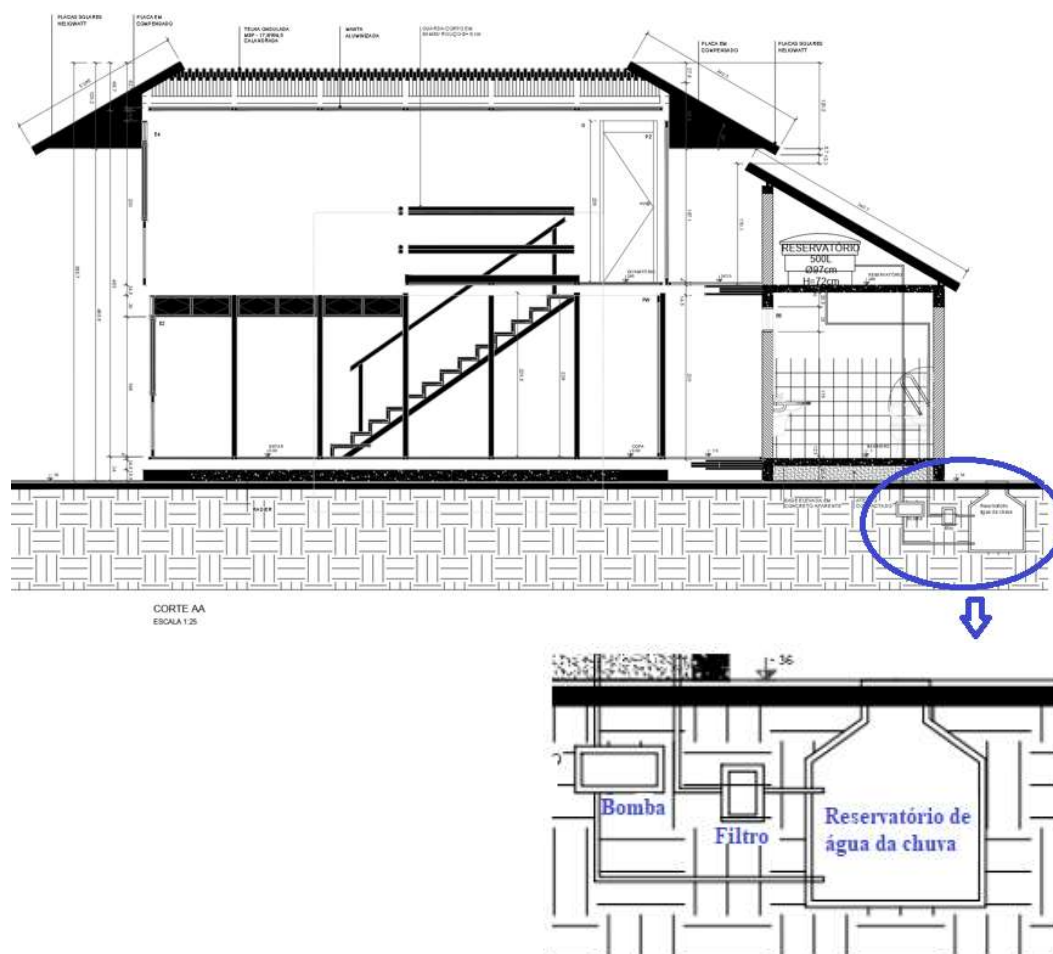
### E) Item 3.5 - Aproveitamento de Águas Pluviais

Este item refere-se à redução no consumo de água potável e tratada, colhida pelas chuvas, que podem ser utilizadas nas tarefas diárias da habitação como lavagem de pisos, irrigação de áreas verdes, descargas em bacias sanitárias, entre outras. O sistema projetado deve indicar os pontos de uso da água captada, além de conter as etapas de captação, tratamento e reservação.

A análise do projeto MCMV (A3) mostrou que no item 3.5, Aproveitamento de Águas Pluviais, não se obteve pontuação. Após conversa com a construtora e visita ao local, foi constatado que a casa não possui esse sistema, que poderia gerar uma economia no consumo de água tratada e potável, com o aproveitamento de águas pluviais.

A análise do projeto Casa de Bambu (B3) referente ao item 3.5, Aproveitamento de Águas Pluviais, obteve pontuação 4. No projeto arquitetônico, representado pelo Corte AA (*vide* Fig. (7.23)) e Memorial Descritivo, existe um sistema projetado de captação, tratamento e reservação de águas pluviais, com a finalidade de reduzir o consumo de água tratada e potável.

**FIGURA 7.23** – Sistema de Aproveitamento de Águas Pluviais – Corte AA.



Fonte: Documento original da edificação (2022), adaptado pelo autor.

## F) Item 3.6 - Retenção/Infiltração de Águas Pluviais

É um critério que permite que as águas pluviais sejam escoadas de modo controlado, permitindo que a mesma seja infiltrada no solo, de modo a prevenir o risco de inundações, não prejudicando as redes públicas de drenagem.

Após análise do projeto MCMV (A3) e projeto Casa de Bambu (B3), o item 3.6, Retenção/Infiltração de Águas Pluviais, não obteve pontuação para nenhum dos dois projetos por não possuir nenhum reservatório de retenção de águas pluviais ou algum estudo sobre vazão de bocas de lobo, ou seja, situação observada após visita ao local do empreendimento para o projeto MCMV e análise do projeto de implantação para o projeto Casa de Bambu.

## 7.4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DA CATEGORIA 4

### CATEGORIA 4 – PRODUÇÃO SUSTENTÁVEL

Os critérios adotados para avaliação da Categoria 4 - Produção Sustentável são divididos em sete itens, conforme demonstrado na Fig. (7.2), sendo os três primeiros itens, apresentados na Fig. (7.2) na cor vermelha, obrigatórios para se obter o grau mínimo de sustentabilidade.

Para o projeto MCMV, conforme demonstrado na Fig. (7.24), foi criado um código para os critérios da Categoria 4, com a identificação “A4”, seguida da pontuação específica obtida para cada critério e qual documentação foi analisada para se obter tal pontuação.

**FIGURA 7.24** – Pontuação e Documentação de Análise da Categoria Produção Sustentável – Projeto MCMV.

QUADRO RESUMO: CATEGORIAS, CRITÉRIOS E PONTUAÇÃO							
CATEGORIA	ITEM	CRITÉRIO	FAIXA DE PONTUAÇÃO (Min - Máx)		CÓDIGO MCMV	PONTUAÇÃO MCMV	DOCUMENTAÇÃO DE ANÁLISE
4. Produção Sustentável	4.1	(*)Gestão de Resíduos da Construção e Demolição	3	3	A4	0	Entrevista com Construtora
	4.2	(*)Formas e Escoras Reutilizáveis	1	3	A4	3	Entrevista com Construtora
	4.3	(*)Madeira Certificada	1	3	A4	0	Projeto Arquitetônico/Entrevista Construtora
	4.4	Coordenação Modular	3	3	A4	0	Projeto Arquitetônico/Entrevista Construtora
	4.5	Componentes Industrializados ou Pré-Fabricados	3	3	A4	0	Projeto Arquitetônico/Entrevista Construtora
	4.6	Pavimentação e Calçamento com RCD	3	3	A4	3	Conversa com Construtora
	4.7	Gestão Eficiente de Água no Canteiro de Obras	3	4	A4	0	Entrevista com Construtora
(*) Critério Obrigatório			Pontuação Máxima:			22	
			Pontuação Atendida:			6	

Fonte: Imagem elaborada pelo autor (2021).

Para o projeto Casa de Bambu, conforme demonstrado na Fig. (7.25), foi criado um código para os critérios da Categoria 4, com a identificação “B4”, seguida da pontuação específica obtida para cada critério e qual documentação foi analisada para se obter tal pontuação.

**FIGURA 7.25** – Pontuação e Documentação de Análise da Categoria Produção Sustentável – Projeto Casa de Bambu.

QUADRO RESUMO: CATEGORIAS, CRITÉRIOS E PONTUAÇÃO							
CATEGORIA	ITEM	CRITÉRIO	FAIXA DE PONTUAÇÃO (Mín - Máx)		CÓDIGO CASA BAMBU	PONTUAÇÃO CASA BAMBU	DOCUMENTAÇÃO DE ANÁLISE
4. Produção Sustentável	4.1	(*)Gestão de Resíduos da Construção e Demolição	3	3	B4	3	Memorial Descritivo/Plano de Gestão de RCD
	4.2	(*)Formas e Escoras Reutilizáveis	1	3	B4	3	Memorial Descritivo
	4.3	(*)Madeira Certificada	1	3	B4	1	Projeto Arquitetônico
	4.4	Coordenação Modular	3	3	B4	3	Proj. Arquitetônico/Painéis de Ved. Modulados
	4.5	Componentes Industrializados ou Pré-Fabricados	3	3	B4	3	Proj. Arquitetônico/Painéis de Ved. Pré-Fabricados
	4.6	Pavimentação e Calçamento com RCD	3	3	B4	3	Projeto de Implantação
	4.7	Gestão Eficiente de Água no Canteiro de Obras	3	4	B4	3	Memorial Descritivo
			Pontuação Máxima:		22		
(*) Critério Obrigatório			Pontuação Atendida:		19		

Fonte: Imagem elaborada pelo autor (2021).

Conforme demonstrado na Fig. (7.24) e Fig. (7.25), a pontuação máxima permitida para a Categoria 4 são 22 pontos, distribuídos entre os 7 critérios apresentados. Para se pontuar cada critério, foi analisado algumas documentações, especificadas na coluna “Documentação de Análise”, da Tabela, obtendo-se um total de 6 pontos para o projeto MCMV e 19 pontos para o projeto Casa de Bambu.

#### A) Item 4.1 - Gestão de Resíduos da Construção e Demolição

Item obrigatório, refere-se as Resoluções 307 e 348 do CONAMA, que trata da preocupação em se reduzir a quantidade de Resíduos de Construção e Demolição (RCD) lançados no meio ambiente urbano, gerando impactos negativos sobre o mesmo.

Com base na análise do projeto MCMV (A4), o item 4.1, Gestão de Resíduos da Construção e Demolição, não obteve pontuação. Em entrevista com a construtora, o construtor alegou que não houve essa gestão de RCD durante as fases da obra.

Com base na análise do projeto Casa de Bambu (B4), o item 4.1, Gestão de Resíduos da Construção e Demolição, obteve 3 pontos. A análise se deu a partir do memorial descritivo e a elaboração de um Plano de Gestão de RCD, plano este que contribuirá para a redução, segregação, conservação, transporte e destinação final de resíduos de construção e demolição, conforme critérios técnicos e de processos de boas práticas dentro de um canteiro de obras. Assim, todo o processo de elaboração, gerenciamento e reutilização de resíduos da construção civil, passa a ter grande peso não apenas ambiental, mas também legal.

#### B) Item 4.2 - Formas e Escoras Reutilizáveis

Outro item obrigatório, possuindo um indicador que verifica a possibilidade da reutilização de sistema de formas e escoramentos. Seu objetivo é minimizar o uso de madeiras em obras de baixa durabilidade, não gerando desperdícios e, principalmente, incentivando a utilização de materiais reutilizáveis.

Para o projeto MCMV (A4), a análise do item 4.2, Formas e Escoras Reutilizáveis, obteve pontuação 3. A pontuação é justificada, após entrevista com a construtora, que alegou utilizar um sistema de formas e escoramentos amplamente reutilizáveis, uma vez que o volume de obras da construtora é grande e há, por parte da construtora, a preocupação em economizar reutilizando.

Para o projeto Casa de Bambu (B4), a análise do item 4.2, Formas e Escoras Reutilizáveis, também obteve 3 pontos. A análise será feita com base no memorial descritivo que terá a especificação das formas e escoras de reutilização, inclusive com a possibilidade de se utilizar, além da madeira, as escoras de bambu, conforme ilustrado na Fig. (7.26).

**FIGURA 7.26** – Exemplos de Escoras em Bambu na Colômbia.



Fonte: Marçal *et al.* (2016).

### **C) Item 4.3 – Madeira Certificada**

Este critério tem como objetivo reduzir a demanda por madeiras nativas, prevendo o uso de madeiras certificadas.

De acordo com a análise do projeto MCMV (A4), o item 4.3, Madeira Certificada, não obteve pontuação, uma vez que, após a análise do projeto arquitetônico e, também, entrevista com a construtora, foi observado que a construtora utilizou madeira sem certificação para executar algumas etapas da obra.

De acordo com a análise do projeto Casa de Bambu (B4), o item 4.3, Madeira Certificada, obteve 1 ponto. Com a análise do projeto arquitetônico e memorial descritivo, foi observado que a construtora não utilizará nenhum tipo de madeira na fase de produção, substituindo a mesma pelo próprio bambu.

#### D) Item 4.4 - Coordenação Modular

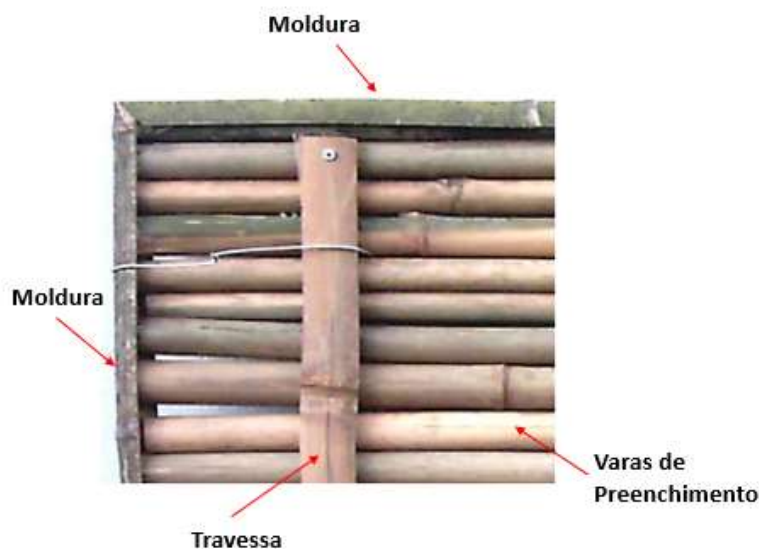
Este critério verifica, através de projetos, reduzir as perdas de materiais provenientes de cortes, ajustes e uso de materiais de enchimento, aumentando a produtividade da construção civil e, conseqüentemente, reduzindo a quantidade de RCD.

De acordo com a análise do projeto MCMV (A4), o item 4.4, Coordenação Modular, não obteve pontuação, uma vez que, após a análise do projeto arquitetônico e, também, entrevista com a construtora, foi detectado que o tipo de obra executada pela construtora não se utiliza a coordenação modular, tendo um papel fundamental na redução da quantidade de RCD dentro do canteiro de obras.

De acordo com a análise do projeto Casa de Bambu (B4), o item 4.4, Coordenação Modular, obteve pontuação 3. A análise documental foi feita através do projeto arquitetônico juntamente com os painéis de vedação modulados e padronizados, que serão utilizados na estruturação e composição da casa.

Inicialmente, os painéis de vedação são construídos basicamente com a utilização de três componentes construtivos, todos feitos de bambu, sendo eles: molduras, varas de preenchimento e travessas (*vide* Fig. (7.27)). A estrutura dos painéis é montada conforme especificação do projeto arquitetônico, onde os mesmos passam por algumas etapas até sua utilização na edificação, dentre elas: a mineralização, a aplicação do chapisco e a aplicação da argamassa de revestimento. As etapas descritas podem ser observadas na Fig. (7.28), onde é mostrado o painel todo estruturado *in natura*, logo depois o mesmo com aplicação do chapisco e por fim, o painel argamassado pronto para ser utilizado. A espessura da argamassa deve ser suficiente para cobrir toda a estrutura das travessas de bambu e as varas de preenchimento.

FIGURA 7.27 – Componentes Construtivos dos Painéis de Vedação de Bambu.



Fonte: Teixeira (2006), adaptado pelo autor.

**FIGURA 7.28** – Algumas Etapas de Execução dos Painéis de Vedação de Bambu.



Fonte: Teixeira (2006).

#### **E) Item 4.5 - Componentes Industrializados ou Pré-Fabricados**

Este critério consiste em reduzir a geração de RCD e a perda de materiais e, conseqüentemente, colaborar com a minimização do consumo de recursos naturais. Dentre os componentes, vale ressaltar os painéis de fachadas, estruturas de pisos (lajes), divisórias internas, pilares, vigas e escadas.

Com relação ao projeto MCMV (A4), o item 4.5, Componentes Industrializados ou Pré-Fabricados, não obteve pontuação. Após análise do projeto arquitetônico e entrevista com a construtora, observou-se que não foi adotado nenhum sistema construtivo de componentes industrializados montados em canteiro e projetados de acordo com as normas ou com aprovação técnica do SINAT (Sistema Nacional de Aprovação Técnica).

Com relação ao projeto Casa de Bambu (B4), o item 4.5, Componentes Industrializados ou Pré-Fabricados, obteve 3 pontos pela utilização de painéis de bambu pré-fabricados. O detalhamento dos painéis de bambu foi mostrado no Item 4.4 – Coordenação Modular. A análise documental deste item foi realizada pelo projeto arquitetônico e pelos painéis de vedação pré-fabricados de bambu.

#### **F) Item 4.6 - Pavimentação e Calçamento com RCD**

O critério tem como objetivo o uso de materiais reciclados oriundos de RCD na pavimentação.

Conforme análise do projeto MCMV (A4), o item 4.6, Pavimentação e Calçamento com RCD, obteve 3 pontos, que foram justificados após conversa com a construtora que alegou ter utilizado o RCD na compactação dos cômodos da casa após a construção das vigas baldrame.

Conforme análise do projeto Casa de Bambu (B4), o item 4.6, Pavimentação e Calçamento com RCD, obteve 3 pontos. Na Figura (6.20), representando o projeto de implantação, é possível notar que os passeios serão pavimentados com a utilização do RCD, além de ter o acompanhamento de todo o processo pela elaboração do Plano de Gestão de RCD descrito no Item 4.1 – Gestão de Resíduos da Construção e Demolição.

#### **G) Item 4.7 - Gestão Eficiente da Água no Canteiro**

Este critério tem como propósito, reduzir o consumo de água potável dentro do canteiro de obras, durante a fase de construção da edificação.

Em análise do projeto MCMV (A4), observou-se que o item 4.7, Gestão Eficiente da Água no Canteiro, não obteve pontuação, que foi justificada após entrevista com a construtora alegando que nenhuma medida foi tomada durante a construção do empreendimento para que houvesse a redução do consumo de água dentro do canteiro de obras.

Já a análise do projeto Casa de Bambu (B4), observou-se que o item 4.7, Gestão Eficiente da Água no Canteiro, obteve 3 pontos que foram justificados pela análise do memorial descritivo que terá indicações de racionalização do uso de água no canteiro de obras. As ações de racionalização de água no projeto Casa de Bambu foram destacadas principalmente nos Itens 3.4 – Reuso de Águas Servidas/Cinzas e 3.5 – Aproveitamento de Águas Pluviais, onde nos dois itens, é possível notar que a água é reutilizada e aproveitada para diversos fins, mesmo não sendo potável.

## **7.5 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DA CATEGORIA 5**

### **CATEGORIA 5 – DESENVOLVIMENTO SOCIAL**

Os critérios adotados para avaliação da Categoria 5 – Desenvolvimento Social são divididos em onze itens, conforme demonstrado na Fig. (7.2), sendo os dois primeiros itens, apresentados na Fig. (7.2) na cor vermelha, obrigatórios para se obter o grau mínimo de sustentabilidade.

Para o projeto MCMV, conforme demonstrado na Fig. (7.29), foi criado um código para os critérios da Categoria 5, com a identificação “A5”, seguida da pontuação específica obtida para cada critério e qual documentação foi analisada para se obter tal pontuação.

