



Universidade Federal do Rio Grande do Sul

**Faculdade de Arquitetura**

Curso de Design de Produto

ISADORA WOLFART PINHEIRO

**BLOCO DE VEDAÇÃO VOLTADO PARA A AUTOCONSTRUÇÃO DE  
HABITAÇÕES POPULARES NO BRASIL**

Entrega final TCC 2

Porto Alegre

2024

ISADORA WOLFART PINHEIRO

**BLOCO DE VEDAÇÃO VOLTADO PARA A AUTOCONSTRUÇÃO DE  
HABITAÇÕES POPULARES NO BRASIL**

Entrega final do Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Comissão de Graduação de Design, da Faculdade de Arquitetura, como requisito à obtenção do grau de Bacharel em Design de Produto pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Orientador: Professor Maurício Moreira e Silva Bernardes

Porto Alegre

2024

ISADORA WOLFART PINHEIRO

**BLOCO DE VEDAÇÃO VOLTADO PARA A AUTOCONSTRUÇÃO DE  
HABITAÇÕES POPULARES NO BRASIL**

Entrega do Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Comissão de Graduação de Design, da Faculdade de Arquitetura, como requisito à obtenção do grau de Bacharel em Design de Produto pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

---

Avaliador 1: Régio Pierre da Silva

---

Avaliador 2: Fernando Silveira Ximenes

---

Orientador: Maurício Moreira e Silva Bernardes

Porto Alegre, 30 de dezembro de 2024

## AGRADECIMENTOS

A conclusão desta etapa reforça que nenhuma trajetória se constrói sozinha. Este trabalho, assim como minha jornada acadêmica, é um resultado coletivo. Cada apoio recebido tornou este momento possível, e por isso expressei minha mais profunda gratidão.

Em destaque, agradeço à minha mãe, que dentre muitos gestos de amor, se interessou por cada projeto, contribuiu com “brainstorms” e deixou mais leve as inúmeras noites em claro, oferecendo um chazinho antes de dormir. A ela se somam meu pai e irmã, que celebraram cada pequeno passo rumo a este momento, divulgaram questionários de pesquisa e ofereceram conselhos e lições valiosas, bem como o restante da minha família e as “famílias emprestadas”, que estiveram ao meu lado sempre com imenso carinho.

É impossível imaginar essa jornada sem a presença de tantos amigos que tornaram esses anos tão especiais. Dedico muita gratidão à Carol P., minha parceira de projetos desde o início da faculdade, à Vinicius K., Carol L., Liana C. e Ana Luísa M. pela companhia e apoio em “coworkings” que me motivavam na execução desse trabalho e ao Lucca B., por ouvir cada desabafo e compartilhar cada momento de empolgação. À Manoela P., Miguel M., Igor C., Marina G., Juliana B., Arthur V., Rafael D., Pedro V., Fernanda M., Tiago B., Giovana R., Mariana F., Andrielly R., Leonardo M., Cora A., Uli T., W. Brizola, Gabriela P., Pedro D., Juliana P., Gisa O., Marta B., Carol C. por fazerem esses anos mais felizes.

Agradeço o apoio entusiástico do professor Maurício, que orientou esse trabalho com muita dedicação e me abriu portas no meio acadêmico e profissional. Agradeço também aos especialistas, empresas e autoconstrutores que cederam seu tempo e experiência para participar deste projeto. Aproveito ainda para expressar minha gratidão aos meus colegas e superiores de estágio e trabalho, que enriqueceram minha experiência profissional e me apoiaram enquanto conciliava as responsabilidades profissionais e acadêmicas.

Por fim, sou extremamente grata por ter tido acesso a uma formação tão completa através de uma universidade pública e aos inúmeros benefícios que ela me proporcionou. Sigo a jornada profissional consciente da minha responsabilidade de aplicar os conhecimentos adquiridos de maneira a retribuir à sociedade e de seguir defendendo o ensino público gratuito e de qualidade.

## RESUMO

O acesso à moradia no Brasil é um desafio significativo, especialmente para as camadas mais pobres da população. Este trabalho propõe uma integração multidisciplinar do design de produto/desenho industrial com o campo da engenharia civil, a fim de contribuir para o avanço da qualidade habitacional de moradias populares. Foi desenvolvida uma proposta conceitual para um novo modelo de bloco de vedação, inserido no sistema de alvenaria convencional e focado no contexto de autoconstruções de pequena escala. Para alcançar esse objetivo, o projeto se apoiou na metodologia de desenvolvimento de produtos industriais proposta por Baxter, integrado a uma abordagem de design centrado no usuário. Sua estrutura se baseou numa pesquisa de contexto, definição do conceito com ferramentas de design, criação de alternativas, seleção e refinamento da proposta. Como resultados, obteve-se um bloco de concreto leve com mecanismos para facilitar o alinhamento dos blocos, a passagem de tubulações durante a construção, a manutenção e as reformas.

**Palavras-chave:** Design Industrial; Alvenaria de Vedação; Habitação Popular; Construção Civil; Arquitetura.

## ABSTRACT

Access to housing in Brazil presents a significant challenge, particularly for the most economically disadvantaged segments of the population. This work proposes a multidisciplinary integration of industrial design with the field of civil engineering to foster improvements in the housing quality of affordable homes. A conceptual proposal for a new sealing block model was developed, designed for the conventional masonry system and tailored to the context of small-scale self-construction. To achieve this objective, the project adopted Baxter's industrial product development methodology, integrated with a user-centered design approach. The structure was based on contextual research, concept definition using design tools, creation of alternatives, selection and refinement of the final proposal. The result is a lightweight concrete block featuring mechanisms to facilitate block alignment, as well as provisions for installing pipes during construction, maintenance, and renovations.

**Keywords:** Industrial Design; Non-Load-Bearing Masonry; Affordable Housing; Civil Engineering; Architecture.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Exemplo de alvenaria de vedação em execução .....	16
Figura 2 - Projeto Villa Verde no momento de entrega aos moradores .....	19
Figura 3 - Projeto Villa Verde com adaptações feitas pelos moradores .....	19
Figura 4 - Proposta metodológica centrada no usuário .....	25
Figura 5 - Esquema visual mostrando algumas das etapas construtivas gerais de uma casa: escolha e preparação do terreno, fundação, estrutura, vedação, cobertura, acabamentos e instalações (em ordem) .....	27
Figura 6 - Esquema visual de uma fundação do tipo alicerce .....	29
Figura 7 - Diferentes exemplos de padronagem para o assentamento do alicerce em alvenaria com relação a espessura da parede e tipo de bloco .....	30
Figura 8 - Esquema ilustrativo de um exemplo de alvenaria de embasamento dividida com fiadas acima e abaixo da viga baldrame. Ao lado, vista em corte do aterramento mostrando como ocorre a passagem de tubulações sob o piso sem comprometimento da viga baldrame.....	31
Figura 9 - Esquema dos elementos que compõe uma estrutura convencional de concreto armado.....	33
Figura 10 - Esquemas ilustrativos das técnicas mencionadas, sendo, na esquerda, o método de realizar primeiro a alvenaria e, na direita, de preencher os vãos das estruturas já moldadas.....	34
Figura 11 - Esquema ilustrativo das técnicas de ligação da parede de vedação com os pilares estruturais no sistema convencional.....	34
Figura 12 - Alguns exemplos de diferentes tipos de blocos encontrados em catálogos de fabricantes .....	39
Figura 13 - Exemplos de subtipos de blocos.....	39
Figura 14 - Esquema ilustrativo de juntas em amarração e juntas a prumo.....	40
Figura 15 - Esquema ilustrativo exemplificando possibilidades de amarração no encontro de paredes.....	41
Figura 16 - Esquema ilustrativo do passo a passo de assentamento de um bloco de alvenaria .....	42
Figura 17 - Representação esquemática de verga e contraverga em vãos de portas e janelas e representação de fissurações comuns no caso da ausência dessa técnica.....	42
Figura 18 - Representação de encunhamento no topo da parede.....	43

Figura 19- Exemplo de projeto hidráulico de banheiro, mostrando passagem de tubulações na vertical e horizontal.....	44
Figura 20 - Fotografia de bairro de baixa renda situado no Rio de Janeiro-RJ, mostrando casas em alvenaria convencional sem a etapa de acabamento.....	46
Figura 21 - Metodologia do déficit habitacional e da inadequação de domicílios no Brasil: 2016 – 2019.....	51
Figura 22 - Relação Participação das faixas de renda nos componentes e no déficit habitacional do Brasil – 2019.....	51
Figura 23 - Participação do déficit habitacional por faixas de renda domiciliar por Regiões - 2019.....	52
Figura 24 - Painel de estilo de vida da persona 1.....	62
Figura 25 - Painel de estilo de vida da persona 2.....	64
Figura 26 - Trecho ilustrativo da técnica de mapa mental da análise das normas.....	67
Figura 27 - Painel resumido de similares.....	70
Figura 28 - Mapa de oportunidades.....	74
Figura 29 - Painel de expressão do produto.....	75
Figura 30 - Painel de tema visual.....	75
Figura 31 – Matriz Morfológica.....	76
Figura 32 - <i>Brainstorm</i> inicial.....	77
Figura 33 - Conceito 1.....	78
Figura 34 - Conceito 2.....	79
Figura 35 - Conceito 3.....	80
Figura 36 - Conceito 4.....	80
Figura 37 - Conceito 5.....	81
Figura 38 - Matriz de decisão preenchida pela autora.....	82
Figura 39 - Matriz de decisão preenchida por uma engenheira civil entrevistada.....	82
Figura 40 - Bloco em concreto celular exposto na feira Construsul 2024 para demonstração da espessura reduzida do acabamento.....	89
Figura 41 - Bloco em concreto celular exposto na feira Construsul 2024 para demonstração de facilidade de corte com serrote simples.....	90
Figura 42 - Imagem de um local de fabricação em pequena escala de blocos artesanais, com visualização do molde, processo de mistura da massa com furadeira acoplada a acessório misturador e área de secagem dos blocos.....	92
Figura 43 - Família principal de blocos.....	92

Figura 44 - Variações possíveis para modulação.....	93
Figura 45 - Apresentação do bloco base.....	95
Figura 46 - Simulação digital de construção com os blocos da família proposta, pilares, contrapiso, aberturas de portas e janelas.....	96
Figura 47 - Simulação digital da passagem das tubulações.....	97
Figura 48 - Simulação digital mostrando a face externa lisa dos blocos e da construção.....	97
Figura 49 - Fabricação manual com moldes desmontáveis.....	98
Figura 50 - Simulação do molde artesanal para o bloco base.....	98
Figura 51 - Simulação do molde artesanal para a capa.....	99
Figura 52 - Simulação do molde artesanal para o bloco canaleta.....	99
Figura 53 - Demonstração de ângulo único de abertura dos 3 componentes da família de blocos .....	100
Figura 54 - Simulação da paletização do molde base.....	101
Figura 55 - Simulação da paletização do bloco canaleta.....	101
Figura 56 - Simulação da embalagem da capa.....	102
Figura 57 - Simulação dos problemas nos encontros L, T e X pelo método convencional com o bloco proposto.....	103
Figura 58 - Simulação do encontro L pelo método proposto para esse bloco .....	103
Figura 59 - Marcações laterais para corte angulado.....	104
Figura 60 - Encaixe da capa.....	104
Figura 61 - Simulação da aplicação da capa na construção.....	105
Figura 62 - Bloco canaleta.....	106
Figura 63 - Simulação da aplicação do bloco canaleta na construção.....	106
Figura 64 - Simulação digital da etapa de vedação no software Shapr3D.....	107
Figura 65 - Amostra de concreto celular doada pela empresa Celucon.....	108
Figura 66 - Protótipos funcionais em escala.....	109
Figura 67 - Mockup do modulo base em escala 1:1.....	110
Figura 68 - Análise das relações com enfoque nas variáveis de contexto. Visão geral .....	141
Figura 69 - Análise das relações com enfoque nas variáveis de contexto. Detalhamento item “Usuários” Parte 1/3.....	142
Figura 70 - Análise das relações com enfoque nas variáveis de contexto. Detalhamento item “Usuários” Parte 2/3.....	143

Figura 71 - Análise das relações com enfoque nas variáveis de contexto. Detalhamento item “Usuários” Parte 3/3.....	144
Figura 72 - Análise das relações com enfoque nas variáveis de contexto. Detalhamento item “Ciclo de vida” Parte 1/9.....	145
Figura 73 - Análise das relações.... com enfoque nas variáveis de contexto. Detalhamento item “Ciclo de vida” Parte 2/9.....	146
Figura 74 - Análise das relações com enfoque nas variáveis de contexto. Detalhamento item “Ciclo de vida” Parte 3/9.....	147
Figura 75 - Análise das relações com enfoque nas variáveis de contexto. Detalhamento item “Ciclo de vida” Parte 4/9.....	148
Figura 76 - Análise das relações com enfoque nas variáveis de contexto. Detalhamento item “Ciclo de vida” Parte 5/9.....	149
Figura 77 - Análise das relações com enfoque nas variáveis de contexto. Detalhamento item “Ciclo de vida” Parte 6/9.....	150
Figura 78 - Análise das relações com enfoque nas variáveis de contexto. Detalhamento item “Ciclo de vida” Parte 7/9.....	151
Figura 79 - Análise das relações com enfoque nas variáveis de contexto. Detalhamento item “Ciclo de vida” Parte 8/9.....	152
Figura 80 - Análise das relações com enfoque nas variáveis de contexto. Detalhamento item “Ciclo de vida” Parte 9/9.....	153
Figura 81 - Análise das relações com enfoque no canteiro de obras. Visão geral...	154
Figura 82 - Análise das relações com enfoque no canteiro de obras. Detalhamento item “Etapas da Obra – Fundação e Estrutura” .....	155
Figura 83 - Análise das relações com enfoque no canteiro de obras. Detalhamento item “Etapas da Obra – Vedação” .....	155
Figura 84 - Análise das relações com enfoque no canteiro de obras. Detalhamento item “Etapas da Obra – Vedação – Passagem de tubulações” .....	156
Figura 85 - Análise das relações com enfoque no canteiro de obras. Detalhamento item “Etapas da Obra – Vedação – Coordenação Modular e Amarração das Juntas” .....	157
Figura 86 - Análise das relações com enfoque no canteiro de obras. Detalhamento item “Etapas da Obra – Vedação – Última Fiada, Esquadrias e Prumo Esquadro e Nível” .....	158
Figura 87 - Análise das relações com enfoque no canteiro de obras. Detalhamento item “Etapas da Obra – Acabamento” .....	159

Figura 88 - Análise do passo a passo da preparação da primeira fiada de blocos junto à fundação .....	160
Figura 89 - Análise do passo a passo do assentamento dos primeiros blocos da fiada .....	161
Figura 90 - Diferentes ferramentas de prumo e seus contextos .....	161
Figura 91 - Diferentes ferramentas de nível e seus contextos .....	162
Figura 92 - Análise do passo a passo do assentamento dos blocos do centro da fiada .....	162
Figura 93 - Análise de casos específicos .....	163
Figura 94 - Análise do passo a passo do assentamento dos blocos grandes com furos na vertical .....	163
Figura 95 - Análise do passo a passo da quebra para passagem de tubulações.....	164
Figura 96 - Dimensionais do bloco base.....	174
Figura 97 - Dimensionais do bloco canaleta.....	175
Figura 98 - Dimensionais da capa.....	176

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Metodologia adaptada.....	26
Quadro 2 - Dimensões de fabricação de blocos cerâmicos de vedação.....	38
Quadro 3 - Referencial de tamanho das tubulações (em polegadas) comuns em pequenas construções.....	45
Quadro 4 - Matriz QFD parcial.....	87
Quadro 5 - Lista de verificação dos requisitos.....	113
Quadro 6 - Análise paramétrica de similares de vedação normatizados pela ABNT NBR 15270. ....	165
Quadro 7 - Análise paramétrica de similares inovadores selecionados pela autora...	166
Quadro 8 - Tradução de necessidades do usuário em requisitos do usuário. Parte 1/2 .....	167
Quadro 9 – Tradução de necessidades do usuário em requisitos do usuário. Parte 2/2 .....	168
Quadro 10 - Matriz comparativa de importância entre as necessidades do usuário...	169
Quadro 11 - Tabela relacionando necessidades do usuário, requisitos do usuário, requisitos de projeto e à qual decisão de projeto o requisito se refere (Parte 1/4) ....	170
Quadro 12 - Tabela relacionando necessidades do usuário, requisitos do usuário, requisitos de projeto e à qual decisão de projeto o requisito se refere (Parte 2/4) ....	171
Quadro 13 - Tabela relacionando necessidades do usuário, requisitos do usuário, requisitos de projeto e à qual decisão de projeto o requisito se refere (Parte 3/4) ....	172
Quadro 14 - Tabela relacionando necessidades do usuário, requisitos do usuário, requisitos de projeto e à qual decisão de projeto o requisito se refere (Parte 4/4) ....	173

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>14</b>
1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO .....	14
<b>1.1.1 Sistemas construtivos .....</b>	<b>15</b>
<b>1.1.2 A moradia como um organismo vivo .....</b>	<b>16</b>
1.2 JUSTIFICATIVA .....	17
1.3 DEFINIÇÃO DO PÚBLICO-ALVO .....	18
1.4 PROBLEMA DE PROJETO .....	20
1.5 OBJETIVOS .....	20
1.6 DELIMITAÇÕES.....	21
<b>2 METODOLOGIA.....</b>	<b>23</b>
2.1 METODOLOGIA DE BAXTER .....	23
2.2 REFERÊNCIAS COMPLEMENTARES .....	24
2.3 METODOLOGIA ADAPTADA.....	26
<b>3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....</b>	<b>27</b>
3.1 PARTES INTEGRANTES DE UMA CONSTRUÇÃO .....	27
<b>3.1.1 Fundação .....</b>	<b>28</b>
<b>3.1.2 Estrutura .....</b>	<b>32</b>
3.1.2.1 Alvenaria estrutural .....	35
<b>3.1.3 Vedação .....</b>	<b>36</b>
3.1.3.1 Tipos de blocos.....	36
3.1.3.2 Execução da alvenaria .....	40
<b>3.1.4 Acabamentos .....</b>	<b>45</b>
<b>3.1.5 Outros sistemas.....</b>	<b>48</b>
3.2 HABITAÇÕES POPULARES .....	49
<b>3.2.1 Definições.....</b>	<b>52</b>
<b>3.2.2 Panorama dos programas habitacionais no Brasil.....</b>	<b>53</b>
<b>3.2.3 Outras formas de moradias populares .....</b>	<b>55</b>
3.3 DIRETRIZES DA FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....	57
<b>4 PROJETO INFORMACIONAL.....</b>	<b>58</b>
4.1 ENTREVISTAS .....	58
4.2 PERSONAS E CENÁRIOS .....	60
4.3 ANÁLISE DAS RELAÇÕES .....	64

4.4 ANÁLISE DA TAREFA.....	65
4.5 ANÁLISE DAS NORMAS .....	65
4.6 ANÁLISE DE SIMILARES.....	69
4.7 45DEFINIÇÃO DOS REQUISITOS .....	71
<b>5 CONCEITUAÇÃO.....</b>	<b>73</b>
5.1 DEFINIÇÃO DA OPORTUNIDADE .....	73
5.2 GERAÇÃO DE ALTERNATIVAS .....	76
5.3 SELEÇÃO DA ALTERNATIVA .....	81
<b>6 SELEÇÃO DE MATERIAIS .....</b>	<b>83</b>
6.1 CERÂMICA.....	83
6.2 CONCRETO.....	84
6.3 CONCRETO CELULAR AUTOCLAVADO .....	84
6.4 CONCRETO CELULAR ESPUMOSO .....	85
6.5 ADOBE .....	85
6.6 SOLO-CIMENTO .....	86
6.7 DEFINIÇÃO DO MATERIAL .....	86
<b>7 REFINO DA ALTERNATIVA .....</b>	<b>92</b>
7.1 APRESENTAÇÃO DA SOLUÇÃO .....	92
7.2 AVALIAÇÃO DA ALTERNATIVA .....	107
7.2.1 Prototipagem.....	107
7.2.2 Validação com usuários .....	110
7.2.3 Atendimentos dos requisitos .....	112
7.2.4 Limitações .....	114
<b>8 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>116</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>117</b>
<b>APÊNDICE A – ANOTAÇÕES DAS ENTREVISTAS COM ENGENHEIROS</b> .....	<b>124</b>
<b>APÊNDICE B – ANOTAÇÕES DAS ENTREVISTAS COM MORADORES..</b>	<b>133</b>
<b>APÊNDICE C – ANÁLISE DAS RELAÇÕES GERAIS .....</b>	<b>141</b>
<b>APÊNDICE D – ANÁLISE DAS RELAÇÕES DA TAREFA .....</b>	<b>154</b>
<b>APÊNDICE E – ANÁLISE DA TAREFA.....</b>	<b>160</b>
<b>APÊNDICE F – ANÁLISE DE SIMILARES .....</b>	<b>165</b>
<b>APÊNDICE G – NECESSIDADES E REQUISITOS DO USUÁRIO .....</b>	<b>167</b>
<b>APÊNDICE H – DESENHOS TÉCNICOS DA SOLUÇÃO.....</b>	<b>174</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O direito à moradia está incluído no rol dos direitos fundamentais sociais na constituição desde a Emenda n.º 26, em 14 de fevereiro de 2000. No entanto, de acordo com a Pesquisa Síntese dos Indicadores Sociais (IBGE, 2020), 45 milhões de brasileiros, vivem em moradias consideradas precárias.

Morar significa abrigar não apenas o corpo, mas a individualidade, a intimidade, o patrimônio mínimo, a existência saudável (COSTA, 2013). O direito à moradia possui especificações técnicas, uma vez que não basta o simples abrigo, e sim padrões que acompanhem as diferenças culturais e, ao mesmo tempo, preze por uma condição de vida digna (COSTA, 2013).

Em 2019, cerca de 21,3% da população do país estava morando em moradias inadequadas (RIBAS, 2020). Segundo cruzamento de dados de um relatório da Fundação João Pinheiro com o censo do IBGE de 2019, 89% do déficit habitacional do Brasil é formado por famílias de baixa renda, que recebem entre 0 e 3 salários-mínimos de renda familiar (FGV, 2019).

No Brasil, os programas públicos que visam promover o acesso dessas camadas à moradia são geralmente associados à construção de grandes complexos habitacionais padronizados, vendidos com subsídios proporcionais à renda familiar dentro dos limites estabelecidos (JORNALISMO CULTURA, 2023). Essas unidades são comumente chamadas de Habitação de Interesse Social, no entanto, existem outras formas de construções socialmente voltadas para essa questão, referidas de maneira mais genérica como Habitação Popular. Esse termo engloba também a iniciativa privada, autoconstrução e iniciativas que visem a melhoria e adequação das moradias precárias já existentes aos padrões de segurança e salubridade de uma habitação (CAU, 2021).

### 1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

O tema da moradia é frequentemente explorado em pesquisas e inovações nas áreas de engenharia civil e de materiais dentro da parte técnica e, na área da arquitetura, no planejamento dos ambientes e das construções. No entanto, são raros os trabalhos em design de produto que optam em abordar este tema.

O Design de Produto é um campo de atuação multidisciplinar que se estende por diversas áreas do conhecimento, incorporando princípios da engenharia ao projetar

produtos com atenção à sua estrutura e fabricação. Entretanto, compartilha com a arquitetura a ênfase na interação com o usuário para a definição das características do projeto. Isso é afirmado por Bonsiepe (1992, pág. 34) que salienta que “O design é o domínio no qual se estrutura a interação entre usuário e produto, para facilitar ações efetivas. Design industrial é essencialmente design de interfaces”. Embora semelhantes na forma de pensar, a atuação do design industrial concentra-se no desenvolvimento de produtos fabricados em maior escala enquanto a arquitetura está, de forma geral, envolvida no projeto das edificações em si.

Nesse sentido, a escolha deste tema proporciona uma oportunidade de contribuição para a questão da moradia de forma complementar aos estudos técnicos e estruturais em engenharia. Ao abordar os elementos construtivos individuais de uma edificação sob a perspectiva da interação produto-usuário, busca-se explorar a multidisciplinaridade para promover inovações no setor com enfoque na habitação como direito social.

### **1.1.1 Sistemas construtivos**

Mesmo contemplada como um direito humano, a moradia é um dos bens menos acessíveis financeiramente que a maior parte das pessoas utilizará ao longo de suas vidas. Nesse aspecto, e em concordância com a Lei de Maslow (1943), mesmo quem consegue ter acesso a uma casa o tem com dificuldade, muitas vezes reduzindo seu nível de conforto e optando por opções menos sustentáveis para atingir a viabilidade necessária para a obtenção da moradia.

Visando a redução de custos, sustentabilidade, redução do tempo e aumento de praticidade da obra, o campo da construção civil apresenta constantes inovações. Esses conjuntos de elementos e técnicas desenvolvidos para a elevação de edificações são chamados de Sistemas Construtivos e possuem uma série de normas, que devem ser atendidas a fim de serem formalizados e aceitos em programas de financiamento. Apenas no Brasil, existem 78 sistemas construtivos convencionais e 49 sistemas inovadores já registrados no Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat (Brasil. Ministério das Cidades, 2023). Blocos estruturais, *Steel Frame*, *Drywall*, estrutura em madeira e casas modulares são apenas alguns desses exemplos.

Embora muito eficientes e com diversos benefícios, essas inovações ainda encontram diversas barreiras para a sua implementação. No Brasil, de acordo com a Pesquisa Nacional por Amostras de Domicílio (PNAD Contínua), 88,2% das construções brasileiras ainda utilizam o sistema de alvenaria convencional. A figura 1 ilustra um exemplo de uma construção em andamento desse sistema, evidenciando os elementos de sua estrutura (pilares, vigas e tijolos).

**Figura 1 - Exemplo de alvenaria de vedação em execução**



Fonte: Total Construção<sup>1</sup>

Dentre os motivos, a própria popularidade histórica do sistema é um dos principais fatores para a manutenção da sua predominância. A qualificação da mão de obra dos trabalhadores do ramo geralmente acontece de forma informal, com conhecimento sendo passado de mestre a aprendiz, sendo difícil a introdução de métodos e técnicas disruptivas. Essa ampla difusão também facilita o acesso aos materiais necessários, que, por serem comuns e amplamente comercializados, raramente exigem fretes longos e custosos.

### **1.1.2 A moradia como um organismo vivo**

De acordo com Couto (2023), a casa, tal como as vidas de seus moradores, é um organismo vivo, que se adapta as transformações de necessidades da família junto a ela. No entanto, as construções tradicionais costumam possuir uma estrutura rígida de quartos, divisões e tamanhos de espaços, que geralmente só conseguem ser adequadas às novas realidades da vida com a mudança para outra habitação.

Este cenário se torna ainda mais evidente ao analisar a situação de comunidades periféricas, onde a falta de acesso a infraestrutura e direitos, como saúde e educação

<sup>1</sup> Disponível em: <https://www.totalconstrucao.com.br/sistemas-construtivos/>. Acesso em 15/05/2024.

sexual, além da presença de violência, tornam o cotidiano ainda mais imprevisível. Nesse contexto, nem sempre a mudança de residência é uma alternativa viável, especialmente quando a conquista do primeiro imóvel já se dá em meio a desafios e incompletude. Como resultado, é comum a ocorrência dos chamados “puxadinhos” e reformas não contempladas no projeto original da obra. Esta realidade é corroborada por uma pesquisa realizada em 2023 sobre hábitos de consumo das classes C, D e E, que revelou que 34% dos respondentes planejavam aumentar os gastos com “materiais de construção” nos próximos 10 anos, ficando atrás apenas das categorias “Alimentação” “Higiene” e “Vestuário” (PWC, 2023).

## 1.2 JUSTIFICATIVA

Embora apresente situações desafiadoras, uma opção que muitas pessoas enxergam como solução para o problema de orçamento ao erguer uma casa é a de construir ou reformar suas próprias casas por meio da autoconstrução. Comum principalmente em regiões periféricas, esse modelo conta com o apoio da comunidade e trabalhadores locais, geralmente sem a participação de arquitetos ou engenheiros. Segundo a pesquisa "Percepções da sociedade sobre arquitetura e urbanismo", realizada com 2.419 pessoas em todo o Brasil, 50 milhões de brasileiros já construíram ou reformaram imóvel residencial ou comercial. Desse grupo, 82,40% fizeram o serviço por conta própria ou com pedreiros, mestres de obras, amigos e parentes (CAU/Datafolha, 2022).

Isso se torna ainda mais relevante em cenários de calamidade, como enchentes, deslizamentos, entre outros, nos quais o caráter emergencial e a desestruturação geral do entorno tendem a gerar informalidade nas reconstruções, feitas, então, com auxílio de mão de obra sem experiência ou até mesmo em movimentos solidários do tipo “mutirão”.

a autoconstrução faz parte do tecido das cidades brasileiras e é parte fundamental destas. É a forma como milhões de pessoas encontraram para ter a casa própria, ideia disseminada como sinal de conquista. Para a maioria, não é uma escolha. É a única opção.  
**(Martins, 2019)**

O contexto da autoconstrução envolve exigências específicas que, devido ao caráter informal desse processo, muitas vezes não são atendidas pelos modelos técnicos propostos em pesquisas e desenvolvimentos da área. A persistência do uso de sistemas

convencionais sugere uma inadequação das propostas existentes às necessidades do práticas da autoconstrução na realidade brasileira. Essa percepção geral reforça a relevância de direcionar o foco do projeto para a busca de melhorias nos processos construtivos, com o objetivo de atender as necessidades específicas desse tipo de aplicação.

### 1.3 DEFINIÇÃO DO PÚBLICO-ALVO

Sendo assim, o público-alvo escolhido como enfoque deste projeto são as pessoas que constroem ou reformam suas próprias moradias por conta própria. Para fins deste trabalho, adotou-se a definição de Martins (2019), para o conceito de autoconstrução, que considera:

[...] os processos de construção em que o indivíduo empreende a construção de sua própria moradia, utilizando mão de obra que pode ser remunerada, no caso de contratação de pedreiros, ou mestres de obra; gratuita, que pode ser empregada pelo próprio morador assim como parentes e amigos que trabalham em mutirão; ou mista.  
(Martins, 2019)

Sendo assim, optou-se em direcionar a solução para que esta esteja adequada à execução por **pessoas com baixo grau de experiência na construção**. Esta decisão leva em conta que se a solução for de fácil manuseio ao morador ou familiar que nunca construiu, provavelmente será adequada também à pedreiros iniciantes ou profissionais mais experientes.

O termo “autoconstrução” também é frequentemente utilizado na literatura para se referir a construções realizadas sem assistência técnica de arquitetos ou engenheiros e com uma etapa de projeto de caráter informal, concomitante à etapa de execução. Embora esse contexto seja predominante nas construções residenciais autoconstruídas (CAU/Datafolha, 2022), este trabalho não desconsidera a importância da assistência técnica, reconhecendo-a como um cenário ideal.

No Brasil, a Lei Federal 11.888/2008 institui o direito ao serviço subsidiado de engenheiros, arquitetos e urbanistas para projetos e reformas voltados à melhoria de moradias de famílias com renda de até três salários-mínimos. A existência desse programa de Assistência Técnica de Habitação de Interesse Social (ATHIS) serviu de inspiração para este trabalho, assim como os projetos de habitação social Quinta Monroy e Villa Verde (Figuras 2 e 3), concebidas pelo arquiteto Alejandro Aravena, no Chile.

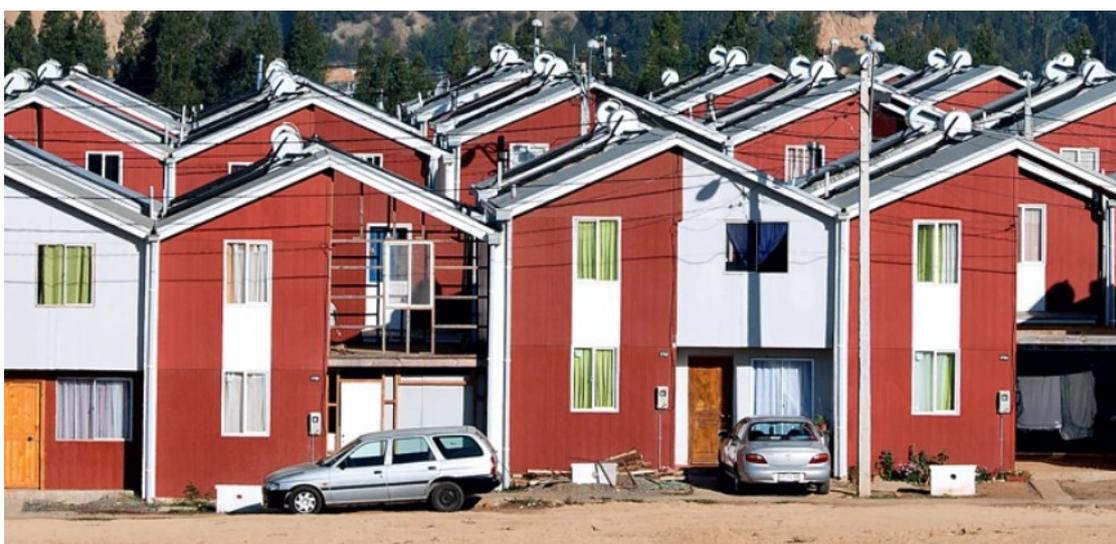
Nessas obras, foram implementadas estruturas básicas, incluindo fundação, cobertura, banheiro e cozinha, concebidas para possibilitar expansão e personalização por cada família por meio da autoconstrução.

**Figura 2 - Projeto Villa Verde no momento de entrega aos moradores**



Fonte: Archdaily. Fotografia: Suyin Chia, Cristian Martinez

**Figura 3 - Projeto Villa Verde com adaptações feitas pelos moradores após a entrega**



Fonte: Archdaily. Fotografia: Suyin Chia, Cristian Martinez

No entanto, ignorar os casos em que a assistência técnica não está presente seria negligenciar uma parcela significativa da realidade da autoconstrução no Brasil. Assim,

este projeto busca equilibrar ambas as situações, atendendo tanto aos contextos com apoio técnico quanto àqueles em que esse suporte não está disponível.

#### 1.4 PROBLEMA DE PROJETO

A partir das motivações apresentadas, buscou-se explorar como o design centrado no usuário pode contribuir para a construção de habitações populares de qualidade no contexto da construção civil brasileira. Assim, delimitou-se o desenvolvimento do projeto a um dos componentes da alvenaria convencional, considerando a predominância deste modelo construtivo. Devido à significativa influência do tijolo nas características da moradia e seu potencial de impacto, optou-se por desenvolver uma proposta conceitual de redesign desse elemento, tecnicamente chamado de bloco de vedação. Com essa abordagem, definiu-se o problema de projeto:

**“Como o design de um bloco de alvenaria pode auxiliar o processo de elevação de paredes de vedação não portantes nas construções de pequeno porte?”**

#### 1.5 OBJETIVOS

Os objetivos de um projeto direcionam sua finalidade principal, estabelecendo um foco claro para a solução que será desenvolvida. Sendo assim, o presente trabalho tem como objetivo geral **desenvolver um bloco de vedação, compatível com o sistema de alvenaria convencional, que facilite o processo de construção de paredes de vedação, orientado para a melhoria da experiência do usuário no processo de autoconstrução no contexto da realidade brasileira.**

A primeira etapa deste trabalho buscou aprofundar o conhecimento para então definir este objetivo de maneira mais específica. A partir das pesquisas realizadas com usuários e especialistas, foram identificados quais benefícios representam necessidades mais latentes nas habitações do público-alvo, para assim definir as características desejadas como resultado para o trabalho. Estas estão compiladas e informadas nos requisitos de projeto.

Desta forma, tem-se como objetivos específicos:

- a) Compreender o contexto da construção civil no Brasil a partir de pesquisas, entrevistas semiestruturadas com usuários e contato com especialistas;

- b) Investigar os problemas existentes no sistema escolhido a fim identificar requisitos do usuário e consequentes oportunidades de melhorias;
- c) Pesquisar projetos similares e relacionados a fim de aproveitar avanços tecnológicos já desenvolvidos;
- d) Gerar alternativas para o elemento construtivo visando agregar benefícios de mitigação dos problemas identificados;
- e) Selecionar os materiais e identificar suas restrições;
- f) Selecionar e validar as alternativas a partir de protótipos e interações com o público-alvo.

## 1.6 DELIMITAÇÕES

Este trabalho tem como objetivo explorar o campo da construção civil a partir da perspectiva do design. Por se tratar de um Trabalho de Conclusão de Curso em Design de Produto, os resultados esperados são de um projeto conceitual. Isto é, buscase explorar um bloco com formato novo, funcionalidades e benefícios teóricos, baseados em princípios extraídos de estudos prévios e da análise das características e propriedades dos produtos similares. É relevante destacar a necessidade de se realizarem análises técnicas aprofundadas de materiais, estrutura e estudo de custos para que a viabilidade, segurança e conformidade do bloco proposto com as normas realmente seja comprovada, e que esses estudos exigem formações específicas em engenharia civil e de materiais não contempladas pelo escopo deste trabalho.

Ademais, há uma série de normas e certificações de alto detalhamento para a aprovação da utilização de novos elementos construtivos em construções civis. Estas dependem de testes e ensaios não comportados pela natureza conceitual deste trabalho de conclusão de curso. No entanto, se entende como extremamente relevante a compreensão básica destas para o desenvolvimento do conceito proposto. É importante também apontar que, por se tratar de edificações, processos complexos, demorados e caros, a prototipação para validação necessitou ser adaptada em escala, por meio de modelos digitais e por materiais e processos alternativos.

Por fim, o problema social de acesso à moradia é de extrema complexidade e deve envolver agentes governamentais e institucionais em escala sistêmica. A autoconstrução não assistida é uma realidade não ideal, mas, enquanto realidade, mantém-se dentro do escopo de exploração deste trabalho como relevante na definição

dos requisitos de usuários que guiaram a seleção da proposta de solução final. Contudo, o presente projeto mantém sua relevância como exercício de inovação.

## 2 METODOLOGIA

O desenvolvimento deste trabalho teve sua estrutura geral baseada nas etapas comuns de diversas metodologias de design consolidadas, adaptadas de maneira com que as subdivisões pudessem se alinhar com o escopo de entregas e exigências de um Trabalho de Conclusão. O esqueleto principal foi baseado na metodologia de Baxter (2000). A escolha deste autor foi devida à natureza versátil de sua proposta, que visa atender tanto a comunidade acadêmica quanto o mercado de negócios, e em seu enfoque em inovação através de projeto de produtos industriais, que ressoa com o objetivo deste trabalho.

### 2.1 METODOLOGIA DE BAXTER

Baxter (2000), em seu livro “Guia Prático para o design de novos produtos”, sugere a organização da atividade projetual em 4 etapas principais. São elas:

- a) **Identificação das oportunidades:** busca a análise crítica do problema motivador do projeto, por meio de reflexões sobre suas causas e interrelações com demais contextos e problemas. Nesta etapa, o autor sugere a análise de concorrentes, a especificação do estilo, a investigação das necessidades de mercado, entre outros. Resultando na definição do benefício básico da proposta e seus principais limites de viabilidade, para que então se possa partir para a exploração de diferentes formas de atingi-lo dentro das restrições de posicionamento delimitadas.
- b) **Projeto conceitual:** visa a geração do máximo de ideias possíveis para posterior análise e seleção das alternativas para, em seguida, definir um conjunto de princípios funcionais e de estilos para a futura solução. Aqui, estão contempladas diversas ferramentas de estímulo à criatividade, métodos de avaliação dos conceitos a partir de atributos funcionais, semânticos e simbólicos, técnicas de seleção de conceito etc.
- c) **Configuração do projeto:** tem como objetivo a conversão das informações pesquisadas na etapa de identificação das oportunidades em requisitos tangíveis e mensuráveis para a avaliação sistemática e seleção das alternativas geradas na etapa anterior. Então, retoma-se as técnicas de criação a fim de definir a arquitetura do produto, desta vez, buscando examinar

processos de fabricação e montagem de cada componente, materiais e configurações formais para o conceito selecionado.

- d) **Projeto detalhado:** conclui o projeto com as definições técnicas finais que orientem a fabricação do produto. Por exemplo, sugere-se a entrega do dimensionamento final detalhado descrito em desenhos técnicos, especificação da composição de materiais, detalhes do processo de fabricação e manuais de utilização e manutenção.

Ao longo de sua obra, Baxter enfatiza que “diferentemente de outros livros, este não apresenta um método a ser adotado como caminho único no desenvolvimento de novos produtos” (BAXTER, 2000 pag. 5). Assim, incentiva o leitor a usar a metodologia apresentada como um ponto de partida flexível, adaptando-a às necessidades específicas de cada projeto.

O autor também destaca a possibilidade de reorganizar a ordem das etapas propostas, realizando, por exemplo, a definição dos requisitos de projeto antes de se iniciar a criação. Embora isso possa limitar a criatividade e inovações disruptivas, é uma abordagem que pode ser útil em escopos mais definidos e com cronogramas restritos, contribuindo para uma geração mais assertiva de soluções. Esta recomendação foi considerada apropriada para as particularidades e demandas do projeto em questão, resultando em sua adoção na metodologia adaptada utilizada.

No entanto, optou-se por manter a divisão de dois momentos distintos de criação, sendo o primeiro conceitual e o segundo mais detalhado. Ademais, percebeu-se nessa organização a oportunidade de utilização de técnicas e ferramentas de avaliação das alternativas para a proposição de melhorias junto ao refinamento dos conceitos iniciais.

## 2.2 REFERÊNCIAS COMPLEMENTARES

A partir da estrutura geral proposta por Baxter e sua abertura para adaptações, buscou-se complementação teórica em referências complementares como Kumar (2012), Lobach (2001), Merino (2016) e Pazmino (2015).

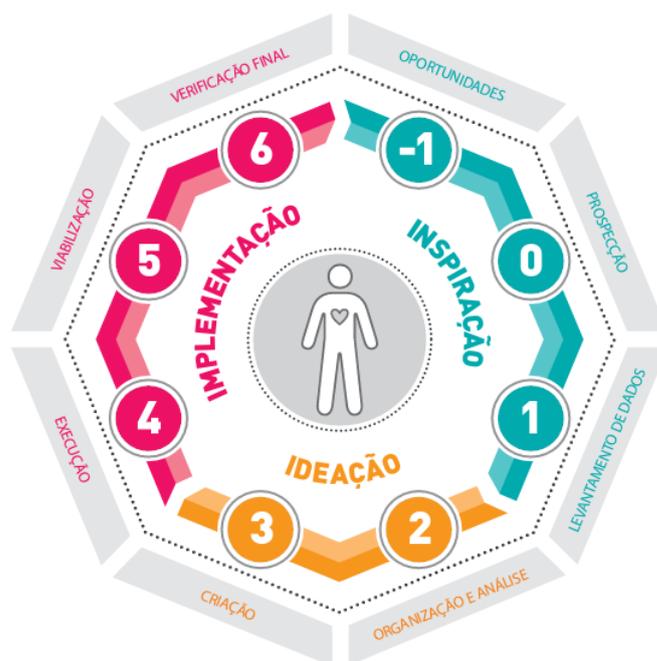
A referência “101 Design Methods: A Structured Approach for Driving Innovation in Your Organization” de Kumar (2012) agrega o incentivo à visão sistêmica na análise do problema, propondo buscas mais amplas em bases de dados formais e informais como etapa inicial para identificar oportunidades de inovação. Sua etapa “Sense Intent” e seus 5 princípios serviram de guia para a definição inicial do tema deste

projeto e algumas de suas ferramentas aparecem ao longo das primeiras etapas da metodologia adaptada.

Lobach (2001), em sua obra “Bases para a configuração dos produtos industriais” complementa aspectos técnicos voltados para o desenvolvimento de produtos em massa. Ainda, traz aspectos relacionais entre objeto, usuário e contexto, com a caracterização de funções práticas, estéticas e simbólicas que se fazem extremamente relevantes quando analisado o aspecto antropológico do bloco de vedação como elemento da moradia.

O enfoque no projeto centrado no usuário foi complementado pela proposta metodológica de Merino (2016), em sua publicação “GODP – Guia de Orientação para Desenvolvimento de Projetos” (Figura 4). Nela, a autora enfatiza a importância da prototipação e da verificação dos requisitos e alternativas geradas a partir de pontos de contato com os usuários definidos em cada uma das etapas.

**Figura 4 - Proposta metodológica centrada no usuário**



Fonte: Merino, 2016.

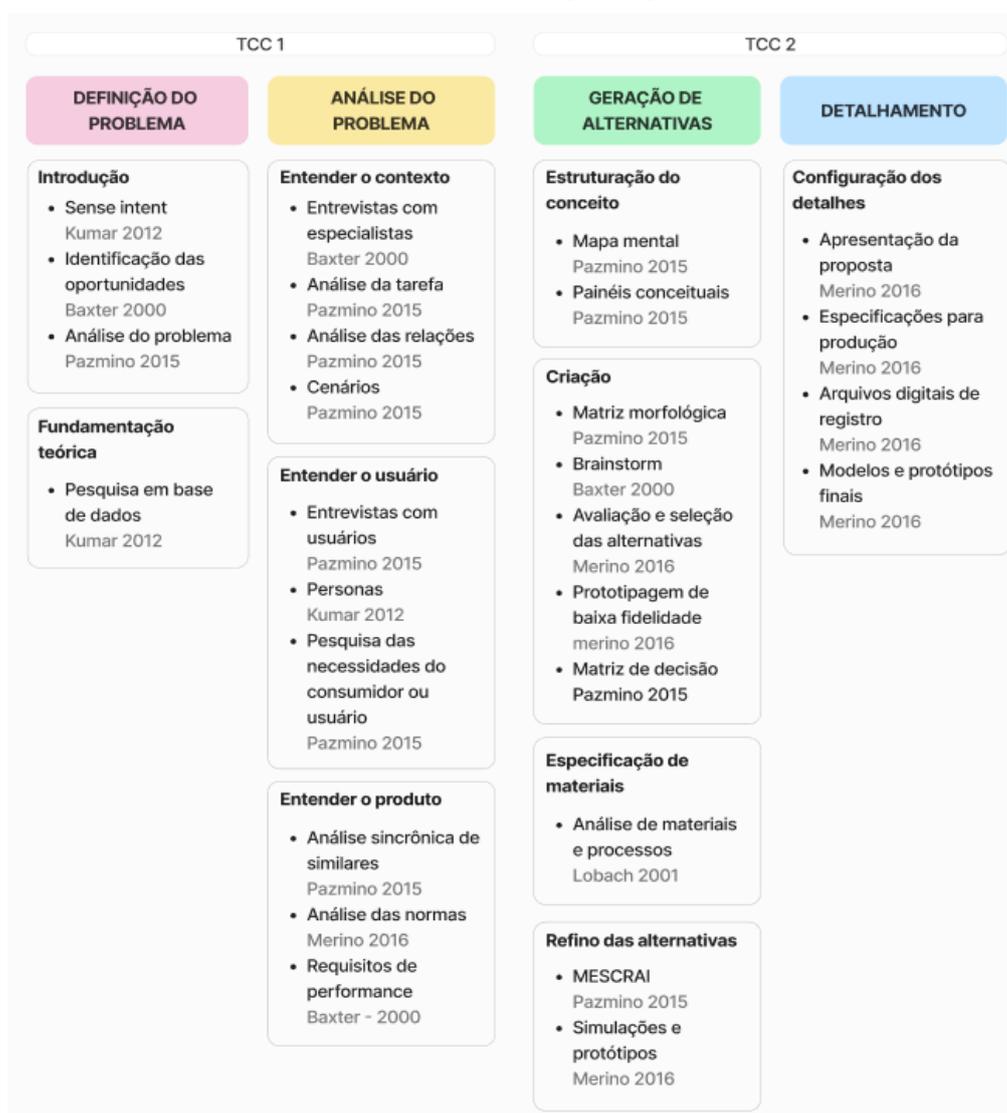
Por fim, foi utilizado o livro “Como se Cria: 40 métodos para design de produtos” de Pazmino (2015) como fonte de ferramentas de projeto. Este livro é um compilado de procedimentos apresentadas por diversos autores como Baxter (2000), Bomfim (1995), Bonsiepe (1984), Burdek (2006), Cross (2008), Jones (1978), Lobach (2001) e Morales (2006), junto a práticas e técnicas comuns no mercado de design sem autor próprio. No

livro, a autora apresenta uma seleção triada com enfoque na maior adequação a projetos acadêmicos de Design, deixando de lado conteúdos de seus autores fontes que tenham sua aplicabilidade mais voltada a áreas comerciais ou de engenharia.

## 2.3 METODOLOGIA ADAPTADA

Assim, partindo da estrutura de Baxter e nas complementações dos autores apresentados, foi elaborada uma metodologia adaptada visando satisfazer as demandas de escopo deste trabalho. O resultado está apresentado no quadro 1, que relaciona as principais etapas do projeto e suas subdivisões com as principais referências utilizadas para determinação das atividades realizadas em cada uma.

**Quadro 1 - Metodologia adaptada**



### 3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo está exposta a síntese de uma pesquisa bibliográfica inicial para introduzir os assuntos relacionados ao tema do projeto. Dentre eles, foram abordados dois tópicos principais: a) subsistemas de uma construção e sua relação com o produto e b) habitações populares.

#### 3.1 SUBSISTEMAS DE UMA CONSTRUÇÃO

Uma construção é composta por algumas etapas e subsistemas principais: Fundação e alicerce, estrutura, vedação, aberturas, sistema elétrico, sistema hidráulico, cobertura e acabamento. Eles podem variar em métodos construtivos tanto no sistema geral escolhido quanto nas técnicas específicas de cada um (Figura 5).

**Figura 5 - Esquema visual mostrando algumas das etapas construtivas gerais de uma casa: escolha e preparação do terreno, fundação, estrutura, vedação, cobertura, acabamentos e instalações (em ordem)**



Fonte: Vecteezy<sup>1,2</sup>

Camacho (2006), se refere ao conceito de sistema construtivo como “um processo construtivo de elevado nível de industrialização e de organização, constituído por um

<sup>2</sup> Disponível em: <https://pt.vecteezy.com/artes-vetoriais/17650674-fases-de-construcao-de-casas-isometricas-isoladas-em-branco-etapas-desde-o-projeto-ate-a-construcao-finalizada>. Acesso em: 04/05/2024

conjunto de elementos e componentes inter-relacionados e completamente integrado pelo processo”. Conforme tal definição, as técnicas utilizadas em cada etapa não são independentes, cada uma corresponde a valores de carga que exigem estruturas específicas, ou características de versatilidade que podem tanto agregar funções quanto produzir lacunas que tornem obrigatório o uso de alguma técnica complementar em outro subsistema. Por exemplo, as telhas cerâmicas apresentam melhores características de isolamento térmico do que as telhas de PVC (ADNORMAS, 2019), porém, além de mais caras, são mais pesadas e exigem uma estrutura do telhado mais robusta e, conseqüentemente mais custosa (ABITELHA, 2020). No entanto, se desejado o mesmo nível de conforto térmico em ambos os casos dessa comparação, deve-se também levar em conta os custos envolvidos com aquisição, instalação e gastos energéticos futuros com os equipamentos de climatização necessários no caso das telhas de PVC.

Existem inúmeros materiais, técnicas, variações e combinações possíveis que podem ser usadas para compor uma construção. No entanto, há técnicas que prevalecem em popularidade quando analisa-se o cenário das construções de pequeno porte no país. O bloco de alvenaria de vedação faz parte desse conjunto, e interage de várias maneiras com os demais elementos da construção. Para melhor entender seu contexto de aplicação, busca-se, a seguir, apresentar seus principais pontos de contato com outras etapas da obra.

### **3.1.1 Fundação**

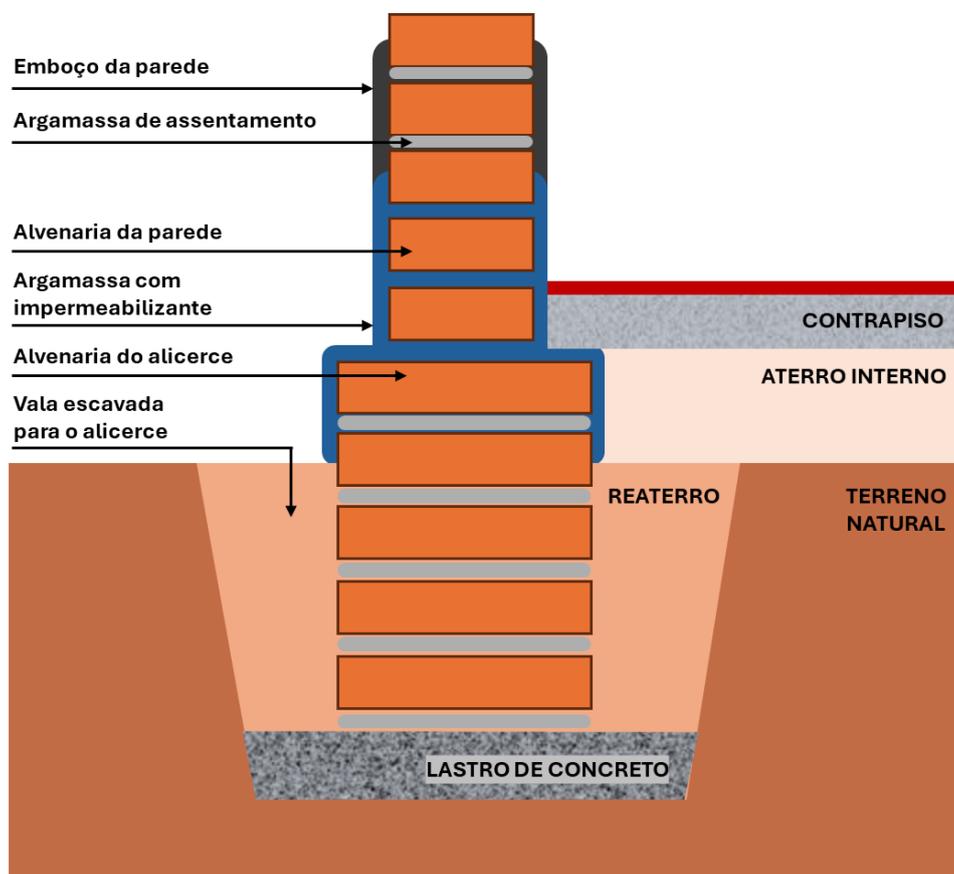
Para o início da obra, após projeto e marcações do canteiro, geralmente é feito o nivelamento do terreno por meio de aterro e/ou escavações para que a casa se situe em uma superfície plana. A depender do tipo de solo do terreno e do tamanho e distribuição de cargas de uma construção, um engenheiro ou técnico habilitado calcula e projeta o tipo de fundação mais adequado, que pode ser do tipo rasa ou do tipo profunda, de acordo com as orientações da norma NBR 6122. De forma simplificada, Borges (2017) afirma que “as fundações devem fazer com que a tensão transmitida ao terreno seja menor que a tensão que este solo é capaz de suportar”.

