



CENTRO UNIVERSITÁRIO DE BRASÍLIA - CEUB
PROGRAMA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

LUÍSA BORGES PEREIRA DE MELLO LEAL

**HABITAÇÃO TEMPORÁRIA PARA SITUAÇÕES EMERGENCIAIS:
PROPOSIÇÃO DE MODELOS HABITACIONAIS ADEQUADOS A DIFERENTES
CLIMAS BRASILEIROS**

BRASÍLIA

2021

LUÍSA BORGES PEREIRA DE MELLO LEAL

**HABITAÇÃO TEMPORÁRIA PARA SITUAÇÕES EMERGENCIAIS:
PROPOSIÇÃO DE MODELOS HABITACIONAIS ADEQUADOS A DIFERENTES
CLIMAS BRASILEIROS**

Relatório final de pesquisa de Iniciação Científica apresentado à Assessoria de Pós-Graduação e Pesquisa.

Orientação: Ludmila de Araujo Correia

BRASÍLIA

2021

AGRADECIMENTOS

Àqueles que estiveram ao meu lado – mesmo que virtualmente – nesse ano atípico que vivemos, me oferecendo a assistência, a escuta e a compreensão necessárias para a realização deste trabalho de Iniciação Científica, eu não poderia deixar de expressar os meus sinceros agradecimentos.

À minha família, meu maior exemplo, agradeço por todo o suporte e confiança que depositaram em mim nessa jornada. Espero que a ausência física nesses tempos de pandemia possa logo se transformar em abraços e comemorações.

Às amigas que, embora à distância, fizeram com que a caminhada fosse mais leve e prazerosa, agradeço pelas palavras otimistas nos momentos mais difíceis, pela paciência e apoio nos últimos meses.

À minha orientadora, agradeço por ter me acompanhado ao longo da pesquisa, pelos debates sobre o tema e pelo conhecimento compartilhado.

RESUMO

O estudo sobre os desastres naturais parte da análise simultânea entre elementos naturais e fatores antrópicos, sendo a vulnerabilidade socioambiental importante condição para a materialização de seus efeitos danosos. Uma das consequências dos desastres naturais é a destruição total ou parcial de moradias, fazendo surgir a necessidade de provimento de soluções habitacionais emergenciais, temporárias e permanentes. No Brasil, além de não existir ainda um programa habitacional direcionado especialmente para as pessoas que ficam desabrigadas em virtude de desastres naturais, não é raro que os acampamentos emergenciais tenham duração superior a cinco anos. Identifica-se, pois, que a precariedade do atendimento ao direito à moradia adequada, além de reforçar o cenário de vulnerabilidade, afeta a privacidade, segurança, autonomia, conforto e dignidade das vítimas desabrigadas. Nesse contexto, o objetivo geral deste trabalho é propor modelos habitacionais que possam subsidiar a elaboração de moradias temporárias que se adequem a diferentes contextos bioclimáticos para abrigar vítimas de desastres naturais. Além do conforto higrotérmico estabelecido para as diferentes zonas bioclimáticas brasileiras, o estudo buscou se atentar à garantia do direito à moradia adequada, sobretudo no que diz respeito à habitabilidade, acessibilidade e adequação cultural. Para tanto, realizou-se uma pesquisa qualitativa do tipo exploratória e de natureza aplicada, tendo sido desenvolvida em um primeiro momento uma pesquisa bibliográfica para a compreensão das variáveis sobre o tema, concluindo-se o estudo com uma pesquisa-ação que propõe um caminho para solucionar o problema. Como resultado, é apresentado um modelo habitacional com adaptações para três diferentes contextos bioclimáticos identificados no Brasil: clima quente e seco, clima quente e úmido e clima frio e úmido. A intenção é que os modelos desenvolvidos sirvam como um módulo embrião no contexto do abrigo temporário, podendo ampliar-se para atender às vítimas de desastres naturais de forma permanente. Para tanto, utilizou-se o sistema construtivo em *light wood frame* da empresa brasileira Tecverde, certificado no âmbito do Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat, além de se fundamentar nas normas técnicas brasileiras de desempenho térmico e de acessibilidade. Destaca-se, contudo, que se trata de uma solução teórica que não pode ser considerada um modelo ideal, e sim como um subsídio para o desenvolvimento de moradias para os desabrigados por desastres naturais. Embora a pesquisa acadêmica seja de relevância ímpar para subsidiar a aplicação de soluções práticas, é imprescindível que as moradias desenvolvidas para os desabrigados pelos desastres naturais sejam construídas com a efetiva participação da comunidade afetada e com o conhecimento sobre as condicionantes bioclimáticas e demais variáveis de um contexto específico, o que somente pode ocorrer após a materialização do desastre. Ademais, para que a reconstrução das habitações ocorra em consonância com o direito à moradia adequada, é necessário se considerar não apenas o espaço físico da habitação, como também o direito à cidade e ao acesso à infraestrutura urbana, que constituem sugestões para futuros trabalhos sobre essa temática.

Palavras-chave: Desastres naturais; Direito à moradia adequada; Habitação temporária; Zoneamento bioclimático; Conforto higrotérmico.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	6
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	11
3	MÉTODO.....	22
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	28
4.1	NOÇÕES PROPEDÊUTICAS	28
4.1.1	Desastres naturais no Brasil: quais são as suas principais causas e consequências?	28
4.1.2	Vulnerabilidade socioambiental.....	34
4.1.3	Desastres naturais por região brasileira	40
4.1.4	Estratégias de prevenção, mitigação, preparação, resposta e recuperação	59
4.1.5	Diferença entre as habitações de emergência, temporárias e permanentes ...	65
4.2	ATUAÇÃO DO ESTADO NO CENÁRIO DE DESASTRES NATURAIS	71
4.2.1	Política Nacional de Proteção e Defesa Civil	71
4.2.2	Bem jurídico tutelado: direito à moradia adequada.....	74
4.2.3	Política habitacional e situações de desastres	78
4.3	CONFORTO E DESEMPENHO HIGROTÉRMICO DE EDIFICAÇÕES HABITACIONAIS..	89
4.3.1	Parâmetros normativos para edificações habitacionais	89
4.3.1.1	Parâmetros de projeto	89
4.3.1.1.1	ABNT NBR 15575: Edificações habitacionais – Desempenho	89
4.3.1.1.2	ABNT NBR 9050: Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos públicos	95
4.3.2	Conforto térmico em habitação de interesse social	96
4.3.2.1	ABNT NBR 15220: Desempenho térmico de edificações	96
4.3.2.2	Projeto bioclimático e os climas brasileiros	100
4.3.2.2.1	Zoneamento bioclimático brasileiro	100
4.3.2.2.2	Estratégias bioclimáticas para habitação de interesse social	115
4.3.2.2.3	Modos de morar e a necessidade de adaptabilidade da habitação de interesse social	131
4.3.2.2.4	Categorização das zonas bioclimáticas em três grandes grupos: clima quente e seco, clima quente e úmido e clima frio e úmido.....	135

4.4	SOLUÇÕES PROJETUAIS.....	137
4.4.1	ONG TETO.....	137
4.4.2	Residencial Villa Verde.....	141
4.4.3	<i>Paper Log House</i>	144
4.4.4	Escolha do sistema construtivo: vantagens e desvantagens.....	148
4.5	SOLUÇÕES DE HABITAÇÕES ADEQUADAS AO CLIMA	163
4.5.1	Diretrizes projetuais.....	163
4.5.2	Parâmetros normativos: ABNT NBR 15575 e ABNT NBR 9050.....	165
4.5.3	Concepção do modelo habitacional.....	172
4.5.4	Adequação do modelo habitacional aos grupos climáticos.....	178
4.5.4.1	Clima quente e seco.....	180
4.5.4.2	Clima quente e úmido.....	182
4.5.4.3	Clima frio e úmido.....	185
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	189
	REFERÊNCIAS.....	193
	APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO PROFISSIONAIS QUE ATUAM COM SITUAÇÕES DE DESASTRES.....	202
	APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO VÍTIMAS DE DESASTRES NATURAIS.....	207

1 INTRODUÇÃO

O direito à moradia é elevado à categoria de direito fundamental pela Constituição Federal de 1988 (BRASIL, 2020a). Os arquitetos e urbanistas, no exercício de sua profissão, exercem importante função para a sua concretização. A violação a esse direito, por outro lado, pode ocorrer a partir de situações de caráter emergencial que impedem o acesso à moradia – por sua destruição, por exemplo – e fazem surgir a necessidade de provimento de soluções habitacionais que garantam às vítimas desabrigadas sua privacidade, segurança, autonomia, conforto e dignidade.

Com o evoluir da investigação teórica a respeito das situações emergenciais que impactam no acesso ao direito à moradia, fez-se necessário delimitar o objeto de pesquisa para restringi-lo a uma categoria de situação emergencial: os desastres naturais. Com efeito, à medida que se avançou no estudo, novas perguntas surgiram e com elas a necessidade e curiosidade de melhor compreender o contexto dos desastres naturais, assunto este que rendeu uma ampla revisão de literatura que embasa esta pesquisa de Iniciação Científica, responde a diversos questionamentos e abre horizontes para novos trabalhos acadêmicos.

Os desastres naturais, é importante destacar, se configuram a partir da manifestação de fenômenos naturais e de sua interação com as intervenções humanas sobre o meio (NASCIMENTO JÚNIOR, 2018). Suas consequências, como é o caso da perda da moradia, se manifestam proporcionalmente à vulnerabilidade das comunidades atingidas (ALMEIDA, 2012). No contexto brasileiro, todas as regiões são afetadas por desastres naturais, sendo os mais comuns aqueles decorrentes de movimento de massa, inundações, enxurradas, alagamentos e seca (BERTONE E MARINHO, 2013).

Chama atenção, ainda, que os desabrigados por desastres naturais acabam vivendo em abrigos temporários por anos (ANDERS, 2007), o que indica a ineficiência das medidas de auxílio habitacional às vítimas de desastres e a conseqüente necessidade de desenvolver estudos para melhorar essa realidade. A habitação permanente, embora deva ser a ação prioritária no contexto do pós-desastre, não ocorre isoladamente: seu desenvolvimento deve ocorrer concomitantemente aos abrigos emergenciais e temporários (FERES, 2014).

Ocorre que, no contexto brasileiro, levando em conta que a habitação temporária muitas vezes se alonga no tempo sem oferecer condições de conforto compatíveis com esse lapso temporal, seria justificável um maior investimento nesses abrigos (FERES, 2014) e o

reaproveitamento de seus materiais e estrutura para a construção da habitação permanente (ECONOMIC COMMISSION FOR LATIN AMERICA AND THE CARIBBEAN, 2003).

Dessa forma, a presente pesquisa de Iniciação Científica busca aglutinar a habitação permanente e a solução de habitação temporária. Isto é: o modelo de habitação temporária ora proposto funcionaria como embrião para o desenvolvimento da habitação permanente a partir de ampliações feitas pelo usuário conforme sua necessidade e disponibilidade de recursos. O grande diferencial da pesquisa é a adequação desse modelo teórico a diferentes contextos climáticos brasileiros, quais sejam: clima quente e seco, clima quente e úmido e clima frio e úmido.

Nesse sentido, optou-se por desenvolver uma pesquisa aplicada, uma vez que se busca a proposição de modelos de habitação que possam subsidiar a elaboração de moradias temporárias que se adequem a diferentes contextos bioclimáticos para abrigar vítimas de desastres naturais. A abordagem do problema se deu com a elaboração de uma pesquisa qualitativa de nível exploratório, cujos procedimentos técnicos adotados permitem sua classificação em dois momentos: inicialmente, uma pesquisa bibliográfica de consulta a fontes de livros, artigos científicos, teses, dissertações e anais de encontros científicos; após, o desenvolvimento de uma pesquisa-ação para a proposição dos modelos habitacionais.

Com a adoção desse método de pesquisa, a intenção foi buscar fundamentação em uma sólida base teórica para subsidiar a escolha pela solução habitacional de caráter evolutivo, a configuração do modelo proposto e suas adequações a diferentes contextos climáticos (quente e seco, quente e úmido, e frio e úmido). Para atingir os objetivos propostos, o estudo se dividiu em quatro momentos antes de finalmente partir para a elaboração dos modelos de habitação adequadas aos três climas acima destacados.

Inicialmente, foi necessário um estudo de noções propedêuticas para a contextualização da temática dos desastres naturais. As perguntas que se pretendia responder introdutoriamente eram: quais são as situações emergenciais que delimitam o estudo? Quais são os desastres naturais que afetam o território brasileiro e quais são as suas principais consequências? De que maneira a vulnerabilidade interfere na distribuição e nos impactos dos desastres naturais? Como se atua antes e após a ocorrência dos desastres naturais? No que concerne à habitação, como se dá a resposta e recuperação pós-desastre?

Em um segundo momento, buscou-se compreender a atuação do Estado no cenário dos desastres naturais. O estudo se balizou a partir da Política Nacional de Proteção e Defesa

Civil (PNPDEC), instituída pela Lei nº 12.608, de 10 de abril de 2012 (BRASIL, 2012b). As políticas habitacionais brasileiras para o provimento de moradia às vítimas de desastres naturais, por sua vez, ainda são incipientes (MARCHEZINI E FORINI, 2019). No caso do Chile, por outro lado, verificou-se que o governo chileno vem adotando medidas específicas no contexto de reconstrução pós-desastres (COMERIO, 2014; MINISTERIO DE VIVIENDA Y URBANISMO, [entre 2018 e 2021]). Para o atendimento ao direito à moradia, também foi feito um estudo sobre a qualificação desse bem jurídico a partir do conceito de moradia adequada (NACIONES UNIDAS, 1991; BRASIL, 2013a).

O próximo passo foi afunilar as diretrizes para o desenvolvimento de uma unidade habitacional voltada aos requisitos de conforto e desempenho higrotérmico. Uma vez que a legislação brasileira não dispõe especificamente sobre as habitações para vítimas de desastres naturais, buscou-se o embasamento teórico a partir das normas técnicas de desempenho habitacional. As normas ABNT NBR 15575 e ABNT NBR 15220 tratam de critérios e requisitos para edificações habitacionais e habitações de interesse social. O estudo também se balizou pelas recomendações da ABNT NBR 9050, que trata da acessibilidade a edificações.

Reforçando o intuito de que os modelos propostos se adequassem a diferentes climas brasileiros, fez-se necessário compreender o zoneamento bioclimático brasileiro, estabelecido pela ABNT NBR 15220-3. O estudo foi complementado pelo levantamento de artigos acadêmicos sobre as estratégias bioclimáticas e sua aplicação em diferentes zonas bioclimáticas. O conforto do usuário, além das condições climáticas, depende também da adequação da moradia às necessidades e aos modos de morar do usuário. Embora o enfoque principal do trabalho fosse a adaptabilidade às condicionantes climáticas, buscou-se atender às demandas dos usuários ainda que no plano teórico, o que se fez com a adoção de estratégias que permitissem maior personalização da moradia e sua ampliação com maior liberdade de sistemas construtivos, configurando uma tipologia mista.

Foi com base nos estudos sobre as diretrizes construtivas e as variáveis para a determinação das zonas bioclimáticas que se propôs a categorização para os fins da presente pesquisa de Iniciação Científica em três grandes grupos: clima quente e seco, clima quente e úmido e clima frio e úmido.

Antes de se passar à escolha de um sistema construtivo, desenvolveu-se um estudo de soluções projetuais adotadas no contexto de desastres naturais ou para o atendimento de populações vulneráveis. Foram escolhidas as casas da Organização não Governamental TETO,

as unidades do Residencial Villa Verde do grupo ELEMENTAL e o modelo de *Paper Log House* do arquiteto Shigeru Ban.

Finalmente, passou-se ao estudo do sistema construtivo em *light wood frame* produzido industrialmente pela empresa brasileira Tecverde, que foi simulado segundo as diretrizes das normas técnicas de desempenho e certificado pelo Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-H). A partir desse sistema, desenvolveu-se o projeto de três modelos de habitação temporária para vítimas de desastres naturais, diferenciando-se de acordo com as diretrizes normativas para a adequação às três categorias de clima propostas no decorrer da pesquisa. Os critérios adotados para a adaptação do modelo aos diferentes climas foram a área de ventilação e as estratégias de condicionamento passivo para o verão e/ou para o inverno.

Espera-se que a presente pesquisa de Iniciação Científica contribua no âmbito social por fornecer subsídios para o fornecimento às vítimas de desastres naturais de uma habitação mais confortável sobretudo do ponto de vista higrotérmico. Na esfera acadêmica, a temática ora apresentada é importante e necessária porque viabiliza um estudo direcionado aos diferentes climas brasileiros, buscando a adoção de soluções que sejam mais adequadas às variações climáticas do território brasileiro.

OBJETIVOS

O objetivo geral da presente pesquisa de Iniciação Científica é propor modelos habitacionais que possam subsidiar a elaboração de moradias temporárias que se adequem a diferentes contextos bioclimáticos para abrigar vítimas de desastres naturais.

Para alcançar o objetivo geral, foram determinados os seguintes objetivos específicos:

- Identificar na literatura quais são as principais causas de desastres naturais no Brasil e quais são as suas principais consequências, com enfoque nas implicações em torno da moradia da população afetada;
- Compreender de que maneira a vulnerabilidade socioambiental impacta na configuração do desastre natural e de suas consequências;
- Pesquisar na literatura sobre o tema como ocorrem as etapas de provimento de abrigo às vítimas de desastres naturais;

- Identificar os fundamentos legais da política brasileira de gestão de risco e desastres naturais, bem como o tratamento do tema no que diz respeito às soluções de habitação para as vítimas desabrigadas;
- Comparar as recomendações sobre as etapas de provimento de abrigo às vítimas de desastres naturais com a sua aplicação prática, no Brasil, no que diz respeito especialmente à duração e ao caráter temporário das moradias emergenciais;
- Identificar, com base no zoneamento bioclimático estabelecido pela ABNT NBR 15220 e nas recomendações da ABNT NBR 15575, as diretrizes e estratégias construtivas para os diferentes climas brasileiros;
- Propor, com base nas recomendações para as zonas bioclimáticas brasileiras, uma categorização em pelo menos três grupos climáticos diferentes que direcionem a elaboração dos modelos habitacionais;
- Estudar soluções reais aplicadas para abrigar pessoas que foram vítimas de desastres naturais no Brasil e em outros países;
- Identificar qual sistema construtivo poderia ser adotado, diante dos achados da pesquisa, para a elaboração dos modelos habitacionais adequadas aos climas brasileiros;
- Desenvolver desenhos técnicos (planta baixa, cortes e fachadas) dos modelos de habitação temporária adequada aos principais tipos de clima brasileiros.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A presente pesquisa de Iniciação Científica buscou propor modelos habitacionais que possam subsidiar a elaboração de moradias temporárias que se adequem a diferentes contextos bioclimáticos para abrigar vítimas de desastres naturais. Tendo esse objetivo geral em vista, buscou-se, em um primeiro momento, compreender o escopo das situações emergenciais, que foram determinadas a partir do acontecimento de desastres naturais no Brasil, com enfoque sobre a perda da moradia como uma de suas consequências.

De acordo com os ensinamentos de Nascimento Júnior (2018) e as definições dadas pelo ordenamento jurídico brasileiro (BRASIL, 2012a), o conceito de “desastre natural” parte da análise simultânea entre elementos naturais e fatores antrópicos, trazendo a vulnerabilidade como importante condição para a materialização dos efeitos danosos de um fenômeno natural, isto é, o desastre. Nas palavras de Nascimento Júnior (2018, p. 10):

entender o clima urbano nas condições hodiernas passa necessariamente por questões que dimensionem que as repercussões e os impactos dos fenômenos atmosféricos se dão em um espaço geográfico produzido de forma desigual, construído segundo as intencionalidades dos agentes sociais, em diversos níveis de vulnerabilidade e exposição aos perigos naturais.

No mesmo sentido, Bertone e Marinho (2013) explicam que os desastres naturais podem ser compreendidos a partir da combinação entre as características naturais do sítio e a sua transformação social. No contexto da ação humana sobre a apropriação das cidades, a vulnerabilidade socioambiental se manifesta e determina a intensidade e extensão dos danos provocados pelos desastres naturais (BERTONE E MARINHO, 2013).