**FIGURA 7.29 – Pontuação e Documentação de Análise da Categoria Desenvolvimento Social – Projeto MCMV.**

QUADRO RESUMO: CATEGORIAS, CRITÉRIOS E PONTUAÇÃO							
CATEGORIA	ITEM	CRITÉRIO	FAIXA DE PONTUAÇÃO (Mín - Máx)		CÓDIGO MCMV	PONTUAÇÃO MCMV	DOCUMENTAÇÃO DE ANÁLISE
5. Desenvolvimento Social	5.1	(*)Capacitação para Gestão do Empreendimento	2	2	A5	0	Entrevista com Construtora
	5.2	(*)Educação Financeira ou Planejamento Financeiro	2	2	A5	0	Entrevista com Construtora
	5.3	Inclusão de Trabalhadores e Fornecedores Locais	1	1	A5	1	Entrevista com Construtora e Moradores Locais
	5.4	Capacitação Profissional dos Empregados	2	2	A5	2	Entrevista com Construtora
	5.5	Mitigação do Desconforto da População Local durante as Obras	2	2	A5	0	Entrevista com Construtora e Moradores Locais
	5.6	Ações para Mitigação de Riscos Sociais	3	3	A5	0	Entrevista com Construtora
	5.7	Educação Ambiental dos Empregados e Moradores	2	2	A5	0	Entrevista com Construtora e Moradores Locais
	5.8	Ações para a Geração de Emprego e Renda	2	2	A5	0	Entrevista com Construtora e Moradores Locais
	5.9	Ações de Integração Social na Comunidade	1	1	A5	0	Entrevista com Construtora
	5.10	Apoio na Manutenção Pós-Ocupação	3	3	A5	3	Entrevista com Construtora e Moradores Locais
	5.11	Segurança e Saúde no Canteiro de Obras	1	1	A5	1	Entrevista com Construtora
(*) Critério Obrigatório					Pontuação Máxima:	21	
					Pontuação Atendida:	7	

Fonte: Imagem elaborada pelo autor (2021).

Para o projeto Casa de Bambu, conforme demonstrado na Fig. (7.30), foi criado um código para os critérios da Categoria 5, com a identificação “B5”, seguida da pontuação específica obtida para cada critério e qual documentação foi analisada para se obter tal pontuação.

**FIGURA 7.30 – Pontuação e Documentação de Análise da Categoria Desenvolvimento Social – Projeto Casa de Bambu.**

QUADRO RESUMO: CATEGORIAS, CRITÉRIOS E PONTUAÇÃO							
CATEGORIA	ITEM	CRITÉRIO	FAIXA DE PONTUAÇÃO (Mín - Máx)		CÓDIGO CASA BAMBÚ	PONTUAÇÃO CASA BAMBÚ	DOCUMENTAÇÃO DE ANÁLISE
5. Desenvolvimento Social	5.1	(*)Capacitação para Gestão do Empreendimento	2	2	B5	2	Curso de Capacitação CPAB/UNB
	5.2	(*)Educação Financeira ou Planejamento Financeiro	2	2	B5	2	Entrevista com Projetistas
	5.3	Inclusão de Trabalhadores e Fornecedores Locais	1	1	B5	1	Entrevista com Projetistas
	5.4	Capacitação Profissional dos Empregados	2	2	B5	2	Entrevista com Projetistas
	5.5	Mitigação do Desconforto da População Local durante as Obras	2	2	B5	0	Não se aplica
	5.6	Ações para Mitigação de Riscos Sociais	3	3	B5	0	Não se aplica
	5.7	Educação Ambiental dos Empregados e Moradores	2	2	B5	2	Curso de Capacitação CPAB/UNB
	5.8	Ações para a Geração de Emprego e Renda	2	2	B5	2	Curso de Capacitação CPAB/UNB
	5.9	Ações de Integração Social na Comunidade	1	1	B5	0	Não se aplica
	5.10	Apoio na Manutenção Pós-Ocupação	3	3	B5	3	Manual de Uso e Manutenção
	5.11	Segurança e Saúde no Canteiro de Obras	1	1	B5	1	Plano de Gestão de Segurança de Trabalho
(*) Critério Obrigatório					Pontuação Máxima:	21	
					Pontuação Atendida:	15	

Fonte: Imagem elaborada pelo autor (2021).

Conforme demonstrado na Fig. (7.29) e Fig. (7.30), a pontuação máxima permitida para a Categoria 5 são 21 pontos, distribuídos entre os 11 critérios apresentados. Para se pontuar cada critério, foi analisado algumas documentações, especificadas na coluna “Documentação de Análise”, da Tabela, obtendo-se um total de 7 pontos para o projeto MCMV e 15 pontos para o projeto Casa de Bambu.

#### A) Item 5.1 - Capacitação para Gestão do Empreendimento

Item obrigatório, refere-se à um critério que tem como objetivo capacitar síndicos ou grupos gestores para a operação e manutenção das instalações físicas do empreendimento, no sentido de se obter uma gestão eficiente.

Analisando o projeto MCMV (A5), o item 5.1, Capacitação para Gestão do Empreendimento, não obteve pontuação. Em entrevista com a construtora, o construtor alegou que não propôs nenhuma ação que capacitasse o morador para gestão do empreendimento.

Analisando o projeto Casa de Bambu (B5), o item 5.1, Capacitação para Gestão do Empreendimento, obteve 2 pontos, pois o CPAB (Centro de Pesquisa e Aplicação de Bambu e Fibras Naturais) oferecerá, aos moradores, cursos de capacitação de mão de obra para operação e manutenção das instalações físicas da casa.

### **B) Item 5.2 - Educação Financeira ou Planejamento Financeiro**

Critério com item obrigatório, é uma parceria entre a CAIXA e a Construtora com o intuito de oferecer orientações, aos futuros moradores, com foco no planejamento financeiro pessoal ou familiar. As orientações são oferecidas através de workshops, palestras, cartilhas, canais, entre outros.

Com a análise do projeto MCMV (A5), o item 5.2, Educação Financeira ou Planejamento Financeiro, não obteve pontuação. A análise foi feita através de entrevista com a construtora, que alega não ter havido ação conjunta da parte dela junto à CAIXA para promover orientação ao futuro morador voltada ao planejamento financeiro familiar ou pessoal.

No caso do projeto Casa de Bambu (B5), o item 5.2, Educação Financeira ou Planejamento Financeiro, obteve pontuação 2. Em conversa com os projetistas, os mesmos alegaram a importância de se oferecer cursos e palestras voltadas à educação financeira dos futuros moradores, para que os mesmos saibam administrar suas finanças pessoais e, também, familiar. Os mesmos alegaram que haverá uma parceria com a CAIXA, no sentido de oferecer cursos gratuitos, com aulas voltadas para a educação financeira e temas abordando conceitos básicos sobre “Receitas e Despesas”, “Juros e Inflação”, “Créditos”, “Investimentos”, “Contas”, além de dicas sobre “Como Atravessar a Crise”, “Como Cuidar de seu Dinheiro”, “Como Sair do Vermelho” e “Como Planejar o Futuro”. São vários assuntos voltados às finanças, que estão disponíveis no site da CAIXA, no endereço eletrônico: <https://www.caixa.gov.br/educacao-financeira/voce/Paginas/default.aspx>.

### **C) Item 5.3 - Inclusão de Trabalhadores e Fornecedores Locais**

Este critério permite a ampliação da capacidade econômica dos moradores através da contratação dos fornecedores e população local.

Conforme análise dos dois projetos, MCMV (A5) e Casa de Bambu (B5), os mesmos obtiveram pontuação 1 no item 5.3, Inclusão de Trabalhadores e Fornecedores Locais. No caso do projeto MCMV, a pontuação é justificada com base em entrevista com a construtora e moradores locais, que alegaram ter incluído trabalhadores e fornecedores locais do município de Trindade, especificamente do setor Jardim Imperial, que durante as fases da construção,

trabalhadores foram contratados temporariamente e grande parte do material, utilizado na construção, adquiridos em Casas de Materiais de Construção próximas a casa edificada. Com relação ao projeto Casa de Bambu, a pontuação é justificada com base em entrevista com os projetistas, alegando, também, que darão oportunidade aos trabalhadores e fornecedores locais para o fornecimento de materiais e/ou serviços para a obra.

#### **D) Item 5.4 - Capacitação Profissional dos Empregados**

O critério tem como objetivo ampliar as habilidades e conhecimentos dos empregados, melhorando suas condições socioeconômicas e desempenho profissional. O projeto de capacitação dos empregados em atividades da construção civil, tem previsão de carga horária mínima de 30 horas.

Com a análise do projeto MCMV (A5), o item 5.4, Capacitação Profissional dos Empregados, obteve pontuação 2. Em entrevista com a construtora, a mesma alegou ter capacitado profissionais promovendo a ampliação do conhecimento e habilidades dos empregados e, conseqüentemente, melhorando seu desempenho profissional.

Com a análise do projeto Casa de Bambu (B5), o item 5.4, Capacitação Profissional dos Empregados, também obteve pontuação 2. Em entrevista com os projetistas, os mesmos afirmaram que os profissionais empregados terão capacitação profissional dentro da Oficina de Bambu e Madeira (Laboratório de Protótipos) (*vide* Fig. (7.31)) com o objetivo de melhorar as condições econômicas e desempenho profissional dos mesmos. Na Oficina, os profissionais serão treinados e capacitados a executar protótipos e outros objetos a partir da laminação do bambu-colmo.

**FIGURA 7.31** – Oficina de Bambu e Madeira, Laboratório de Protótipos.





Fonte: CPAB (2018).

### **E) Item 5.5 - Mitigação do Desconforto da População Local durante as Obras**

É um critério que visa mitigar os possíveis impactos negativos das obras do empreendimento com relação a vizinhança imediata, como por exemplo: vibrações, excesso de ruídos, interferências com o tráfego local, poeiras, alteração da paisagem e segregação de áreas.

Com a análise do projeto MCMV (A5), sobre o item 5.5, Mitigação do Desconforto da População Local durante as Obras, observou-se que o mesmo não obteve pontuação. Após entrevista com a construtora e com moradores locais, notou-se que não houve nenhum plano de ação que mitigasse o desconforto da população local durante as obras, dessa forma, a vizinhança imediata reclamou muito do barulho e da poeira.

Já no projeto Casa de Bambu (B5), o item 5.5, Mitigação do Desconforto da População Local durante as Obras, não obteve pontuação, pois o critério analisado não pode ser aplicado neste projeto pois a Casa de Bambu ainda não foi edificada, portanto não é possível analisar o item proposto.

### **F) Item 5.6 - Ações para Mitigação de Riscos Sociais**

Este item trata-se de ações criadas através de parcerias entre poder público e empreendedores, visando a inclusão social de moradores em situações de vulnerabilidade social, promovendo a integração da comunidade através de ações socioeducativas com foco em reduzir o impacto do empreendimento no entorno.

A análise do item 5.6, Ações para Mitigação de Riscos Sociais, sobre o projeto MCMV (A5), não obteve pontuação, pois após entrevista com a construtora, a mesma alegou não ter criado nenhum tipo de ação visando a inclusão social da população em situação de vulnerabilidade social, nem mesmo ações socioeducativas para reduzir o impacto do empreendimento no entorno.

No projeto Casa de Bambu (B5), a análise do item 5.6, Ações para Mitigação de Riscos Sociais, também não obteve pontuação. O critério analisado não pode ser aplicado neste projeto pois a Casa de Bambu ainda não foi edificada, portanto não é possível analisar o item proposto.

#### **G) Item 5.7 - Educação Ambiental dos Empregados e Moradores**

O critério refere-se a orientações junto aos trabalhadores e colaboradores com relação às práticas de uso eficiente de recursos e materiais, além de reduzir desperdícios no canteiro de obras. As orientações visam melhoria na qualidade de vida dos moradores, além de incentivar posturas mais sustentáveis.

Para o projeto MCMV (A5), o item 5.7, Educação Ambiental dos Empregados e Moradores, não obteve pontuação. Em conversa com a construtora e, também, moradores locais, os mesmos afirmaram não ter tido nenhuma orientação quanto às práticas para redução de desperdício e uso eficiente de recursos e materiais no canteiro de obras.

Já o projeto Casa de Bambu (B5), obteve 2 pontos no item 5.7, Educação Ambiental dos Empregados e Moradores. Os cursos serão ofertados e ministrados pelo CPAB da UNB, que capacitará trabalhadores e colaboradores na utilização de práticas sustentáveis com relação aos recursos naturais, além da melhoria na qualidade de vida dos mesmos. No CPAB, já é visível um trabalho pedagógico diferenciado, que inclui a execução de protótipos com o emprego de matérias-primas de baixo impacto ambiental. O Centro também organiza a Escolinha, com é conhecida a Marcenaria para treinamento de jovens da periferia do DF, na expectativa de proporcionar capacitação com vista a emprego e renda para esses jovens, que possuem uma estrutura didática-pedagógica institucionalizada.

#### **H) Item 5.8 - Ações para a Geração de Emprego e Renda**

São ações no sentido de promover o desenvolvimento socioeconômico dos moradores, promovendo a sustentabilidade financeira do empreendimento. As ações são criadas no sentido de capacitar os moradores para inserção dos mesmos no mercado de trabalho.

De acordo com a análise do projeto MCMV (A5), o item 5.8, Ações para a Geração de Emprego e Renda, não obteve pontuação. Em conversa com a construtora, a mesma afirmou não ter desenvolvido nenhum plano de ação para promover o desenvolvimento socioeconômico dos moradores. A alegação é confirmada, por parte dos moradores locais, que afirmaram que a construtora não promoveu nenhuma ação para gerar emprego e renda para as famílias que moram na região do empreendimento.

A análise do item 5.8, Ações para a Geração de Emprego e Renda, referente ao projeto Casa de Bambu (B5), obteve 2 pontos. Se haverá a capacitação profissional dos trabalhadores por parte do CPAB, com certeza haverá geração de emprego e renda para os moradores. Se a pessoa recebe a capacitação profissional para trabalhar com o bambu, ele pode usar este sistema

construtivo como forma de geração de renda familiar, e ainda se tornar um repetidor e/ou propagador deste sistema construtivo.

#### **I) Item 5.9, Ações de Integração Social na Comunidade**

São ações criadas entre os moradores e a comunidade local visando a integração social dos moradores junto ao novo território e, conseqüentemente, a nova comunidade.

A análise do item 5.9, Ações de Integração Social na Comunidade, tanto para o projeto MCMV (A5) quanto para o projeto Casa de Bambu (B5), não obtiveram pontuação. No primeiro, em entrevista com a construtora, foi alegado não ter desenvolvido ações voltadas à integração social dos moradores, e no segundo, não houve aplicação do critério com relação a ações de integração social na comunidade.

#### **J) Item 5.10 - Apoio na Manutenção Pós-Ocupação**

Refere-se à conservação e qualidade do empreendimento, por parte da construtora, logo após sua entrega e ocupação. O item aborda ações de manutenção e conservação do empreendimento como por exemplo: alertas de manutenção, verificação de instalações e equipamentos, pinturas, contratação de serviços especializados de manutenção, dentre outros.

Em se tratando do projeto MCMV (A5), o item 5.10, Apoio na Manutenção Pós-Ocupação, obteve pontuação 3, que é justificada pela construtora que afirma ter dado o suporte necessário com relação a conservação e qualidade do empreendimento após a sua entrega e ocupação. Em conversa com os moradores locais, os mesmos confirmaram ter tido o apoio na manutenção após suas ocupações e que receberam no ato da compra, o manual de uso e manutenção do empreendimento.

Na análise do item 5.10, Apoio na Manutenção Pós-Ocupação, referente ao projeto Casa de Bambu (B5), a pontuação obtida também foi 3. Será previsto a entrega do manual de uso e manutenção da casa ao morador, facilitando a manutenção quanto ao uso e ocupação da mesma.

#### **K) Item 5.11 - Segurança e Saúde no Canteiro de Obras**

O critério trata da prevenção de riscos e adoção de critérios de segurança junto aos canteiros de obras, para que haja a preservação da saúde dos trabalhadores.

Segundo análise do projeto MCMV (A5), o item 5.11, Segurança e Saúde no Canteiro de Obras, obteve pontuação 1. Segundo a construtora, durante as etapas da obra, houve a preocupação com a segurança e saúde dos trabalhadores no canteiro de obras havendo a prevenção de riscos e a aplicação de políticas resultando em canteiros seguros e adequados à preservação da saúde do trabalhador.

A análise do item 5.11, Segurança e Saúde no Canteiro de Obras, referente ao projeto Casa de Bambu (B5), obteve pontuação 1. A pontuação é justificada com base na criação do

Plano de Gestão de Segurança do Trabalho que será implantada no canteiro de obra da casa, para que haja a preservação da saúde dos trabalhadores no momento da execução do Projeto Arquitetônico.

## 7.6 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DA CATEGORIA 6

### CATEGORIA 6 – INOVAÇÃO

Os critérios adotados para avaliação da Categoria 6 – Inovação são divididos em sete itens, conforme demonstrado na Fig. (7.2), não contendo nenhum item obrigatório para se obter o grau mínimo de sustentabilidade.

Para o projeto MCMV, conforme demonstrado na Fig. (7.32), foi criado um código para os critérios da Categoria 6, com a identificação “A6”, seguida da pontuação específica obtida para cada critério e qual documentação foi analisada para se obter tal pontuação.

**FIGURA 7.32 – Pontuação e Documentação de Análise da Categoria Inovação – Projeto MCMV.**

QUADRO RESUMO: CATEGORIAS, CRITÉRIOS E PONTUAÇÃO							
CATEGORIA	ITEM	CRITÉRIO	FAIXA DE PONTUAÇÃO (Mín - Máx)		CÓDIGO MCMV	PONTUAÇÃO MCMV	DOCUMENTAÇÃO DE ANÁLISE
6. Inovação	6.1	Aplicação do BIM na Gestão Integrada do Empreendimento	3	3	A6	0	Entrevista com Construtora
	6.2	Gestão para Redução das Emissões de Carbono	5	5	A6	0	Entrevista com Construtora
	6.3	Sistemas Eficientes de Automação Predial	3	3	A6	0	Entrevista com Construtora
	6.4	Conectividade	2	2	A6	0	Entrevista com Construtora
	6.5	Ferramentas Digitais Voltadas a Práticas de Sustentabilidade	3	3	A6	0	Entrevista com Construtora
	6.6	Possib. de Adeq. Futura da UH às Necessidades dos Usuários	3	3	A6	3	Projeto Arquitetônico/Entrevista Construtora
	6.7	Outras Propostas Inovadoras	3	10	A6	0	Entrevista com Construtora
(*) Critério Obrigatório			Pontuação Máxima:			29	
			Pontuação Atendida:			3	

Fonte: Imagem elaborada pelo autor (2021).

Para o projeto Casa de Bambu, conforme demonstrado na Fig. (7.33), foi criado um código para os critérios da Categoria 6, com a identificação “B6”, seguida da pontuação específica obtida para cada critério e qual documentação foi analisada para se obter tal pontuação.

**FIGURA 7.33 – Pontuação e Documentação de Análise da Categoria Inovação – Projeto Casa de Bambu.**

QUADRO RESUMO: CATEGORIAS, CRITÉRIOS E PONTUAÇÃO							
CATEGORIA	ITEM	CRITÉRIO	FAIXA DE PONTUAÇÃO (Mín - Máx)		CÓDIGO CASA BAMBU	PONTUAÇÃO CASA BAMBU	DOCUMENTAÇÃO DE ANÁLISE
6. Inovação	6.1	Aplicação do BIM na Gestão Integrada do Empreendimento	3	3	B6	3	Projetos Arquitetônico/BIM
	6.2	Gestão para Redução das Emissões de Carbono	5	5	B6	0	Ausencia de Documentação
	6.3	Sistemas Eficientes de Automação Predial	3	3	B6	0	Projeto Arquitetônico
	6.4	Conectividade	2	2	B6	2	Projeto Arquitetônico/Memorial Descritivo
	6.5	Ferramentas Digitais Voltadas a Práticas de Sustentabilidade	3	3	B6	3	Projeto de Desenvolvimento de Portal Web
	6.6	Possib. de Adeq. Futura da UH às Necessidades dos Usuários	3	3	B6	3	Projeto Arquitetônico
	6.7	Outras Propostas Inovadoras	3	10	B6	5	Sistema Construtivo Inovador/Proj. Arquitetônico
(*) Critério Obrigatório			Pontuação Máxima:			29	
			Pontuação Atendida:			16	

Fonte: Imagem elaborada pelo autor (2021).

Conforme demonstrado na Fig. (7.32) e Fig. (7.33), a pontuação máxima permitida para a Categoria 6 são 29 pontos, distribuídos entre os 7 critérios apresentados. Para se pontuar cada critério, foi analisado algumas documentações, especificadas na coluna “Documentação de Análise”, da Tabela, obtendo-se um total de 3 pontos para o projeto MCMV e 16 pontos para o projeto Casa de Bambu.