Ainda segundo Borges (2017), em casos de pequenas edificações em que a superfície do solo (até 1m de profundidade) apresenta resistência adequada, é comum se utilizar a fundação rasa, que pode ser do tipo direta ou por radier. A fundação por radier consiste em fazer um grande piso de concreto armado a fim de dividir o peso da

construção por toda a extensão ocupada pela casa. As fundações diretas, por sua vez, podem ser tanto por estruturas de concreto armado (como sapatas isoladas ou corridas e vigas baldrames também no mesmo material), quanto por alicerce em alvenaria, mais comum em construções pequenas de cargas reduzidas, como edificações térreas.

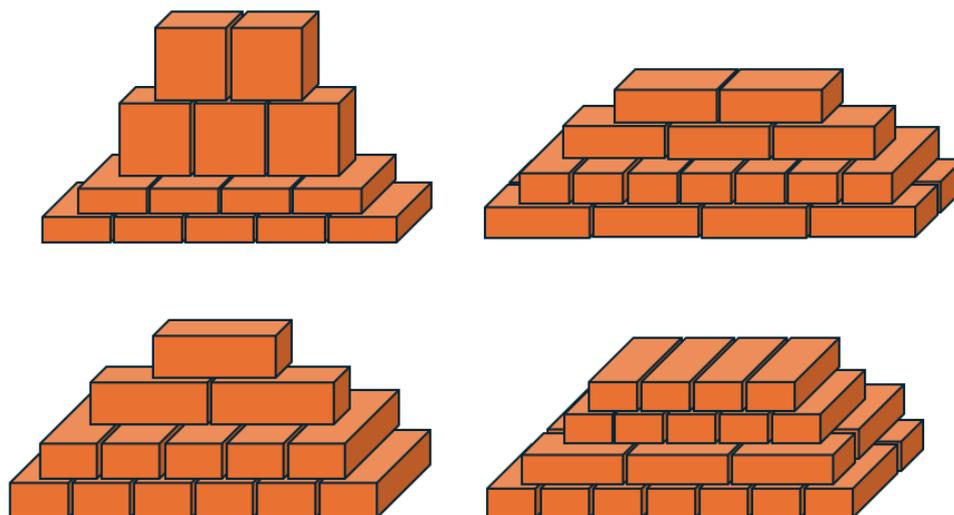
Para a construção do alicerce em alvenaria é, primeiramente, cavada uma vala em nível entre 40cm e 1m de profundidade, de modo que se evite camadas de terra muito remexidas, com materiais orgânicos ou formigueiros. Então, é feito um apiloamento da vala e a concretagem de seu fundo sem armação, a fim de isolar, nivelar e uniformizar a superfície de apoio da alvenaria. Assim, são então construídas paredes de alvenaria “reforçadas”, a fim de aumentar a área de contato com o solo e distribuir a carga (Figura 6). Para isso, utilizam-se espessuras maiores do que a planejada para as paredes de vedação, fazendo uso de tijolos deitados, cruzados, blocos de dimensões maiores ou colocação de mais de uma fileira lateral de blocos, com amarração entre as fiadas, conforme exemplificado na figura 7 (BORGES, 2017).

Figura 6 - Esquema visual de uma fundação do tipo alicerce



Fonte: Autora.

**Figura 7 - Diferentes exemplos de padronagem para o assentamento do alicerce em alvenaria com relação a espessura da parede e tipo de bloco**



Fonte: Autora.

É recomendado que essa parede esteja parcialmente soterrada em sua altura a no mínimo 30cm de profundidade do terreno, para evitar deslocamentos superficiais de terra que podem causar trincas ou comprometer a firmeza da construção (BORGES, 2017). Para evitar alagamentos e reduzir a presença de insetos, é prática comum dentro da arquitetura a elevação desse alicerce em algumas fiadas a mais acima do solo. (CAO, 2020).

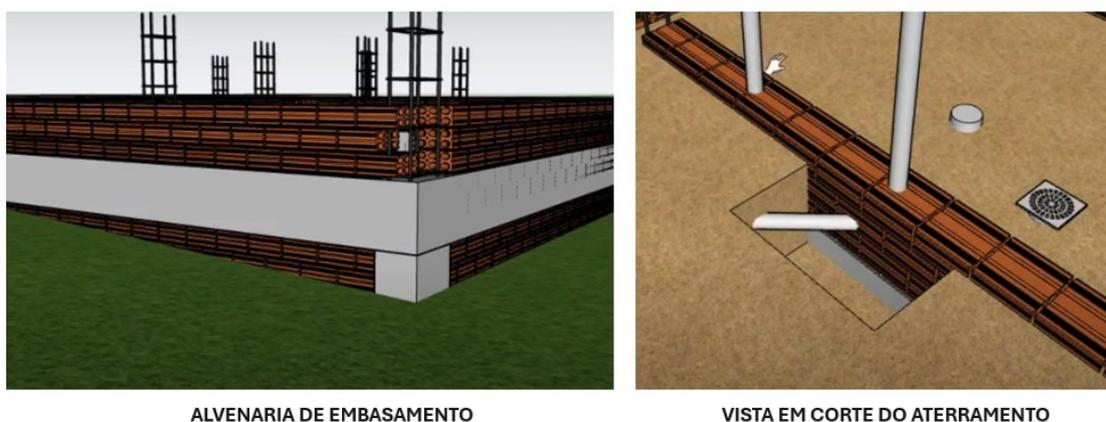
Ademais, aconselha-se fazer uma cinta de amarração no respaldo dos alicerces com concreto armado com barras de ferro corrido simples, para conter pequenos esforços horizontais advindos de recalques do terreno ou do próprio peso da construção. (BORGES, 2017). Essa cinta de amarração pode ser feita usando os tijolos como forma, com formas de madeira ou com blocos próprios do tipo canaleta, comumente encontrados em concreto ou cerâmica, como parte da família dos blocos estruturais (THOMAZ *et al.*, 2009).

No caso de construções de maiores cargas, é recomendado que, no lugar da cinta de amarração, seja usada uma viga baldrame, com armações mais complexas próprias ao projeto, calculada e dimensionada por profissional qualificado. Ela também é utilizada no caso de terrenos menos firmes, nos quais recomenda-se furar com uma broca até o encontro de solo seco e firme e preencher esses furos com concreto armado que encontrará a vala da viga, fornecendo sustentação a construção. No caso de terrenos

onde se encontra água na escavação, as técnicas começam a ficar mais complexas e exigir execução especializada (BORGES, 2017).

As vigas baldrame são elementos estruturais de concreto armado que dividem a infraestrutura da supra estrutura, ou seja, dividem a fundação das estruturas acima do solo. Elas são o componente horizontal da estrutura da fundação, e são responsáveis por transmitir as forças exercidas pelos demais elementos da construção ao alicerce, que, por sua vez, distribui essas forças ao solo. Esse alicerce pode ser do tipo sapatas isoladas ou corridas, fundações profundas, entre outros e estão, na maioria das vezes, enterrados abaixo do nível do solo. A viga baldrame, por sua vez, pode também estar elevada sobre ele (SEBRAE, 2022). Nesse caso, o piso térreo pode estar elevado por meio de estruturas similares ao de uma laje, como pode também ser aterrado, cenário no qual é necessário preencher os espaços abaixo da viga baldrame para conter o material do aterramento (Figura 8).

**Figura 8 - Esquema ilustrativo de um exemplo de alvenaria de embasamento dividida com fiadas acima e abaixo da viga baldrame. Ao lado, vista em corte do aterramento mostrando como ocorre a passagem de tubulações sob o piso sem comprometimento da viga baldrame**



Fonte: Capturas de tela do vídeo “Alvenaria de Embasamento” no canal Salatiel Kerne no Youtube.<sup>3</sup>

Esse preenchimento é chamado de alvenaria de embasamento e é comumente realizado com blocos de alvenaria reforçados, similar aos métodos descritos acima nos alicerces de alvenaria: com uso de tijolos deitados, blocos estruturais ou camada dupla sobreposta de tijolos maciços, para conter os esforços laterais proveniente da pressão material de aterro. Por esse motivo, essa alvenaria não deve exceder 50cm de altura, nem 4m de comprimento.

<sup>3</sup> Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=OA6WxgO-SqY>. Acesso em 01/05/2024

Caso isso seja necessário ao projeto, deve-se reforçar a estrutura com vigas e pilares de fundação adicionais nos intervalos, ou colocar a viga baldrame entre a alvenaria de vedação, alocando parte das fiadas sobre esta viga. Esta prática é também indicada para facilitar a ligação das tubulações das paredes com o piso (Figura 8), evitando cálculos complexos e possíveis erros de execução envolvidos na passagem de tubulações por dentro do baldrame. (SINAPI, 2021)

A etapa de fundação é importante para fornecer estabilidade estrutural a edificação. A falta do planejamento e execução adequada dela pode gerar deformações não comportadas pelas paredes de alvenaria e produzir trincas no futuro da construção (BORGES, 2017). Além disso, a impermeabilização é fundamental nessa etapa para que a estrutura da obra e o acabamento da construção não sejam comprometidos, podendo gerar problemas de oxidação da ferragem ou de mofo de difícil correção. Entretanto, os ensaios e acompanhamento técnico essenciais nesta etapa são muitas vezes deixados de lado ou sendo mal executados nas construções informais. Assim, acaba-se optando por técnicas inadequadas para o solo da região, gerando trincas e descolamentos futuros nas paredes e, em piores casos, podendo provocar o desabamento da construção. (RODRIGUES, 2016)

### **3.1.2 Estrutura**

A sustentação do peso geral da construção é dada pelos componentes estruturais de um sistema construtivo. Dentro do sistema da alvenaria de vedação, ela é composta por um conjunto de vigas e pilares de concreto armado (Figura 9) para sustentar esforços de compressão, reforçados por ferragens de aço para auxiliar nos esforços de tensão (SILVA, 2021).

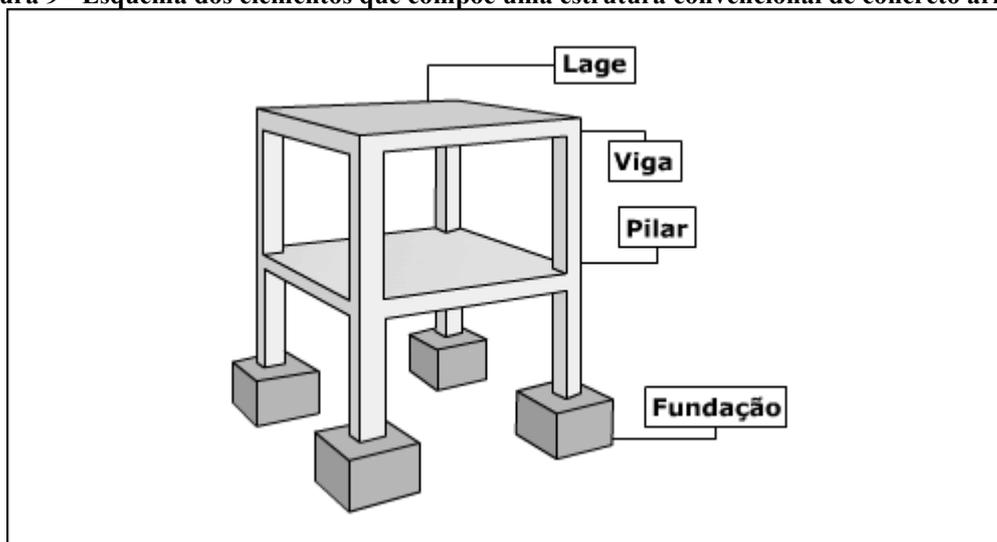
De acordo com Bastos (2023), as estruturas de concreto são comuns em diversos países do mundo, caracterizando-se como estrutura preponderante no Brasil. “Comparada a estruturas com outros materiais, a disponibilidade dos materiais constituintes (concreto e aço) e a facilidade de aplicação, explicam a larga utilização das estruturas de concreto”.

Esta estrutura é responsável pela sustentação da casa, enquanto as paredes de alvenaria, nesse caso, têm função apenas de preenchimento. Conforme o código de práticas de alvenaria de vedação, elaborado dentro do Programa HABITARE:

alvenarias de vedação são aquelas destinadas a compartimentar espaços, preenchendo os vãos de estruturas de concreto armado, aço ou outras estruturas. Assim sendo, devem suportar tão somente o peso próprio e cargas de utilização, como armários, rede de dormir e outros. Devem apresentar adequada resistência às cargas laterais estáticas e dinâmicas, advindas, por exemplo, da atuação do vento, impactos acidentais e outras.

**THOMAZ, et al., 2009**

**Figura 9 - Esquema dos elementos que compõe uma estrutura convencional de concreto armado**



Fonte: Blog Projetou.<sup>4</sup>

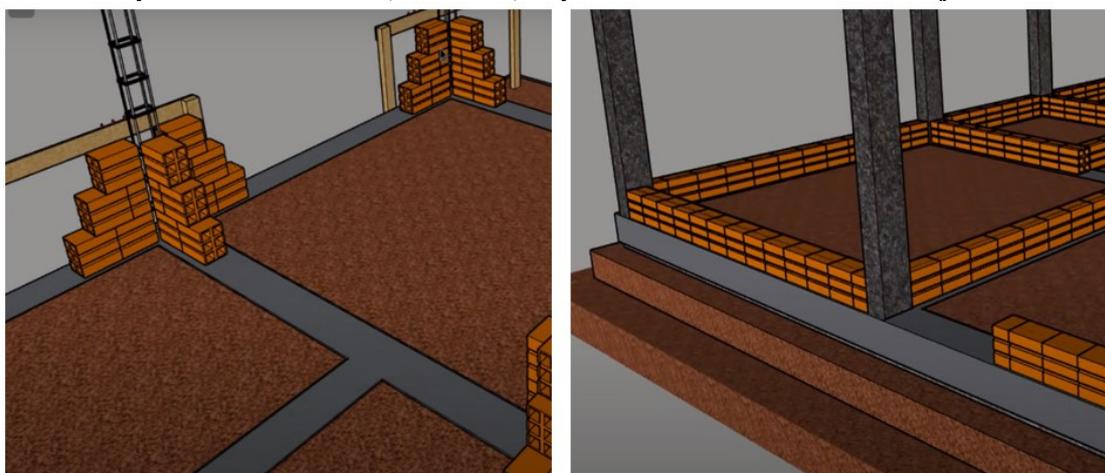
Segundo Cavalheiro (2009), no ramo das construções no Brasil, a forma convencional de construção das estruturas de concreto armado acontece pela moldagem “in loco”, através da construção de fôrmas em madeira preenchidas com concreto. No caso das pequenas construções, esse preenchimento é feito com uso de baldes.

Há dois meios comuns de elevação dos pilares observados em pequenas construções (Figura 10). O primeiro, e mais comum quando observados tutoriais e conteúdos destinados a pedreiros, é encaixar as ferragens de armação e elevar as paredes de alvenaria ao redor do espaço destinado para os pilares, de forma que ao final da elevação das paredes já aprumadas, possa-se apenas fechar os vãos com tábuas e usar as próprias bordas das paredes como parte da forma. É uma técnica que aumenta a praticidade da moldagem dos pilares e, teoricamente, reforça a ligação dos blocos com o pilar, evitando descolamentos. No entanto, por não ter armação e não possuir característica estrutural, se expostas a forças como ventos ou batidas acidentais antes de

<sup>4</sup> Disponível em: <https://www.projetou.com.br/posts/calculo-estrutural/>. Acesso em: 13.05.2024

fixá-las nas estruturas, as paredes podem cair ou entortar, perdendo prumo, nível e causando retrabalho. Desta forma, é contraindicada pela NBR 8545/1984, que recomenda que panos de alvenaria não sejam deixados sem amarração com a estrutura nem sejam executados com alturas muito elevadas de uma só vez. O método indicado no Código de Práticas de Alvenaria de Vedação em Blocos Cerâmicos (THOMAZ, 2019), disponibilizado pela Caixa Econômica Federal, é a de elevação prévia dos pilares com formas e posterior preenchimento dos vãos com a alvenaria.

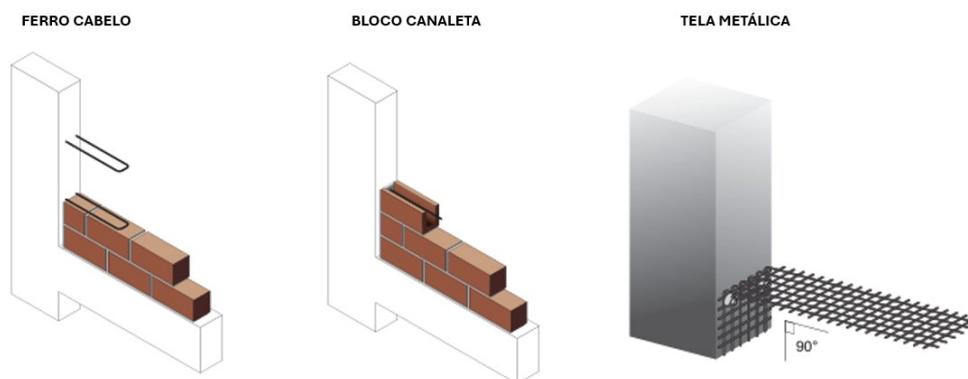
**Figura 10 - Esquemas ilustrativos das técnicas mencionadas, sendo, na esquerda, o método de realizar primeiro a alvenaria e, na direita, de preencher os vãos das estruturas já moldadas**



Fonte: Capturas de telas de vídeos do canal PiEco-Sus 3D, no Youtube.

Nesta técnica, é importante a limpeza completa dos desmoldantes utilizados nas tábuas e é recomendada a aplicação de chapisco na superfície lateral desses pilares para aumentar a adesão com a argamassa de assentamento. Também é aconselhado incluir armações metálicas sobressalentes dentro dos pilares, fazendo uso de bloco canaleta ou ganchos de dois ramos (Figura 11). Alternativamente, também é possível o uso de telas metálicas presas no pilar e dobradas de forma a ficar dentro da argamassa de assentamento. (THOMAZ *et al.*, 2009)

**Figura 11 - Esquema ilustrativo das técnicas de ligação da parede de vedação com os pilares estruturais no sistema convencional**



Fonte: THOMAZ *et al.* 2009.

### 3.1.2.1 Alvenaria estrutural

Dentro do campo da alvenaria, há também um sistema construtivo que utiliza blocos específicos, que seguem outro conjunto de normas, para a elevação de paredes estruturais, ou seja, une os subsistemas de estrutura e vedação em apenas um, chamado de Alvenaria Estrutural. Se bem calculado, é um sistema simples que pode apresentar diversas economias de custos brutos e, principalmente, de tempo aos investimentos totais da obra (SILVA, 2021). Vem sendo cada vez mais utilizado nas construções de habitações de interesse social pelo programa Minha Casa Minha Vida, por exemplo, mas na modalidade onde as casas são construídas por construtoras, acompanhadas de projetos específicos e mão de obra especializada (CARVALHO, 2010).

No entanto, para a realidade das casas populares autoconstruídas, há algumas desvantagens do sistema que potencialmente explicam a resistência à sua adoção. A primeira é a dificuldade em se realizar modificações posteriores ao projeto, pois, por a parede ter função estrutural, rasgos para passagem de canos ou fiação, aberturas como janelas e portas ou demolições de paredes para modificação de ambientes são de grande complexidade, podendo causar o desabamento da construção (SILVA, 2021). Isso representa um risco especialmente relevante no mercado da informalidade, onde os projetos, quando existentes, não estão devidamente registrados e não se valoriza a importância de comunicar essas informações durante a venda para novos proprietários. Segundo o censo de 2022 do IBGE, 13,6% dos moradores com casa própria não possuíam registros formais dela, subindo para 18,5% quando analisada apenas o quinto populacional de menor renda familiar per-capita do país (IBGE, 2023). Soma-se como

desvantagem para esse caso o empecilho à construção incremental, muito comum no contexto da autoconstrução. Quando não é possível alterar a configuração das paredes depois da construção, impede-se que a casa seja construída e ampliada ao longo do tempo, com adição de cômodos conforme necessidades da família e disponibilidade de dinheiro para construção.

Também há a questão anteriormente mencionada da resistência de profissionais acostumados com o sistema convencional, mais comum, em trabalhar com um sistema diferente, bem como a de clientes, que desconfiam da segurança de sistemas que não conhecem. Ademais, o valor isolado desse tipo de bloco é mais caro que o bloco de vedação convencional (SINAPI, 2024), logo, mesmo que possa representar economias nos custos totais da obra, ela só é percebida a partir de um projeto detalhado e orçamentos comparativos prévios, muitas vezes não realizados no cenário informal das construções (CAU/Datafolha, 2022). A falta de projeto faz-se também evidente durante a obra, pois a alvenaria estrutural demanda que as tubulações hidráulicas e conduítes elétricos sejam passados durante a construção, exigindo um cenário de obra muito organizado e controlado, pois depois de pronta não pode ser quebrada facilmente. Sendo assim, as estruturas de concreto armado seguem sendo as mais comuns nas pequenas construções (IBGE, 2019).

Por vezes, são construídas casas com blocos de vedação sem a presença de estruturas de concreto armado como vigas e pilares, apenas com cintas de amarração. Elas são práticas comuns no caso de pequenas construções com baixa carga, no entanto, se empregadas em situações indevidas, podem representar sérios riscos para a segurança e sustentação da moradia (BORGES, 2017).

### **3.1.3 Vedação**

Junto ao processo de construção da estrutura em concreto armado, inicia-se o processo de fechamento dos vãos, formando as paredes de alvenaria. “Chama-se de alvenaria o conjunto de peças justapostas coladas em sua interface, por uma argamassa apropriada, formando um elemento vertical coeso” (TAUIL *et al*, 2010).

#### **3.1.3.1 Tipos de blocos**

Essas peças modulares, convencionalmente chamada de blocos ou tijolos, podem ser produzidas de diversos tipos e materiais, há blocos maciços, com furação

perpendicular na horizontal, na vertical e mesmo blocos com furações internas mais complexas a fim de promover maior isolamento acústico (MARINOSKI, 2011). Dentre os materiais, é comum encontrar blocos cerâmicos queimados, de concreto e algumas inovações em materiais como o tijolo ecológico, produzido com materiais do próprio terreno, blocos de plástico reciclado ou compósitos com demais materiais (SINAPI, 2012). Alguns exemplos podem ser conferidos na figura 12.

**Figura 12 - Alguns exemplos de diferentes tipos de blocos encontrados em catálogos de fabricantes**



Fonte: Autora

Cada tipo de material e formato fornece características diferentes ao produto, e um estudo mais aprofundado sobre essas variações está apresentado no trabalho na etapa de análise de similares. De acordo THOMAZ *et al.* (2009):

os projetos de arquitetura, e até mesmo alguns projetos de alvenaria, têm se restringido ao comportamento mecânico e à coordenação dimensional das paredes com outros elementos da obra, como caixilhos e vãos estruturais. Na realidade, as alvenarias devem ser enfocadas de forma mais ampla, considerando-se aspectos do desempenho termoacústico, resistência à ação do fogo, produtividade e outros. Sob o ponto de vista da isolação térmica ou da inércia térmica das fachadas, por exemplo, as paredes influenciam a necessidade ou não de condicionamento artificial dos ambientes internos, com repercussão no consumo de energia ao longo de toda a vida útil do edifício.

Os blocos cerâmicos também costumam ser disponibilizados em diferentes tamanhos por seus fabricantes (Quadro 2), a fim de atender diferentes demandas de isolamento, resistência e custos. Ainda assim, são componentes modulares e exigem que a planta seja dimensionada a fim de comportar um número inteiro de blocos e suas respectivas camadas de argamassa de assentamento entre os vãos da estrutura, portas e janelas. Esse procedimento, chamado de coordenação modular (THOMAZ *et al*, 2009), é recomendado pela norma NBR 5718/1982 e NBR 5708/1982. Entretanto, nem sempre isso é possível ou planejado previamente, assim, existem blocos de dimensões reduzidas, como os “blocos compensadores” e os “meio blocos, usados também para o alinhamento das faces de encontro entre parede e estruturas ou aberturas. É, porém, prática comum a quebra dos blocos para o preenchimento desses espaços, ou o próprio aproveitamento das unidades que, porventura, vieram quebradas no transporte. (BORGES, 2017).

**Quadro 2 - Dimensões de fabricação de blocos cerâmicos de vedação 23/01/2025D**

L x H x C	Largura (L)	Altura (H)	Comprimento (C)		
			Bloco	½ Bloco	
(1) M x (1) M x (2) M	9	9	19	9	
(1) M x (1) M x (5/2) M			24	11,5	
(1) M x (3/2) M x (2) M		14	19	9	
(1) M x (3/2) M x (5/2) M			24	11,5	
(1) M x (3/2) M x (3) M			29	14	
(1) M x (2) M x (2) M		19	19	19	9
(1) M x (2) M x (5/2) M				24	11,5
(1) M x (2) M x (3) M				29	14
(1) M x (2) M x (4) M				39	19
(5/4) M x (5/4) M x (5/2) M				11,5	11,5
(5/4) M x (3/2) M x (5/2) M	14	24	11,5		
(5/4) M x (2) M x (2) M	19	19	9		
(5/4) M x (2) M x (5/2) M		24	11,5		
(5/4) M x (2) M x (3) M		29	14		
(5/4) M x (2) M x (4) M	14	19	39	19	
(3/2) M x (2) M x (2) M			19	9	
(3/2) M x (2) M x (5/2) M			24	11,5	
(3/2) M x (2) M x (3) M			29	14	
(3/2) M x (2) M x (4) M			39	19	
(2) M x (2) M x (2) M	19	19	19	9	
(2) M x (2) M x (5/2) M			24	11,5	
(2) M x (2) M x (3) M			29	14	
(2) M x (2) M x (4) M			39	19	
(5/2) M x (5/2) M x (5/2) M	24	24	24	11,5	
(5/2) M x (5/2) M x (3) M			29	14	
(5/2) M x (5/2) M x (4) M			39	19	

Fonte: THOMAZ *et al*. 2009.

Há também outros formatos de blocos (figura 13) disponibilizados por fabricantes a fim de facilitar diversas funções, como os blocos do tipo canaleta (com perfil em U), que facilitam a construção de cintas de amarração, vergas e contravergas por meio da passagem da armação metálica e concretagem da “forma” composta pelo próprio formato do bloco. Há também os blocos em J, que possibilitam o apoio da laje sem interferir na paginação da parede, blocos de 45°, que permitem formar quinas em ângulos não tangentes, entre outros, menos comuns.

**Figura 13 - Exemplos de subtipos de blocos**



Fonte: autora.

Os blocos cerâmicos devem apresentar características de qualidade reguladas pelas normas NBR 15270, comprovadas por meio a submissão a ensaios periódicos e procedimentos de avaliação definidos na norma e executados dentro do Programa Setorial da Qualidade de Blocos Cerâmicos – PSQ-BC, em vigor no âmbito do Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat (THOMAZ *et al.*, 2009). Dessa forma:

o projeto das alvenarias de vedação deve levar em conta, além do próprio desempenho mecânico, exigências relacionadas à estanqueidade à água, à isolamento térmica, à isolamento acústica, à resistência ao fogo e a outras características. Assim sendo, na seleção do sistema de blocos deve-se considerar: a) dimensões modulares / peso dos blocos (aspectos ergonômicos e de produtividade); b) disponibilidade de blocos especiais (para coordenação modular nos encontros entre paredes); c) disponibilidade de peças complementares (meio-blocos, canaletas, blocos compensadores, etc); d) regularidade geométrica e integridade das arestas; e) embalagem / paletização; f) facilidade de embutimento de dutos / fixação de esquadrias; g) capacidade de sustentação de peças suspensas; h) absorção de água / expansão higroscópica / risco de eflorescências; i) rugosidade superficial / capacidade de aderência de revestimentos; j) resistência

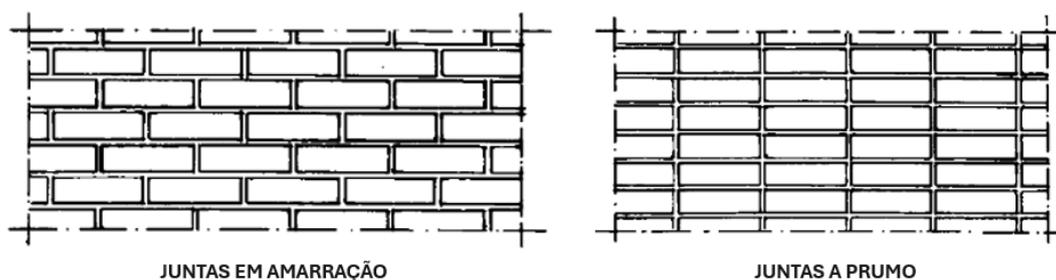
à compressão; k) isolamento térmica; l) isolamento acústica; m) resistência ao fogo.

**THOMAZ et al., 2009**

### 3.1.3.2 Execução da alvenaria

Para o assentamento dos blocos, começa-se aplicando argamassa sobre a viga baldrame ou da laje e dispendo os blocos em linha um a um, seguindo a linha da viga. Recomenda-se o preenchimento completo do vão vertical entre eles com argamassa a fim de aumentar a resistência ao cisalhamento e ao fogo, o desempenho termoacústico, as cargas laterais e a capacidade de redistribuição de tensões decorrente de deformações impostas (THOMAZ et al., 2009). Ao final dessa colocação, é então iniciada a próxima camada, convencionalmente chamada de fiada, executando um procedimento similar. Neste momento, é importante que as juntas de assentamento dos blocos não formem linhas contínuas na vertical, pois isso diminui a resistência total da parede e facilita a formação e propagação de trincas. Essa defasagem de meio bloco entre as fiadas é chamada de amarração vertical, ilustrada na figura 14 (BORGES, 2019).

**Figura 14 - Esquema ilustrativo de juntas em amarração e juntas a prumo**



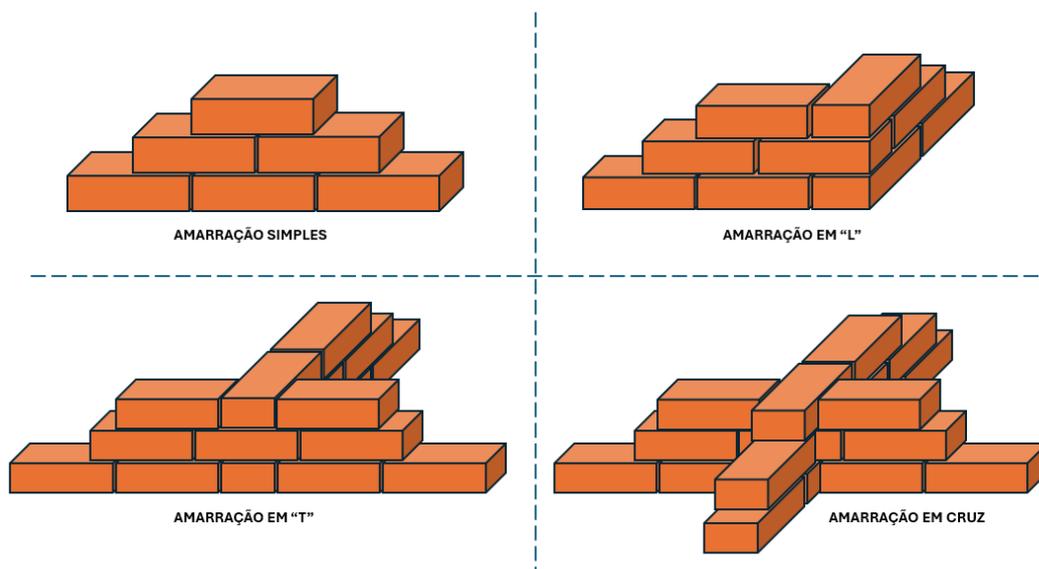
Fonte: NBR 8545 - Execução de alvenaria sem função estrutural de tijolos e blocos cerâmicos – Adaptado autora

É importante que esse cuidado aconteça também nos encontros entre mais de uma parede sem o intermédio de um pilar. Esses encontros podem ser do tipo T, L ou cruz (Figura 15), e devem também, na maioria dos casos, manter as técnicas de amarração (THOMAZ et al., 2009).

Mesmo dentro dos conformes das normas, as variações dimensionais admitidas, quando somadas no conjunto de blocos da parede, podem formar desalinhamentos significativos. Para isso, é importante a conferência do nível, esquadro e prumo das

paredes a cada bloco assentado, de forma que essas pequenas diferenças possam ser gradualmente compensadas pela espessura de argamassa entre os blocos.

**Figura 15 - Esquema ilustrativo exemplificando possibilidades de amarração no encontro de paredes**



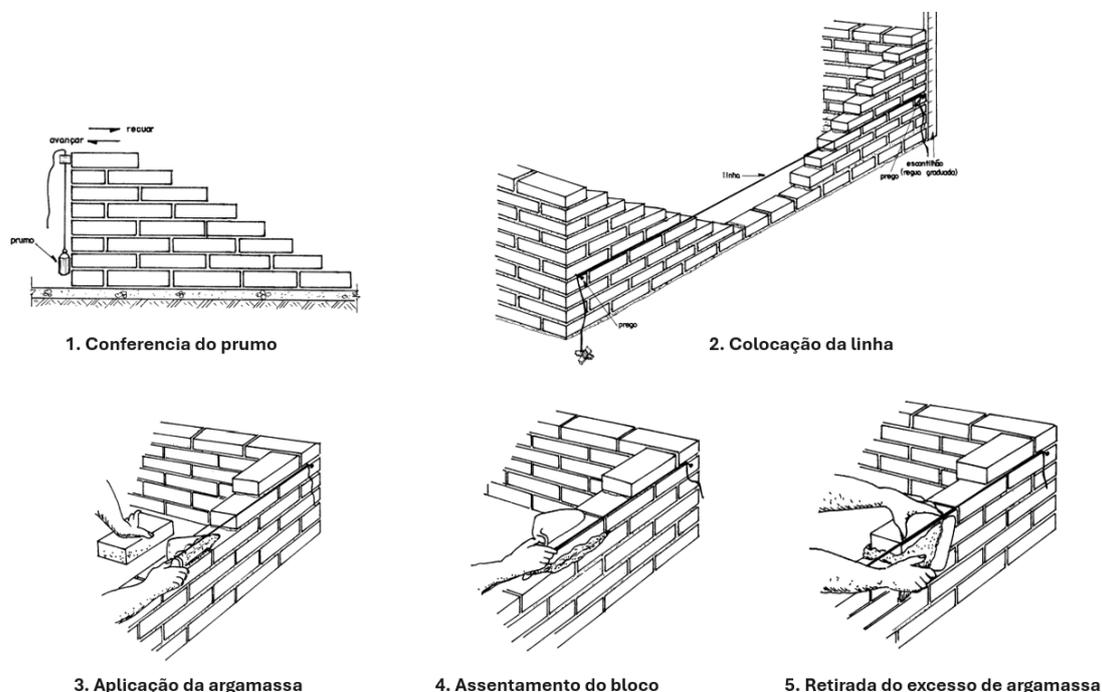
Fonte: Autora.

Existem diferentes técnicas e ferramentas que facilitam esse processo. A mais comum é o uso do instrumento prumo para a conferência dos blocos das extremidades da fiada, conferência do nível (comum com uso de mangueira) e então passagem de uma linha esticada entre esses dois blocos, fixada por meio de pregos. Uma vez que ambos os blocos estão devidamente alinhados, a linha serve de guia tanto para o alinhamento retilíneo, quanto para o prumo, quanto para o nível dos blocos do centro da fiada, basta alinhar a aresta superior de cada bloco com a linha esticada. Assim, resta apenas garantir a coordenação modular por meio da medição do intervalo entre cada bloco, com uso de trena ou gabarito. Para o assentamento da próxima fiada, o procedimento se repete. O processo está ilustrado na figura 16.

Na face imediatamente acima e abaixo das janelas e acima das portas, é importante fazer uso de vergas e contravergas para conter a carga dos tijolos colocados acima dessas aberturas e distribuí-las pelo restante da alvenaria (Figura 17). Essas vergas são geralmente compostas de concreto armado, podendo ser feitas com blocos canaleta, e devem ultrapassar em 20% a largura do vão, com algumas particularidades

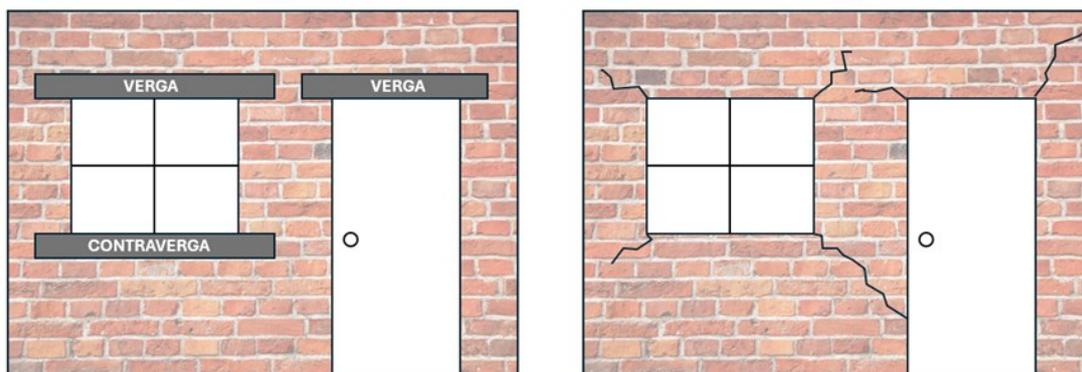
para vãos muito amplos ou sucessivos, nos quais é indicada uma verga contínua, podendo ser uma cinta de amarração (THOMAZ *et al.*, 2009)

**Figura 16 - Esquema ilustrativo do passo a passo de assentamento de um bloco de alvenaria**



Fonte: Técnicas de Construção Civil, 2009. Adaptado Autora.

**Figura 17 - Representação esquemática de verga e contraverga em vãos de portas e janelas e representação de fissurações comuns no caso da ausência dessa técnica**

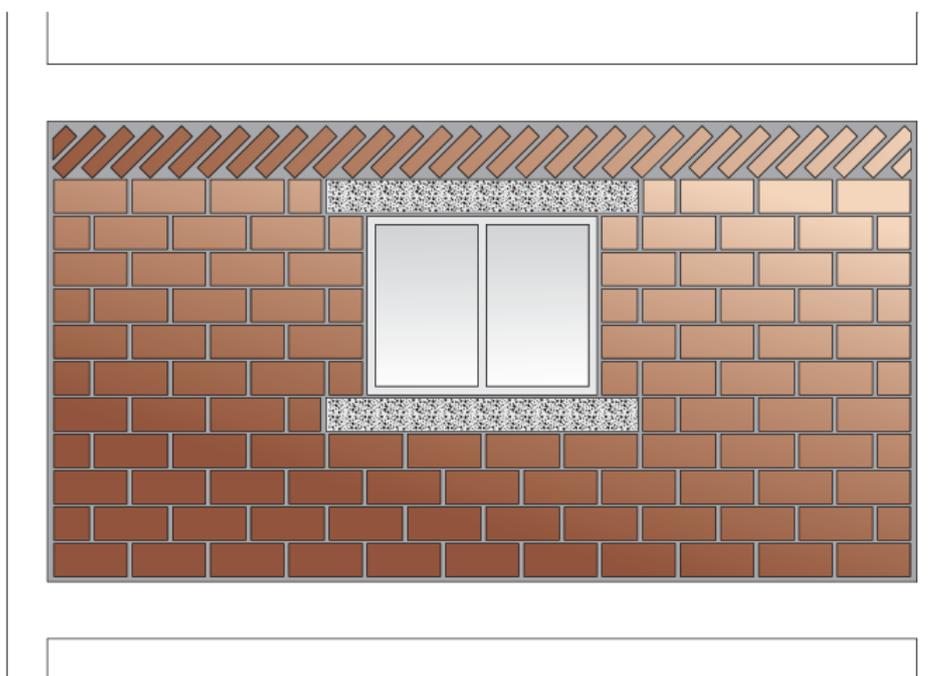


Fonte: Autora.

É necessário ter cuidado com a última fiada dos blocos (encunhamento) com lajes ou vigas superiores, pois, com dilatações por temperatura ou alteração na carga durante a vida útil da construção, pode haver pequenas deformações estruturais nos componentes que devem ter sua transmissão às paredes mitigada. Uma das soluções

possíveis para isso é a colocação de blocos sucessivos inclinados, preenchidos com massa deformável de forma a se criar uma espécie de “colchão” para absorver tais tensões (Figura 18). Essa colocação deve ser feita após a completa cura do assentamento dos blocos da respectiva parede, sendo recomendado o intervalo mínimo de 10 dias para o início deste trabalho. Além disso, no caso de mais de um pavimento, a colocação dessa fiada deve ser realizada após a elevação da alvenaria do pavimento superior (THOMAZ et al., 2009). Para a última fiada antes do telhado, no caso de ausência de viga, também é recomendada a execução de uma cinta de amarração (BORGES, 2019).

**Figura 18 - Representação de encunhamento no topo da parede**



Fonte: THOMAZ et al. (2009)

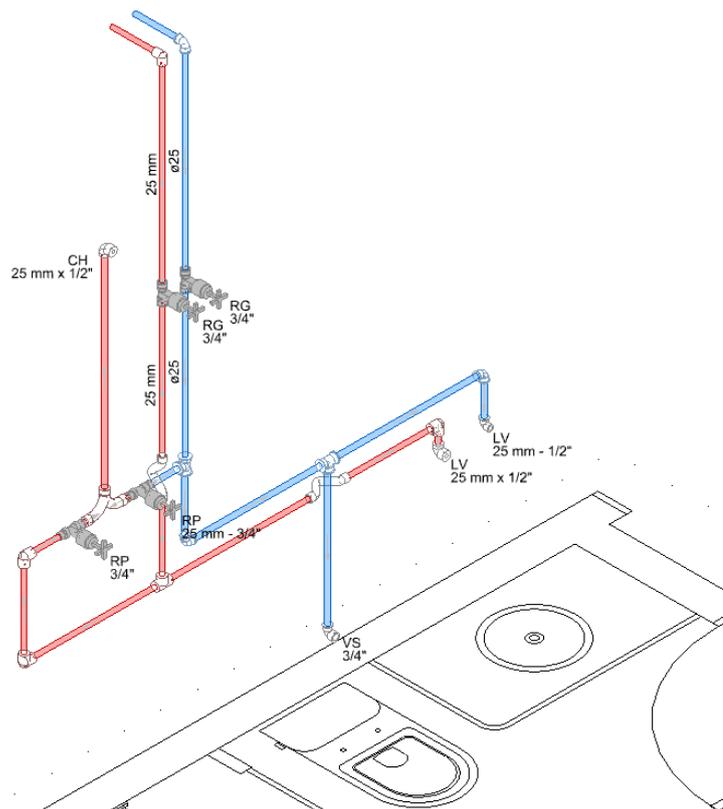
Por fim, ainda segundo Thomaz *et al.* para a passagem de canos e conduítes de fiação elétrica, há algumas práticas comuns recomendadas, como por exemplo:

- a) colocação externa e fechamento com uma parede mais fina (“shafts”);
- b) uso de blocos de menor espessura nos caminhos pré-planejados para passagem desses componentes;
- c) embutimento dentro dos blocos, no caso de alinhamento dos furos com a direção de passagem;

- d) execução de rasgos com serra diamantada ou talhadeira diretamente na alvenaria, quando a extensão do rasgo não superar 1m.

Esta última é a mais comumente observada nos projetos, mas pode enfraquecer a estrutura se não respeitados os limites de extensão (BORGES, 2019). Sendo assim, o planejamento desta etapa de execução da obra no projeto final do objeto desse trabalho se faz relevante.

**Figura 19 - Exemplo de projeto hidráulico de banheiro, mostrando passagem de tubulações na vertical e horizontal**



Fonte: EESC<sup>5</sup>

Importante notar que, embora seja possível aproveitar em parte os furos dos blocos e alguns modelos sejam mais otimizados que outros para esse propósito, a passagem dessas tubulações acontece tanto na vertical quanto na horizontal (Figura 19), sendo necessária, na maioria das vezes, a adaptação manual por meio da quebra. No caso da alvenaria estrutural, é necessário que todas as distâncias horizontais das tubulações sejam passadas pelas lajes (piso ou teto) e que os canos passem pelas paredes apenas no sentido vertical, usando mais quantidade de tubulação e dificultando a manutenção ou reformas.

<sup>5</sup> Disponível em: <https://eescjr.com.br/blog/saiba-por-que-um-projeto-hidraulico-e-indispensavel/>. Acesso em 06.06.2024

O tamanho do corte, e conseqüente enfraquecimento da estrutura depende das dimensões das tubulações ou conduítes a serem passados simultaneamente em determinado local, sendo as dimensões mais comuns para as tubulações descritas no quadro 3.

**Quadro 3 - Referencial de tamanho das tubulações (em polegadas) comuns em pequenas construções**

<b>Peças</b>	<b>Diâmetros</b>
Bacia sanitária com válvula de descarga	1 1/2
Bacia sanitária com caixa de descarga	1/2
Lavatório	1/2
Bidê	1/2
Chuveiro	1/2 ou 3/4
Pia de cozinha	1/2 ou 3/4
Tanque	1/2
Filtro	1/2
Torneira de jardim	1/2
Ramal domiciliar para pequenas residências	3/4

Fonte: BORGES (2019)

### 3.1.4 Acabamentos

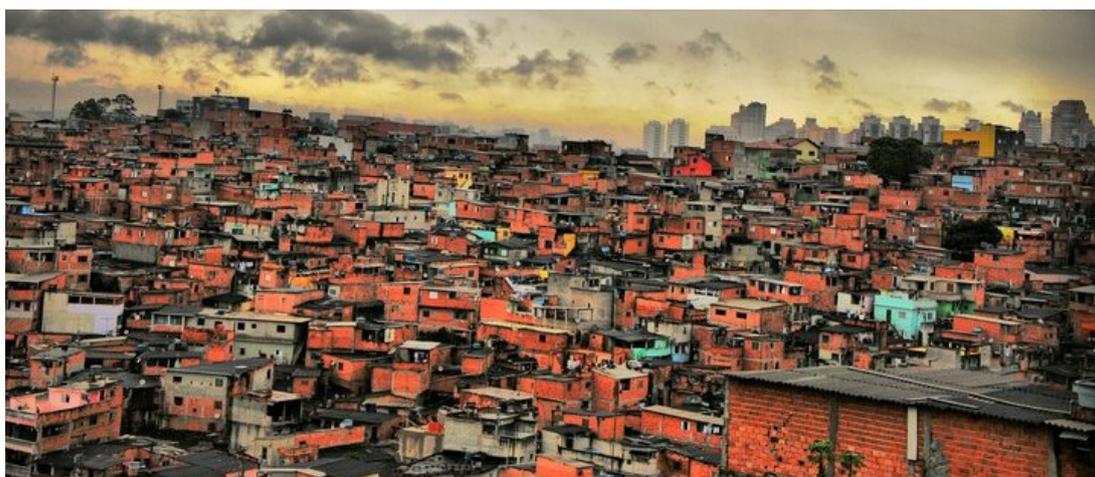
O revestimento das paredes de alvenaria tem tanto função de proteção quanto estética e é ela que confere uma superfície lisa e nivelada para a pintura, texturas decorativas ou aplicação de revestimentos, como azulejos, por exemplo. Quanto à função de proteção, é um meio de impermeabilização dos blocos e proteção contra mofo, além de, no caso do revestimento com massa, aumentar a resistência da parede contra cargas laterais, facilitar a fixação de móveis, redes entre outras estruturas suspensas, aumentar o isolamento térmico, acústico e retardar a ação do fogo, se bem executadas (THOMAZ *et al.*, 2009).

O método mais tradicional é a aplicação de argamassa de cimento, cal e areia em três camadas de diferentes composições e funções: chapisco, emboço (massa grossa) e reboco (massa fina). Também é comum a opção em se manter os blocos aparentes, seja por efeito estético quanto por escolha de redução de custos, uma vez que o acabamento tradicional utiliza muito material, mão de obra e leva tempo, podendo essa etapa

corresponder a grande porcentagem dos custos finais da obra. No entanto, no caso dos tijolos aparentes, ainda é necessária etapa de impermeabilização. Ademais, a escolha dos blocos deve ser feita de forma muito mais criteriosa e a execução da alvenaria deve ser feita com muito mais cuidado estético, de limpeza dos blocos e uniformidade da aplicação da argamassa de assentamento, para que seja possível se obter acabamentos uniformes. (BORGES, 2019).

Quando uma construção não é planejada devidamente, é muito comum que a etapa de acabamento seja deixada de lado, pois, ao chegar neste estágio da obra, não é raro casos em que o dinheiro destinado a ela já tenha sido utilizado para custear imprevistos de etapas anteriores. Tal padrão é facilmente identificado em imagens de bairros com população de baixa renda em diversos locais do país (Figura 20).

**Figura 20 - Fotografia de bairro de baixa renda situado no Rio de Janeiro-RJ, mostrando casas em alvenaria convencional sem a etapa de acabamento**



Fonte: Roberto Rocco [r.c.rocco@tudelft.nl](mailto:r.c.rocco@tudelft.nl)/Getty Images<sup>6</sup>

O chapisco é uma argamassa constituída de cimento e areia em medidas que confira a ela consistência áspera e plástica, e tem como função melhorar a aderência das camadas subsequentes de massa à superfície dos blocos. Ele geralmente é aplicado em uma camada muito fina, com uso de colher de pedreiro ou rolos específicos para essa aplicação.

Há uma série de aditivos que podem ser incluídos nessa etapa para aumentar a aderência, no caso de sua aplicação sobre superfície de concreto. Há também aditivos que permitem que a impermeabilização seja feita no próprio revestimento, chama-se esse tipo de impermeabilização de “rígida”. É importante notar, entretanto, que todos os

<sup>6</sup> Disponível em: <https://exame.com/esg/a-economia-das-favelas-o-quarto-setor/>. Acesso em: 11.10.2024

cuidados mencionados para que se evite a formação de trincas nas paredes são de extrema relevância para esses processos, uma vez que as trincas na argamassa abrem também espaço para a passagem de água, quebrando a impermeabilização (BORGES, 2019).

Após o chapisco, é feito o emboço (massa grossa) com uma massa de mesmo tipo que a utilizada no assentamento dos blocos, podendo, ou não, ter acréscimo de cimento, conforme resistência desejada. Dentre outras funções, ele é responsável por corrigir as irregularidades de produção e assentamento dos blocos, proporcionando uma superfície lisa e aprumada. Para isso, é recomendado uso de camadas de cerca de 2cm, podendo ser um pouco mais finas nas paredes internas e mais grossas nas externas. No entanto, é comum que o trabalho apressado ou não qualificado durante o assentamento dos tijolos provoque necessidade de camadas excessivamente espessas de massa para a regularização da superfície, podendo causar uma série de problemas, como o descolamento do emboço ou afundamento dos batentes ou esquadrias. Ademais, por se tratar de uma das etapas proporcionalmente mais caras da construção, o uso excessivo de material, além de desperdício, provoca aumento desnecessário dos gastos da obra (BORGES, 2019). São nesses momentos em que o uso de blocos com melhor rigor de qualidade, apesar de serem mais caros, podem compensar, podendo ser dispensável a etapa de emboço, com uso apenas de chapisco e massa fina em 5mm de espessura sendo suficientes.

Ainda de acordo com Borges (2019), é então adicionada a massa fina, também conhecida como reboco. Ela é fabricada de forma a apresentar maior dureza e menor granulação, fornecendo um acabamento liso e uniforme. Sua aplicação é feita com desempenadeira em movimentos circulares. Após, podem ser iniciados os trabalhos de acabamento estético, como massa corrida ou acrílica seguida de pintura, texturas decorativas, entre outros. Estes processos também costumam empregar muitos materiais e mão de obra. Nos serviços de pintura, por exemplo, é necessária a aplicação de selador ou fundo preparador, aplicação, alisamento e lixamento de mais de uma camada de massa corrida ou acrílica e aplicação de cerca de 3 camadas de tinta, a depender das propriedades do produto escolhido, que também influenciam no preço e no aspecto visual final.

Há também processos alternativos como o revestimento de gesso, que pode ser realizado nas superfícies de paredes internas (divisórias) da construção diretamente sobre a alvenaria e conferindo acabamento fino em uma só aplicação. Outros

revestimentos também podem servir de alternativas, substituindo total ou parcialmente as etapas citadas acima, como a caiação simples, cimento polido, revestimentos acrílicos, entre outros. É também nessa etapa em que são assentados os revestimentos nobres, como azulejos, cerâmicos, pastilhas e rochas, que também substituem a etapa de reboco, no entanto adicionando etapa de assentamento com massa especial (BORGES, 2019).

Deve-se atentar-se para necessidade de impermeabilização, em especial em fachadas e “áreas molhadas” como banheiros, cozinhas, garagens, lavanderias, dentre outros, nas quais outros procedimentos adicionais podem ser necessários, como uso de manta asfáltica. (BORGES, 2019).

### **3.1.5 Outros sistemas**

A construção de uma residência é um processo bastante complexo e com diversas etapas. Até então, foram cobertos superficialmente os subsistemas que possuem maior grau de interação com o objeto deste trabalho: blocos de vedação.

Há ainda etapas muito importantes que também possuem interação com os blocos, mas em menor grau, não sendo então priorizadas neste capítulo. Entre alguns exemplos estão (BORGES, 2019):

- a) sistemas de coberturas, lajes, telhados e forros, que interferem na fiada final de blocos e fazem úteis blocos do tipo “J”;
- b) instalações elétricas em quadro de luz; momento no qual podem ser encontrados entupimentos ou estrangulamentos dos conduítes e necessitar de quebras e retrabalhos no acabamento;
- c) instalações hidráulicas, que podem ocasionar vazamentos se mal executadas, necessitando de quebra dos blocos e retrabalho na vedação, bem como movimentações nas vedações podem causar fissuras nas tubulações, provocando vazamentos;
- d) processos de impermeabilização com manta asfáltica e outros métodos, que podem exigir fiadas de blocos mais finos na base da parede para a “dobra” da manta asfáltica;
- e) instalação de pisos e rodapés, que podem evidenciar falhas no esquadro e alinhamento dos blocos na vedação;

- f) instalação de esquadrias; que exigem que a coordenação modular dos blocos permita flexibilidade de posicionamento das aberturas, bem como faces planas e controle da espessura do emboço para a instalação e vedação da esquadria;
- g) acabamento da área externa, que muitas vezes faz uso dos blocos para a construção de muros ou de canteiros de plantas;
- h) instalação de mobiliário interno, que exige resistência das paredes e espessura de argamassa para fixar com segurança móveis suspensos, redes, ou que necessita de quebra para mobiliários embutidos.