Já a definição jurídica do termo pode ser extraída do texto da Instrução Normativa nº 01, de 24 de agosto de 2012, que conceitua “desastre” como:

resultado de eventos adversos, naturais ou provocados pelo homem sobre um cenário vulnerável, causando grave perturbação ao funcionamento de uma comunidade ou sociedade envolvendo extensivas perdas e danos humanos, materiais, econômicos ou ambientais, que excede a sua capacidade de lidar com o problema usando meios próprios (BRASIL, 2012a, art. 1º, I).

Almeida (2012), Anders (2007) e Bertone e Marinho (2013), estudando a vulnerabilidade socioambiental, buscam relacionar a suscetibilidade e exposição aos

desastres com os aspectos físicos, socioeconômicos e políticos que caracterizam a população desproporcionalmente afetada pelos desastres naturais.

O conceito de vulnerabilidade, conforme destaca Almeida (2012, p. 32), não é consensual entre os estudiosos do tema. O autor explica que:

A falta de consenso na definição do conceito de vulnerabilidade advém tanto da dificuldade em se apreender a multidimensionalidade da realidade analisada quanto da diversidade de orientações epistemológicas (Ecologia Política, Ecologia Humana, Ciências Físicas, Análise Espacial, etc.) e, conseqüentemente, das práticas metodológicas (ou seja, da operacionalização do conceito).

Para o desenvolvimento de sua pesquisa, Almeida (2012, p. 137) aborda o conceito de vulnerabilidade socioambiental a partir da combinação entre dois fatores, quais sejam a vulnerabilidade físicoespacial e a vulnerabilidade social:

Para efeito de viabilidade operacional do conceito de vulnerabilidade, dadas as suas complexidade e multidimensionalidade, [...] propôs-se limitar a análise aos elementos de exposição ao perigo de inundações (Vulnerabilidade Físicoespacial às Inundações), dada a relevância desse fenômeno quanto à sua magnitude e frequência na área estudada, e a susceptibilidade (condicionantes socioespaciais) aos perigos naturais (vulnerabilidade social), em função das perversas condições de desigualdade socioespacial.

Na mesma linha de raciocínio, Anders (2007) explica que a vulnerabilidade de uma população está relacionada a aspectos físicos, socioeconômicos e políticos. Os aspectos físicos seriam aqueles relacionados com o terreno onde estão assentadas as pessoas – geralmente em áreas de risco hidrológico e geográfico – e com a qualidade construtiva da habitação – erguidas com materiais inadequados e pouco resistentes.

Já os aspectos socioeconômicos e políticos estariam ligados às condições de vida da população, como o acesso a postos de emprego, renda, serviços de saúde, educação, recreação, e aos problemas de desigualdade social, distribuição de renda e de infraestrutura e serviços públicos (ANDERS, 2007).

De acordo com Bertone e Marinho (2013, p. 4), “No Brasil, a ocorrência e a intensidade dos desastres naturais dependem mais do grau de vulnerabilidade das comunidades afetadas do que da magnitude dos eventos adversos”. Nesse sentido, os indicadores da vulnerabilidade da população brasileira poderiam ser extraídos de dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2018), que caracterizou a população exposta ao risco de desastres no Brasil a

partir das faixas etárias mais vulneráveis a desastres e do acesso à rede de abastecimento de água, à rede de esgotamento sanitário e à coleta de lixo.

Além da caracterização da população exposta aos desastres, também é importante compreender a distribuição desses eventos no território. Conforme os dados fornecidos pela Universidade Federal de Santa Catarina (2013), pelo Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (2019; 2020a; 2020b), e pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2018), todas as regiões brasileiras são afetadas por desastres naturais.

Diante dessa suscetibilidade do território nacional aos desastres, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), em cooperação técnica com o Centro Nacional de Monitoramento e Alerta de Desastres Naturais (Cemaden), desenvolveram uma pesquisa para mapear a população exposta e vulnerável residindo em áreas de risco no Brasil (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2018).

A partir dessa parceria entre o IBGE e o Cemaden, foi criado um recorte espacial denominado de Base Territorial Estatística de Áreas de Risco (BATER), relacionando os dados sociodemográficos de áreas sujeitas ao risco de inundações, enxurradas e movimentos de massa em 872 municípios monitorados pelo Cemaden (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2018).

O mapeamento e monitoramento de áreas de risco e de populações expostas aos desastres naturais se alinha com agendas globais estabelecidas pela Organização das Nações Unidas (2015a; 2015b). Trata-se do Marco de Ação de Sendai 2015-2030 e da Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável e Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS).

Ao definir os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável e suas metas, a Organização das Nações Unidas (2015b) reconhece que o mundo atual está suscetível a desastres naturais com maior frequência e intensidade de ocorrência e que é necessário empoderar as pessoas em situação de vulnerabilidade.

Por sua vez, o Marco de Ação de Sendai 2015-2030 apresenta ações voltadas especialmente para a “compreensão clara do risco de desastres em todas as suas dimensões de vulnerabilidade, capacidade, exposição de pessoas e bens, características dos perigos e meio ambiente” (ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS, 2015a, p. 10).

Nesse contexto, o monitoramento e conhecimento sobre a manifestação espaço-temporal dos desastres naturais permite a adoção de medidas preventivas e mitigadoras para a redução dos danos provocados por desastres (ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS, 2015a).

A adoção de medidas preventivas como forma de minimizar os danos oriundos de desastres naturais também é reforçada pela legislação brasileira, por intermédio da Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (PNPDEC) (BRASIL, 2012b).

No âmbito da literatura sobre o tema, as lições de Almeida (2012), Almeida e Pascoalino (2009) e Sampaio e Oliveira (2019) ratificam a importância de se adotar atitudes prévias à configuração dos desastres como uma das formas mais eficientes de combater a vulnerabilidade e de evitar as perdas e danos provocados por eventos naturais.

O ciclo de gestão de desastres, contudo, não envolve apenas as estratégias de prevenção e mitigação. De acordo com a Lei nº 12.608, de 10 de abril de 2012, devem ser adotadas em todos os níveis de governo (federal, estadual e municipal) as “ações de prevenção, mitigação, preparação, resposta e recuperação voltadas à proteção e defesa civil” (BRASIL, 2012b, art. 3º).

Dentre as condutas assumidas após a materialização do desastre natural, a presente pesquisa de Iniciação Científica se volta especialmente para as estratégias de resposta e recuperação referentes à reconstrução das unidades habitacionais destruídas pelo desastre. Para tanto, o estudo se baseou nos ensinamentos de Carbonari e Libreloto (2019), Feres (2014) e Marchezini e Forini (2019), segundo os quais, em termos de provisão de abrigos, as etapas se dividem teoricamente em habitações de emergência, temporárias e permanentes.

Na prática, entretanto, Feres (2014) ressalta que a separação em fases do processo de habitação após o desastre natural acaba por prejudicar o provimento de habitações permanentes. A autora destaca, ainda, que a habitação permanente deve ser a ação prioritária no contexto do pós-desastre, devendo ser desenvolvida concomitantemente com o fornecimento dos abrigos emergenciais e temporários (FERES, 2014).

As habitações temporárias, de acordo com Feres (2014), devem ser compatíveis com o período de duração desse tipo de abrigo. Segundo a autora, “habitações mais confortáveis, bem estruturadas e equipadas, com durabilidade condizente, serão necessárias para uma ocupação mais longa” (FERES, 2014, p. 69). No contexto brasileiro, deve-se levar em consideração que, conforme estudado por Anders (2007), quase metade dos acampamentos emergenciais teve duração de mais de cinco anos.

O atendimento das vítimas de desastres naturais, em especial no que diz respeito ao provimento de abrigos emergenciais, temporários e permanentes, é disciplinado pelo ordenamento jurídico brasileiro. No âmbito acadêmico, Feitas (2014) defende a existência de

um ramo jurídico específico, qual seja o Direito de Desastres, que engloba a gestão de risco e desastres. Na esfera do direito interno do Estado brasileiro, a autora destaca que o Direito de Desastres “encontra seu cerne na Lei nº 12.608/2012, que institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil e em alterações posteriores dessa lei” (FREITAS, 2014, p. 220).

No que concerne à garantia do direito à moradia, a Lei nº 12.608, de 10 de abril de 2012, expressamente atribui aos Municípios as competências de “organizar e administrar abrigos provisórios para assistência à população em situação de desastre, em condições adequadas de higiene e segurança” (BRASIL, 2012b, art. 8º, VIII), e de “prover solução de moradia temporária às famílias atingidas por desastres” (BRASIL, 2012b, art. 8º, XVI).

Ainda com relação à Lei nº 12.608/2012, Bertone e Marinho (2013), Freitas (2014) e o Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais ([entre 2011 e 2021]), explicam que sua edição foi impulsionada pelos desastres que afetaram a Região Serrana do Estado do Rio de Janeiro em 2011, considerado o evento mais catastrófico do país.

Mais recentemente, a Lei nº 12.608/2012 foi regulamentada pelo Decreto nº 10.593, de 24 de dezembro de 2020, que traz as definições de proteção e defesa civil, de estado de calamidade pública e de situação de emergência. Conforme consta no referido Decreto:

Art. 2º Para fins do disposto neste Decreto, considera-se:

[...]

VIII - estado de calamidade pública - situação anormal provocada por desastre que causa danos e prejuízos que impliquem o comprometimento substancial da capacidade de resposta do Poder Público do ente federativo atingido ou que demande a adoção de medidas administrativas excepcionais para resposta e recuperação;

[...]

X - proteção e defesa civil - conjunto de ações de prevenção, mitigação, preparação, resposta e recuperação destinadas a:

- a) evitar ou minimizar os efeitos decorrentes de desastre;
- b) preservar o moral da população; e
- c) restabelecer a normalidade social e torná-la resiliente;

[...]

XIV - situação de emergência - situação anormal provocada por desastre que causa danos e prejuízos que impliquem o comprometimento parcial da capacidade de resposta do Poder Público do ente federativo atingido ou que demande a adoção de medidas administrativas excepcionais para resposta e recuperação (BRASIL, 2020b).

Além dessas definições, um importante conceito para o desenvolvimento da presente pesquisa de Iniciação Científica foi o de “moradia adequada”. O Comentário nº 4 do Comitê sobre os Direitos Econômicos, Sociais e Culturais da Organização das Nações Unidas define moradia adequada a partir dos seguintes elementos: a) *Seguridad jurídica de la tenencia*; b)

Disponibilidad de servicios, materiales, facilidades e infraestructura; c) Gastos soportables; d) Habitabilidad; e) Asequibilidad; f) Lugar; e g) Adecuación cultural (NACIONES UNIDAS, 1991).

Também se destaca que o direito à moradia assume o status de direito fundamental garantido pela Constituição Federal de 1988 (BRASIL, [2020a], art. 6º) e de direito humano reconhecido implicitamente na Declaração Universal dos Direitos Humanos (ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS, 1948, art. 25, 1).

Para a implementação de medidas para a garantia do direito à moradia adequada, o ordenamento jurídico brasileiro prevê algumas políticas habitacionais. No contexto do provimento de habitação após os desastres naturais, Freitas (2014, p. 265-266) recomenda a implementação de políticas públicas específicas, “considerando que o setor habitacional é um dos setores mais afetados por desastres”, portanto seria importante “a criação de um programa específico para reconstrução pós-desastre, que preveja, além da moradia, toda infraestrutura urbana necessária e que seja focado na gestão do risco”.

No Brasil, contudo, ainda não existe um programa habitacional direcionado especialmente para as pessoas que ficam desabrigadas em virtude de desastres naturais. Atualmente, a “reconstrução de unidades habitacionais de famílias de baixa renda destruídas ou definitivamente interditadas em decorrência de desastres” (AÇÕES de recuperação, 2020) segue o trâmite determinado pela Portaria Interministerial nº 1, de 24 de julho de 2013.

De acordo com o artigo 1º da Portaria Interministerial nº 1, de 24 de julho de 2013, “A demanda habitacional proveniente de situações de emergência ou de calamidade pública [...] será atendida conforme as orientações previstas nesta Portaria, sem prejuízo das demais legislações do Programa Minha Casa Minha Vida – PMCMV” (BRASIL, 2013b, art. 1º).

O Programa Minha Casa Minha Vida, contudo, não mais se aplica às “operações com benefício de natureza habitacional geridas pelo governo federal” iniciadas após o dia 26 de agosto de 2020 (BRASIL, 2021, art. 25). Atualmente está em vigor a Lei nº 14.118, de 12 de janeiro de 2021, que institui o Programa Casa Verde e Amarela sem trazer um tratamento específico para as vítimas de desastres naturais.

No Chile, por outro lado, após o terremoto e tsunami do dia 27 de fevereiro de 2010 – evento conhecido como 27F –, o governo chileno impulsionou a adoção de medidas para a prevenção de desastres naturais e, no âmbito da reconstrução de habitações, priorizou a elaboração de planos específicos para a recuperação pós-desastre (COMERIO, 2014;

MINISTERIO DE VIVIENDA Y URBANISMO, [entre 2018 e 2021]; MINISTERIO DE VIVIENDA Y URBANISMO, 2021).

De acordo com Comerio (2014), o processo de reconstrução e recuperação adotado após o 27F incorporou importantes diretrizes recomendadas no âmbito da literatura. A autora aponta que os elementos-chave para que a reconstrução ocorra em consonância com a equidade, o desenvolvimento sustentável e a mitigação de desastres futuros são: 1) que os programas governamentais sejam adaptáveis; 2) que as medidas sejam adotadas na escala local; e 3) que haja a participação efetiva da comunidade (COMERIO, 2014).

Ainda, para que a reconstrução das habitações ocorra em consonância com o direito à moradia adequada, é necessário se considerar não apenas o espaço físico da habitação, como também o direito à cidade e ao acesso à infraestrutura urbana (NACIONES UNIDAS, 1991). Nessa mesma linha de pensamento, a Organização das Nações Unidas (2015b) elenca entre os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) o objetivo de “Tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resistentes e sustentáveis” (ODS 11).

Em compromisso mais recente firmado pela Organização das Nações Unidas (2019, p. iv), qual seja a Nova Agenda Urbana, a Organização reforça o compromisso com o ODS 11, estabelecendo “padrões e princípios para o planejamento, construção, desenvolvimento, administração e melhora das áreas urbanas”.

Dentre as preocupações e diretrizes expressas na Nova Agenda Urbana, encontra-se o reconhecimento de populações vulneráveis no espaço urbano, ocupando áreas inseguras e com acesso desigual a direitos humanos como o da moradia adequada (ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS, 2019). Dessa forma, a Organização das Nações Unidas (2019) destaca a necessidade de que medidas sejam tomadas para que a ocupação e vivência nas cidades seja mais igualitária, segura e resiliente.

O escopo da presente pesquisa de Iniciação Científica, contudo, precisou se limitar em aprofundar o estudo dos requisitos hoje previstos pelo Brasil como forma de assegurar o conforto e o desempenho térmico das habitações. Sendo assim, os parâmetros normativos para o desenvolvimento do projeto foram extraídos das normas técnicas de desempenho, quais sejam a ABNT NBR 15575 e a ABNT NBR 15220.

Também se fez necessário observar as diretrizes previstas na norma ABNT NBR 9050, que trata da acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos públicos, de modo que a “maior quantidade possível de pessoas, independentemente de idade, estatura

ou limitação de mobilidade ou percepção” possa utilizar esses espaços de “maneira autônoma, independente e segura” (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2020, p. 1).

Por seu turno, a ABNT NBR 15575 é a norma brasileira de desempenho de edificações habitacionais. Para a avaliação do desempenho, a Parte 1 da norma prescreve os requisitos qualitativos e os critérios quantitativos gerais que devem ser observados com relação aos seguintes requisitos do usuário: segurança, habitabilidade e sustentabilidade (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013a).

A Parte 4 da ABNT NBR 15575 trata dos requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas (SVVIE) das edificações habitacionais (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013b). Por sua vez, na Parte 5 da ABNT NBR 15575 são estabelecidos os requisitos referentes aos sistemas de coberturas (SC) (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013c).

Já a ABNT NBR 15220 é a norma brasileira de desempenho térmico de edificações. A Parte 1 da norma traz as definições, símbolos e unidades dos termos utilizados para tratar do desempenho térmico das edificações (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2003a). A Parte 3 da ABNT NBR 15220 estabelece o zoneamento bioclimático brasileiro, juntamente com recomendações de diretrizes construtivas e estratégias para o condicionamento térmico passivo para habitações unifamiliares de interesse social com até três pavimentos (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2003b).

De acordo com a ABNT NBR 15220-3, a divisão do território brasileiro em oito zonas bioclimáticas com características relativamente homogêneas quanto ao clima foi definida a partir das variáveis de temperatura e umidade do ar (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2003b).

Lamberts, Dutra e Pereira (2014) ressaltam que o território brasileiro tem dimensões continentais e está localizado entre os dois trópicos, o que faz com que nosso clima seja muito variado. O Ministério das Cidades (2005) aponta, ainda, que a divisão do país em zonas relativamente homogêneas quanto ao clima se enquadra como uma primeira etapa na caracterização das condicionantes e diretrizes projetuais para o desenvolvimento de um projeto arquitetônico que se adeque aos elementos climáticos do local de implantação. Nesse sentido, existiria a necessidade de realizar outras análises para que um projeto melhor

aproveitasse as características bioclimáticas positivas do local e atenuasse seus aspectos negativos (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2005).

Outro posicionamento crítico a respeito dos parâmetros normativos foi adotado por Lourenço *et al.* (2020), que apontam que a ABNT NBR 15220-3 falha por tratar de forma genérica o zoneamento bioclimático brasileiro, sem atender a alguns fatores que impactam no clima. Segundo os autores, a ABNT NBR 15220 leva em consideração apenas a temperatura e a umidade do ar, desconsiderando, portanto, a altitude e a velocidade dos ventos (LOURENÇO *et al.*, 2020).

Não obstante, o Ministério das Cidades (2005, p. 29) ressalta que “O Zoneamento Bioclimático de um país tem por objetivo ser um instrumento facilitador da escolha das estratégias de projeto de arquitetura que aproveitem das benesses dos diversos climas para atender às necessidades de conforto dos moradores”.

Sendo assim, para o estudo das estratégias bioclimáticas e sua aplicação em projetos de habitação de interesse social, a fundamentação teórica da presente pesquisa de Iniciação Científica foi complementada com artigos acadêmicos sobre o tema, desenvolvidos por Grigoletti e Linck (2014); Krebs, Moura e Cunha (2015); Assis *et al.* (2007); Olartechea *et al.* (2015); Silva, Barbosa e Batista (2020); Celuppi, Meirelles e Cymrot (2018); Kuwahara, Carvalho e Silva (2017); Celis, Pereira e Moreira (2020); e Cavalcanti (2020).

Além dos requisitos de desempenho térmico da habitação, o conforto do usuário depende também de fatores subjetivos de apropriação e privacidade, que se relacionam intimamente com a usabilidade da habitação (MENDONÇA E VILLA, 2018). De acordo com Mendonça e Villa (2018), a flexibilidade dos espaços, além de permitir que o usuário crie adaptações e personalize a habitação de acordo com os seus anseios, permite que o ambiente sofra modificações constantes de acordo com a volatilidade dos modos de morar.

Outrossim, Miron, Monteiro e Silva (2019), realizando um estudo em habitações de interesse social na cidade de Porto Alegre/RS, observaram que as modificações realizadas pelos moradores em suas unidades habitacionais poderiam identificar uma forma de os usuários se apropriarem do espaço e construir sua identidade e sentimento de pertencimento àquele local. Segundo os autores, grande parte das alterações feitas nas unidades habitacionais estavam relacionadas com acessórios de proteção e vedação, revestimentos e ampliações (MIRON, MONTEIRO E SILVA, 2019).

Após o estudo da aplicação de estratégias bioclimáticas e da apropriação do espaço pelo usuário segundo seus modos de morar, a revisão de literatura foi concluída com o estudo comparado de soluções habitacionais aplicadas no Brasil e em outros países para atender a vítimas de desastres naturais ou a grupos vulneráveis. Foram selecionados três exemplos, a saber: as casas da Organização não Governamental (ONG) TETO, o Conjunto Habitacional Villa Verde do grupo ELEMENTAL, e o modelo de *Paper Log House* do arquiteto Shigeru Ban.