#### **A) Item 6.1 - Aplicação do BIM na Gestão Integrada do Empreendimento**

O critério tem como objetivo valorizar o uso da modelagem BIM para que todas as etapas do projeto sejam compatibilizadas, gerando redução de desperdícios e custos, além de aumentar a produtividade dos processos.

De acordo com a análise do projeto MCMV (A6), o item 6.1, Aplicação do BIM na Gestão Integrada do Empreendimento, não obteve pontuação. Em entrevista com a construtora, a mesma alegou ter utilizado apenas o software AutoCad para execução do projeto arquitetônico e complementares e planilhas do Excel para auxiliar nos cálculos das etapas da obra.

De acordo com a análise do projeto Casa de Bambu (B6), o item 6.1, Aplicação do BIM na Gestão Integrada do Empreendimento, obteve 3 pontos. Todos os projetos da Casa de Bambu tiveram a implantação da modelagem BIM, permitindo com que todas as etapas dos projetos fossem compatibilizadas, dessa forma, houve uma maior produtividade, redução de custos, além da redução de retrabalhos que poderiam surgir no ato da execução da obra.

#### **B) Item 6.2 - Gestão para Redução das Emissões de Carbono**

O objetivo desse critério é valorizar a existência de estratégias para a gestão das emissões de gases de efeito estufa provenientes das atividades da construção civil.

Para ambos os projetos, MCMV (A6) e Casa de Bambu (B6), a análise do item 6.2, Gestão para Redução das Emissões de Carbono, mostrou não ter pontuação. Para o projeto MCMV, a falta de pontuação é justificada com base em entrevista com a construtora, que alegou não ter desenvolvido nenhuma estratégia para gerir a redução das emissões de carbono decorrentes da construção da edificação. Já o projeto Casa de Bambu, houve a falta de comprovação de documentação para que houvesse pontuação para este item.

#### **C) Item 6.3 – Sistemas Eficientes de Automação Predial**

Os Sistemas de Automação Predial são importantes para que haja um incentivo no uso de tecnologias integradas às instalações prediais, com o intuito de reduzir o consumo de energia.

Com a análise do item 6.3, Sistemas Eficientes de Automação Predial, os dois projetos, MCMV (A6) e Casa de Bambu (B6), não obtiveram pontuação. A falta de pontuação é justificada mediante análise do projeto arquitetônico e entrevista com a construtora, sendo observado, nos dois projetos, que não houve a utilização desta tecnologia.

**D) Item 6.4 - Conectividade**

Este critério tem como indicador a instalação de rede Wi-Fi e tomadas USB nas dependências do empreendimento, melhorando a qualidade de vida dos futuros moradores e contribuindo com o desenvolvimento pessoal e social.

A análise do item 6.4, Conectividade, do projeto MCMV (A6), não obteve pontuação. Em entrevista com a construtora, foi alegado que a casa não conta com pontos de rede Wi-Fi, nem mesmo tomadas USB nas dependências da casa.

Já o projeto Casa de Bambu (B6), terá pontuação 2. Na análise do item 6.4, Conectividade, foi observado que no projeto arquitetônico e memorial descritivo, constará toda infraestrutura necessária para que a conectividade seja um diferencial para os moradores da casa, que terá a instalação de rede Wi-Fi, além de tomadas USB nas dependências internas e externas da casa.

**E) Item 6.5 - Ferramentas Digitais Voltadas a Práticas de Sustentabilidade**

O item se refere a um critério que verifica, junto à Construtora, a disponibilidade de ferramentas digitais como websites, aplicativos e mídias sociais com o intuito de facilitar o cumprimento de práticas sustentáveis no dia-a-dia dos moradores.

Segundo análise do projeto MCMV (A6), o item 6.5, Ferramentas Digitais Voltadas a Práticas de Sustentabilidade, não obteve pontuação. Em entrevista com a construtora, a mesma alegou não ter disponibilizado nenhum tipo de ferramenta digital voltada à prática da sustentabilidade como por exemplo: website, aplicativo, mídia social, dentre outros.

A análise do item 6.5, Ferramentas Digitais Voltadas a Práticas de Sustentabilidade, do projeto Casa de Bambu (B6), obteve 3 pontos. Haverá a construção de um projeto de desenvolvimento de um portal web, que contará com dicas e serviços voltados as práticas da sustentabilidade, facilitando as atividades corriqueiras do dia-a-dia dos moradores, como por exemplo: como economizar água e energia elétrica, reciclar ou reutilizar materiais e produtos, práticas de uso e manutenção do bambu, dentre outros.

**F) Item 6.6 - Possibilidade de Adequação Futura da UH às Necessidades dos Usuários**

O item refere-se à possibilidade imposta ao morador de possíveis mudanças na unidade habitacional para satisfazer às necessidades dos futuros moradores.

Após análise do item 6.6, Possibilidade de Adequação Futura da UH às Necessidades dos Usuário, do projeto MCMV (A6), obteve-se pontuação 3. A análise do projeto arquitetônico foi crucial para verificar que a casa pode sofrer alterações em seu *layout*, podendo ser alterada, ampliada ou até mesmo adaptada para futuras necessidades do morador, mudanças também

verificadas a partir de visita ao local e constatação de que a casa apresenta área disponível para tais mudanças e ampliações no fundo e na frente do empreendimento.

Para o projeto Casa de Bambu (B6), o item 6.6, Possibilidade de Adequação Futura da UH às Necessidades dos Usuário, também obteve pontuação 3. Por ser um projeto modular, com uso de painéis modulares e pré-fabricados, as mudanças em relação ao projeto arquitetônico são flexíveis, fáceis de serem alteradas e manipuladas, sendo possível as alterações, ampliações ou adaptações futuras da unidade habitacional.

### **G) Item 6.7 - Outras Propostas Inovadoras**

Este critério tem o objetivo de reconhecer a possibilidade de outras práticas inovadoras, colaborando com a sustentabilidade de processos e produtos.

Com a análise do projeto MCMV (A6), o item 6.7, Outras Propostas Inovadoras não obteve pontuação, pois a construtora não apresentou nenhuma proposta inovadora para que fosse analisada e aprovada junto à CAIXA.

O item 6.7, Outras Propostas Inovadoras, do projeto Casa de Bambu (B6), foi analisado e obteve 5 pontos. A pontuação é devida por ser um projeto que terá um sistema construtivo sustentável de bambu, feito com muita tecnologia incorporada a partir da industrialização do bambu (BLC), configurando-se como um projeto arquitetônico inovador, que se valerá da pré-fabricação dos painéis de bambu para vedação vertical, industrialização da madeira (BLC), etc, além da implantação de um ponto de ônibus que será fabricado em bambu, mais precisamente BLC, *vide* modelo na Fig. (4.41).

## 8 ANÁLISE DOS RESULTADOS

### 8.1 ANÁLISE DAS PONTUAÇÕES E PERCENTUAIS DE CRITÉRIOS ATENDIDOS POR TIPOLOGIA DE PROJETO

Neste capítulo serão analisados os resultados finais da pesquisa. Após todas as avaliações de índices de sustentabilidade feitas até aqui, criou-se duas tabelas para melhor entendimento e clareza das pontuações e percentuais encontrados de critérios atendidos por tipologia de projeto. As duas tabelas criadas são representadas pelas Figs. (8.1) e (8.2).

Essa análise serve para classificar o tipo de nível de gradação alcançado por cada projeto, ou seja, o objetivo desta análise é obter um entendimento global da metodologia adotada e, também, classificar o tipo de nível de gradação alcançado entre os níveis Bronze, Prata, Ouro ou Diamante. A Figura (8.1), apresenta as pontuações atendidas por tipologia de projeto e os identificadores *#mais*. Na sequência, a Fig. (8.2), mostra os percentuais de critérios atendidos por tipologia de projeto.

Para analisarmos as pontuações atendidas por tipologia de projeto e seus identificadores *#mais*, na Fig. (8.1) foi mostrado as seis categorias, juntamente com seus identificadores *#mais* e o limite de pontuação de cada uma delas, contendo o mínimo e máximo de pontos previstos. Para os dois projetos, foi demonstrado a pontuação atendida e se atendeu ou não ao mínimo de pontos exigidos por categoria.

A Figura (8.3), mostra os níveis de gradação por atendimento de projeto. Como observado, o nível de gradação Bronze, exige o mínimo de 50 pontos ou obter a pontuação mínima de 2 identificadores *#mais* em qualquer categoria. O nível de gradação Prata, exige o mínimo de 60 pontos ou obter a pontuação mínima de 3 identificadores *#mais* em qualquer categoria. O nível de gradação Ouro, exige o mínimo de 80 pontos ou obter a pontuação mínima de 4 identificadores *#mais* em qualquer categoria. O nível de gradação Diamante, exige o mínimo de 100 pontos e obter a pontuação mínima no identificador específico *#maisInovação*.

Analisando, primeiramente as pontuações, observa-se que nas Figs. (8.1) e (8.3), o projeto MCMV não atendeu ao mínimo exigido em nenhuma categoria, totalizando 43 pontos, sendo assim, não foi possível classificá-lo em nenhum nível de gradação do Guia Selo Casa Azul, além do mais, não atingiu a uma pontuação mínima exigida nos seis indicadores *#mais*. Com relação ao projeto Casa de Bambu, o mesmo atendeu a todas as condições propostas por cada nível de gradação, podendo ser classificado no nível máximo de gradação, o Diamante, pois atingiu a um total de 117 pontos, superando o mínimo de 100, além de obter a pontuação de 16 pontos no identificador *#maisInovação*, que exige um mínimo de 10 pontos. Além do mais, o projeto atendeu a todos os 15 critérios obrigatórios de todas as categorias, inclusive aos 7 critérios adicionais obrigatórios, específicos do nível de gradação Diamante.

Antes de iniciarmos as análises dos percentuais dos dois projetos, é importante frisar que as mesmas foram feitas de forma separadas e comparativas entre os Critérios Obrigatórios (CO) e Critérios de Livre Escolha (CL), mostrando a quantidade de itens obrigatórios e de livre escolha por categoria, além da quantidade de itens e percentuais atendidos por tipologia de projeto.

Analisando os percentuais da Fig. (8.2), apesar do projeto MCMV não ter obtido pontuação necessária para se classificar em nenhum dos níveis de gradação do Guia Selo Casa Azul, as análises individuais das categorias mostraram que, em uma delas, os índices de sustentabilidade alcançaram até 100% de atendimento nos critérios obrigatórios. É o caso da categoria Gestão Eficiente da Água, que alcançou 100% de pontuação no critério obrigatório, mas em compensação, não atingiu nenhum ponto no critério de livre escolha. Outra categoria que merece destaque, é a de Qualidade Urbana e Bem-Estar, que obteve 66,67% de pontuação atingida no critério obrigatório e 28,57% de pontuação atingida no critério de livre escolha.

O que se percebe no projeto MCMV, com relação aos baixos percentuais alcançados, é que não houve, durante a fase dos projetos e execução da obra, uma preocupação em atender aos pilares da sustentabilidade, tanto no âmbito ambiental, social, econômico e, também, construtivo. O pouco que foi pontuado, foi resultado da decorrência das facilidades da construtora durante as fases da obra. A preocupação da construtora foi quantidade, e não qualidade, foi obter lucro não se preocupando com o meio ambiente, o social, não trazendo nenhuma inovação para se tornar um diferencial.

No projeto Casa de Bambu, os percentuais da Fig. (8.2) nos mostram que os percentuais atendidos, em todas as categorias, foram consideráveis. Todos os 15 critérios obrigatórios foram atendidos, totalizando 100% de pontos em todas as categorias. Os critérios de livre escolha não foram atendidos em sua totalidade, mas tiveram índices percentuais bem elevados. A categoria 4 - Produção Sustentável, obteve 100% de índice percentual em todos os critérios, tanto obrigatórios, quanto de livre escolha.

O que se observa no projeto Casa de Bambu, com os elevados percentuais alcançados, é que houve a valorização da sustentabilidade na base, ou seja, na estrutura do projeto, onde os projetistas já tinham a intenção e o interesse em buscar a sustentabilidade e aplicaram tais recursos em um projeto inovador e arrojado.

FIGURA 8.1 – Pontuações Atendidas por Tipologia de Projeto e Identificadores #mais.

PONTUAÇÕES ATENDIDAS POR TIPOLOGIA DE PROJETO E IDENTIFICADORES #mais							
CATEGORIAS	IDENTIFICADORES #mais	LIMITE DE PONTUAÇÃO		MCMV		CASA DE BAMBU	
		Mín.	Máx.	Pontuação Atendida	Status	Pontuação Atendida	Status
1 - Qualidade Urbana e Bem-Estar	#mais QualidadeUrbana	24	34	12	Não Atende	25	Atende
2 - Eficiência Energética e Conforto Ambiental	#mais EficiênciaEnergética	20	29	5	Não Atende	23	Atende
3 - Gestão Eficiente da Água	#mais GestãoEficiente	15	22	10	Não Atende	19	Atende
4 - Produção Sustentável	#mais ProduçãoSustentável	15	22	6	Não Atende	19	Atende
5 - Desenvolvimento Social	#mais DesenvolvimentoSocial	15	21	7	Não Atende	15	Atende
6 - Inovação	#mais Inovação	10	29	3	Não Atende	16	Atende
<b>PONTUAÇÃO TOTAL ATENDIDA:</b>				<b>43</b>		<b>117</b>	

Fonte: Imagem elaborada pelo autor (2022).

FIGURA 8.2 – Percentuais de Critérios Atendidos por Tipologia de Projeto.

PERCENTUAIS DE CRITÉRIOS ATENDIDOS POR TIPOLOGIA DE PROJETO												
CATEGORIAS	QDE. ITENS POR CATEGORIA		MCMV					CASA DE BAMBU				
			ITENS ATENDIDOS POR CATEGORIA		PERCENTUAL ATENDIDO (%)			ITENS ATENDIDOS POR CATEGORIA		PERCENTUAL ATENDIDO (%)		
	CO	CL	CO	CL	CO	CL	TOTAL	CO	CL	CO	CL	TOTAL
1 - Qualidade Urbana e Bem-Estar	3	7	2	2	66,67%	28,57%	40,00%	3	5	100,00%	71,43%	80,00%
2 - Eficiência Energética e Conforto Ambiental	4	5	2	0	50,00%	0,00%	22,22%	4	4	100,00%	80,00%	88,89%
3 - Gestão Eficiente da Água	3	3	3	0	100,00%	0,00%	50,00%	3	2	100,00%	66,67%	83,33%
4 - Produção Sustentável	3	4	1	1	33,33%	25,00%	28,57%	3	4	100,00%	100,00%	100,00%
5 - Desenvolvimento Social	2	9	0	4	0,00%	44,44%	36,36%	2	6	100,00%	66,67%	72,73%
6 - Inovação	0	7	0	1	0,00%	14,29%	14,29%	0	5	0,00%	71,43%	71,43%
<b>TOTAL PARCIAL</b>	<b>15</b>	<b>35</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>53,33%</b>	<b>22,86%</b>	<b>32,00%</b>	<b>15</b>	<b>26</b>	<b>100,00%</b>	<b>74,29%</b>	<b>82,00%</b>
<b>TOTAL GERAL</b>	<b>50</b>		<b>16</b>		<b>32,00%</b>			<b>41</b>		<b>82,00%</b>		
<b>PONTUAÇÃO MÁXIMA</b>	<b>157</b>		<b>43</b>		<b>27,39%</b>			<b>117</b>		<b>74,52%</b>		
CO - Critério Obrigatório												
CL - Critério de Livre Escolha												

Fonte: Imagem elaborada pelo autor (2022).

**FIGURA 8.3 – Níveis de Gradação por Atendimento de Projeto.**

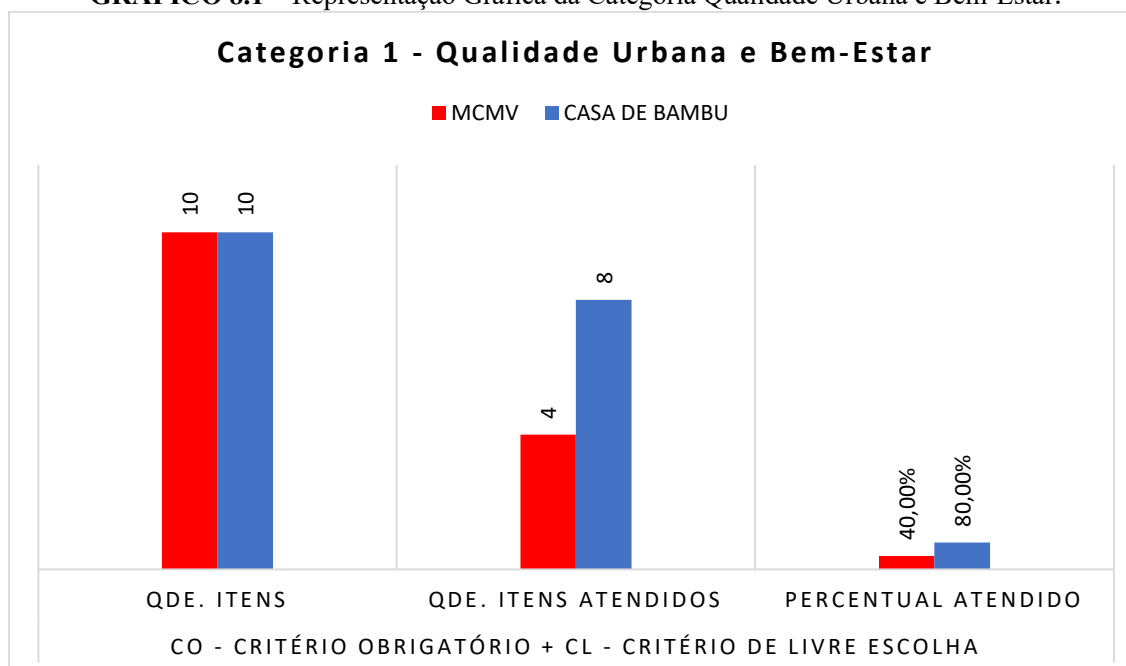
NÍVEIS DE GRADAÇÃO POR ATENDIMENTO DE PROJETO			
NÍVEL	CONDIÇÃO	MCMV	CASA DE BAMBU
BRONZE	50 pontos <i>ou</i> Obter 2 Identificadores ( <i>#mais</i> em qualquer categoria)	Não Atende	Atende
PRATA	60 pontos <i>ou</i> Obter 3 Identificadores ( <i>#mais</i> em qualquer categoria)	Não Atende	Atende
OURO	80 pontos <i>ou</i> Obter 4 Identificadores ( <i>#mais</i> em qualquer categoria)	Não Atende	Atende
DIAMANTE	100 pontos <i>e</i> Obter o Identificador <i>#mais</i> Inovação	Não Atende	Atende

Fonte: Imagem elaborada pelo autor (2022).

## 8.2 ANÁLISE GRÁFICA DOS CRITÉRIOS OBRIGATÓRIOS E DE LIVRE ESCOLHA ATENDIDOS POR CATEGORIA/PROJETO

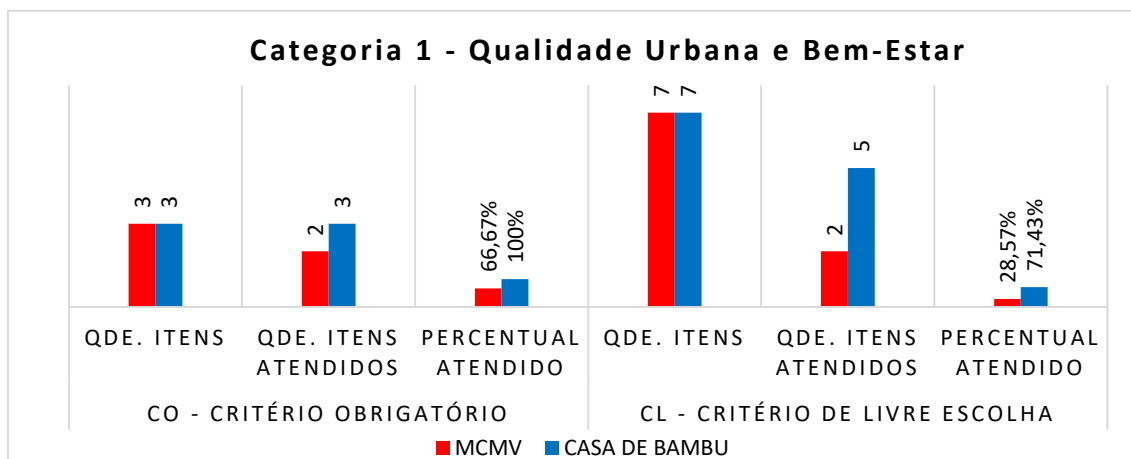
A seguir, serão apresentados gráficos com informações relacionadas aos critérios obrigatórios e de livre escolha, atendidos por categoria. Os gráficos fazem referências aos dois projetos e foram criados com base em informações retiradas das Tabelas representadas pelas Figs. (8.1) e (8.2), apresentadas anteriormente. O Gráf. (8.1), mostra os dados agrupados, relacionados aos critérios atendidos obrigatórios e de livre escolha. Já o Gráf. (8.2), mostra os dados separados, relacionados aos critérios atendidos obrigatórios e de livre escolha, obtendo assim, duas análises distintas.