### 3.2 HABITAÇÕES POPULARES

Junto a temas como saúde, alimentação e educação, a questão da habitação é um dos principais assuntos quando se pensa em condições básicas para a vida humana em sociedade. No entanto, assim como nos demais temas mencionados, o país ainda possui muitas pessoas com dificuldades de acesso a esse direito.

De acordo com a ONU, 1991, o direito à moradia adequada contempla sete dimensões (IBGE, 2023):

1. **Habitabilidade:** A moradia não é adequada se não dispõe de espaço adequado, sem riscos estruturais, que ofereça proteção contra elementos do clima (chuva, calor, frio etc.), vetores de doenças e outros riscos;
2. **Disponibilidade de serviços, infraestrutura e equipamentos:** a moradia não é adequada se os moradores não têm formas seguras de abastecimento de água, esgotamento sanitário, disposição do lixo, bem como equipamentos de preparação e armazenamento dos alimentos e limpeza;
3. **Localização:** a moradia não é adequada se não permite acesso a opções de emprego e a equipamentos de educação. Também não é adequada a moradia construída na vizinhança imediata de fontes poluentes;
4. **Segurança da ocupação:** a moradia não é adequada se seus moradores não têm algum grau de proteção legal contra despejos e remoções;
5. **Acessibilidade econômica:** a moradia não é adequada caso seu custo econômico ameace ou comprometa a satisfação de outras necessidades básicas;

6. **Acessibilidade a grupos populacionais:** a moradia não é adequada se não é acessível e não contempla as necessidades específicas da população discriminada ou em desvantagem, como a população pobre, mulheres, as pessoas com deficiência e, no caso brasileiro, a população preta ou parda entre outros grupos ocupacionais;
7. **Adequação cultural:** a moradia não é adequada se não contempla a expressão da identidade cultural e o modo de vida dos moradores.

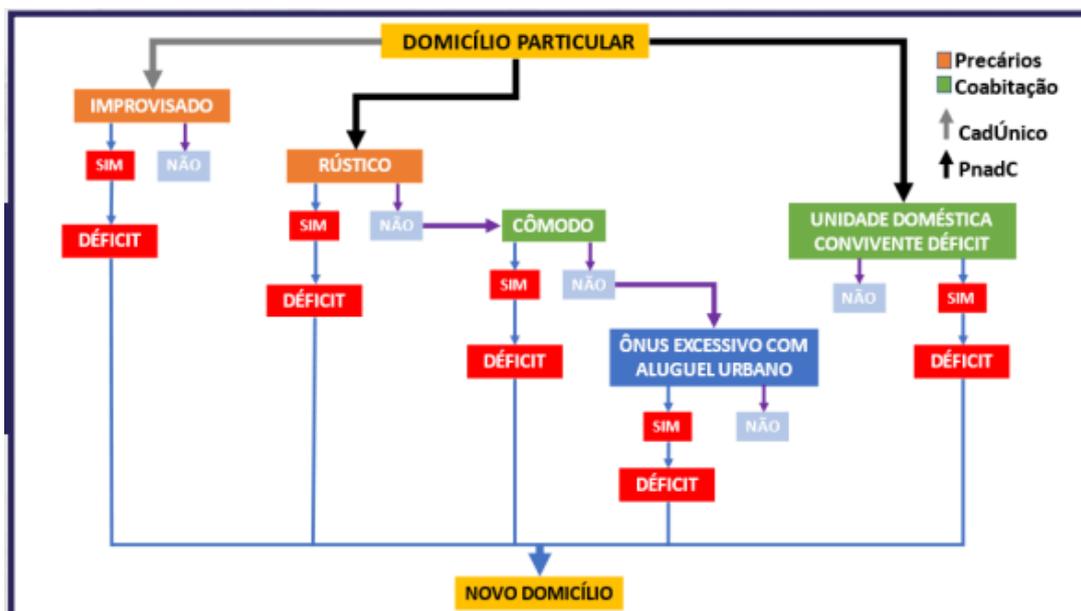
De acordo com os dados revisados pela Fundação João Pinheiro em 2019, com parceria com o Governo Federal para orientação de políticas públicas de habitação no país desde 1995, o déficit habitacional no Brasil estava em 5,8 milhões de moradias. Conforme definição da própria fundação, “Déficit e inadequação habitacionais podem ser entendidos como a falta de moradias e/ou a carência de algum tipo de item que a habitação deveria estar minimamente fornecendo e que, por algum motivo, não fornece” (FJV, 2019). Ainda segundo a pesquisa, 3,035 milhões de domicílios estavam em situação de ônus excessivo com aluguel (correspondente a mais de 30% da renda familiar) e, ademais, 2,514 milhões de domicílios tinham algum tipo de inadequação quanto à situação do terreno onde se localizavam.

Por sua vez, a quantidade de residências que não chegam a se enquadrar como moradia precária, mas que ainda apresentam algum tipo de inadequação, tanto de infraestrutura disponível (como saneamento e coleta de lixo), quanto da própria estrutura da construção, chegou a mais de 24,8 milhões (Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional, 2021). Na figura 21, está esquematizada a metodologia de classificação das moradias em déficit habitacional.

É notável a relação do déficit habitacional com a renda, onde famílias com renda até 3 salários-mínimos predominam em todos os critérios de classificação do déficit (Figura 22), predominância que se repete independente da região do país (Figura 23).

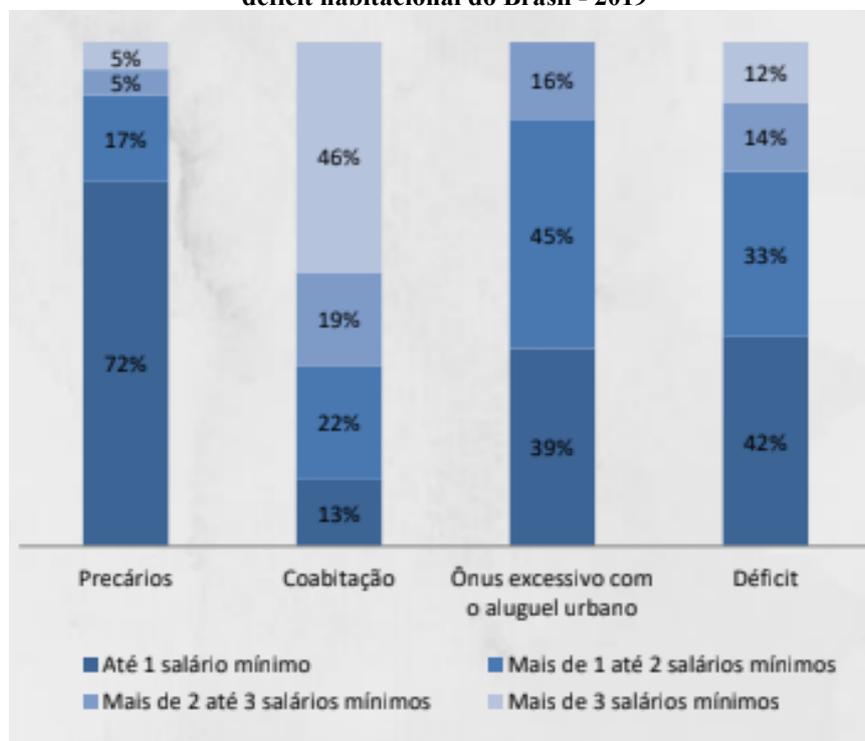
De acordo com Lascher (2005), a habitação é um bem de consumo com características únicas e de valores elevados. De acordo com parâmetros do programa de financiamento do Minha Casa Minha Vida, em 2023, os valores para aquisição de uma moradia costumavam representar cerca de 5x o valor total da renda anual da família que a habitava (BRASIL, 2023).

Figura 21 - Metodologia do déficit habitacional e da inadequação de domicílios no Brasil: 2016 – 2019



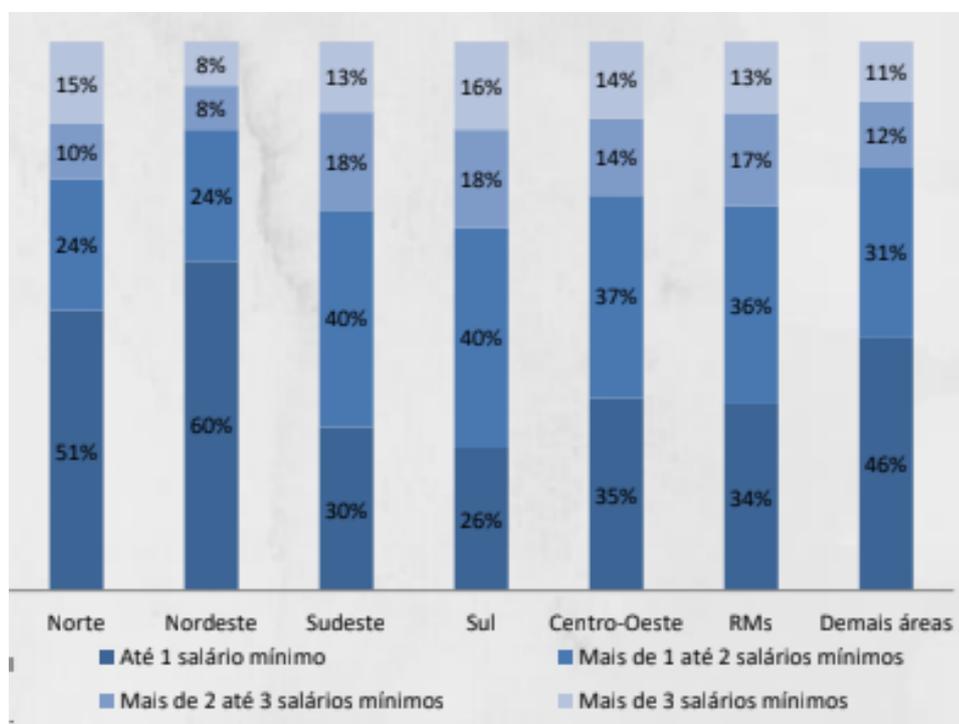
Fonte: FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. Diretoria de Estatística e Informações. Belo Horizonte: FJP, 2021.

Figura 22 - Relação Participação das faixas de renda nos componentes e no déficit habitacional do Brasil - 2019



Fonte: FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. Diretoria de Estatística e Informações. Belo Horizonte: FJP, 2021.

**Figura 23 - Participação do déficit habitacional por faixas de renda domiciliar por Regiões - 2019**



Fonte: FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. Diretoria de Estatística e Informações.  
Belo Horizonte: FJP, 2021.

“o custo da moradia nunca fez parte do custo de reprodução da força de trabalho”, ou seja, apesar de ser um direito, o trabalho não assegura ao morador o atendimento de todos os custos relacionados à sua moradia. Cabe então ao trabalhador providenciar seus meios para garantir o acesso à habitação.

**(MARICATO, 2007)**

Por esse caráter oneroso, em diferentes momentos da história do Brasil, o governo propôs programas sociais voltados ao auxílio na obtenção de moradia para famílias de baixa renda que, sem o auxílio destes programas, viveriam em moradias precárias.

### 3.2.1 Definições

Cada um desses programas ocorreu de formas variadas e com enfoques distintos, e, ao abordarem o tema da moradia para essa população, cunharam diversos termos oficiais para caracterizar essas moradias, que influenciaram também a produção acadêmica de seu período. Dessa maneira, há dificuldade em se encontrar um conceito

generalista que caracterize e defina *qualquer habitação produzida pela e para a população de baixa renda* entre as publicações da área (PORANGABA, 2020).

Um termo muito comumente encontrado na literatura é o de “Habitação de Interesse Social” (HIS). O termo é utilizado até hoje, no entanto, ao longo do tempo, representou conceitos distintos em diferentes publicações oficiais, inclusive conflitantes. No entanto, o trabalho de Lascher (2005), conclui, a partir de uma revisão bibliográfica sobre o termo, requisitos para a caracterização de uma habitação como HIS:

- Ser financiada pelo poder público, embora não necessariamente produzida pelos governos;
- Ser destinada a faixas de baixa renda que são objeto de ações inclusivas, especialmente faixas de até 3 salários-mínimos;
- Ter interesse social manifestado pela inclusão de populações de menor renda, como também situação de risco, preservação ambiental ou cultural.

Ademais, Bonduki (2017, p.22) afirma que a HIS não se limita apenas à casa, “[...] inclui também a regulamentação estatal da locação habitacional e incorporação, como problema do Estado, da falta de infraestrutura urbana gerada pelo loteamento privado”. Esta conceituação foi utilizada nos documentos do Plano de Habitação de Habitação de 2004, instituído pelo Ministério das Cidades e do Programa Minha Casa Minha Vida (BRASIL. Ministério das Cidades, 2004, p.12), portanto, embora abordado de forma mais generalista em outros textos acadêmicos e oficiais, optou-se pela não utilização desse termo neste trabalho. Para maior clareza, escolheu-se o termo Habitação Popular, de acordo com a definição trazida na revisão de Porongaba (2020) por ter uma abrangência vinculada mais diretamente com o escopo do projeto em desenvolvimento.

para Bastos e Zein (2010, p. 163; 303), os termos Habitação Social e Habitação Popular são utilizados de modo generalizado, como se representassem um só conceito e servissem para identificar qualquer tipo de produção habitacional constituída para a população mais pobre, produzida ou não por meio de programas habitacionais.  
(PORONGABA, 2020)

### **3.2.2 Panorama dos programas habitacionais no Brasil**

Para Fernandes (2003), a habitação desempenha três funções diversas: social, ambiental e econômica. A função social é a de abrigo, não apenas de proteger o ser humano das intempéries e de intrusos, mas também a de acomodar tarefas primárias

como alimentação, descanso, higiene e convívio social (ABIKO, 1995). A esfera ambiental diz respeito a infraestrutura, saúde, educação, transporte, lazer, trabalho etc., pois essas condições externas à habitação influenciam na qualidade de vida dos moradores.

A questão econômica, por sua vez, diz respeito às atividades profissionais e comerciais relacionadas à construção e venda das unidades habitacionais, gerando oportunidades de emprego e renda, movimento a indústria de materiais e construção e mobilizando setores da economia local de bens e serviços (LASCHER, 2005). O setor da construção civil corresponde a pouco menos de 8% dos empregos formais do país, sendo também marcado pelo alto nível de informalidade não contemplada nessa estatística, e emprega cerca de 7,3 milhões de brasileiros (IBGE, 2023). Em 2023, representou 3,5% do PIB do Brasil, junto a atividades imobiliárias, que correspondem a 8,8% do PIB total do país (CBIC, 2023).

Assim, Lascher (2005) defende que as condições de vida, moradia e trabalho da população estão estritamente vinculadas ao desenvolvimento de um país. Além disso, conforme determinado no Artigo 6 da Constituição Federal de 1988, é papel do estado assegurar os direitos sociais, dentre eles o direito à moradia. Desta maneira, argumentou-se o envolvimento do Estado na elaboração de políticas públicas em prol da redução do déficit habitacional.

Em 16 de junho de 2005, no Brasil, foi criado pela lei 11.124 o Sistema Nacional de Habitação de Interesse Social (SNHIS). Esse sistema centraliza todos os programas, fundos (FNHIS), projetos e planos de ação (PLHIS) destinados à redução do déficit habitacional do país, incluindo as ações mais diretas como a construção de habitações acessíveis padronizadas e o financiamento beneficiado para aquisição, construção ou reforma de adequação para moradia. (BRASIL. Ministério das Cidades, 2023)

O SNHIS também inclui programas de influência menos direta, porém fundamentais, como a implementação de recursos de infraestrutura como saneamento e transporte em regiões da periferia e regularização de habitações informais. Além disso, menciona o estímulo a modernização do setor da construção e a inovação tecnológica com vistas à redução dos custos, à sustentabilidade ambiental e à melhoria da qualidade da produção habitacional. (BRASIL. Ministério das Cidades, 2023)

Dentro do SNHIS, o programa mais conhecido é o Minha Casa Minha Vida (MCMV), criado em 2009. Em sua formulação original, o Programa MCMV previa o financiamento facilitado e subsidiado para aquisição de imóveis novos como moradia

para famílias de baixa renda. Além de facilitar que famílias conquistassem o sonho da casa própria, essa proposta tinha como objetivo paralelo o estímulo da economia por meio da geração de emprego na área de construção civil, importante fonte de renda e empregabilidade.

No entanto, de acordo com o arquiteto e urbanista Kazuo Nakano, em entrevista à TV Cultura (2023), esse modelo de incentivo demandava construções muito econômicas, que resultou, na grande maioria das vezes, em grandes condomínios padronizados em zonas muito afastadas da cidade e desprovidas de um sistema adequado de transporte público. Desta forma, acabou por produzir imóveis descontextualizados das necessidades individuais dos moradores, de diferentes modelos de família, e os dificultava de exercer o direito de acesso a cidade previsto na Constituição Federal de 1988.

Para combater esses problemas e críticas a edições anteriores do programa, a edição de 2023 prevê mudanças e propõe 5 linhas de ação: subsidiar parcial ou totalmente unidades habitacionais novas em áreas urbanas ou rurais, financiar unidades habitacionais novas ou usadas em áreas urbanas ou rurais, realizar locação social de imóveis em áreas urbanas, prover lotes urbanizados e desenvolver melhoria habitacional em áreas urbanas e rurais. A modalidade de lotes sociais se relaciona com o objeto deste trabalho, uma vez que dispõe de subsídios e financiamento para aquisição de terrenos urbanos a escolha do morador, para a construção da sua habitação por meio de pequenas construtoras ou por conta própria e mão de obra local, com auxílio da ATHIS.

### **3.2.3 Outras formas de moradias populares**

As políticas sociais em prol de moradia são de extrema importância para o país e para a redução do déficit habitacional. Até 2018, segundo a Câmara Brasileira da Indústria da Construção, apenas o programa MCMV já havia entregado mais de 4 milhões de unidades habitacionais e gerado mais de 3,5 milhões de empregos diretos. Além disso, de acordo com a Associação Brasileira de Incorporadoras Imobiliárias (ABRAINC), em 2018 representou 78% das unidades habitacionais vendidas e, conforme relatório da FGV, movimentou a economia, arrecadando mais de 100 bilhões em impostos diretos. Em pesquisa da agência Brain para a ABRAINC (2018), 77% dos respondentes afirmaram que sua qualidade de vida melhorou muito após serem contemplados pelo programa MCMV (ANTUNES, 2019).

No entanto, o programa ainda não atende a todo o déficit habitacional. Além dos problemas de adequação do modelo de construção dos conjuntos padronizados aos diferentes modelos de família, e da sua distância de centros comerciais e da rede de transporte das cidades, há também famílias que não desejam sair da comunidade de seu bairro. Na pesquisa de Athayde e Meirelles (2014), realizada em 63 favelas de 35 cidades do Brasil, dois terços dos entrevistados afirmaram que não sairiam de sua região nem se sua renda duplicasse.

É nesse contexto que muitas pessoas decidem construir suas casas a partir de conhecimentos superficiais sobre o assunto, utilizando mão de obra pouco experiente ou mesmo optando por pular etapas importantes como projeto técnico, impermeabilização ou acabamento a fim de economia. Segundo Frederico Polec, pesquisador da FGV, a maioria da população composta pelas classes de baixa renda acessa a habitação por meio do mercado informal (JORNALISMO TV CULTURA 2023).

Assim, Nakano (2023) afirma que “políticas habitacionais que se baseiam apenas na construção e venda de casa própria são insuficientes”. Segundo o arquiteto e urbanista, se faz necessário pensar os programas habitacionais não apenas pelo ponto de vista da produção, e sim pelo dos beneficiários. É fundamental pensar em uma diversidade de moradias que atendam necessidades diferentes, de configurações familiares variadas (JORNALISMO TV CULTURA 2023).

Para isso, foi criada a ATHIS, prevista na Lei federal 11.888/2008, que garante direito ao serviço subsidiado de engenheiros e arquitetos e urbanistas para projetos e reformas para a melhoria de moradias de famílias com renda até 3 salários-mínimos. A aplicação dessa lei deve ser organizada pelas prefeituras e, infelizmente, nem sempre há disponibilidade de acesso a ela. O Conselho de Arquitetura e Urbanismo do Brasil, é um dos grandes defensores dessa causa e está constantemente promovendo campanhas para pressionar a aplicação dessa lei. Segundo o órgão (2021), a ATHIS deve contemplar projetos de:

- a) casas novas;
- b) reformas para a melhoria da casa como telhados, iluminação, ventilação, mofo e infiltração;
- c) construção de cômodos extras e/ou banheiros internos;
- d) ampliação de espaços de moradia;
- e) regularização fundiária, quando se trata de ocupação;

- f) formalização da casa existente, quando construída total ou parcialmente sem técnico responsável.

Para além dos casos de inadequação das moradias oferecidas em programas habitacionais clássicos, há também os tristes casos de catástrofes climáticas, como furações, enchentes e terremotos, que causam destruições em massa de edificações. Em maio de 2024, durante o desenvolvimento deste trabalho, o estado do Rio Grande do Sul passou pela sua maior enchente histórica até então, atingindo 93% dos municípios do estado, deixando mais de 165 mortos, afetando 637 mil lares e desalojando 65 mil gaúchos, com dados ainda em constante atualização (DEFESA CIVIL RS, 2024).

Os planos de recuperação para esse evento contaram com diversas ações públicas (BRASIL, 2014). No entanto, em demais casos desse tipo de desastre, principalmente em áreas de menor renda, é, infelizmente, comum que as políticas públicas não atinjam com eficácia a todos os atingidos e que as pessoas atingidas improvisem moradias a partir de condições não ideais de construção.

### 3.3 DIRETRIZES DA FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Considerando a complexidade e abrangência do contexto da construção civil, bem como a relativa novidade do tema para a autora, a etapa de fundamentação teórica foi essencial para direcionar os próximos passos do projeto. Ao adentrar no contexto de aplicação relacionado aos blocos de vedação, a compreensão das nuances e desafios do projeto foi ampliada, proporcionando uma visão mais embasada para a condução das etapas subsequentes. Durante a pesquisa, identificou-se um volume significativo de informações advindas de fontes informais não abordadas nas fontes teóricas, evidenciando diferenças contextuais relevantes entre teoria e prática a serem exploradas nos próximos capítulos.

## 4 PROJETO INFORMACIONAL

Buscando convergir a pesquisa iniciada na definição do problema, este capítulo tem como objetivo definir os requisitos para o projeto. Adentrando na etapa de análise do problema, foi necessário aprofundar a pesquisa geral realizada na fundamentação teórica para analisar aspectos mais específicos do tema. Para isso, foram aplicadas as ferramentas de entrevistas, cenários de uso, personas, análise das relações, análise da tarefa, análise sincrônica e necessidades do usuário descritas por Pazmino (2015), bem como a análise das normas (MERINO, 2016) e a conversão destas ferramentas em requisitos de desempenho do projeto, com base na proposta de Baxter (2001).

### 4.1 ENTREVISTAS

Para identificar as necessidades dos usuários, foram realizadas 6 entrevistas, com perfis diferentes. As primeiras 3 foram realizadas com engenheiros civis, a fim de entender necessidades técnicas para o produto, bem como conhecimentos sobre o contexto dos profissionais da construção, adquirido a partir da supervisão de obras. Dentre os entrevistados, estavam 2 habitantes da região sul do país, que trabalham em obras de maior escala: um de grandes prédios, que trabalha com sistemas construtivos inovadores, outro que faz casas populares em série para o programa minha casa minha vida e, por fim, um engenheiro da região nordeste que trabalha com pequenas construções populares.

A partir das respostas das entrevistas, sintetizadas no **APÊNDICE A** deste trabalho, percebeu-se que variáveis como cultura regional, clima e nível de industrialização da localidade influenciam nos requisitos de projeto para o desenvolvimento de um bloco de vedação. Quanto à questão climática e regional, por exemplo, os blocos de fibrocimento, popularmente conhecidos como “tijolo ecológico”, necessitam de baixa umidade para apresentar desempenho adequado.

Ademais, foi apontado por um dos engenheiros entrevistados que, devido aos blocos serem relativamente fáceis de serem produzidos e custosos de serem transportados devido ao peso e volume, a produção de blocos geralmente é local. Desta forma, é comum que fora de grandes metrópoles se encontre fábricas menores com processos mais rudimentares, que conseqüentemente apresentam maior dificuldade de

seguir a padronização dimensional e parâmetros de resistência mecânica e estanqueidade determinados pela norma.

Este é um fator que exige maior habilidade técnica por parte do executor da alvenaria, de forma que este saiba medir prumo, nível, esquadro e modulação da forma correta e compensar as variedades dimensionais dos blocos com a argamassa de assentamento. Esta habilidade, no entanto, é de difícil treinamento, pois há alto grau de informalidade no cenário de aprendizagem e de execução da atividade de pedreiro. Parafraseando um dos entrevistados: “Nesse tipo de construção (informal) norma é só uma revistinha”, em complementariedade a outro entrevistado, que afirma que “Se não há norma, não há padrão”. Sendo assim, cada profissional adapta empiricamente as técnicas aprendidas, de forma que não seja possível estabelecer um procedimento padrão que real represente o uso deste produto, tornando o atributo de versatilidade e adaptabilidade muito relevante como requisito para o produto deste trabalho.

Outra questão unânime entre os entrevistados é de que o fator norteador de qualquer decisão de obra é sempre o custo, que pode ser traduzido em diversas variáveis no preço total da obra e do seu valor de mercado. Entretanto, em um cenário de informalidade, comumente permeado pela ausência de financiamento e pela restrição financeira, a construção é feita mês a mês. Sendo assim, o valor inicial investido em material, por vezes, acaba sendo mais importante do que o seu impacto no custo total da obra. Porém, o acabamento é uma etapa muito cara e que impacta na qualidade da moradia, sendo a incorporação de sua função diretamente no bloco uma oportunidade de redução de custos.

Em segundo momento foram também entrevistados 3 moradores de casas autoconstruídas: uma que fez projeto inicial com arquiteto, mas executou a obra junto a familiares; um pedreiro que construiu, junto com seu filho, 3 das casas que já morou e um morador sem experiência prévia, que fez o projeto e execução por conta própria, utilizando vídeos online.

Nestas entrevistas, sintetizadas no **APÊNDICE B**, foi possível notar a presença das reformas na casa ao longo de seu ciclo de vida. Todos os entrevistados afirmaram terem realizado ou desejarem realizar adaptações e ampliações em suas moradias. O projeto com técnicos (engenheiros e arquitetos) esteve presente apenas quando obrigatório pelas normas do terreno ou do financiamento, mas sem a presença deste profissional ao longo da obra. A questão do custo, foi, de forma unânime, o maior motivador para a decisão de autoconstruir, mas, dentre os entrevistados, não foi o

principal motivo para a escolha do material de vedação, sendo a praticidade de encontrar o material; facilidade de construir; isolamento térmico; durabilidade da construção e facilidade de manutenção também mencionados.

Nenhum dos entrevistados demonstrou ter considerado algum material inovador, devido a desconhecimento das alternativas, preço, indisponibilidade na região ou inviabilidade de contratar profissionais que tivessem vontade ou técnica para utilizar esses materiais. Outro ponto verificado foi da inexperiência da mão de obra que, nos casos mencionados eram constituídas pelos próprios moradores e seus familiares, em todos os casos orientados por algum vizinho, familiar ou amigo que já havia trabalhado como pedreiro ou ajudante alguma vez. O aprendizado por meio de vídeos do Youtube também se mostrou muito relevante.

Dentre os desafios encontrados, foi verificado que o prumo, esquadro e nível são de difícil execução para não profissionais do ramo, mas a parte de maior incômodo relatado foi a etapa de quebrar os blocos para passagem de fios e tubulações. Nesta etapa, os problemas mencionados foram exaustão física, por falta de ferramentas adequadas, insegurança ao manusear serras elétricas, danos à estrutura da parede, desconforto com a sujeira e preocupação ambiental com o resíduo gerado. Também foram apontadas patologias posteriores nas construções decorrentes da má impermeabilização do alicerce.

Quanto aos atributos valorizados, o conforto térmico foi o mais enfatizado. No entanto, ressalva-se que todos os entrevistados moravam em cidades do sul, com inverno intenso. Porém, foi também percebida a necessidade de rapidez da construção, uma vez que todos relataram se dedicar à construção nos tempos livres do trabalho, como o turno da noite, folgas e finais de semana, bem como pressa para se mudar e parar de pagar aluguel. Neste aspecto, a ocorrência de chuva nos momentos de disponibilidade também foi percebida não apenas como um empecilho para o andamento da obra, como também para a sua qualidade, pois a pressa fez com que fossem relevadas orientações como tempo adequado de cura e secagem de uma etapa para continuação da obra, causando patologias posteriores.

## 4.2 PERSONAS E CENÁRIOS

Segundo Pazmino (2015), a palavra Persona é usada “para expressar a ideia de um ser humano que representa um comportamento”. A utilização da técnica de personas

auxilia o projeto a centrar-se no usuário, através de uma humanização de uma análise comportamental técnica, facilitando a identificação das necessidades do usuário através da empatia pelo seu contexto.

Partindo da definição do público-alvo **autoconstrutores**, buscou-se registros online em vlogs (vídeo-blogs onde as pessoas contam sobre suas vidas e mostram aspectos do seu dia a dia) de pessoas que estivessem construindo suas próprias casas. A partir da imersão em relatos diversos, complementado pelas entrevistas realizadas, destacaram-se dois padrões suficientemente distintos dentre os quais esses usuários costumavam se enquadrar. A partir deles, foram desenvolvidas duas personas que representassem os extremos desse espectro, servindo como guias para o desenvolvimento do projeto. A lógica adotada foi que, ao projetar um produto capaz de atender simultaneamente a esses perfis opostos, aumenta-se a probabilidade de também contemplar usuários intermediários, com características combinadas.

A primeira persona desenvolvida foi Davi. Com 28 anos de idade, ele é morador da periferia de uma cidade grande e trabalha como estoquista em supermercado. Fé faz bastante parte do seu dia a dia e personalidade. Tem como hobby o futebol, namora há 2 anos e pretende noivar e morar junto dela em breve.

Davi enxerga ter uma casa própria como indicador de sucesso na vida, independentemente de como ela seja. Juntou algum dinheiro e está, portanto, construindo sua casa da forma que for possível. Mora em uma área de favela onde as construções não são regulamentadas. Fez o projeto ele mesmo e pediu ajuda a um amigo que trabalha como pedreiro para verificar onde pôr as vigas e estruturas, com base no que ele via comumente em obras similares.

Possui perfil empolgado e imediatista, e é adepto de “gambiaras” que facilitem sua vida. Está aprendendo a construir por meio de vídeos no Youtube, mas considera que alguns vídeos rápidos já são suficientes para começar a executar. Para ele, fazer um bom negócio é encontrar o material mais barato da região. Abaixo, na figura 24, está seu painel de estilo de vida.

Figura 24 - Painél de estilo de vida da persona 1



Fonte: Autora

Para complementar a técnica de personas, foi também utilizada a ferramenta Cenários, conforme recomendado por Pazmino (2015). Segundo a autora, cenários são breves histórias nas quais há interação do usuário com o tema do projeto, descrevendo ações e interações que acontecem no contexto. A técnica foi também aplicada neste trabalho.

**DAVÍ - Cenário 1:** Está vendo vídeos de obras nos *shorts* do Youtube e se depara com o anúncio de produtos milagrosos que resolvem vários problemas da obra podendo até economizar nos custos finais. Apesar de esse tipo de pensamento em longo prazo não ser predominante nas suas decisões no restante da obra, Davi se convence pelo anúncio e compra o material impulsivamente, sem pesquisar devidamente o modo de uso correto.

**DAVÍ - Cenário 2:** Davi trabalha em turno integral 6x1, possui apenas os finais de semana e noites para tocar a obra, está com pressa e, ao ver um dia de sol após semanas de chuva, corre para erguer as paredes mesmo sem o tempo adequado de secagem das etapas anteriores. Chama, então, os amigos e parentes para um

churrasco, contanto que todos ajudem no mutirão. Cada um vai fazendo do seu jeito, sem muito planejamento.

Para o segundo perfil de comportamento do usuário, foi utilizado como representação a persona Josi, de 43 anos, que mora em um bairro residencial de uma cidade pequena da região metropolitana de uma capital. Trabalha como faxineira e mora com seu marido, que trabalha como zelador. Possuem 1 filho adolescente e uma filha pequena e são muito unidos com a sua família e comunidade.

Diferentemente de Davi, o perfil de Josi é mais cuidadoso e detalhista. Entende a importância de fazer um projeto bem-feito e apesar do orçamento apertado, conseguiu encontrar uma arquiteta que fazia projetos sociais pela lei da ATHIS. A obra está sendo executada por ela e sua família, primos, irmãos e pais dela e do marido, todos estão se organizando para ajudar. Quer sua casa bem-feitinha e segura, tem estudado bastante com materiais online e diferentes vídeos, e contratou também um vizinho do bairro que é mestre de obras para ajudar durante a construção. Para ela, “pressa é inimiga da perfeição, mas também não se pode enrolar muito”. Por isso, valoriza ferramentas e materiais que facilitem e agilizem o trabalho e a aplicação. Na figura 25 está o painel de estilo de vida que a representa.

Para a ferramenta de cenários aplicada a persona 2, estão:

**JOSI - Cenário 1:** fez o projeto inicial com arquiteta para uma casa com dois pisos, mas como estava fazendo ela mesma, a execução da laje não deu certo, pois ficou esfarelando e com trincas. Sem dinheiro para refazer com profissionais e temendo arriscar a segurança da sua família, modificaram o projeto para ter apenas um piso e fizeram puxadinhos para os lados para pôr os quartos. Para isso, precisaram modificar paredes já construídas.

**JOSI - Cenário 2:** Com os gastos da obra, precisavam sair logo do aluguel. Passaram a morar na casa inacabada enquanto iam terminando o restante da obra aos poucos. O barulho e sujeira da quebradeira causavam muito incômodo para ela e sua família.

Figura 25 - Painél de estilo de vida da persona 2



Fonte: Autora

### 4.3 ANÁLISE DAS RELAÇÕES

Para organizar e compilar as diversas variáveis identificadas com as pesquisas e imersões no tema até este ponto do trabalho, foi aplicada a ferramenta de Análise das Relações. De acordo com Pazmino (2015), esta ferramenta consiste em um mapa mental centrado nas variáveis de usuários e contextos em que o produto pode se encontrar. Visa facilitar a visualização de diversas possibilidades e situações necessárias de serem consideradas para manter a qualidade do produto, bem como para satisfazer as necessidades dos usuários que talvez fossem esquecidas ao longo da pesquisa.

A ferramenta foi aplicada primeiramente em seu formato tradicional e amplo, considerando variáveis de todo seu ciclo de vida. Em um segundo momento, foi considerado útil aplicá-la novamente com foco mais direto e centrado na tarefa de assentamento dos blocos no canteiro da obra, como levantamento de variáveis e pontos

de atenção a serem explorados na análise da tarefa a seguir. Os mapas mentais elaborados podem ser encontrados no **APÊNDICE C e D** deste relatório.

O objetivo desta ferramenta é utilizá-la como uma lista de verificação (*checklist*) na avaliação da compatibilidade das alternativas a serem geradas com os contextos e variáveis levantadas.

#### 4.4 ANÁLISE DA TAREFA

De acordo com Pazmino (2015), a análise da tarefa consiste em observar o uso do produto a fim de identificar oportunidades de melhorias ergonômicas e de usabilidade nos detalhes do passo a passo da interação entre usuário e objeto. No entanto, neste trabalho, esta ferramenta foi aplicada em contexto de imersão, visando registrar situações de uso que devem ser consideradas na elaboração do novo produto, mesmo que o seu passo a passo acabe sendo diferente. A análise foi feita a partir de vídeos online e seu registro pode ser encontrado no **APÊNDICE E**.

Como conclusão, foi percebido que a usabilidade do bloco deve considerar os processos distintos para os seguintes contextos:

- a) assentamento da primeira fiada;
- b) assentamento e alinhamento dos cantos;
- c) assentamento das fiadas intermediárias: baixas e altas;
- d) assentamento do último bloco de cada fiada;
- e) assentamento da última fiada.

#### 4.5 ANÁLISE DAS NORMAS

Os sistemas convencionais de alvenaria no Brasil são normatizados pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). Estas normas guiam tanto o desenvolvimento de novos produtos na construção civil, como requisitos de fabricação para elementos já consolidados e métodos de ensaio. Foram selecionadas as que se relacionam mais diretamente com o escopo de projeto conceitual deste trabalho, excluindo as normas de ensaios laboratoriais de composição de materiais, resistência mecânica, índices de absorção de água, entre outros, reduzindo requisitos de complexa verificação a itens gerais como “deve ter baixa absorção de água”.

As normas selecionadas para análise foram:

- a) **NBR 15270-1**: Componentes cerâmicos: blocos e tijolos para alvenaria: requisitos;
- b) **NBR 6136**: Blocos vazados de concreto simples para alvenaria: requisitos;
- c) **NBR 15873**: Coordenação modular para edificações;
- d) **NBR 15575**: Edificações habitacionais: desempenho - Parte 1: requisitos gerais;
- e) **NBR 15575**: Edificações habitacionais: desempenho - Parte 4: requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas — SVVIE;
- f) **NBR 8545**: Execução de alvenaria sem função estrutural de tijolos e blocos cerâmicos.

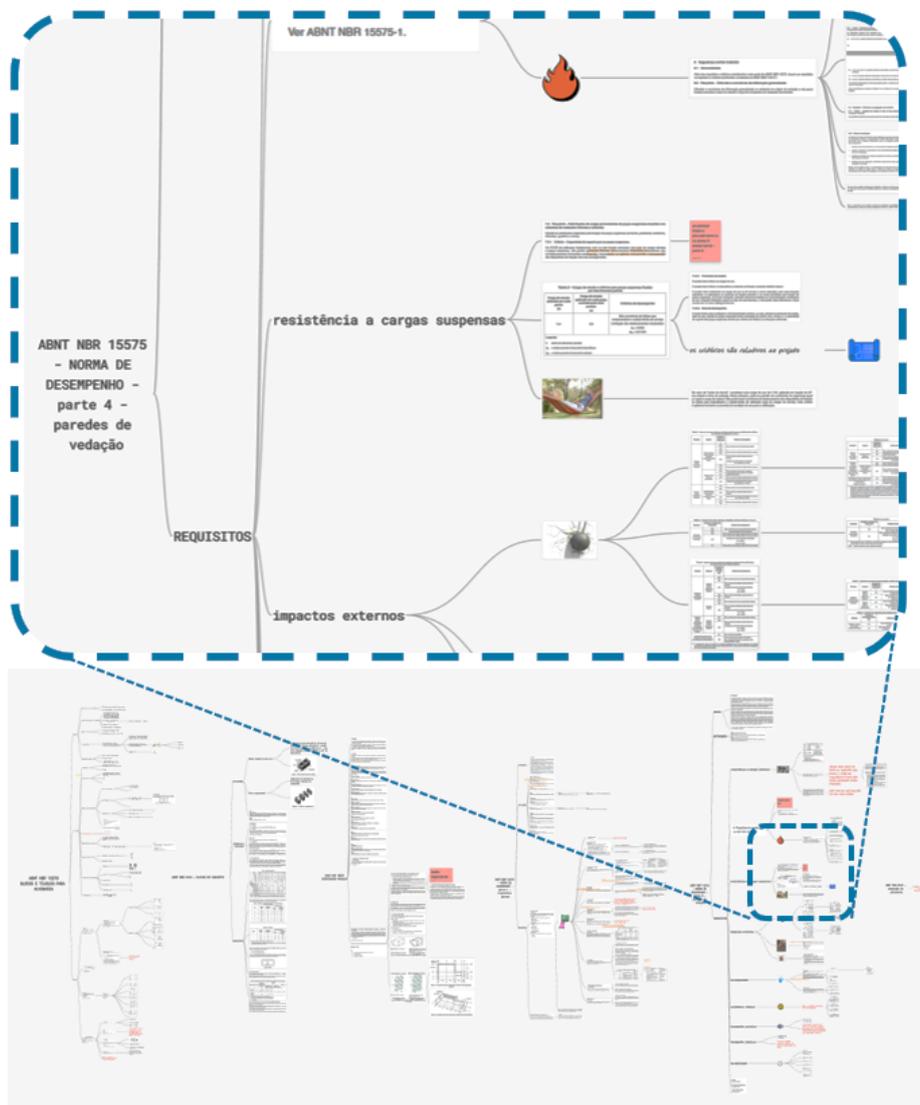
A metodologia de análise foi a leitura atenta das normas e registro das informações importantes em mapas mentais (Figura 26). O mapa completo está disponível no link: <https://drive.google.com/drive/folders/18jeB1YQSDvwlYK7FbmNkosJrzP4G3GOB?usp=sharing>.

Alguns termos da bibliografia ficaram mais claros com as definições especificadas em normas, como a diferença entre tijolo, quando a altura é inferior a 115mm, e bloco, quando é superior. Também foi introduzido o termo “alvenaria racionalizada”, que é constituída a partir de projeto específico (projeto de produção) contendo compatibilização com instalações, coordenação modular e demais detalhes necessários para a execução com o melhor aproveitamento dos recursos disponíveis, e geralmente é executada com blocos de furos verticais.

A NBR 15270-1, menciona classificações de blocos ou tijolos de vedação a partir de seus valores de resistência a compressão, e determina espessuras de parede externa mínimas de 7mm para os elementos vazados e parede interna mínima de 6mm, ou de soma da sessão (paredes internas + externas) em 20mm.

Além disso, como requisito de qualidade se avalia a planeza das faces, o desvio em relação ao esquadro e as variações dimensionais entre as sessões da peça, que nos blocos de vedação não devem ultrapassar 5mm. Há requisitos de geometria que se aplicam aos blocos de mercado atuais, mas que não serão aplicados neste projeto visto que a proposta é desenvolver um novo tipo de bloco, sendo esta análise um guia para entender melhor os atributos técnicos dos similares padrão.

Figura 26 - Trecho ilustrativo da técnica de mapa mental da análise das normas



Fonte: Autora

A NBR 6136 apresentou foco direcionado às restrições de aplicação e critérios de classificações dos blocos por características dimensionais e composição do concreto, que não se aplicam de forma tão direta à proposta. No entanto, foi mencionada a recomendação de arredondamento das cavidades internas para distribuição de tensões, que será aproveitada para o projeto em questão. Além disso, percebeu-se a presença de maior variedade dimensional dos blocos, com a presença de compensadores, devido ao material ser mais difícil e trabalhoso de se cortar para se ajustar às medidas do projeto realizado sem coordenação modular. Sendo essa adaptabilidade às dimensões de projeto um requisito para o trabalho, seja ele traduzido no material ou na composição da família de blocos.

A NBR 15873 introduziu os conceitos de “espaço de coordenação” e “espaços modulares” de elementos e componentes construtivos. Assim, ressalta a importância de se estipular o espaço ocupado por elementos de junção, como por exemplo a argamassa de assentamento, e as tolerâncias dimensionais de fabricação e, assim, realizar o ajuste de coordenação na medida nominal do elemento a fim de que o conjunto se adeque ao módulo M estipulado na norma como 100mm.

A norma especifica também que um componente modular pode ter medidas internas e espessuras não modulares quando estas não interfiram na coordenação modular de outros elementos ou componentes. Ademais, são admitidos componentes não modulares que, se combinados em conjunto, a soma de suas medidas resulte novamente em um múltiplo de M. O texto também especifica que para componentes com geometrias diferentes de um paralelepípedo, suas dimensões modulares devem ser consideradas a partir das maiores medidas de cada dimensão.

A NBR 15575 aborda como usuário o “proprietário, titular de direitos ou pessoa que ocupa a edificação habitacional” e define os requisitos que um sistema construtivo, como um todo, deve atender para suprir as necessidades deste usuário. São abordados requisitos de:

- a) segurança estrutural, a fim de evitar acidentes relativos à queda de material da própria parede, em decorrência da ação do vento ou de impactos acidentais, bem como de móveis ou demais elementos fixados nela;
- b) segurança contra o fogo, que indica que o material deve dificultar a inflamação generalizada e a propagação de chamas, bem como assegurar a estanqueidade e isolamento de ambientes contra o fogo externo;
- c) segurança de uso e operação, que indica que os blocos não devem apresentar quebras, projeções ou irregularidades que possam provocar ferimentos ou contusões. Também assegura a segurança patrimonial, recomendando resistência mecânica da construção contra impactos que possam abrir passagem para invasões.

Também são mencionados requisitos de estanqueidade da construção, desempenho térmico e acústico e saúde e qualidade do ar, relativa tanto a proliferação de mofo como o não-uso de materiais tóxicos nos elementos da construção.

A norma especifica também requisitos de sustentabilidade, referindo-se à manutenibilidade, que engloba também a possibilidade de reformas e impacto ambiental. Este tópico também menciona a durabilidade de cada sistema da construção,

à qual recomenda um valor mínimo de 40 anos para as paredes de vedação externa e 20 anos para as de vedação interna.

Na parte 4 da norma, especialmente voltado para a vedação das construções, se aprofunda a importância da firmeza da parede em prol da segurança pessoal, dificultando a entrada na habitação por meio da quebra da parede. A norma também menciona os riscos que a movimentação da parede pode gerar aos requisitos gerais de estanqueidade por exemplo, na geração de fissuras ou na produção de avarias à canos embutidos nelas.

A NBR 8545 foi usada de base para a elaboração do material “Código de Práticas de Alvenaria de Vedação em Blocos Cerâmicos” utilizada como referência na Fundamentação teórica deste projeto, tendo assim seu conteúdo já abordado neste trabalho e não apresentando novidades relevantes.

#### 4.6 ANÁLISE DE SIMILARES

Segundo Bonsiepe (1984) a análise de similares tem como objetivo “reconhecer o universo do produto a ser desenvolvido, evitar reinvenções, permitir ao designer conhecer os pontos fortes e fracos do produto e agir para melhorá-los, mudá-los ou até mesmo conservá-los”. São considerados similares todo produto ou serviço que atende as mesmas funções e pode satisfazer as mesmas necessidades do consumidor, mas que não necessariamente é um concorrente direto. Para a busca de similares (Figura 27) foram considerados blocos de vedação ou cobogós, com enfoque nos mecanismos de encaixes entre os elementos, tendo como fonte similares diretos ou até mesmo obras de arte que utilizassem essa premissa.

Para a análise de similares foram selecionados 3 similares comuns de mercado para paredes de vedação identificados na NBR 15270: tijolo baiano, tijolo maciço e bloco para racionalização. Foram também selecionados 4 similares inovadores, anunciados no mercado, que apresentaram inovações relativas à forma e usabilidade similares ao enfoque deste trabalho.

O critério utilizado para esta seleção foi de os produtos escolhidos apresentarem sites ou materiais informativos próprios do inventor ou fabricante com quantidade suficiente de informação para ser possível fazer uma análise mais aprofundada. São eles:

- a) Bloco de solo-cimento (“tijolo ecológico”);

- b) Tijolos plásticos da marca Leveblocos;
- c) Produto Iforms da empresa ICF;
- d) Projeto conceitual apresentado no artigo “Proposta de uma Família de Blocos Modulares com Geometria Diferenciada para Alvenaria de Vedação em Habitação de Interesse Social” por Silva et. al. (2016).

**Figura 27 - Painel resumido de similares**



Fonte: Autora.

Como ferramenta para esta análise, foi selecionada a Análise Paramétrica (PAZMINO, 2015). Também conhecida como Análise Sincrônica, busca comparar características descritivas e objetivas dos similares, a fim de classificá-los em relação a critérios como preço, dimensões, processo produtivo, material, entre outros. A tabela produzida como resultado se encontra no **APÊNDICE F** deste relatório.

#### 4.7 DEFINIÇÃO DOS REQUISITOS

Para a conclusão da etapa informacional com a definição dos requisitos de projeto, foram buscados na pesquisa realizada as necessidades de usuário, que, no cenário de autoconstrução, englobam tanto o contexto do uso da moradia quanto da sua construção. As necessidades do usuário, mencionadas em entrevistas e identificadas nas demais pesquisas deste trabalho, expressas em frases como “estar e se sentir seguro dentro da moradia” foram então desdobradas em requisitos do usuário, a partir da pergunta “o que é necessário no contexto desse produto para que o usuário esteja e se sinta seguro dentro da moradia?”.

Assim, obtiveram-se requisitos de usuário como “Estar seguro em casos de incêndio” e “impedir a entrada de pessoas ou animais não desejados”, por exemplo. A partir dessas especificações, foi então feita a pergunta de “qual característica um bloco de vedação precisa apresentar para que os moradores da residência estejam seguros em caso de incêndio?”. Dessa forma, foram definidos requisitos de projeto como “Retardar a propagação de chamas”.

Baxter (2000) afirma que, devido à grande variedade de casos, não é possível formular um método padronizado de planejamento de produto que possa ser seguido em qualquer projeto, e que este deve ser adaptado para conformar os diferentes níveis de complexidade de cada projeto e abordagem. No caso deste projeto, alguns fatores tornaram essa etapa menos convencional.

Há normas genéricas que especificam requisitos gerais de usuários, como a ABNT NBR 15575, bem como outras normas apresentam requisitos muito específicos para soluções pré-definidas que não necessariamente se aplicariam às alternativas futuramente desenvolvidas. Além disso, alguns requisitos de projeto especificados em normas também se apresentavam como conclusões diretas de requisitos de usuários identificados na pesquisa, misturando requisitos obrigatórios e não hierarquizáveis com os demais, tanto em etapas iniciais do desdobramento quanto em etapas finais. Dessa

maneira, o uso de ferramentas como o Desdobramento da Função Qualidade (QFD), recomendada tanto por Baxter (2000) como apresentada por Pazmino (2015), se demonstrou inviável para a necessária hierarquização dos requisitos.

Entretanto, foi percebido que havia dados ao longo da pesquisa para hierarquizar as necessidades do usuário, que poderiam servir de guia para a priorização dos requisitos não normativos derivados destas. Como resultado, se obteve o seguinte ordenamento para essas necessidades, organizados junto ao principal descritivo do agrupamento de requisitos derivados:

1. **Disponibilidade:** conseguir ter acesso ao material desejado;
2. **Economia:** economizar nos custos;
3. **Segurança:** estar e se sentir seguro;
4. **Saúde:** não ter a saúde comprometida;
5. **Durabilidade:** não precisar reconstruir a casa ao longo do período de uso dentro de condições normais de uso e contexto;
6. **Isolamento térmico:** não passar frio ou calor excessivo;
7. **Praticidade:** construir mais facilmente;
8. **Manutenção:** poder reformar e fazer manutenção com facilidade;
9. **Vedação:** estar isolado das intempéries;
10. **Isolamento acústico:** estar em um ambiente silencioso;
11. **Liberdade:** poder decorar a moradia como desejado;
12. **Versatilidade:** poder construir em diferentes contextos (chuva, umidade);
13. **Sustentabilidade:** reduzir impactos ambientais.

Após a organização dos requisitos derivados de cada necessidade, foi também incluída na tabela uma classificação informando à quais especificações técnicas de projeto aquele requisito provavelmente estaria associado. Assim, requisitos como “retardar a propagação de chamas” foi atribuído à especificação do material, que, por sua vez, está associado à propriedade de combustibilidade deste, ressaltando a importância de se atentar a esta característica durante as pesquisas para a definição do material. A tabela completa relacionando todas as análises realizadas estão no **APÊNDICE G**.

## 5 CONCEITUAÇÃO

A pesquisa de contexto do problema e do objeto deste trabalho, consolidada nos requisitos de projeto, definem “o quê” o projeto precisa ser e quais requisitos precisa atender. Assim, como passo subsequente na metodologia deste desenvolvimento está em definir o “como”. Neste capítulo estão apresentadas ferramentas utilizadas para a geração de alternativas de blocos de vedação que solucionassem total ou parcialmente as necessidades do usuário identificadas.

### 5.1 DEFINIÇÃO DA OPORTUNIDADE

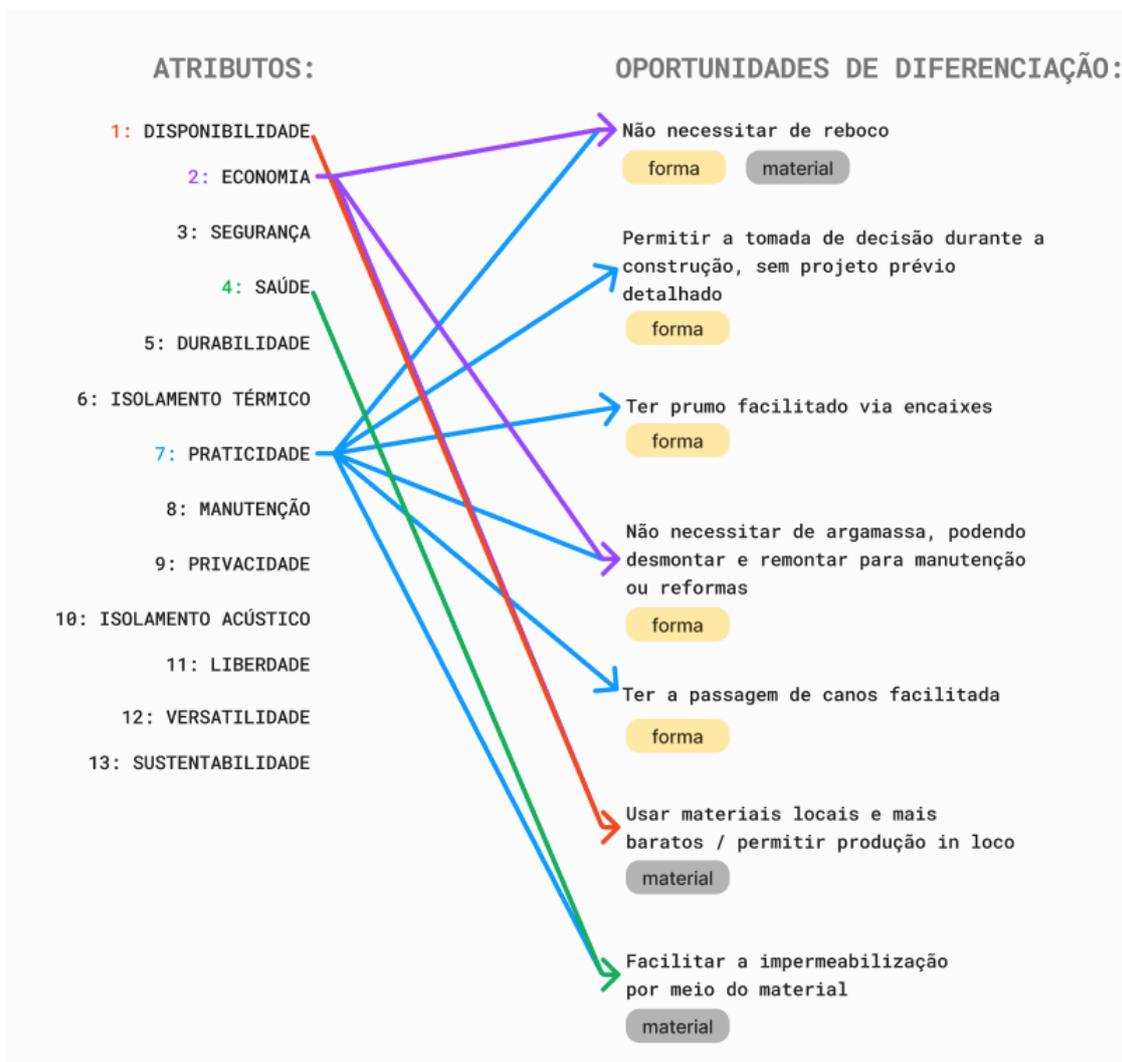
Devido à natureza da própria função primordial do bloco de vedação e das normas que os orienta, há uma grande quantidade de requisitos genéricos para qualquer bloco de vedação, ou que já são atendidos, em maior ou menor grau, por similares de mercado. Assim, a partir das pesquisas desenvolvidas, foi realizado um mapa de oportunidades (KUMAR, 2001) para identificar possíveis benefícios claros que trouxessem diferenciação para o produto proposto perante os similares disponíveis. A figura 28 mostra a sua relação com os atributos retirados dos requisitos de projeto.