A ONG TETO é uma iniciativa de origem chilena e que hoje está presente em 19 países, como Argentina, Uruguai, Venezuela, Chile, Costa Rica, Honduras, México e Estados Unidos. No Brasil, o TETO está formalmente estabelecido nos Estados de São Paulo, Rio de Janeiro, Bahia, Paraná e Minas Gerais (O PERCURSO do TETO, [entre 2017 e 2021]).

O TETO trabalha com painéis pré-fabricados em madeira Pinus que são montados no local da obra com o uso de pregos e parafusos, o que pode ser feito com ferramentas simples e dispensando o uso de mão de obra especializada. A construção de uma casa TETO é realizada em dois dias (um final de semana) em esquema de mutirão (NOVELLO, 2018).

As habitações do Conjunto Habitacional Villa Verde, por sua vez, foram desenvolvidas no contexto das ações de resposta ao terremoto e tsunami que atingiram o território chileno no dia 27 de fevereiro de 2010 (o 27F) (BARATTO, 2016). Para essas unidades habitacionais, foi incorporada a ideia da construção incremental com a priorização da entrega inicial das estruturas mais complexas da habitação para que o usuário pudesse, futuramente, realizar melhorias e ampliações em sua habitação (ARAVENA *et al.*, 2013; VIEIRA, 2016).

Já a habitação *Paper Log House* de Shigeru Ban foi primeiramente utilizada em Kobe, no Japão, para abrigar as vítimas de um terremoto ocorrido no ano de 1995. Nos anos seguintes, o modelo de habitação sofreu adaptações para responder às variantes climáticas e culturais e melhor se adequar ao abrigo de vítimas de desastres em outros países (CARBONARI E LIBRELOTTO, 2019).

Ainda a respeito da construção de abrigos para vítimas de desastres, Feres (2014) aponta que, quando se trata de habitações temporárias, a escolha dos materiais de construção precisa levar em consideração, dentre outros, a durabilidade do abrigo, o peso e o tamanho dos materiais.

Para atingir os objetivos do presente trabalho de Iniciação Científica era importante, ainda, a adequação climática do abrigo. Sendo assim, optou-se por utilizar um material com certificação pelo Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-H), que

houvesse sido simulado de acordo com as diretrizes das normas técnicas brasileiras e apresentado resultados satisfatórios. Chegou-se à escolha do produto produzido pela Tecverde, empresa brasileira que fabrica elementos em *light wood frame* provenientes de florestas plantadas e certificadas (TECVERDE, 2016).

As avaliações técnicas realizadas no âmbito do PBQP-H seguem os parâmetros da ABNT NBR 15575 e da Diretriz SINAT nº 005 Rev. 02 – “Sistemas construtivos estruturados em peças de madeira maciça serrada, com fechamentos em chapas delgadas (Sistemas leves tipo *Light Wood Framing*)”. Para os produtos da Tecverde, além do desempenho térmico, eles atenderam aos requisitos de desempenho estrutural, estanqueidade à água, desempenho acústico, durabilidade, manutenibilidade e segurança contra incêndio (PBQP-H, 2020).

Outras vantagens do sistema construtivo em *wood frame* são a leveza do material, a rapidez construtiva, a menor geração de resíduos, a possibilidade de se ampliar de maneira simples e rápida, possibilidade de variedade de acabamentos e um bom desempenho estrutural (TECVERDE, 2016; COMO é um empreendimento Tecverde, [entre 2009 e 2021]).

Ademais, os materiais pré-fabricados permitem a redução de desperdícios durante a produção e a execução, além de permitirem uma maior velocidade e produtividade no canteiro de obras, com menor geração de resíduos e entulhos. Além disso, o trabalho no canteiro de obras quando se utiliza sistemas pré-fabricados permite a redução da quantidade de mão de obra necessária (COMO é um empreendimento Tecverde, [entre 2009 e 2021]).

Em resumo, as habitações Tecverde iniciam a sua construção na indústria e são finalizadas no canteiro de obras. Os quadros estruturais dos painéis de piso e de parede são produzidos em fábrica e montados na obra, após serem transportados em caminhões equipados com guindastes. Os painéis estruturais chegam ao canteiro de obras prontos, incluindo as instalações elétricas e hidráulicas (TECVERDE, 2016).

Por fim, devem ser feitos *in loco* a montagem das paredes e do entrepiso, a fundação, a montagem da estrutura da cobertura – caso não se opte pelo sistema de cobertura industrializado –, a aplicação do forro e da manta de lã de vidro para isolamento térmico da cobertura, instalação do telhado, fixação das portas, arremates e acabamentos internos e externos, e impermeabilização de pisos e paredes (PBQP-H, 2020; TECVERDE, 2016).

3 MÉTODO

Quanto à natureza ou à finalidade da pesquisa, este estudo classifica-se como uma pesquisa aplicada, uma vez que foi desenvolvida com o objetivo de aplicar o conhecimento adquirido em soluções práticas para o problema da habitação temporária para vítimas de desastres naturais, sobretudo no que diz respeito à sua adequação bioclimática. Com efeito, Gil (2008, p. 27) explica que a pesquisa aplicada:

[...] apresenta muitos pontos de contato com a pesquisa pura, pois depende de suas descobertas e se enriquece com o seu desenvolvimento; todavia, tem como característica fundamental o interesse na aplicação, utilização e conseqüências práticas dos conhecimentos. Sua preocupação está menos voltada para o desenvolvimento de teorias de valor universal que para a aplicação imediata numa realidade circunstancial.

Quanto à forma de abordagem do problema, trata-se de uma pesquisa qualitativa que se baseou em estudos sobre as temáticas que foram objeto de pesquisa para o alcance dos objetivos estabelecidos. Assim, buscou descrever e examinar a produção bibliográfica e acadêmica para a compreensão dos fenômenos estudados.

Quanto ao tipo ou nível de pesquisa, foi realizada uma pesquisa exploratória “com o objetivo de proporcionar visão geral, de tipo aproximativo, acerca de determinado fato” (GIL, 2008, p. 27). Com efeito, buscou-se conhecer uma ampla variedade de fatores que envolvem a questão dos desastres naturais e do provimento de abrigos climaticamente adequados às vítimas desses eventos. Portanto, a pesquisa exploratória possibilitou uma visão geral sobre o tema e uma primeira aproximação sobre ele (GIL, 2008).

Por fim, quanto aos procedimentos técnicos ou ao tipo de delineamento, trata-se, em um primeiro momento, de uma pesquisa bibliográfica “desenvolvida a partir de material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigos científicos” (GIL, 2008, p. 50), o que viabilizou o estudo de todas as variáveis pretendidas no âmbito deste trabalho de Iniciação Científica¹.

¹ De acordo com Gil (2008, p. 50): “A principal vantagem da pesquisa bibliográfica reside no fato de permitir ao investigador a cobertura de uma gama de fenômenos muito mais ampla do que aquela que poderia pesquisar diretamente. Esta vantagem se torna particularmente importante quando o problema de pesquisa requer dados muito dispersos pelo espaço”.

Ainda com relação à classificação quanto aos procedimentos técnicos, uma vez que o objetivo geral desta pesquisa é propor modelos habitacionais que possam subsidiar a elaboração de moradias temporárias que se adequem a diferentes contextos bioclimáticos para abrigar vítimas de desastres naturais, considera-se também como uma pesquisa-ação. Isso porque ela busca a resolução de um problema – desenvolvimento de modelos habitacionais – após o desenvolvimento da etapa de pesquisa bibliográfica.

Para o desenvolvimento da pesquisa, o primeiro passo adotado foi o delineamento dos seus objetos de estudo. Para tanto, destacou-se quais seriam as principais perguntas que o estudo deveria responder: O que é uma situação emergencial? Como essa situação pode impactar na moradia das pessoas? Existe a demanda por soluções de moradias para essas vítimas? Qual é a norma que ampara e justifica o papel do Estado nesse cenário? Quais são as exigências normativas brasileiras para o desempenho higrotérmico de habitações? Quais são os critérios para o conforto higrotérmico de habitações nos diferentes climas brasileiros? As soluções de habitação temporária para vítimas de situações emergenciais oferecem conforto higrotérmico ao usuário? É possível desenvolver um modelo que possa subsidiar a elaboração de unidades habitacionais adaptáveis a diferentes climas brasileiros?

Para responder a esses e outros questionamentos que foram se revelando conforme a revisão de literatura se desenvolvia, dividiu-se o estudo em quatro momentos que foram essenciais para fundamentar a elaboração de um modelo de habitação temporária que pudesse ser adaptável a diferentes contextos bioclimáticos no Brasil para aplicação em situações emergenciais – especialmente àquelas que resultam da ocorrência de desastres naturais.

Nesse sentido, a pesquisa bibliográfica foi delineada a partir de quatro temáticas principais, que estruturam os capítulos elaborados para a apresentação dos resultados e discussão deste relatório: noções propedêuticas; atuação do Estado no cenário de desastres naturais; conforto e desempenho higrotérmico de edificações habitacionais; e soluções projetuais. O quinto capítulo traz a etapa de pesquisa-ação, com a proposição de um modelo de soluções habitacionais adequadas aos climas quente e seco, quente e úmido, e frio e úmido.

Antes de se chegar à configuração deste relatório final, contudo, foi preciso desempenhar algumas etapas que foram essenciais para o delineamento da pesquisa, a operacionalização dos conceitos e variáveis, a elaboração dos instrumentos de coleta de

dados, a coleta de dados, a análise e interpretação dos resultados e a redação do relatório (GIL, 2008).

As primeiras consultas às fontes escritas sobre o objeto de estudo buscaram “identificar o estágio em que se encontram os conhecimentos acerca do tema que está sendo investigado” (GIL, 2008, p. 60). Buscou-se inicialmente a base de dados da SciELO e as plataformas da EBSCO e da CAPES, procedendo a buscas por meio da combinação de palavras-chave em operadores booleanos. Os idiomas utilizados para as buscas foram português, inglês e espanhol. Quando os resultados das buscas nessas bases de dados e plataformas foram insuficientes ou insatisfatórios, a solução foi a pesquisa na rede social para pesquisadores científicos *ResearchGate*.

A partir da consulta a periódicos científicos, teses, dissertações e anais de encontros científicos, buscou-se localizar em suas respectivas referências os autores que eram comumente citados. De posse dessas informações e de uma primeira aproximação mais geral com a temática, estruturou-se um sumário comentado para organizar os objetos de estudo e os autores que seriam inicialmente lidos. Ou seja, foi elaborado um plano de trabalho para esquematizar as etapas de pesquisa e permitir a delimitação de quais materiais escritos seriam lidos com prioridade, colocados em espera ou descartados. Essa etapa foi realizada com o auxílio da ferramenta *Evernote*.

Inicialmente, houve a necessidade de afunilar o conceito de “situação emergencial”, de modo que a abordagem passou a se contornar a partir do estudo dos desastres naturais, sua definição, suas principais causas e consequências no território brasileiro. O estudo se encerrou com a pesquisa sobre o provimento de soluções habitacionais para vítimas de desastres naturais. Para a coleta de dados a esse respeito, foram consultadas as plataformas da EBSCO e da CAPES, a base de dados da SciELO, sites governamentais e trabalhos científicos comumente citados nas fontes consultadas.

Em um segundo momento, a intenção era estudar como é a atuação do Estado no cenário de desastres naturais, especialmente no que diz respeito ao provimento de moradias às vítimas que ficaram desabrigadas. Os dados foram coletados da mesma maneira já citada e foram complementados com o levantamento da legislação brasileira e de diretrizes estabelecidas pela Organização das Nações Unidas por meio dos documentos disponibilizados *online*.

Na sequência, para o estudo das exigências brasileiras sobre o desempenho térmico das habitações e sobre a acessibilidade de edificações, foi realizado o levantamento e a obtenção das normas técnicas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). A respeito das habitações temporárias desenvolvidas para vítimas de desastres naturais, verificou-se que a produção acadêmica sobre seu desempenho térmico ainda é tímida. Dessa forma, a solução foi buscar estudos sobre o zoneamento bioclimático brasileiro e sobre as estratégias de condicionamento térmico passivo de habitações de interesse social (HIS).

O levantamento de material foi realizado na base de dados da SciELO, nas plataformas da EBSCO e da CAPES e na rede social para pesquisadores científicos *ResearchGate*. Também se utilizou de livros e de material produzido no âmbito do governo brasileiro com diretrizes para a elaboração de projetos bioclimáticos. Buscou-se artigos científicos que abordassem soluções para diferentes zonas bioclimáticas brasileiras, porém não foi possível abarcar a todas as zonas definidas em norma. A solução foi selecionar exemplares de estratégias aplicáveis a todos os três diferentes climas categorizados no âmbito desta pesquisa de Iniciação Científica (quente e seco, quente e úmido, frio e úmido).

Além das estratégias bioclimáticas aplicadas em HIS, também era necessário conhecer respostas habitacionais para vítimas de desastres naturais. A seleção dos exemplos que seriam estudados foi filtrada com base em modelos citados no material textual consultado a respeito dos desastres naturais. A partir dessa escolha, buscou-se novas fontes que tratassem especialmente sobre essas soluções. Além da busca por artigos nas plataformas e bases de dados já mencionadas, foi feita uma consulta aos sites dos projetos e/ou arquitetos responsáveis pelas soluções projetuais selecionadas.

Por fim, a principal fonte consultada para o estudo do sistema construtivo adotado para o desenvolvimento do modelo habitacional foi o site do Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-H), onde foi realizado um primeiro levantamento a respeito de sistemas construtivos que poderiam ser potencialmente utilizados no âmbito desta pesquisa de Iniciação Científica. O material escolhido foi um resultado das análises e interpretações a respeito da literatura adotada bem como dos resultados obtidos nas avaliações técnicas do PBQP-H.

Após a escolha do fabricante segundo os critérios de possibilidade de ampliação e personalização pelo usuário e os requisitos normativos (ABNT NBR 15575) de desempenho estrutural, estanqueidade à água, desempenho acústico, durabilidade e manutenibilidade,

segurança contra incêndio e, sobretudo, desempenho térmico, a pesquisa se complementou com dados técnicos disponibilizados pela empresa fabricante Tecverde em seu site.

Tendo sido concluída a etapa de identificação e localização das fontes de pesquisa, procedeu-se a uma primeira leitura exploratória do material selecionado (GIL, 2008). Buscou-se filtrar quais materiais literários, normativos e legais seriam de fato pertinentes para alcançar os objetivos delineados e selecionar os textos que receberiam uma segunda leitura, desta vez mais aprofundada (GIL, 2008). Após a leitura seletiva dos textos, normas técnicas e legislação separados por temáticas correlatas no já mencionado sumário comentado, retomou-se a leitura analítica e interpretativa com a elaboração de fichas de leitura (GIL, 2008) realizadas com o auxílio da ferramenta *Evernote*.

Conforme destaca Gil (2008, p. 75), “Os elementos importantes obtidos a partir do material devem ser anotados, pois eles constituem a matéria-prima do trabalho de pesquisa”. Nesse sentido, as fichas de apontamentos foram feitas para cada uma das fontes consultadas, de modo não só a sistematizar as referências por temática, como também facilitando o trabalho posterior de análise e interpretação dos dados e de elaboração deste relatório final.

As fichas de apontamentos foram organizadas contendo: a referência ao tópico e subtópico ao qual aquele texto se referia; os elementos daquele texto necessários à sua inclusão nas referências conforme as regras da ABNT NBR 6023:2018; transcrições fiéis de trechos do texto; resumos e anotações pessoais (GIL, 2008).

Uma vez realizadas as fichas de todos os textos filtrados, passou-se à construção lógica do trabalho, que “consiste na organização das idéias tendo em vista atender os objetivos ou testar as hipóteses de trabalho para que ele possa ser entendido como uma unidade dotada de sentido” (GIL, 2008, p. 77). Nesse momento foram desenvolvidos os gráficos e tabelas apresentados neste relatório final e um primeiro esboço textual, em que se buscou alinhar e/ou confrontar as ideias dos diferentes autores referenciados.

Nesse primeiro momento, o tratamento dos dados obtidos ficou mais limitado a uma abordagem analítica e as observações interpretativas foram destacadas do texto com a criação de um código de cores. Somente após a revisão do primeiro esboço é que foi possível proceder à escrita do texto de rascunho do relatório final. Destaca-se que conforme a análise dos dados era realizada, eram esboçados croquis e diretrizes projetuais para o desenvolvimento do modelo habitacional proposto, que precisava se balizar e se justificar pela revisão de literatura.

De posse do primeiro rascunho, uma nova revisão de texto foi realizada, momento no qual foi possível definir também os primeiros esboços do modelo habitacional e adequá-lo às peculiaridades exigidas pelo sistema construtivo escolhido. Nesse momento, passou-se a utilizar o *software Autodesk® AutoCAD® 2020* para o desenvolvimento em planta e corte do modelo conforme as informações da empresa Tecverde contidas na avaliação pelo PBQP-H (2020).

Na sequência, passou-se à redação do relatório final de pesquisa. Buscou-se alinhar as ideias e organizá-las de modo a criar uma lógica redacional (GIL, 2008). Outrossim, conforme os capítulos referentes ao conforto e desempenho higrotérmico de habitações de interesse social e às soluções projetuais em situações emergenciais eram revisados e redigidos, as soluções necessárias ao modelo habitacional ora proposto eram sistematizadas inicialmente no papel e depois desenhadas com o auxílio do *software Autodesk® AutoCAD® 2020*. As adaptações dos modelos aos diferentes climas seguiram os critérios de área de ventilação e estratégias de condicionamento passivo para o verão e/ou para o inverno.

Neste ponto, destaca-se que no momento da elaboração do projeto de pesquisa se esperava realizar simulações do modelo habitacional por meio do *software Energyplus*, indicado pela norma ABNT NBR 15575-1. Contudo, durante a realização da pesquisa, no dia 30 de março de 2021, essa norma sofreu uma revisão em sua metodologia de simulação que trouxe uma maior complexidade para o procedimento. Diante da indisponibilidade de tempo hábil no cronograma para o aprendizado e aplicação dessa nova metodologia, a solução adotada foi projetar os modelos habitacionais com um sistema construtivo que já houvesse sido avaliado conforme as normas brasileiras.

Também foi necessário adaptar o projeto de pesquisa no que diz respeito à intenção de aplicar questionários ou realizar entrevistas com vítimas de desastres e/ou profissionais que atuam com tais situações. Ocorre que, com as dificuldades enfrentadas com o avanço e duração da pandemia de Covid-19, considerou-se que seria inapropriada a abordagem virtual desses grupos em situação de vulnerabilidade.

Isso justamente porque a sensibilidade do assunto exigira uma aproximação com as comunidades afetadas, o que foi inviável diante da necessidade de se manter o isolamento social. A solução buscada foi a ampliação da revisão de literatura para que, a partir de referências secundárias, houvesse uma melhor compreensão o tema. De toda forma, os questionários produzidos constam nos Anexos A e B.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 NOÇÕES PROPEDÊUTICAS

4.1.1 Desastres naturais no Brasil: quais são as suas principais causas e consequências?

A compreensão acerca do conceito de desastre natural perpassa alguns elementos como a vulnerabilidade socioambiental e os fenômenos da natureza. Assim, o estudo sobre os desastres naturais, suas causas e suas consequências envolve o conhecimento de questões naturais e urbanas, que é o que se pretende à título de noções propedêuticas para a presente pesquisa.

Inicialmente, destaca-se que o desastre pode ser considerado como um fenômeno socioambiental, uma vez que para a sua caracterização são consideradas as perdas da população ou a sua capacidade de reagir a um acontecimento, e não somente a ocorrência de um fenômeno natural (MARCHEZINI E FORINI, 2019). A título exemplificativo, Marchezini e Forini (2019) afirmam que a ocorrência de chuvas intensas seria considerada como um fenômeno natural, ao passo que o desastre estaria configurado a partir das consequências negativas decorrentes daquele fenômeno natural.