### CATEGORIA 1 – QUALIDADE URBANA E BEM-ESTAR

**GRÁFICO 8.1 – Representação Gráfica da Categoria Qualidade Urbana e Bem-Estar.**

Fonte: Gráfico elaborado pelo autor (2022).

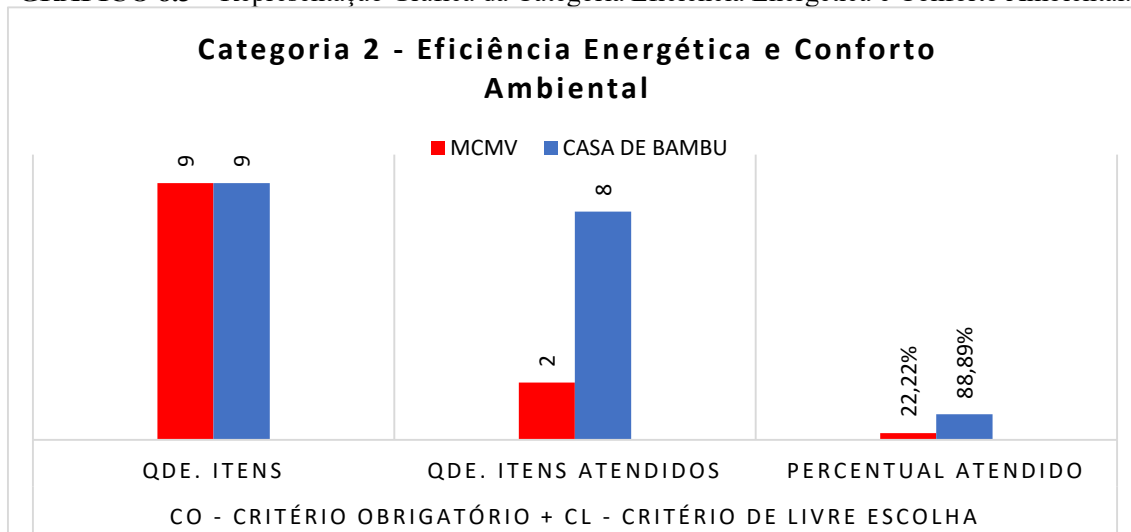
**GRÁFICO 8.2** – Representação Gráfica da Categoria Qualidade Urbana e Bem-Estar por Tipo de Critério.



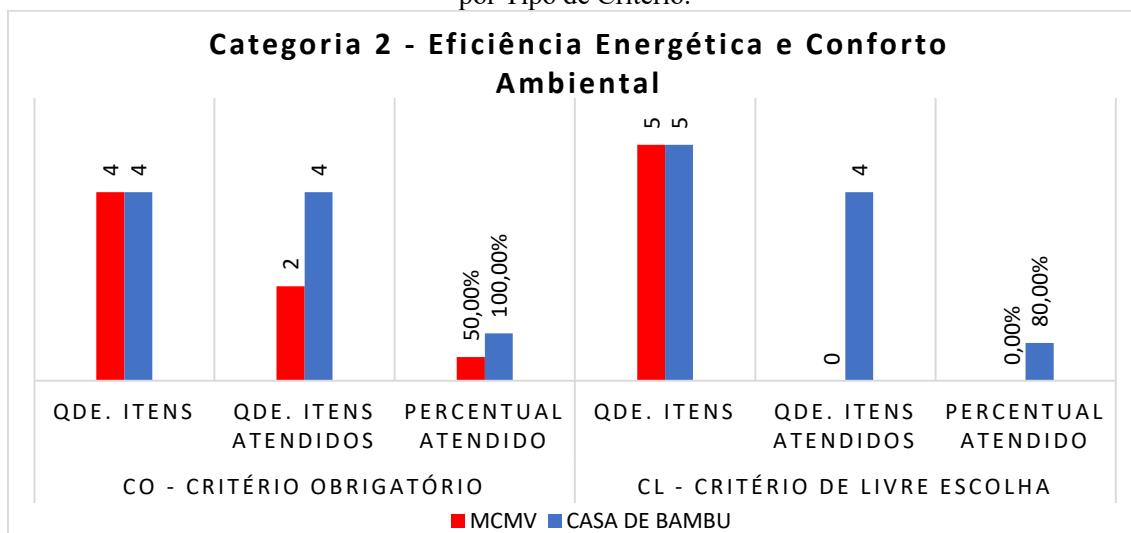
A Categoria 1, Qualidade Urbana e Bem-Estar, possui 10 itens de análise, sendo 3 obrigatórios e 7 de livre escolha. Após a análise do Gráf. (8.1), observou-se que, para o projeto MCMV, foram atendidos 4 itens, representando 40% dos itens atendidos. Já o projeto Casa de Bambu, foram atendidos 8 itens, representando 80% dos itens atendidos. A análise do Gráf. (8.2) mostrou que o projeto Casa de Bambu atendeu aos 3 itens, obtendo 100% de itens atendidos relacionados aos critérios obrigatórios, enquanto os critérios de livre escolha, o percentual foi de 71,43%, representando 5 itens atendidos. O projeto MCMV atendeu 2 itens, obtendo 66,67% de itens atendidos relacionados aos critérios obrigatórios, enquanto os critérios de livre escolha, o percentual foi de 28,57%, representando 2 itens atendidos.

## CATEGORIA 2 – EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E CONFORTO AMBIENTAL

**GRÁFICO 8.3** – Representação Gráfica da Categoria Eficiência Energética e Conforto Ambiental.



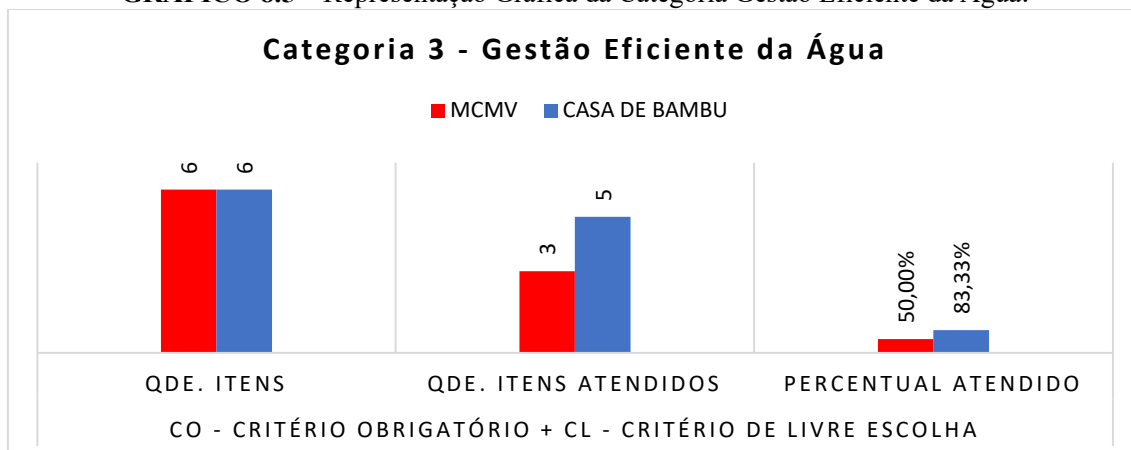
**GRÁFICO 8.4** – Representação Gráfica da Categoria Eficiência Energética e Conforto Ambiental por Tipo de Critério.



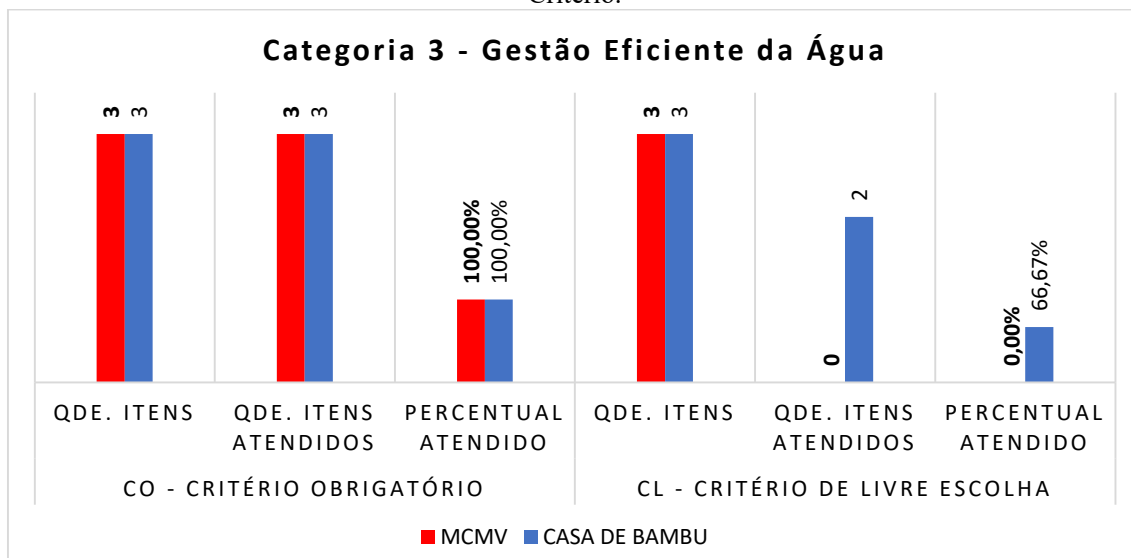
A Categoria 2, Eficiência Energética e Conforto Ambiental, possui 9 itens de análise, sendo 4 obrigatórios e 5 de livre escolha. Após a análise do Gráf. (8.3), observou-se que, para o projeto MCMV, foram atendidos somente 2 itens, representando 22,22% dos itens atendidos. Já o projeto Casa de Bambu, foram atendidos 8 itens, representando 88,89% dos itens atendidos. A análise do Gráf. (8.4) mostrou que o projeto Casa de Bambu atendeu aos 4 itens, obtendo 100% de itens atendidos relacionados aos critérios obrigatórios, enquanto os critérios de livre escolha, o percentual foi de 80%, representando 4 itens atendidos. O projeto MCMV atendeu 2 itens, obtendo 50% de itens atendidos relacionados aos critérios obrigatórios, enquanto os critérios de livre escolha, não foi atendido a nenhum item.

### CATEGORIA 3 – GESTÃO EFICIENTE DA ÁGUA

**GRÁFICO 8.5** – Representação Gráfica da Categoria Gestão Eficiente da Água.



**GRÁFICO 8.6** – Representação Gráfica da Categoria Gestão Eficiente da Água por Tipo de Critério.

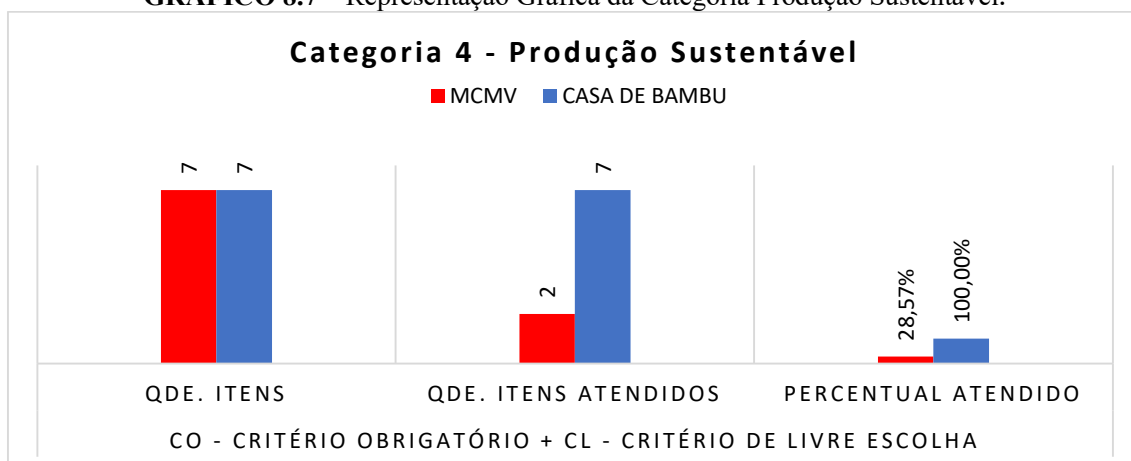


Fonte: Gráfico elaborado pelo autor (2022).

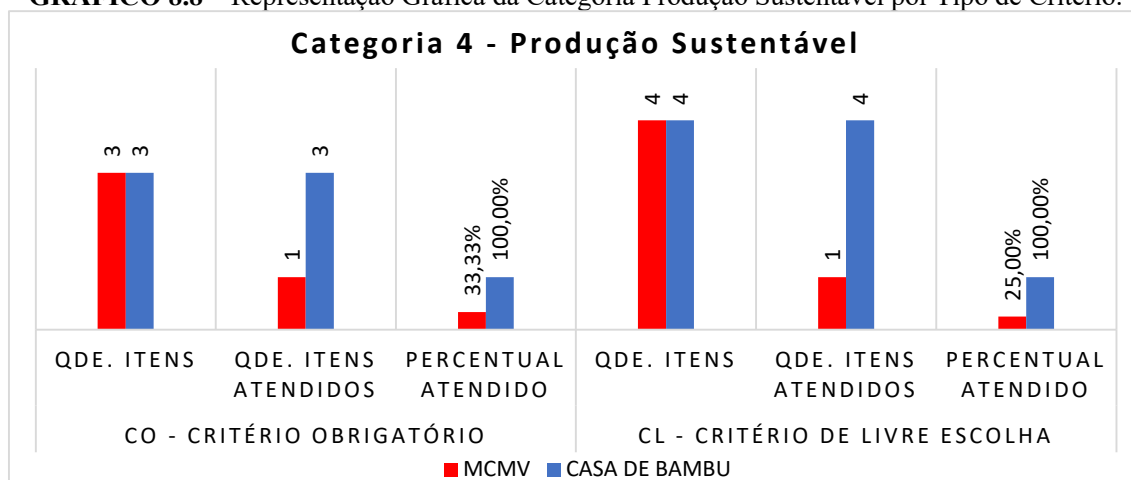
A Categoria 3, Gestão Eficiente da Água, possui 6 itens de análise, sendo 3 obrigatórios e 3 de livre escolha. Após a análise do Gráf. (8.5), observou-se que, para o projeto MCMV, foram atendidos 3 itens, representando 50% dos itens atendidos. Já o projeto Casa de Bambu, foram atendidos 5 itens, representando 83,33% dos itens atendidos. A análise do Gráf. (8.6) mostrou que o projeto Casa de Bambu e o projeto MCMV atenderam aos 3 itens, obtendo 100% de itens atendidos relacionados aos critérios obrigatórios. Para os critérios de livre escolha, o projeto Casa de Bambu obteve 2 itens atendidos, representando 66,67% dos itens atendidos, enquanto o projeto MCMV não foi atendido a nenhum item.

#### CATEGORIA 4 – PRODUÇÃO SUSTENTÁVEL

**GRÁFICO 8.7** – Representação Gráfica da Categoria Produção Sustentável.



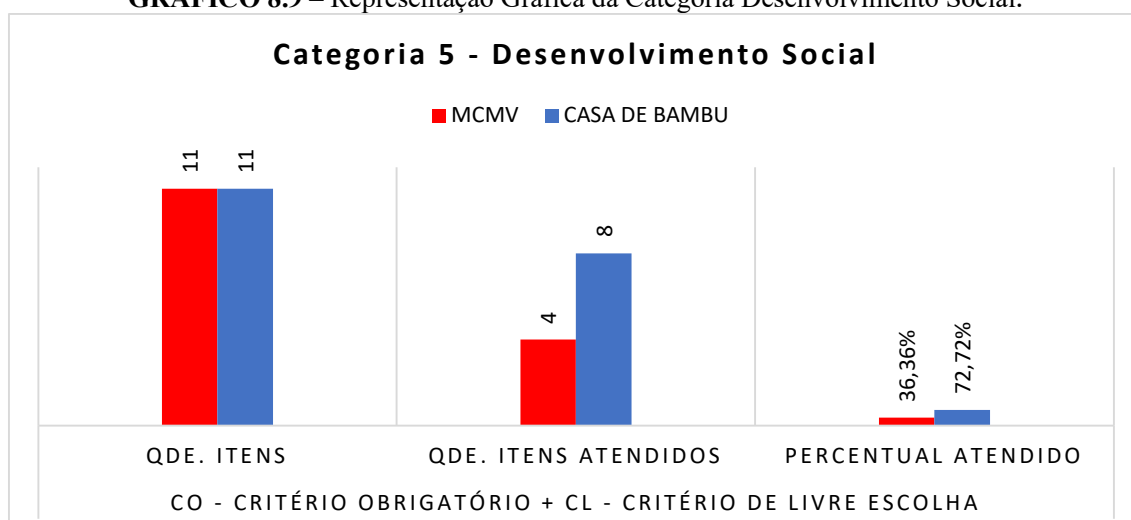
Fonte: Gráfico elaborado pelo autor (2022).

**GRÁFICO 8.8** – Representação Gráfica da Categoria Produção Sustentável por Tipo de Critério.

Fonte: Gráfico elaborado pelo autor (2022).

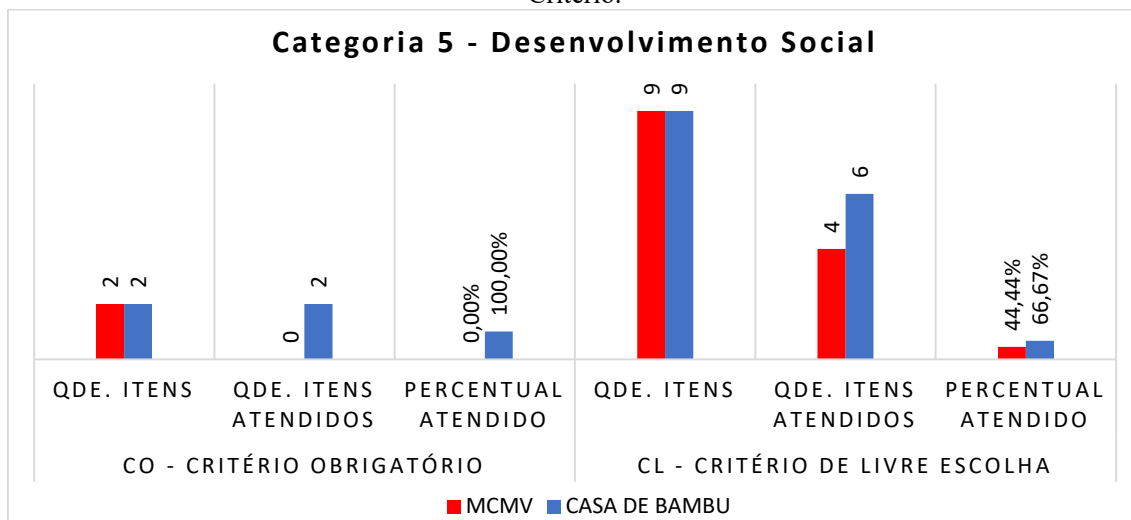
A Categoria 4, Produção Sustentável, possui 7 itens de análise, sendo 3 obrigatórios e 4 de livre escolha. Após a análise do Gráf. (8.7), observou-se que, para o projeto MCMV, foram atendidos apenas 2 itens, representando 28,57% dos itens atendidos. Já o projeto Casa de Bambu, foram atendidos todos 7 itens, representando 100% dos itens atendidos. A análise do Gráf. (8.8) mostrou que o projeto Casa de Bambu atendeu aos 3 itens, obtendo 100% de itens atendidos relacionados aos critérios obrigatórios, e aos 4 itens dos critérios de livre escolha, com percentual de 100% de itens atendidos. O projeto MCMV atendeu 1 item, obtendo 33,33% de itens atendidos relacionados aos critérios obrigatórios, enquanto os critérios de livre escolha, o percentual foi de 25%, representando 1 item atendido.