Nas etapas de criação seguintes, pretende-se explorar alternativas com base nessas oportunidades e então compará-las com os requisitos para a seleção das propostas mais promissoras.

De acordo com Lobach (2001), todo o produto, ao interagir com o usuário, mesmo que apenas pela visão, transmite emoções, e é tarefa do designer projetar de maneira consciente dessas percepções. Como ferramenta para isso, Baxter (2000) sugere a criação de 3 painéis visuais para ilustrar e comunicar o conceito aos envolvidos no projeto. São eles:

- Painel de estilo de vida do usuário: ilustra aspectos do dia a dia e do ambiente em que vive cada usuário. Essa ferramenta já foi utilizada neste trabalho para representar as personas desenvolvidas;
- Expressão do produto: ilustra características intangíveis do projeto. No caso deste trabalho são durabilidade, robustez, modularidade, intuitividade no uso, sensação de aconchego no acabamento, sustentabilidade e economia de custos, que foram comunicadas visualmente na figura 29.

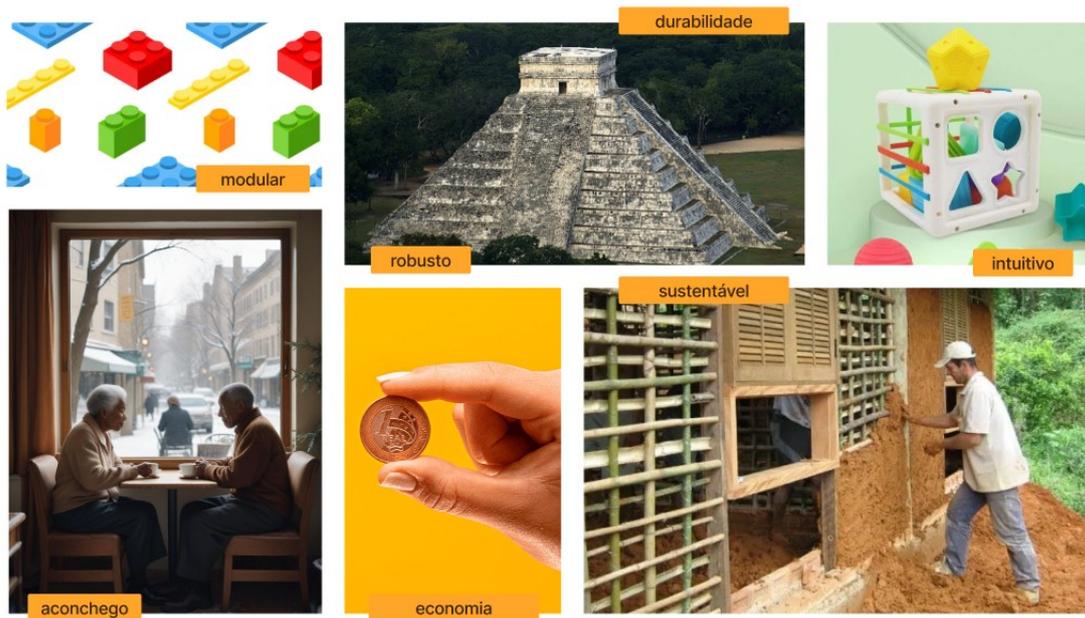
Figura 28 - Mapa de oportunidades



Fonte: Autora

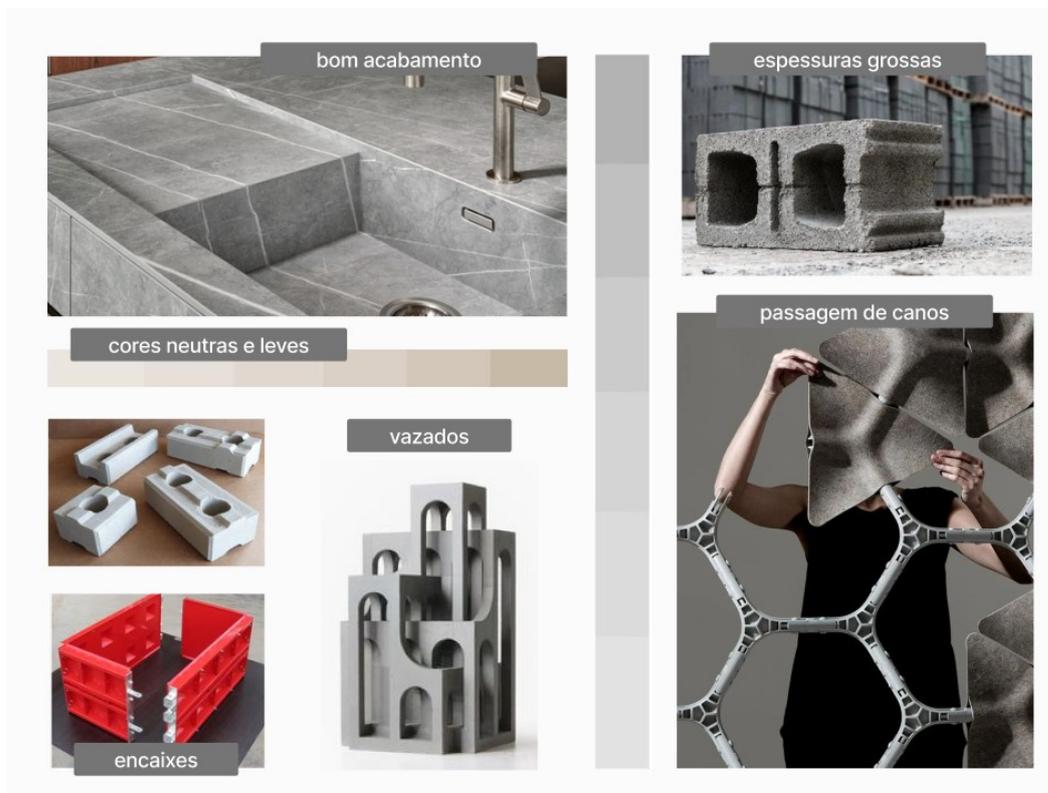
- Tema visual: visa tangibilizar os atributos por meio de características visuais como cor textura padrão de acabamento e curvaturas desejadas ao produto, mas não necessariamente de produtos similares. Para isso, foram escolhidas imagens que representassem o aconchego do primeiro painel através de cores claras e neutras, que mesmo sem acabamento pudessem ornar com a decoração dos mais diversos ambientes, sem pesar na informação visual. Na figura 30, o atributo intuitividade foi representado por peças encaixáveis. A robustez e durabilidade foi representada pelas paredes grossas de alguns similares ilustrados, enquanto a modularidade foi representada por esculturas com aberturas para passagem dos canos.

Figura 29 - Pannel de expressão do produto



Fonte: Autora

Figura 30 - Pannel de tema visual

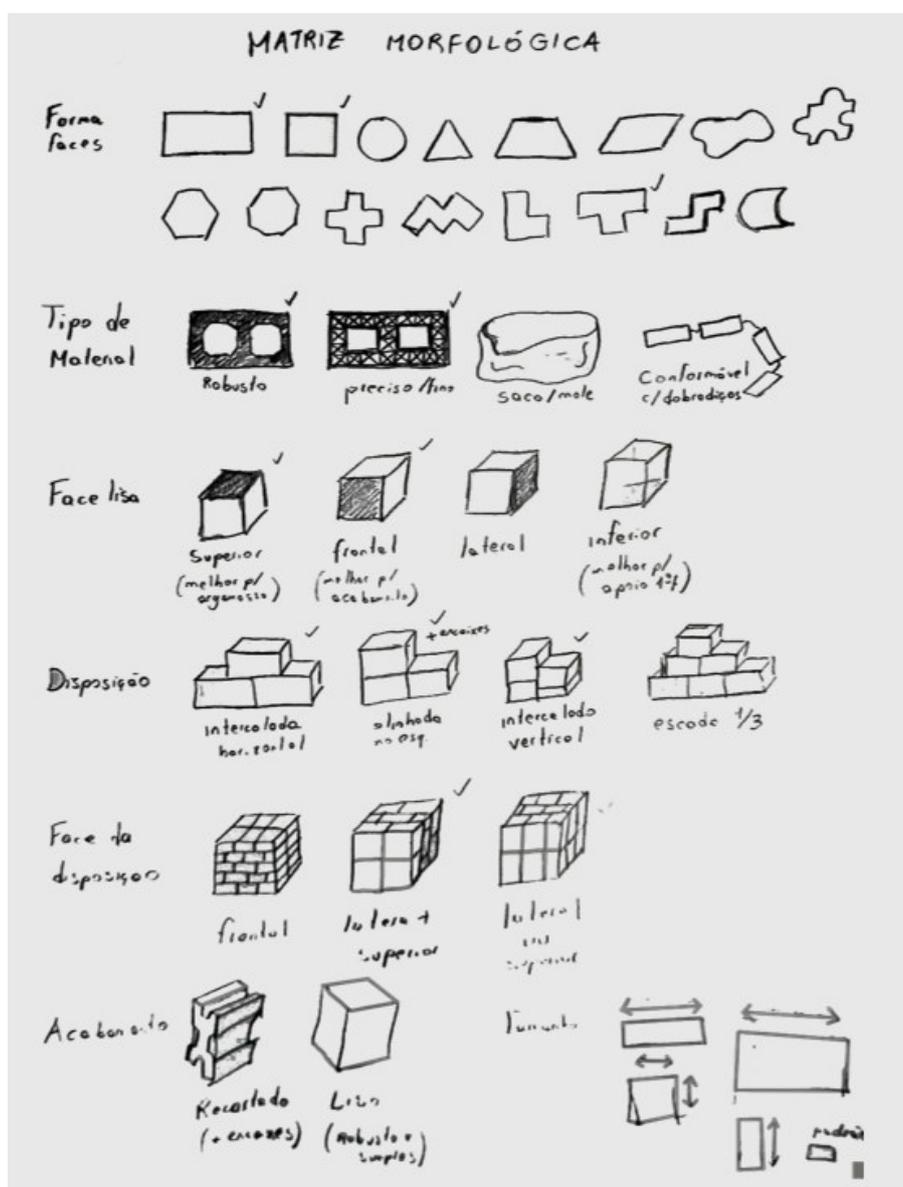


Fonte: Autora.

## 5.2 GERAÇÃO DE ALTERNATIVAS

Após as definições conceituais do produto, utilizou-se a técnica de matriz morfológica (Figura 31) e brainstorming para dar início à criação dos blocos (Figura 32). Essa etapa, que antecede o refinamento e o detalhamento, visa gerar ideias conceituais que servirão como base para atingir os potenciais de diferenciação identificados no mapa de oportunidades.

Figura 31 – Matriz Morfológica



Fonte: Autora.

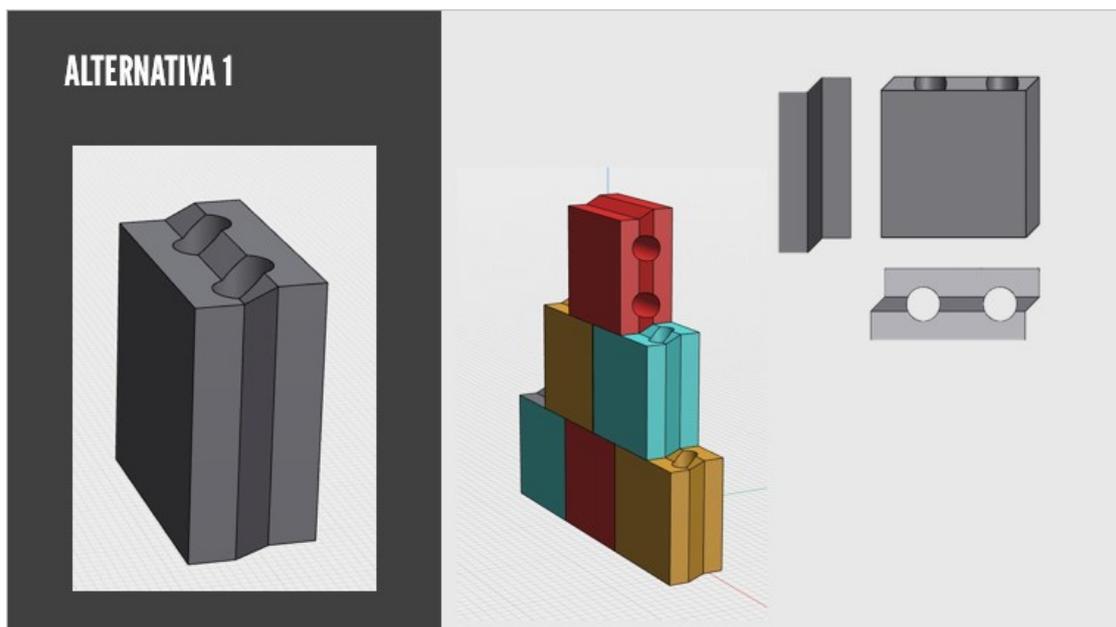
**Figura 32 – Brainstorm inicial**

Fonte: Autora.

Após a fase inicial de ideação, a autora realizou uma triagem qualitativa das ideias e selecionou cinco conceitos para exploração mais aprofundada. As alternativas geradas nesta etapa ainda não contêm todos os detalhes funcionais e de fabricação, sua representação limita-se à esquematização das funcionalidades e dos diferenciais do produto.

O primeiro conceito (Figura 33) se assemelha aos blocos estruturais tradicionais, mas seu formato quadrado permite montagem tanto na vertical quanto na horizontal, dependendo da orientação da tubulação a ser instalada. Para facilitar o alinhamento durante a aplicação da massa, o bloco possui desníveis que funcionam como guias, permitindo uma montagem precisa sem comprometer os encaixes. Entre suas vantagens, destaca-se a facilidade na passagem de canos e no alinhamento das tubulações. No entanto, uma desvantagem é que os canos devem ser instalados durante a construção, seguindo um projeto prévio que muitas vezes não existe no contexto da autoconstrução. É possível quebrar os blocos posteriormente para ajustes ou reformas, mas essa alteração pode comprometer o acabamento, embora não represente um risco significativo para a sustentação da parede e de mobiliários fixados a ela.

Figura 33 – Conceito 1

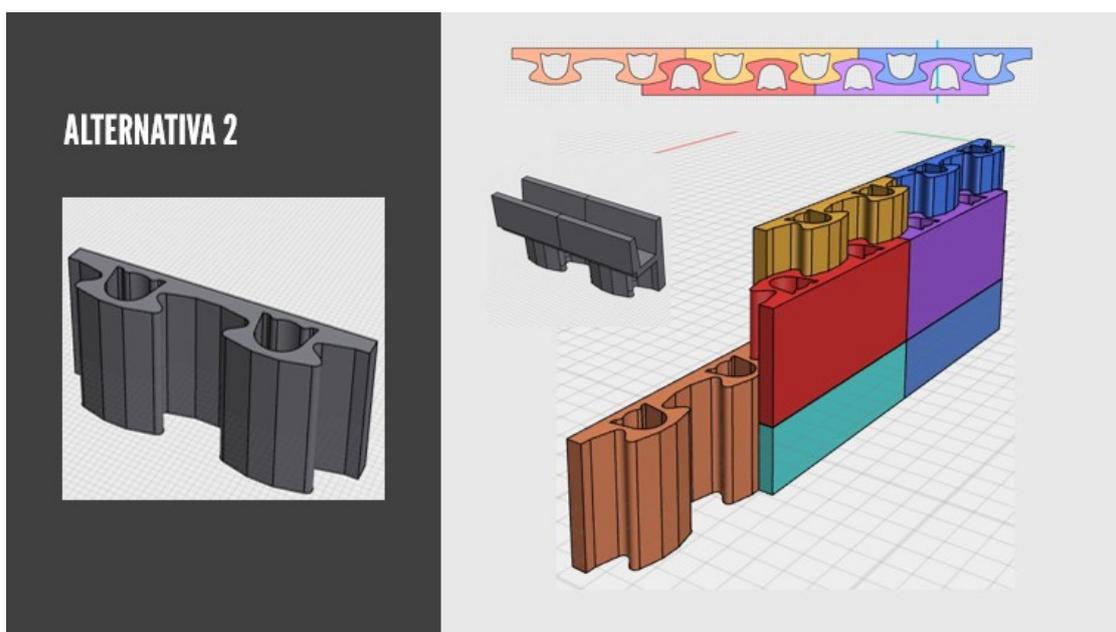


Fonte: Autora.

O segundo conceito de bloco de vedação (Figura 34) é projetado para ser montado exclusivamente por encaixes, eliminando a necessidade de argamassa. Os encaixes são robustos e firmes, garantindo segurança na construção. Além disso, o bloco possui furos verticais para a passagem de canos durante a obra e ranhuras que facilitam quebras posteriores para ajustes ou reformas. No entanto, um desafio desse design é que, ao instalar canos na horizontal, pode ser necessário quebrar alguns encaixes, o que pode comprometer a estrutura, embora não a ponto de causar a queda da parede. Para mitigar esse problema, seria ideal que o projeto de execução incluísse a utilização de blocos canaleta, permitindo uma instalação mais eficiente e segura, mas isso implicaria na necessidade de um projeto prévio bem executado.

A terceira alternativa (Figura 35) propõe blocos de vedação que também dispensam o uso de argamassa, utilizando um sistema de encaixes firmes e robustos para garantir a estabilidade da estrutura. A grande vantagem desse modelo é a flexibilidade que oferece para a instalação de tubulações tanto na vertical quanto na horizontal, permitindo a passagem livre de canos durante o processo de construção sem quebras. Em casos de reforma, a parede pode ser desmontada e remontada para a inclusão ou ajuste das tubulações, uma vez que não utiliza argamassa. Essa característica oferece também uma solução interessante para eventuais adaptações no imóvel para a abertura e realocação de paredes.

Figura 34 - Conceito 2

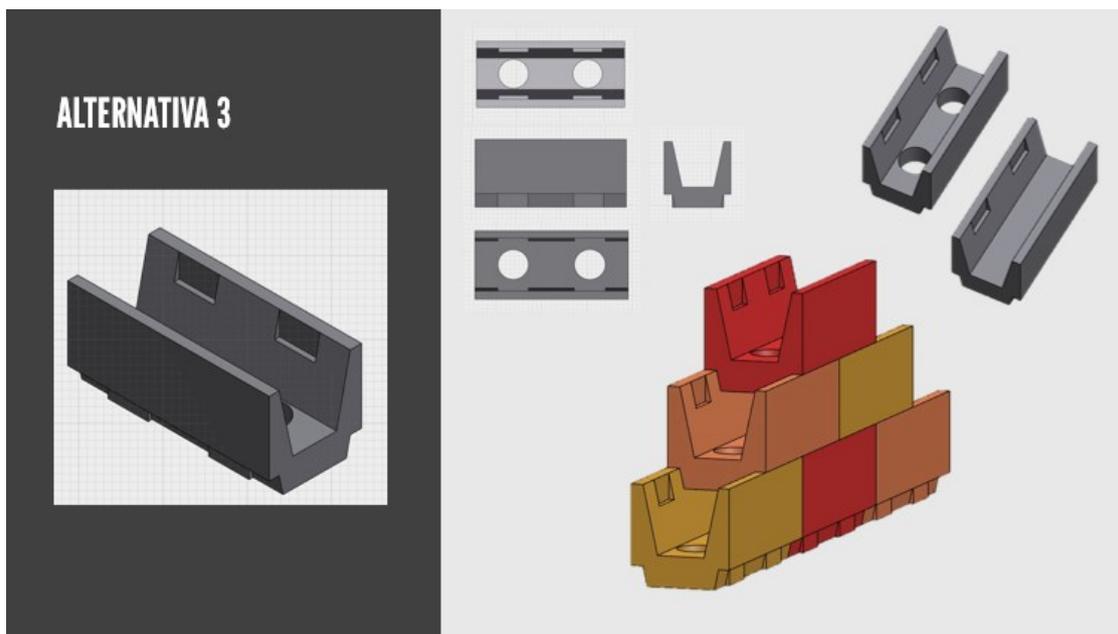


Fonte: Autora.

Por outro lado, a ausência de argamassa também representa uma limitação de segurança: se alguém tentasse abrir espaço na parede para a passagem de canos, abertura de janela ou porta por meio da quebra dos blocos, sem conhecer o sistema, isso comprometeria a integridade dos encaixes, o que poderia levar ao desabamento da parede inteira e dos mobiliários nela fixados. Assim, embora este sistema apresente diferenciais relevantes em flexibilidade e facilidade de modificação, ele exige um cuidado extra para evitar o uso inadequado e o comprometimento da segurança estrutural.

A quarta alternativa (Figura 36) prioriza a segurança estrutural ao retomar o uso de argamassa, o que sacrifica parte da flexibilidade de relocar paredes em reformas, mas garante maior estabilidade e reduz os riscos associados à retirada de blocos. Este modelo traz como diferencial uma capa de acabamento montada sem argamassa, apenas por encaixes, permitindo a finalização estética da parede de maneira prática. A montagem dos blocos base é realizada com o auxílio de guias de encaixe para assegurar o prumo, e as aberturas permitem a instalação de tubulações verticais com facilidade. Já para tubulações horizontais, é necessária a quebra controlada da parede, pois adicionar uma abertura horizontal adicionaria excessiva complexidade de fabricação para a peça devido ao ângulo de extração.

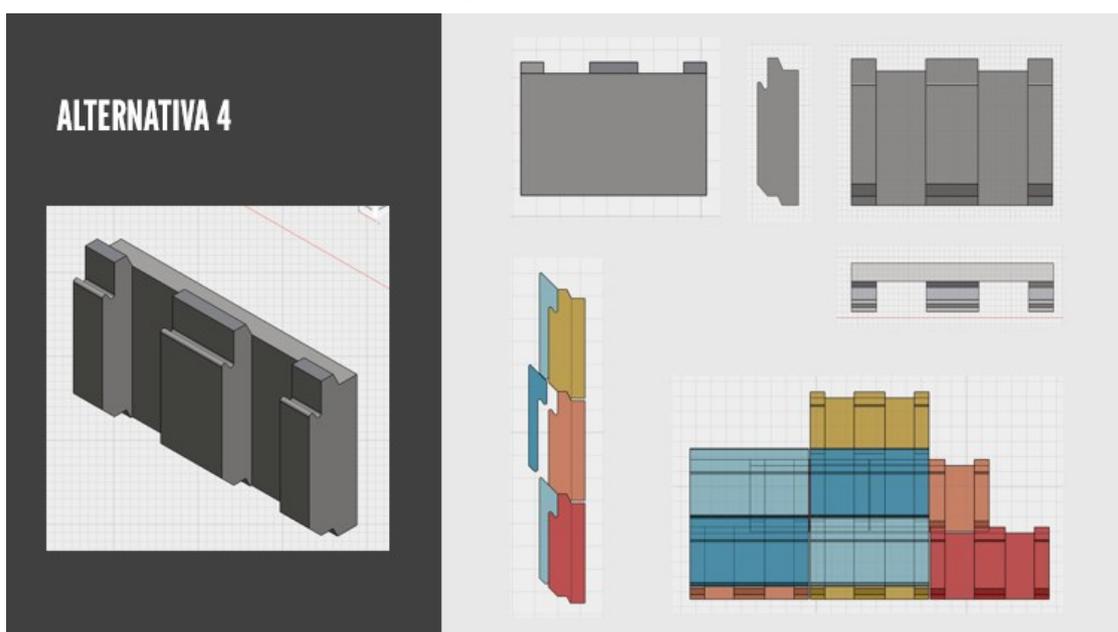
Figura 35 – Conceito 3



Fonte: Autora.

A vantagem desse sistema é que a capa de acabamento cobre as quebras feitas para a instalação de tubulações, garantindo uma aparência final uniforme. Em caso de futuras reformas, como a instalação de tomadas adicionais ou reparos de infiltrações, a capa pode ser facilmente removida, permitindo a intervenção necessária sem comprometer a estrutura ou exigir que o acabamento tenha de ser feito novamente.

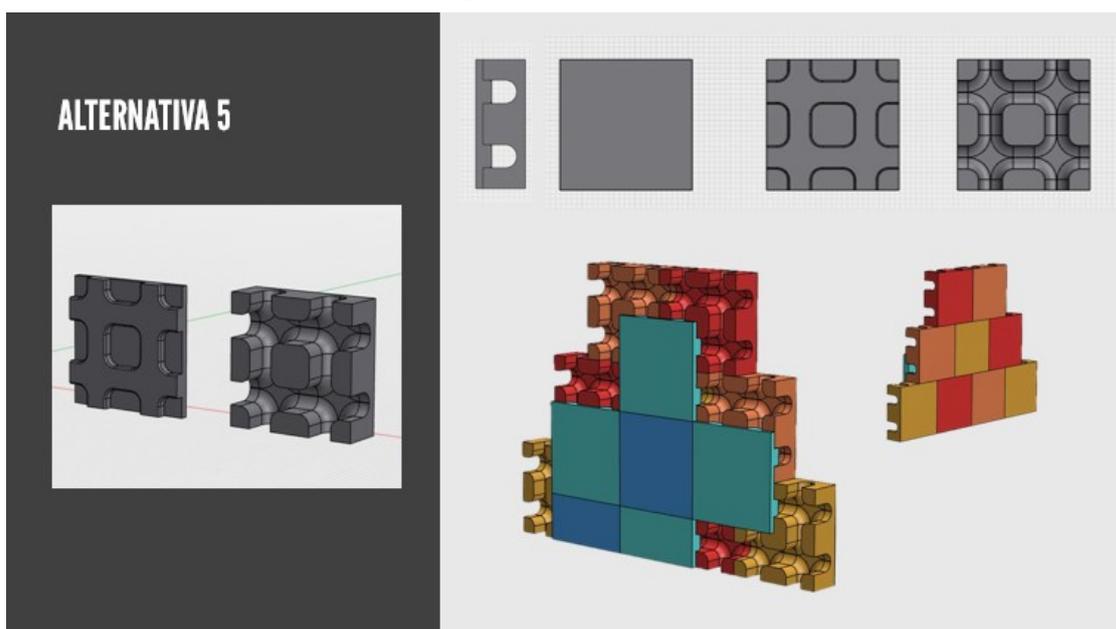
Figura 36 – Conceito 4



Fonte: Autora.

A quinta alternativa (Figura 37) também adota o conceito de uma capa de acabamento e busca facilitar a passagem de tubulações, dessa vez tanto na vertical quanto na horizontal. Para isso, o bloco é projetado com aberturas que permitem a instalação horizontal dos canos, mas essa solução implica renunciar aos encaixes em cima e no alinhamento de prumo. Esse formato de abertura do molde exige uma direção de extração invertida e afeta a resistência do bloco, que fica mais fragilizado em função dos cortes horizontais. A capa de acabamento, neste caso, atua também como reforço estrutural, uma vez que o conjunto é então montado com argamassa para garantir a fixação. Embora a capa não seja projetada para remoção simples durante reformas, ela poderia ser quebrada e substituída por uma nova peça de acabamento, dispensando a necessidade de recobrimento com argamassa.

Figura 37 – Conceito 5



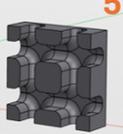
Fonte: Autora

### 5.3 SELEÇÃO DA ALTERNATIVA

Para escolher a alternativa foi usada uma matriz de decisão (Pazmino, 2015) utilizando como critério o atendimento às oportunidades definidas com potencial de diferenciação. As notas de 1 (não atende) e 5 (atende com excelência) foram primeiramente avaliadas pela própria autora (Figura 38), e depois feita a mesma

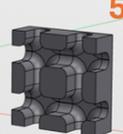
avaliação com uma engenheira civil (Figura 39) que ainda não havia tido contato com o projeto, a fim de se obter uma visão neutra e técnica para comparação.

**Figura 38: Matriz de decisão preenchida pela autora**

<b>MATRIZ DE DECISÃO</b>	 1	 2	 3	 4	 5
Reduzir etapas de acabamento	2	3	3	5	5
Facilitar passagem de tubulações	3	2	3	4	5
Economizar no consumo de argamassa	3	5	5	3	3
Facilitar reformas	1	4	4	5	3
Facilitar fabricação	3	5	3	3	4
	12	19	18	20	19

Fonte: Autora

**Figura 39: matriz de decisão preenchida por uma engenheira civil entrevistada**

<b>MATRIZ DE DECISÃO</b>	 1	 2	 3	 4	 5
Reduzir etapas de acabamento	5	3	5	5	3
Facilitar passagem de tubulações	4	3	4	5	3
Economizar no consumo de argamassa – facilitar encaixe	3	3	4	5	3
Facilitar reformas	4	3	4	4	3
Facilitar fabricação	5	5	4	4	3
Segurança/robustez	5	3	3	4	3
	26	20	24	28	18

Fonte: Autora

Como resultado, ambas as matrizes apontaram a alternativa 4 como mais promissora.

## 6 SELEÇÃO DE MATERIAIS

A seleção de materiais é muito importante para o desenvolvimento de produtos. Após a primeira etapa de geração de alternativas e sua seleção prévia, ficou definida a necessidade de buscar um material rígido, que atendesse os critérios de resistência mínima especificados pelas normas de desempenho para alvenaria de vedação e que permitisse os encaixes propostos na alternativa.

Para essa análise, foram então selecionados os seguintes materiais: Cerâmica, Concreto convencional, Concreto Celular Autoclavado, Concreto Celular não-autoclavado/espumado, Solo-cimento e Adobe.

Foi utilizado como critério de seleção materiais que já são comumente usados em alvenarias de vedação em construções populares, devido a certeza de que atendem a resistência a compressão e demais critérios das normas, e excluindo materiais de alto valor, como o EPS. Também foram desconsiderados materiais muito inovadores dos quais não se encontrou estudos suficientes para avaliar todos os critérios desejados, como tijolos poliméricos, de tecido, tijolos com reaproveitamento de fibras orgânicas, cinzas, materiais de reciclagem ou entulhos da própria construção civil.

### 6.1 CERÂMICA

Os blocos cerâmicos são produzidos com uma mistura simples de argila e água. Seu processo de fabricação consiste na extração da argila, trituração para torná-la mais homogênea, mistura com água a fim de formar o traço, laminação através de rolos e então extrusão e corte reto em esteira de produção. Em seguida, os blocos passam por um período de secagem natural para remover o excesso de água, e são queimados entre 750 e 1000°C a fim de torná-los mais duros e resistentes (KAKZAM, 2016). Há também alguns processos que incluem uma etapa de prensa, comum em blocos maciços com cavidade.

A cerâmica é um material resistente, porém frágil, que pode trincar e se esfarelar com ação das dilatações ou impactos. Também sofre muita variação dimensional sob o efeito de temperatura, exigindo que se trabalhe com tolerâncias dimensionais mais altas, que conseqüentemente dificultam o projeto de componentes de encaixe.

## 6.2 CONCRETO

O concreto é composto por uma mistura de areia, água e cimento, que por sua vez é geralmente uma mistura de calcário, argila e gesso, também extraídos, moídos e sinterizados em fornos de altas temperaturas para a formação de seu formato em pó pronto para uso, que pode conter também outros componentes a fim de controlar e modificar propriedades para usos específicos (GASDIA-COCHRANE, 2024).

A fabricação dos blocos de concreto consiste na mistura e homogeneização dos componentes, que são então colocados sobre formas, vibrados e prensados, para então passar por um processo de secagem até adquirirem sua resistência final (JUNIOR, 1995).

O concreto é um material pesado de se trabalhar, mas é robusto e muito resistente a quebras e impactos. Além disso, possui uma precisão dimensional melhor que a da cerâmica, por possuir coeficientes de dilatação menores, o que também proporciona melhor possibilidade de alinhamento dos blocos e menor necessidade de espessura de argamassa nas etapas de acabamento.

## 6.3 CONCRETO CELULAR AUTOCLAVADO

O concreto celular autoclavado consiste em uma mistura de areia, cal, cimento e leves quantidades de pó de alumínio. Essa mistura provoca uma reação química que gera pequenas bolhas na massa, resultando em um bloco mais leve e isolante que o bloco de concreto convencional (ABNT NBR 13438/2021).

Seu processo de produção consiste em homogeneizar a mistura, preencher parcialmente uma forma e aguardar a reação química acontecer e a mistura ganhar volume. Após, esse grande bloco é cortado em pedaços menores, já nas dimensões desejadas para o produto. Esses blocos finais são então colocados em um equipamento de autoclave, que controla a pressão e temperatura para estabilizar a reação e conferir resistência aos blocos, assim prontos para a venda.

Esse material apresenta muitas vantagens para o desempenho final da obra, no entanto, a autoclave é um equipamento caro, que confere um alto investimento inicial e complexidade à planta de fabricação, dificultando sua implementação em cidades pequenas, nas quais não haveria volume suficiente para escoar a produção.

#### 6.4 CONCRETO CELULAR ESPUMOSO

Há outra maneira de se produzir um concreto leve com propriedades muito semelhantes ao concreto celular autoclavado, mas sem o uso de autoclave ou equipamentos complexos. Também conhecido como concreto espumado ou não-autoclavado, o concreto celular espumoso é geralmente composto por uma mistura de cimento, areia e água com um agente espumante, que pode ser de diversas formulações e origens (vegetal, animal ou produtos químicos sintéticos).

De acordo com o site do fabricante Ecopore, essa espuma é feita a partir de geradores de espuma que funcionam a base de ar comprimido, e é então adicionada à massa de concreto, homogeneizada, e despejada em formas individuais de cada bloco no formato desejado. Após determinado tempo de cura, quando o bloco já tenha atingido resistência suficiente para o manuseio, os blocos são desmoldados e deixados por cerca de 1 mês para completar o seu processo de cura e aquisição de resistência.

Esse é um processo mais rudimentar, que pode ser realizado de maneira mais manual e artesanal. Isso possibilita moldes mais complexos, uma vez que não são obtidos por meio de fatiamento de um pré-bloco maior, mas dificulta o controle da uniformidade e tamanho das bolhas no produto-final, que impacta diretamente nas propriedades e qualidade do bloco. Esse processo também costuma resultar em um produto de menor custo que sua versão autoclavada. No entanto, apesar das propriedades serem muito similares à essa versão e de ser relativamente comum no mercado, este processo produtivo ainda não foi normatizado no Brasil.

#### 6.5 ADOBE

Os métodos citados até então todos dependem de queimas em alguma etapa do seu ciclo produtivo, que causam altos gastos energéticos e conseqüentemente maior impacto ambiental. Além disso, necessitam de estruturas específicas para sua fabricação, que, mesmo quando regionais, exigem o transporte da matéria prima até a fábrica e da fábrica até o local, também provocando impactos ambientais significativos nessa logística.

Uma alternativa milenar para essa questão são os blocos de adobe, produzidos com a terra do terreno e moldados no próprio local da obra sem necessidade de queima. Isso confere características de custo muito reduzido para o contexto da autoconstrução,

no entanto, o resultado é um material proporcionalmente mais frágil que os demais e com baixa precisão dimensional, que inviabilizaria a funcionalidade da solução proposta. Além disso, pode conferir riscos à integridade da construção caso utilizado de maneira descuidada, sem a devida análise de adequação da terra disponível no terreno, sem impermeabilização correta e sem reforço nos locais onde se deseja suspender mobiliários ou redes de dormir (CORREA, *et. Al.*, 2006).

## 6.6 SOLO-CIMENTO

Uma alternativa às limitações dos blocos de adobe quando comparados aos demais materiais de mercado é o solo-cimento, popularmente conhecido como “tijolo-ecológico”. Esse método também pode ser fabricado no local da obra com terra do próprio terreno, no entanto, são inclusos traços de cimento, com função de estabilizar essa terra e torná-la mais rígida, dura e segura para uso convencional.

O método de produção consiste em peneirar a terra do local, misturar com o cimento e água e prensar com muita força em formas de um maquinário específico, com uso de alavancas ou sistemas hidráulicos. Os blocos são então deixados para secar e prontos para o uso sem necessidade de segunda queima (embora ainda utilize cimento, que possui queima em seu ciclo de vida) (ABNT NBR 10833/20143). Esse processo, no entanto, costuma resultar em blocos mais caros que os demais materiais aqui analisados.

## 6.7 DEFINIÇÃO DO MATERIAL

Para compilar as informações pesquisadas e comparar os materiais de maneira objetiva, foi realizada uma matriz QDF parcial (Quadro 4), na qual os requisitos relativos às propriedades dos materiais tiveram sua importância numerada e foram então cruzados com cada um dos materiais analisados.

A análise de similares, dentro do escopo deste trabalho, teve como objetivo compilar características gerais de cada material analisado. Entretanto, é importante ressaltar que as propriedades como resistência, isolamento, dureza e estanqueidade, dependem muito de fatores como pureza da matéria prima utilizada, das proporções utilizadas na mistura, na presença de aditivos, nas condições de temperatura e umidade do ambiente durante a cura, da temperatura de queima, entre muitos outros fatores.

Quadro 4 – Matriz QFD parcial

		peso	Cerâmica	Concreto comum	Concreto celular Autoclavado	Concreto Celular não-autoclavado	Adobe	Solo-cimento
<b>PROPRIEDADES BÁSICAS:</b>	Ser leve	2	6	2	10	10	8	4
	Ser um bom isolante acústico	2	6	2	10	10	10	8
	Ser um bom isolante térmico	4	8	4	20	20	16	12
	Ser resistente ao fogo	5	25	25	25	25	25	25
<b>PRATICIDADE DE CONSTRUÇÃO</b>	Ser fácil de quebrar para adequação à obra	2	6	2	10	10	10	6
	Ser capaz de sustentar móveis pendurados	4	12	4	20	20	4	16
	Ser resistente para a fundação	1	4	5	1	1	1	5
	Possuir alta precisão dimensional	3	6	12	15	12	3	12
	Ser confiável/não depender de análises	5	25	25	25	25	5	5
<b>PROPRIEDADES AVANÇADAS:</b>	Apresentar boa aderência a revestimentos	2	4	8	10	10	2	4
	Apresentar aspecto de robustez	1	3	5	1	1	2	4
	Ter boa estanqueidade à água	4	8	12	16	16	4	8
	Se adequar à diferentes climas	5	20	15	25	25	5	10
<b>FABRICAÇÃO:</b>	Ser simples de fabricar	5	15	25	5	15	25	15
	Possuir baixo custo de fabricação	5	25	20	5	15	25	10
	Não utilizar materiais perigosos na composição	5	25	25	10	25	25	25
	Ter baixo coeficiente de expansão térmica	3	6	12	15	12	3	6
	Ter baixo impacto ambiental	3	9	6	6	9	15	15
<b>TOTAL:</b>		<b>213</b>	<b>209</b>	<b>229</b>	<b>261</b>	<b>261</b>	<b>188</b>	<b>190</b>

Fonte: Autora.

Esses fatores impactam em grande medida na qualidade e preço final do produto, que também pode ser influenciado pela disponibilidade de cada matéria prima em cada região, na proximidade de grandes fábricas desses tipos de bloco e até mesmo dos meios disponíveis para o transporte do material entre a fábrica e consumidor final. Portanto, é importante que, no caso de uma possível aplicação prática deste bloco, esse estudo seja realizado em maior profundidade, considerando as variáveis do contexto específico em que o bloco estiver sendo fabricado.

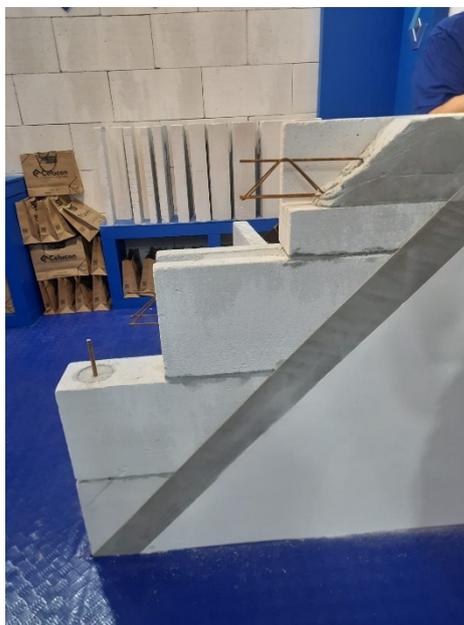
Após analisar os valores obtidos na Matriz de Seleção, o material escolhido para guiar o detalhamento deste projeto foi o concreto celular não-autoclavado/espumado. Porém, foi verificado que, com exceção do adobe, todos os demais materiais e processos analisados são possíveis de serem aplicados ao conceito escolhido, caso em algum

contexto específico venha a apresentar maior vantagem, sendo necessário para isso apenas pequenas modificações em folgas ou escala.

Embora podendo variar de acordo com as condições de fabricação, em geral, o concreto celular espumado apresenta uma série de benefícios para o usuário auto construtor final:

- a. Possibilidade de blocos com maiores dimensões: uma vez que o bloco é mais leve, é possível produzir blocos maiores, mas que o usuário ainda consiga manusear sozinho, sem auxílio de equipamentos complexos para erguê-lo e sem fazer esforço excessivo e sofrer cansaço e desgaste. Blocos maiores, por sua vez, reduzem o número de repetições de movimento necessárias para preencher uma mesma área, reduzindo o tempo de construção. Além disso, blocos mais amplos significam menor área de contato entre eles, diminuindo o uso de argamassa e, conseqüentemente, os custos associados a ela.
- b. Menor custo e impactos ambientais no transporte: por ser mais leve, o transporte e manuseio dos pallets é facilitado, necessitando de menos equipamentos e menor quantidade de combustível, resultando em fretes mais baratos e com menor pegada ambiental.
- c. Menor risco estrutural à construção: o fato de o bloco pesar menos que os materiais convencionais também reduz o peso total da construção e, conseqüentemente, a quantidade de concreto e armação necessárias para sua sustentação. Se bem calculadas, isso pode ser considerado no projeto e reduzir custos atrelados à essa etapa da construção. Já no caso de não existir um bom projeto estrutural prévio às construções ou reformas, o cálculo convencional para estruturas de concreto armado resultará em um hiper dimensionamento da estrutura, que deixará uma maior folga de segurança em caso de cálculos equivocados ou reformas não planejadas que adicionem peso à construção.
- d. Menor custo com acabamento: a alta precisão dimensional do material e alta porosidade da superfície, possibilita que o acabamento seja aplicado diretamente sobre o material do bloco, sem necessidade de chapisco ou emboços espessos para nivelamento (Figura 40), reduzindo o gasto com materiais e tempo de mão de obra associado a essas etapas, podendo viabilizar a presença de acabamento na construção final.

**Figura 40 - Bloco em concreto celular exposto na feira Construsul 2024 para demonstração da espessura reduzida do acabamento.**



Fonte: Autora.

- e. Maior estanqueidade do material em relação à cerâmica: permite que o material seja utilizado apenas com uma camada de selante no lado interno de cômodos como sala e quarto. Segundo o fabricante, é necessário apenas uma fina camada de chapisco com aditivo impermeabilizante, massa fina com tinta para área externa ou produtos impermeabilizantes específicos em paredes externas ou áreas molhadas como banheiros e cozinhas.
- f. Maior isolamento térmico e acústico: o ar enclausurado nas bolhas derivadas do processo de fabricação deste material age como barreira isolante de temperatura e dispersa ondas sonoras, conferindo maior conforto térmico à habitação, reduzindo o gasto energético associado a aparelhos de climatização como estufas, ar-condicionado e ventiladores e adicionando privacidade e tranquilidade à moradia, isolando os sons que vem da rua e podem prejudicar sono e concentração.
- g. Facilidade e segurança na fixação de mobiliários suspensos: devido às altas espessuras exigidas pelo material, o bloco forma regiões maciças adequadas à fixação direta de parafusos com uso de buchas comuns, evitando quedas derivadas da escolha inadequada de buchas. Sua baixa

densidade também facilita a furação, que não necessita de furadeiras com função de martetele. No entanto, a qualidade de fabricação do bloco e uniformidade das bolhas é determinante nesse quesito.

- h. Facilidade na adaptação do bloco à imprevistos na construção: a baixa densidade do bloco também confere maior facilidade de corte caso necessário adaptar um tamanho para um espaço fora da modulação do bloco. O uso de um simples serrote manual é suficiente, não necessitando de máquinas elétricas de corte. Assim, reduz o esforço, aumentando a segurança da tarefa e tornando-a viável em contextos de obra em que não há energia elétrica disponível (Figura 41).

**Figura 41 - Bloco em concreto celular exposto na feira Construsul 2024 para demonstração de facilidade de corte com serrote simples**



Fonte: Autora.

- i. Disponibilidade dos blocos em regiões remotas: o método produtivo escolhido não necessita de maquinários e plantas fabris complexas (Figura 42). Embora não possa ser produzido diretamente no local da obra, basta um pequeno galpão e um pequeno investimento inicial para realizar a sua fabricação. Assim, viabilizando a instalação de fábricas mais distribuídas pelo território nacional, aumentando a disponibilidade do material para o consumidor, a competitividade de mercado e reduzindo custos finais e de transporte.

**Figura 42 - Imagem de um local de fabricação em pequena escala de blocos artesanais, com visualização do molde, processo de mistura da massa com furadeira acoplada a acessório misturador e área de secagem dos blocos.**



Fonte: Vídeo no Youtube do canal “Giga bloco soluções construtivas”.

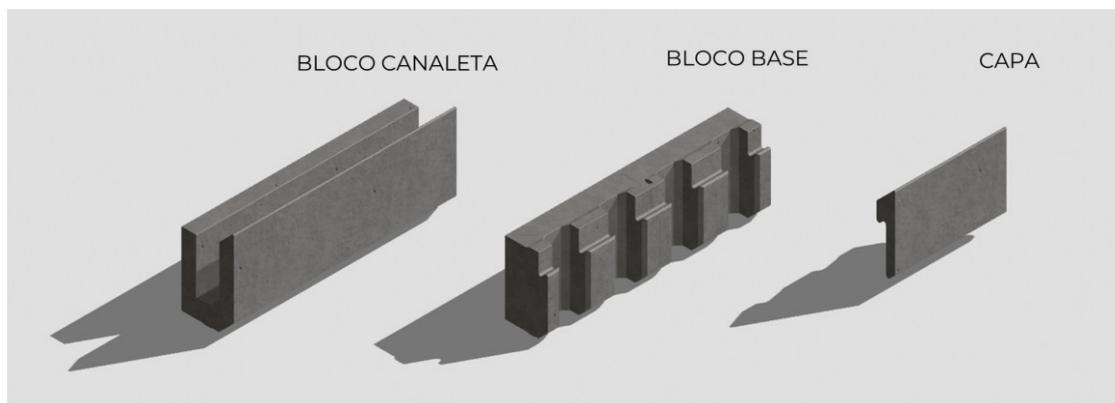
## 7 REFINO DA ALTERNATIVA

Após a definição do material e da alternativa conceitual, partiu-se para exploração de detalhes construtivos e funcionais do produto, desenvolvendo os demais elementos da família de blocos, como bloco canaleta e variações. Através da técnica MESCRAI (PAZMINO, 2015) foi definido os detalhes e as dimensões finais do produto, considerando recomendações de modulação, espessuras mínimas recomendadas pelo fabricante do material e quantidade adequada de argamassa. Durante esse processo, foram sendo realizadas novas entrevistas com os engenheiros e autoconstrutores consultados na etapa de pesquisa deste trabalho, e implementando as sugestões derivadas dessa verificação. Também foram feitas simulações digitais de uma construção, bem como prototipagens físicas em escala a fim de validar a tarefa. Por fim, o produto teve seus moldes de fabricação projetados, com foco na fabricação local em pequena escala, e sua paletização para transporte foi também simulada.

### 7.1 APRESENTAÇÃO DA SOLUÇÃO

O produto então desenvolvido consiste em uma família com 3 blocos principais (Figura 43), o bloco base, responsável pela função de vedação, a capa para acabamento e o bloco canaleta, para forma de vigas, cintas de amarração, vergas e contravergas de forma prática e sem quebrar a modularidade e acabamento do sistema.

**Figura 43 - Família principal de blocos**

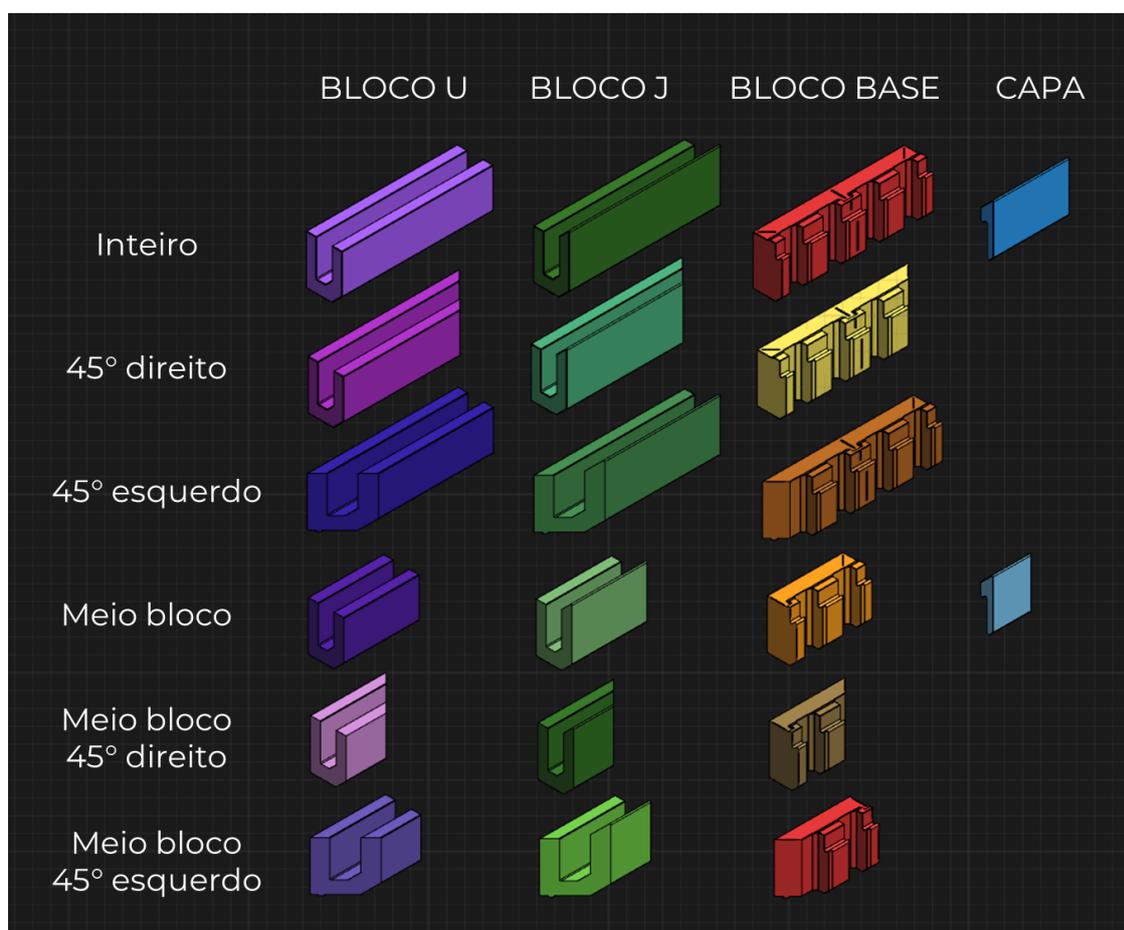


Fonte: Autora

Os 3 blocos foram projetados considerando o material de concreto celular espumado, que, por ser fácil de cortar com ferramentas manuais, permite que um mesmo

tipo de bloco possa ser adaptado de acordo com a necessidade da obra, apenas com cortes guiados por marcações no próprio bloco base. Além das adaptações dimensionais para plantas fora das recomendações de coordenação modular, os 3 blocos da família principal podem gerar uma variedade de 20 modelos úteis para configurações modulares desse sistema (Figura 44). São elas os blocos 45°, desenvolvidos nesse sistema para terminações sem pilar, em L, T ou cruz, sem prejudicar os encaixes e a modularidade, e os meios blocos, para bordas das paredes com assentamento em amarração.

**Figura 44 - Variações possíveis para modulação**



Fonte: Autora

A espessura mínima de parede, tolerâncias dimensionais para os encaixes e outros parâmetros são questões que dependem muito de ensaios específicos para cada formulação de material, qualidade e nível de controle do processo produtivo. Os parâmetros utilizados para este projeto tiveram como base o caderno técnico dos blocos de concreto celular da empresa Celucon, por ser uma empresa de grande porte que possui estudos completos sobre cada propriedade necessária e que os disponibilizou para

a consulta. Apesar de estes ensaios serem da versão autoclavada do material, o engenheiro do setor de desenvolvimento da empresa, que também já trabalhou com fabricação de blocos leves pelo método espumado, quando consultado para o trabalho, afirmou que as propriedades finais de ambos os materiais são muito similares.

As dimensões foram determinadas de maneira compatível com a norma ABNT NBR 15873: Coordenação modular para edificações, utilizando o módulo M com as devidas compensações.