Portanto, pode-se afirmar que um fenômeno natural pode ser considerado como uma ameaça ou risco capaz de se transformar em um desastre natural de acordo com as características de vulnerabilidade da população, bem como a depender da capacidade dessas pessoas de se recuperarem, por conta própria ou não, das consequências oriundas do evento natural causador de danos.

É dizer que as consequências de um desastre natural decorrem de uma associação entre as interferências humanas e os fenômenos da natureza. A *Economic Commission for Latin America and the Caribbean* (2003) destaca que os países em desenvolvimento vêm sofrendo com mais força os efeitos negativos decorrentes dos desastres naturais, sendo que os grupos vulneráveis estão ainda mais sujeitos a essas consequências.

Nascimento Júnior (2018) aponta que o clima urbano passou a ser estudado não só do ponto de vista natural como também sob uma ótica que contempla questões urbanas, ressaltando que o clima urbano tem o condão de destacar problemas sociais. A partir do estudo sobre o desenvolvimento da cidade de Santos/SP, o autor conclui que nessa cidade o clima urbano é resultado de uma seletividade dos perigos naturais em virtude da distribuição da população no território (NASCIMENTO JÚNIOR, 2018).

Nesse sentido, a vulnerabilidade da população de acordo com o seu nível de exposição a desastres naturais seria um dos fatores que contribui para a caracterização do clima urbano a partir do risco climático. Portanto, Nascimento Júnior (2018) embasa seu estudo em teorias que defendem a compreensão do clima urbano a partir da análise simultânea de elementos naturais e antrópicos.

A partir da intrínseca relação entre elementos naturais e sociais para o estudo do clima, o autor explica o conceito de “derivação ambiental”, segundo o qual a compreensão do clima passa pelo estudo dinâmico entre as variáveis naturais e a construção social das cidades (NASCIMENTO JÚNIOR, 2018).

Com efeito, o entendimento do clima urbano-derivação parte do entendimento de que os elementos naturais e sociais precisam ser estudados em conjunto e que a compreensão dos processos climáticos depende das características naturais do sítio – sua formação natural – e ainda da forma como a sociedade se apropriou dele – sua transformação social (NASCIMENTO JÚNIOR, 2018).

O processo de urbanização, continua Nascimento Júnior (2018), modifica as condições naturais do clima a partir de interferências urbanas aplicadas na cidade a partir da implantação de planos urbanos, os quais definem a malha das cidades, a alteração da topografia natural, a implantação de edificações, a transformação de áreas verdes e de massas de água, dentre outros. Esses são alguns dos elementos que, segundo Nascimento Júnior (2018), determinam a forma das cidades. Em adição a eles, o autor aponta que é essencial compreender a cidade a partir do conteúdo do espaço urbano. Nesse sentido, destaca que:

Por isso, entender o clima urbano nas condições hodiernas passa necessariamente por questões que dimensionem que as repercussões e os impactos dos fenômenos atmosféricos se dão em um espaço geográfico produzido de forma desigual, construído segundo as intencionalidades dos agentes sociais, em diversos níveis de vulnerabilidade e exposição aos perigos naturais (NASCIMENTO JÚNIOR, 2018, p. 10).

Sendo assim, o clima urbano passa a ser compreendido também a partir da realização socioespacial decorrente do processo de urbanização. Fatores como os processos de segregação, exclusão e vulnerabilização da população dentro da cidade, bem como a desigualdade de acesso a direitos como a moradia, justiça social, qualidade de vida,

infraestrutura urbana, serviços públicos e o próprio direito à cidade são determinantes para a compreensão do clima nas cidades. Nascimento Júnior (2018, p. 12-13) explica que:

Com essa estratégia o clima urbano se fundamenta como uma construção histórica e social, pois evidencia as formas-conteúdos da cidade enquanto medida da destinação de espaços de habitação e moradia (por exemplo) em áreas ambientalmente frágeis e naturalmente suscetíveis ou expostas à perigos naturais diversos.

A caracterização da população residente e de suas habitações é extremamente importante neste tipo de análise, pois tende evidenciar como os processos climáticos estão apropriados, foram desenvolvidos nos lugares, e que hoje oferecem diferentes níveis de vulnerabilidade social e exposição na cidade. Em outras palavras, se é possível identificar as experiências históricas, as formas de intervenção para controle de perigos, os conteúdos da percepção ambiental dos riscos, das formas de proteção e segurança, é também aceitável definir quem está exposto, suscetível, vulnerável ou em risco frente a quaisquer processos climáticos.

A partir desses elementos, o autor pontua que a análise do clima urbano também deve incluir a compreensão do risco climático, que envolve a análise de três conceitos: perigosidade, susceptibilidade e vulnerabilização (NASCIMENTO JÚNIOR, 2018).

A perigosidade é o elemento que permite a previsão e o diagnóstico de ocorrência de fenômenos naturais e de seus impactos. Está relacionada, portanto, com a compreensão acerca do perigo natural, sua distribuição no território e previsão de seus efeitos em determinado contexto (NASCIMENTO JÚNIOR, 2018).

Ainda de acordo com Nascimento Júnior (2018), a susceptibilidade diz respeito à exposição de um espaço a um evento natural perigoso, estando relacionada à gestão dos riscos e à construção da resiliência. Ou seja, dizer que uma área está suscetível a um evento natural significa a sua propensão a ser afetada pelos efeitos decorrentes desse fenômeno.

Por fim, a vulnerabilização de um grupo humano pode ser vista como o resultado de um processo de relativização da suscetibilidade e do perigo natural aos quais estão expostas uma área do território urbano e a população ali instalada. É a componente humana do estudo do risco climático, que destaca as diferenciações socioespaciais decorrentes da ocupação urbana, mais precisamente da ocupação irregular de áreas que estão, por natureza, suscetíveis a eventos naturais extremos. A situação se agrava quando essas ocupações não são suficientemente servidas de infraestrutura pública, como por exemplo sistemas de drenagem e saneamento (NASCIMENTO JÚNIOR, 2018).

Anders (2007) aponta que é a situação de vulnerabilidade que faz com que um fenômeno natural se torne um desastre. Devido à importância do elemento da vulnerabilidade para a compreensão dos desastres naturais, seu conceito será mais bem elucidado no item seguinte, referente à “Vulnerabilidade socioambiental” (4.1.2).

Retomando a conceituação do termo “desastres”, verifica-se que ela pode ser extraída, ainda, do ordenamento jurídico brasileiro. Nesse sentido, a Instrução Normativa nº 01, de 24 de agosto de 2012, define desastre como:

resultado de eventos adversos, naturais ou provocados pelo homem sobre um cenário vulnerável, causando grave perturbação ao funcionamento de uma comunidade ou sociedade envolvendo extensivas perdas e danos humanos, materiais, econômicos ou ambientais, que excede a sua capacidade de lidar com o problema usando meios próprios (BRASIL, 2012a, art. 1º, I).

Nota-se, pois, que a definição contida na referida Instrução Normativa conceitua o desastre a partir dos efeitos resultantes de um evento natural ou antrópico, destacando a vulnerabilidade como um elemento central nesse cenário. A capacidade da sociedade de responder aos danos oriundos também integra esse conceito de desastre.

A Instrução Normativa nº 01, de 24 de agosto de 2012, também instituiu a classificação de desastres atualmente adotada no Brasil. Trata-se da Classificação e Codificação Brasileira de Desastres (Cobrade)², que tem como base a classificação utilizada pelo Banco de Dados Internacional de Desastres (EM-DAT), desenvolvido pelo Centro para Pesquisa sobre Epidemiologia de Desastres (CRED).

A Cobrade divide os desastres em duas categorias: desastres naturais e desastres tecnológicos. Dentro de cada uma dessas categorias, tem-se uma classificação estruturada em grupos, subgrupos, tipos e subtipos de desastres³. Para os fins da presente pesquisa, os mais

² De acordo com Freitas (2014, p. 183-184): “A classificação de desastres é muito importante por diversas questões. Do ponto de vista jurídico, as situações de emergência e estado de calamidade pública só podem ser decretadas em decorrência de um desastre, devidamente identificado e classificado segundo a Cobrade. Além disso, é necessário aprimorar os mecanismos de registro desses eventos no contexto histórico do país. Tal como internacionalmente, a codificação permite a construção de um banco de dados nacional, que poderá ser utilizado para estudos e pesquisas, e análise sobre a ocorrência de desastres no território nacional, possibilitando inclusive a elaboração e o planejamento de medidas preventivas e preparatórias para o enfrentamento desses fenômenos”.

³ A tabela com a Classificação e Codificação Brasileira de Desastres (Cobrade) pode ser consultada no sítio eletrônico do Ministério do Desenvolvimento Regional. Disponível em: https://www.gov.br/mdr/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/protecao-e-defesa-civil-sedec/DOCU_cobrade2.pdf. Acesso em: 18 mai. 2021.

importantes são os desastres naturais dos grupos geológico e hidrológico, grandes responsáveis por deixar desabrigados e desalojados no Brasil.

Dentro do grupo dos desastres naturais geológicos, destacam-se os subgrupos de movimento de massa e erosão. O movimento de massa pode ser de quatro tipos: quedas, tombamentos e rolamentos; deslizamentos; corridas de massa; e subsidências e colapsos. Já a erosão poderá ser costeira/marítima, de margem fluvial ou continental. Já nos desastres naturais hidrológicos tem-se como subgrupos as inundações, enxurradas e alagamentos.

Os desastres naturais meteorológicos e climatológicos também afetam o território brasileiro. No primeiro grupo estão os subgrupos de sistema de grande escala/escala regional, tempestades e temperaturas extremas. Já no grupo dos desastres relacionados ao clima estão a estiagem, a seca, o incêndio florestal e a baixa umidade do ar.

Com relação aos efeitos dos desastres naturais, eles podem ser danos diretos, danos indiretos e efeitos macroeconômicos (ECONOMIC COMMISSION FOR LATIN AMERICA AND THE CARIBBEAN, 2003). Os danos diretos são aqueles que ocorrem imediatamente após o momento da ocorrência do desastre. Os danos indiretos são aqueles sofridos na produção de bens e serviços após o evento danoso, bem como prejuízos intangíveis – como os sentimentos de sofrimento e insegurança desenvolvidos em decorrência do episódio de desastre.

Já os efeitos macroeconômicos são aqueles sofridos na performance econômica do país afetado, que podem se manifestar no setor produtivo interno, de importações, da qualidade de vida da população afetada, de turismo e da própria imagem do país perante o mundo. Os efeitos indiretos e macroeconômicos, a depender da escala do desastre, podem perdurar por até cinco anos (ECONOMIC COMMISSION FOR LATIN AMERICA AND THE CARIBBEAN, 2003).

Os danos às residências são considerados como efeitos diretos dos desastres naturais, e o objetivo do presente trabalho reside na proposição de soluções para esse tipo de efeito⁴. Nesse sentido, é importante levar em consideração algumas ponderações feitas pela *Economic Commission for Latin America and the Caribbean* (2003, p. 34):

The most widely recognized effect on disaster victims is the deterioration in living standards. The physical environment is degraded, as are networks of social interaction whether they be on-the-job contact, communications systems, culture,

⁴ Para um estudo mais aprofundado sobre os procedimentos para a qualificação e quantificação dos danos causados em habitações, conferir *Economic Commission for Latin America and the Caribbean* (2003, p. 61-77).

and recreational activities; people begin to feel insecure and lose confidence in their way of life; access to education, health, and food is made more difficult; and the loss of homes and belongings reduces normal living standards.

No cenário brasileiro, o Sistema Integrado de Informações sobre Desastres (S2ID) divide os impactos provocados por desastres naturais em quatro categorias de danos, quais sejam os danos humanos, danos materiais, prejuízos econômicos públicos e prejuízos econômicos privados (CENTRO NACIONAL DE MONITORAMENTO E ALERTAS DE DESASTRES NATURAIS, 2020a).

Os danos humanos são subdivididos em mortos, feridos, enfermos, desabrigados, desalojados, desaparecidos e outros afetados. As subcategorias de danos materiais, por sua vez, são: unidades habitacionais, instalações públicas de saúde, instalações públicas de ensino, instalações públicas prestadoras de outros serviços, instalações públicas de uso comunitário e obras de infraestrutura pública (CENTRO NACIONAL DE MONITORAMENTO E ALERTAS DE DESASTRES NATURAIS, 2020a).

Ainda de acordo com o Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (2020a), os prejuízos econômicos públicos podem ser: assistência médica, saúde pública e atendimento de emergências médicas; abastecimento de água potável; esgoto de águas pluviais e sistema de esgotos sanitários; sistema de limpeza urbana e de recolhimento e destinação do lixo; sistema de desinfestação/desinfecção do habitat/controlado de pragas; geração e distribuição de energia elétrica; telecomunicações; transporte locais, regionais e de longo curso; distribuição de combustíveis, especialmente os de uso doméstico; segurança pública; ensino.

Os prejuízos econômicos privados podem ocorrer nos setores de agricultura, pecuária, indústria, comércio e serviços. Com efeito, os desastres naturais também provocam consequências nas safras e colheitas dos locais afetados, a morte de animais criados para o abate e para a produção de outros produtos de origem animal, destroem pastos e comprometem a qualidade e a segurança do solo. O setor comercial é afetado com perda de estoques, equipamentos, dinheiro em espécie etc. (CENTRO NACIONAL DE MONITORAMENTO E ALERTAS DE DESASTRES NATURAIS, 2020a).

Também se verifica a ocorrência de impactos ambientais como a poluição e contaminação da água e do ar, os impactos na saúde das pessoas pelo risco de contaminação e o desenvolvimento de doenças infectocontagiosas após o contato prolongado com águas

contaminadas (CENTRO NACIONAL DE MONITORAMENTO E ALERTAS DE DESASTRES NATURAIS, 2020b).

Um breve panorama sobre a ocorrência de desastres naturais e suas consequências no território brasileiro será apresentado posteriormente, no item referente aos “Desastres naturais por região brasileira” (4.1.3). Antes de se passar ao estudo dos desastres no contexto nacional, é importante compreender o conceito de vulnerabilidade socioambiental e o seu impacto na caracterização dos desastres naturais.

4.1.2 Vulnerabilidade socioambiental

Conforme exposto anteriormente, a vulnerabilidade é um fator determinante para a configuração de um desastre natural. A esse respeito, Bertone e Marinho (2013, p. 4) afirmam que “No Brasil, a ocorrência e a intensidade dos desastres naturais dependem mais do grau de vulnerabilidade das comunidades afetadas do que da magnitude dos eventos adversos”.

Da mesma forma, Sampaio e Oliveira (2019) destacam que atualmente a compreensão dos desastres naturais tem como ponto de partida a vulnerabilidade da população diante da ocorrência de eventos naturais. Essa mudança de paradigma no entendimento dos desastres naturais, de acordo com os autores, teria ocorrido com os iluministas Voltaire e Rousseau, quando perceberam que a ocorrência de um desastre estava relacionada não só com a ameaça provocada por um evento – ou seja, um potencial efeito traumático –, como também pela capacidade das pessoas de enfrentarem esses efeitos e protegerem sua integridade física e patrimonial⁵.

Diferentemente de Sampaio e Oliveira, Almeida (2012) indica que a abordagem dos desastres a partir da caracterização sociocultural das pessoas atingidas ocorreu em meados dos anos 1980, quando teria surgido o conceito de vulnerabilidade. Nas palavras do autor:

⁵ Sampaio e Oliveira (2019, p. 169-170) explicam que: “Historicamente, os desastres eram sinalizados pelo risco vinculado ao quesito da ameaça (potenciais efeitos traumáticos do evento), mas, os iluministas Voltaire e Rousseau, a partir do episódio sísmico de 1755 em Lisboa, fomentaram a migração das atenções para a vulnerabilidade das comunidades frente aos desastres (baixo nível de capacidade de enfrentamento e superação aos efeitos traumáticos do evento). [...] Na ocasião dessa tragédia, a configuração conceitual do risco de desastre, que continha o quesito da “ameaça” como cerne (atribuída ao potencial ofensivo do hipotético evento — com ênfase em ações reativas), migrou para a “vulnerabilidade” (das pessoas e do patrimônio, ou seja, a falta capacidade de resposta e proteção — destacando as ações preventivas mitigadoras)”.

O crescimento das desigualdades sociais, da pobreza, da segregação socioespacial advinda com o trinômio capitalismo-industrialização-urbanização, em correlação com a consequente degradação do ambiente nas suas diversas facetas, fez surgir em meados dos anos 1980 uma abordagem teórico-metodológica que procurou enfatizar os desastres (naturais ou tecnológicos) do ponto de vista não apenas de seus fatores físicos desencadeantes, mas com base no prisma das populações atingidas” (ALMEIDA, 2012, p. 28).

Assim como não existe consenso sobre o início da abordagem dos desastres naturais sob a ótica da vulnerabilidade, não existe um único conceito para definir esse termo⁶. Maior e Cândido (2014) desenvolveram um estudo para identificar e comparar as principais metodologias de avaliação da vulnerabilidade socioambiental propostas por pesquisadores latino-americanos.

Dentre as condicionantes citadas pelos autores, percebe-se a recorrência das menções aos processos de expansão urbana, à ocupação de áreas ambientalmente sensíveis por grupos sociais excluídos e à carência de acesso a infraestrutura e a serviços públicos. Esses elementos marcariam a suscetibilidade de uma população para sofrer consequências decorrentes de um desastre. Além disso, nota-se a relação entre a vulnerabilidade e a capacidade de resposta e recuperação das famílias após a ocorrência do evento danoso (MAIOR E CÂNDIDO, 2014).

Almeida (2012) relaciona fatores socioeconômicos e ambientais para estudar a questão da vulnerabilidade da população exposta a fenômenos naturais, mais especificamente ao risco de inundações da bacia do rio Maranguapinho, na Região Metropolitana de Fortaleza/CE⁷. De acordo com o autor, as áreas ambientalmente propícias aos desastres naturais foram ocupadas pela população com baixos indicadores sociais e

⁶ De acordo com Almeida (2012, p. 32), “A falta de consenso na definição do conceito de vulnerabilidade advém tanto da dificuldade em se apreender a multidimensionalidade da realidade analisada quanto da diversidade de orientações epistemológicas (Ecologia Política, Ecologia Humana, Ciências Físicas, Análise Espacial, etc.) e, conseqüentemente, das práticas metodológicas (ou seja, da operacionalização do conceito)”. Para um estudo aprofundado sobre definições que são encontradas na doutrina para o termo “vulnerabilidade”, conferir Maior e Cândido (2014) e Almeida (2012).

⁷ Almeida (2012) desenvolve um estudo que abrange desde a organização da malha urbana da cidade de Fortaleza/CE, que se deu sem levar em consideração o relevo natural do terreno, passando pelo desenvolvimento industrial da região, que impulsionou ondas migratórias desordenadas e a consolidação de favelas e loteamentos clandestinos em áreas de risco, e chegando aos dias atuais como uma das capitais mais excludentes do país. Segundo o autor: “Às classes sociais mais empobrecidas e incapazes da aquisição de uma parcela da cidade formal sobram os vazios urbanos, normalmente áreas de risco e de forte vulnerabilidade ambiental (margens de rios e lagoas, dunas, morros), justamente as áreas mais susceptíveis aos perigos ambientais – enchentes, desabamentos, poluição. A isso se somam as delicadas circunstâncias sociais (desemprego/ subemprego, alimentação) e de infraestrutura (abastecimento d’água, tratamento de esgoto, coleta de lixo), e das dificuldades de acesso aos serviços urbanos básicos” (ALMEIDA, 2012, p. 67).

econômicos e com precário acesso à infraestrutura urbana, caracterizando o cenário da vulnerabilidade socioambiental⁸.

Diante da caracterização da população residente nas proximidades da bacia do rio Maranguapinho e do estudo sobre a configuração do fenômeno natural da inundação naquela região, Almeida (2012) buscou mensurar e classificar índices de vulnerabilidade socioambiental. Para tanto, o conceito de vulnerabilidade socioambiental segundo Almeida (2012, p. 137) partiu da combinação entre dois fatores, quais sejam a vulnerabilidade físico-espacial e a vulnerabilidade social:

Para efeito de viabilidade operacional do conceito de vulnerabilidade, dadas as suas complexidade e multidimensionalidade, [...] propôs-se limitar a análise aos elementos de exposição ao perigo de inundações (Vulnerabilidade Físicoespacial às Inundações), dada a relevância desse fenômeno quanto à sua magnitude e frequência na área estudada, e a susceptibilidade (condicionantes socioespaciais) aos perigos naturais (vulnerabilidade social), em função das perversas condições de desigualdade socioespacial.