## CATEGORIA 5 – DESENVOLVIMENTO SOCIAL

**GRÁFICO 8.9** – Representação Gráfica da Categoria Desenvolvimento Social.

Fonte: Gráfico elaborado pelo autor (2022).

**GRÁFICO 8.10** – Representação Gráfica da Categoria Desenvolvimento Social por Tipo de Critério.

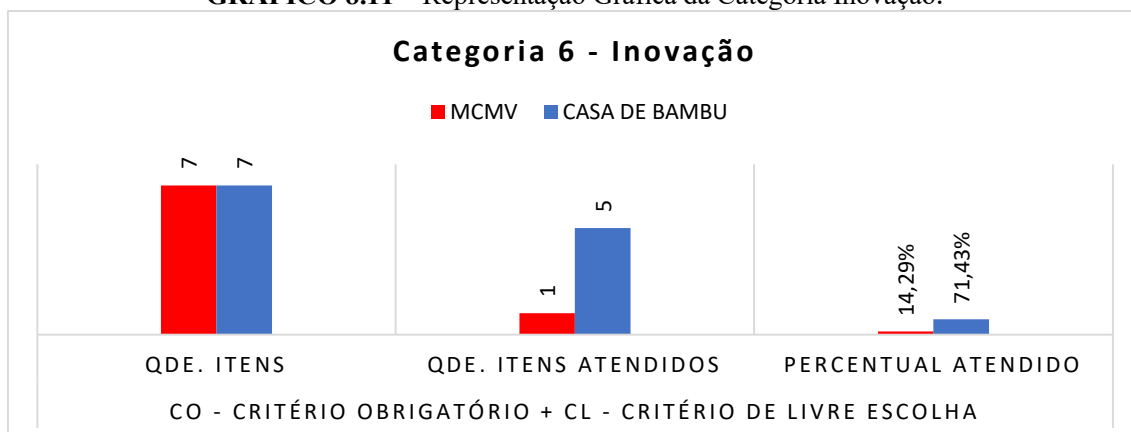


Fonte: Gráfico elaborado pelo autor (2022).

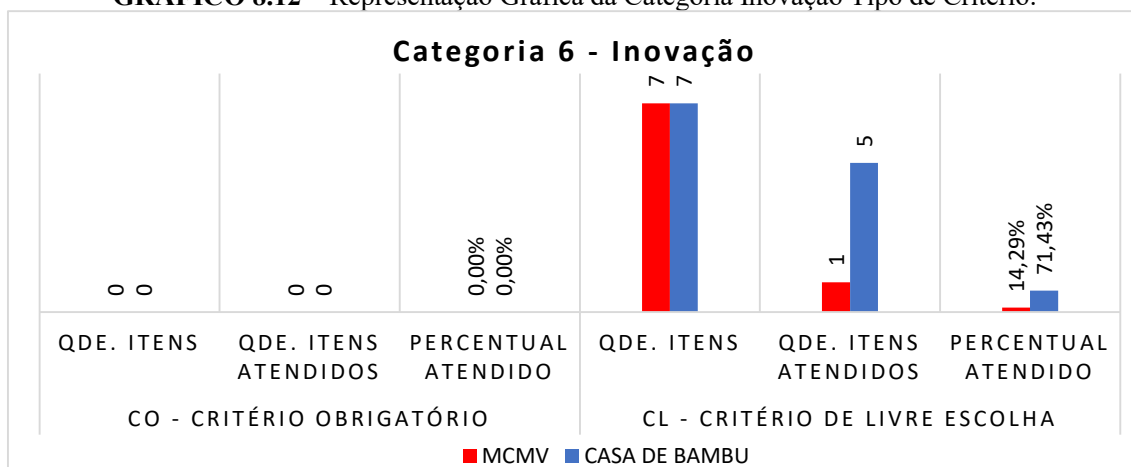
A Categoria 5, Desenvolvimento Social, possui 11 itens de análise, sendo 2 obrigatórios e 9 de livre escolha. Após a análise do Gráf. (8.9), observou-se que, para o projeto MCMV, foram atendidos apenas 4 itens, representando 36,36% dos itens atendidos. Já o projeto Casa de Bambu, foram atendidos 8 itens, representando 72,73% dos itens atendidos. A análise do Gráf. (8.10) mostrou que o projeto Casa de Bambu atendeu aos 2 itens, obtendo 100% de itens atendidos relacionados aos critérios obrigatórios, enquanto os critérios de livre escolha, o percentual foi de 66,67%, representando 6 itens atendidos. O projeto MCMV não atendeu a nenhum item relacionados aos critérios obrigatórios, enquanto os critérios de livre escolha, o percentual foi de 44,44%, representando 4 itens atendidos.

## CATEGORIA 6 – INOVAÇÃO

**GRÁFICO 8.11** – Representação Gráfica da Categoria Inovação.



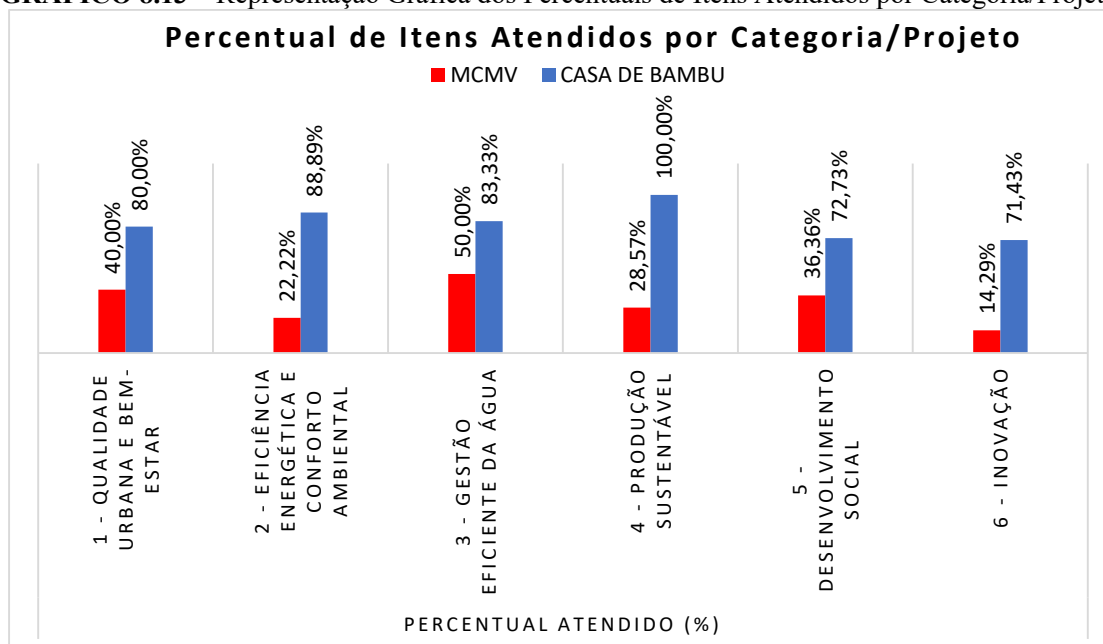
Fonte: Gráfico elaborado pelo autor (2022).

**GRÁFICO 8.12** – Representação Gráfica da Categoria Inovação Tipo de Critério.

Fonte: Gráfico elaborado pelo autor (2022).

A Categoria 6, Inovação, possui 7 itens de análise, todos sendo de livre escolha, não contendo nenhum item obrigatório. Após a análise do Gráf. (8.11), observou-se que, para o projeto MCMV, foram atendidos apenas 1 item, representando 14,29% dos itens atendidos. Já o projeto Casa de Bambu, foram atendidos 5 itens, representando 71,43% dos itens atendidos. A análise do Gráf. (8.12) é idêntica à análise do Gráf. (8.11) por se tratar de itens somente de livre escolha.

## CATEGORIAS AGRUPADAS

**GRÁFICO 8.13** – Representação Gráfica dos Percentuais de Itens Atendidos por Categoria/Projeto.

Fonte: Gráfico elaborado pelo autor (2022).

Após a análise gráfica individual de todas as categorias, o Gráf. (8.13) foi criado com a intenção de obtermos uma visão macro de todas as categorias agrupadas em um mesmo gráfico, com o objetivo de termos uma visão mais ampla dos percentuais atendidos por tipologia de projeto.

Com a análise do Gráf. (8.13), fica evidente os altos percentuais alcançados em todas as categorias do projeto Casa de Bambu, sendo possível notar a importância da valorização da sustentabilidade na estrutura do projeto. Diferentemente do projeto Casa de Bambu, o projeto MCMV obteve índices de sustentabilidade baixos em praticamente todas as categorias, ou seja, das 6 categorias analisadas, 5 delas (83,33%) obtiveram índices de sustentabilidade com percentuais abaixo dos 50%, fato que pode ser explicado devido a decorrência das facilidades da construtora durante as etapas da edificação, onde a mesma não levou em consideração os aspectos ambientais, econômicos, sociais e construtivos.

### **8.3 ANÁLISE DOS ASPECTOS AMBIENTAIS, SOCIOCULTURAIS, ECONÔMICOS E CONSTRUTIVOS A PARTIR DOS PROJETOS ANALISADOS**

#### **8.3.1 Aspectos Ambientais**

Avaliando os aspectos ambientais dos projetos analisados, observa-se que, o projeto MCMV, projetado em 2015, na época da construção da edificação, não foram levados em consideração os aspectos ambientais, eles acabaram sendo uma decorrência das facilidades que a construtora tinha para desenvolver os trabalhos do dia-a-dia. Já o projeto Casa de Bambu, que foi projetado em 2012, dentro de um centro de pesquisa (CPAB) da UNB, voltado para a sustentabilidade, observa-se que os aspectos ambientais realmente foram valorizados na base, na estrutura do projeto, ou seja, os arquitetos que desenvolveram os projetos já tinham o interesse em trabalhar com a sustentabilidade. Assim, os aspectos ambientais foram levados em consideração através da materialidade do uso do bambu, através do uso do resíduo de construção e demolição nas propostas de calçamento e fundação, na utilização de espaço reservado para coletas seletivas, na utilização de equipamentos urbanos como ponto de ônibus de bambu, bicicletário compartilhado, bancos, lixeiras, construção de praças com academias ao ar livre, além do paisagismo, que permite que o ambiente fique mais agradável de uso e convivência pelas pessoas.

Outro ponto levado em consideração pelos dois projetos, foi a questão da durabilidade e manutenção. Analisando os dois termos, os mesmos integram ao aspecto ambiental por estarem ligados ao reconsumo de materiais utilizados ao longo da vida útil da construção, ou seja, quanto menor for a necessidade de manutenção e, quanto maior for a durabilidade dos materiais empregados, menor será a quantidade de recursos naturais demandados para serem substituídos.

Analisando o conforto ambiental, do projeto MCMV, observa-se que pouco foi investido nesta área, dessa forma, no projeto não foi previsto itens básicos como orientação do sol e ventos, dispositivos economizadores de energia, ventilação natural dos banheiros, sistema de aquecimento solar e geração de energia renovável. Partindo para o projeto Casa de Bambu, todos os itens mencionados acima, foram pensados na fase de projeto. A falta de condições de conforto pode gerar soluções que envolvam gastos energéticos e, conseqüentemente, danos ao meio ambiente como o uso de ar-condicionado, por exemplo.

Questões ligadas a qualidade e infraestrutura no espaço urbano e melhorias do entorno, também tiveram um saldo positivo para os dois projetos. São pontos ligados aos aspectos ambientais, que são entendidos como adequação às características físicas do espaço urbano e geográfico, como uma preocupação em proteger o ecossistema, o terreno e a vizinhança.

### **8.3.2 Aspectos Socioculturais**

Avaliando os aspectos socioculturais dos projetos analisados, observa-se que, no projeto MCMV, pouco se considerou e pouco também foi feito com relação aos aspectos sociais, apesar de ter utilizado trabalhadores da região de Trindade durante as obras, de ter oferecido cursos de capacitação aos profissionais envolvidos na obra, de ter oferecido a inclusão dos fornecedores locais, muito mais poderia ter sido feito para que os aspectos socioculturais fossem explorados em prol da sociedade. Políticas importantes de gestão do empreendimento, educação financeira e ações para geração de emprego, renda e integração social na comunidade, não foram exploradas, deixando com que este aspecto perdesse força diante do desenvolvimento social. Sobre o projeto Casa de Bambu, algumas ações sociais avançaram neste sentido, principalmente com relação a capacitação dos profissionais, dando oportunidades de novos conhecimentos, de geração de emprego e renda, de oferta de cursos voltados para a educação e planejamento financeiro, ou seja, são ações voltadas para os futuros moradores no sentido de melhorar seus conhecimentos profissionais, suas condições socioeconômicas e planejamento financeiro pessoal e familiar.

Fatores ligados a funcionalidade e adaptabilidade foram explorados nos dois projetos de forma positiva. Estes fatores estão ligados ao aspecto social e tem total relação com a adequação às necessidades dos futuros moradores.

A questão do conforto ambiental, bastante explorado no Guia Selo Casa Azul, também integra o aspecto social. Apesar de pouco explorado no projeto MCMV, e muito explorado no projeto Casa de Bambu, observa-se que o conforto é um dos condicionantes da qualidade do ambiente construído, considerado como um fator social, portanto, ele é considerado uma questão de sustentabilidade social.

Para as duas tipologias de projeto, a flexibilidade foi bem explorada e está ligada ao aspecto social. A ideia é permitir que haja a possibilidade de adequações e/ou adaptações nas unidades habitacionais para que os futuros moradores tenham uma melhor qualidade de vida.

### **8.3.3 Aspectos Econômicos**

O aspecto econômico é o aspecto que pode ser incorporado a quase todos os critérios de análise do Guia Selo Casa Azul. Praticamente todas as análises feitas sobre os critérios analisados, quando pontuados positivamente, geram uma economia para o projeto, seja ela a longo ou a curto prazo.

Avaliando os aspectos econômicos do projeto MCMV, observa-se que os itens mencionados no aspecto ambiental, referentes ao conforto ambiental, também podem ter ligação com os aspectos econômicos. Os itens como orientação do sol e ventos, dispositivos economizadores de energia, ventilação natural dos banheiros, sistema de aquecimento solar e geração de energia renovável, todos eles estão ligados com os aspectos econômicos. São itens que, acrescentados ao projeto, podem gerar uma economia considerável ao final de um mês de consumo, economia essa, que pode ser vista no projeto Casa de Bambu, por terem os itens citados e incorporados no projeto.

A Gestão Eficiente da Água, é outra categoria que tem forte ligação com o aspecto econômico. Para o projeto MCMV, observou-se que, apesar de ter obtido pontuação nos critérios: dispositivos economizadores de água, medição individualizada de água e áreas permeáveis, os outros três: reuso de águas servidas/cinzas, aproveitamento de águas pluviais e retenção/infiltração de águas pluviais, poderiam ter sido incorporados no projeto, por serem critérios de fácil implantação, podendo ter uma contribuição econômica ainda maior. Para o projeto Casa de Bambu, observou-se que o projeto trará grande economia neste quesito, pois todos os critérios citados acima foram incorporados no projeto, com exceção do critério retenção/infiltração de águas pluviais. Ainda sobre o projeto Casa de Bambu, o critério Inovação, que está totalmente ligado à questão tecnológica, contribui fortemente com a sustentabilidade, por se tratar de desenvolvimento e uso de equipamentos e tecnologias com potencial redução de custos e consumo de recursos naturais.

A questão ligada a durabilidade e manutenção, já mencionada no aspecto ambiental, também integram ao aspecto econômico para os dois projetos. A ideia de se ter um material resistente e duradouro, tem total ligação com a durabilidade dos materiais empregados, evitando manutenções precoces e gerando uma economia visível ao longo da vida útil da edificação.

### 8.3.4 Aspectos Construtivos

Avaliando os aspectos construtivos do projeto MCMV, observa-se que a edificação foi projetada para ser utilizados materiais tradicionais, materiais que agridem ao meio ambiente e geram altos impactos ambientais e energéticos. Fatores negativos como emissão de gás carbônico, consumo exagerado de água e energia, custo elevado de obra e geração de resíduos, são alguns exemplos característicos de um método construtivo que tem gerado grandes transtornos ambientais não se preocupando com a questão sustentável. Por outro lado, o projeto Casa de Bambu, traz um modelo sustentável, projetado com materiais alternativos, com poluição reduzida e menos desperdício de recursos naturais. Assim, o uso do bambu se tornou um grande aliado à questão sustentável neste projeto, pois o mesmo, é um excelente material de construção que gera baixo impacto ambiental e energético, reduzindo a utilização de tecnologias e materiais que agridam ao meio ambiente.

Com a análise dos aspectos construtivos da Casa de Bambu, observa-se, também, que é um método construtivo pré-fabricado, que promoverá uma obra limpa, racionalizada, de baixo custo e bom conforto. Do ponto de vista ecológico e construtivo, o bambu, com suas características mecânicas, físicas e construtivas, pode substituir os materiais convencionais ou industrializados por possuir inúmeras vantagens e segurança. É um material resistente e leve, fácil de ser transportado e armazenado, com possibilidade de utilização em construções rápidas, podendo ser utilizado até em grandes obras do ponto de vista arquitetônico.

No Brasil, o bambu é encontrado com facilidade, sua abundância permite seu baixo custo como material de construção, e a produção dos componentes construtivos e peças de bambu, exigem um consumo de energia baixo, quando comparados com a madeira e o aço.

Os painéis de vedação de bambu, que serão utilizados no projeto da Casa de Bambu, são um exemplo de como os componentes construtivos feitos deste material, podem ser pré-fabricados, ou até mesmo industrializados. Sendo assim, o bambu tem um forte potencial para a industrialização, podendo ser combinados com materiais tradicionais como a madeira, o concreto, o tijolo, dentre outros.

## CONCLUSÕES

O objetivo deste trabalho foi contribuir, por meio da pesquisa, com a disseminação do conhecimento sobre os materiais de baixo impacto ambiental como o bambu, por meio de sua utilização efetiva nas habitações de interesse social, a partir do estudo entre dois sistemas construtivos, um tradicional e outro alternativo, com a realização da análise do desempenho por meio de índices de sustentabilidade. Pode-se concluir que o objetivo foi alcançado, uma vez que foi realizado um estudo analítico, descritivo e comparativo de dois projetos residenciais unifamiliares, com sistemas construtivos diferentes, um tradicional e outro alternativo. O estudo empregou a análise de desempenho por meio de índices de sustentabilidade, sendo realizada uma revisão da literatura sobre temas ligados ao tema da pesquisa, principalmente quanto a sustentabilidade, HIS, índices de sustentabilidade e metodologia de avaliação de sustentabilidade, onde os dois projetos arquitetônicos foram avaliados segundo os preceitos do Selo Casa Azul, obtendo-se deles, os índices de sustentabilidade necessários para pontuar e obter os percentuais de critérios do Selo que foram atendidos, além de classificar os projetos por nível de gradação.

Quanto a sustentabilidade, é notória a importância da mesma no sentido de manter e conservar os recursos naturais, que já estão escassos. Futuras gerações do planeta sofrerão aos impactos da contínua exploração destes recursos. Por outro lado, a Agenda 2030 foi criada, como sendo um guia para ações da comunidade internacional, além de ser um plano de ação, criado coletivamente, para colocar o mundo em um caminho mais sustentável até 2030.

As HIS no Brasil se mostraram um problema que tem se agravado ao longo do tempo. O déficit de moradias é alto, afetando milhares de famílias, sendo a grande maioria delas, famílias pobres. Além do mais, a cada ano, famílias sofrem com desastres naturais causados por enchentes, vendavais, deslizamento de terras, dentre outros, piorando ainda mais a situação das famílias que agora não tem um teto para morar. Neste contexto, o bambu surge como uma matéria prima de grande potencial, de baixo custo, encontrado em abundância em solos brasileiros, de fácil reposição, sendo considerado uma tecnologia construtiva de fácil assimilação pela população, adequada para construções emergenciais de casas em curto espaço de tempo.

A Norma de Desempenho para Edificações Habitacionais, NBR 15575, trata de critérios e requisitos de desempenho envolvendo as edificações habitacionais. Dentre os critérios analisados pela Norma, o critério de sustentabilidade vem de encontro a este trabalho, pois é a partir da NBR 15575, que este trabalho se propôs a avaliar um dos itens que é a sustentabilidade em habitações de interesse social.