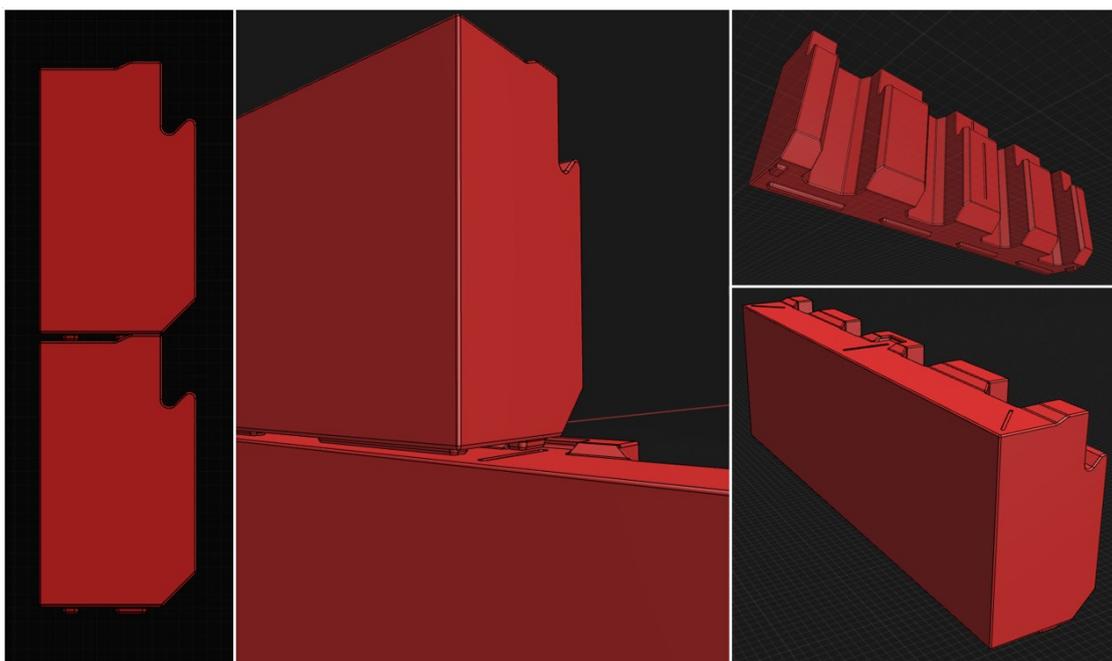
Por se tratar de um material leve, foi possível conceber um bloco com dimensões maiores que os convencionais, que torna a construção mais ágil, reduzindo as repetições do passo a passo da tarefa e o uso de argamassa, diminuindo os custos. Dessa forma, o bloco de 600mm X 200mm X 140mm de dimensões modulares, alcançou o peso de 4,5Kg. Com essas dimensões, são utilizados 8,3 blocos para formar um metro quadrado de parede. Os desenhos técnicos de cada um dos módulos estão no **APÊNDICE H**.

A largura de 60cm foi escolhida para a modulação de portas, que geralmente possuem 80cm de largura + 5cm de folga de cada lado para instalação do acabamento, permitindo que esses vãos de entrada possam ser construídos dentro da modulação, sem necessidade de cortes. Além disso, o uso desse múltiplo foi pensado por corresponder ao dobro de uma medida comum no mercado, blocos de 3/2Mx2x3M (THOMAZ et al., 2009), favorecendo sua aceitação.

Devido à variação dimensional de apenas  $\pm 3\text{mm}$  e ao índice de contração e dilatação térmica praticamente nulo do material, foi definida a espessura de 5mm para as camadas de argamassa, metade do recomendado para tijolos cerâmicos, mas conforme as orientações do fabricante de referência. Para facilitar a aplicação da quantidade correta de argamassa sem o uso de réguas ou gabaritos, o bloco possui pequenos ressaltos de dimensão correspondente em sua base e topo. Dessa forma, garante o nivelamento e espessura precisa de argamassa tanto nas juntas horizontais quanto verticais, apenas via encaixes e o peso do próprio bloco.

As faces laterais e a região da face superior destinada à argamassa foram projetadas planas, sem ressaltos ou encaixes, para facilitar a aplicação e o espalhamento do concreto com a colher de pedreiro. No entanto, a face superior apresenta uma região elevada que, além de contribuir para o nivelamento, atua como uma barreira. Assim, evita que a argamassa ultrapasse os limites da superfície e escorra para a área de encaixe da capa, o que poderia comprometer seu alinhamento ou dificultar o encaixe (Figura 45).

Figura 45 - Apresentação do bloco base



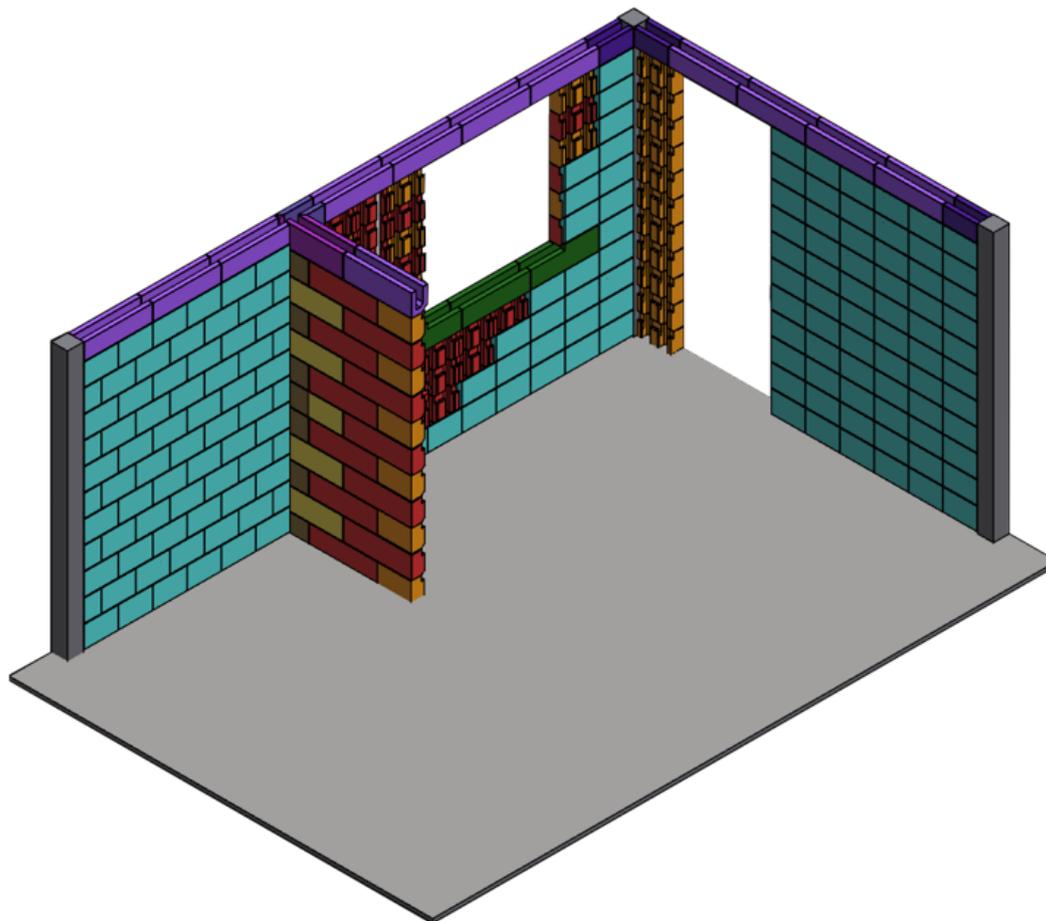
Fonte: Autora

A espessura escolhida para o total do bloco, somado base e capa, foi de 14cm, dimensão média convencional de mercado, que pressupõe uma modulação final de 15cm para a espessura da parede na construção. Essa dimensão considera 5mm de acabamentos para cada lado da parede, sejam eles revestimentos cerâmicos ou massa fina e pintura, uma vez que este material possui boa aderência e precisão dimensional, dispensando aplicação de chapisco e emboço. Essa medida garante uma boa resistência e isolamento termoacústico e espaço suficiente para passagem de tubulações e é compatível com as dimensões padrão de esquadrias no mercado. A altura modular definida foi de 20cm, maior medida considerada viável para o manuseio e que ainda fosse um múltiplo para as dimensões de 1m, 2,2m e 2,4m, considerada padrões para alturas de janelas, portas e pé-direito simples, contando os descontos dimensionais do contrapiso e do acabamento das esquadrias (Figura 46).

A abertura para passagem de tubulações considerou o tamanho máximo de tubulações comuns em pequenas construções, correspondente a canos de descarga com 1 ½” (3,81cm). Foi também prevista uma folga de 1cm em cada lado da tubulação, que considera a espessura de joelhos e emendas de tubulações que possam eventualmente ser necessárias. Dessa maneira, a profundidade da abertura ficou com 60mm. A largura, por sua vez, ficou com 70mm, permitindo que 2 tubulações menores, com diâmetro

médio de  $\frac{3}{4}$ ” possam ser passadas simultaneamente na mesma abertura, ainda com as folgas adequadas. A figura 47 ilustra esse cenário.

**Figura 46 - Simulação digital de construção com os blocos da família proposta, pilares, contrapiso, aberturas de portas e janelas.**



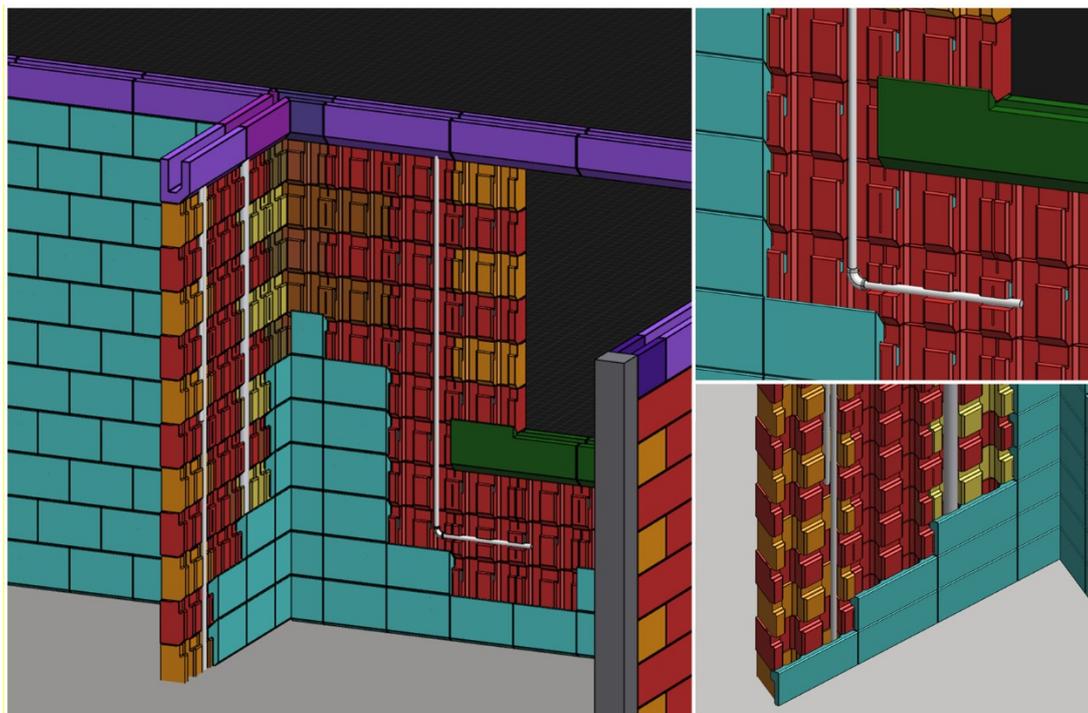
Fonte: Autora.

A passagem de canos na horizontal não tem espaço designado no molde, apesar de possível na fabricação artesanal, optou-se por manter espessuras mais robustas, uma vez que as recomendações são que as tubulações sejam majoritariamente verticais. No entanto, após assentados com argamassa, podem ser cortadas de forma facilitada pelo material nas pequenas regiões nas quais forem necessárias.

A face externa ficou com a superfície completamente lisa (Figura 48), para que possa ser montada em paredes externas da construção, formando uma face uniforme e garantindo a vedação com apenas uma pequena camada de chapisco impermeabilizante. Essa característica também permite que qualquer um dos blocos da família principal possa ser fabricado em moldes abertos do tipo desmontáveis (Figura 49), comum em

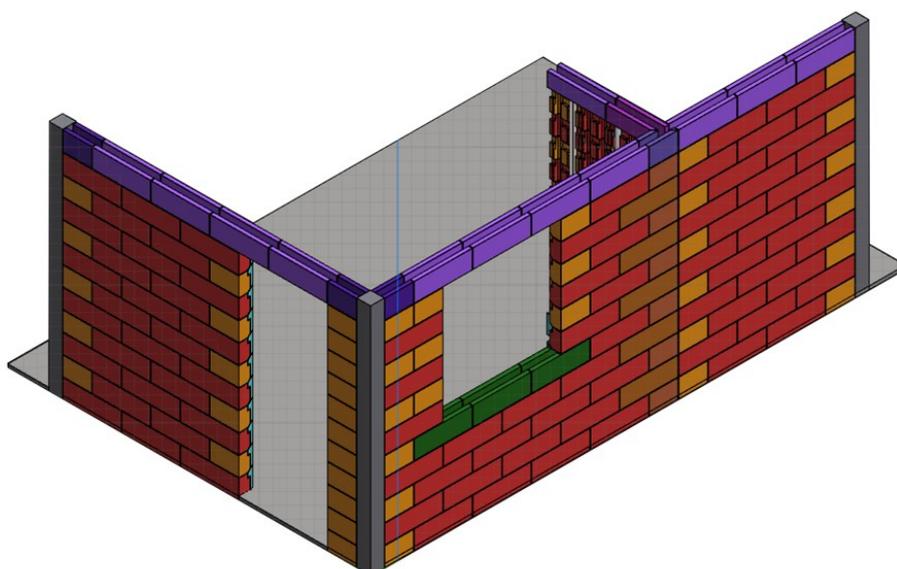
produções de pequena escala. O planejamento para os moldes de cada variação da família de blocos está ilustrado nas figuras 50, 51 e 52.

**Figura 47 - Simulação digital da passagem das tubulações**



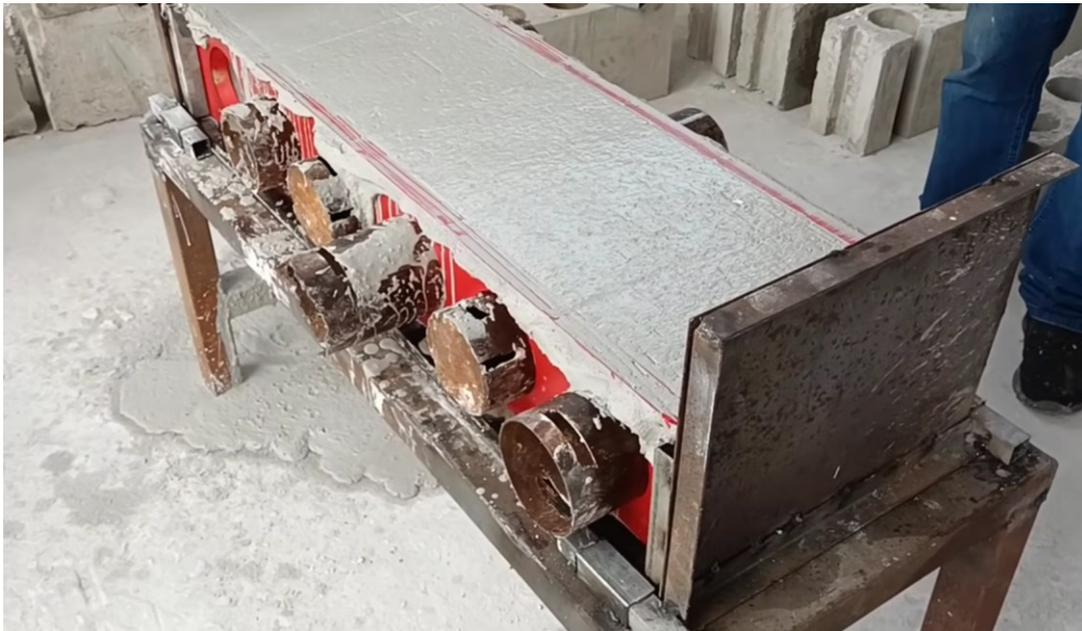
Fonte: Autora

**Figura 48 - Simulação digital mostrando a face externa lisa dos blocos e da construção**



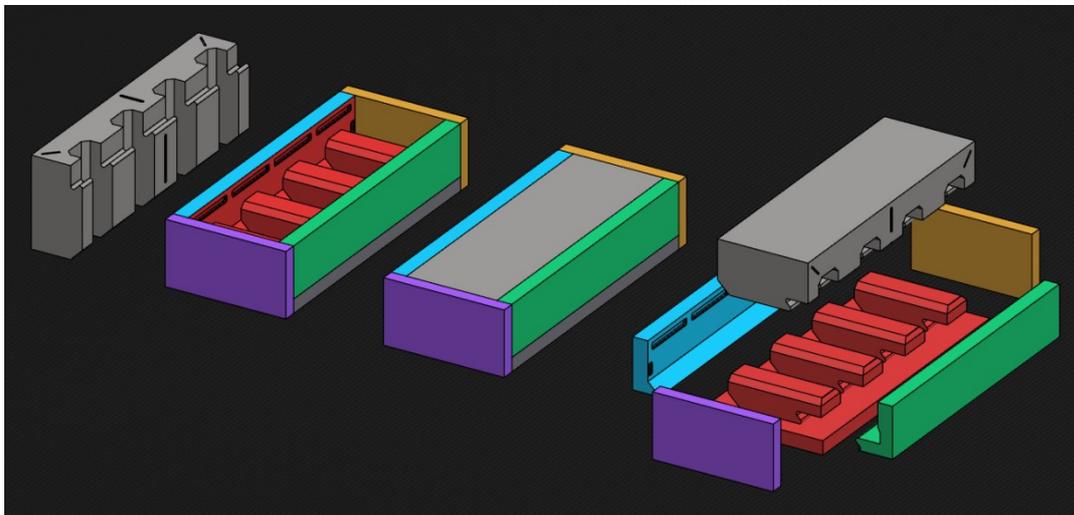
Fonte: Autora

**Figura 49 - Fabricação manual com moldes desmontáveis**



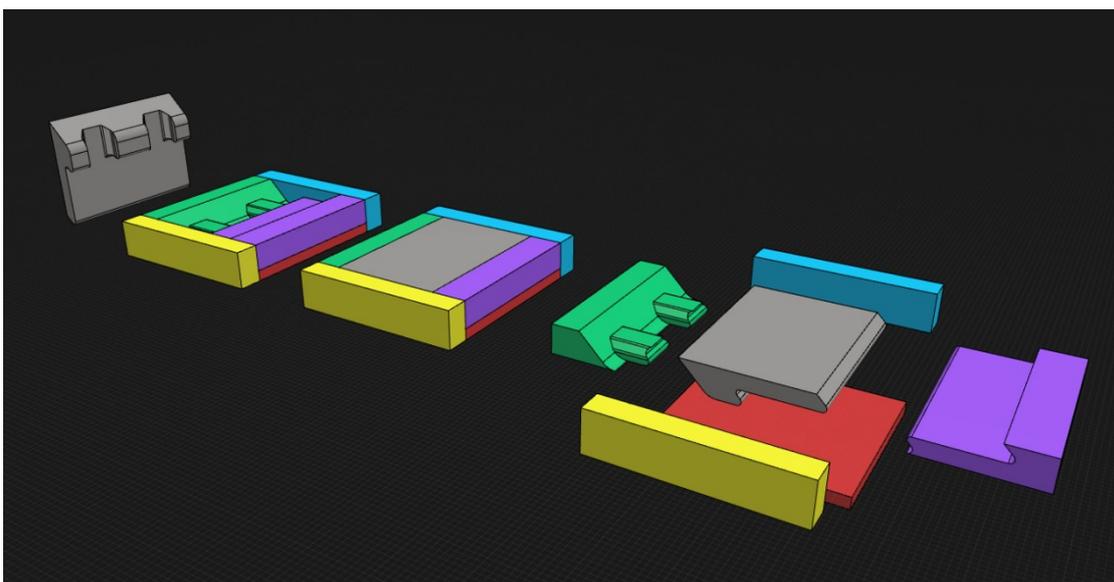
Fonte: Captura de tela de um vídeo no Youtube do canal “Giga bloco soluções construtivas”

**Figura 50 - Simulação do molde artesanal para o bloco base.**



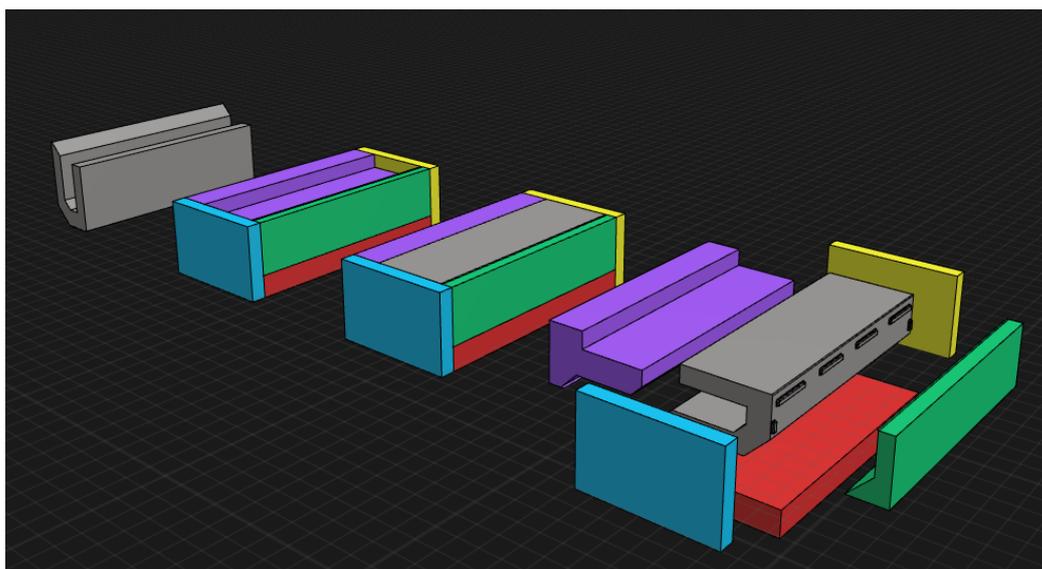
Fonte: Autora

**Figura 51 - Simulação do molde artesanal para a capa**



Fonte: Autora

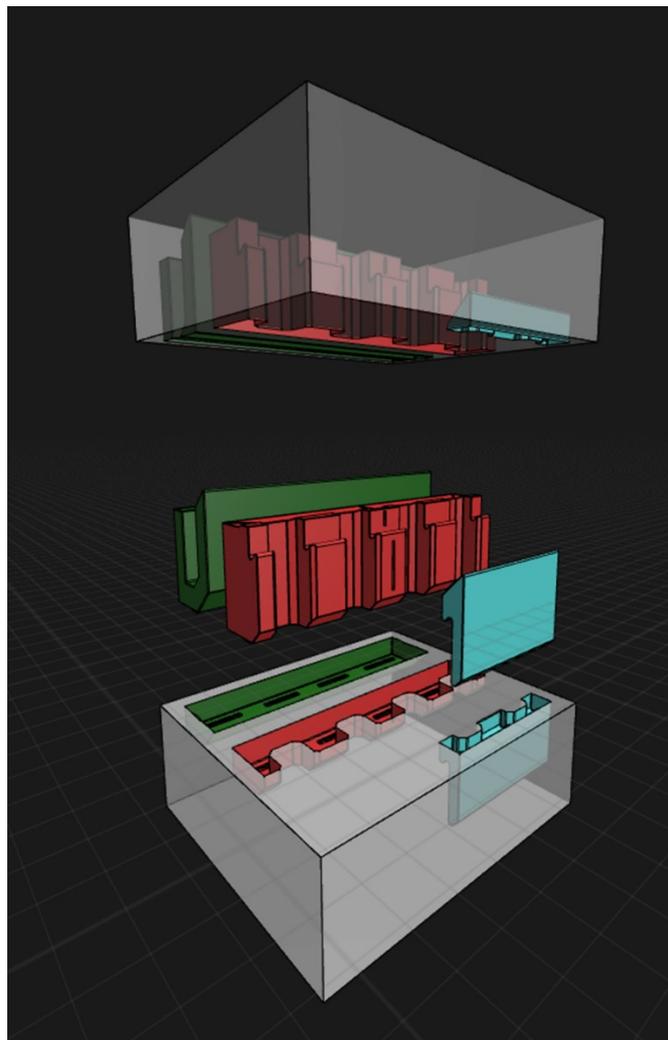
**Figura 52 - Simulação do molde artesanal para o bloco canaleta**



Fonte: Autora

Todos os módulos também possuem ângulo de extração único (Figura 53), possibilitando outras formas de moldagem como prensa hidráulica ou formas industriais se for mais vantajoso para o processo produtivo da fábrica ou para o aproveitamento do conceito em outros tipos de materiais e processos.

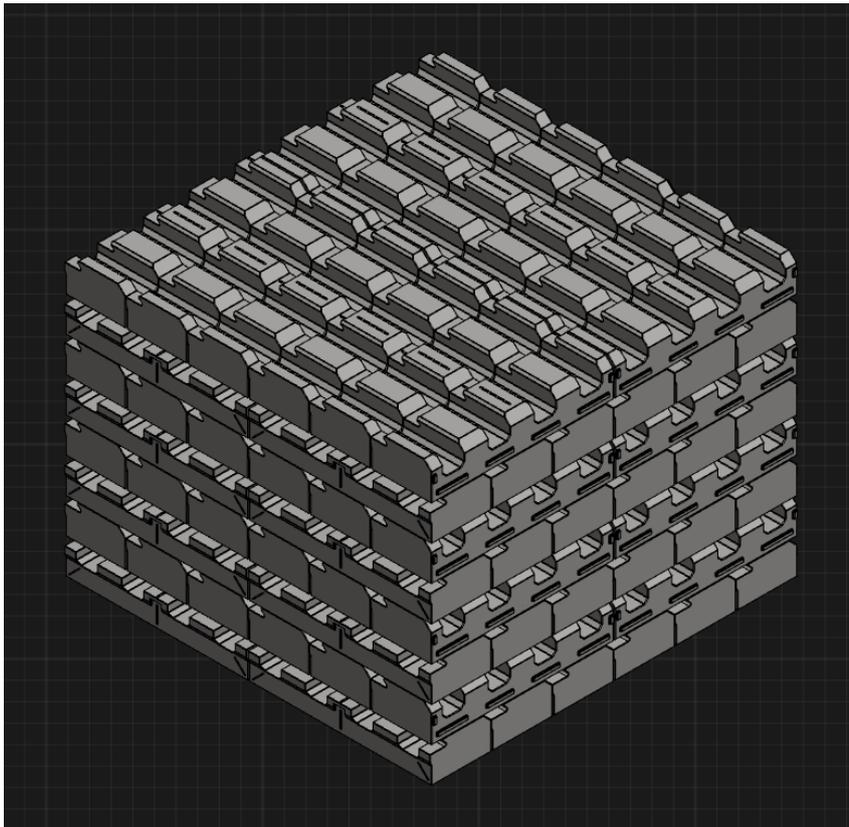
**Figura 53 - Demonstração de ângulo único de abertura dos 3 componentes da família de blocos**



Fonte: Autora

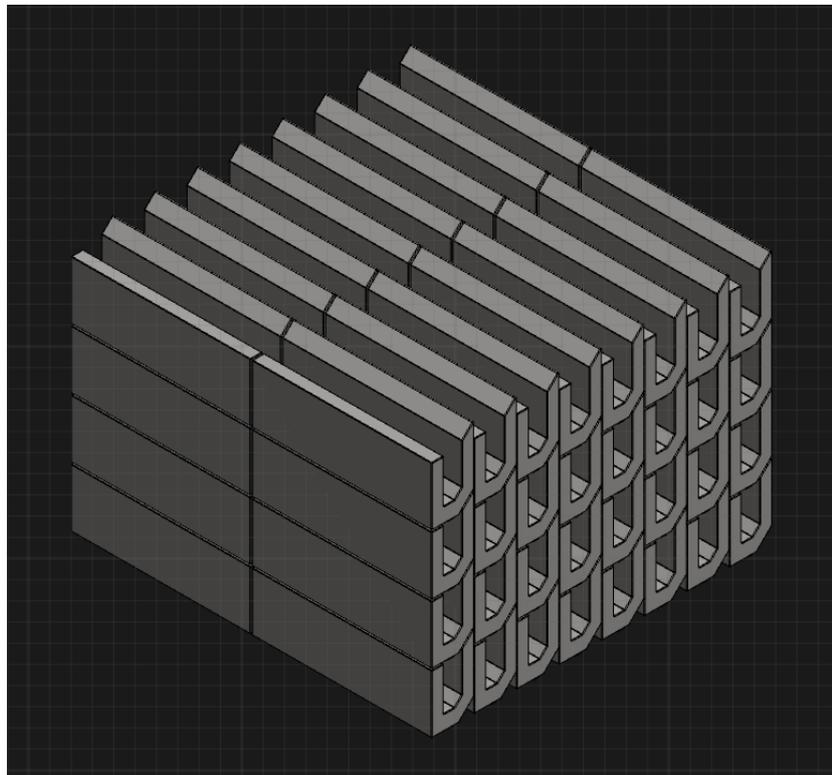
Além disso, a forma geral dos blocos e suas dimensões foram pensadas para permitir o empilhamento em pallets 1,2m x 1.2m, comuns no mercado e adequados para empilhadeiras. A forma dos blocos base é compatível com o seu empilhamento na horizontal (Figura 54), sem forçar os ressaltos mais frágeis. Já os blocos canaleta têm sua resistência maior quando na vertical (Figura 55). As capas, por representarem um volume equivalente muito menor, poderiam ser acomodadas em caixas com múltiplos equivalentes à quantidade dos pallets, aumentando a proteção dos ângulos mais frágeis (Figura 56).

**Figura 54 - Simulação da paletização do molde base**

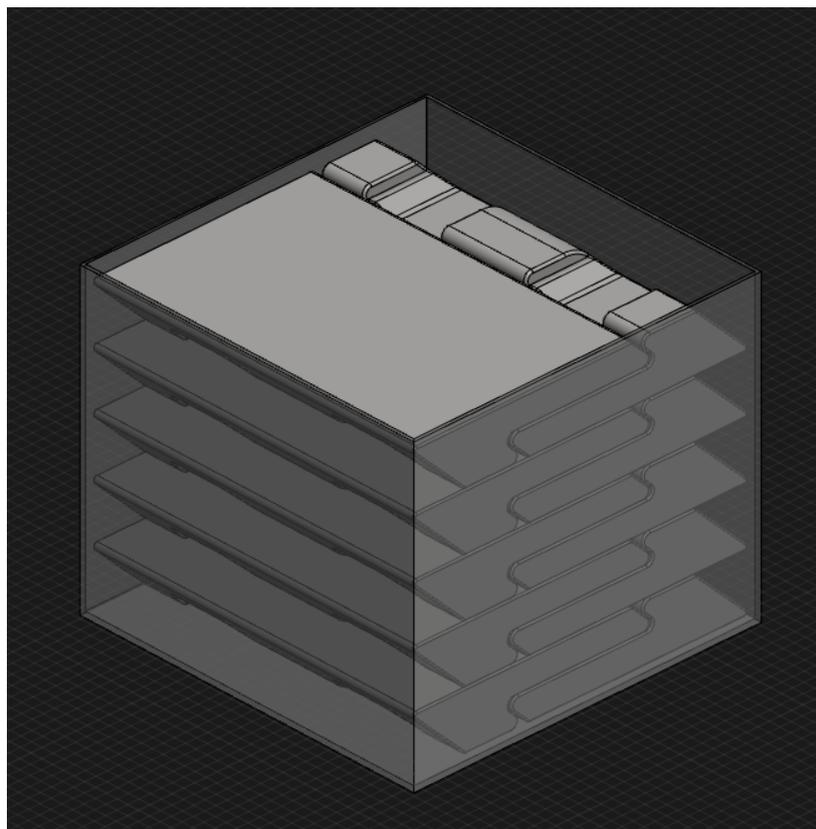


Fonte: Autora

**Figura 55 - Simulação da paletização do bloco canaleta**



Fonte: Autora

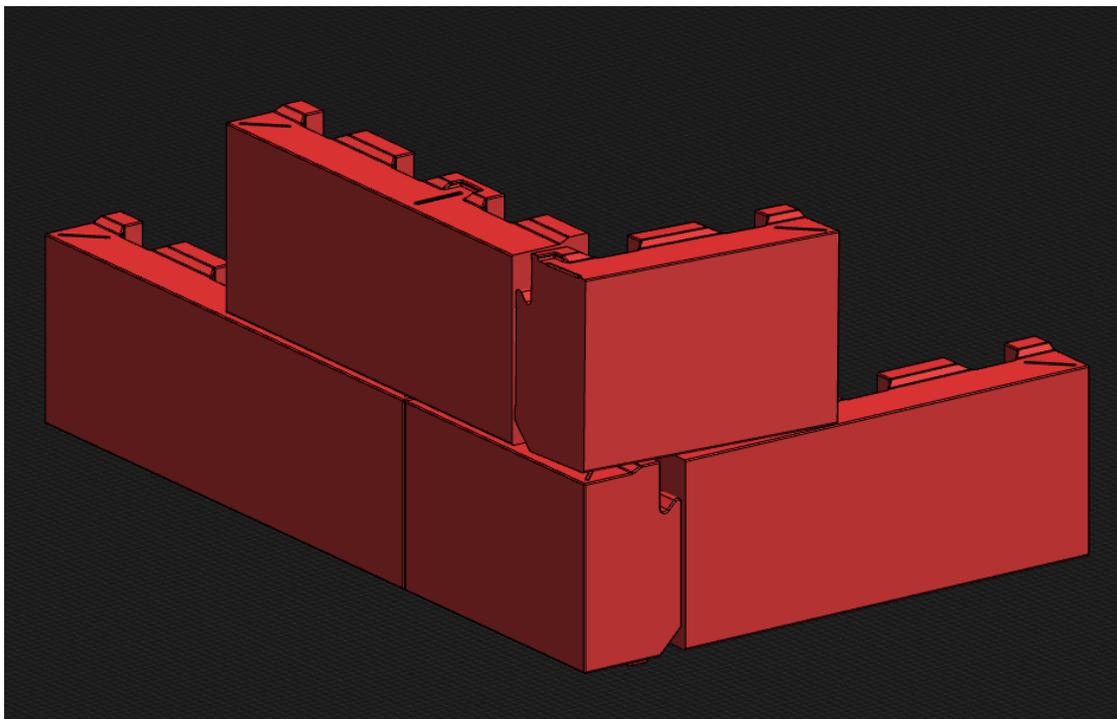
**Figura 56 - Simulação da embalagem da capa**

Fonte: Autora

Apesar de ser uma face plana, a face lateral dos blocos não forma um retângulo uniforme, devido aos recortes para o encaixe da capa e o degrau de proteção (Figura 57). Nesse caso, os encontros em L, T e cruz deverão ser realizados a partir do corte em 45° do bloco base (Figura 58). Para o reforço dessas juntas não-amarradas, deve-se utilizar um simples arame dobrado em 90° inserido na camada de argamassa. Esse corte, bem como o corte para a formação do meio bloco, é auxiliado pela presença de guias na face superior, marcando o local correto (Figura 59).

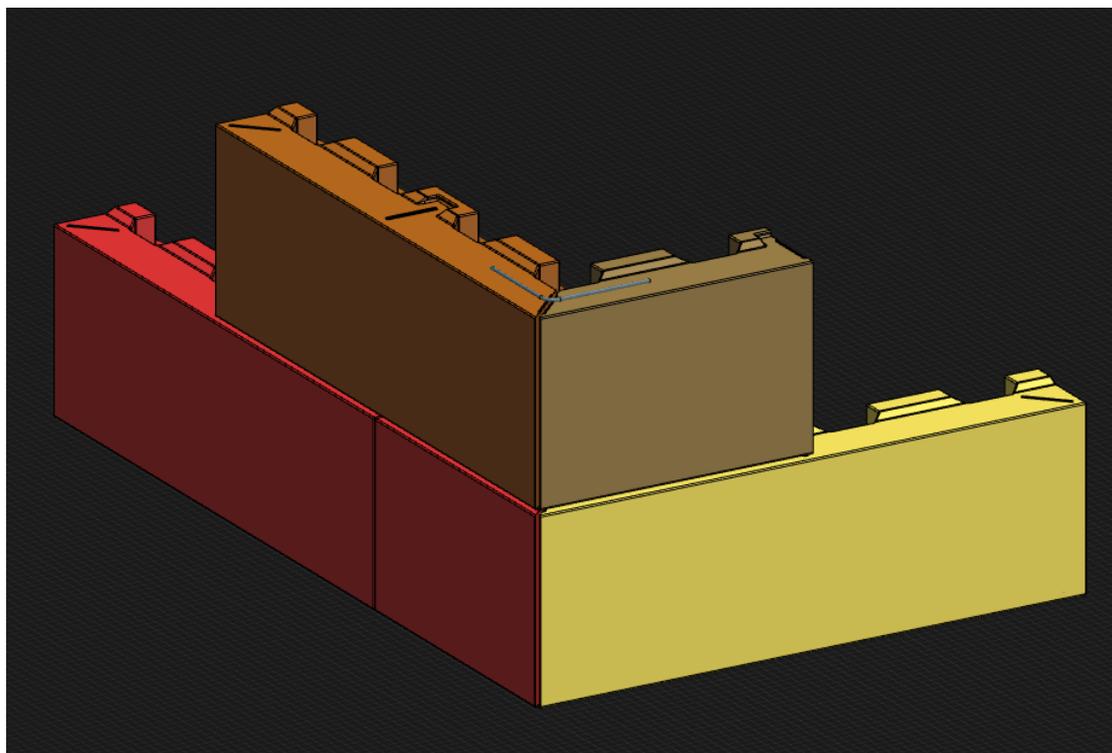
O encaixe da capa ocorre na direção diagonal para frente e para cima, permitindo que cada módulo de capa possa ser removido individualmente (Figura 60), sem necessidade de desmontar todos os módulos de cima para isso. Esse encaixe também permite a fixação firme apenas pela gravidade, sem necessidade de colar com argamassa, pregar ou aparafusar. Após encaixado, é necessário auxílio de alguma ferramenta que forme uma alavanca para desencaixar, pois o movimento puramente para cima ou para frente fica obstruído, evitando quedas da capa por batidas ou movimentos acidentais.

**Figura 57 - Simulação dos problemas nos encontros L, T e X pelo método convencional com o bloco proposto**

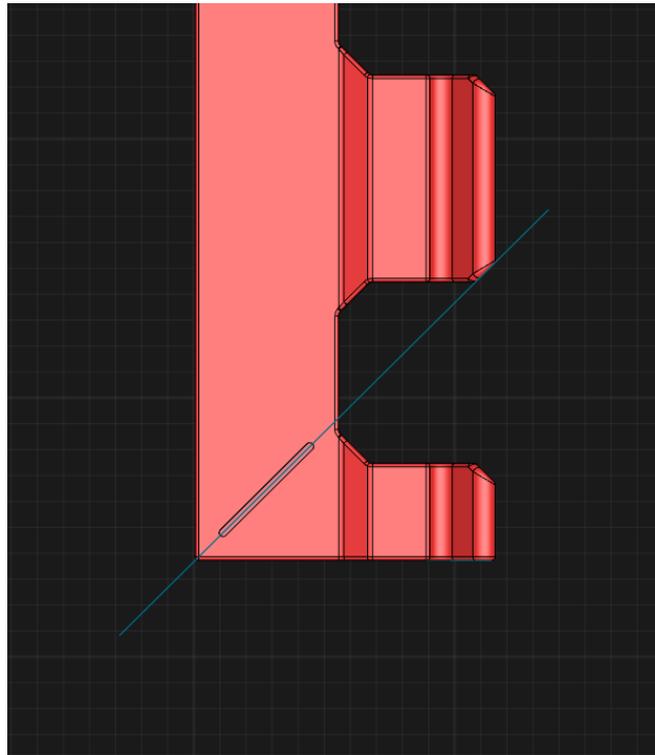


Fonte: Autora

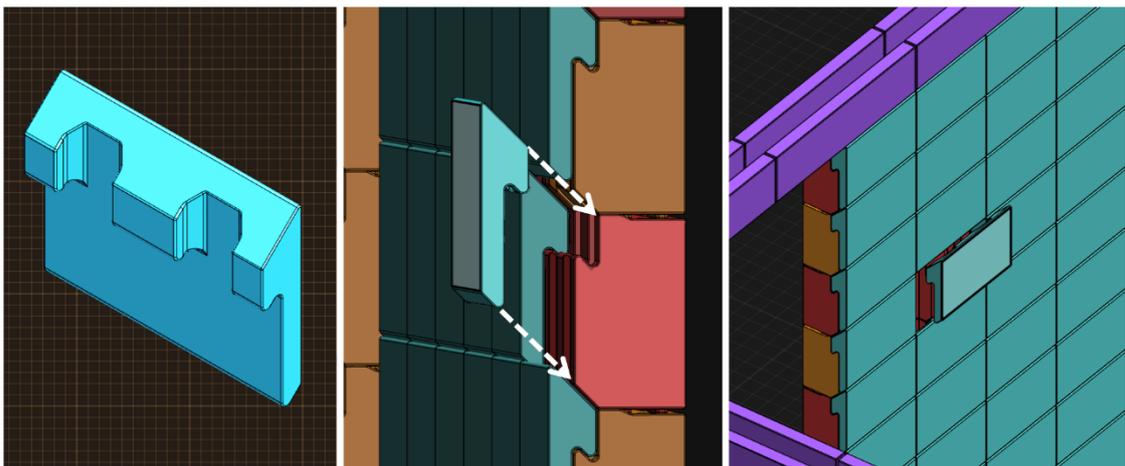
**Figura 58 - Simulação do encontro L pelo método proposto para esse bloco**



Fonte: Autora

**Figura59 - Marcações laterais para corte angulado**

Fonte: Autora

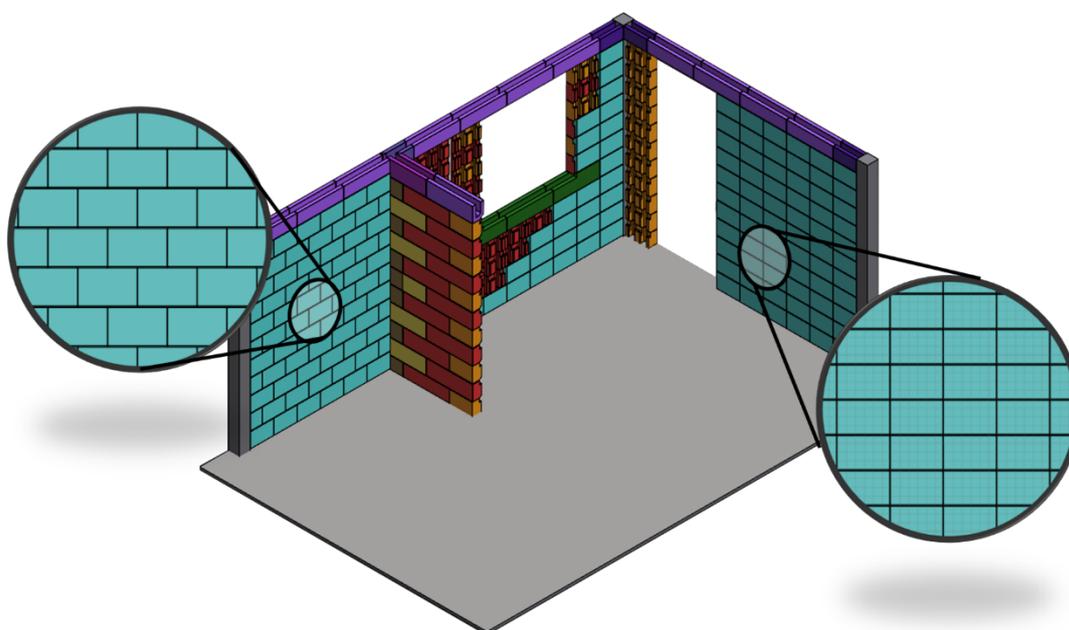
**Figura 60 - Encaixe da capa**

Fonte: Autora

As dimensões da capa foram definidas como equivalente à meio bloco, 30cm x 20cm x 5cm, para facilitar o manuseio e aumentar a resistência. Dessa forma, pode ser encaixada de maneira “amarrada” ou com as juntas alinhadas em um padrão

quadriculado (Figura 61). Essa escolha depende somente da preferência estética do morador, caso ele queira utilizar com o material a vista, sem revestimento ou revestindo as placas individualmente para facilitar reaproveitamento e manutenções. No caso específico de áreas molhadas como cozinhas e banheiros em que o lado liso não possa ser utilizado devido às características do projeto, recomenda-se rejuntar e impermeabilizar as placas para evitar que a umidade se acumule nas aberturas do bloco base.

**Figura 61 - Simulação da aplicação da capa na construção**



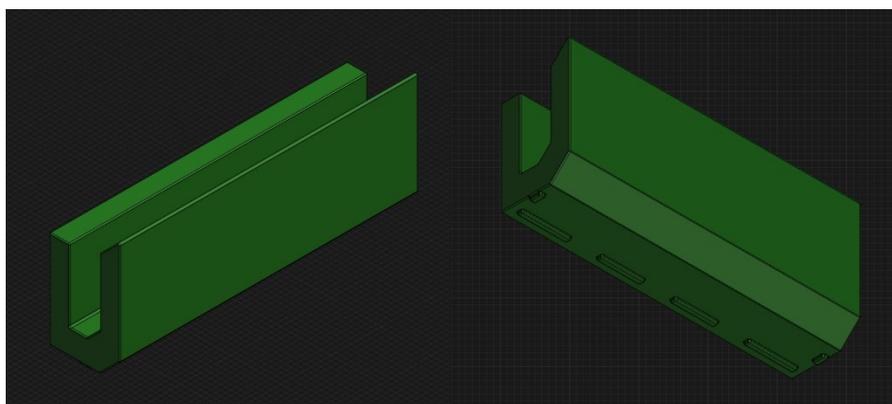
Fonte: Autora

O uso de fôrmas de madeira in loco para construção de vigas na obra não seria muito prático nesse sistema. Dessa maneira, foi aplicado o conceito de blocos canaleta, já existente no mercado, que servem como fôrma para esses elementos sem quebrar a estética e modulação da parede. Para esse sistema, o bloco canaleta foi adaptado para ser uma junção da capa e do bloco base, de maneira que sobrasse espaço suficiente no interior do bloco para um volume suficiente de concreto com acomodação de armações.

As espessuras de parede e espaço interno foram definidas a partir das dimensões do bloco canaleta de concreto celular da Celucon, porém, os encaixes do bloco base e as angulações presentes na capa foram reproduzidas também nesse bloco (Figura 62) para manter a padronagem do acabamento quando utilizado sem reboco. Em alguns

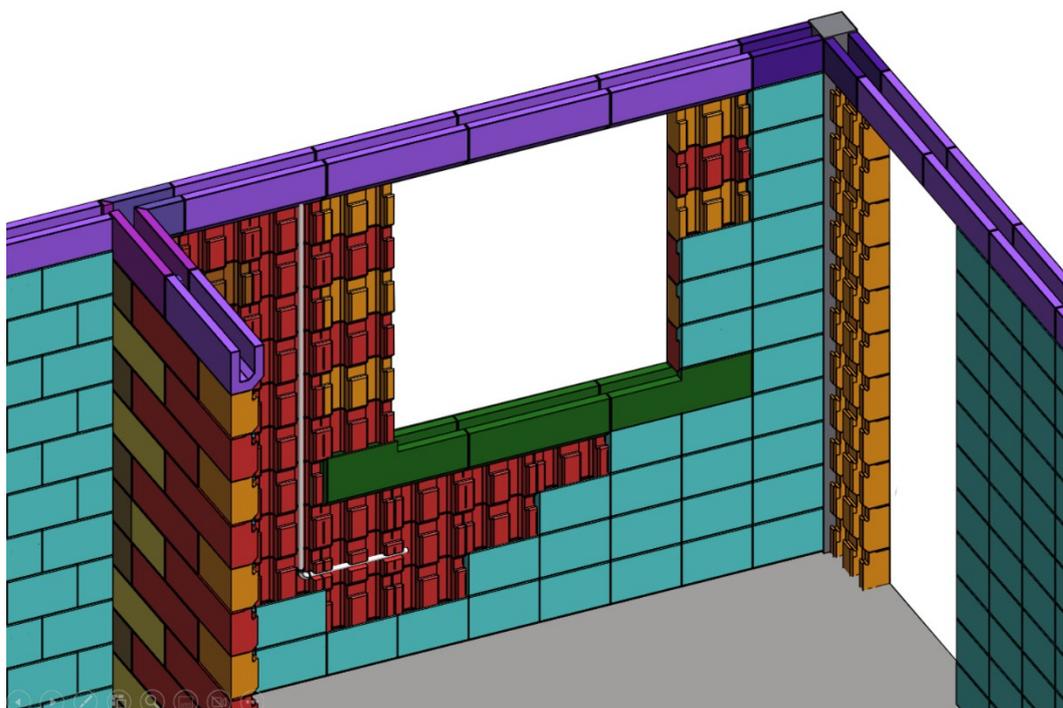
usos, como o caso de contravergas, é necessário cortar essa “ponta” para nivelar a região de esquadrias, mas, devido ao material, é um procedimento simples. Esse bloco também pode ser adaptado para um bloco J, onde o lado menor é reduzido ainda mais, para servir de apoio para lajes. Além disso, a ponta pode ser completamente cortada, nivelando o topo do bloco para uso na última fiada em cintas de amarração (Figura 63). Ambas essas variações podem ser moldadas e vendidas já prontas caso ocorra demanda por parte do público-alvo.

**Figura 62 - Bloco canaleta**



Fonte: Autora

**Figura 63 - Simulação da aplicação do bloco canaleta na construção**



Fonte: Autora

## 7.2 AVALIAÇÃO DA ALTERNATIVA

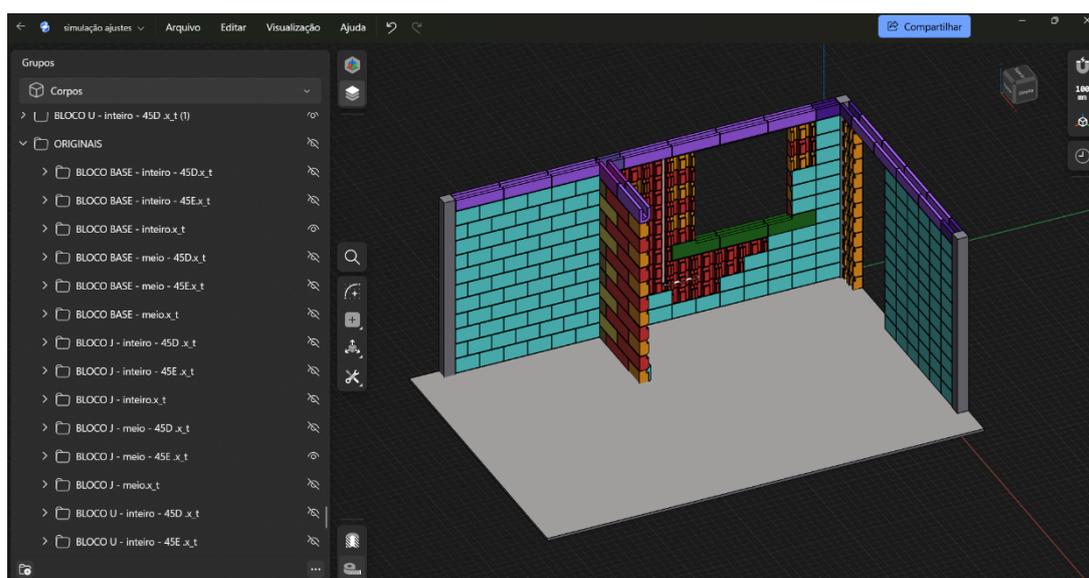
Para a avaliação da alternativa foram produzidos protótipos e realizadas entrevistas de validação com as pessoas consultadas anteriormente na pesquisa. Como conclusão, foi elaborada uma lista de verificação do atendimento dos requisitos definidos na etapa informacional deste trabalho.

### 7.2.1 Prototipagem

Devido à alta complexidade e custos envolvidos em protótipos de alta fidelidade deste projeto, foram utilizadas 4 técnicas de prototipagem que, juntas, permitiram avaliar com boa fidelidade os diversos aspectos do produto.

De início, a forma do bloco, folgas e encaixes foram testados em prototipagem digital, na qual foi simulada a construção da etapa de vedação de uma pequena construção simples. Nela, foi analisada a interação dos blocos com elementos de outros sistemas da obra, como cinta de amarração, janela, porta, vergas, contravergas, contrapiso, encontro em L e T sem pilar, encontro com pilares, entre outros (Figura 64). Esse processo foi realizado diversas vezes durante a etapa de refino, observando necessidades de ajustes, fazendo as modificações necessárias e então repetindo o processo até que não fossem mais identificadas irregularidades.

**Figura 64 - Simulação digital da etapa de vedação no software Shapr3D.**



Fonte: Autora

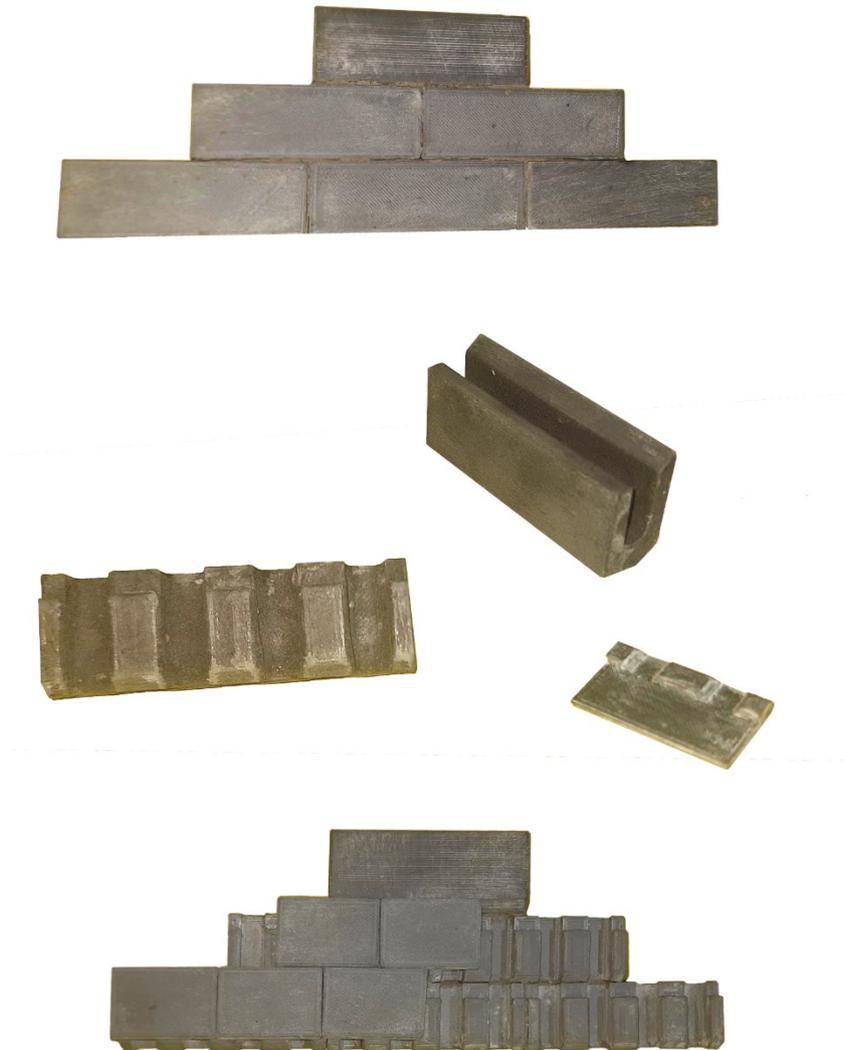
Em seguida, foi obtida uma amostra do material similar com a empresa Celucon na feira Construsul de 2024, visitada pela autora para pesquisa. Nessa amostra (Figura 65), foi possível verificar fisicamente aspectos visuais, dureza, peso e facilidade de corte.