Nota-se, pois, que os parâmetros utilizados por Almeida (2012) para conceituar e mensurar a vulnerabilidade da população de análise foram a capacidade de resposta e suscetibilidade da população a desastres naturais (vulnerabilidade social) e a exposição física de um assentamento aos perigos naturais (vulnerabilidade físico-espacial)⁹.

Por sua vez, a *Economic Commission for Latin America and the Caribbean* (2003) utiliza o termo “vulnerabilidade” no sentido da predisposição de um sistema de sofrer mudanças significativas perante sua interação com processos que podem ser internos ou externos a esse sistema. Nesse sentido, a vulnerabilidade poderia ser aplicada a qualquer sistema que interaja com o ambiente, e não necessariamente aos sistemas sociais.

⁸ O autor indica que sua pesquisa “parte da hipótese seguinte: há fortes tendências de coincidência entre os espaços susceptíveis a processos naturais perigosos, como é o caso das inundações – processo natural atrelado à dinâmica dos rios e de suas bacias hidrográficas – e os espaços da cidade que apresentam os piores indicadores sociais, econômicos e de acesso a serviços e infraestrutura urbana” (ALMEIDA, 2012, p. 14).

Após o desenvolvimento do trabalho, Almeida (2012, p. 200) pôde concluir que “o resultado final desta pesquisa, o Mapa de Vulnerabilidade Socioambiental da bacia hidrográfica do rio Maranguapinho, confirma a hipótese principal deste livro, ao demonstrar a coincidência entre os espaços de maior exposição aos riscos de inundação e os espaços que detêm os mais altos indicadores de vulnerabilidade social”.

⁹ Almeida (2012) realiza um estudo profundo sobre os critérios de avaliação da vulnerabilidade social e da vulnerabilidade físico espacial às inundações. A partir da mensuração dos fatores característicos de cada uma dessas vertentes de vulnerabilidade e do cruzamento entre esses dados, o autor chega à hierarquização das vulnerabilidades socioambientais. O estudo pode ser conferido em: ALMEIDA, 2012, p. 138-195.

Ainda de acordo com a *Economic Commission for Latin America and the Caribbean* (2003), a vulnerabilidade social, embora possa estar ligada à pobreza, não se confunde com ela. A vulnerabilidade estaria relacionada com a predisposição de um sistema sofrer transformações profundas perante o acontecimento de um fenômeno e com a capacidade desse sistema de responder a esse fenômeno, resistindo a ele ou se ajustando para transformar as consequências negativas em oportunidades de melhorar e evoluir.

Por outro lado, no contexto brasileiro, Feres (2014) identifica na pobreza uma das principais causas da situação de vulnerabilidade a desastres naturais. Embora não se possa dizer que a pobreza e a vulnerabilidade se confundem, é possível afirmar que a pobreza é uma importante condicionante da vulnerabilidade. Segundo a autora:

[...] a pobreza é a variável mais relevante que explica a vulnerabilidade das áreas de risco nas cidades brasileiras quando do contexto das chuvas. [...] Nesse sentido, os assentamentos precários, que configuram característica ao longo de todo o território, inseridos em sua maioria em áreas geomorfologicamente sensíveis, condicionam então a vulnerabilidade intrínseca aos fenômenos naturais típicos no país. Deslizamentos nos morros ocupados, enchentes em áreas marginais, áreas de vale e/ou áreas com impermeabilização intensa são os fenômenos, somados a estiagens e secas, que mais produzem desastres e o maior número de vítimas do território nesse contexto urbanístico (FERES, 2014, p. 29).

Anders (2007) explica que a vulnerabilidade de uma população está relacionada a aspectos físicos, socioeconômicos e políticos. Os aspectos físicos seriam aqueles relacionados com o terreno onde estão assentadas as pessoas – geralmente em áreas de risco hidrológico e geográfico – e com a qualidade construtiva da habitação – com materiais inadequados e pouco resistentes.

Já os aspectos socioeconômicos e políticos estariam ligados às condições de vida da população, como o acesso a postos de emprego, renda, serviços de saúde, educação, recreação, e aos problemas de desigualdade social, distribuição de renda e de infraestrutura e serviços públicos (ANDERS, 2007).

Alguns desses critérios apontados por Anders (2007) se somaram a fatores como a idade da população para caracterizar a população brasileira exposta e vulnerável a desastres naturais em uma pesquisa realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE)

em parceria com o Centro Nacional de Monitoramento e Alerta de Desastres Naturais (Cemaden)¹⁰.

Naquele estudo, a caracterização da população exposta a risco de desastre foi considerada a partir de algumas características, dentre elas: as faixas etárias mais vulneráveis a desastres; o acesso à rede de abastecimento de água; o acesso à rede de esgotamento sanitário; e o acesso a coleta de lixo (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2018).

No que diz respeito às faixas etárias, os grupos mais vulneráveis aos desastres naturais foram considerados as crianças e os idosos¹¹. Dentre os 872 municípios mapeados naquela pesquisa, 17,8% da população em áreas de risco era composta pelo grupo etário mais vulnerável, dos quais 9,22% eram de crianças menores de 5 anos de idade e 8,59% de idosos acima de 60 anos de idade (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2018).

O acesso à rede de abastecimento de água por rede geral e fossa séptica também determinou a vulnerabilidade da população em áreas de risco¹². Dentre os municípios monitorados, 6,54% dos moradores de áreas de risco não eram abastecidos de água por rede geral e fossa séptica. A população da Região Norte do país chamou atenção com 26,35% das pessoas em áreas de risco na região sem acesso a esse serviço (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2018).

Com relação ao acesso à rede de esgotamento sanitário, 26,14% da população monitorada não era atendida por esse serviço¹³. A população em risco da Região Norte do país

¹⁰ Trata-se da pesquisa intitulada “População em áreas de risco no Brasil” (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2018).

¹¹ De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2018, p. 52), “Entre as diferentes faixas etárias, crianças e idosos são consideradas como aquelas mais vulneráveis a desastres, por necessitarem de cuidados especiais, em razão da maior dependência para locomoção autônoma e menor capacidade de resistir a possíveis ferimentos (WISNER *et al.*, 2003). Além disso, esses grupos etários tendem a permanecer mais tempo em seus domicílios e, assim, podem estar mais expostos ao risco de desastres”.

¹² Com relação à vulnerabilidade provocada pelo (não) acesso ao abastecimento de água, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2018, p. 54) explica que: “[...] o acesso ao abastecimento de água sem rede geral, pode propiciar o aumento da saturação do terreno, especialmente em caso de acesso informal, o que pode levar à consequente maior potencialização de movimentos de massa. A identificação das formas de abastecimento também pode auxiliar na caracterização do entorno das áreas onde estão localizados esses domicílios, bem como indicar situações especiais de precariedade e maior exposição ao risco”.

¹³ O acesso à rede de esgoto, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2018, p. 55): “Além de revelar a precariedade das condições dos domicílios, esse indicador pode ajudar a compreender melhor as intervenções antrópicas que favorecem à ocorrência de movimentos de massa e, por sua vez, aumentam a exposição da população ao risco de desastres. O esgotamento sanitário inadequado e a presença de fossas rudimentares em áreas de riscos foram identificados como condicionantes antrópicas que favorecem a ocorrência de deslizamentos. Além de acelerar a erosão do talude, e saturar o solo e aumentar a possibilidade

novamente protagonizou o cenário de vulnerabilidade, com 70,75% dos moradores sem esgotamento sanitário via rede geral de esgoto ou pluvial (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2018).

Por fim, o destino do lixo ressaltou novamente a vulnerabilidade da população da Região Norte que vive em áreas de risco de desastres, com um percentual de 14,14% dos moradores sem acesso à coleta de lixo. No Brasil, 4,11% da população em áreas de risco não era atendida pela coleta de lixo (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2018)¹⁴.

De acordo com o Centro Nacional de Monitoramento e Alerta de Desastres Naturais ([entre 2011 e 2021]), o quadro de vulnerabilidade no Brasil é marcado pela urbanização desordenada sem a correspondente elaboração de políticas de desenvolvimento urbano. Com isso, inúmeras famílias com menor poder aquisitivo se instalaram em áreas urbanas de risco potencial a desastres naturais ou de preservação ambiental.

Ocorre que geralmente esses terrenos menos valorizados estão localizados em áreas com altas declividades ou nas margens de rios, o que agrava o cenário da vulnerabilidade e da exposição a movimentos de massa, inundações, enxurradas e enchentes. Nesse sentido, é o que explica o Centro Nacional de Monitoramento e Alerta de Desastres Naturais (2019, p. 40-41):

[...] observa-se a necessidade de dar atenção aos eventos com ocorrência de pequeno porte, que na maior parte das vezes não estão relacionados a condições climáticas, alerta e monitoramento, mas sim a condições sociais da população em áreas de risco, como moradias precárias, em péssimas condições sanitárias e de construção, ocupando encostas de morros e leitos de rios de forma irregular; sendo assim, os eventos de pequeno porte estão muito mais associados a questões estruturais e sociais do que a condições meteorológicas/ desastres naturais.

Nota-se, pois, que as ações de planejamento urbano e manutenção de sistemas de drenagem, por exemplo, se adotadas tempestivamente, teriam o potencial de evitar uma parcela considerável dos eventos de pequeno porte, que são aqueles que embora não levem à declaração ou reconhecimento de situação de emergência e não deixem um grande número

de deslizamentos (ALHEIROS *et al.*, 2003; ARMESTO, 2012; CARVALHO *et al.*, 2007; MIRANDOLA e MACEDO, 2014)".

¹⁴ Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2018, p. 57), "Em situações específicas, onde não há coleta de lixo o descarte inadequado pode favorecer a sua concentração de fluxos nas encostas, aumentando o risco de deslizamentos, além de entupir os bueiros, o que impede o escoamento das águas, intensificando os processos de inundações e alagamentos".

de pessoas afetadas, ressaltam a vulnerabilidade da população atingida (CENTRO NACIONAL DE MONITORAMENTO E ALERTAS DE DESASTRES NATURAIS, 2019).

A carência de acesso a tais ações, conforme se observou, reforça a condição de vulnerabilidade e determina a probabilidade de uma comunidade vir a sofrer as consequências de um desastre natural. Nesse sentido é importante mencionar que, de acordo com a *Economic Commission for Latin America and the Caribbean* (2003, p. 35), “*Few events reveal societal inequalities better than the destruction caused by a disaster, especially in developing countries*”.

Portanto, pode-se concluir que os desastres naturais são eventos que decorrem da vulnerabilidade socioambiental da população e, ao mesmo tempo, evidenciam as desigualdades socioeconômicas. A seguir serão estudados os desastres naturais em sua distribuição ao longo do território brasileiro.

4.1.3 Desastres naturais por região brasileira

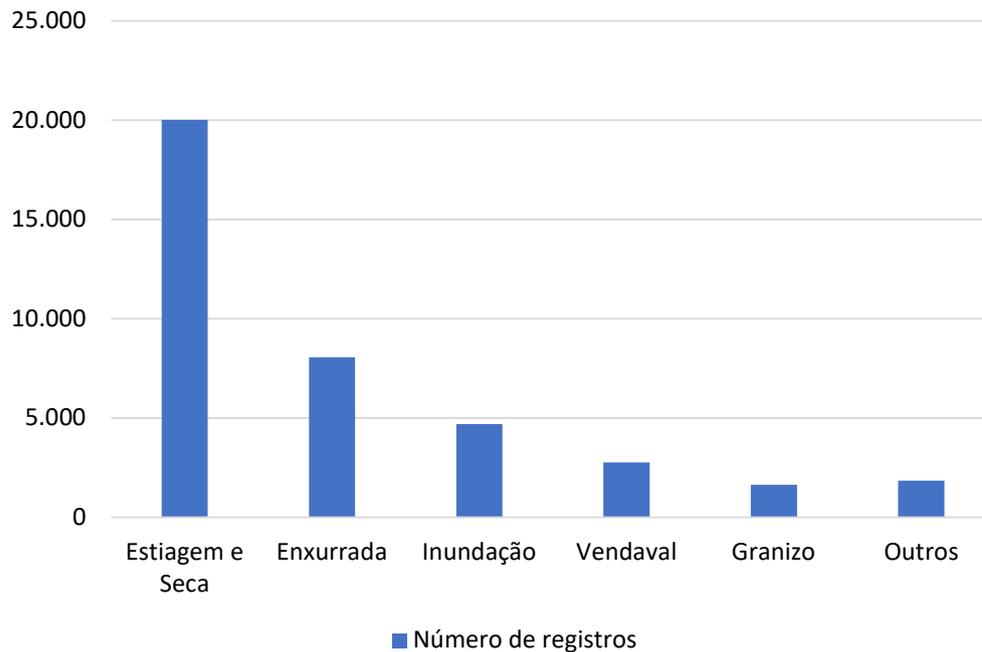
Todas as regiões brasileiras, em maior ou menor grau, são afetadas por desastres naturais. Para que as políticas nacionais de redução de risco de desastres sejam mais efetivas, é necessário que se compreenda, além dos indicadores de vulnerabilidade da população, a distribuição dos fenômenos climáticos no território.

Partindo desse princípio, a Secretaria Nacional de Defesa Civil (SEDEC), em parceria com a Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), desenvolveram o Atlas Brasileiro de Desastres Naturais, em que caracterizaram o cenário nacional de desastres entre os anos de 1991 e 2012 (UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA, 2013).

O Atlas Brasileiro de Desastres Naturais: 1991 a 2012, com base na Classificação e Codificação Brasileira de Desastres (Cobrade), reúne os registros de ocorrência de desastres naturais e riscos de desastres relacionados a estiagem e seca; inundação brusca e alagamento; inundação gradual; vendaval e/ou ciclone; tornado; granizo; geada; incêndio florestal; movimento de massa; erosão fluvial; erosão linear; e erosão marinha (UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA, 2013).

O Gráfico 1 traz um resumo do total de registros de desastres naturais no Brasil durante esse período:

Gráfico 1: Número total de registros dos desastres naturais mais recorrentes no Brasil, no período de 1991 a 2012.



Fonte: Adaptado de Universidade Federal de Santa Catarina (2013).

A partir do Gráfico 1, verifica-se que o desastre natural mais registrado no território brasileiro foi a estiagem e a seca, respondendo mais da metade (51,35%) da quantidade de desastres naturais ocorridos entre os anos de 1991 e 2012. Na sequência estavam a enxurrada (20,67%) e a inundação (12,04%) (UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA, 2013).

Pode-se perceber, portanto, que os desastres que mais afetaram o território brasileiro entre 1991 e 2012 estavam relacionados, primordialmente, ao excesso e à falta de água: por um lado, tem-se as inundações, enxurradas e alagamentos e por outro lado tem-se as estiagens e secas.

Com relação às inundações, verifica-se que as intervenções humanas na dinâmica fluvial dos rios urbanos agravam a ocorrência dos desastres naturais, sendo que quanto maior for a ocupação e a expansão desordenada dos centros urbanos, maior será o número de habitantes atingidos por inundações (UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA, 2013).

Os processos de urbanização também contribuem para a ocorrência de alagamentos, o que se verifica tanto pela ineficiência do sistema de drenagem urbana nas cidades de médio porte, quanto pela redução do solo permeável e pelo aumento do pico de escoamento superficial de águas pluviais resultantes da falta de ordenamento na ocupação de grandes cidades (UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA, 2013).

No caso dos movimentos de massa, eles se distribuem no Brasil principalmente nas regiões com terrenos montanhosos, com destaque para o Estado de Minas Gerais. Além das condições geomorfológicas, os desastres naturais relacionados aos movimentos de massa se agravam pelos altos índices pluviométricos e pela ocupação urbana (UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA, 2013).

Ainda de acordo com o Atlas Brasileiro de Desastres Naturais: 1991 a 2012, os meses mais chuvosos no Brasil ocorreram durante a primavera e o verão, portanto os registros de desastres relacionados a movimentos de massa estão concentrados sobretudo em novembro, dezembro, janeiro e fevereiro (UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA, 2013).

Os tornados não apresentaram uma distribuição homogênea ao longo do território brasileiro, sendo que, no período de 1991 a 2012, 98% dos registros desse tipo de desastre ocorreram na Região Sul do país. Isso acontece porque os tornados dependem de condições meteorológicas que propiciem a sua ocorrência (UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA, 2013).

As geadas também ocorreram predominantemente na Região Sul do país, apresentando alguns registros na Região Sudeste. Essa distribuição decorre do fato de as geadas ocorrerem em função de fatores geográficos, tais como a latitude e o relevo. Assim, elas ocorrem em áreas montanhosas onde as massas de ar de origem polar são mais atuantes, concentrando-se no período de inverno (UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA, 2013).

Vale destacar que geralmente os danos decorrentes de geadas são econômicos e materiais, não existindo relato de pessoas que ficaram desabrigadas ou desalojadas por sua decorrência entre os anos de 1991 e 2012 (UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA, 2013).

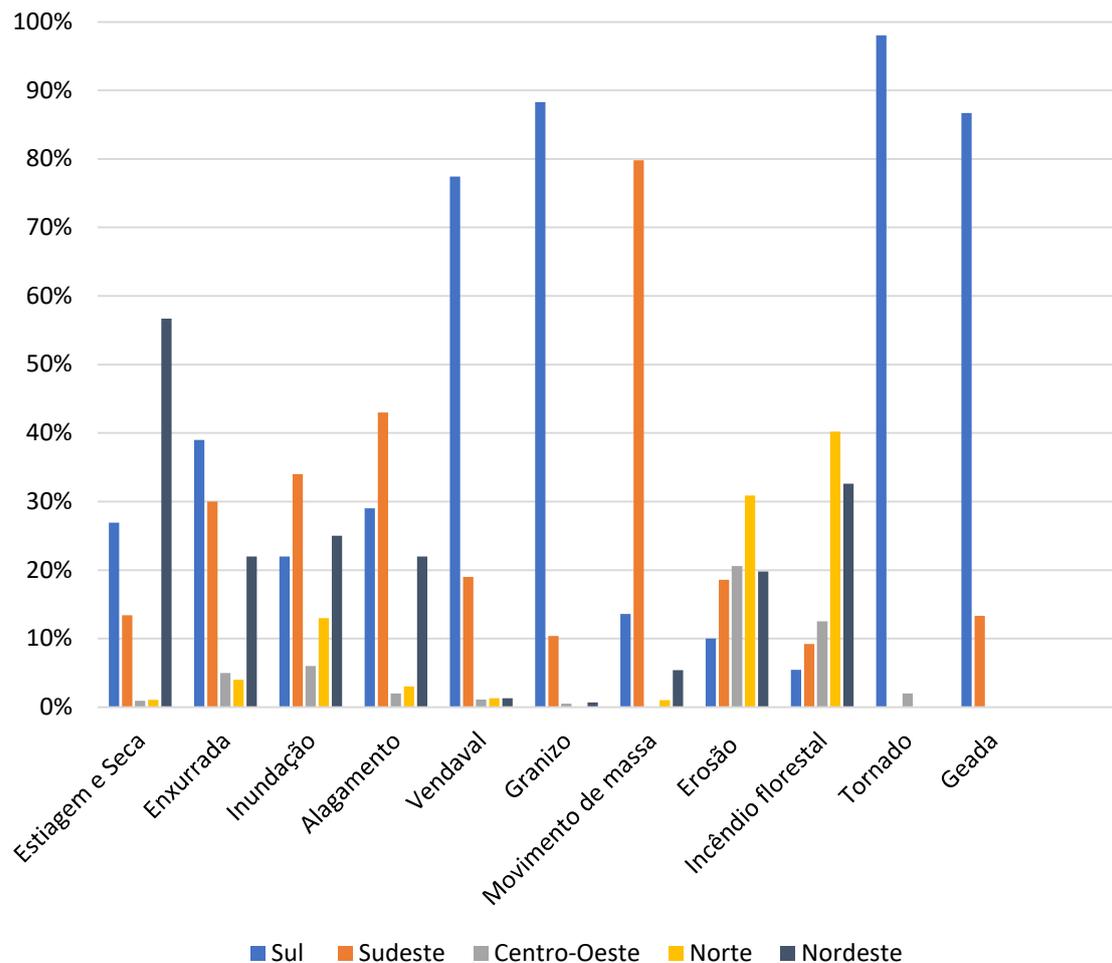
Diante desse panorama, é possível observar que a ocorrência dos fenômenos naturais segue um certo padrão, distribuindo-se temporal e espacialmente no território brasileiro. O conhecimento sobre os fenômenos naturais permite, portanto, a sua previsão e adoção de medidas preventivas e mitigadoras contra os efeitos de um potencial desastre.