As metodologias de avaliação de sustentabilidade e seus indicadores, aparecem neste trabalho como uma importante referência de como os edifícios, na atualidade, devem se

preocupar, e em como atender a esses índices de sustentabilidade. No Capítulo 5 deste trabalho, foram abordadas as certificações internacionais LEED, CASBEE e BREEAM, além das nacionais AQUA, Procel Edifica e o SELO CASA AZUL. Esta última, foi objeto de estudo servindo de referência para a metodologia adotada.

Sobre o Selo utilizado na metodologia adotada, pode-se concluir que o Guia Selo Casa Azul é uma ferramenta importante, de nível nacional, utilizada para classificar o índice de sustentabilidade dos dois projetos analisados. Essa ferramenta auxilia a condução de empreendimentos que tendem às práticas sustentáveis, dando enfoque para a sustentabilidade ambiental, sociocultural, econômica e construtiva.

A metodologia adotada foi composta pela revisão bibliográfica acerca da certificação ambiental Selo Casa Azul, da CAIXA, bem como a apresentação e análise de dois projetos arquitetônicos de habitação de interesse social, sendo detalhados com informações acerca da planta baixa, corte e localização geográfica. As análises documentais de projetos, imagens de satélite, mapas, memoriais de cálculos, entrevistas, dentre outras, serviram de apoio para que as seis categorias, contidas no Guia Selo Casa Azul, fossem pontuadas, obtendo assim, os índices de sustentabilidade por categoria e projeto.

Diante dos índices de sustentabilidade encontrados, foi possível montar duas tabelas contendo informações acerca das pontuações e obter os percentuais de critérios atendidos por tipologia de projeto. Os resultados foram analisados, sendo possível classificá-los quanto ao tipo de gradação, sendo eles: Bronze, Prata, Ouro ou Diamante. Nota-se que o projeto MCMV não foi classificado em nenhum nível de gradação, por não ter atendido ao mínimo exigido nas categorias de análise, obtendo apenas 43 pontos. Já o projeto Casa de Bambu, obteve a classificação máximo de gradação, o Diamante, totalizando 117 pontos, distribuídos ao longo dos 6 critérios de análise.

Com base na elevada pontuação alcançada, representando 74,52% dos itens atendidos, observa-se, que no projeto Casa de Bambu, houve a valorização da sustentabilidade na estrutura do projeto, enquanto no projeto MCMV, o pouco que foi pontuado, foi resultado da decorrência das facilidades da construtora durante as fases da obra.

As análises gráficas também foram valorizadas no trabalho. Todas as seis categorias foram analisadas, com base em critérios obrigatórios e de livre escolha, permitindo uma análise detalhada de forma separada e agrupada por categoria e critérios atendidos. Os percentuais mostrados são relevantes para que haja um entendimento sobre a importância da sustentabilidade dentro de um determinado aspecto, seja ele ambiental, sociocultural, econômico e construtivo.

Adotar medidas sustentáveis traz ganhos em todos os aspectos da sustentabilidade. As práticas sustentáveis devem ser aplicadas em todos os tipos de empreendimentos, seja ele de pequeno, médio ou grande porte. Quando se trabalha com especificações e projetos sustentáveis,

é possível mitigar impactos negativos gerados ao longo do processo construtivo, principalmente no Brasil, onde há um grande déficit de unidades habitacionais. Dessa forma, os critérios de sustentabilidade, tratados pela Norma de Desempenho, devem ser traçados como metas dentro de um planejamento ao longo de todo o processo construtivo.

### ***Recomendações para Trabalhos Futuros***

Para trabalhos futuros, sugere-se a aplicação da metodologia adotada em dois estudos de caso que estejam na fase de elaboração de projeto arquitetônico, uma vez que o projeto MCMV já foi executado em 2015 e o projeto Casa de Bambu ainda não. Outra recomendação seria a Avaliação de Desempenho a partir de outros critérios da Norma 15.575, como desempenho térmico e acústico das habitações econômicas feitas de bambu. Por fim, um estudo e avaliação de outras edificações (HIS) feitas a partir de outros materiais de baixo impacto ambiental, confrontando os dados obtidos neste trabalho sobre análise de desempenho por meio dos índices de sustentabilidade.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABIKO, Alex Kenya. **Introdução à gestão habitacional**. São Paulo: Escola Politécnica da USP, 1995. Texto técnico.
- AGENDA2030. **Plataforma Agenda 2030**. 2021. Disponível em:  
<http://www.agenda2030.com.br/sobre/>. Acessado em: julho de 2021.
- AMICO, Fabiano D'. **O Programa Minha Casa, Minha Vida e a Caixa Econômica Federal**. O Desenvolvimento Econômico brasileiro e a Caixa – Trabalhos Premiados. 2011. Disponível em: [http://www.centrocelsofurtado.org.br/arquivos/image/201109261251530.LivroCAIXA\\_T\\_0\\_033.pdf](http://www.centrocelsofurtado.org.br/arquivos/image/201109261251530.LivroCAIXA_T_0_033.pdf). Acesso em: junho de 2021.
- AMORE, Caio Santo (Org.); SHIMBO, Lúcia Zanin (Org.); RUFINO, Maria Beatriz Cruz (Org.). **Minha Casa... E a cidade? Avaliação do Programa Minha Casa Minha Vida em seis estados brasileiros**. 1. ed. Rio de Janeiro: Letra Capital, 2015. 428p.
- CENTRO DE PESQUISA E APLICAÇÃO DE BAMBU E FIBRAS NATURAIS – CPAB. **Acervo do CPAB/UnB: peças selecionadas**. Brasília, 2020.
- \_\_\_\_\_. **10 anos de história** / Dâmares Ferreira Vaz, Jaime Gonçalves de Almeida. – Brasília: Vincere Associados, 2018.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **Coletânea de Normas Técnicas: Gestão para suporte à sustentabilidade**. Rio de Janeiro, 2012.
- \_\_\_\_\_. **ISO/TR 14062: Gestão ambiental – Integração de aspectos ambientais no projeto de desenvolvimento do produto**. Rio de Janeiro, 2004.
- \_\_\_\_\_. **NBR ISO 9001: Sistemas de gestão da qualidade – Requisitos**. Rio de Janeiro, 2008.
- \_\_\_\_\_. **NBR ISO 9004: Gestão para sucesso sustentado de uma organização – Uma abordagem da gestão da qualidade**. Rio de Janeiro, 2010.
- \_\_\_\_\_. **NBR ISO 10002: Gestão da qualidade – Satisfação dos clientes – Diretrizes para o tratamento de reclamações nas organizações**. Rio de Janeiro, 2005.
- \_\_\_\_\_. **NBR ISO 10014: Gestão da qualidade – Diretrizes para a percepção de benefícios financeiros e econômicos**. Rio de Janeiro, 2008.
- \_\_\_\_\_. **NBR ISO 14001: Sistemas de Gestão Ambiental – Requisitos com orientações para uso**. Rio de Janeiro, 2004.
- \_\_\_\_\_. **NBR ISO 14040: Gestão Ambiental – Avaliação do ciclo de vida – Princípios e estrutura**. Rio de Janeiro, 2009.
- \_\_\_\_\_. **NBR ISO 14044: Gestão Ambiental – Avaliação do ciclo de vida – Requisitos e orientações**. Rio de Janeiro, 2009.
- \_\_\_\_\_. **NBR 15575: Edificações Habitacionais – Desempenho**. Rio de Janeiro, 2013.

- \_\_\_\_\_. **NBR ISO 16001: Responsabilidade social – Sistema de gestão – Requisitos.** Rio de Janeiro, 2012.
- \_\_\_\_\_. **NBR ISO 18801: Sistema de gestão da segurança e saúde no trabalho – Requisitos.** Rio de Janeiro, 2010.
- \_\_\_\_\_. **NBR ISO 26000: Diretrizes sobre responsabilidade social.** Rio de Janeiro, 2010.
- \_\_\_\_\_. **NBR ISO 31000: Gestão de Riscos – Princípios e diretrizes.** Rio de Janeiro, 2009.
- \_\_\_\_\_. **NBR ISO 50001: Sistemas de gestão de energia – Requisitos com orientação de uso.** Rio de Janeiro, 2011.
- ARAGÃO, Thêmis Amorim. **A produção social da moradia e o programa Minha Casa Minha Vida.** *In:* Políticas públicas e direito à cidade: programa interdisciplinar de formação de agentes sociais e conselheiros municipais. SANTOS JR, Orlando Alves dos; CHRISTOVÃO, Ana Carolina; NOVAES, Patrícia Ramos (org.). Rio de Janeiro: Letra Capital: Observatório das Metrópoles: IPPUR/UFRJ, 2011. 124p.
- ARAUJO, Renan Ramos; GOVEIA, Danielle. **Projeto Ecológico Para O Reuso Da Água Em Residência Popular: Captação Da Água Através Dos Chuveiros E Das Chuvas Para Utilizar Nas Caixas De Descarga E Torneiras Externas.** X Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção. 2020. Paraná - PR: UTFPR.
- ARCHDAILY. **Cali, Colômbia: Escola de bambu inicia campanha para finalizar sua construção.** 2014. Disponível em: [https://www.archdaily.com.br/br/01-173006/cali-colombia-escola-de-bambu-inicia-campanha-para-finalizar-sua-construcao?ad\\_medium=gallery](https://www.archdaily.com.br/br/01-173006/cali-colombia-escola-de-bambu-inicia-campanha-para-finalizar-sua-construcao?ad_medium=gallery). Acessado em: agosto de 2021.
- \_\_\_\_\_. **O Jardim de Bambu/Atelier REP.** 2015. Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/790906/the-bamboo-garden-atelier-rep>. Acessado em: maio de 2021.
- \_\_\_\_\_. **Guadalajara, México: um edifício comunitário com paredes bahareque e treliça de junco.** 2015. Disponível em: [https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/762081/guadalajara-mexico-un-edificio-comunitario-de-muros-de-bahareque-y-celosia-de-carrizo?ad\\_medium=gallery](https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/762081/guadalajara-mexico-un-edificio-comunitario-de-muros-de-bahareque-y-celosia-de-carrizo?ad_medium=gallery). Acessado em: agosto de 2021.
- \_\_\_\_\_. **Escola Alfa Omega/Realrich Architecture Workshop.** 2017. Disponível em: [https://www.archdaily.com.br/br/885609/escola-alfa-omega-raw-architecture/593f6411e58ece96bd00035b-school-of-alfa-omega-raw-architecture-photo?next\\_project=no](https://www.archdaily.com.br/br/885609/escola-alfa-omega-raw-architecture/593f6411e58ece96bd00035b-school-of-alfa-omega-raw-architecture-photo?next_project=no). Acessado em: maio de 2021.
- ARQUINE. **Casa Bambú.** 2017. Disponível em: <https://www.arquine.com/casa-bambu/>. Acessado em: maio de 2021.
- ARQUITECTURAMIXTA. **Restaurante Humo.** 2016. Disponível em: <http://arquitecturamixta.org/pt/project/restaurante-humo-2/>. Acessado em: maio de 2021.

- ATMOSFERA. **Porque o bambu é considerado a matéria-prima do futuro**. 2019. Disponível em: <https://atmosfera.com/blog/por-que-o-bambu-e-considerado-a-materia-prima-do-futuro/>. Acessado em: maio de 2021.
- AZEVEDO, Naasson Jorge Duarte; SILVA, José Jéferson Rêgo. **Avaliação de sustentabilidade de habitações de interesse social: uma proposta para região metropolitana de Recife e resultados**. In: ENCONTRO LATINO-AMERICANO SOBRE EDIFICAÇÕES E COMUNIDADES SUSTENTÁVEIS, Campo Grande, 2007.
- AZEVEDO, Naasson Jorge Duarte. **Sistema para avaliação de sustentabilidade do ambiente construído: aplicação à habitação de interesse social na região metropolitana do Recife**. 2008. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco, PB, 2008.
- BALLESTE, Joan Font. **Desempenho construtivo de estruturas de cobertura com colmos de Bambu**. 2017. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, SP, 2017.
- BAMBUSC. **Primeira Norma Brasileira de Estruturas de Bambu**. 2021. Disponível em: <http://bambusc.org.br/?p=6973>. Acessado em: agosto de 2021.
- BAMBUSA. **Casa de Jardim de Bambu**. 2010. Disponível em: [https://bambusa.es/portfolio\\_page/cerchas-bambu-cubierta-pesada/](https://bambusa.es/portfolio_page/cerchas-bambu-cubierta-pesada/). Acessado em: maio de 2021.
- BAMBUTEC. **Anfiteatro PUC-Rio**. 2021. Disponível em: <https://bambutec.com.br/anfiteatro-puc-rio/>. Acessado em: maio de 2021.
- BARBOSA, Normando Perazzo; GHAVAMI, Khosrow. **Bambu como material de construção**. (Artigo técnico) Departamento de Tecnologia da Construção Civil, Centro de Tecnologia. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana, UFPB. João Pessoa, 2005.
- BARROS, Bruna Rosa de; SOUZA, Flávio Antônio Miranda de. **Bambu: alternativa construtiva de baixo impacto ambiental**. In: I Conferência Latino-Americana de Construção Sustentável, São Paulo, 2004.
- BERALDO, Antônio Ludovico; AZZINI, Anísio. **Bambu: características e aplicações**. Livraria Editora Agropecuária. Guaíba, RS, 127p. 2004.
- BERTINI, Alexandre Araújo (org.) *et al.* **Desempenho de edificações habitacionais: guia orientativo para atendimento à norma ABNT NBR 15575/2013**. Fortaleza: Gadioli Cipolla Comunicação, 2013, 300 p.
- BOOGAARD, Raquel Van Den. **ESTUDO DA VIABILIDADE TÉCNICA DO USO DO BAMBU LAMINADO COLADO NA CONSTRUÇÃO CIVIL**. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação). Curso de Engenharia Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Paraná, 2016.
- BORDEAU, L. (Org.). **Agenda 21 on Sustainable Construction**. Rotterdam: CIB, 1999. 120p. (CIB Report Publication 237).

- BLUMENSCHNEIN, Raquel Naves. **A sustentabilidade na cadeia produtiva da indústria da construção**. 2004. 264 f. Tese (Doutorado em Política e Gestão Ambiental) – Centro de Desenvolvimento Sustentável de Brasília, Brasília, 2004.
- BRASIL, Ministério das Cidades. **Política nacional de habitação**. Brasília, 2004. Disponível em: [www.capacidades.gov.br/](http://www.capacidades.gov.br/). Acesso em: abril, 2021.
- \_\_\_\_\_. Lei nº 11.977, de 07 de julho de 2009. Brasília, 2009. **Lei do Programa Minha Casa, Minha Vida – MCMV**.
- \_\_\_\_\_. Ministério da Economia. Secretaria Especial da Fazenda. Secretaria de Avaliação, Planejamento, Energia e Loteria. **Relatório de Avaliação: Programa Minha Casa Minha Vida**. Brasília, DF, 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/cgu/pt-br/assuntos/noticias/2021/04/cgu-divulga-prestacao-de-contas-do-presidente-da-republica-de-2020/relatorio-de-avaliacao-pmcmv.pdf>. Acesso em: junho de 2021.
- BRASILEIRO, Suely Benevides de Carvalho. **Adequação ao Selo Casa Azul da Caixa Econômica Federal de Edificações do Programa Minha Casa Minha Vida**. 2013. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal da Paraíba – UFPB, Paraíba, 2013.
- BREEAM. **Como funciona a certificação BREEAM**. 2021. Disponível em: <https://www.breeam.com/discover/how-breeam-certification-works/>. Acessado em: novembro de 2021.
- BUREAU OF INDIAN STANDARDS: IS 15912: 2012: **Structural Design Using Bamboo – Code of Practice**. BIS, New Delhi, India.
- CAIXA. **O Programa Minha Casa, Minha Vida e a Caixa Econômica Federal**. 2011. Disponível em: [http://www.centrocelsofurtado.org.br/arquivos/image/201111291655290.LivroCAIXA\\_T\\_0.pdf#page=33](http://www.centrocelsofurtado.org.br/arquivos/image/201111291655290.LivroCAIXA_T_0.pdf#page=33). Acessado em: junho de 2021.
- \_\_\_\_\_. **Demanda Habitacional no Brasil**. 2012. Disponível em: [https://www.caixa.gov.br/Downloads/habitacao-documentos-gerais/demanda\\_habitacional.pdf](https://www.caixa.gov.br/Downloads/habitacao-documentos-gerais/demanda_habitacional.pdf). Acessado em: junho de 2021.
- \_\_\_\_\_. **Minha Casa Minha Vida – Habitação Urbana**. 2021a. Disponível em: <https://www.caixa.gov.br/voce/habitacao/minha-casa-minha-vida/urbana/Paginas/default.aspx>. Acessado em: junho de 2021.
- \_\_\_\_\_. **Selo Casa Azul CAIXA**. 2021b. Disponível em: <https://www.caixa.gov.br/sustentabilidade/negocios-sustentaveis/selo-casa-azul-caixa/Paginas/default.aspx>. Acessado em: outubro de 2021.
- CAIXA ECONÔMICA FEDERAL - CEF. **Minha Casa Minha Vida. Moradia para as famílias. Renda para os trabalhadores. Desenvolvimento para o Brasil**. Brasília: CEF, 2012. 47p.

- CALDAS, Sérgio Conde. **Especificação Verde: Arquiteto fala sobre principais desafios para especificar produtos sustentáveis que atendam a critérios da certificação BREEAM**. Construção e Mercado, n. 119, mai. 2011. Entrevista concedida à Gisele Cichineli.
- CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO – CBIC. **Desempenho de edificações habitacionais: guia orientativo para atendimento à norma ABNT NBR 15575/2013**. Fortaleza: Gadioli Cipolla Comunicação, 2013, 300 p.
- CARNEIRO, Rodrigo Rocha; PEREIRA, Marco Antônio Dos Reis. **Desenvolvimento de produtos em bambu laminado colado e a transferência deste conhecimento ao assentamento rural Horto Aimorés**. SETTLEMENT HORTO. XXI Congresso de Iniciação Científica da UNESP. Anais...p.1459–1462, 2009. São José do Rio Preto - SP: UNESP.
- CARTACAPITAL. **Minha Casa Minha Vida: governo quer trocar financiamento por aluguel**. 2019. Disponível em: <https://www.cartacapital.com.br/politica/minha-casa-minha-vida-governo-quer-trocar-financiamento-por-aluguel/>. Acessado em: junho de 2021.
- CARVALHO, Michele Tereza Marques. **Metodologia para avaliação da sustentabilidade de habitações de interesse social com foco no projeto**. 2009. 241 p. Doutorado (Tese). Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, DF, 2009.
- CARVALHO, Michele Tereza Marques; SPOSTO, Rosa Maria. **Proposta preliminar de requisitos para avaliação da sustentabilidade de habitações de interesse social na região metropolitana de Goiânia**. ENTAC, 11., Florianópolis, Anais... Florianópolis, 2006.
- CARVALHO, Francisco Prancacio Araújo de. **Eco-eficiência na produção de pó e cera de carnaúba no município de Campo Maior (PI)**. 2005. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2005.
- CASA. **Casa de bamboo, no México, tem mix de tecnologia e ancestralidade**. 2019. Disponível em: <https://casa.abril.com.br/sustentabilidade/templo-de-bambu-no-mexico-tem-mix-de-tecnologia-e-ancestralidade/>. Acessado em: maio de 2021.
- CASAECO. **Projeto CasaEco – Casa Ecológica para Amazônia**. 2008. Disponível em: <http://www.habitare.org.br/pdf/relatorios/121.pdf>. Acessado em: agosto de 2021.
- CASASOLARE. **Madri, aeroporto com bambu**. 2016. Disponível em: <https://eficienciaenergetica.blogspot.com/2016/09/madri-aeroporto-com-bambu.html>. Acessado em: julho de 2021.
- CASBEE. **An overview of CASBEE**. 2008. Disponível em: <https://www.ibec.or.jp/CASBEE/english/index.htm>. Acessado em: novembro de 2021.