**Figura 65 - Amostra de concreto celular doada pela empresa Celucon**



Fonte: Autora

Então, foram realizados protótipos físicos, primeiramente com algumas unidades em escala 1:10 impressas em 3D por tecnologia FDM (Figura 66) a fim de verificar o processo de aplicação de argamassa e funcionalidade dos encaixes na montagem.

**Figura 66 - Protótipos funcionais em escala**

Fonte: Autora

Por fim, foi realizado um *mockup* em escala real (1:1) do módulo base para avaliar as dimensões finais (Figura 67). Para esse protótipo, foi utilizado papel paraná, fita adesiva, isopor, gesso e tinta, devido a custos acessíveis, proximidade de peso e facilidade de manuseio.

**Figura 67 - Mockup do modulo base em escala 1:1**



Fonte: Autora

### **7.2.2 Validação com usuários**

Após validada a alternativa pela autora, foi feita uma etapa de verificação externa, na qual os engenheiros e autoconstrutores entrevistados na parte de pesquisa deste trabalho foram convidados a uma nova leva de entrevistas. Nelas, foi apresentada a solução e perguntado percepções positivas e negativas. Assim, foram obtidas 5 novas entrevistas, com 2 engenheiros e 2 autoconstrutores consultados anteriormente e um engenheiro representante do setor de pesquisa e desenvolvimento de um fábrica de blocos de concreto celular.

O primeiro engenheiro entrevistado já tinha experiência com sistemas inovadores e foi mais aberto às potencialidades da solução, teve percepções muito positivas quanto aos diferenciais de usabilidade, adequação do material escolhido e viabilidade de fabricação e construção. Afirmou que o peso e volume do bloco estão muito bons para o manuseio, que os encaixes fariam toda a diferença no prumo e acabamento final da obra, mesmo fora do contexto da autoconstrução, onde isso também é um problema. Validou que os encaixes em 45° propostos eram sim viáveis e seguros estruturalmente para pequenas construções, se reforçados pelos arames propostos. Alertou que, no entanto, o produto e suas vantagens estão voltados de maneira muito

isolada para o contexto da autoconstrução, e que, se apresentasse variações sem a capa, com os furos verticais, poderia também ser usado em obras de larga escala com projetos de execução elaborados. Afirmou que isso aumentaria a escala de produção do bloco e a consolidação no mercado, reduzindo custos e facilitando a aceitação pelo público-alvo.

O segundo engenheiro entrevistado, consultor de normas técnicas em fabricas de blocos cerâmicos, demonstrou mais ceticismo na aplicabilidade da solução. Afirmou que não teve boas experiências nas vezes em que trabalhou com concreto celular, e mesmo o material estando dentro das espessuras mínimas utilizadas já em fabricantes do mercado, diz que o bloco e seus encaixes parecem frágeis. Considera que, sem testes laboratoriais, é impossível fazer qualquer promessa de benefício e, que sem normatização, não seria possível aplicá-lo numa obra com responsabilidade, nem o aprovar em um projeto de financiamento. No entanto, comenta que como um exercício de inovação em design, a solução apresenta diversos mecanismos interessantes e funcionais do ponto de vista do usuário, e que pode ser um ponto de partida e incentivo para pesquisas mais aprofundadas.

O terceiro engenheiro entrevistado foi o representante do setor de pesquisa e desenvolvimento de uma empresa de blocos celulares. Esse profissional já teve experiência tanto com a fabricação de concreto celular autoclavado quanto espumado, e afirmou que dependendo das condições de fabricação, podem chegar a propriedades muito similares. No entanto, ressalta que o processo produtivo do concreto autoclavado é mais controlado, e que no espumado é mais comum encontrar blocos de menor qualidade, uma vez que essa produção não é normatizada.

Esta entrevista foi mais voltada à viabilidade de aplicação e fabricação do bloco. Nela, foi afirmada que o processo de corte dos pré-blocos autoclavados em blocos menores é realizado com lâminas retas e fixas, que impossibilitariam os recortes em “pente” para a passagem de canos, ou qualquer forma mais complexa do que um paralelepípedo maciço nessa variação do material. Entretanto, para fabricação de concreto celular espumado, na qual o bloco seria endurecido naturalmente já nas formas finais, seja em prensagem ou formas abertas desmontáveis, a forma proposta seria bastante viável. Também afirmou que as espessuras propostas faziam sentido com as propriedades de resistência do material, se bem fabricado. Ressaltou que poderia ser importante planejar algum tipo de proteção aos ressaltos de encaixe no transporte do material, como por exemplo colocar um papelão nesta face antes de plastificar o pallet.

Como opinião geral achou a proposta bastante inovadora e interessante para o contexto que se propõe.

A quarta entrevista foi com um dos autoconstrutores entrevistados anteriormente. Esse entrevistado, além de ter construído por conta já mais de uma das casas onde morou, trabalha também como pedreiro em obras de maior escala. Ao ver o projeto, considerou como muito positivo o fato de o bloco ser grande e leve ao mesmo tempo, disse que o lembrou de uma vez que trabalhou em uma obra de blocos de EPS e o quanto aquela obra foi rápida e menos desgastante para executar. Entretanto, afirma que jamais teria uma parede de isopor na sua casa por considerar frágil, mas que, embora não conhecesse o material de concreto celular espumado, por ter “concreto” no nome e na mistura ele afirmou que já se sentiria mais seguro. Ao ser apresentado todo o passo a passo de construção, não teve nenhuma percepção negativa quanto à viabilidade do processo, dos encaixes ou da mão de obra dos cortes necessários para meio bloco, bloco em U e blocos 45°. Sua única consideração negativa foi que, por mais vantajoso que parecesse, ele é diferente o suficiente dos blocos comuns para gerar estranhamento. Afirmou que, no universo da construção civil, as pessoas tendem a ser muito resistentes às mudanças, por ser um investimento muito grande e terem medo de imprevistos. Então, se fosse aplicado, precisaria de uma comunicação e propaganda muito boa para convencer os compradores e transmitir segurança.

Por fim, a última entrevistada, também foi uma das autoconstrutoras já consultadas, valorizou muito o aspecto isolante do material escolhido e a solução para a passagem de canos sem quebra, que afirmou que foram os maiores problemas que teve na sua experiência de construção. Ela considera que sua experiência não é suficiente para uma avaliação técnica completa da viabilidade, mas disse que os encaixes parecem muito fáceis de entender e que a solução estava muito bem pensada. Quando apresentada à facilidade de corte do material, ficou insegura que isto significasse fragilidade geral para a parede e construção, mas afirma que se pesquisasse sobre e houvesse estudos, testes e validações por especialistas, confiaria sem problemas.

### **7.2.3 Atendimentos dos requisitos**

Para a avaliação do resultado do projeto foi utilizada a ferramenta Lista de Verificação (Pazmino, 2015) (Quadro 5), avaliando os requisitos de projeto entre “Atende” (verde), “Atende parcialmente” (amarelo) e “Não atende” (vermelho).

Quadro 5 - Lista de verificação dos requisitos

Requisitos de projeto:
Apresentar bom aproveitamento da palletização
Minimizar o peso total
Possuir método de fabricação suficientemente simples para produção em pequena escala
Não ter seu uso restringido por características climáticas comuns no Brasil
Apresentar atributos simples que não necessitem de cálculos comparativos
Evitar perdas no transporte e manuseio
Reduzir o custo final do produto
Reduzir tempo de execução
Reduzir consumo de material de outras etapas da obra, como assentamento e acabamento
Possuir resistência mecânica contra impactos
Transmitir aspecto visual de robustez
Evitar formação de trincas
Retardar a propagação de chamas
Apresentar boa estanqueidade à água e à eflorescências
Não utilizar materiais perigosos na composição
Não usar materiais de baixa durabilidade
Apresentar alta inércia térmica
Ser leve
Evitar passo a passo complexo
Evitar repetição excessiva do passo a passo
Evitar necessidade ou facilitar conferência de prumo e esquadro
Evitar necessidade de compensação manual de variabilidades dimensionais
Apresentar facilidade no embutimento de tubulações
Apresentar facilidade na fixação de esquadrias
Apresentar passo a passo com rápida curva de aprendizagem
Ser versátil a diferentes formas de uso
Possuir compatibilidade com a coordenação modular M=100mm
Versatilidade de uso para etapas de fundação
Não possuir estrutura intertravada sem permitir quebra ou interrupções
Possuir fácil acesso às tubulações
Não possuir estrutura intertravada com direção única de montagem
Apresentar bom isolamento lumínico
Apresentar bom isolamento acústico
Apresentar boa capacidade de sustentação de peças suspensas
Ser fácil de furar
Possuir boa capacidade de aderência de revestimentos
Apresentar família completa de blocos
Reduzir elementos que gerem necessidade de secagem e espera
Reduzir pó, entulhos, uso de água e poluição sonora no processo de construção
Utilizar materiais com origem e processo que reduzam o impacto ambiental

Fonte: Autora

A solução atendeu satisfatoriamente 37 dos 41 requisitos de projeto, deixando de atender ao requisito “Poder ser utilizado em etapas de fundação”, pois não apresenta vantagens de função e acabamento quando comparado ao uso de blocos cerâmicos na parte soterrada da construção, sendo mais frágil e caro em custo-benefício que seu

similar convencional. O atributo “Apresentar facilidade na fixação de esquadrias” foi marcado como “atendido parcialmente” devido à necessidade de cortar as pontas dos blocos canaleta para nivelar a área inferior da esquadria para sua instalação. Não é uma tarefa difícil, complexa ou demorada, mas é uma etapa a mais que é adicionada em relação aos tijolos baianos comuns.

Os atributos “reduzir custo final do produto” e “Apresentar atributos simples que não necessitem de cálculos comparativos” também foram marcados como atendidos parcialmente devido ao fato de que o m<sup>2</sup> de blocos do material escolhido é em geral 2x mais caro que o do bloco cerâmico comum. No entanto, a solução desenvolvida reduz os custos com argamassa e acabamento, que costumam representar parcelas muito maiores no custo total da obra que o custo com os blocos. Portanto, os custos finais, embora a necessidade de ser calculado caso a caso, tende a se equivaler de forma fácil de ser percebida. Além disso, o bloco projetado apresenta outros benefícios visíveis como rapidez e praticidade de construção, facilidade de manutenção entre outros, que o torna uma opção custo-benefício ainda mais atraente.

#### **7.2.4 Limitações**

Com exceção dos encontros em L, T e cruz serem via blocos cortados em 45°, todos os demais procedimentos para a construção são idênticos ao processo convencional. A única recomendação a se atentar é de que as placas do tipo capa devem estar preferencialmente na face interna da construção, para possibilitar uso sem emboço e facilitar a etapa de passagem de tubulações sob abrigo das intempéries durante a construção. Essa similaridade foi cuidadosamente pensada para aumentar a aceitação e confiabilidade do produto e do processo. No entanto, apesar das diversas vantagens apresentadas pelo projeto e similaridades no processo construtivo, ficou claro durante as pesquisas deste projeto que o mercado da construção civil é bastante resistente à inovações, representando desafios para a introdução de um bloco desse tipo na realidade das construções brasileiras. Para a sua aplicação, recomenda-se a elaboração de um manual de construção para o sistema e um plano de marketing para a introdução da ideia no mercado. Seriam também necessários diversos ensaios laboratoriais, avaliação cuidadosa de engenheiros estruturais, normatização, formulação adequada dos traços ideais de concreto para essas espessuras, entre outros estudos mais aprofundados. No

entanto, este trabalho se propôs a ser uma alternativa conceitual e considera-se que este objetivo foi atingido.

## 8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A habitação é um direito fundamental para a qualidade de vida das pessoas, e uma construção de qualidade é indispensável para assegurar o bem-estar dos seus moradores. No Brasil, a autoconstrução é reflexo da dificuldade de acesso de muitos às exigências técnicas e financeiras da construção convencional. Este trabalho buscou abordar essa realidade ao desenvolver um produto que atendesse às limitações do público-alvo, possibilitando a construção de uma moradia digna pelo próprio morador.

Esse objetivo foi materializado por meio do desenvolvimento de um bloco modular em concreto celular, composto por uma base e uma capa móvel. Sua forma incorpora encaixes que facilitam o alinhamento durante a montagem e aberturas que possibilitam a passagem e manutenção de tubulações de água e eletricidade sem comprometer o acabamento. Como resultado, foi possível preencher uma lacuna existente no mercado, evidenciada pelos próprios usuários durante a pesquisa. Dessa maneira, este trabalho demonstra que o design de produto tem muito a contribuir em áreas tradicionalmente dominadas por outras disciplinas, como a construção civil, trazendo inovação e soluções orientadas pelas demandas reais dos usuários e voltadas para o bem-estar da população.

O projeto utilizou diversas técnicas do campo do design de produto, desde a análise do contexto e das necessidades do usuário até a exploração criativa e avaliação de viabilidade, considerando condições de fabricação, transporte, uso e aceitação no ponto de venda. Esse desenvolvimento foi possível pelo uso de uma metodologia robusta que se provou muito assertiva durante o decorrer deste trabalho. A metodologia adotada se mostrou essencial para estruturar e conduzir o processo, reforçando o caráter científico do design no desenvolvimento de um produto.

Este trabalho proporcionou uma oportunidade única de explorar a complexidade de um campo ainda pouco ocupado pela área. Foi possível compreender mais profundamente os desafios do desenvolvimento de soluções aparentemente simples, a relevância de uma pesquisa de amplitude sistêmica e a importância da atuação multidisciplinar na criação de produtos. Embora conceitual, este trabalho se configura como uma proposta de inovação que pode inspirar profissionais de diversas áreas a colaborar e aprofundar as pesquisas necessárias para viabilizar sua aplicação prática, capaz de impactar positivamente o conforto diário e a qualidade de vida de muitas pessoas.

## REFERÊNCIAS

ABITELHA. Telhas de PVC ou telhas de cerâmica: comparando vantagens e desvantagens. **Associação Brasileira da Indústria de Telhas de PVC**. 2019. Disponível em: <https://blog.abitelha.org.br/telhas-de-pvc-ou-telhas-de-ceramica-comparando-vantagens-e-desvantagens/> Acesso em: 04/05/2024.

ABRAIN. O Resgate da humanidade: Impactos positivos dos programas de habitação de interesse social. Pesquisa realizada pela agência BRAIN Inteligência Estratégica, encomendada pela **Associação Brasileira de Incorporadoras Imobiliárias**. Curitiba – PR, 2023.

ABNT. **NBR 8545/1984**: Execução de alvenaria sem função estrutural de tijolos e blocos cerâmicos. Rio de Janeiro, 1984.

ABNT. **NBR 15873**: Coordenação modular para edificações. Rio de Janeiro, 2010.

ABNT. **NBR 8491**: Tijolo de solo-cimento: requisitos. Rio de Janeiro, 2012.

ABNT. **NBR 8492**: Tijolo de solo-cimento: análise dimensional, determinação da resistência à compressão e da absorção de água: método de ensaio. Rio de Janeiro, 2012.

ABNT. **NBR 15575-1**: Edificações habitacionais: desempenho - parte 1: requisitos gerais. Rio de Janeiro, 2013.

ABNT. **NBR 15575-4**: Edificações habitacionais: desempenho - parte 4: requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas - SVVIE. Rio de Janeiro, 2013

ABNT. **NBR 6136**: Blocos vazados de concreto simples para alvenaria: requisitos. Rio de Janeiro, 2016.

ABNT. **NBR 13438**: Blocos de concreto celular autoclavado: requisitos. Rio de Janeiro, 2021.

ABNT. **NBR 15270-1**: Componentes cerâmicos: blocos e tijolos para alvenaria: requisitos. Rio de Janeiro, 2023.

ADNORMAS. O desempenho das telhas de PVC. Redação da **Revista Digital AdNormas**, 2020. Disponível em: <https://revistaadnormas.com.br/2019/04/30/o-desempenho-das-telhas-de-pvc/>. Acesso em: 04/05/2024.

ALCOFORADO, Michel; GOMES, Fabíola. É tudo culpa da cultura, ed. 8: Quem casa, quer casa. Mas qual casa? **Locução de Michel Alcoforado**. São Paulo – SP. GOMES Fabíola. Produção independente. **Podcast**, 6 de fevereiro de 2023. Disponível em: <https://www.notion.so/Podcast-antropologia-do-puxadinho-81003e8a64e84bfea8ed73a690e58b75?pvs=4>. Acesso em: 08/02/2024.

ANTUNES, Leda. Minha casa perto do fim? Programa habitacional popular faz 10 anos com menos dinheiro e sob pressão para mudar nome e regras. **Reportagem em colaboração para UOL**. Rio de Janeiro – RJ, 2019.

BASTOS, Paulo Sérgio. Fundamentos do concreto armado. UNESP – Campus de Bauru – SP **Departamento de Engenharia Civil e Ambiental**. 2023. Disponível em: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://wwwp.feb.unesp.br/pbastos/concreto1/Fundamentos%20CA.pdf>. Acesso em: 04/05/2024

BASTOS, Maria Alice Junqueira; ZEIN, Ruth Verde. **Brasil: arquiteturas após 1950**. São Paulo: Perspectiva, 2010.

BAXTER, Mike. **Projeto de produto: guia prático para o design de novos produtos**. 2. ed. São Paulo – SP. Blucher. 2000.

BONDUKI, Nabil Georges. **Origens da habitação social no Brasil: arquitetura moderna, lei do inquilinato e difusão da casa própria**. 7. ed. São Paulo: Estação Liberdade: Fapesp, 2017.

BONDUKI, Nabil Georges; ROLNIK, Raquel; AMARAL, Ângela. **São Paulo: Plano Diretor Estratégico: Cartilha de Formação**. São Paulo: Caixa Econômica Federal, 2003. 87 p.

BONSIEPE, Georg Hans Max. **Design: from material to digital and back Interface: An approach to design**. Simpósio Cultura y Nuevos Conocimientos, Universidade Autonoma Metropolitana – Azcapotzalco – México, fevereiro 1992.

BORGES, A. de C. **Prática das pequenas construções**. São Paulo, Brasil: Blucher, 2017. (revista e ampliada, v.9). ISBN 9788521204817. Disponível em: <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=nlebk&AN=2216438&lang=pt-br&site=ehost-live>. Acesso em: 25 abr. 2024.

BRASIL. Resolução do Conselho de Administração nº 1, de 30 de janeiro de 1973. Aprova as diretrizes básicas do Plano Nacional da Habitação Popular (PLANHAP), institui o Sistema Financeiro da Habitação Popular (SIFHAP) e autoriza a criação de Fundos Estaduais de Habitação Popular (FUNDHAP). **Resolução do Conselho de Administração. Rio de Janeiro: Banco Nacional de Habitação**, p. 1-4, 30 jan. 1973.

BRASIL. **Ministério das Cidades**. Política nacional de habitação. Brasília, DF, 2004.

BRASIL. **Ministério das Cidades**. Secretaria Nacional de Habitação. Avanços e desafios: Política nacional de habitação. Brasília, DF, 2010.

BRASIL. **Ministério das Cidades**. Sistema Nacional de Habitação de Interesse Social. Portal GOV.BR, 2020. <https://www.gov.br/cidades/pt-br/assuntos/habitacao/sistema-nacional-de-habitacao-de-interesse-social>. Acesso em: 20/01/2024.

BRASIL. **Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional**. Dados revisados do déficit habitacional e inadequação de moradias nortearão políticas públicas. Portal GOV.BR, 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/mdr/pt-br/noticias/dados->

revisados-do-deficit-habitacional-e-inadequacao-de-moradias-nortearao-politicas-publicas. Acesso em: 20/04/2024.

BRASIL. **Ministério das Cidades**. Algumas das características do novo Minha Casa, Minha Vida. Portal GOV.BR, 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/cidades/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/habitacao/programa-minha-casa-minha-vida/algumas-das-caracteristicas-do-novo-minha-casa-minha-vida>. Acesso em: 21/01/2024.

BRASIL. **Ministério das Cidades**. Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat. Portal GOV.BR, 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/cidades/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/habitacao/programa-brasileiro-de-qualidade-e-produtividade-do-habitat-pbqp>. Acesso em: 20/01/2024.

BRASIL. **Ministério das Cidades**. Governo Federal anuncia medidas para facilitar o acesso a moradias após desastre no Rio Grande do Sul. Brasília, DF, 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/cidades/pt-br/assuntos/noticias-1/governo-federal-anuncia-medidas-para-facilitar-o-aceso-a-moradias-apos-desastre-no-rio-grande-do-sul>. Acesso em 15/05/2024.

BUONFIGLIO, Leda Velloso. **Habitação de interesse social**. Artigo publicado na revista Mercator. Fortaleza, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.4215/rm2018.e17004>

Celucon, Módulo de Concreto Celular. **Caderno técnico Celucon - 3ªEd.** <https://celucon.com.br/wp-content/uploads/2020/08/caderno-tnico-celucon-edio-03.pdf>. Acesso em 29/12/2024.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. Habitação - PF Construção, conclusão, reforma e ampliação de unidades habitacionais isoladas: Orientações para clientes e responsáveis técnicos. **Cartilha Caixa Econômica Federal**, V.8, dezembro de 2023. Disponível em: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://www.caixa.gov.br/Downloads/habitacao-documentos-gerais/cartilha-habitacao-PF-construcao-conclusao-reforma-ampliacao-de-unidades-habitacionais.pdf>. Acesso em: 20/04/2024.

CAMACHO, Jefferson Sidney. **Projeto de edifícios de alvenaria estrutural**. Núcleo de Ensino e Pesquisa da Alvenaria Estrutural – NEPAE. UNESP. Ilha Solteira, SP, 2006.

CAO, Lilly. **Como combater inundações através da arquitetura? 9 soluções práticas**. Revista Archdaily, 2020. Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/940503/como-combater-inundacoes-atraves-da-arquitetura-9-solucoes-praticas>. Acesso em 01/05/2024

CARVALHO, Andreza Tacyana Felix; ARAÚJO, Benevides Bonavides de; RODRIGUES, Arlete Moysés. **Moradia nas cidades brasileiras**. São Paulo: Contexto, 2001. 72p. Caminhos de Geografia, Uberlândia, v. 11, n. 35, 2010. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/16290>. Acesso em: 04/05/2024.

CONSELHO DE ARQUITETURA E URBANISMO DO BRASIL. **Percepções da sociedade sobre arquitetura e urbanismo**. CAU/BR, 2015. Disponível em: <https://caubr.gov.br/pesquisa-caubr-datafolha-revela-visoes-da-sociedade-sobre-arquitetura-e-urbanismo/>. Acesso em: 26 de novembro de 2023.

CONSELHO DE ARQUITETURA E URBANISMO DO BRASIL. **Conheça a lei**. Portal ATHIS. Disponível em: <https://caubr.gov.br/moradiadigna/> Acesso em: 21/04/2024.

CONSELHO DE ARQUITETURA E URBANISMO DO BRASIL. **Manifesto do Cau Brasil em defesa de moradia digna para todos**. Youtube, 20 de julho de 2021. Disponível em: [https://www.youtube.com/watch?v=wBVThNIs\\_\\_A](https://www.youtube.com/watch?v=wBVThNIs__A). Acesso em: 19/04/2024.

CONSELHO DE ARQUITETURA E URBANISMO DO BRASIL. **Documentário “Habitação social: uma questão de saúde pública” (versão 2021)**. Youtube, 13 de agosto de 2021. Disponível em: [https://www.youtube.com/watch?v=D4A5lG-trWI&embeds\\_referring\\_euri=https%3A%2F%2Fwww.bing.com%2F&embeds\\_referring\\_origin=https%3A%2F%2Fwww.bing.com&source\\_ve\\_path=Mjg2NjY&feature=emb\\_logo](https://www.youtube.com/watch?v=D4A5lG-trWI&embeds_referring_euri=https%3A%2F%2Fwww.bing.com%2F&embeds_referring_origin=https%3A%2F%2Fwww.bing.com&source_ve_path=Mjg2NjY&feature=emb_logo). Acesso em 19/04/2024.

CONSELHO DE ARQUITETURA E URBANISMO DISTRITO FEDERAL. **Pesquisa Datafolha: 82% das moradias do país são feitas sem arquitetos ou engenheiros**. CAU/DF 2022. Disponível em: <https://caudf.gov.br/pesquisa-datafolha-82-das-moradias-do-pais-sao-feitas-sem-arquitetos-ou-engenheiros/>. Acesso em: 20/01/2024.

CAVALHEIRO, Odilon Pancaro. **Alvenaria estrutural: tão antiga e tão atual**. Santa Maria: [s. n.], 2013.

CENTRO TECNOLÓGICO DA CERÂMICA E VIDRO. **Manual de alvenaria de tijolo**. 2. ed. Coimbra, 2009.

COSTA, Maria Amélia da. **Direito à moradia na constituição da república – considerações a respeito de sua positivação e fundamentação**. XXII Encontro Nacional do CONPEDI/UNICURITIBA - Curitiba-PR, junho 2013.

CORRÊA, Andréa Aparecida Ribeiro, *et al.* Avaliação das propriedades físicas e mecânicas do adobe (tijolo de terra crua). **Engenharia Rural, Ciênc. agrotec.**, Lavras, v.30, n 3, jun 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1413-70542006000300017> . Acesso em: 29/12/2024.

COUTO, Gustavo Belisario d’Araújo. **Fazendo barraco: intervenções sexo-arquitetônicas da política habitacional brasileira e a incompletude da casa**. Tese de doutorado Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Filosofia e Ciências Humanas. Campinas – SP 2023.

FUNDAÇÃO GETULIO VARGAS. **Déficit habitacional e inadequação de moradias no Brasil: principais resultados para o período de 2016 a 2019**. Cartilha Fundação João Pinheiro, março de 2021. Disponível em:

<https://drive.google.com/file/d/1MgenDRYIfH10aYirjRYIKwJGHwIxulGq/view>. Acesso em: 20/04/2024.

FIDELIS, Vanessa Rosa Pereira. **Implicações da adoção de processos construtivos tradicionais na produção de habitações de interesse social em larga escala**. Dissertação de mestrado. Faculdade de Engenharia Civil. Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia, 2011.

GASDIA-COCHRANE, Marlene. **O processo de fabricação do cimento**. Thermo Fisher Scientific. Disponível em: <https://www.thermofisher.com/blog/cienciaacelerada/cimentos-avancados/o-processo-de-fabricacao-do-cimento/>. Acesso em 08/12/2024.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Síntese de indicadores sociais: uma análise das condições de vida da população brasileira**. 2020. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=2101979>. Acesso em: 15/05/2024.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Síntese de indicadores sociais: uma análise das condições de vida da população brasileira**. Estudos e Pesquisas Informação Demográfica e Socioeconômica número 53. Rio de Janeiro – RJ, 2023.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - Diretoria de pesquisas, coordenação de contas nacionais. **PIB Brasil e construção civil**. Tabela elaborada pelo Banco de Dados-CBIC, março de 2024. Disponível em: <http://www.cbicdados.com.br/menu/pib-e-investimento/pib-brasil-e-construcao-civil>. Acesso em 04/05/2024.

JORNALISMO TV CULTURA. **Déficit habitacional no Brasil**. Youtube, 17 de agosto de 2023. Disponível em: [https://www.youtube.com/watch?v=Sm2\\_rl7XJvc](https://www.youtube.com/watch?v=Sm2_rl7XJvc). Acesso em: 18/04/2024.

JÚNIOR, Sylvio Ferreira. **Produção de Blocos de Concreto para Alvenaria: Prática Recomendada**. 3ª edição. Associação Brasileira de Cimento Portland. São Paulo – SP, 1995.

KACZAM, Fabíola. **Avaliação do Processo Produtivo de uma Indústria de Cerâmica Vermelha do Oeste Paranaense por Meio da Aplicação de Ferramentas da Qualidade**. Trabalho de conclusão de curso. Bacharelado em Engenharia de Produção. UTFPR. Medianeira-PR.

KUMAR, Vijay. **101 Design Methods: a structured approach for driving innovation in your organization**. 1. ed. Nova Jersey, EUA. John Wiley & Sons. 2012.

LARCHER, José Valter Monteiro. **Diretrizes visando a melhoria de projetos e soluções construtivas na expansão de habitações de interesse social**. Dissertação de mestrado pela Universidade Federal do Paraná. Curitiba – PR, 2005.

LOBACH, Bernard. **Design Industrial: Bases para a configuração dos produtos industriais**. 1. ed. São Paulo – SP. Blucher. 2001.

MARINOSKI, Deivis. **Alvenarias: conceitos, alvenaria de vedação, processo executivo**. UFSC Departamento de Arquitetura e Urbanismo. Florianópolis, 2011. Disponível em: [chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://labeee.ufsc.br/sites/default/files/disciplinas/Aula%20-%20Alvenarias\\_%20introducao+vedacao.pdf](chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://labeee.ufsc.br/sites/default/files/disciplinas/Aula%20-%20Alvenarias_%20introducao+vedacao.pdf). Acesso em: 05/05/2024.

MARTINS, Victor Luís Vital. **Sistemas leves para autoconstrução**. Trabalho de conclusão de curso. Faculdade de arquitetura e urbanismo da Universidade de São Paulo (USP). São Paulo – SP, 2019.

MASLOW, Abraham. **Uma teoria da motivação humana**. Originalmente publicado em *Psychological Review*, 50, 370-396. 1943. Disponível <http://psychclassics.yorku.ca/Maslow/motivation.htm>. Acesso em 27/05/2024.

MEIRELLES, Renato; ATHAYDE, Celso. **Um país chamado favela: a maior pesquisa já feita sobre favela brasileira**. Editora Gente, 2014. ILUMINURAS, São Paulo – SP, 2014.

MERINO, Giselle Schmidt Alves Díaz. **GODP – Guia de orientação para desenvolvimento de projetos: uma metodologia de design centrado no usuário**. Florianópolis: Ngd/Ufsc, 2016. Disponível em: <[www.ngd.ufsc.br](http://www.ngd.ufsc.br)>. Acesso em: 20/02/2024.

NUNES, Luciana Meira dos Santos; MENDES, Estevane de Paula Pontes. **Políticas habitacionais no Brasil: as moradias populares e a formação socioespacial urbana**, p. 288 -305. Coletânea Interdisciplinar em Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação - vol. 1. São Paulo: Blucher, 2015.

PAZMINO, Ana Veronica. **Como se cria: 40 métodos para design de produtos**. 1.ed. São Paulo – SP. Blucher, 2015.

PEREIRA, Manuel Fernando Paulo. **Anomalias em paredes de alvenaria sem função estrutural**. Tese de Mestrado. Universidade do Minho. Braga, Guimarães, Portugal. 2005.

PORONGABA, Alexsandro Tenório. **A habitação para a população de baixa renda no Brasil: termos e conceitos difundidos pela política nacional de habitação**. Artigos: Planejamento e Políticas Públicas. Revista brasileira de estudos urbanos e regionais (v.22, e202038), 2020. Universidade Federal de Sergipe, Departamento de Engenharia Civil, Aracaju, SE, Brasil, 2020.

PWC BRASIL. **Mercado da maioria: como a força da população de baixa renda está transformando o setor de varejo e consumo no Brasil**. Instituto LocoMotiva, 2023. Disponível em: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.pwc.com.br/pt/estudos/set>

ores-atividades/produtos-consumo-varejo/2023/PwC\_Mercado\_Maioria.pdf. Acesso em 26/02/2024.

RIBAS, Rafaela. **Um em cada cinco brasileiros mora em habitação precária, como casas de madeira ou sem banheiro.** Jornal O Globo Economia, 2020. Disponível em: <https://oglobo.globo.com/economia/um-em-cada-cinco-brasileiros-mora-em-habitacao-precaria-como-casas-de-madeira-ou-sem-banheiro-24741245>. Acesso em 18/04/2024.

RIO GRANDE DO SUL. **Defesa Civil Atualiza Balanço das Enchentes no RS - 25/5, 9h.** Portal de Notícias do estado do Rio Grande do Sul. Porto Alegre – RS, 2024. Disponível em: <https://estado.rs.gov.br/defesa-civil-atualiza-balanco-das-enchentes-no-rs-25-5-9h>. Acesso em 25/05/2024.

RODRIGUES, R. M.; Sobrinho Júnior, A. da S.; Lima, E. E. P. **Erros, diagnósticos e soluções de impermeabilização na construção civil.** Revista InterScientia. 2016. Disponível em: <https://periodicos.unipe.br/index.php/interscientia/article/view/513>. Acesso em: 04/05/2024.

SÃO PAULO. **Lei Nº13.430, de 13 de setembro de 2002.** Diário Oficial da Cidade de São Paulo, São Paulo, SP, 2002.

SEBRAE. **O que é baldrame na construção civil?** Artigos SEBRAE. 2022. Disponível em: <https://sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/o-que-e-baldrame-na-construcao-civil,315b121fa1722810VgnVCM100000d701210aRCRD>. Acesso em 01/05/2024.

SILVA, Ademir Souza da. **Estrutura de concreto armado e sua aplicabilidade, patologias e erros na execução e na concretagem de pilares e vigas: uma revisão de literatura.** Trabalho de conclusão de curso. Bacharelado em Engenharia Civil. Faculdade UNIRB Arapiraca. Arapiraca-AL.

SILVA, Andressa Soares da. *et al.* **Análise das perdas de materiais no serviço de alvenaria: estudo de caso realizado em obras de edificações residenciais de pequeno porte.** Revista principia: Divulgação científica e tecnológica do IFPB. Nº 35. João Pessoa, junho de 2017.

SISTEMA NACIONAL DE PESQUISA DE CUSTOS E ÍNDICE DA CONSTRUÇÃO CIVIL. **Cadernos Técnicos De Composições Para Alvenarias Diversas.** Caixa Econômica Federal, 2021.

TAUIL, Carlos Alberto; NESSE, Flávio José Martins. **Alvenaria Estrutural: Metodologia de projeto, detalhes, mão de obra, normas e ensaios.** 1. ed. São Paulo – SP. Editora Pini, 2010.

THOMAZ, Ercio. *et al.* **Código de práticas 01:alvenaria de vedação em blocos cerâmicos.** IPT, FINEP, HABITARE e EPUSP. Publicação IPT. São Paulo – SP, 2009.

## APÊNDICE A – ANOTAÇÕES DAS ENTREVISTAS COM ENGENHEIROS

Os 3 entrevistados foram representados pelas letras A, B e C, para manter privada sua identidade.

### 1. Com que tipo de construções você mais trabalha?

- a. Trabalha mais com construção em larga escala, tanto no popular quanto no médio padrão, já trabalhou mais diretamente na obra, mas hoje faz mais coordenação e estudo de viabilidade. Não realiza mais projetos. Trabalhou muito pouco com obras de pequena escala.
- b. Trabalha com construção de prédios em uma grande construtora, principalmente em alvenaria estrutural, mas que faz também algumas construções de concreto armado. Também trabalha com consultoria de norma de desempenho para algumas fábricas de blocos.
- c. Já trabalhou em muitos ramos diferentes, fez muitos prédios residenciais de 20-30 andares, mas atualmente sua experiência está mais focada em construções do Minha Casa Minha Vida na faixa 0, que são apartamentos de 43m<sup>2</sup> de 2 dormitórios, uma sala-cozinha e 1 banheiro. Essas casas são, na maioria das vezes, em tijolo convencional, com argamassa, reboco e pintura.

### 2. Como você enxerga o cenário da autoconstrução?

- a. O entrevistado comenta que é uma construção muito permeada pelo improvisado, não existe um foco na indústria em criar produtos específicos para esse tipo de construção, até porque cada mão de obra vai ser de um jeito. *“Quando não se tem norma não se tem padrão”*. É um cenário que acaba não tendo a mesma qualidade de uma obra feita por uma construtora, mesmo que ambas no escopo de obras populares. Tem também a questão legal, é muito mais difícil de formalizar a documentação de uma obra dessas. No entanto, inegavelmente é um cenário que existe, tem gente que precisa, que tem nome sujo e não consegue participar dos programas do governo ou de financiamento formal em instituições financeiras.

- b. O entrevistado afirma que teve experiências com autoconstrução e todas foram abortadas no meio do caminho. Construir uma parede envolve conhecimento de prumo, de nível, de esquadro, envolve técnica. Precisa treinar a mão de obra. “Se a pessoa que vai construir não trabalha na área, não adianta”. Afirma também que “aprender a construir uma casa é um processo longo, até ela aprender, a casa já está pronta e já está malfeita”. *“Construir uma casa não é algo banal, as pessoas vão morar ali dentro, precisa durar por anos”*.
- c. Este entrevistado afirma que é preciso ter em mente é que o Brasil do Sul é um, do Sudeste e do litoral é outro, do sertão é outro e da Amazonia também é completamente diferente, e a construção civil acompanha isso. *“Uma coisa que posso te garantir é que norma para a construção informal é só um livrinho, praticamente não existe. E não é só na obra em si: no interior, cada cidade tem sua fabricazinha de tijolo e não é todo lugar que tem fiscalização”*.

**3. Qual as principais diferenças que você percebe entre a teoria estipulada pela norma e a prática desse cenário de construção?**

- a. O entrevistado afirma que nesse cenário, o próprio conceito de “bloco de vedação” deixa de existir. Não se tem mais a diferenciação, pois há muitas casas deste nicho que utilizam tijolo baiano comum com função de sustentação. Afirma que essa prática tem a tendência de aumentar patologias, mas que, se bem-feita, não é algo que vai derrubar a casa, principalmente nos casos de casas térreas ou de “sobradinhos”. Conta que, antes de existir normas de alvenaria, essa prática era muito utilizada até mesmo por construtoras, principalmente no interior. Afirma também que nesse tipo de construção é muito comum as estruturas que chamou de “alvenacreto”, nas quais se faz primeiro as paredes e preenche os buracos dos pilares com concreto. *“Tem como fazer de forma segura, o problema é que o “fazer bem-feito” é algo muito empírico, porque não tem uma norma que guie”*.
- b. O entrevistado afirma que, nesses casos, alguns dos problemas mais comuns de acontecer são: o prumo ficar torto, as fiadas fora de nível, o vão de portas e janelas ser mal calculado e depois a esquadria não

encaixar, faltar verga e contraverga, acontecer falha de impermeabilização na base, ocorrer trincas devido ao uso insuficiente de ferragem, entre outros. Comenta também que: *“tubulação de esgoto, por exemplo, não deveria passar por dentro da parede, mas se vê um monte”*.

- c. O entrevistado comenta que, nesse cenário *“é cada um por si e se faz com o que tem”*, afirma que às vezes os usuários conseguem material doado, ou então escolhem o que há disponível no menor preço e, segundo ele, *“cavalo dado não se olha os dentes”*. Conta que no universo de blocos e tijolos se encontra ofertas com diferentes resistências, teores de absorção de água etc., e que os mais baratos geralmente são os que apresentam pior desempenho e adequação as normas. Complementa que o prumo de uma construção depende muito da qualidade da forma do bloco, *“como que eu vou querer exigir de um profissional que faça uma parede reta com tijolo torto? (confesso que tem uns que fazem milagre, mas se estivermos falando de pessoas com pouca experiência, é praticamente impossível)”*. Nesses casos, se começa uma fiada com 10 blocos e na próxima já são necessários 10,2, por exemplo, e acaba sendo necessário picotar os blocos para completar a parede. Conta que em grandes obras até se tem capacidade de desenvolver ferramentas específicas que auxiliem no processo, mas que nas pequenas construções acaba se utilizando soluções improvisadas. Comenta ainda que quando se consegue uma parede boa, depois é necessário quebrá-la toda para passar os canos. No interior, muitas obras não têm energia elétrica disponível, sendo necessário uso de talhadeira manual, *“se bater mais forte e se a cura da parede não está bem-feita, já racha tudo”*.

#### **4. Como você percebe que as inovações do mercado de materiais da construção civil são recebidas pelos profissionais do ramo?**

- a. O entrevistado afirma que toda inovação só se populariza depois que fica viável financeiramente, e no Brasil essa é uma variável difícil de se atingir porque a mão de obra é muito barata. Em países do norte global, é comum que, mesmo sendo mais cara em material, uma inovação que reduza a quantidade de mão de obra é mais bem recebida, porque a mão de obra é muito cara. *“Aqui, é muito mais caro se treinar a mão de obra”*.

*principalmente porque é muito difícil de fidelizar o profissional que se treinou, então nenhuma empresa vai querer investir nisso*". O entrevistado comentou que uma possível solução pra isso seria um movimento de classe, dos sindicatos, para qualificar e formalizar a mão de obra, *"aí sim se conseguiria encontrar profissionais que trabalhem com essas tecnologias, mas para uma empresa que está decidindo de que forma vai fazer a obra, ter que treinar toda a mão de obra é algo que pesa"*.

- b. O entrevistado comenta que existem diferentes tipos de inovações, melhorias em ferramentas costumam ser bem recebidas, mas sistemas construtivos novos é mais complicado. A maioria deles geralmente não se prolifera pelo custo, mas tem outros também que não atingem a norma de desempenho e sistemas não normatizados o seguro não cobre, a caixa não financia, e aí ninguém quer fazer. *"Tem uns blocos de vedação novos que tão por aí que são de plástico e encaixam tipo um lego, parece muito legal, mas não é resistente ao fogo por exemplo e isso não pode"*. Há também algumas barreiras culturais, que impactam bastante, *wood frame* e *steel frame* não se tem aqui mais por uma questão cultural e costume. Quando perguntado sobre inovação de blocos e citados os de fibrocimento (tijolo ecológico) como exemplo, o entrevistado afirmou que os considera boas soluções, e que se usa muito no Nordeste porque lá é mais seco, mas que aqui (região Sul), com a umidade muito elevada não se consegue o ponto certo para moldar, então se usa menos. Afirma também que esses blocos com material feito com resíduo são casos complexos porque exige o controle desse resíduo, pois o material sendo reciclado impacta nas características. No entanto, blocos de vedação possuem mais flexibilidade nas restrições que podem permitir esse tipo de uso.
- c. O entrevistado aqui comenta que há dificuldade na adoção das inovações devido à manualidade da produção e dificuldade de se introduzir técnicas novas pela informalidade do aprendizado. *"A construção civil hoje ainda é completamente artesanal, é o "seu fulano" que determina o traço do cimento, e a técnica ele aprendeu com o pai, avô, vizinho ou sei lá quem"*. Afirma que, diferentemente dos sistemas de outros países (norte global) na qual a lógica da construção modular é mais consolidada, no

Brasil ela não está presente nem nas grandes empresas. *“Como eu falei, as fábricas são muito rudimentares no Brasil, um sistema inovador precisa não só ser normatizado como precisa CONSEGUIR ser fabricado dentro dessas normas, isso envolve matéria prima, queima etc. e as vezes o mais simples é moldar um retângulo maciço de concreto, então é assim que acaba sendo”*.

Comenta novamente da importância de se considerar o custo acima de qualquer requisito, e cita exemplos de ser comum ver moradores de casas populares reclamando do isolamento térmico sendo que existem muitos sistemas com melhor desempenho desse aspecto, mas que não são comprados e, portanto, não utilizados nas obras populares. *“O problema não é só a disponibilidade da mão de obra, em casa popular é uma questão de custo, não tem a parte do benefício, na maioria das vezes é só o custo”*.

##### **5. Você já trabalhou com algum método construtivo inovador? Como foi?**

- a. O entrevistado afirma que já trabalhou muito com bloco estrutural (embora reconheça que atualmente esse sistema não seja mais considerado tão inovador) e com parede de concreto. Afirma que são sistemas que aumentam muito o controle da obra e, no trabalho em escala, se economiza muito tempo, mas que para pequenas obras a diferença final é muito pequena para compensar o investimento inicial. Afirma também que entre bloco e tijolo, o bloco (maior e com furos verticais) rende muito mais e permite uma racionalização maior. A limitação do bloco para a pequena escala está na mão de obra, pedreiros mais antigos que estão na indústria mais tempo tem mais dificuldade de aprender, pois é diferente, embora não seja uma técnica difícil. *“Ela permite construção modular também, que é muito positivo para a obra, mas sem um projeto detalhado antes isso não serve para nada”*.
- b. Este entrevistado também afirma que os blocos estruturais e de concreto em si dificilmente ainda são considerados inovações, que inclusive 67% das casas do MCMV usam eles, mas que há tem bastante inovação incremental neles, como os blocos acústicos, ou com mais resistência mecânica ou ao fogo.

- c. O entrevistado comenta que ao trabalhar com blocos de concreto costuma haver muitas reclamações dos profissionais e até mesmo alguns que não aceitam o trabalho, pois o bloco é mais pesado e pode provocar dores no corpo, especialmente na coluna. Comenta também que embora existam EPIs para isso, como coletes especiais, são menos comuns e de adoção ainda mais difícil que outros mais consolidados como o próprio capacete. Atenta também que é preciso considerar a necessidade de ferramentas especiais para se trabalhar com esses blocos, que embora a Makita® seja mais comum, é necessário também montar uma bancada de corte resistente para ajustes de tamanho dos blocos, e que com o tijolo comum é só dar uma batida que ele já quebra. Quanto ao tijolo ecológico, o entrevistado afirma que já trabalhou e acha a ideia fantástica, mas o custo é caro. Mesmo ele economizando nos custos totais, o problema é o custo inicial, pois é comum que a autoconstrução popular seja feita por partes, e afirma que *“não se tem essa noção toda de cálculo de custo total, se luta com dificuldades dia a dia e se faz do jeito que dá mesmo sabendo que pode ser que se atrapalhe ou se acabe gastando mais depois”*.

**6. Que atributos você considera mais importante para um bloco de vedação?**

- a. A autora não fez essa pergunta diretamente por considerá-la já respondida nas demais perguntas.
- b. O entrevistado respondeu que *“se você quer desenvolver um material novo começa pensando que não pode quebrar, se precisar quebrar já está errado, não faz sentido construir algo para quebrar depois”*.
- c. O entrevistado comenta que o peso é um condicionante importante para a mão de obra aderir ao sistema. O tamanho também é relevante de se pensar com cuidado, comenta que existem blocos “gigantes” no mercado que se propõe a aumentar o rendimento da obra, mas que em obras informais muitas vezes as condições acabam limitando seu uso: *“o andaime é improvisado, se faz as vezes até usando os próprios pedaços já construídos de alvenaria, deixando uns buracos no meio para cravar um pedaço de madeira e apoiar uma tábua. Tem que pensar como que faz para levar esse material para cima, na maioria dos casos nessas*

*obras é balde e corda, aí se o bloco é maior que 20x20 já começa a complicar bastante”.*

Quanto a material, se a função for vedação, o material não pode ter problema de absorção de água, deformação com o tempo, isolamento de som etc., mas a condicionante é sempre o preço.

Ecologia se tem preço em jogo é uma característica muito escanteada, as pessoas precisam de lugar para morar e isso acaba não sendo uma prioridade.

*“Em obra popular não existe esses formatos diferentes, é tudo do mais simples”,* por ser mais fácil e barato de produzir.

Quanto à facilidade de quebra, comenta que até não é tanto problema porque *Makita® e disco de corte hoje em dia é barato, todo profissional tem, o que não tem as vezes é energia elétrica nas obras, então é bom que seja resistente ao impacto para quando bater ele quebrar só onde se bateu e não se esfarelar todo, isso é importante”.*

Falta de reboco nunca é o ideal, é sempre falta de dinheiro, *“então também não adianta um tijolo que não precise rebocar, mas seja mais caro que o tijolo comum sem reboco”.*

## **7. O que você acha que um “tijolo perfeito” deveria ter?**

- a. *“Uma das coisas mais arcaicas que se faz na obra, que tenho até vergonha de aceitar que ainda é padrão, é ter que rebocar toda a superfície. Se existisse um bloco com uma estanqueidade boa (junto da massa, é claro), que não precisasse ser rebocado, e que a estética ficasse aceitável, seria incrível”.*

Quando perguntado sobre parede de tijolos a vista não ser mais algo tão comum, afirma que não é tão difícil de fazer, mas que não se tem mais por que não passa na norma de desempenho. No entanto, em termos de cuidado estético, é possível combinar anteriormente com os profissionais que eles cuidam pra colocar a massa uniformemente, deixar limpo e quebrar os blocos com mais precisão: *“não é tanto esse o empecilho, é mais o da estanqueidade nas paredes externas mesmo”.*

- b. Para este entrevistado, um bloco perfeito seria um que tivesse medidas mais parelhas, pois se encontra muitas vezes diferenças de medidas, tanto

entre os blocos quanto o próprio bloco estar torto, fora de esquadro. Afirma que isso gera muita variação para nivelar a casa, precisa compensar nas juntas e não é bom que elas variem muito de espessura. *“Se tivesse um sistema de encaixe na vertical que funcionasse como uma espécie de gabarito, ajudaria muito na construção e na acústica, no isolamento térmico e na produtividade”*.

- c. *“Se eu pudesse inventar um tijolo, eu faria um que não tivesse absorção de água, com aproveitamento de material plástico, por exemplo, isso resolveria um problema de descarte de plástico e permitiria trabalhar melhor em áreas úmidas ou depois de chover. Porque hoje isso é algo que para uma obra, concreto e cerâmica se está molhado não gruda a massa e não dá para trabalhar”*. O entrevistado comenta que se desse para colocar algum aditivo impermeabilizante na massa, poderia ser possível nem rebocar as paredes e isso seria ótimo. *“Se pudesse também ser encaixado, tipo Lego, ótimo, usaria menos mão de obra. Mas também precisaria poder ser cortado porque não é todo o terreno que é possível modular uma construção”*.

### **Conclusões:**

- a) Dentre as maiores dificuldades técnicas de execução de alvenaria, a principal é o prumo (seguido de esquadro e nível). Todos os entrevistados citaram encaixes nos blocos como atributos positivos;
- b) Além da forma do bloco, a sua facilidade de produção impacta muito, pois as variações dimensionais em blocos são os principais fatores que causam as dificuldades relatadas, visto que a maioria das fábricas deste setor são muito rudimentares, especialmente no interior;
- c) *“Se não tem norma não tem padrão”*: a característica mais marcante de autoconstruções é a diversidade de técnicas, cada pedreiro ou mestre vai fazer do seu jeito e possuem quase que uma cultura própria, devido à dificuldade de se treinar mão de obra, decorrente da informalidade deste ramo profissional;
- d) O clima é um forte influenciador do contexto e das necessidades de uma obra, e ele varia muito conforme a região do país;

- e) O custo é determinante para a aceitação da inovação. Mais que o custo total da obra, o custo unitário também é muito relevante nesse contexto, uma vez que as casas são feitas aos poucos;
- f) O reboco é uma atividade custosa e trabalhosa que existe apenas para compensar limitações do tijolo e poderia ter sua função incorporada no bloco.

## APÊNDICE B – ANOTAÇÕES DAS ENTREVISTAS COM MORADORES

Os 3 entrevistados foram representados pelas letras A, B e C, para manter privada sua identidade.

### 1. Como é a sua casa?

- a. Construiu 3 casas já: todas térreas, com reboco e pintura.
  - A primeira foi feita em tijolo maciço;
  - A segunda foi feita em tijolos furados (baiano);
  - A terceira foi de madeira.
- b. A maior parte da casa é em madeira, apenas o banheiro é feito de alvenaria com tijolo convencional e reboco. A fundação foi feita em sapatas de concreto e a construção é elevada do chão, exceto o banheiro, que é aterrado com alvenaria de embasamento. É térrea por enquanto, mas o entrevistado afirma ter planos de fazer um segundo piso no futuro.
- c. É uma casa térrea feita em alvenaria com tijolo convencional (6 furos) rebocado na parte externa e com gesso na parte interna. Algumas das paredes internas são em madeira sendo aos poucos substituídas por *drywall*. A casa não possui pilares, o tijolo convencional tem função estrutural e há apenas uma cinta de amarração na última fiada. As paredes do banheiro são reforçadas e atuam como pilar de apoio para o telhado.

No projeto inicial a casa era de 2 pisos, mas a laje não foi bem executada e ficou frágil, como não havia dinheiro para refazer, a casa ficou apenas térrea, mas foi expandida posteriormente no sentido horizontal.

### 2. Como foi a construção?

- a. A segunda casa teve projeto com arquiteto porque era norma do local, mas as outras duas foi o próprio entrevistado que projetou. Quanto a construção em si, uns 50% ele fez sozinho, nos finais de semana, feriados, depois do trabalho (das 5 até a meia noite) e “*em qualquer intervalo que aparecia*”. Conta que seu filho ficou de ajudante de obra e sua esposa também ajudou um pouco. Cada construção levou cerca de um ano para ficar pronta.
- b. O próprio morador fez o projeto e a execução. Conta que trabalhava num durante 6 dias e folgava por 4 e que “*nesses 6 dias quando voltava do*

*trabalho me sentava no computador e estudava como fazer a próxima parte da casa, e nos 4 dias de folga me dedicava à fazer, até teve gente que disse que eu estava pesquisando demais, mas eu queria fazer bem direitinho”.*

Afirma que via vários vídeos diferentes, com opiniões diversas sobre um mesmo tópico e analisava criticamente a melhor decisão para a sua obra.

Na execução da construção, conta que teve ajuda do seu cunhado, do seu sogro, de um primo e até do avô da sua esposa, mas que era em dias esporádicos quando eles podiam, a maior parte fez 100% sozinho, porque sua esposa estava grávida e não pode ajudar com trabalho pesado.