A seguir são apresentados dados extraídos do Atlas Brasileiro de Desastres Naturais: 1991 a 2012, com uma caracterização geral dos fatores climáticos de cada região brasileira e dos principais desastres que afetaram o país entre os anos de 1991 e 2012. São destacados também os quantitativos referentes às vítimas desabrigadas e desalojadas, confirmando a

importância do desenvolvimento de trabalhos em busca de soluções para esse tipo de situação.

O Gráfico 2 a seguir traz a síntese dos percentuais de distribuição dos registros de desastres naturais por região brasileira entre os anos de 1991 e 2012:

Gráfico 2: Distribuição percentual dos registros de desastres naturais por região brasileira (1991 a 2012).



Fonte: Adaptado de Universidade Federal de Santa Catarina (2013).

Em relação à Região Sul do país, entre os anos de 1991 e 2012, ocorreram estiagens e secas, enxurradas, inundações, alagamentos, vendavais, granizos, movimentos de massa, erosões, incêndios florestais, tornados e geadas. A região também foi afetada por eventos atípicos, como o Furacão Catarina em 2004 (UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA, 2013). O que se nota, pois, é uma grande variedade de fenômenos naturais nessa região.

De acordo com a Universidade Federal de Santa Catarina (2013), os eventos adversos no Sul do país são distribuídos ao longo de diferentes períodos do ano. No verão, os máximos

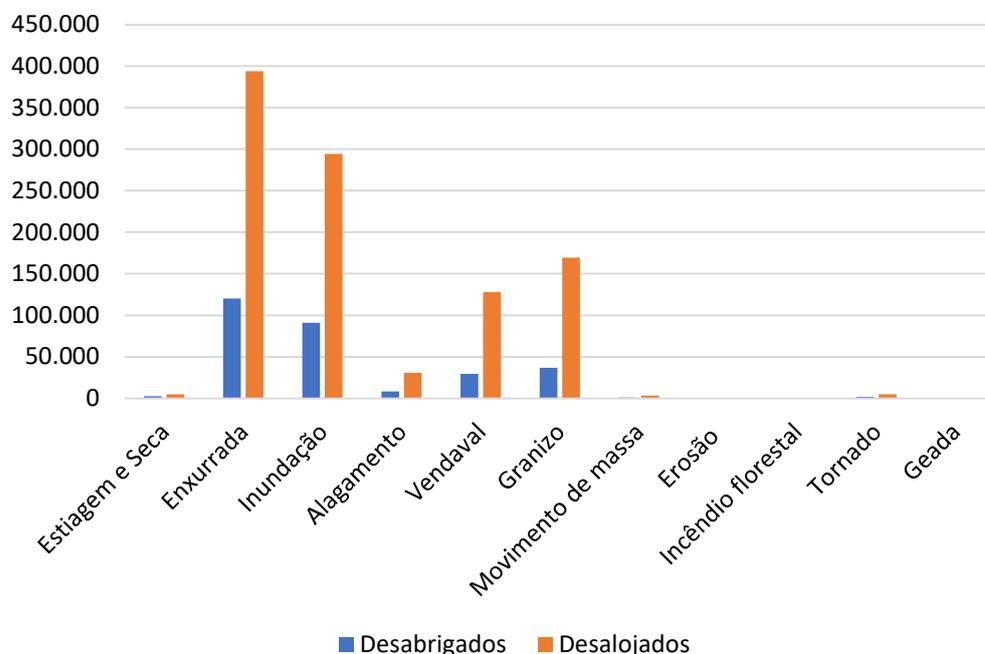
de precipitação ocorrem em janeiro para a maior parte do Estado do Paraná e no centro-leste do Estado de Santa Catarina.

Já no sudeste do Estado do Rio Grande do Sul, os máximos de precipitação ocorrem no inverno, entre os meses de julho e setembro. Entre maio e setembro, pode inclusive nevar no planalto serrano dos estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina, onde a altitude ultrapassa os 600 m (UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA, 2013).

Com relação à Região Sul, a tendência é que os desastres naturais aconteçam principalmente nos meses de janeiro, fevereiro e setembro a dezembro (UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA, 2013). No que diz respeito aos danos humanos referentes ao número de desabrigados e desalojados por desastres naturais, entre os anos de 1991 e 2012, o desastre natural que mais se destacou na região foram as enxurradas.

O Sul do Brasil ficou entre as três regiões que mais deixaram desalojados no período de 1991 a 2012. A quantidade de vítimas por desastre natural está destacada no Gráfico 3, que levou em consideração apenas esses tipos de danos.

Gráfico 3: Quantidade de desabrigados e desalojados em virtude de desastres naturais entre 1991 e 2012 – Região Sul.



Fonte: Adaptado de Universidade Federal de Santa Catarina (2013).

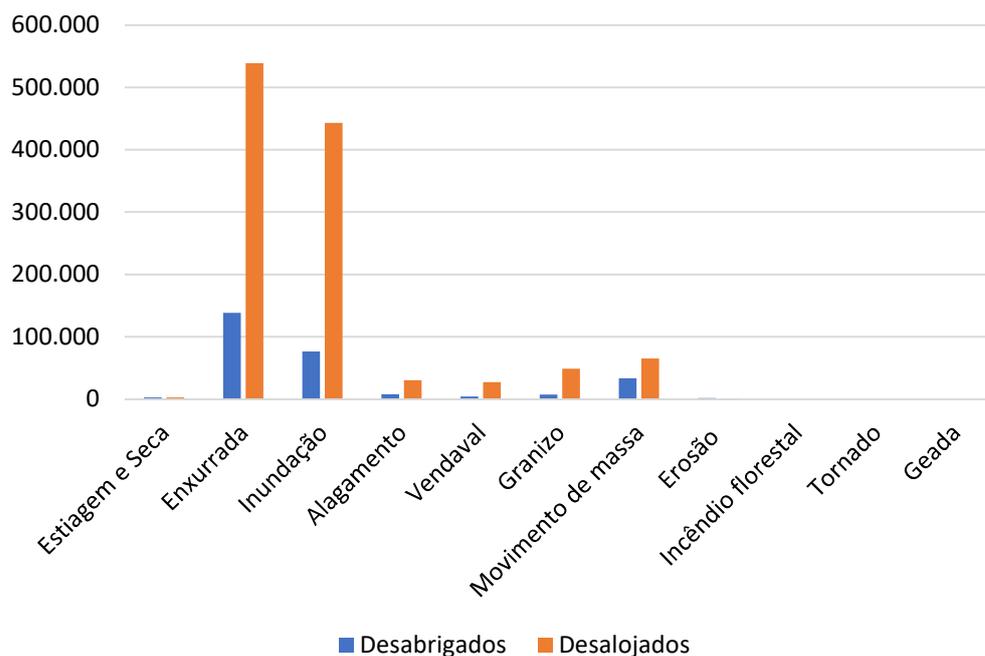
Assim como a Região Sul, entre os anos de 1991 e 2012, a Região Sudeste foi atingida pelos desastres de estiagem e seca, enxurrada, inundação, alagamento, vendaval, granizo, movimento de massa, erosão, incêndio florestal e geada.

As condições naturais do Sudeste brasileiro, somadas à alta densidade demográfica e à ocupação desordenada de áreas de risco, fazem com que seja uma das regiões mais afetadas por desastres naturais (UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA, 2013). Os picos de desastres ocorrem nos meses de agosto, novembro e dezembro. Já no mês de janeiro ocorre uma elevada frequência de enxurradas sobretudo no Estado de Minas Gerais.

O período chuvoso na Região Sudeste se destaca pela ocorrência de inundações, alagamentos e movimentos de massa. De acordo com a Universidade Federal de Santa Catarina (2013), o relevo acidentado dessa região aponta para uma suscetibilidade natural a esses tipos de desastre natural, o que se agrava pelos altos índices pluviométricos da região e pela intensa ocupação do território.

Diante dessas características naturais e antrópicas, a Região Sudeste foi a que concentrou a maior quantidade de registros por inundações, alagamentos e movimentos de massa. Além disso, entre os anos de 1991 e 2012 a região registrou o terceiro maior número de desabrigados e o segundo maior número de desalojados por desastres naturais no Brasil.

Gráfico 4: Quantidade de desabrigados e desalojados em virtude de desastres naturais entre 1991 e 2012 – Região Sudeste.



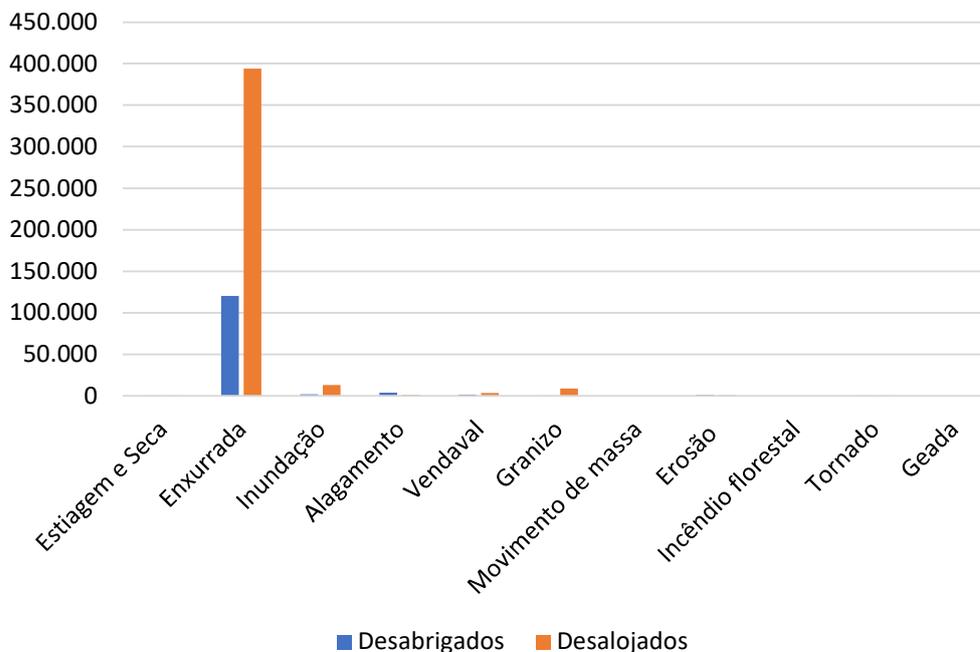
Fonte: Adaptado de Universidade Federal de Santa Catarina (2013).

Por sua vez, a Região Centro-Oeste foi a que menos apresentou registros de desastres naturais e de danos humanos no período compreendido entre 1991 e 2012. Os fenômenos registrados ocorreram apenas no noroeste e no centro sul do Estado do Mato Grosso e no sul do Estado do Mato Grosso do Sul. Os desastres naturais na Região Centro-Oeste são predominantes nos meses de fevereiro e março, devido aos níveis pluviométricos serem mais elevados nesse período (UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA, 2013).

Os desastres mais registrados no período foram a enxurrada e a inundação. A região também registrou desastres por estiagem e seca, o que ocorreu devido ao fato de, no Centro-Oeste, os índices de temperaturas e chuvas serem variáveis no espaço e no tempo, com duas estações bem definidas (UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA, 2013). O período chuvoso acontece entre setembro e abril e o período seco se estende de maio a agosto.

Com uma menor frequência, a Região Centro-Oeste também registrou desastres por alagamento, vendaval, granizo, movimento de massa, erosão, incêndio florestal e tornado. O Gráfico 5 traz os números de desabrigados e desalojados no Centro-Oeste brasileiro durante os anos de 1991 a 2012, vítimas de desastres naturais.

Gráfico 5: Quantidade de desabrigados e desalojados em virtude de desastres naturais entre 1991 e 2012 – Região Centro-Oeste.



Fonte: Adaptado de Universidade Federal de Santa Catarina (2013).

Ainda de acordo com o Atlas Brasileiro de Desastres Naturais: 1991 a 2012, a Região Norte possui o maior total pluviométrico anual do país, com índices distribuídos homogeneamente ao longo do ano. Os desastres naturais nessa região acontecem principalmente nos meses de abril a outubro, quando o regime pluviométrico é maior e afeta a região com inundações, enxurradas e alagamentos (UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA, 2013).

Nos meses mais quentes e chuvosos podem ocorrer ainda os vendavais. E, ao longo do ano, o Norte brasileiro também pode ser afetado pelas estiagens e secas, granizos, movimentos de massa e incêndios florestais.

Na Região Norte se observa um modo de vida muito presente que é o da população ribeirinha, então nos meses com maiores índices pluviométricos essa população também é afetada pelos processos erosivos que ocorrem nas margens fluviais, onde os ribeirinhos estabelecem suas moradias. Além da erosão, a população ribeirinha também é atingida pelas inundações que ocorrem no período das cheias dos rios da Bacia Amazônica (UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA, 2013).

Esse cenário faz com que a população ribeirinha precise se submeter a deslocamentos sazonais, o que resulta em uma grande quantidade de pessoas desalojadas por desastres naturais na Região Norte (UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA, 2013).

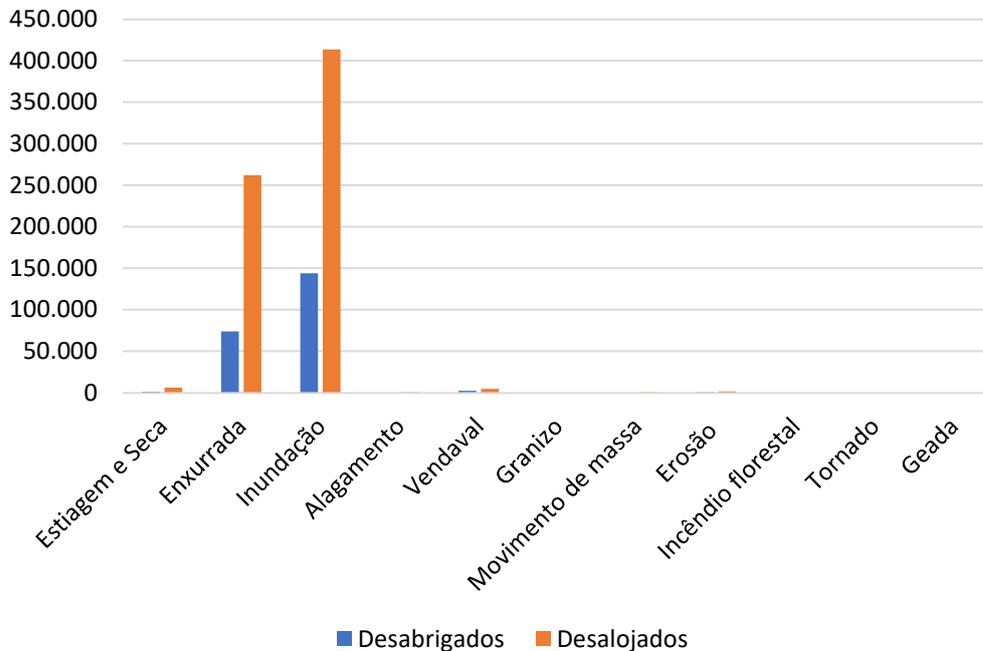
Conforme foi estudado no tópico referente à vulnerabilidade socioambiental, a população do Norte do Brasil apresenta os maiores percentuais de vulnerabilidade e de exposição ao risco de desastres naturais (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2018). Esse cenário pode guardar relação com o número de vítimas fatais de desastres naturais na região em comparação ao restante do país. De acordo com a Universidade Federal de Santa Catarina (2013, p. 36):

Na Região Norte, entretanto, observa-se a inversão dos índices. Apesar de apresentar um dos menores quantitativos de mortes e de ocorrências de desastres, a região apresenta uma desproporção de mortes por densidade demográfica quando comparada às demais regiões.

Em relação ao número de desabrigados e desalojados por desastres naturais no período de 1991 a 2012, a Região Norte ocupa a quarta posição no *ranking* de vítimas no

Brasil. Conforme se extrai do Gráfico 6, as grandes responsáveis por deixar pessoas desabrigadas e desalojadas foram as enxurradas e inundações.

Gráfico 6: Quantidade de desabrigados e desalojados em virtude de desastres naturais entre 1991 e 2012 – Região Norte.



Fonte: Adaptado de Universidade Federal de Santa Catarina (2013).

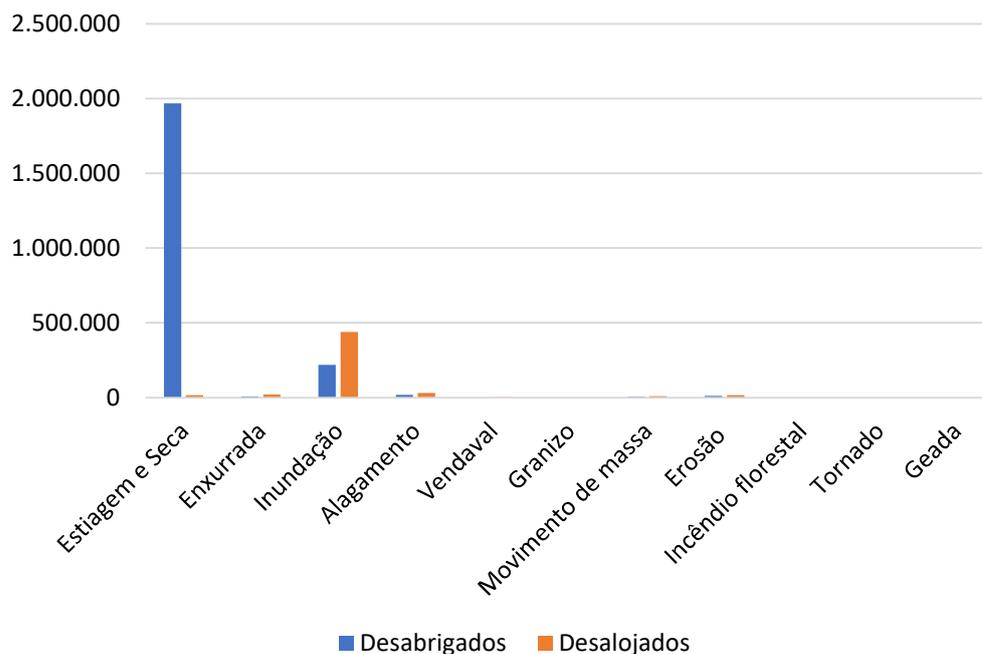
A Região Nordeste, por outro lado, é marcada por uma variabilidade de níveis de precipitações, que se distribuem diferentemente no espaço e no tempo. O resultado é a coexistência de territórios chuvosos, que são atingidos por desastres ligados à chuva, e de territórios marcados pela falta de chuva, que sofrem episódios de estiagem e seca (UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA, 2013). Com relação a estes últimos, essa é a região brasileira com o maior número de registros.

A precipitação também é variável ao longo do ano. O período seco na Região Nordeste ocorre durante a primavera (setembro a dezembro). As estações chuvosas, por sua vez, variam de acordo com a posição geográfica: a porção norte da Região Nordeste tem a estação chuvosa no início do outono (março a maio), enquanto a porção leste registra chuvas principalmente no final do outono e início do inverno (maio a julho). As porções sul e sudeste concentram as maiores precipitações durante o verão (dezembro a fevereiro) (UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA, 2013).

Entre os anos de 1991 e 2012, os picos de desastres na Região Nordeste ocorreram nos meses de março, abril e maio. Nesse mesmo período, o Nordeste também registrou episódios de estiagem e seca, enxurrada, inundação, alagamento, vendaval, granizo, movimento de massa, erosão e incêndio florestal.