- CAVERSAN, Adriana Lima; DAVID, Priscila L. D. **PANORAMA DA UTILIZAÇÃO DO BAMBU NA HABITAÇÃO**. Programa de Pós Graduação em Design da UNESP-Bauru. Bauru. São Paulo, 2012. Disponível em:  
[https://www.usp.br/nutau/nutau\\_2012/1dia/20120314113221\\_PANORAMA%20DA%20UTILIZAO%20DO%20BAMBU%20NA%20HABITAO%20\(2\).pdf](https://www.usp.br/nutau/nutau_2012/1dia/20120314113221_PANORAMA%20DA%20UTILIZAO%20DO%20BAMBU%20NA%20HABITAO%20(2).pdf). Acessado em: agosto de 2021.
- CELINALAGO. **Arquitetura Sustentável**. 2015. Disponível em:  
<https://www.celinalago.com.br/2015/09/construcoes-de-bambu.html>. Acessado em: maio de 2021.
- \_\_\_\_\_. **Arquitetura Sustentável**. 2016. Disponível em:  
<https://www.celinalago.com.br/2016/11/telhado-de-bambu.html>. Acessado em: maio de 2021.
- CEMPRE. **Resíduo Orgânico**. 2020. Disponível em: <https://cempre.org.br/composto-urbano/>. Acessado em: abril de 2022.
- CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 307, de 05 de julho de 2002**. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Diário Oficial da União, Brasília, DF. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/-index.cfm>.
- \_\_\_\_\_. - Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 348, de 16 de agosto de 2004**. Altera a resolução CONAMA no 307 de 5 de julho de 2002, incluindo amianto na classe de resíduos perigosos. Diário Oficial da União, Brasília, DF. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/-index.cfm>.
- CORSINI, Rodnei. **Compra com critério – Saiba como adotar critérios de sustentabilidade na seleção de fornecedores e compra de insumos da construção**. Guia da Construção, Pini, n. 116, p. 10-13, São Paulo, 2011.
- COVALEDA, Héctor Martínez; RUÍZ, Nidyan Pinzón.; PÉREZ, Diana Espinosa. *La cadena de la guadua en colombia una mirada global de su estructura y dinámica*. 1991-2005. Bogotá, 2005.
- CHEN, Y. D.; QIN, W. L. **The chemical composition of ten bamboo species**. In: Proceedings of the International Bamboo Workshop, Hangzhou, China, 6-14 October 1985. Anais... Chinese Academy of Forestry, Beijing, China; International Development Research Centre, Ottawa, Canada. p.110-113, 1985.
- CHUN, Z. F; **The production and utilization of bamboo forest in China**. Hangzhou: China National Research Center of Bamboo –CBRC, 2003.
- CIB. **Agenda 21 for sustainable construction**. Roterdã: CIB, 1999.

- DELAQUA, Victor. **Habitação de Interesse Social Sustentável / 24.7 arquitetura design**. 2013. Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/01-141035/habitacao-de-interesse-social-sustentavel-slash-24-dot-7-arquitetura-design>. Acessado em: julho de 2021.
- DeSimone, Livio & Popoff, Frank. 1998, **Eco-efficiency – The business link to sustainable development**. MIT Press, 2nd ed. 280p
- DETHIER, J.; STEFFENS, K. **Grow Your Own House: Simón Vélez and Bamboo Architecture**. Weil am Rhein: Vitra Design Museum, 2000.
- DUNKELBERG, Klaus. **IL31 Bamboo: Bamboo as a building material**. Institute of Lightweight Structures: Stuttgart, 4 ed., 1985.
- EBSEN, Christel; RAMBOL, Bjarke. **International review of sustainable low-cost housing projects**. In: Proceedings: strategies for a sustainable built environment. Pretoria, 2000.
- ELKINGTON, John. **Sustentabilidade, canibais com garfo e faca**. Laura Prades Veiga (Trad.). São Paulo: M. Books do Brasil Ltda., 2012, 488 p.
- ERLANDSSON, Martin; BORG, Mathias. **Generic LCA: methodology applicable for buildings, constructions and operation services**. Today practice and development needs. Building and Environment, v. 38, p. 919-938, 2003.
- ESTRUTURASEBIM. **Treliça de bambu em telhados**. 2019. Disponível em: <https://estruturasebim.com/2019/01/18/melhores-temas-para-tcc-2019-engenharia-e-arquitetura/>. Acessado em: agosto de 2021.
- FERREIRA, João Sette Whitaker. **Minha Casa, Minha Vida: a responsabilidade coletiva de um desastre urbano**. Revista Contraste. FAU/USP, São Paulo, 2014.
- FIOCRUZ. **O que é a Agenda 2030?** 2020. Disponível em: <https://dssbr.ensp.fiocruz.br/agenda-2030/o-que-e-agenda-2030/>. Acessado em: julho de 2021.
- FITTIPALDI, Mônica. **Habitação social e arquitetura sustentável em Ilhéus/BA**. 2008. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus, 2008.
- FIX, Mariana; ARANTES, Pedro Fiori. **Como o governo Lula pretende resolver o problema da habitação**. São Paulo, Correio da Cidadania, 30 de julho de 2009. Disponível em: <https://www.correiodacidade.com.br/>. Acesso em abril 2021.
- FLICKR. **Lixeira de bambu**. 2013. Disponível em: <https://www.flickr.com/photos/bambuessencial/9008511786/>. Acessado em: março de 2022.
- FORTUNATO, Rafaela Antunes. **A Sustentabilidade na Habitação de Interesse Social: Estudos de caso em reassentamentos do Programa Minha Casa, Minha Vida no Núcleo Urbano Central da Região Metropolitana de Curitiba – municípios de Curitiba e Fazenda Rio Grande**. 2014. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Paraná, Paraná, 2014.

- FREIRE, Wesley Jorge; BERALDO, Antônio Ludovico. **Tecnologias e materiais alternativos de construção**. Editora UNICAMP, Campinas, 2003.
- FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO - FJP. Centro de Estatística e Informação. **Déficit habitacional no Brasil, 2015**. Belo Horizonte: FJP, 2018
- \_\_\_\_\_. Centro de Estatística e Informações. **Metodologia do déficit habitacional e da inadequação de domicílios no Brasil: 2016 - 2019**. Belo Horizonte: FJP, 2021. 71 p. Relatório.
- GARCIA, Fernando e CASTELO, Ana Maria. **O déficit habitacional cresce apesar da ampliação do crédito**. Conjuntura da Construção, ano 4 (mar.), n. 1, pp. 8-11, março, 2006.
- GATOÓ Ana, SHARMA Bhavna, BOCK Maximilian, MULLIGAN Helen, RAMAGE Michael. **Sustainable structures: bamboo standards and building codes**. Proc ICE Eng. Sustainability 2014.
- GBCBRASIL. **Compreenda o LEED**. 2021. Disponível em: <https://www.gbcbrasil.org.br/wp-content/uploads/2017/09/Compreenda-o-LEED-1.pdf>. Acessado em: novembro de 2021.
- GHAVAMI, Khosrow. **Estruturas de concreto armadas com bambu**. CECAB – Colóquio sobre estruturas de concreto armado e protendido. Departamento de Engenharia Civil. Vol. 1, p. 149 – 173, PUC-Rio. Rio de Janeiro, 1990.
- \_\_\_\_\_. **Bambu: um material alternativo na engenharia**. Construção Civil/Pesquisa, ENGENHARIA, 1992.
- \_\_\_\_\_. **Propriedades dos Bambus e suas aplicações nas obras de Engenharia, Arquitetura e Desenho Industrial**. Artigos Compilados do Autor. CTC/ PUC-RIO. Jul. 201p. 1995.
- \_\_\_\_\_. **Bambu: Madeira ecológica para habitações de baixo custo**. In: Seminário Nacional para Estruturação da Rede de Pesquisa e Desenvolvimento do Bambu – REDEBAMBU. Anais. Brasília, p. 111-123, 2006.
- GHAVAMI, Khosrow; MARINHO, Albanise B. **Determinação das propriedades dos bambus das espécies: mosó, mataké, guadua angustifólia, guadua tagoara e dendrocalamus giganteus para utilização na engenharia**. PUCRJ – Departamento de Engenharia Civil, 2001.
- \_\_\_\_\_. **Propriedades físicas e mecânicas do colmo inteiro do bambu da espécie Guadua angustifólia**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v.9, n.1, p.107-114, 2005.
- GHAVAMI, Khosrow; SOLORZANO, I. Guillermo. **Comparison between microstructure of bamboo culm and wood**. Acta Microscopia. In: III INTERAMERICAN CONFERENCE ON ELECTRON MICROSCOPY e XV MEETING OF BRAZILIAN SOCIETY FOR ELECTRON MICROSCOPY, Anais... Caxambú – MG, Brazil, 1995.

- GHAVAMI, Khosrow; BARBOSA, Normando Perazzo; MOREIRA, Luís Eustáquio. Bambu como Material de Engenharia. Avaliação de Desempenho de Tecnologias Construtivas Inovadoras: Conforto Ambiental, Durabilidade e Pós-Ocupação. 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.26626/978-85-5953-029-2.2017C0012.p.305-348>.
- GIBBERD, Jeremy. **Integrating sustainable development into briefing and design processes of buildings in developing countries: An Assessment Tool**. (Tese) Doutorado em Arquitetura e Urbanismo. Universidade de Pretoria, Pretoria, 2003.
- GONÇALVES, Paulo Batista. **Uma introdução à instabilidade das estruturas**. Apostila, Pontifícia Universidade Católica de Goiás. RJ, 1994.
- GONÇALVES, Marcos Tadeu Tibúrcio; PEREIRA, Marco Antônio dos Reis; GARBINO, L. V. **Métodos de ensaio de bambu laminado**. VIII ENCONTRO BRASILEIRO EM MADEIRA E EM ESTRUTURAS DE MADEIRA, EBRAMEM. Uberlândia-MG, 2002.
- GONÇALVES, Joana Carla Soares; DUARTE, Denise Helena Silva. **Arquitetura sustentável: uma integração entre ambiente, projeto e tecnologia em experiências de pesquisa, prática e ensino**. Porto Alegre: Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 2006. Disponível em: <https://www.seer.ufrgs.br/index.php/ambienteconstruido/article/view/3720/2071>. Acesso em: maio 2021.
- GOOGLE EARTH. **Programa de pesquisa e visualização de mapas e imagens de satélite da Terra**. Disponível em: <https://www.google.com.br/intl/pt-BR/earth/> Acesso em: novembro de 2021.
- GRAÇA, Vera Lúcia. **Bambu: Técnicas para o cultivo e suas aplicações**. 2º ed. São Paulo: Ícone, 1988.
- GVRD. **Assessment of tools for rating the performance of existing buildings: A report on the option**. 2006.
- HARRIES, Kent A.; SHARMA, Bhavna; RICHARD, Michael. **Structural use of full culm bamboo: the path to standardization**. 2012. *In*: International Journal of Architecture, Engineering and Construction. 2012; Vol. 1, No. 2. pp. 66-75.
- HOFFMANN, Aniara Bellina. **Avaliação da Sustentabilidade em Habitações de Interesse Social do Programa Minha Casa Minha Vida**. 2014. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo. Florianópolis, SC, 2014.
- HOMEDOO. **The Low Cost House, by Vo Thong Nghia Architects in Vietnam**. 2015. Disponível em: <https://www.homedoo.com/the-low-cost-house-by-vo-trong-nghia-architects/>. Acessado em: junho de 2021.
- HOMIFY. **Eco Tenda**. 2021. Disponível em: <https://www.homify.com.br/projetos/133823/eco-tenda>. Acessado em: agosto de 2021.

- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Indicadores de desenvolvimento sustentável**: Brasil 2015. Estudos & Pesquisa: Informações Geográficas nº 10: Rio de Janeiro, 2015, 443 p. Disponível em:  
<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv94254.pdf>. Acessado em: maio de 2021.
- \_\_\_\_\_. **Indicadores de desenvolvimento sustentável – IDS**. 2017. Disponível em:  
<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/ids/referencias>. Acessado em: maio de 2021.
- \_\_\_\_\_. **Cidades e Estados**. 2021 Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/go/trindade.html>. Acessado em: novembro de 2021.
- IDHEA - Instituto para o Desenvolvimento da Habitação Ecológica. **Arquitetura Biosustentável**. 2016. Disponível em:  
<https://sites.google.com/site/arquiteturabiosustentavel/a-moderna-construcao-sustentavel>. Acessado em: junho de 2021.
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO). General Principles on the Design of Structures for Durability. **ISO 13823**. Geneva: ISO/TC, 2008.
- \_\_\_\_\_. General principles on reliability for structures. **ISO 2394**. Geneva: ISO/TC, 1986.
- JANSSEN, Jules J. **Building with bamboo**. A handbook. Warwickshire: ITDG Publishing, 1995.
- \_\_\_\_\_. **Designing and building with bamboo**. INTERNATIONAL NETWORK OF BAMBOO AND RATTAN – INBAR. Beijing, China. Technical report n. 20, 207p. 2000.
- JESUS, Patrícia Maria de. **O Programa Minha Casa Minha Vida Entidades no município de São Paulo**. 2015. Tese de Doutorado. Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo – USP, São Paulo, 2015.
- JOHN, Vanderley Moacyr *et al.* **Agenda 21 for the Brazilian construction industry: a proposal**. In: CONSTRUCTION AND ENVIRONMENT: FROM THEORY INTO PRACTICE, 2000, São Paulo. **Proceedings...** São Paulo: CIB/PCC/USP, 2000.
- JOHN, Vanderley Moacyr; PRADO, Racine Tadeu Araújo (Coord.). **Boas Práticas para Habitação Mais Sustentável**. São Paulo: Páginas & Letras, 2010.
- KONRAD. **Minha Casa Minha Vida e seu Futuro**. 2019. Disponível em:  
<https://konrad.com.br/blog/minha-casa-minha-vida/>. Acessado em: maio de 2021.
- KYVELOU, Stella. **Planning and Building green in the Mediterranean: realities and perspectives**. In: SBC Mediterranean Report, 2006.
- LAGO, Celina. **Habitação de interesse social**. 2010. Disponível em:  
<https://pt.scribd.com/document/337012326/13-SECAOIV-2-HABITACAO-docfinal-rev-pdf>. Acessado em: junho de 2021.
- LAMBOO. **Pensamento Inovador, Soluções Sustentáveis**. 2021. Disponível em:  
<https://www.lamboos.us/>. Acessado em: agosto de 2021.

- LAMBERTS, Roberto; FOSSATI, Michele; SCALCO, Veridiana A. **RTQ-R – Regulamento Técnico da Qualidade Edificações Comerciais. Apresentação:** Parte 1. Rio de Janeiro, 2011. Disponível em: <http://www.procelinfo.com.br/main.asp?View={89E211C6-61C2-499A-A791-DACD33A348F3}>. Acessado em: novembro de 2021.
- LARCHER, José Valter Monteiro. **Diretrizes visando à melhoria de projetos e soluções construtivas na expansão de habitações de interesse social.** 2005. 189 f. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) – Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.
- LARPLÁSTICOS. **Lixeiras de Coleta Seletiva: Descarte apropriado para os diferentes tipos de lixos.** 2018. Disponível em: <https://www.larplasticos.com.br/lixearas-de-coleta-seletiva-descarte-apropriado-para-diferentes-tipos-de-lixos>. Acessado em: março de 2022.
- LAVOZDELSANDINISMO. **Analizan especie de bambú para la construcción de viviendas.** 2018. Disponível em: <https://www.lavozdelsandinismo.com/nicaragua/2018-02-22/analizan-especie-bambu-la-construccion-viviendas/>. Acessado em: maio de 2021.
- LAYRARGUES, Philippe Pomier. **Do ecodesenvolvimento ao desenvolvimento sustentável: evolução de um conceito?** Proposta, ano 25, n. 71, p. 5-10, 1997.
- LEAL, Ubiratan. **Três não é demais.** Construção e Mercado, São Paulo: Editora PINI, nº 109, p. 20-24, agosto, 2010.
- LESSARD, Gilles (ed.); CHOUINARD, Amy (ed.). **Bamboo research in Asia: proceedings of a workshop held in Singapore.** Ottawa, Japan: International Development Research Centre, 1980.
- LI, Xiaobo. **Physical, chemical, and mechanical properties of bamboo and its utilization potential for fiberboard manufacturing.** 68p. Thesis (Master of science), Louisiana State University, Baton Rouge, 2004.
- \_\_\_\_\_. **The anatomy of bamboo culms.** Inbar – International Network for bamboo and rattan, 1998. China. Technical Report. 204 p.
- \_\_\_\_\_. **Structures of a bamboo culm affecting its utilization.** In: INTERNATIONAL WORKSHOP ON BAMBOO INDUSTRIAL UTILIZATION. October, 2003: International Network for Bamboo and Rattan, Hubei Provincial Government & Xianning Municipal Government, China.
- LIBRELOTTO, Lisiane Ilha. **Modelo para avaliação da sustentabilidade na construção civil nas dimensões econômica, social e ambiental: aplicação no setor de edificações.** 2005. Doutorado (Tese). Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção (PPGEP). Universidade Federal de Santa Catarina, UFSC, Florianópolis, 2005.
- LIBRELOTTO, Lisiane Ilha, *et. al.* **A teoria do equilíbrio: alternativas para a sustentabilidade na construção civil.** Florianópolis: DIOESC, 2012, 350 p.

- \_\_\_\_\_. **Uso de modelo no desenvolvimento de protótipo habitacional para reassentamento pós-catástrofe.** II conferência Internacional de Integração de Design, Engenharia e Gestão para Inovação - IDEMI. Anais. Florianópolis. 21-23 de outubro de 2012b.
- LIESE, Walter. **Bamboos – Biology, silvics, properties, utilization.** GTZ, Germany, 132p., 1985.
- \_\_\_\_\_. **Research on Bamboo.** Wood and Science Technology. v. 3, n. 21, p. 189-209, 1987.
- LIMA, Douglas Mateus De; AMORIM, Mariana Mendes; JÚNIOR, Humberto Correia Lima; BARBOSA, Normando Perazzo; WILRICH, Fábio Luiz. **Avaliação do desempenho estrutural de treliças Howe de Bambu Laminado Colado.** Ambiente Construído, v. 15, n. 3, p. 85– 102, 2015.
- LIPPIATT, Barbara C. **BEES 1.0: building for environmental and economic sustainability.** Technical manual and user guide. Gaithersborough: NIST, 1998. 84 p.
- LISBÔA, Sumara. **Painel de pau a pique – bambu e terra – na Ilha de Santa Catarina.** Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Florianópolis, 2019.
- LONDOÑO, Ximena. **Bambúes exóticos en Colômbia.** Colômbia: Sociedad Colombiana del Bambu, 2004.
- LOPES, Wilza Gomes Reis; VALENCIANO, M. C. M.; MARTINS, S. C. F.; BERALDO, Antônio Ludovico. **Variação volumétrica em três espécies de bambu gigante.** In: Anais do XXIX CONBEA – Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, Fortaleza, CE, 2000.
- LÓPEZ, Oscar Hidalgo. **Bambu, su cultivo y aplicaciones em: fabricación de papel, construcción, Arquitectura, Ingeniería, Artesanía.** Colômbia: Estúdios Técnicos Colombianos, 1974.
- \_\_\_\_\_. **Manual de construcción con bambú.** Estudios Técnicos Colombianos. Colômbia: Universidad Nacional de Colombia, Centro de Investigación de Bamby y Madera – CIBAM, 1981.
- \_\_\_\_\_. **Bamboo: The gift of the gods.** Bogotá: D’vinni Ltda, 2003.
- LUCAS, Vanessa Silvério. **Construção sustentável – sistema de avaliação e certificação.** 2011, p.197. Mestrado (Dissertação). Faculdade de Ciência e Tecnologia (FCT). Universidade Nova de Lisboa, UNL, Caparica, Portugal, 2011.
- LUGT, PABLO VAN DER. **Design interventions for stimulating bamboo commercialization - Dutch design meets bamboo as a replicable model.** 2008. Disponível em: <https://www.narcis.nl/publication/RecordID/oai:tudelft.nl:uuid:6ee4497f-9a2c-4d40-ba89-d869e2d75435>. Acessado em: agosto de 2021.