- c. Conta que fez um projeto com arquiteta para ter aprovação da prefeitura e estar dentro das normas, tinha planta elétrica, desenhos técnicos e tudo mais, mas o projeto descrevia uma casa de dois pisos e durante a obra apenas o primeiro foi executado, e o projeto teve de ser adaptado pelos próprios moradores.

### **3. O que te motivou a autoconstruir?**

- a. O entrevistado conta que o motivo principal foi economia financeira, *“mas tem uma questão muito forte de satisfação, para mim, saber que eu fiz minha própria casa. Esse valor vem muito forte na nossa família, meu pai era do tipo que tudo ele “fazia ele mesmo”, eu o vi fazer todos os móveis da nossa casa e agora (como eu sou pedreiro e sei fazer) construir a minha própria casa era natural para mim”.*
- b. O entrevistado também afirmou que foi pela questão financeira, pois morava de aluguel e *“isso é um valor que não retorna para você”*, então, quando sua esposa engravidou tomaram a decisão de ir em busca da casa própria. Conta que vendeu o carro e fez um empréstimo, mas quando foi orçar com profissionais para fazer a obra e era até mais caro que o material, começou a pesquisar alternativas e percebeu que dava para fazer por conta e que iria economizar muito.
- c. *“Falta de dinheiro, apenas. Acho que ninguém em sã consciência deixa de contratar uma construtora e para se estressar e passar trabalho à toa, construir por conta própria é muito difícil”.*

### **4. Como foi o seu preparo para a obra?**

- a. A pergunta não foi aplicada pois o entrevistado havia informado ser pedreiro de profissão, e que estava acostumado com obras.
- b. O entrevistado relatou que conversou com um familiar que já tinha experiência com obras. Diz que foi de muita ajuda na parte do banheiro (que é de alvenaria), mas a grande parte do restante ele aprendeu sozinho, principalmente pelo Youtube, com videoaulas e demais materiais que encontrava. Afirma que a parte mais complicada foi aprender como fazer o prumo e como fazer o assoalho. O entrevistado mostrou-se impressionado com a quantidade de informação que encontrou na internet afirmando que é possível para aprender a fazer tudo muito bem, basta se dedicar na pesquisa.
- c. A entrevistada relatou que a no que a obra estava com mínimas condições de habitar, a família se mudou e deu continuidade na finalização da construção e dos demais cômodos concomitantemente à habitação. Afirma que na época ela trabalhava de maneira remota e seu marido trabalhava fora, então era ela que conseguia acompanhar mais a obra, trabalhava em casa, cuidava de suas filhas, fazia almoço para todos os envolvidos e *“ficava de olho em tudo”*. Quem executou mais diretamente a obra foi dois de seus familiares, que se mudaram para a casa em construção, ela cuidava mais ativamente das tarefas da casa. Para a família se mudar levou cerca de 8 meses, o restante foi sendo construído aos poucos e a entrevistada considera que ainda não está finalizado.

##### **5. O que motivou a escolha do material de vedação?**

- a. Na primeira casa foi usado tijolo maciço, pois era o material mais comum na região, conseqüentemente mais barato. Este é mais simples de fabricar e onde construí não havia grandes olarias. A segunda casa foi de tijolo furado/baiano porque foi o mais barato encontrado no local. Na terceira casa foi escolhido a madeira porque o objetivo era construir de forma fácil, rápida e barata, pra também não exigir tantas idas e vindas até o local nos finais de semana, que era afastado.
- b. O entrevistado relata que os principais fatores foram facilidade, custo e rapidez da construção, pois tinham urgência em sair do aluguel. O entrevistado considerava a construção de alvenaria mais difícil que a construção em madeira para quem não tem experiência, além de que

considera a madeira é mais fácil de reformar e para expandir futuramente. O entrevistado disse ter crescido em uma região do Brasil onde há poucas casas em madeira, sendo mais comum casas de tijolo, “*então casa de madeira por lá, é chique, diferente*”. Assim, lhe agradava a ideia de ter uma casa de madeira.

- c. A entrevistada relata que mora em uma região muito fria e que considera as casas de madeira muito geladas. Também traz a questão da durabilidade e diz que a casa de tijolo exige mais trabalho para construir, “*mas depois que a fez está feita*”. Já a madeira tem que cuidar muito, repintar, fazer manutenção para não apodrecer, fora isso, relata não conhecer muitas alternativas na época em que construiu. Hoje em dia diz saber da existência de materiais diferentes, mas percebe que quem trabalha com estas novas alternativas são mais as grandes empresas. Reflete que as vezes até são mais baratas, mas os profissionais que ela poderia encontrar não querem ou não sabem usar esses materiais alternativos.

## **6. Quais foram os maiores desafios relacionados a alvenaria?**

- a. O entrevistado diz que foi tranquilo para ele por ser capacitado, mas para quem não tem experiência considera que o mais complicado sempre é fazer o esquadro da casa, “*porque uma coisa é fazer no papel outra é marcar num terreno acidentado, com árvores e tudo mais*”. Geralmente se percebe que está fora de esquadro só na hora de pôr o telhado ou os ladrilhos do piso.
- b. O entrevistado considerou a parte de alvenaria do banheiro como a mais difícil da construção da casa. Considera que é necessária muita atenção aos detalhes nos momentos de aprumar a parede e alinhar, e que essa etapa exige mais conhecimento. Relata que, por essa razão quem acabou executando essa etapa na sua casa foi um parente que possuía mais experiência pois já tinha feito reformas de ampliação em sua residência anteriormente, e que também havia trabalhado de ajudante na construção da casa de outro familiar que é pedreiro de profissão.

O entrevistado relatou que a questão da instalação dos canos e da fiação elétrica na alvenaria era a parte mais complicada, pois era necessário primeiro fazer toda a parede e depois cortar, não tendo como fazer ao mesmo tempo. Sugere: “*...tu que está criando alguma coisa pra ajudar na*

*construção, poderia pensar em algo que resolvesse esse problema, porque se precisa ter Makita®, EPI e saber manusear direitinho, se não acontecem acidentes ou se quebra demais a parede, é complicado”. O entrevistado, sendo eletricista de profissão, achou tranquila a etapa de instalação da fiação elétrica, “isso eu sabia fazer, quadro de luz e tal, mas quebrar o tijolo eu não sabia e foi difícil. A parte de alvenaria, esse quebra-quebra para qualquer coisa que precisa pôr na parede, é o pior”.*

- c. A entrevistada relatou que não teve grandes imprevistos ao levantar as paredes, mas a parte difícil foi a da quebradeira para poder passar as mangueiras (canos e fiações). *“Quando a gente está autoconstruindo não temos as ferramentas mais adequadas, aí vai tudo na mão e dá muito trabalho, é pesado”.*

## **7. O que você acha que poderia ser diferente em relação ao tijolo comum?**

- a. O entrevistado opina que o cenário da construção civil no Brasil e América Latina é muito arcaico, requer de materiais eternos, como concreto, e a vida das pessoas é muito rápida, a casa muda. O material de construção gera muito lixo. O entrevistado acredita que o material deveria ser mais leve, reciclável, de fácil manuseio e menos desgastante para o trabalhador da obra. Ele relata ter lesões na coluna e no joelho decorrentes dos trabalhos realizados. *“...Eu gosto muito da obra como fazem os americanos, com fibrocimento e tudo mais”.*
- b. O entrevistado diz saber que hoje em dia existem tijolos de EPS, que são bem mais fáceis de manusear e de passar tubulações e considera uma inovação positiva. *“No tijolo comum, se não tiver uma Makita® tem chance de estragar toda a parede que se fez, porque se bate muito forte o tijolo se esfarela todo. Não tem um espaço específico designado tipo, se bater aqui ele vai abrir a canaleta pro cano”.* Afirma que, para ele, a construção em madeira é muito mais fácil, pois fez paredes duplas e, após fechar as paredes externas, pode fazer todo o trabalho restante com tranquilidade e abrigado da chuva.
- c. A entrevistada relatou ter usado um tijolo de boa qualidade e ter sido satisfatório, no entanto, considera ruim o tijolo de 6 furos que, por mais que seja leve, maior e renda mais, o isolamento não é tão eficiente.

**8. Tem algum problema na casa que você ache que possa ter relação com a construção dela?**

- a. O entrevistado não relatou nenhum problema nas casas que autoconstruiu, mas relata que já viu em outras autoconstruções muitos casos em que se buscou economizar na hora da impermeabilização do alicerce, devido à pressa pra ver as paredes subindo *“porque é a parte mais emocionante”*, mas que acaba gerando problemas duradouros e de difícil remediação.
- b. Comenta que um problema que o incomoda muito é as baixas temperaturas dentro de casa. Associa o problema tanto ao material escolhido quanto à decisões projetuais de não fazer fechamento das laterais da elevação do piso.
- c. A entrevistada conta que nas partes correspondentes à primeira parte da obra, com projeto arquitetônico, não lembra de ter tido nenhum, mas nas partes que fez posteriormente há infiltração e mofo, e suspeita que seja devido à características do terreno, ventilação e iluminação. *“É complicado pois a gente quando vai fazer sozinho não sabe dessas coisas, e os profissionais (pedreiros) dizem que é só por uma tinta especial que impermeabiliza, mas depois que está feito e não funcionou, não tem mais como concertar.”*

**9. Qual/quais características você priorizaria como mais importantes em um tijolo?**

- a. O entrevistado opina que a característica mais importante no tijolo furado é a parte térmica e de umidade. Relembra a menção ao bloco de concreto ao longo da entrevista e comenta que esse modelo não o agrada pois machuca a coluna do construtor e que também traz desvantagens para o morador, devido à dificuldade de fixação de móveis que o produto apresenta. Comenta também que os blocos de concreto são mais difíceis de rebocar devido a aderência e o acabamento não fica tão bom.
- b. Esta pergunta já havia sido respondida nas questões anteriores: Conforto térmico, facilidade de construção e reformas.
- c. A entrevistada afirma que considera todas as características citadas como exemplo importantes, e afirma que vê valor em pagar mais por um material melhor, embora no seu caso relata que muitas vezes comprava o mais barato pois era a única opção possível. Conclui que, para o seu caso, como moradora

de uma região fria, se tivesse que priorizar seria o isolamento térmico. Comenta que deveria existir mais tecnologias de baixo custo para essas regiões. Comenta que para casas o isolamento acústico não é tão prioridade, mas que para prédios provavelmente seria uma das questões mais importantes. Afirma que, em segundo lugar viria a resistência na hora de pendurar móveis, e, em terceiro, a facilidade de passar os canos.

#### 10. Como foi a experiência como um todo?

- a. *“Eu sou apaixonado por fazer minhas próprias casas, logo mais quero começar outra também”*. O entrevistado relata que leva como lição das experiências que teve o aprendizado de que vale a pena fazer com calma e bem-feito, mesmo que demore mais. Afirma que o tempo é limitado e as tinha apenas um final de semana específico para fazer, chovia e ele sentia vontade de dar continuidade na obra da mesma forma, mas reforça que é necessário parar e esperar a próxima chance. Outro aprendizado que conta é, por vezes, menos gente na obra pode ser até melhor que muita gente para ajudar. Compara à sua experiência de autoconstrução à experiência profissional de obras e comenta que achou a autoconstrução mais organizada por conta deste fator.
- b. O entrevistado relata que durante a construção aprendeu muitas coisas na prática, e algumas a partir do erro *“mas aí já estava feito”*. Conta que houve momentos que calculou com cuidado os tamanhos, mediu o prumo e na hora de encaixar estava torto e precisou refazer alguns cortes e perdeu bastante material.  
Afirma que, no geral, a experiência foi muito boa, não tendo nenhum arrependimento de ter autoconstruído. Algumas decisões refletem que teria decidido diferentemente se soubesse o resultado, como por exemplo a escolha de materiais para o piso. No entanto, relata que é muito bom conhecer a casa em detalhes, pois quando precisa fazer algum reparo, instalação ou reforma é muito mais fácil (pois sabe onde estão os canos, onde pode quebrar etc.). Reforça também que foi uma economia muito grande, que estima ter sido entre 20 e 30 mil reais.
- c. A entrevistada conta que valeu a pena todo o trabalho e todo o sacrifício, pois hoje ela e sua família possuem uma casa para morar. Afirma que se

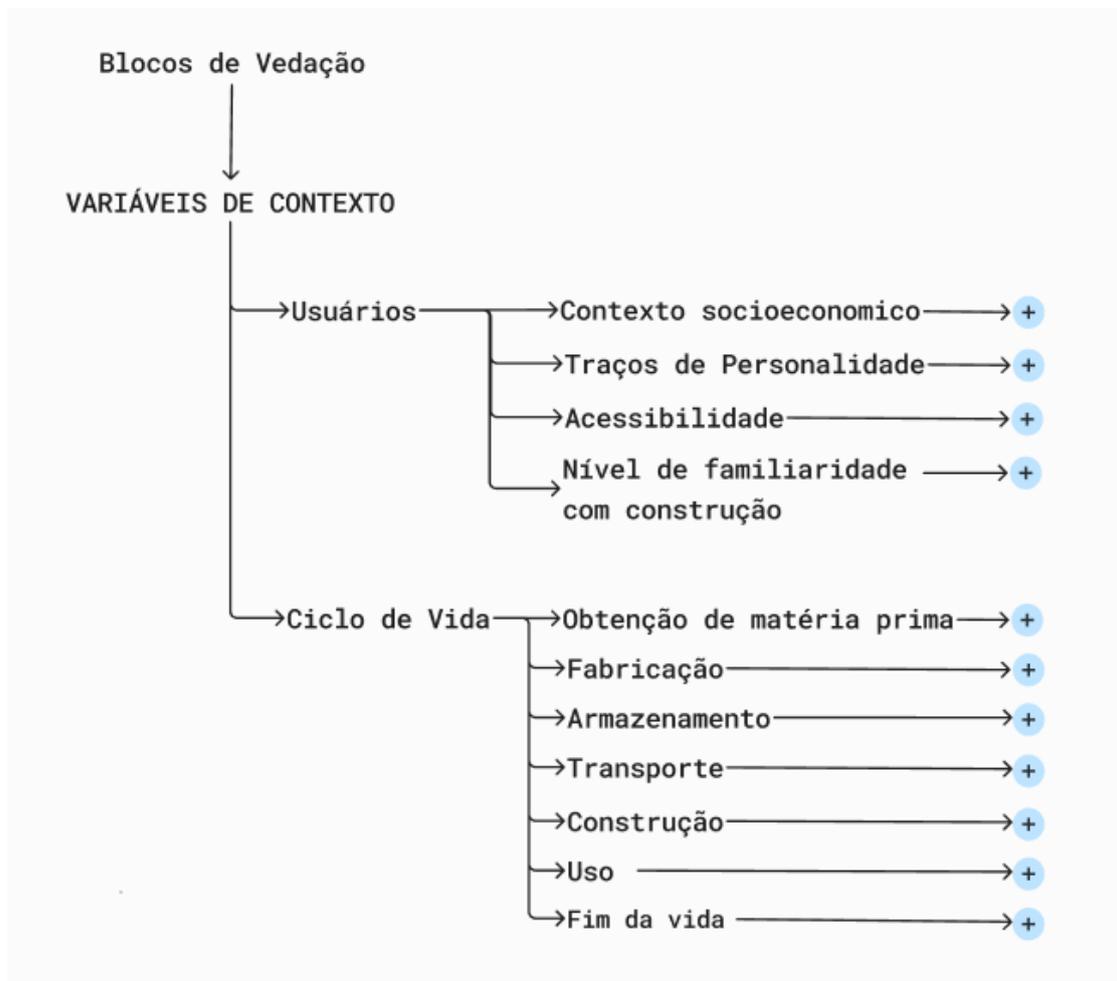
fosse construir novamente, com o conhecimento que adquiriu, talvez tivesse feito uma planta diferente, mais adaptada ao terreno. Conta que ainda está em processo de reformas, como um outro banheiro e a ampliação da garagem. Relata que na época em que construiu era impensável ter garagem para dois carros, hoje sua família tem 2 carros e isso se tornou uma necessidade.

**Percepções:**

- a) Todos utilizam os materiais mais comuns na sua região;
- b) Custo é o fator guia da maioria das decisões;
- c) A mão de obra é local (familiares e vizinhos) e o grau de experiência é baixo;
- d) A obra é feita aos poucos e a pressa para se mudar é alta;
- e) A ampliação e reformas são presentes no dia a dia da casa;
- f) O quebrar os blocos para passar canos é a parte foi relatada como maior incomodo (segurança, sustentabilidade, exaustão);
- g) Os problemas mais comuns de execução são na impermeabilização;
- h) A característica mais importante relatada foi o conforto térmico, mas todos os entrevistados são de regiões frias;
- i) Erguer tijolo com argamassa exige PRÁTICA para aprender, não se consegue de primeira. Isso se deve principalmente à irregularidade do prumo e da argamassa;
- j) Utilizam arquiteto/projeto só quando é obrigatório, não é uma prioridade.

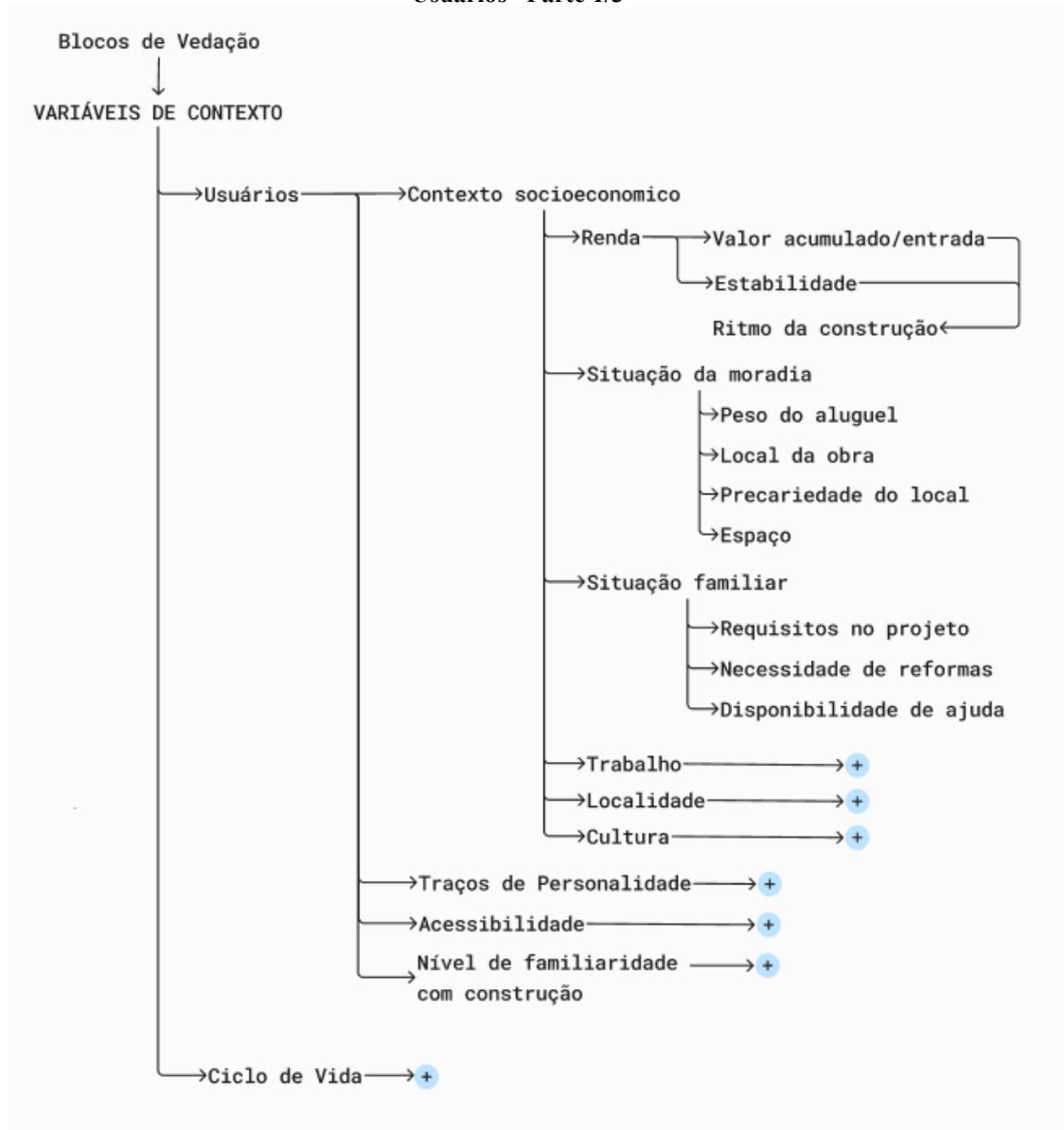
## APÊNDICE C – ANÁLISE DAS RELAÇÕES GERAIS

Figura 68 - Análise das relações com enfoque nas variáveis de contexto. Visão geral.



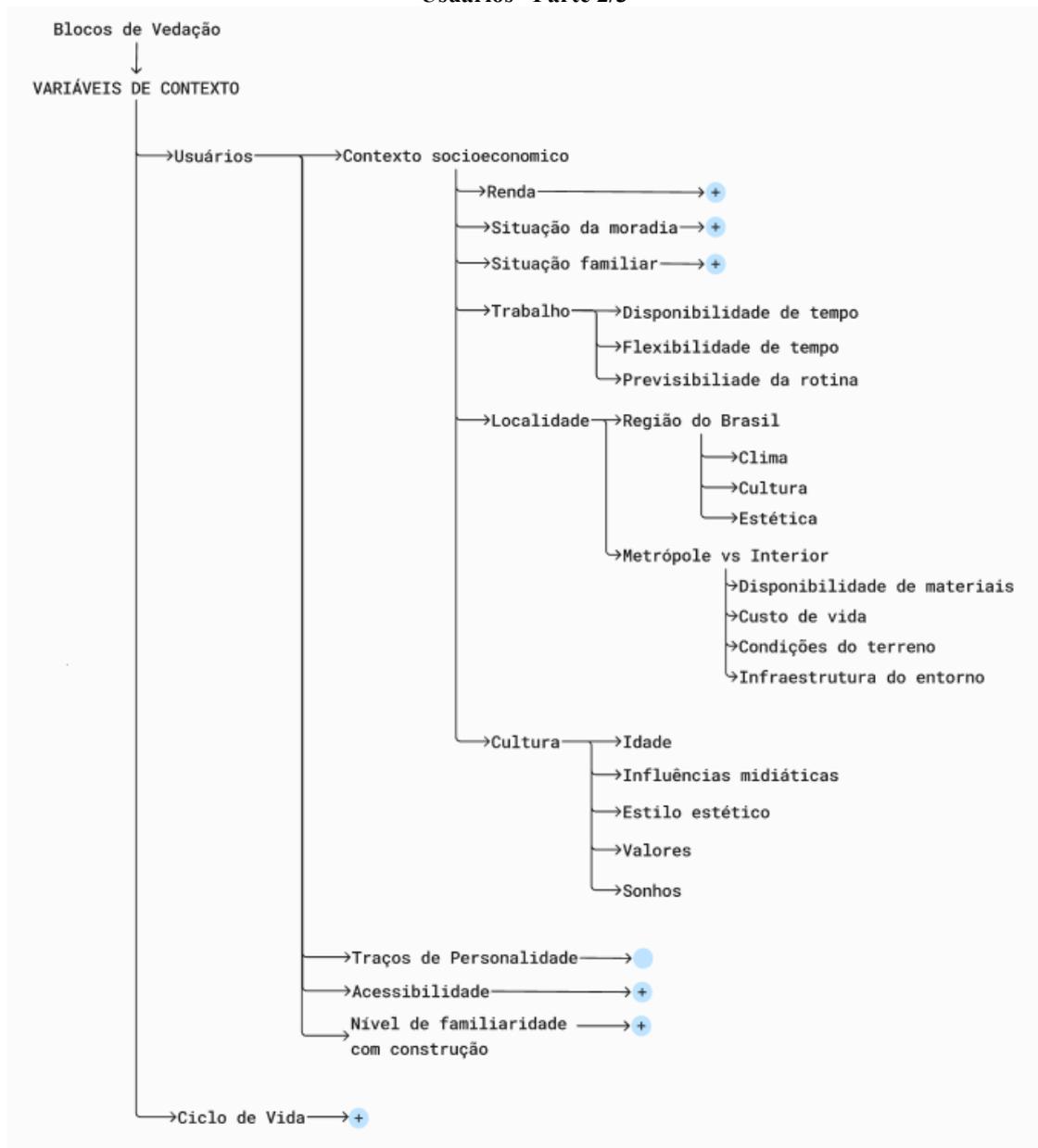
Fonte: Autora

Figura 69 - Análise das relações com enfoque nas variáveis de contexto. Detalhamento item “Usuários” Parte 1/3



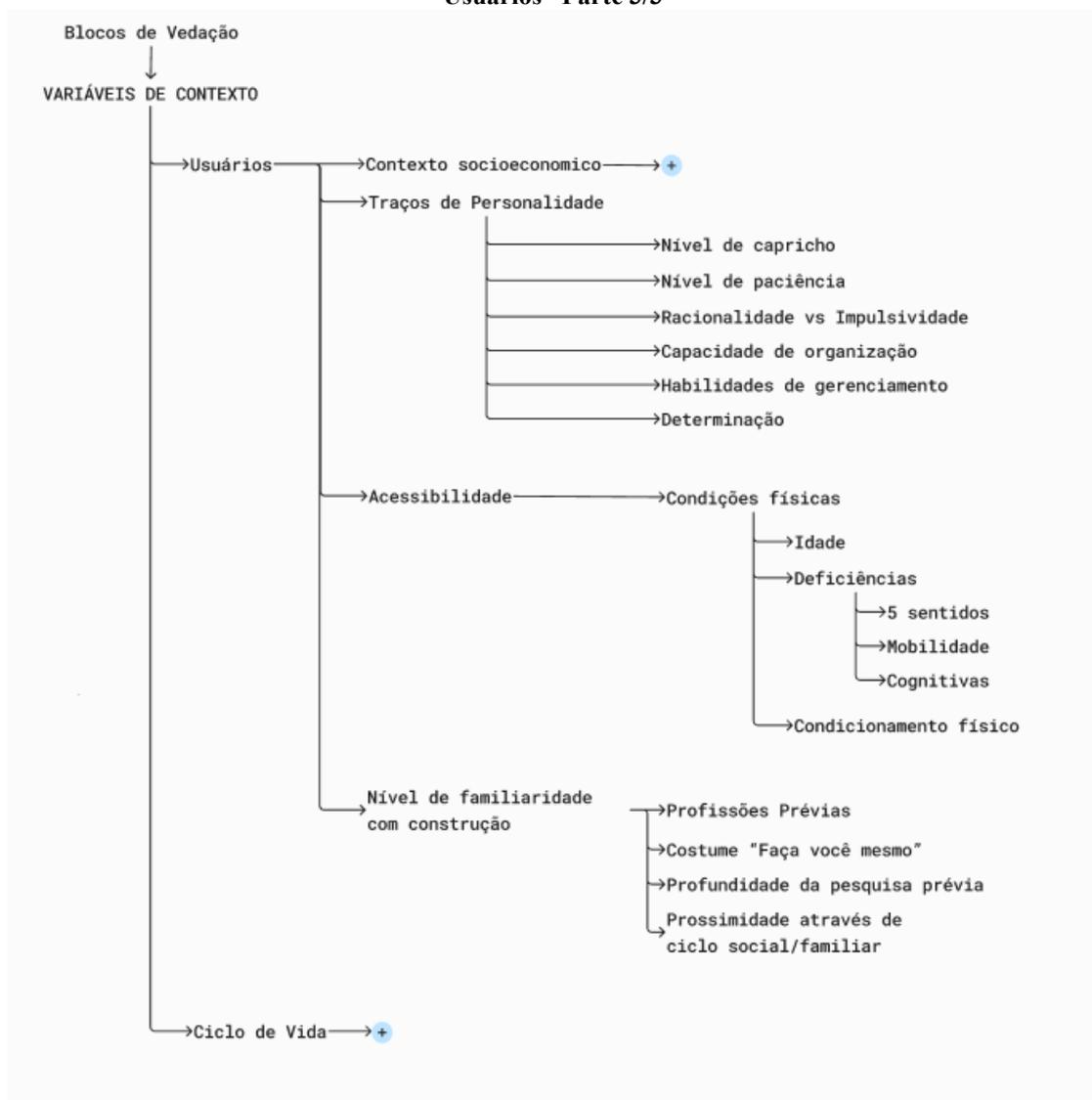
Fonte: Autora

Figura 70 - Análise das relações com enfoque nas variáveis de contexto. Detalhamento item “Usuários” Parte 2/3



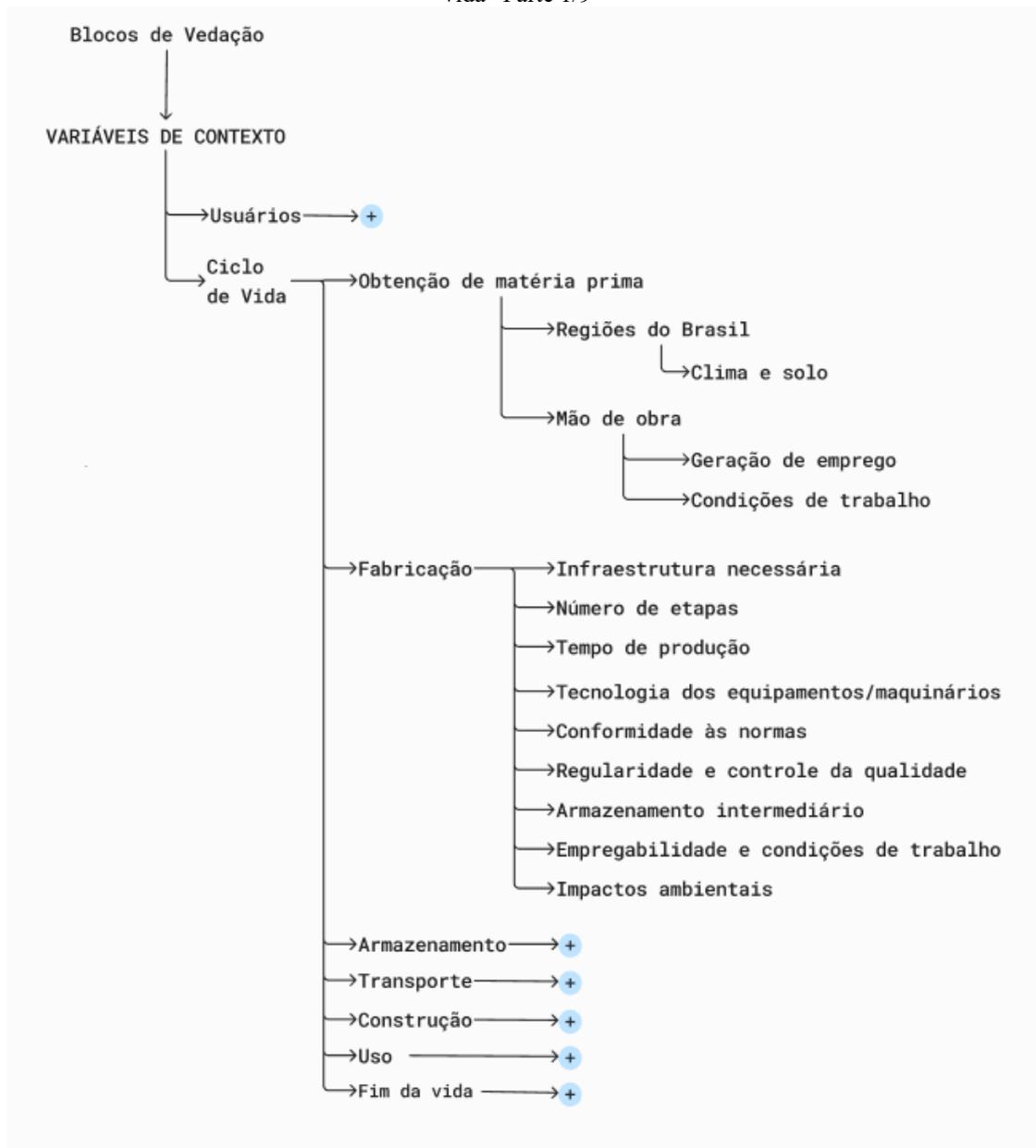
Fonte: Autora

Figura 71 - Análise das relações com enfoque nas variáveis de contexto. Detalhamento item “Usuários” Parte 3/3



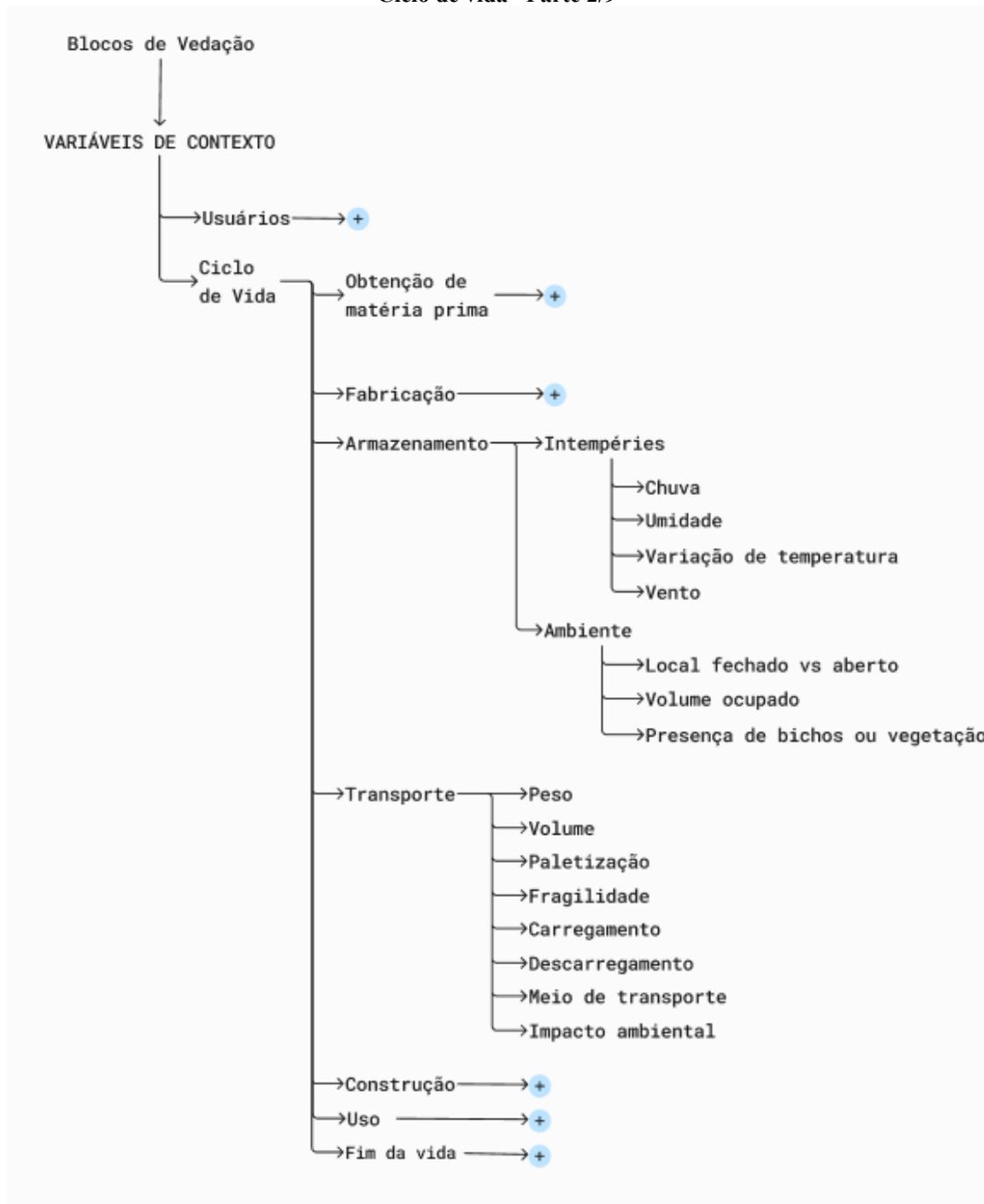
Fonte: Autora

**Figura 72** - Análise das relações com enfoque nas variáveis de contexto. Detalhamento item “Ciclo de vida” Parte 1/9



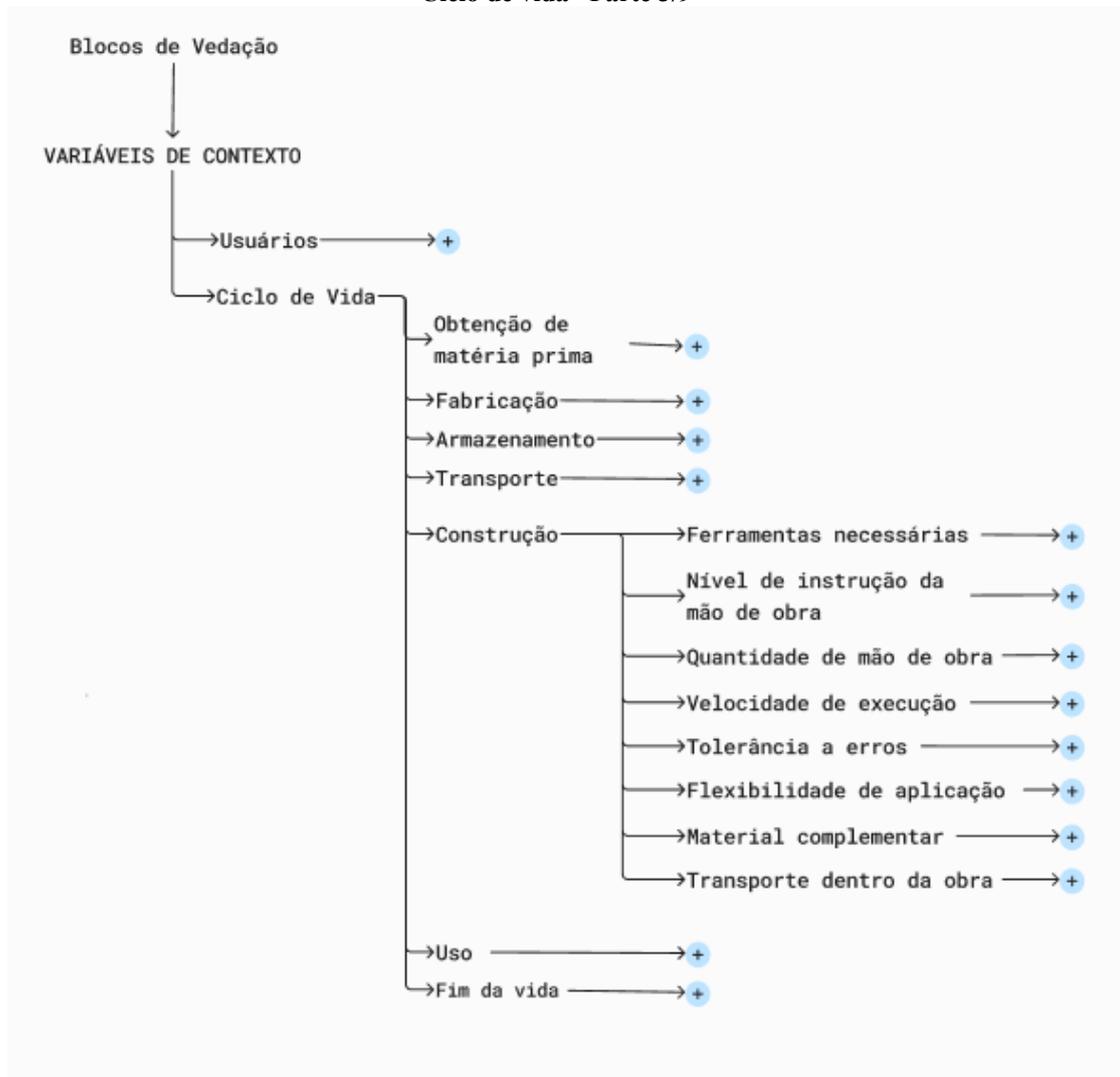
Fonte: Autora

Figura 73 - Análise das relações com enfoque nas variáveis de contexto. Detalhamento item “Ciclo de vida” Parte 2/9



Fonte: Autora

Figura 74 - Análise das relações com enfoque nas variáveis de contexto. Detalhamento item “Ciclo de vida” Parte 3/9



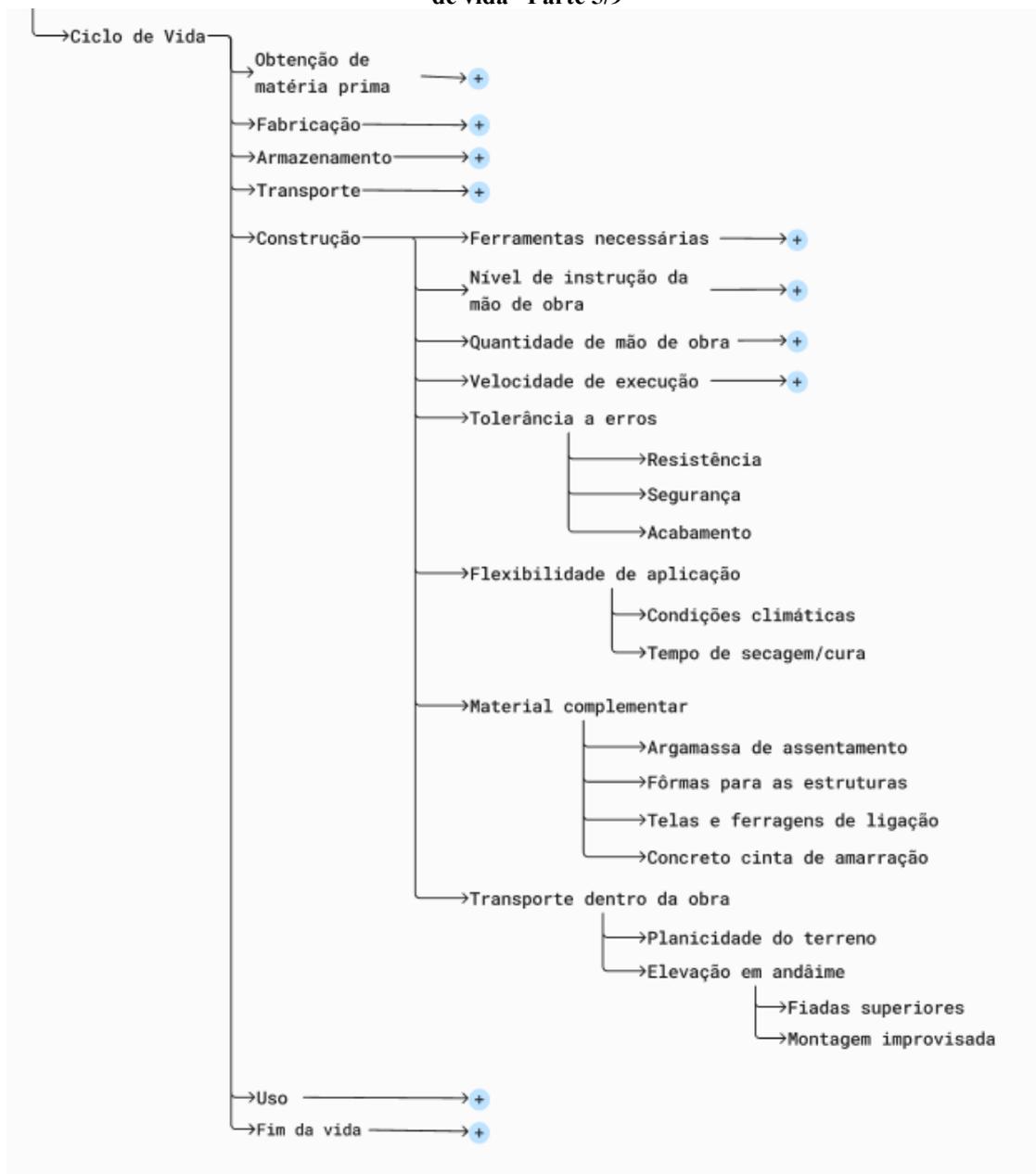
Fonte: Autora

Figura 75 - Análise das relações com enfoque nas variáveis de contexto. Detalhamento item “Ciclo de vida” Parte 4/9



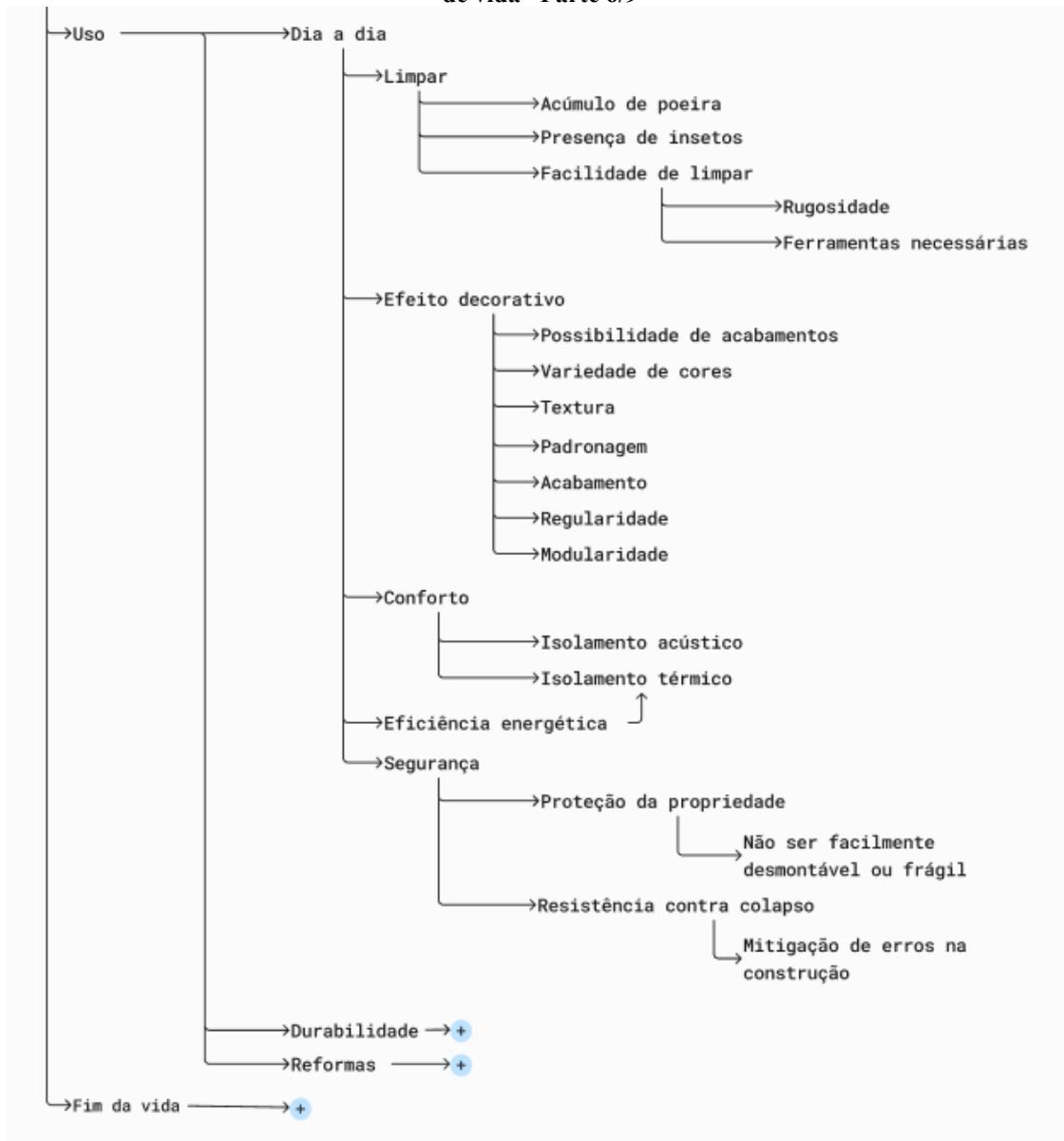
Fonte: Autora

Figura 76 - Análise das relações com enfoque nas variáveis de contexto. Detalhamento item “Ciclo de vida” Parte 5/9



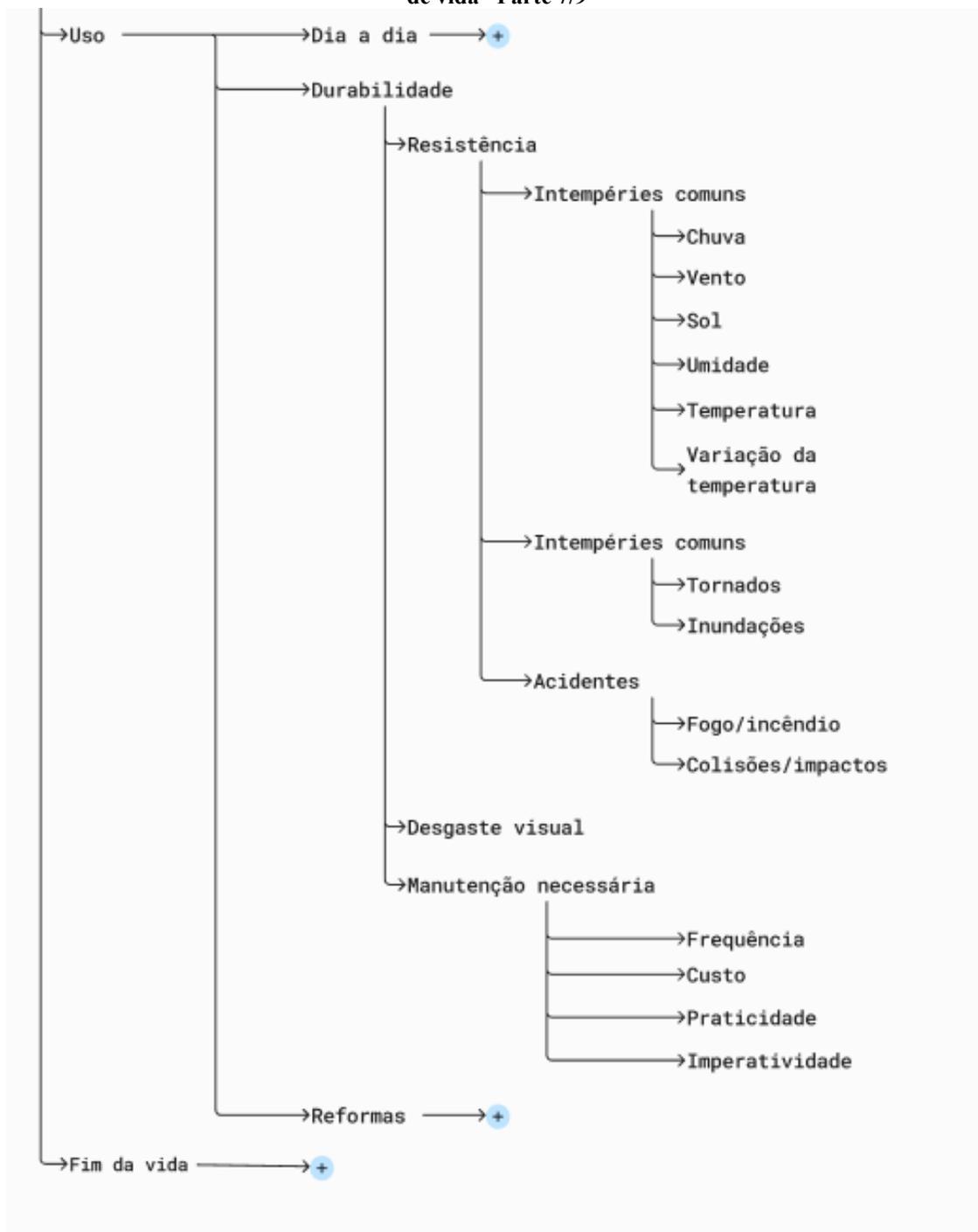
Fonte: Autora

Figura 77 - Análise das relações com enfoque nas variáveis de contexto. Detalhamento item “Ciclo de vida” Parte 6/9



Fonte: Autora

Figura 78 - Análise das relações com enfoque nas variáveis de contexto. Detalhamento item “Ciclo de vida” Parte 7/9



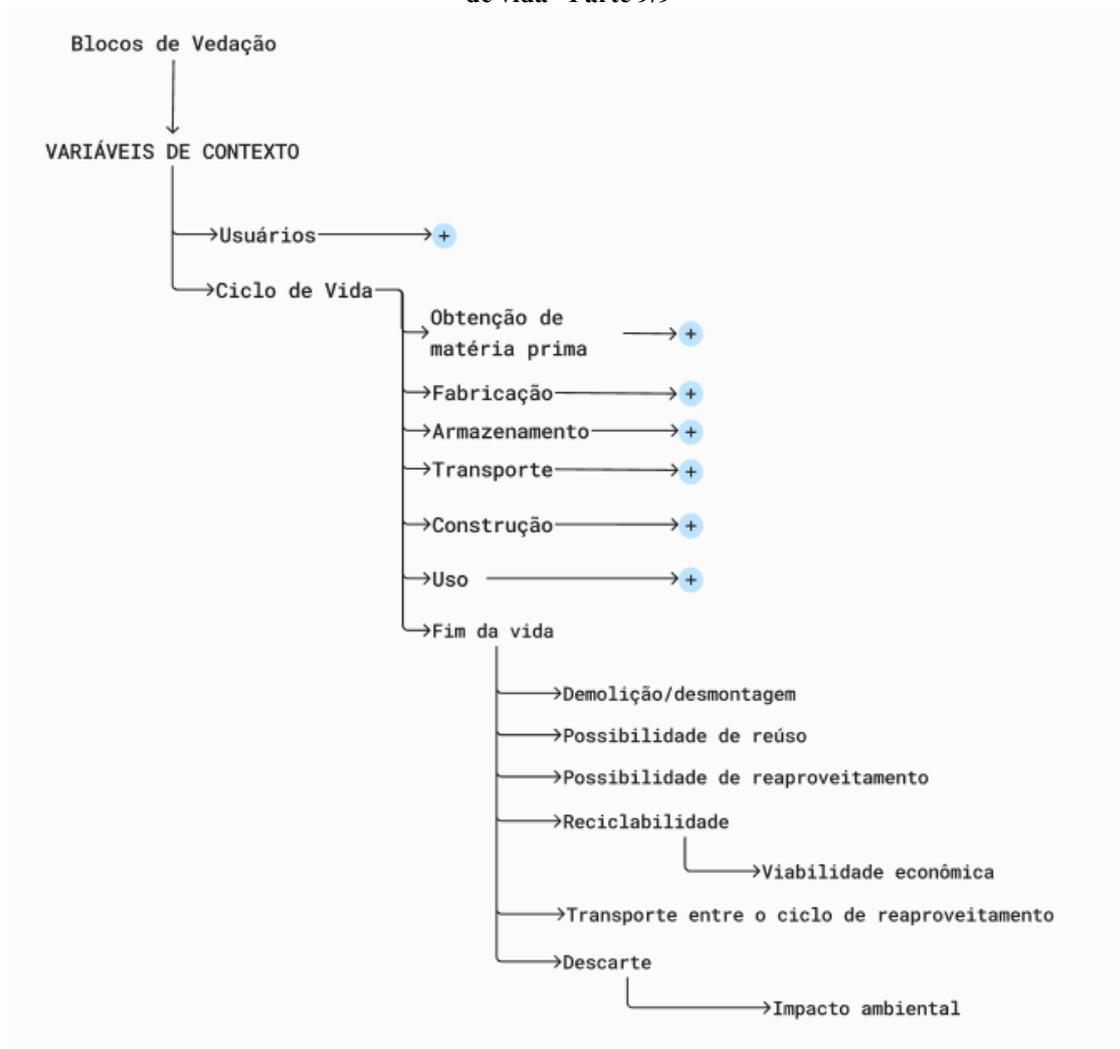
Fonte: Autora

Figura 79 - Análise das relações com enfoque nas variáveis de contexto. Detalhamento item “Ciclo de vida” Parte 8/9