Com relação aos danos humanos decorrentes de desastres naturais, mais especificamente a pessoas desabrigadas e desalojadas, a Região Nordeste foi a que apresentou o maior número de afetados em decorrência da seca e da estiagem. No período em estudo, somente com relação aos desabrigados, esse fenômeno somou quase 2 milhões de pessoas atingidas, fazendo com que a região apresentasse o maior número de desabrigados em todo o país.

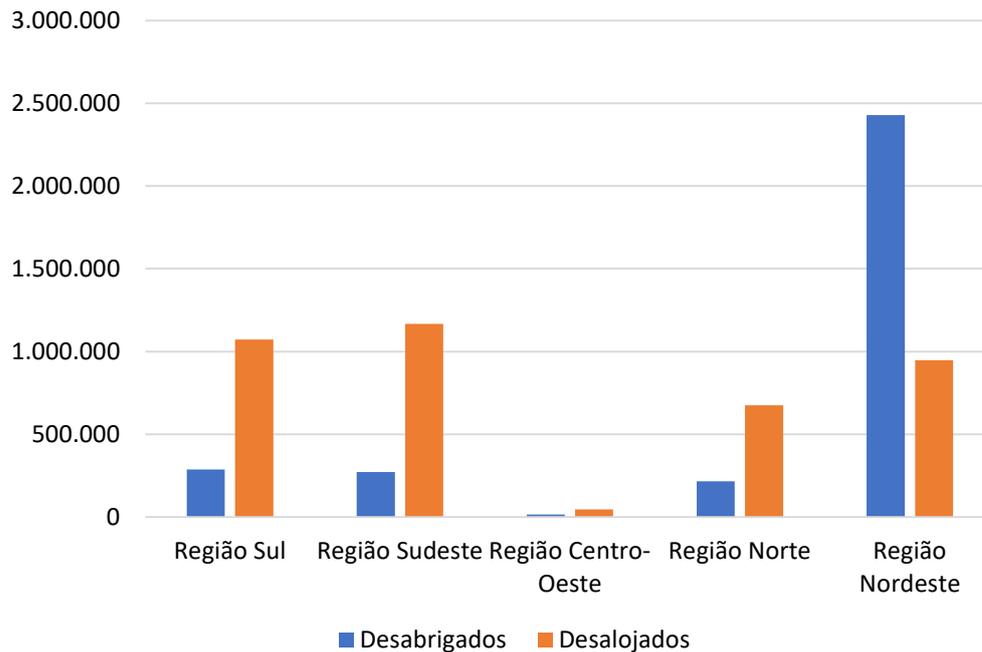
Gráfico 7: Quantidade de desabrigados e desalojados em virtude de desastres naturais entre 1991 e 2012 – Região Nordeste.



Fonte: Adaptado de Universidade Federal de Santa Catarina (2013).

Em linhas gerais, entre os anos de 1991 e 2012, somaram-se 3.220.637 de pessoas desabrigadas e 3.909.239 de pessoas desalojadas em virtude de desastres naturais no Brasil (UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA, 2013). A distribuição das vítimas por região brasileira por ser conferida no Gráfico 8, em que se destacaram os danos humanos que resultaram em pessoas desabrigadas e desalojadas, por serem as vítimas que se pretende atender por meio da presente pesquisa de Iniciação Científica:

Gráfico 8: Total de desabrigados e desalojados no Brasil no período de 1991 a 2012.



Fonte: Adaptado de Universidade Federal de Santa Catarina (2013).

Entre os desastres registrados até o ano de 2012, chamou atenção não só a frequência dos acontecimentos e a quantidade de pessoas afetadas negativamente, como também a ampla repercussão nacional desses eventos. O desastre de 2011 na Região Serrana do Rio de Janeiro, considerado o mais catastrófico até então registrado no país, impulsionou a adoção de medidas de gestão de risco e desastres no Brasil, com ações voltadas para a prevenção dos desastres naturais e minoração dos seus impactos (CENTRO NACIONAL DE MONITORAMENTO E ALERTAS DE DESASTRES NATURAIS, [entre 2011 e 2021]).

Naquele contexto, foi criado o Centro Nacional de Monitoramento e Alerta de Desastres Naturais (Cemaden) junto ao então Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI), para desenvolver e implantar, a nível federal, um sistema de alertas antecipados da probabilidade de ocorrência de desastres naturais¹⁵.

¹⁵ Em resumo, “O Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (Cemaden) foi criado pelo Decreto Presidencial nº 7.513, de 1º de julho de 2011, no âmbito do Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC), com a missão de realizar o monitoramento das ameaças naturais em áreas de risco de municípios brasileiros suscetíveis à ocorrência de desastres naturais, além de realizar pesquisas e inovações tecnológicas que possam contribuir para a melhoria de seu sistema de alerta antecipado, com o objetivo final de reduzir o número de vítimas fatais e prejuízos materiais em todo o país” (CENTRO NACIONAL DE MONITORAMENTO E ALERTAS DE DESASTRES NATURAIS, 2019, p. 9).

Hoje o Cemaden atua no mapeamento e monitoramento de 958 municípios em áreas de risco de desastres hidrológicos e geológicos, conforme definição da Cobrade (CENTRO NACIONAL DE MONITORAMENTO E ALERTAS DE DESASTRES NATURAIS, 2019).

No grupo dos desastres geológicos monitorados pelo Cemaden estão os movimentos de massa, com as seguintes tipologias: quedas, tombamentos e rolamentos; deslizamentos e escorregamentos; fluxo de detritos e lama; e subsidência e colapsos. Por sua vez, como desastres hidrológicos são monitoradas as enxurradas, as inundações e os alagamentos.

No ano de 2018, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), em cooperação técnica com o Centro Nacional de Monitoramento e Alerta de Desastres Naturais (Cemaden) desenvolveram uma pesquisa para mapear a população exposta e vulnerável residindo em áreas de risco no Brasil (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2018).

Para o desenvolvimento da pesquisa, as informações socioeconômicas do Censo Demográfico de 2010¹⁶ do IBGE foram cruzadas com as áreas de riscos de movimentos de massa, inundações e enxurradas monitoradas pelo Cemaden até o dia 30 de abril de 2017. Como o recorte territorial é diferente entre essas duas bases de dados, foi desenvolvida uma nova metodologia que permitisse a associação entre os dados censitários e as informações sobre as áreas de risco (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2018).

A nova metodologia criada pelo IBGE em parceria com o Cemaden resultou em um recorte espacial inédito denominado de Base Territorial Estatística de Áreas de Risco – BATER¹⁷. A BATER gerou informações referentes aos dados sociodemográficos de áreas sujeitas ao risco de inundações, enxurradas e movimentos de massa em 872 dos 958 municípios monitorados pelo Cemaden (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2018)¹⁸.

¹⁶ O Censo Demográfico é realizado pelo IBGE a cada 10 anos, sendo hoje o principal instrumento disponível para todo o território nacional sobre a população brasileira. Em virtude da pandemia do coronavírus não foi possível proceder ao censo de 2020, portanto os dados mais recentes continuam sendo os do Censo Demográfico de 2010. É importante ressaltar, contudo, que a caracterização da população em áreas de risco pode ter se alterado devido à remoção de domicílios ou ainda ao adensamento dessas ocupações (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2018).

¹⁷ De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2018, p. 27): “O polígono da BATER constitui-se na menor área possível resultante da interseção das áreas de risco com as feições censitárias mais aderentes aos objetivos do trabalho. Representa a melhor aproximação possível para a apresentação de informações demográficas e socioeconômicas, considerando-se as características geométricas das feições envolvidas e o sigilo estatístico”.

¹⁸ Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2018, p. 8), “Destaca-se que para a presente publicação foi considerado um número inferior ao de municípios monitorados pelo CEMADEN, uma vez que o trabalho de associação dos dados socioeconômicos às áreas de risco ainda está em elaboração”.

Grande parte dos municípios monitorados na BATER está concentrada na costa litorânea do Brasil, o que ocorre não só devido às condições naturais dessa região, que determinam sua suscetibilidade a eventos naturais, como também a uma concentração de ocupação do território brasileiro na região litorânea (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2018). Com isso, pode-se perceber que os desastres naturais são resultado dos fenômenos naturais associados à ação humana sobre o território, conforme se vem estudando.

É importante destacar, ainda, que a caracterização da população em áreas de risco no Brasil é uma das medidas adotadas em observância às metas estabelecidas pela Organização das Nações Unidas (ONU) no Marco de Sendai e nos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2018).

O Marco de Ação de Sendai 2015-2030 foi estabelecido como agenda global para a redução de risco de desastre e entre as suas prioridades está a adoção de ações voltadas à “compreensão clara do risco de desastres em todas as suas dimensões de vulnerabilidade, capacidade, exposição de pessoas e bens, características dos perigos e meio ambiente” (ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS, 2015a, p. 10). Tal diretriz envolve, portanto, a compreensão e o mapeamento da população em áreas de risco que estejam vulneráveis a desastres naturais.

Nesse sentido, a parceria entre o IBGE e o Cemaden é fundamental para a gestão de risco e resposta a desastres, uma vez que o conhecimento a respeito da população e das moradias sujeitas aos desastres naturais tem o potencial de aperfeiçoar as ações de planejamento, prevenção e mitigação dos desastres (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2018).

Com relação aos ODS estabelecidos na Agenda 2030, cita-se três que se coadunam com a gestão de risco e resposta a desastres, quais sejam o 1, o 11 e o 13. É importante destacar que a Organização das Nações Unidas (2015b), ao definir os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável e suas metas, reconhece que o mundo atual está suscetível a desastres naturais com maior frequência e intensidade de ocorrência e que é necessário empoderar as pessoas em situação de vulnerabilidade.

De acordo com a Organização das Nações Unidas (2015b, p. 16) o ODS 1 busca “Acabar com a pobreza em todas as suas formas, em todos os lugares” e tem como uma de suas metas “construir a resiliência dos pobres e daqueles em situação de vulnerabilidade, e reduzir a

exposição e vulnerabilidade destes a eventos extremos relacionados com o clima e outros choques e desastres econômicos, sociais e ambientais”.

O Objetivo 11, por seu turno, é o de “Tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resistentes e sustentáveis”. As metas traçadas pela ONU são referentes, dentre outras, à garantia de moradias seguras, à redução dos impactos negativos provocados por desastres naturais e ao desenvolvimento de medidas de mitigação e resiliência aos desastres naturais. Existe, ainda, uma especial proteção que deve ser conferida às pessoas pobres e em situação de vulnerabilidade (ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS, 2015b).

Por fim, o ODS 13 refere-se a “Tomar medidas urgentes para combater a mudança do clima e seus impactos”, o que reflete diretamente nas medidas de prevenção, mitigação, preparação, resposta e recuperação dos desastres naturais. Com efeito, entre as metas propostas para esse Objetivo está a de “reforçar a resiliência e a capacidade de adaptação a riscos relacionados ao clima e às catástrofes naturais em todos os países” (ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS, 2015b, p. 26).

Retomando o estudo do contexto brasileiro e da pesquisa desenvolvida pelo IBGE em parceria com o Cemaden, entre os 872 municípios monitorados pela BATER, mais da metade da população em áreas de risco no Brasil está localizada na Região Sudeste (51,58%). Em segundo lugar vem a Região Nordeste, com 35,70% da população brasileira em áreas de risco. Na sequência estão: a Região Sul (8,50%); a Região Norte (4,11%); e por último a Região Centro-Oeste (0,09%) (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2018).

No que diz respeito à relação entre a população que vive em áreas de risco e a população total dos municípios monitorados, pode-se perceber que a Região Nordeste concentra 10,94% de sua população residindo em áreas de risco. Na Região Sudeste, o percentual é de 9,59% das pessoas em áreas de risco; no Sul, 5,87%; no Norte, 3,79%; e no Centro-Oeste, 0,29% (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2018).

Devido à escala da presente pesquisa de Iniciação Científica, não seria possível estudar todos os 872 municípios da BATER. Sendo assim, foi objeto deste trabalho relacionar os 110 municípios brasileiros a partir do critério de número de pessoas em áreas de risco. Portanto, trabalhou-se com pouco mais de 10% dos municípios em risco da BATER.

Esses municípios foram agrupados por zona bioclimática para permitir a compreensão acerca das diretrizes construtivas de adequação ao clima que precisariam ser consideradas para cada uma dessas áreas de risco. Também foi gerada uma média de pessoas vivendo na

mesma casa a partir da divisão da população em risco pela quantidade de domicílios em risco em cada município, o que também serviu como diretriz projetual, pois se concluiu que para todas as regiões o projeto de habitação deveria atender a cerca de 4 moradores.

A síntese com os 110 municípios agrupados de acordo com sua respectiva zona bioclimática, sua localização entre as regiões brasileiras, a quantidade de domicílios e pessoas em risco e a média de pessoas por domicílio estão elencadas na Tabela 1 a seguir:

Tabela 1: Relação entre os 110 municípios filtrados por zona bioclimática.

Zona Bioclimática NBR 15220-3	Quantidade total de Municípios (dentre os 110)	Municípios no Nordeste	Municípios no Norte	Municípios no Sudeste	Municípios no Sul	Total de domicílios em risco na Zona Bioclimática	Total de população em risco na Zona Bioclimática	Média de pessoas por domicílio em risco na Zona Bioclimática
1	4	0	0	1	3	23.000	72.587	3,22
2	20	0	0	11	9	209.225	689.699	3,3
3	34	0	0	29	5	664.036	2.222.905	3,41
4	2	0	0	2	0	7.604	23.669	3,12
5	3	0	0	3	0	33.541	105.792	3,19
6	1	0	0	1	0	3.247	12.395	3,82
7	4	4	0	0	0	16.506	62.064	3,77
8	42	23	8	11	0	1.036.296	3.435.975	3,65

Fonte: Elaboração própria, 2021.

Uma vez que os dados de domicílios e população em risco foram filtrados de acordo com a zona bioclimática, a Tabela 1 será objeto de análise no tópico que trata do “Zoneamento bioclimático brasileiro” (4.3.2.2.1), estabelecido pela ABNT NBR 15220-3.

Para concluir o presente tópico, é importante tratar sobre o panorama dos desastres naturais ocorridos no primeiro semestre do ano de 2020 nas diferentes regiões brasileiras. Conforme indicam os boletins de monitoramento do Cemaden sobre a distribuição espaço-temporal dos alertas e dos registros de ocorrências, os meses de verão costumam indicar um aumento nos índices pluviométricos, ampliando as chances de ocorrência de desastres (CENTRO NACIONAL DE MONITORAMENTO E ALERTAS DE DESASTRES NATURAIS, 2020a).

Com efeito, o primeiro trimestre de 2020 apresentou anomalias positivas de precipitação, com a emissão de alertas e o registro de eventos provocados por chuvas intensas e volumosas. Os meses de janeiro, fevereiro e março de 2020 configuraram uma alta

distribuição de alertas para riscos geológicos e riscos hidrológicos, e a maioria dos alertas enviados e das ocorrências registradas foram de eventos hidrológicos (CENTRO NACIONAL DE MONITORAMENTO E ALERTAS DE DESASTRES NATURAIS, 2020a).

Com relação aos alertas enviados no primeiro trimestre de 2020, 71% do total foi para a Região Sudeste, 17% para a Região Nordeste, 9,5% para a Região Sul, 2% para a Região Norte e 0,5% para a Região Centro-Oeste.

A Região Sudeste e a Região Sul receberam quase o mesmo número de alertas para risco hidrológico e para risco geológico. No Nordeste, 67% dos alertas enviados foram para risco hidrológico. No Norte, grande maioria dos alertas também foram para risco hidrológico. A Região Centro-Oeste recebeu a mesma quantidade de alertas para risco hidrológico e geológico (CENTRO NACIONAL DE MONITORAMENTO E ALERTAS DE DESASTRES NATURAIS, 2020a).

Com relação às ocorrências de eventos, 61% foram de eventos hidrológicos (301) e 39% foram de eventos geológicos (194). Dentre esses registros, 77% do total ocorreu na Região Sudeste, 13% na Região Nordeste, 8% na Região Sul, e 2% na Região Norte. Ainda de acordo com o Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (2020a), não houve registro de ocorrências na Região Centro-Oeste no primeiro trimestre de 2020.

De acordo com o Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (2020a), em janeiro de 2020 foram registrados episódios de chuvas intensas em áreas dos Estados do Rio de Janeiro, Espírito Santo e Minas Gerais. Na Região Metropolitana de Belo Horizonte/MG¹⁹, os dias 24/01 e 25/01 foram marcados por múltiplos desastres como enxurradas, inundações e movimentos de massa. Nos mesmos dias, na Zona da Mata/MG²⁰, os mesmos desastres foram desencadeados após as chuvas intensas na região.

Na Região Metropolitana de Belo Horizonte/MG, os danos humanos decorrentes desses eventos somaram um total de 231.711 pessoas afetadas, dentre elas 27 mortos, 2.992 desabrigados e 15.001 desalojados. Com relação aos danos materiais estimados para os

¹⁹ Os impactos sofridos pelas chuvas intensas foram verificados em 13 cidades da Região Metropolitana de Belo Horizonte/MG: Belo Horizonte, Betim, Brumadinho, Caeté, Contagem, Ibirité, Nova Lima, Raposos, Ribeirão das Neves, Rio Acima, Sabará, Santa Luzia e Vespasiano (CENTRO NACIONAL DE MONITORAMENTO E ALERTAS DE DESASTRES NATURAIS, 2020a).

²⁰ Na Zona da Mata/MG foi contabilizado o maior número de municípios afetados: Alto Jequitibá, Astolfo Dutra, Barra Longa, Carangola, Cataguases, Chalé, Ervália, Espera Feliz, Guaraciaba, Guidoal, Guiricema, Manhuaçu, Manhumirim, Mirai, Muriaé, Patrocínio do Muriaé, Ponte Nova, Reduto, Rio Casca, Senhora de Oliveira, Ubá e Viçosa (CENTRO NACIONAL DE MONITORAMENTO E ALERTAS DE DESASTRES NATURAIS, 2020a).

municípios afetados, aproximadamente 40% do valor total estava associado às unidades habitacionais danificadas ou destruídas (CENTRO NACIONAL DE MONITORAMENTO E ALERTAS DE DESASTRES NATURAIS, 2020a).

Na Zona da Mata/MG, os desastres registrados chamaram atenção pela quantidade de desabrigados e desalojados, muitos deles em decorrência do transbordamento de rios em trechos com alta densidade populacional, destruindo muitas habitações que ficavam próximas aos principais cursos d'água das cidades. No total, a região registrou 4.000 desabrigados e 21.157 desalojados dentre os 224.112 afetados. Aproximadamente 58% do total de danos materiais anotados dizia respeito às unidades habitacionais danificadas ou destruídas (CENTRO NACIONAL DE MONITORAMENTO E ALERTAS DE DESASTRES NATURAIS, 2020a).

Ainda no mês de janeiro de 2020, a Região Sul do Espírito Santo²¹ também registrou episódios de chuvas intensas nos dias 24/01 e 25/01, que desencadearam desastres naturais de enxurradas, inundações e movimentos de massa. Entre as 299.660 pessoas afetadas, foram 2.080 desabrigados e 14.510 desalojados. Muitas residências localizadas às margens dos cursos d'água sofreram graves danos estruturais. Os danos materiais registrados após os desastres apontaram quase 11% do valor total associados às unidades habitacionais danificadas ou destruídas (CENTRO NACIONAL DE MONITORAMENTO E ALERTAS DE DESASTRES NATURAIS, 2020a).

Em fevereiro de 2020, ocorreu um evento extremo de chuva com registro de máximas históricas na capital paulista, que impactaram também a Região Metropolitana de São Paulo/SP²². No dia 10/02 foram registrados enxurradas, inundações e movimentos de massa após chuvas intensas na região. A cidade de São Paulo não apresentou registros de pessoas desabrigadas nem desalojadas, porém registrou os maiores danos materiais relativos às unidades habitacionais danificadas ou destruídas, sobretudo nas áreas de planície de inundação às margens do Rio Tietê, que têm uma alta densidade populacional (CENTRO NACIONAL DE MONITORAMENTO E ALERTAS DE DESASTRES NATURAIS, 2020a).