- LUGT, PABLO VAN DER; VOGTLÄNDER, JOOST; BREZET, HAN. **Bamboo, a Sustainable Solution for Western Europe Design Cases, LCAs and Land-use**. Beijing - China, 2009.
- LYBEER, Bieke. **Age-related anatomical aspects of some temperate and tropical bamboo culms** (Poaceae: Bambusoideae). 2006. V.1, 201p. Thesis (PhD in Biology) – Ghent University, Belgium, 2006.
- MACEDO, Danielly Borges Garcia. **Metodologia de avaliação do ciclo de vida de sistemas construtivos – aplicação em um sistema estruturado em aço**. 2011, 264p. Doutorado (Tese). Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Estruturas (PGEE), Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2011.
- MAGALHÃES, Sérgio. **Modelo não inclui morador como protagonista**. Folha de São Paulo, 19 fev. 2011.
- MARICATO, Ermínia. **Contradições e avanços da Habitat II**. In: SOUZA, Ângela Gordilho (Org). **Habitar contemporâneo: novas questões no Brasil dos anos 90**. 1997. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura, Universidade Federal Bahia, 1997.
- MARINHO, Nelson Potenciano, **CARACTERÍSTICAS DAS FIBRAS DO BAMBU (Dendrocalamus giganteus) E POTENCIAL DE APLICAÇÃO EM PAINÉIS DE FIBRA DE MÉDIA DENSIDADE (MDF)** 2012, Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica e de Materiais, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 141p.
- MARTINEZ, Gustavo Favaretto; PIGIONI, Marcelo Batista; BRUNELLI, Mayra Martins; BARON, Cristina Maria Perissinotto. **HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL: AS TIPOLOGIAS HABITACIONAIS E O SEU REFLEXO NA PRODUÇÃO DA CIDADE ATRAVÉS DO PROGRAMA MINHA CASA MINHA VIDA**. Encontro de Ensino, Pesquisa e Extensão, Presidente Prudente, SP, 2013.
- MARÇAL, Vitor Hugo Silva. **Uso do bambu na construção civil**. Projeto final em Engenharia Civil e Ambiental. Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília. Brasília, 2008.
- \_\_\_\_\_. **Análise comparativa de Normas Técnicas Internacionais para o emprego do bambu – colmo em estruturas prediais**. Dissertação de Mestrado em Arquitetura e Urbanismo. Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2018, 178p.
- MARÇAL, Vitor Hugo Silva, CALDAS, Lucas Rosse, SPOSTO, Rosa Maria, 2016. **Avaliação do ciclo de vida de emissões de CO<sup>2</sup> para produção comercial de escoras de bambu**, 2016. Anais...II Congresso Luso-Brasileiro de Materiais de Construção Sustentáveis.

- MATOSKI, Selma Lúcia Schmidlin. **Comportamento de *Dinoderus minutus* Fabricius (1775)** – (coleóptera: bostrichidae) em peças torneadas de madeira. 106 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.
- MELO, Júlio Eustáquio de. **Influência das dimensões dos corpos-de-prova e da velocidade de ensaio na caracterização de três espécies de madeiras tropicais**. Tese de Doutorado em Ciências Florestais, Publicação PPGEFLTD - 016/2010. Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2010, 134 p.
- MCIDADES. **Avanços e desafios: política nacional de habitação**. Brasília: Mcidades/Secretaria Nacional de Habitação, 2010.
- MEHTA, P. Kumar; MONTEIRO, Paulo J. M. **Concreto: microestrutura, propriedades e materiais**. São Paulo: IBRACON, 2008.
- MINISTÉRIO DA TRANSPARÊNCIA E CONTROLADORIA GERAL DA UNIÃO. **Minha Casa Minha Vida: 56,4% dos imóveis avaliados apresentam defeitos na construção**. 2017. Disponível em: <https://www.gov.br/cgu/pt-br/assuntos/noticias/2017/08/minha-casa-minha-vida-56-4-dos-imoveis-avaliados-apresentam-defeitos-na-construcao>. Acessado em: julho de 2021.
- MISURELLIE, Hugo; MASSUDA, Clovis. **Como Construir Paredes de Concreto**. Técnica, São Paulo: Editora PINI, nº 147, p. 74 - 80, junho, 2009.
- MOHANAN, C. **Diseases of bamboos in Asia: an illustrated manual**. Kerala Forest Research Institute, Peechi, Kerala, India. 1997.
- MOIZÉS, Fábio Alexandre. **Painéis de bambu, uso e aplicações: uma experiência didática nos cursos de Design em Bauru, São Paulo**. 2007. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação, São Paulo, 2007.
- MÜLFARTH, Roberta Consentino Kronka. **Arquitetura de baixo impacto humano e ambiental**. 2002. Tese (Doutorado em Estruturas Ambientais Urbanas) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.
- NASCIMENTO, Denise; TOSTES, Simone Parrela. **“Espaço público e políticas habitacionais lusófonas”**. In: Congresso Internacional (DA) Habitação no Espaço Lusófono, 1., 2010, Lisboa. Lisboa: ISCTE/IUL, 2010, p.1-23
- NASCIMENTO, Admilson Lima; MACIEL, Evandro. **Certificado Ambiental de Edifícios AQUA, LEED e PROCEL EDIFICA**. MBA em Gestão de Energia. Centro Universitário Fundação Santo André, São Paulo, 2010.
- NOIA, Paula Regina da Cruz. **Sustentabilidade socioambiental: Desenvolvimento de sistemas construtivos em bambu no Vale do Ribeira, SP**. Dissertação de Mestrado – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo Universidade de São Paulo. São Paulo, 2012.

- OLIVEIRA, Thaisa Francis César Sampaio de. **Sustentabilidade e Arquitetura: Uma reflexão sobre o uso do bambu na construção civil**. Dissertação de Mestrado. Centro de Tecnologia - Programa de Pós-Graduação em Dinâmicas do Espaço Habitado, Universidade Federal de Alagoas, AL, 2006.
- ONU. **Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento**. Agenda 21. Switzerland: United Nation, 1992.
- \_\_\_\_\_. **Conferência das Nações Unidas sobre Assentamentos Humanos**. Agenda Habitat II. Brasil, ONU 1996.
- ORTHEY, Andre Luis. **Uso do bambu industrializado no Brasil e sua aplicação no design de móveis: estudo de caso da empresa Oré Brasil**. 2015. Dissertação (Mestrado) – Setor de Artes, Comunicação e Design. Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2015.
- PAES, Juarez Benigno; OLIVEIRA, Ana Karla Freire de; LIMA, Carlos Roberto de. **Caracterização físico-mecânica do laminado colado de bambu (*Dendrocalamus giganteus*)**. Revista Ciências Florestal, Santa Maria, jan/mar., v.19, n.1 p.41-51, 2009.
- PAULSEN, Jacob Silva; SPOSTO, Rosa Maria. **A life cycle energy analysis of social housing in Brazil: case study for the program “MY HOUSE MY LIFE”**. In: Energy and Buildings, 2013, n. 57, p. 95-102.
- PEIXOTO, Luciana Kaviski. **Sistema construtivo em bambu laminado colado: proposição e ensaio do desempenho estrutural de uma treliça plana do tipo Warren**. 2008. xv, 181 f., il. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade de Brasília, Brasília, 2008.
- PENALVA, Angela Moulin S.; DUARTE, Sandro Marino. **Política habitacional no Brasil: uma nova abordagem para um velho problema**. Revista da Faculdade de Direito da UERJ, Rio de Janeiro, Vol. 1, N. 18, p. 1-29, 2010.
- PEREIRA, Marco Antônio dos Reis. **Bambu: Espécies, Características e Aplicações**. UNESP/Campus de Bauru, 2001.
- PEREIRA, Marco Antônio dos Reis; BERALDO, Antônio Ludovico. **Bambu de corpo de alma. Bauru**: Editora Canal 6, 2007. v. 1, 240 p.
- \_\_\_\_\_. **Bambu de corpo de alma. Bauru**: Editora Canal 6, 2008. v. 2, 240 p.
- PEREIRA, Emanuela; PIMENTEL, Lia L. **Eficiência energética nas edificações, certificações e políticas públicas**. In: Encontro de Iniciação Científica da PUC-Campinas, XV, 2010, Campinas, SP. Anais do XV Encontro de Iniciação Científica da PUC-Campinas, 2010.
- PIAIA, Luana Peroza. **Ferramentas Computacionais na análise de projetos de Habitação de Interesse Social**. 2018. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós Graduação em Arquitetura e Urbanismo. Florianópolis, 2018.

- PITOL, Alana Francischett. **Bambu na construção civil: avaliação no desempenho térmico de edificações sustentáveis**. 2020. Dissertação (Mestrado) – Curso de Ambiente e Desenvolvimento, Universidade do Vale do Taquari - Univates, Lajeado, 14 dez. 2020. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10737/2987>.
- PLESSIS, Chrisna. (Org.). **Agenda 21 for Sustainable Construction in Developing Countries**. Pretoria: CIB & UNEP-IETC, 2002.
- POSSAN, Edna, DEMOLINER, Carlos Alberto. **Desempenho, durabilidade e vida útil das edificações: abordagem geral**. Revista Técnico-Científica CREA-PR. v.1, 2013
- PROCEL EDIFICA - Plano de Ação para Eficiência Energética em Edificações. **Etiquetagem de eficiência energética de edificações**, v. 1, 2009.
- PROVENZANO, Denise Castilho; BASTOS, Leopoldo. E. G. **Avaliação da sustentabilidade de um empreendimento de HIS do PMCMV, através do Selo Casa Azul**. Mix Sustentável, Florianópolis, v. 3, n. 2, pp. 14-23, maio, 2017.
- QISHENG, Zhang; SHENXUE, Jiang; YONGYU Tang. **Industrial utilization on bamboo**. International Network for Bamboo and Rattan (INBAR). Technical Report n.26. Beijing, Republic of China, 2001.
- RAMÍREZ, Samuel D. P. Professor Associado da *Universidad Nacional del Colômbia – Sede Manizales*. In: Visita Técnica à Faculdade de Arquitetura da UNC, Manizales, Caldas – Colômbia, 2005.
- RAMOS, Bruno Perazzelli Farias. **Metodologia de curvatura de bambu laminado colado (BLaC) para a fabricação de mobiliário – Diretrizes para o design**. Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação, Bauru, 2014.
- RIBEIRO, Luiz Cesar Queiroz; AZEVEDO, Sérgio. **A produção da moradia nas grandes cidades: dinâmica e impasses**. In: RIBEIRO, L. C. Q.; AZEVEDO, S. (Org.). A crise da moradia nas grandes cidades: da questão da habitação à reforma urbana. Rio de Janeiro: Editora UFRJ, 1996. p. 14-30.
- RIPPER, José Luiz. **O bambu e a sociedade, núcleo de designer da PUC – RJ**. Rio de Janeiro, Ed. Puc, 1994.
- RIVERO, Lourdes Abbade. **Laminado colado e contraplacado de bambu**. Campinas: UNICAMP, 2003. 85 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2003.
- RODRIGUES, Evaniza Lopes. **A estratégia fundiária dos movimentos populares na produção autogestionária da moradia**. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo – USP. São Paulo, 2013.
- ROLNIK, Raquel. **O Programa Minha Casa Minha Vida nas regiões metropolitanas de São Paulo e Campinas: aspectos socioespaciais e segregação**. Cadernos Metrópole/Observatório das Metrópoles, São Paulo, p. 127 - 154, 18 de maio de 2015.

- ROSA, Lourdes Zunino. **Habitação de Interesse Social**. 2010. Disponível em:  
<https://pt.scribd.com/document/337012326/13-SECAOIV-2-HABITACAO-docfinal-rev-pdf>. Acessado em: junho de 2021.
- ROSA, Rafael Amorim. **Caracterização do bambu laminado colado como alternativa tecnológica industrial**. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro - ES, 2013.
- SACHS, Ignacy. **Estratégias de transição para o século XXI: Desenvolvimento e meio ambiente**. São Paulo: Studio Nobel, 1993.
- SALAMON, Celso. **Ensaio para viabilizar a laminação do bambu *Dendrocalamus giganteus* em operações de torneamento sem centros**. Tese (Doutorado) – Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, São Paulo, 2009.
- SALGADO, Antônio Luiz de Barros; GODOY Jr., Gentil. **O bambu em nossa vida, nossa cultura, seu cultivo e utilização**. In: Seminário Internacional: O uso do bambu na construção civil. Alagoas, 2002.
- SARTORI, Edson de Mello; PINHO, João Leonel Gonçalves de. **O Bambu como material de construção em um programa de inclusão social e geração de trabalho, renda e negócios**. In: Conferência Brasileira sobre Materiais e Tecnologias não-convencionais na Construção Ecológica e Sustentável. 12 p. BRASIL NOCMAT 2006, Salvador.
- SEDREZ, Michele de Moraes. **Sustentabilidade do ambiente construído: contribuições para a avaliação de empreendimentos habitacionais de interesse social**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, UFRGS, Porto Alegre, 2004.
- SH FÔRMAS. **Manual SH Fôrmas para Concreto e Escoramentos Metálicos**. São Paulo: Editora PINI, 1ª Ed. p. 245 - 251. 2008.
- SILVA, Fernando Benigno. **Paredes de concreto polimerizado moldadas no local**. Técnica, São Paulo: Editora PINI, nº 158, p. 66 - 68, maio, 2010.
- SILVA, Roberto Magno de Castro e. **Caracterização do Taguaruçu (*Guadua sp.*) e do seu ambiente de ocorrência na bacia do rio Crixás-açu, Goiás, Brasil**. Dissertação de Mestrado em Agronomia, Universidade Federal de Goiás. Goiânia, 2005.
- SILVA, Vanessa Gomes. **Avaliação da sustentabilidade de edifícios de escritórios brasileiros: diretrizes e base metodológica**, 2003. Doutorado (Tese). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia de Construção Civil. São Paulo, 2003, 210p.
- SILVA, Vanessa Gomes.; AGOPYAN, Vahan. **Avaliação de Edifícios no Brasil: Saltando da avaliação ambiental para avaliação de sustentabilidade**. Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia de Construção Civil; BT/PCC/376, São Paulo: EDUSP, 2004.

- SINAT. **Diretriz SINAT N° 001 – Revisão 01.** Diretriz para avaliação técnica de sistemas construtivos em paredes de concreto armado *in loco*. Brasília, 2010.
- SOARES, Sebastião Fróes Brandão de Sousa. **Estruturas em Bambu.** 2013. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil para a Faculdade de Engenharia do Porto, Porto, 2013.
- SOBREADMINISTRACAO. **O Ciclo PDCA e a melhoria contínua.** 2011. Disponível em: <http://www.sobreadministracao.com/o-ciclo-pdca-deming-e-a-melhoria-continua/>. Acessado em: maio de 2021.
- SOUZA, Andressa Martinelli. **OS DIVERSOS USOS DO BAMBUR NA CONSTRUÇÃO CIVIL.** 2014. 103 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação). Curso de Engenharia Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Paraná, 2014.
- SPOSTO, Rosa Maria, & PAULSEN, Jacob Silva. (2014). **Energia Incorporada em Habitações de Interesse Social na Fase de Pré-Uso: O Caso do Programa Minha Casa Minha Vida no Brasil.** *Oculum Ensaios*, 11(1),39-50.
- SUSTENTARQUI. **Centro comunitário de bambu e terra em Bangladesh ganha Prêmio Obel 2020.** 2020. Disponível em: <https://sustentarqui.com.br/centro-comunitario-de-bambu-e-taipa-de-pilao-em-bangladesh-ganha-premio-obel-2020/>. Acessado em: julho de 2021.
- TAKAOKA, Marcelo Vespoli; et. al. **Diretrizes de ação: revisão1.** CBCS – Conselho Brasileiro de Construção Sustentável, 2013.
- TEIXEIRA, Anelizabeth Alves. **Painéis de Bambu para Habitações Econômicas: Avaliação do Desempenho de Painéis Revestidos com Argamassa.** Dissertação de Mestrado em Arquitetura e Urbanismo. Universidade de Brasília, DF, 2006, 179p.
- \_\_\_\_\_. **Desempenho de Painéis de Bambus Argamassados para Habitações Econômicas: Aplicação na Arquitetura e Ensaios de Durabilidade.** Tese de Doutorado em Arquitetura e Urbanismo. Universidade de Brasília, DF, 2013.
- TEMSUSTENTAVEL. **Habitação Social. A sustentabilidade aplicada em construções populares.** 2016. Disponível em: <https://www.temsustentavel.com.br/habitacao-social-sustentabilidade-aplicada-em-construcoes-populares/>. Acessado em: julho de 2021.
- TOSTES, Simone. **Programa Minha Casa Minha Vida: a (mesma) política habitacional no Brasil (1).** Belo Horizonte, 2011. Disponível em: <http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/12.133/3936>. Acesso: abril 2021.
- UEG. **Passarela garante segurança a servidores e alunos da UEG.** 2014. Disponível em: [http://www.ueg.br/noticia/42432\\_passarela\\_garante\\_seguranca\\_a\\_servidores\\_e\\_alunos\\_da\\_ueg](http://www.ueg.br/noticia/42432_passarela_garante_seguranca_a_servidores_e_alunos_da_ueg). Acessado em: março de 2022.
- UNBCIENCIA. **Parada de ônibus de bambu é desenvolvida na UnB.** 2018. Disponível em: <http://www.unbciencia.unb.br/humanidades/51-arquitetura-e-urbanismo/584-parada-de-onibus-de-bambu-e-desenvolvida-na-unb>. Acessado em: agosto de 2021.

- UN-HABITAT. **Planning sustainable cities**. Global report on human settlements 2009. London, UK: United Nations Human Settlements Programme (UN-HABITAT), 2009. 338p.
- \_\_\_\_\_. **Sustainable housing for sustainable cities a policy framework for developing countries**. Nairobi, Kenya: United Nations Human Settlements Programme (UN-HABITAT), 2012. 82p.
- VIEIRA, Alessandra D'Ávila. **Política Habitacional no Brasil: Atuação do Governo Federal**. Trabalho apresentado no 1º Ciclo de Palestras em Infraestrutura Urbana da Secretaria de Fiscalização de Infraestrutura Urbana do TCU, Brasília, 2020.
- VITRUVIUS. **Projeto: Galeria de arte**. 2017. Disponível em: <https://vitruvius.com.br/revistas/read/projetos/18.215/7184>. Acessado em: agosto de 2021.
- VIVADecORA. **Casa de bambu: tudo que você precisa saber para criar o projeto dos sonhos**. 2019. Disponível em: <https://www.vivadecora.com.br/pro/arquitetura/casa-de-bambu/>. Acessado em: maio de 2021.
- \_\_\_\_\_. **Projetos com Cerca de Bambu e Dicas de Como Fazer a Sua**. 2021. Disponível em: <https://www.vivadecora.com.br/revista/cerca-de-bambu/>. Acessado em: julho de 2021.
- VON KRÜGER, Paulo Gustavo. **Análise de painéis de vedação nas edificações em estrutura metálica**. Dissertação (Mestrado). Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Ouro Preto. Ouro Preto, 2000.
- WIKIPEDIA. **Anápolis**. 2021. Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/An%C3%A1polis>. Acessado em: dezembro de 2021.
- WIKIWAND. **Pau a pique**. 2021. Disponível em: [https://www.wikiwand.com/pt/Pau\\_a\\_pique](https://www.wikiwand.com/pt/Pau_a_pique). Acessado em: julho de 2021.
- WRI. **Sustentabilidade em Habitação de Interesse Social: Benefícios e custos de medidas para eficiência no consumo de água e energia**. WRI BRASIL, 2016. Disponível em: [https://wribrasil.org.br/sites/default/files/Sustentabilidade-em-Habitacao-de-Interesse-Social\\_mar18.pdf](https://wribrasil.org.br/sites/default/files/Sustentabilidade-em-Habitacao-de-Interesse-Social_mar18.pdf). Acessado em: junho de 2021.
- ZHENG, Kai; XUHE, Chen. **Potential of bamboo-based panels serving as prefabricated construction materials**. 2005. Disponível em: [http://www.inbar.int/Econo\\_devep/proceeding/Pa-Zheng-Potential%20of%20Bamboo-based%20Panels.pdf](http://www.inbar.int/Econo_devep/proceeding/Pa-Zheng-Potential%20of%20Bamboo-based%20Panels.pdf). Acessado em: agosto de 2021.
- ZHOU, Feng C. **Studies on physical and mechanical properties of bamboo woods**. Journal of Nanjing Technology College of Forest Products, v. 2, p.1-32, 1981.
- ZÚÑIGA, Lucas de Oliveira.; SANTOS, Thais Carvalho.; SILVA, Juliano Rodrigues. **Viabilidade do Sistema Construtivo do Tipo Parede de Concreto para Habitações Populares**. Revista Mirante, Anápolis (GO), v.10, n.1, jun., 2017.