Fonte: Autora

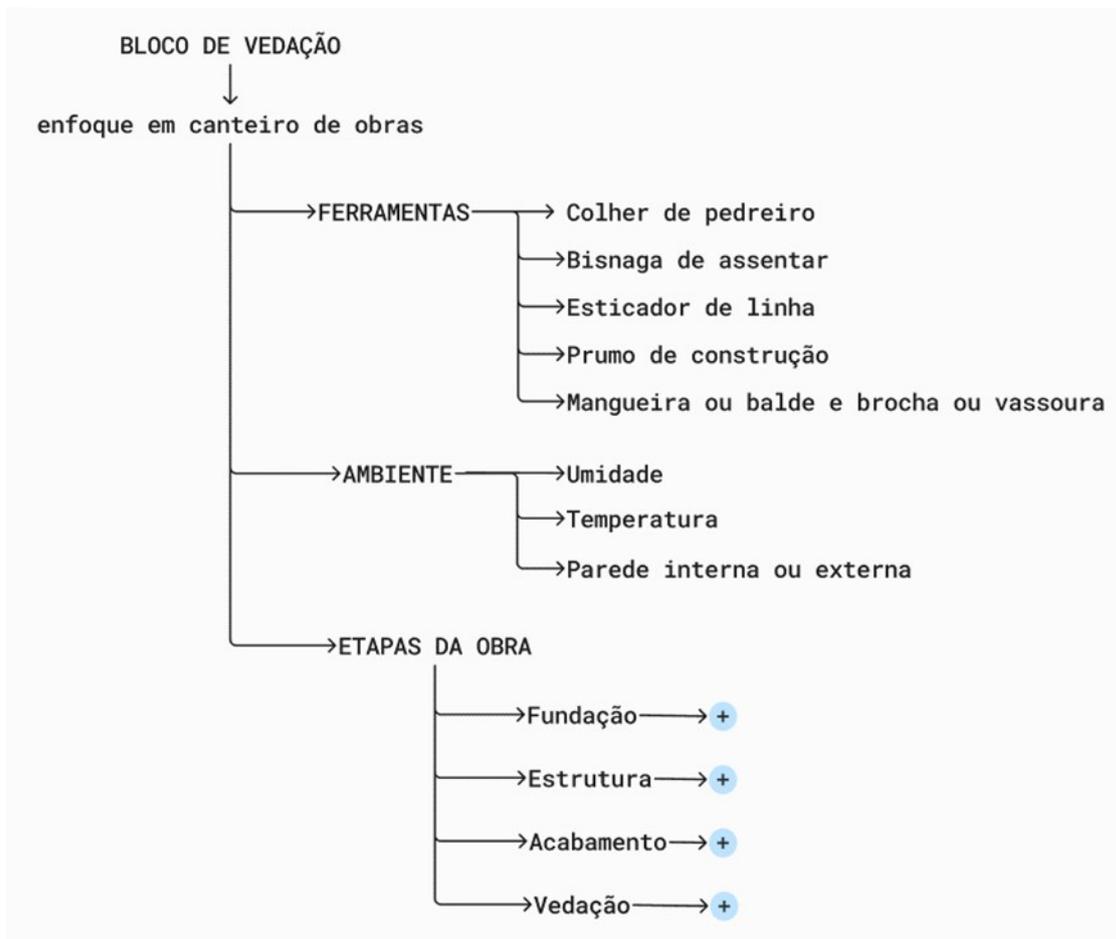
Figura 80 - Análise das relações com enfoque nas variáveis de contexto. Detalhamento item “Ciclo de vida” Parte 9/9



Fonte: Autora

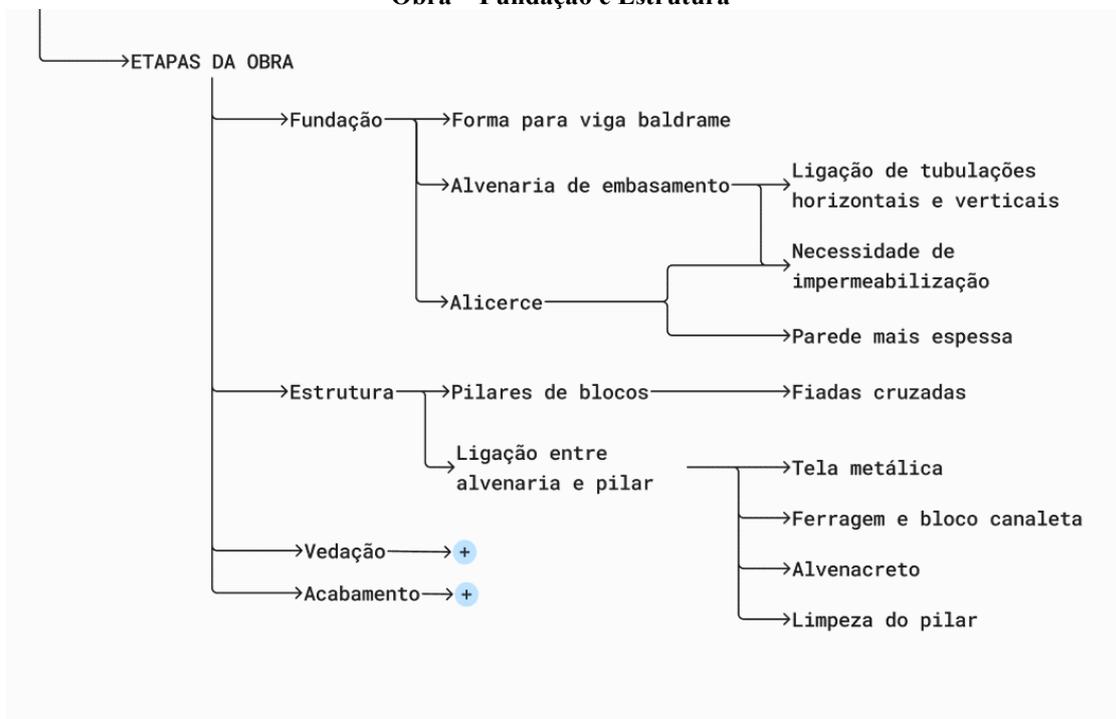
## APÊNDICE D – ANÁLISE DAS RELAÇÕES DA TAREFA

Figura 81 - Análise das relações com enfoque no canteiro de obras. Visão geral



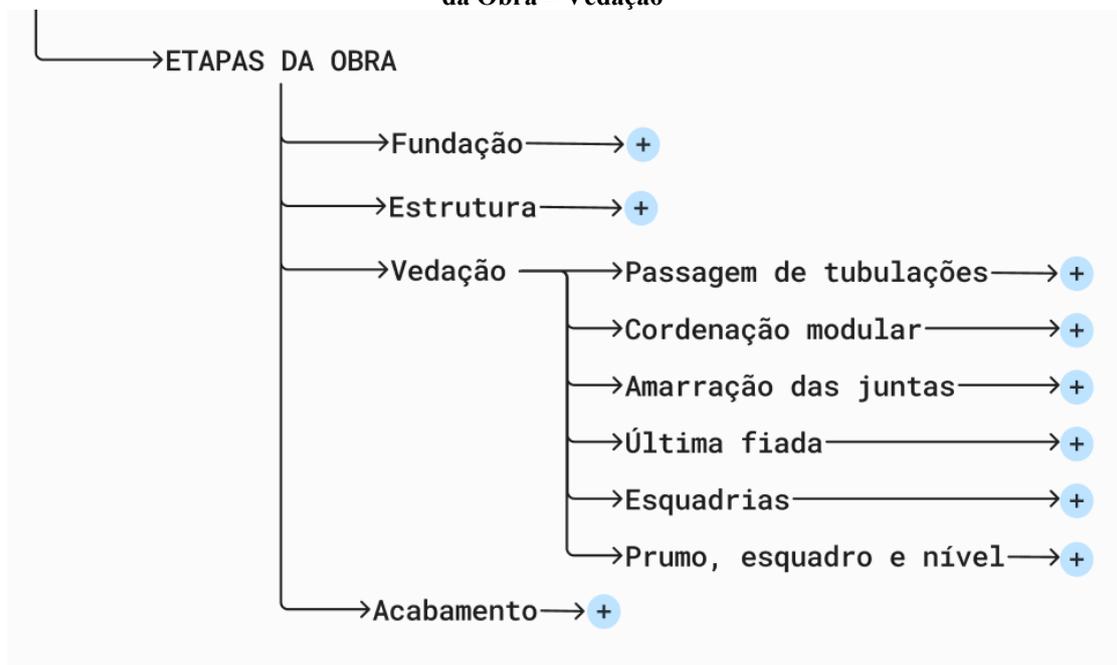
Fonte: Autora

**Figura 82 - Análise das relações com enfoque no canteiro de obras. Detalhamento item “Etapas da Obra – Fundação e Estrutura”**



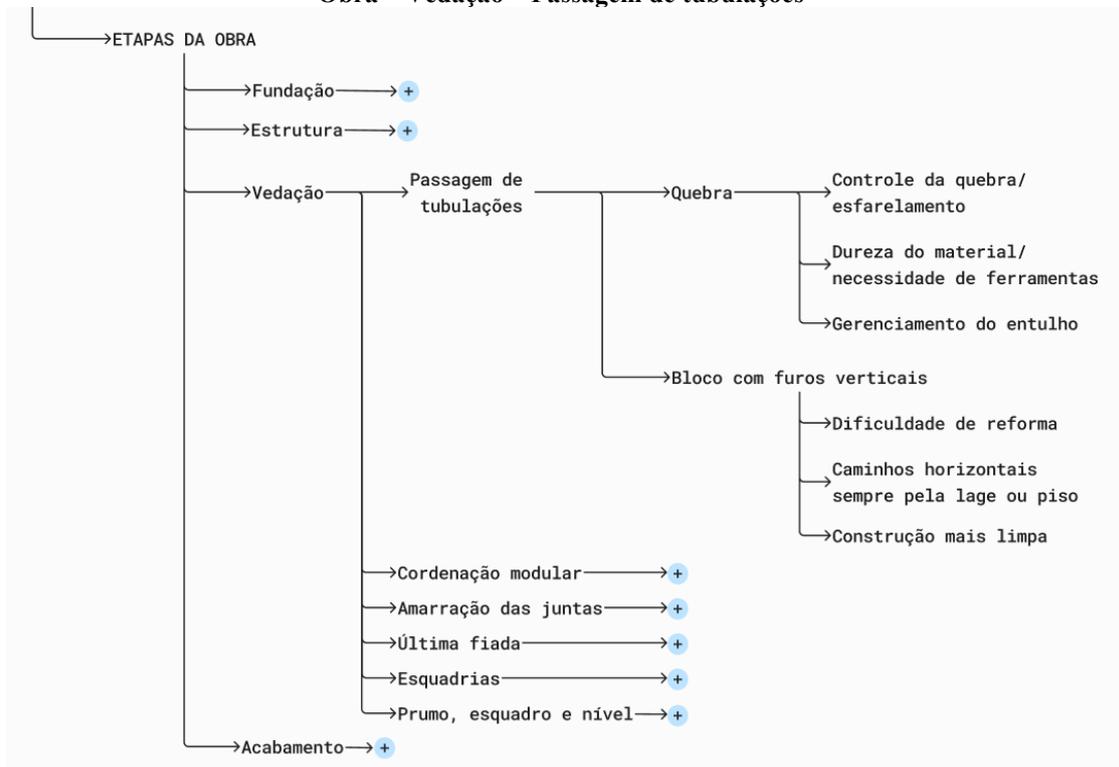
Fonte: Autora

**Figura 83 - Análise das relações com enfoque no canteiro de obras. Detalhamento item “Etapas da Obra – Vedação”**



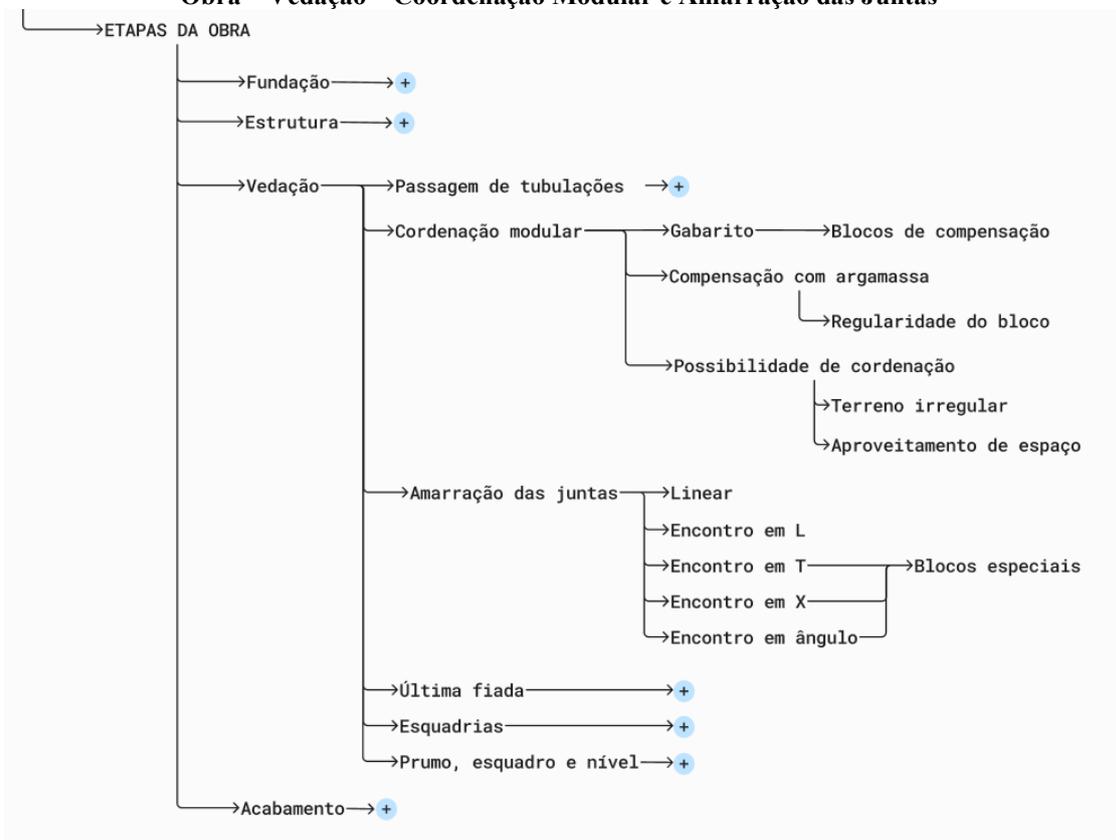
Fonte: Autora

**Figura 84 - Análise das relações com enfoque no canteiro de obras. Detalhamento item “Etapas da Obra – Vedação – Passagem de tubulações”**



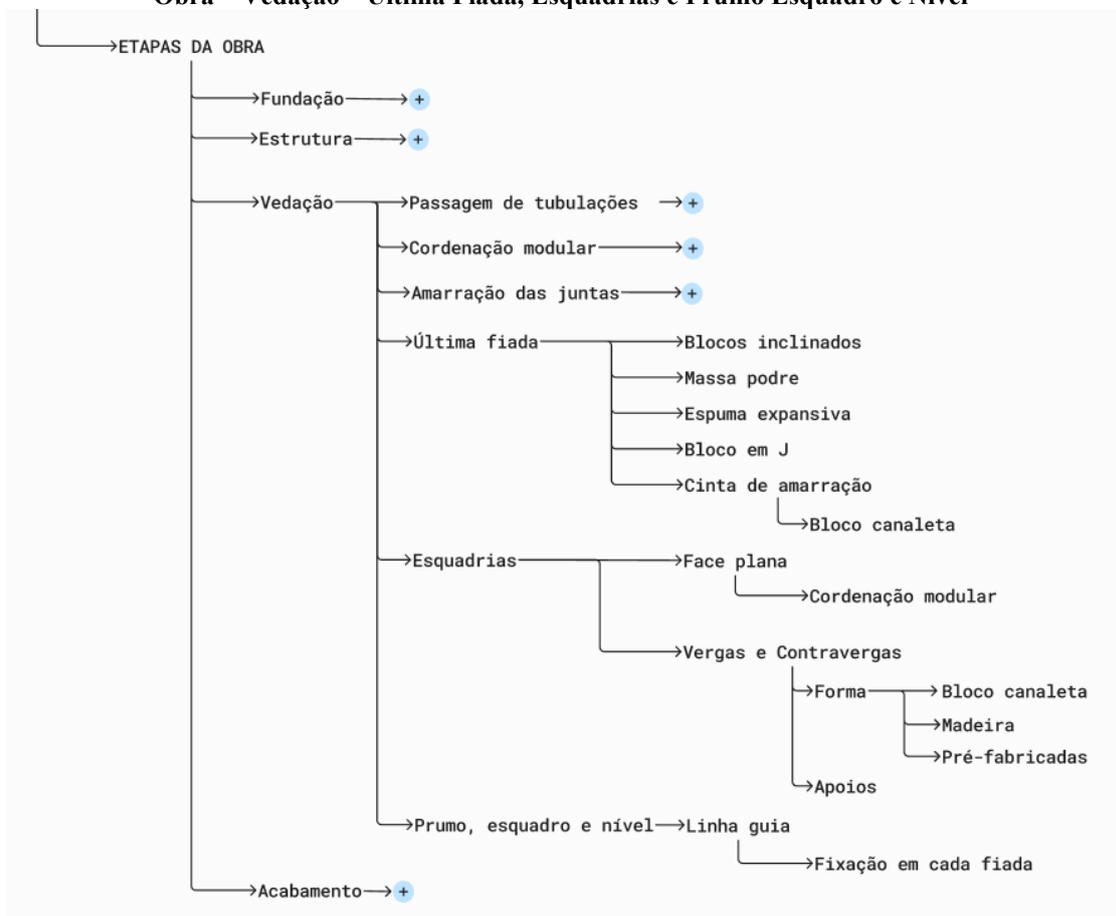
Fonte: Autora

**Figura 85 - Análise das relações com enfoque no canteiro de obras. Detalhamento item “Etapas da Obra – Vedação – Coordenação Modular e Amarração das Juntas”**



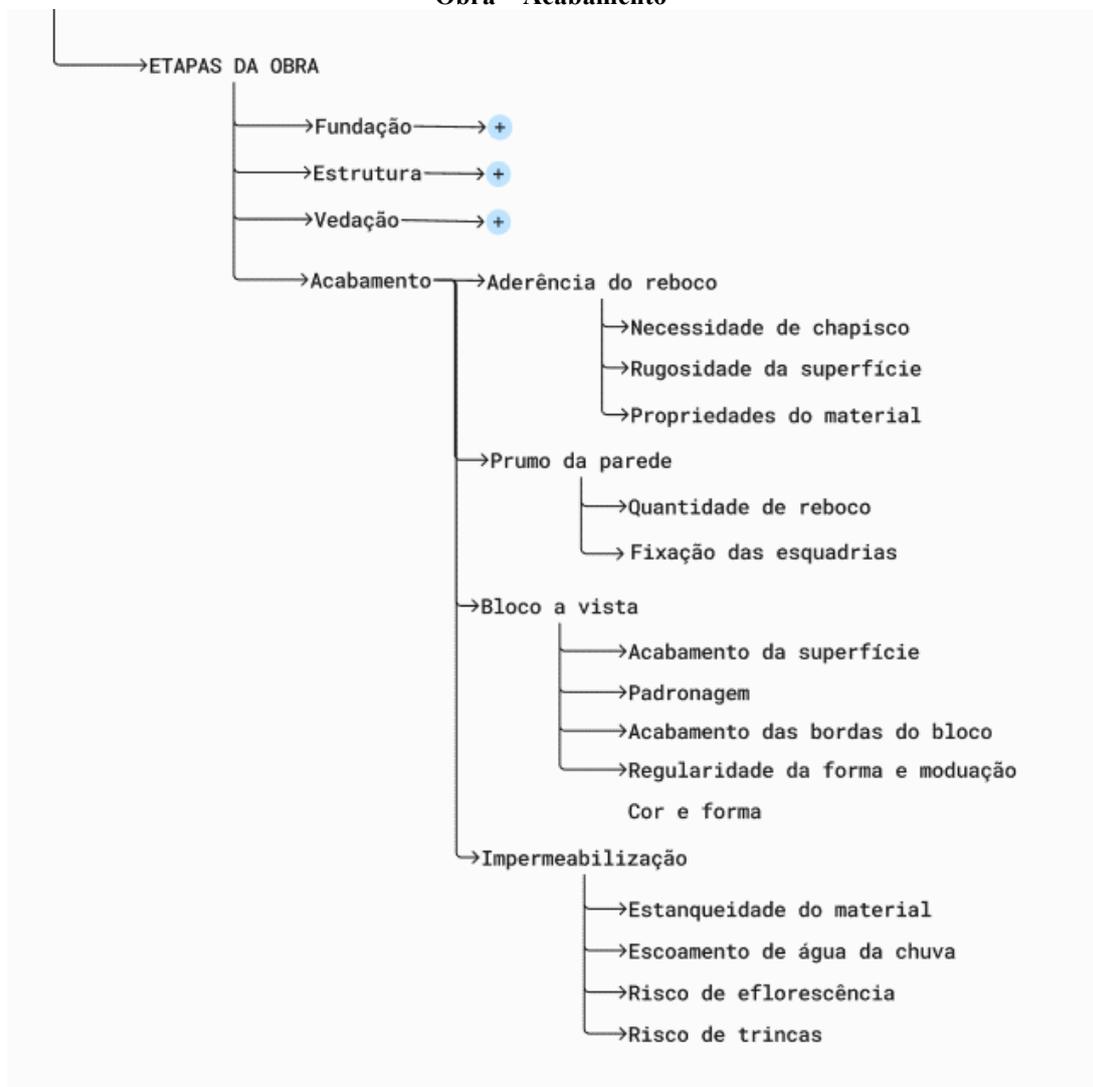
Fonte: Autora

**Figura 86 - Análise das relações com enfoque no canteiro de obras. Detalhamento item “Etapas da Obra – Vedação – Última Fiada, Esquadrias e Prumo Esquadro e Nível”**



Fonte: Autora

Figura 87 - Análise das relações com enfoque no canteiro de obras. Detalhamento item “Etapas da Obra – Acabamento”



Fonte: Autora

## APÊNDICE E – ANÁLISE DA TAREFA

Figura 88 - Análise do passo a passo da preparação da primeira fiada de blocos junto à fundação

### Preparação da primeira fiada:



**Molhar a superfície**



**Aplicar a argamassa**



**Espalhar uniformemente a argamassa**

Fonte: Autora a partir de vídeo “Veja como Fazer Parede de Alvenaria Assentar Tijolo” do canal Dicas do Fernando no Youtube.

**Figura 89 - Análise do passo a passo do assentamento dos primeiros blocos da fiada**

**PROCESSO BLOCO A BLOCO**



**Aplicar argamassa na lateral do bloco:**

- Segurar bloco com 1 mão;
- Aplicar usando colher de pedreiro



**Levar bloco até local desejado:**

- Segurar bloco com as 2 mãos;
- Não deixar a massa da lateral cair.



**Posicionar o bloco:**

- Controlar o movimento para alinhar;
- Exige precisão e coordenação fina – peso.



**Fixar o bloco:**

- Bater com o cabo da colher de pedreiro até o alinhamento;
- Exige precisão visual e controle da força.



**Verificar prumo:**

- Utilizar a ferramenta adequada\*;
  - Exige superfície de contato da ferramenta.
- \* Ferramenta pode variar



**Remover excesso da argamassa:**

- Raspar a colher de pedreiro na lateral dos blocos;
- Exige superfície plana.

Fonte: Autora a partir de vídeo “Veja como Fazer Parede de Alvenaria Assentar Tijolo” do canal Dicas do Fernando no Youtube.

**Figura 90 - Diferentes ferramentas de prumo e seus contextos**

**Ferramentas de prumo:**



**Nível de mão:**

Utilizado nos cantos das primeiras fiadas



**Prumo de construção:**

Utilizado nos cantos das fiadas superiores



**Linha guia:**

Utilizada no centro das fiadas



Fonte: Autora a partir de vídeo “Veja como Fazer Parede de Alvenaria Assentar Tijolo” do canal Dicas do Fernando no Youtube.

**Figura 91 - Diferentes ferramentas de nível e seus contextos**

**Ferramentas de nível:**



**Nível a laser** é mais caro e pouco utilizado em pequenas construções



Utiliza-se uma **mangueira com água** para verificar se as fiadas estão alinhadas na altura entre os cantos e demais paredes.



Fonte: Autora a partir de vídeo “#78-Como tirar nível com mangueira” do canal Irmãos a Obra Araraquara no Youtube.

**Figura 92 - Análise do passo a passo do assentamento dos blocos do centro da fiada**

**Completar fiadas:**



**Aplicar massa em apenas um dos lados do último bloco**



**Encaixar o bloco no espaço restante**  
*Pode ser necessária a quebra do bloco*



**Completar com massa a ranhura restante colocando a colher de pedreiro**



**Reposicionar a linha guia, utilizando os cantos já apurados e nivelados**



**Aplicar massa sobre os blocos para continuar a próxima fiada**

Fonte: Autora a partir de vídeo “Como assentar tijolos e alinhar a parede passo a passo, faça você mesmo parede de tijolos” do canal Macetes da Construção no Youtube.

**Figura 93 - Análise de casos específicos**

**Casos específicos:**



**Fiadas superiores:** Levantar o bloco acima da linha do ombro.



**Impossibilidade de coordenação modular:** compensação na massa e necessidade de quebra dos blocos



**Última fiada:** Colocar a massa entre as brechas com a colher de pedreiro por ambos lados.

Fonte: Autora a partir de vídeo “Travamento da última fiada com a viga já pronta vc sabe?” do canal Ponto X da Construção no Youtube.

**Figura 94 - Análise do passo a passo do assentamento dos blocos grandes com furos na vertical**

**Blocos grandes de furo vertical:**



**Aplicar massa nas bordas do bloco**



**Aplicar massa dos septos do bloco**



**Aplicar massa na lateral do bloco**



**Posicionar o bloco precisamente**



**Alinhar bloco em relação a linha**



**Remover excesso das bordas**

Fonte: Autora a partir de vídeo “Como assentar bloco de cimento! segredos revelados | parte 55” do canal Macetes da Construção no Youtube.

Figura 95 - Análise do passo a passo da quebra para passagem de tubulações

**CORTE DAS CANALETAS:**



**Marcar a superfície respeitando prumo**



**Cortar utilizando ferramenta adequada**



**Garantir folga de 1cm em todos os lados**

**TIPOS DE FERRAMENTAS:**



**Esmerilhadeira**



**Martelete**



**Talhadeira**

Fonte: Autora a partir de vídeo “Dicas de como cortar e chumbar conduítes da elétrica!” do canal Pelegrim Construção no Youtube.

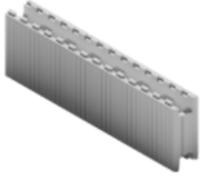
## APÊNDICE F – ANÁLISE DE SIMILARES

Quadro 6 - Análise paramétrica de similares de vedação normatizados pela ABNT NBR 15270

SIMILARES NORMATIZADOS PELA ABNT NBR 15270			
			
<b>PRODUTO ANALISADO:</b>	VED 40 - Tijolo maciço ou perfurado para parede sem função estrutural	VED 15 - Componente sem função estrutural em parede vazada com furos horizontais	VED 40 - Bloco para alvenaria racionalizada sem função estrutural
<b>SISTEMA:</b>	Vedação	Vedação	Vedação
<b>MATERIAL:</b>	Aceita diversos materiais	Argila	Argila ou Concreto
<b>PESO:</b>	1,5Kg	1,8kg a 5Kg (conforme tamanho)	5Kg (cerâmico) a 11kg (concreto)
<b>FABRICAÇÃO:</b>	Prensagem ou extrusão	Extrusão	Extrusão
<b>DIMENSÕES NOMINAIS:</b> (LxCxAcm)	19x10x5,3cm	11x24x14cm até 14x19x29cm (há varios tamanhos normatizados)	mais comum: 14x39x19cm (há varios tamanhos normatizados)
<b>PASSAGEM DE TUBULAÇÕES:</b>	Com quebra	Com quebra facilitada	Racionalizada
<b>VARIEDADE DA FAMÍLIA:</b>	Inteiro e meio bloco	Quebrável	Alta variedade de formatos
<b>COORDENAÇÃO MODULAR:</b>	Não necessária	Não necessária	Não necessária
<b>RESISTÊNCIA A FOGO:</b>	Natural do material	Natural do material	Natural do material
<b>CUSTO DOS BLOCOS POR m<sup>2</sup>:</b>	Cerca de R\$ 80,00	Cerca de R\$12,50	Cerca de R\$27,00

Fonte: Autora.

Quadro 7 - Análise paramétrica de similares inovadores selecionados pela autora

	SIMILARES INOVADORES			
				
<b>PRODUTO ANALISADO:</b>	Bloco solo-cimento / tijolo ecológico	Bloco Leve Blocos®	Bloco I Forms® - Grupo ICF	Proposta de Bloco Modular Com Geometria Diferenciada Para Alvenaria De Vedação
<b>SISTEMA:</b>	Estrutural	Estrutural	Estrutural - parede de concreto	Vedação
<b>MATERIAL:</b>	Mistura solo-cimento	Polímeros reciclado	EPS (isopor)	Concreto
<b>PESO:</b>	2,5Kg a 4Kg (conforme solo)	Estimado cerca de 80g (por volume aproximado e material)	Não informa densidade utilizada, porém estima-se que é o mais leve dos similares analisados	Estimado cerca 8kg (por volume aproximado e material)
<b>FABRICAÇÃO:</b>	Prensagem	Injeção	Moldagem	Moldagem
<b>DIMENSÕES NOMINAIS: (LxCxAcm)</b>	em média: 12,5x25x7cm (pode variar conforme fabricante)	cerca de 12,5x25x12,5cm (estimado - site não informa)	cerca de 20x80x30cm (estimado - site não informa)	10x20x19cm
<b>PASSAGEM DE TUBULAÇÕES:</b>	Racionalizada	Racionalizada	Quebra facilitada	Racionalizada até $\varnothing$ 2,5cm
<b>VARIEDADE DA FAMÍLIA:</b>	Inteiro e meio bloco	Inteiro e meio bloco	Inteiro, meio bloco e L	Inteiro, meio bloco e amarração
<b>COORDENAÇÃO MODULAR:</b>	Não necessária	Obrigatória	Não necessária	Obrigatória
<b>RESISTÊNCIA AO FOGO:</b>	Natural do material	Com aditivo retardante	Com aditivo retardante	Natural do material
<b>CUSTO DOS BLOCOS POR m<sup>2</sup>:</b>	Cerca de R\$50,00	Não informa	Não informa	Não informa

Fonte: Autora.

## APÊNDICE G – NECESSIDADES E REQUISITOS DO USUÁRIO

Quadro 8 - Tradução de necessidades do usuário em requisitos do usuário. Parte 1/2

<b>Necessidades do usuário (autoconstrutor)</b>	<b>Requisitos do usuário</b>
Ter privacidade	Não ser visto através das paredes
	Redução na saída de sons produzidos no interior da moradia
Se sentir em um ambiente tranquilo	Redução na entrada de sons produzidos no exterior da moradia
Não passar frio ou calor excessivo	Ter conforto térmico
Estar e se sentir seguro	Ter a entrada de pessoas ou animais indesejados dificultada
	Confiar no produto
	Estar seguro em casos de incêndio
Não ter a saúde comprometida	Não ter mofo nas paredes
	Não estar exposto a materiais tóxicos
Poder decorar a moradia como desejado	Poder pendurar móveis, redes, e decorações
	Poder revestir com materiais diversos
Economizar nos custos	Entender os custos
	Reduzir o desperdício
	Gastar menos com os materiais
	Gastar menos com mão de obra
	Gastar menos com o total da obra

Fonte: Autora.

**Quadro 9- Tradução de necessidades do usuário em requisitos do usuário. Parte 2/2**

<b>Necessidades do usuário (autoconstrutor)</b>	<b>Requisitos do usuário</b>
Construir mais facilmente	Não sentir dores durante e após a construção
	Montar de maneira rápida e prática
	Cometer menos erros na construção
	Não precisar ficar cortando e adaptando materiais
	Não precisar administrar muitos materiais diferentes
Poder construir em diferentes contextos	Atender a impossibilidades de cordenação modular
	Poder construir na chuva ou em umidade
	Poder estar vivendo na habitação durante uma reforma ou finalização da construção
Poder reformar e fazer manutenção com facilidade	Poder quebrar áreas delimitadas sem comprometer o restante da estrutura
	Conseguir identificar e arrumar problemas na tubulação com facilidade
	Poder emendar paredes em construção na construção já realizada
Não precisar reconstruir a casa ao longo do período de uso dentro de condições normais de uso e contexto	Ter sua casa resistindo a interpéries e movimentações comuns da estrutura
Conseguir ter acesso ao material desejado	Identificar viabilidade de custos no transporte do material
	Poder construir em localidades remotas
	Conseguir utilizar o material em qualquer lugar do Brasil
Sentir menos culpa quanto à impactos ambientais gerados na obra	Utilizar materiais sustentáveis e gerar menos resíduos

Fonte: Autora.

Quadro 10 - Matriz comparativa de importância entre as necessidades do usuário

NECESSIDADES DO USUÁRIO:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	TOTAL:	CLASSIFICAÇÃO:
1 Ter privacidade	X	2	1	1	1	2	1	1	3	3	1	1	3	20	8
2 Se sentir em um ambiente tranquilo	2	X	1	1	1	3	1	1	3	1	1	1	3	19	9
3 Não passar frio ou calor excessivo	3	3	X	1	1	3	1	2	3	2	1	1	3	24	5
4 Estar e se sentir seguro	3	3	3	X	2	3	2	3	3	3	2	2	3	32	2
5 Não ter a saúde comprometida	3	3	3	2	X	3	2	3	3	3	2	1	3	31	3
6 Poder decorar a moradia como desejado	2	1	1	1	1	X	1	2	3	2	1	1	3	19	9
7 Economizar nos custos	3	3	3	2	2	3	X	3	3	3	2	2	3	32	2
8 Construir mais facilmente	3	3	2	1	1	2	1	X	3	2	1	1	3	23	6
9 Poder construir em diferentes contextos (chuva, umidade)	1	1	1	1	1	1	1	1	X	2	1	1	3	15	10
10 Poder reformar e fazer manutenção com facilidade	1	3	2	1	1	2	1	2	2	X	2	1	3	21	7
11 Não precisar reconstruir a casa ao longo do período de uso dentro de condições normais de uso e contexto	3	3	3	2	2	3	2	3	3	3	X	1	3	30	4
12 Conseguir ter acesso ao material desejado	3	3	3	2	3	3	2	3	3	3	3	X	3	34	1
13 Sentir menos culpa quanto à impactos ambientais gerados na obra	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	X	12	11

Fonte: Autora.

**Quadro 11 - Quadro relacionando necessidades do usuário, requisitos do usuário, requisitos de projeto e à qual decisão de projeto o requisito se refere (Parte 1/4)**

Prioridade	Necessidades do usuário (autoconstrutor)	Requisitos do usuário	Requisitos de projeto	Requisito relativo à:		
				FORMA	MATERIAL	MONTAGEM
1		Identificar viabilidade de custos no transporte do material	Apresentar bom aproveitamento da palletização	formato modular	-	-
			Minimizar o peso total	volume de material utilizado	densidade do material	-
		Conseguir ter acesso ao material desejado	Poder construir em localidades remotas	Possuir método de fabricação suficientemente simples para produção em pequena escala	processo de fabricação simplificado	-
	Não ter seu uso restringido por características climáticas comuns no			propriedades do material		
	Conseguir utilizar o material em qualquer lugar do Brasil		Apresentar atributos simples que não necessitem de cálculos comparativos		Preferível atributos como "não precisa de massa" do que "reduz em 30% a quantidade de massa"	-
	2	Economizar nos custos	Entender os custos	Evitar perdas no transporte e manuseio	distribuição das tensões	resistência mecânica
Reduzir o custo final do produto				volume de material utilizado	custo do material	-
Gastar menos com a mão de obra			Reduzir tempo de execução	tamanho do bloco	peso do bloco	praticidade na montagem
			Reduzir consumo de material de outras etapas da obra, como assentamento e acabamento	aspecto visual superficial	demandas de acabamento	alinhamento

Fonte: Autora.

**Quadro 12 - Quadro relacionando necessidades do usuário, requisitos do usuário, requisitos de projeto e à qual decisão de projeto o requisito se refere (Parte 2/4)**

Prioridade	Necessidades do usuário (autoconstrutor)	Requisitos do usuário	Requisitos de projeto	Requisito relativo à:		
				FORMA	MATERIAL	MONTAGEM
<b>3</b>	Estar e se sentir seguro	Ter a entrada de pessoas ou animais indesejados dificultada	Possuir resistência mecânica contra impactos	espessura das paredes	resistência mecânica	firmeza do assentamento
		Confiar no produto	Transmitir aspecto visual de robustez	espessura das paredes	densidade	firmeza do assentamento
		Estar seguro em casos de incêndio	Evitar formação de trincas	-	elasticidade	firmeza do assentamento
<b>4</b>	Não ter a saúde comprometida	Não ter mofo nas paredes	Retardar a propagação de chamas	-	combustibilidade	-
		Não estar exposto a materiais tóxicos	Apresentar boa estanqueidade à água e à eflorescências	vedação das frestas	impermeabilidade	vedação do assentamento
<b>5</b>	Não precisar reconstruir a casa ao longo do período de uso dentro de condições normais de uso e contexto	Ter sua casa resistindo a interperies e movimentações comuns da estrutura	Não utilizar materiais perigosos na composição	-	composição	-
<b>6</b>	Não passar frio ou calor excessivo	Ter conforto térmico	Apresentar alta inércia térmica	distribuição das tensões	durabilidade do material	resistência ao desgaste
				circulação interna de ar	calor específico	-

Fonte: Autora.

**Quadro 12 - Quadro relacionando necessidades do usuário, requisitos do usuário, requisitos de projeto e à qual decisão de projeto o requisito se refere (Parte 3/4)**

Prioridade	Necessidades do usuário (autoconstrutor)	Requisitos do usuário	Requisito relativo à:			
			Requisitos de projeto	FORMA	MATERIAL	MONTAGEM
7	Construir mais facilmente	<p>Não sentir dores durante e após a construção</p> <p>Montar de maneira rápida e prática</p> <p>Comentar menos erros na construção</p> <p>Não precisar ficar cortando e adaptando materiais</p> <p>Não precisar administrar muitos materiais diferentes</p>	Ser leve	tamanho do bloco	peso do bloco	-
			Evitar passo a passo complexo	superfícies planas	-	montagem simplificada
			Evitar repetição excessiva do passo a passo	possuir tamanhos maiores	-	-
			Evitar necessidade ou facilitar conferência de prumo e esquadro	regularidade dimensional na produção	-	encaixes
			Evitar necessidade de compensação manual de variabilidades dimensionais			
			Apresentar facilidade no embutimento de tubulações	formato	dureza do material	não bloquear aberturas
			Apresentar facilidade na fixação de esquadrias	possuir faces	dureza do material	alinhamento
			Apresentar passo a passo com rápida curva de aprendizagem	-	-	Apresentar processo análogo à processos já conhecidos pelo usuário e não exigir alto grau de coordenação motora
			Ser versátil a diferentes formas de uso	formato modular	-	-
			Possuir compatibilidade com a coordenação modular M=100mm	dimensões e forma	-	-
Versatilidade de uso para etapas de fundação	formato modular	resistência adequada à alicerce	-			

Fonte: Autora.

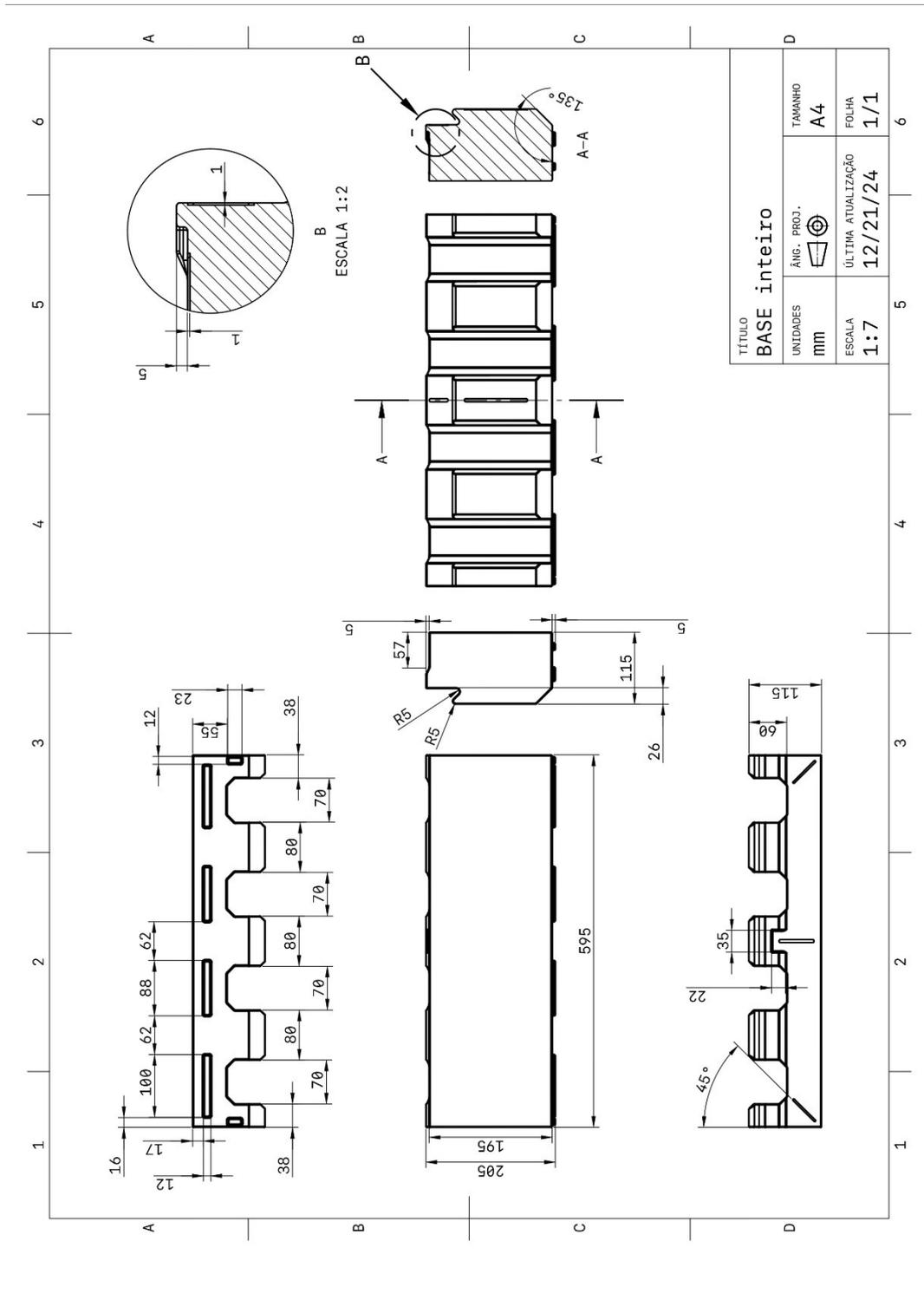
**Quadro 14 - Quadro relacionando necessidades do usuário, requisitos do usuário, requisitos de projeto e à qual decisão de projeto o requisito se refere (Parte 4/4)**

Prioridade	Necessidades do usuário (autoconstrutor)	Requisitos do usuário	Requisitos de projeto	Requisito relativo à:		
				FORMA	MATERIAL	MONTAGEM
<b>8</b>	Poder reformar e fazer manutenção com facilidade	Poder quebrar áreas delimitadas sem comprometer o restante da estrutura	Não possuir estrutura intertravada sem permitir quebra ou	áreas de quebra/deta que	propriedades do material	encaixes possíveis de desfazer
		Conseguir identificar e arrumar problemas na tubulação com facilidade	Possuir fácil acesso às tubulações	formato com aberturas	dureza do material	encaixes possíveis de desfazer
		Poder emendar paredes em construção na construção já realizada	Não possuir estrutura intertravada com direção única de montagem	formato	-	encaixes sem terminações ou possíveis de desfazer
<b>9</b>	Ter privacidade	Não ser visto através das paredes	Apresentar bom isolamento luminoso	-	opacidade	-
		Redução na saída de sons produzidos no interior da moradia	Apresentar bom isolamento acústico	espessura e formato das paredes	propriedades de isolamento acústico	-
<b>10</b>	Se sentir em um ambiente tranquilo	Redução na entrada de sons produzidos no exterior da moradia	Apresentar boa capacidade de sustentação de peças suspensas	espessura das paredes	resistência mecânica	firmeza do assentamento
		Poder pendurar móveis, redes, e decorações	Ser fácil de furar	espessura das paredes	dureza do material	-
		Poder revestir com materiais diversos	Possuir boa capacidade de aderência de revestimentos	ranhuras	aderência entre os materiais	alinhamento
<b>12</b>	Poder construir em diferentes contextos	Atender a impossibilidades de cordenação modular	Apresentar família completa de blocos	variedade da família	facilidade e precisão de	-
		Poder construir na chuva ou em umidade	Reduzir elementos que gerem necessidade de secagem e espera	-	propriedades do material	encaixes
		Poder estar vivendo na habitação durante uma reforma ou finalização da construção	Reduzir pó, entulhos, uso de água e poluição sonora no processo de construção	acesso à tubulações	material que não estafele	encaixes sem argamassa
<b>13</b>	Sentir menos culpa quanto à impactos ambientais gerados na obra	Utilizar materiais sustentáveis e gerar menos resíduos	Utilizar materiais com origem e processo que reduzam o impacto ambiental	volume de material utilizado	origem do material e energia do processo	possibilidade de desmontagem

Fonte: Autora.

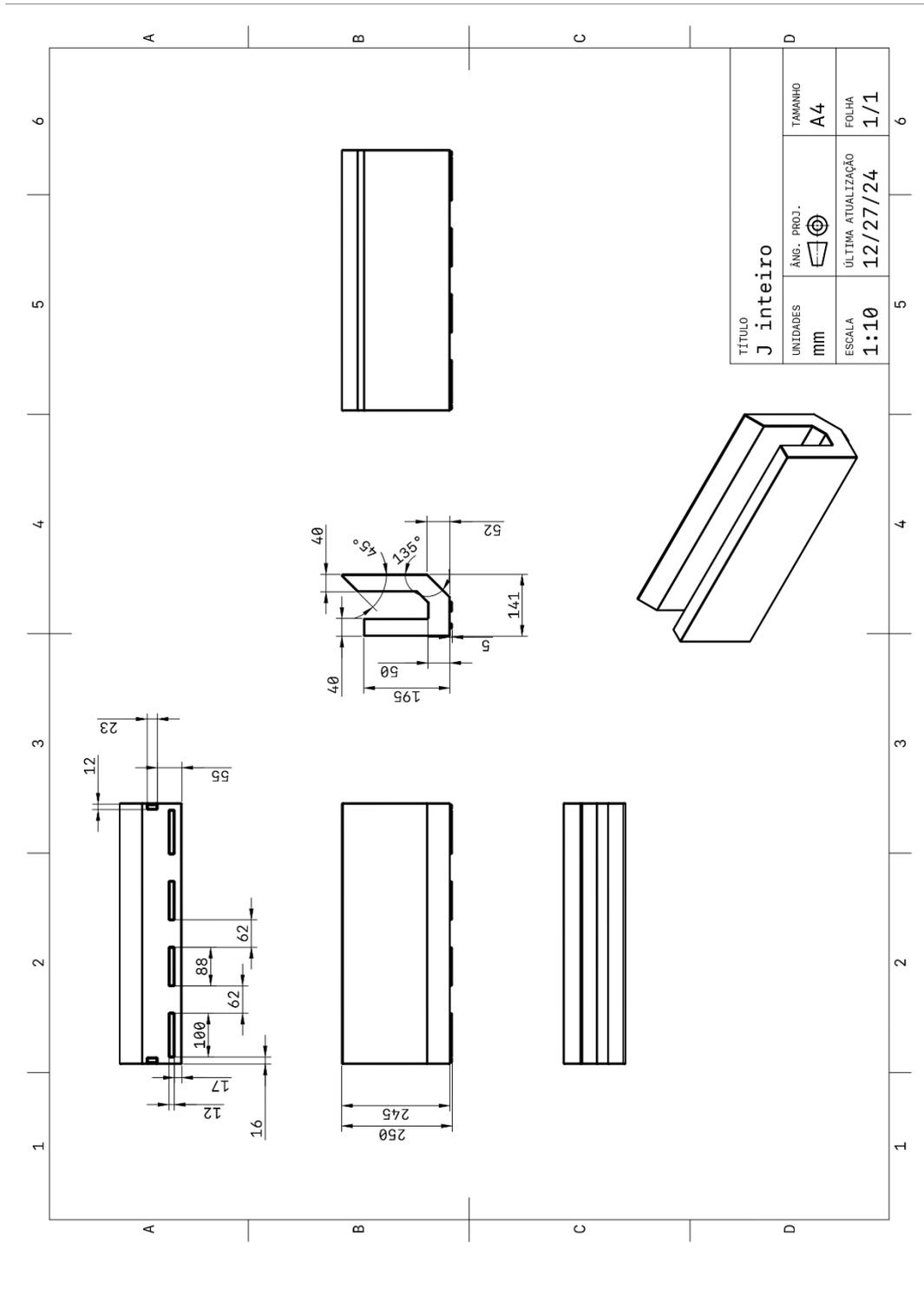
APÊNDICE H – DESENHOS TÉCNICOS DA SOLUÇÃO

Figura 96 - Dimensionais do bloco base



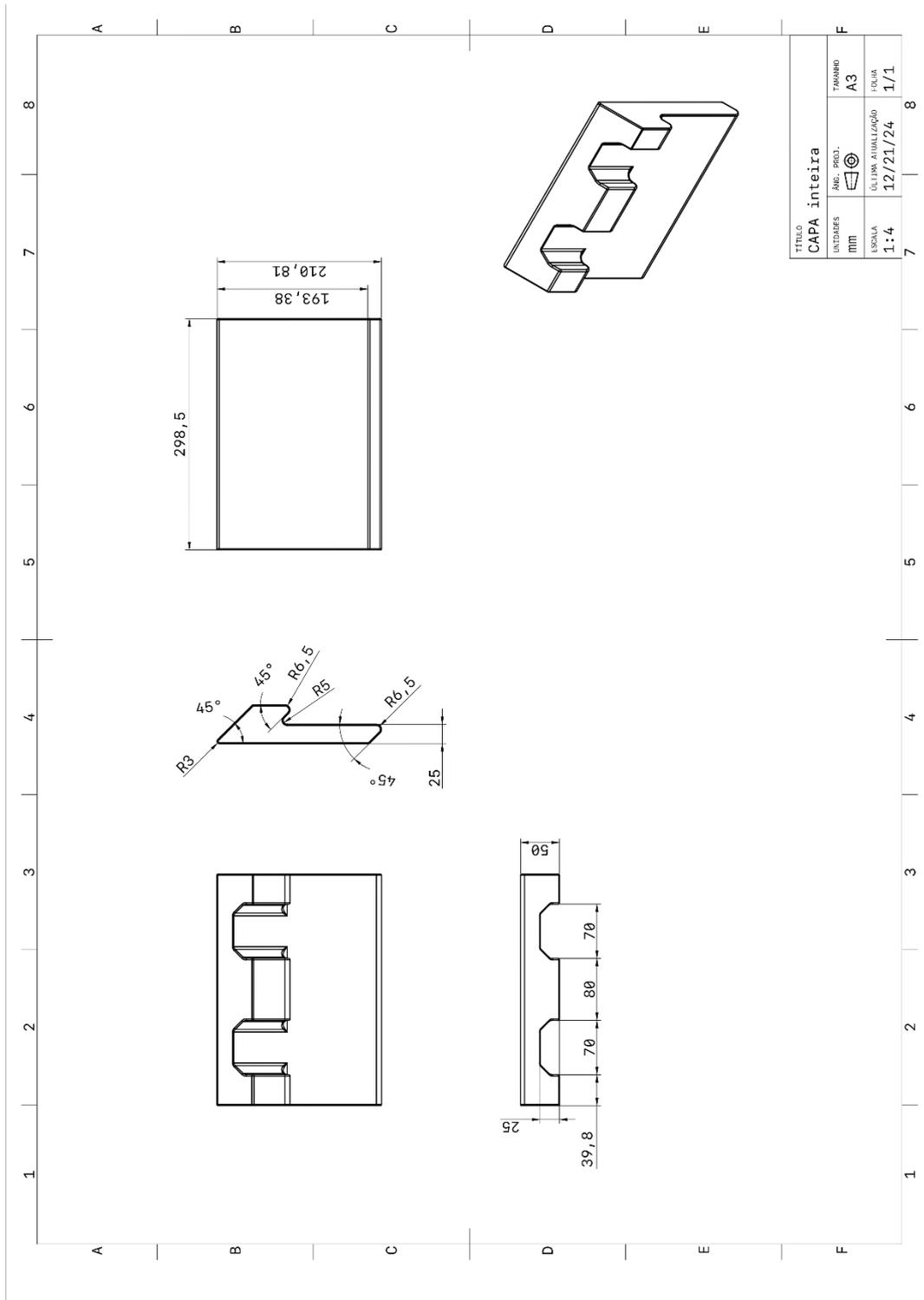
Fonte: Autora

Figura 97 - Dimensionais do bloco canaleta



Fonte: Autora

Figura 98 - Dimensionais da capa



Fonte: Autora