Os outros municípios da Região Metropolitana de São Paulo tiveram um total de 81 desabrigados e 2.146 desalojados. No total, os danos associados às unidades habitacionais

²¹ Foram afetados os municípios de Alegre, Apiacá, Bom Jess do Norte, Cachoeiro de Itapemirim, Castelo, Guaçuí, Ibatiba, Ibitirama, Iúna, Jerônimo Monteiro, Mimoso do Sul, Muniz Freire e São José do Calçado (CENTRO NACIONAL DE MONITORAMENTO E ALERTAS DE DESASTRES NATURAIS, 2020a).

²² Os municípios paulistas afetados pelos episódios de chuvas intensas foram Osasco, São Paulo, Taboão da Serra e Itaquaquecetuba (CENTRO NACIONAL DE MONITORAMENTO E ALERTAS DE DESASTRES NATURAIS, 2020a).

danificadas ou destruídas pelos desastres que afetaram os municípios paulistas somaram 8,3% dos danos materiais registrados (CENTRO NACIONAL DE MONITORAMENTO E ALERTAS DE DESASTRES NATURAIS, 2020a).

Já em março de 2020, nos dias 02/03 e 03/03, a Região Metropolitana da Baixada Santista/SP²³ foi afetada por chuvas extraordinárias que provocaram movimentos de massa nas regiões de morros, deixando no total 388 desabrigados e 2.363 desalojados. Estimou-se que os danos materiais associados às unidades habitacionais danificadas ou destruídas representaram quase 25% do total de danos materiais registrados (CENTRO NACIONAL DE MONITORAMENTO E ALERTAS DE DESASTRES NATURAIS, 2020a).

Também no mês de março de 2020 houve a inundação de cursos de água na Região da Bacia do Rio Mearim/MA²⁴, que afetou sobretudo a população residente em planícies de inundação do Rio Mearim. No total, foram registradas 2.691 pessoas desabrigadas e 6.194 pessoas desalojadas. Chamou atenção o elevado percentual de danos materiais registrados para unidades habitacionais danificadas ou destruídas, 85% do total de danos para a região (CENTRO NACIONAL DE MONITORAMENTO E ALERTAS DE DESASTRES NATURAIS, 2020a).

Por fim, as chuvas intensas no mês de março também provocaram inundações na Região da Bacia do Rio Tocantins/PA²⁵, deixando um alto número de desabrigados e desalojados. No total, foram 7.465 desabrigados e 10.928 desalojados e quase metade dos danos materiais registrados foram referentes a danos em unidades habitacionais (CENTRO NACIONAL DE MONITORAMENTO E ALERTAS DE DESASTRES NATURAIS, 2020a).

A anomalia positiva de precipitação também marcou o cenário de desastres naturais no segundo trimestre de 2020, dessa vez com destaque para as Regiões Nordeste, Sul e Norte do país. Diferentemente do que ocorreu no primeiro trimestre de 2020, no segundo trimestre os alertas enviados predominaram para riscos geológicos – 291 alertas geológicos, contra 278 de risco hidrológico. Porém, assim como o primeiro trimestre de 2020, no segundo trimestre foram registrados mais eventos hidrológicos (72) do que geológicos (59) (CENTRO NACIONAL DE MONITORAMENTO E ALERTAS DE DESASTRES NATURAIS, 2020b).

²³ Foram registrados danos nos municípios de São Vicente, Guarujá e Santos (CENTRO NACIONAL DE MONITORAMENTO E ALERTAS DE DESASTRES NATURAIS, 2020a).

²⁴ Os impactos pelas chuvas intensas foram sofridos pelos municípios de Conceição do Lago-Açu, Bacabal e Trizidela do Vale (CENTRO NACIONAL DE MONITORAMENTO E ALERTAS DE DESASTRES NATURAIS, 2020a).

²⁵ Dois municípios monitorados pelo Cemaden registraram danos na ocasião: Parauapebas e Marabá (CENTRO NACIONAL DE MONITORAMENTO E ALERTAS DE DESASTRES NATURAIS, 2020a).

No que diz respeito aos alertas, 70,5% do total foi enviado para a Região Nordeste, 11,6% para a Região Sudeste, 8,9% para a Região Sul, 8% para a Região Norte e 1% para a Região Centro-Oeste. Na Região Nordeste, 55,8% dos alertas enviados foram para risco geológico. A Região Sudeste recebeu aproximadamente o mesmo número de alertas para risco hidrológico e para risco geológico. Na Região Sul 62,7% dos alertas enviados foram para risco hidrológico. Na Região Norte, o percentual de alertas enviados para risco hidrológico também ficou acima dos 60%. Por fim, com relação ao Centro-Oeste, 80% dos alertas enviados foram referentes a risco hidrológico (CENTRO NACIONAL DE MONITORAMENTO E ALERTAS DE DESASTRES NATURAIS, 2020b).

Com relação às ocorrências de eventos, foram registrados 72 eventos hidrológicos (55% do total de registros) e 59 eventos geológicos (45% do total de registros). A Região Nordeste foi a região mais afetada no segundo trimestre de 2020 (71,5% do total de ocorrências registradas no período). A Região Sul foi afetada por 11% do total de ocorrências registradas. Já a Região Norte registrou 9% dos desastres no período e a Região Sudeste foi atingida por 4,9% do total de eventos. A Região Centro-Oeste teve 1 registro de ocorrência de evento hidrológico, o que representou 0,1% do total de registros (CENTRO NACIONAL DE MONITORAMENTO E ALERTAS DE DESASTRES NATURAIS, 2020b).

Os desastres reportados no segundo trimestre de 2020 distribuíram-se entre chuvas intensas (60% do total de registros), inundações (26%), enxurradas (11%) e alagamentos (3%). A região brasileira que foi mais afetada com pessoas desalojadas foi o Agreste Pernambucano, com 3.718 habitantes desalojados em virtude de chuvas intensas na região. O maior número de desabrigados foi registrado na Região Metropolitana de Salvador, com 828 pessoas que necessitaram de abrigo público e habitação temporária (CENTRO NACIONAL DE MONITORAMENTO E ALERTAS DE DESASTRES NATURAIS, 2020b).

Diante do estudo desenvolvido, foi possível observar que os principais desastres naturais que ocorrem no território brasileiro possuem relação com os índices pluviométricos registrados no país. Tanto a falta de chuvas – que provocam secas e estiagens – quanto o excesso de chuvas – que, muitas vezes somadas com a vulnerabilidade das comunidades, desencadeiam movimentos de massas, inundações, enxurradas e alagamentos –, deixaram milhões de pessoas desabrigadas e desalojadas nas últimas três décadas.

Outrossim, muitos dos desastres naturais que afetaram o Brasil nos últimos anos ocorreram em períodos de tempo que são conhecidos e, portanto, previsíveis. Nota-se, pois,

que o conhecimento dos fenômenos naturais, quando associado ao mapeamento das populações vulneráveis habitando áreas de risco, têm o potencial de propiciar a adoção de estratégias preventivas e mitigadoras dos efeitos negativos decorrentes da materialização de desastres naturais.

4.1.4 Estratégias de prevenção, mitigação, preparação, resposta e recuperação

A Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (PNPDEC), instituída pela Lei nº 12.608, de 10 de abril de 2012, estabelece em seu artigo 3º, *caput*, a atuação da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios em “ações de prevenção, mitigação, preparação, resposta e recuperação voltadas à proteção e defesa civil” (BRASIL, 2012b, art. 3º).

Por sua vez, o Decreto nº 10.593, de 24 de dezembro de 2020, traz, em seu Capítulo I, algumas definições relacionadas à PNPDEC, dentre elas as que se referem às ações de mitigação, de preparação, de prevenção, de recuperação, de resposta e de restabelecimento:

Art. 2º Para fins do disposto neste Decreto, considera-se:

I - ações de mitigação - medidas destinadas a reduzir, limitar ou evitar o risco de desastre;

II - ações de preparação - medidas destinadas a otimizar as ações de resposta e minimizar os danos e as perdas decorrentes do desastre;

III - ações de prevenção - medidas prioritárias destinadas a evitar a conversão de risco em desastre ou a instalação de vulnerabilidades;

IV - ações de recuperação - medidas desenvolvidas após a ocorrência do desastre destinadas a restabelecer a normalidade social que abrangem a reconstrução de infraestrutura danificada ou destruída e a recuperação do meio ambiente e da economia;

V - ações de resposta - medidas de caráter emergencial, executadas durante ou após a ocorrência do desastre, destinadas a socorrer e assistir a população atingida e restabelecer os serviços essenciais;

VI - ações de restabelecimento - medidas de caráter emergencial destinadas a restabelecer as condições de segurança e habitabilidade e os serviços essenciais à população na área atingida pelo desastre;

[...] (BRASIL, 2020b, art. 2º).

Conforme se vem estudando, a mudança de paradigma que levou à conceituação dos desastres naturais a partir da vulnerabilidade da população diante da ocorrência de eventos naturais fez com que fossem colocadas em evidência as estratégias de prevenção e de mitigação (SAMPAIO E OLIVEIRA, 2019; ALMEIDA, 2012).

Ou seja, a percepção da vulnerabilidade como elemento definidor do desastre destacou a importância de se atuar no momento anterior ao desastre como forma de minimizar os danos suportados pela população vulnerável.

Embora a presente pesquisa tenha se proposto a desenvolver soluções de habitações para vítimas de desastres naturais, não se desconhece que as atuações de prevenção e mitigação devem ser priorizadas pelo Estado brasileiro. Nesse sentido, Almeida e Pascoalino (2009, p. 19) destacam que:

Considerando-se as ações preventivas mais eficientes e menos custosas do que as corretivas salienta-se a necessidade de buscar a redução das vulnerabilidades socioambientais através da ampliação dos conhecimentos sobre o risco e a percepção dos mesmos, associados a investimentos e medidas administrativas voltadas ao gerenciamento e monitoramento das áreas de maior risco, de modo que os impactos dos eventos severos sejam minimizados.

Segundo os autores, a reconstrução de moradias e a criação de moradias provisórias são exemplos da atuação do governo após a ocorrência do desastre. De fato, essas são condutas que são adotadas como resposta e recuperação a desastres naturais, mas que atualmente ocorrem lentamente e sem garantir às vítimas condições satisfatórias de conforto e privacidade. Portanto, é importante que se desenvolvam soluções habitacionais que possibilitem melhorar a qualidade de vida dos desabrigados por desastres naturais.

Ademais, por mais que o Estado adote medidas preventivas, ainda assim existirá a possibilidade de ocorrerem situações emergenciais que demandem uma atuação tempestiva e satisfatória do poder público. Dessa forma, a presente pesquisa se mostra relevante porque busca garantir conforto, celeridade e dignidade às soluções de habitação para as vítimas de desastres naturais.

De acordo com Bertone e Marinho (2013), soluções que buscam garantir o direito à moradia de grupos vulneráveis e atingidos por desastres naturais possuem também um viés preventivo, uma vez que têm o potencial de reduzir o risco de ocorrência de novos desastres. Nas palavras dos autores:

Além disso, destaca-se que as ações do Governo Federal voltadas à provisão habitacional e à urbanização de assentamentos precários têm forte caráter preventivo, não apenas porque priorizam o atendimento de famílias residentes em áreas de risco ou que tenham sido desabrigadas mas também porque facilitam o acesso da população de baixa renda à moradia digna, diminuindo a pressão por ocupação de novas áreas de risco (BERTONE E MARINHO, 2013, p. 22).

Sendo assim, ainda que a provisão de habitação esteja no campo das ações de resposta e reconstrução, nota-se que, ao garantir uma moradia adequada às vítimas de desastres naturais, garante-se também a redução de sua vulnerabilidade porque se evita que as famílias voltem a ocupar áreas em risco de desastres, funcionando, dessa forma, como uma ação preventiva contra novos desastres.

Em um cenário otimista, os modelos habitacionais ora desenvolvidos poderiam ser ofertados à população em situação de vulnerabilidade socioambiental antes mesmo da ocorrência de um desastre natural. Essa seria uma solução capaz de reduzir potencialmente os danos humanos e materiais provocados por esses eventos.

Com efeito, deve-se levar em consideração que as estratégias preventivas apresentam custos humanos, ambientais e materiais menores do que as ações reativas, ou seja, as condutas que são adotadas após a ocorrência de um desastre natural (SAMPAIO E OLIVEIRA, 2019; ALMEIDA E PASCOALINO, 2009).

De acordo com Sampaio e Oliveira (2019), as estratégias de prevenção ganham especial destaque no contexto de percepção das vulnerabilidades sociais como fator determinante para o risco de configuração de um desastre natural. Isso quer dizer que a adoção de atitudes prévias à configuração de desastre seria uma das formas mais eficientes de combater a vulnerabilidade e evitar perdas e danos provocados por eventos naturais²⁶.

No âmbito internacional, a Organização das Nações Unidas (2015a) também vem defendendo medidas especialmente direcionadas à redução do risco de desastres. O compromisso hoje vigente a esse respeito é o Marco de Sendai para a Redução do Risco de Desastres 2015 – 2030, firmado em março do ano de 2015 em Sendai, Miyagi, no Japão²⁷.

As diretrizes fixadas no Marco de Sendai são voltadas sobretudo para as ações de prevenção e mitigação dos riscos de desastres como forma de reduzir as perdas e os danos

²⁶ Segundo Sampaio e Oliveira (2019, p. 193): “A prevenção, sintetizada na previsão e antecipação aos efeitos, é a máxima teleológica dos estudos de gestão do risco de desastre, sendo *sine qua nom* à proteção de vidas humanas, da biota e demais bens envolvidos, para mitigação da vulnerabilidade e maximizando a segurança e incolumidade pública das pessoas e do patrimônio”.

²⁷ Anteriormente ao Marco de Sendai, havia sido adotado em 2005 o Marco de Ação de Hyogo 2005 – 2015. Segundo a Organização das Nações Unidas (2015a, p. 5), “As prioridades Marco de Ação de Hyogo 2005-2015 são: (1) garantir que a redução do risco de desastres seja uma prioridade nacional e local com forte base institucional para a aplicação; (2) identificar, avaliar e monitorar os riscos de desastres e melhorar os sistemas de alerta precoce; (3) utilizar conhecimento, inovação e educação para criar uma cultura de segurança e resiliência em todos os níveis; (4) reduzir os fatores de risco subjacentes; e (5) fortalecer a preparação para desastres para permitir uma resposta eficaz em todos os níveis”.

potencialmente provocados por eles²⁸. O documento explicita ainda que a própria previsão de ações de recuperação e reconstrução, quando desenvolvidas com antecedência, permitem uma melhor atuação no pós-desastre (ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS, 2015a).

Dessa forma, o Marco de Sendai traz recomendações para os momentos de prevenção, mitigação, preparação, resposta e recuperação, todos eles voltados para a redução da exposição ao risco e das vulnerabilidades aos desastres e para o aumento da resiliência das comunidades expostas ao risco.

No âmbito das estratégias de prevenção, mitigação e preparação, o Marco de Sendai destaca a importância de se conhecer os fenômenos naturais, o risco e a exposição de pessoas aos desastres para que se possa tomar as medidas mais apropriadas no contexto do pré-desastre (ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS, 2015a).

Além disso, é levantada a necessidade de promoção do conhecimento no âmbito educacional, de modo que em todos os níveis de ensino sejam transmitidos informações e treinamentos para o enfrentamento do risco de desastres. A preparação e resposta aos desastres também envolvem atividades de treinamento para o momento do desastre e para a recuperação e reconstrução após a sua ocorrência (ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS, 2015a).

Ainda no campo da redução do risco de desastres, destaca-se a necessidade do fortalecimento da legislação e das políticas públicas voltadas para a prevenção e redução dos desastres, além do investimento em mapeamento e monitoramento de áreas de risco com emissão de alertas (ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS, 2015a).

Como estratégias de prevenção e redução do risco de desastres mais relacionadas ao campo da arquitetura e do urbanismo, o Marco de Sendai aponta o fortalecimento da cultura de manutenção das edificações, além da necessidade de que se construa com materiais adequados e em locais seguros. Aponta ainda a necessidade de implementação de políticas sobre o uso da terra e a fiscalização de áreas de risco para evitar a instalação de construções nesses locais (ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS, 2015a).

²⁸ A respeito do Marco de Sendai, um de seus princípios norteadores é a gestão do risco de desastres, que “é destinada a proteger as pessoas e seus bens, saúde, meios de vida e bens de produção, bem como seu patrimônio cultural e ambiental, além de promover e proteger todos os direitos humanos, incluindo o direito ao desenvolvimento” (ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS, 2015a, p. 8).

Em resumo, portanto, as ações de prevenção e de mitigação são aquelas realizadas antes da ocorrência do desastre com o intuito de reduzir sua ocorrência, sua intensidade e seus potenciais danos (AÇÕES de prevenção, 2020)²⁹.

No contexto brasileiro, o Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (Cemaden) tem atuação voltada sobretudo para os momentos que antecedem aos desastres naturais, desenvolvendo estratégias para a redução de risco de desastres (CENTRO NACIONAL DE MONITORAMENTO E ALERTAS DE DESASTRES NATURAIS, 2020c).

Trata-se de uma unidade de pesquisa vinculada ao Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI) cuja missão é monitorar as áreas de risco no território brasileiro, emitir alertas de desastres naturais, desenvolver pesquisas e promover a educação da população sobre os desastres naturais (CENTRO NACIONAL DE MONITORAMENTO E ALERTAS DE DESASTRES NATURAIS, 2020c).

Assim, as atividades desempenhadas pelo Cemaden se enquadram nos momentos de prevenção, mitigação e preparação para os desastres naturais, e são desenvolvidas com o intuito de reduzir os impactos e prejuízos decorrentes de inundações, enxurradas e deslizamentos.

Imediatamente após a ocorrência de um desastre devem ser tomadas as ações de resposta, que são aquelas destinadas a atender às emergências que decorram diretamente do evento danoso, isto é, que possuam nexos de causalidade com o desastre (AÇÕES de resposta, 2020). De acordo com o Ministério do Desenvolvimento Regional, essas medidas emergenciais possuem como finalidade:

- Socorrer vítimas (resgate, busca e salvamento);
- Transportar vítimas, agentes de defesa civil e/ou produtos e materiais essenciais aos afetados;
- Prestar assistência humanitária (alimentação, hidratação, abrigo, limpeza e higiene pessoal); e
- Restabelecer emergencialmente serviços essenciais e as condições de habitabilidade dos afetados (AÇÕES de resposta, 2020).

²⁹ O Ministério do Desenvolvimento Regional (MDR) esclarece que os entes federados podem solicitar apoio federal financeiro para a realização de obras e serviços emergenciais de mitigação para redução dos desastres em áreas de risco. Alguns exemplos citados pelo MDR são: “[...] estabilização de encostas e barragens, contenção de erosões, proteção do patrimônio público e demais ações emergenciais que visem evitar ou reduzir os danos decorrentes de possíveis desastres, com aplicação destes recursos na redução da vulnerabilidade da população beneficiada em complementação à atuação municipal e estadual” (AÇÕES de prevenção, 2020).

Também após o acontecimento do desastre, porém com um lapso temporal maior do que as ações de resposta, ocorrem as ações de recuperação, as quais têm por finalidade a retomada da situação de normalidade anterior ao evento adverso. É no contexto da recuperação que se enquadram as obras e serviços de reconstrução de estruturas públicas e de unidades habitacionais destruídas devido ao desastre (AÇÕES de recuperação, 2020)

A fase de recuperação implica, ainda, na necessidade de se “fornecer apoio psicossocial e serviços de saúde mental para todas as pessoas necessitadas” (ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS, 2015a, p. 19).

A *Economic Commission for Latin America and the Caribbean* (2003) destaca a importância de que as respostas de reconstrução prevejam medidas para a redução da vulnerabilidade e para o incremento do desenvolvimento da sociedade. No mesmo sentido, o Marco de Sendai é explícito ao determinar como princípio norteador para o desenvolvimento das ações de resposta e recuperação a estratégia de “Reconstruir Melhor”:

Os desastres demonstram que a fase de recuperação, reabilitação e reconstrução, que deve ser preparado antes que ocorra um desastre, é uma oportunidade fundamental para reconstruir melhor, inclusive pela integração da redução do risco de desastres em medidas de desenvolvimento, construindo nações e comunidades resilientes aos desastres (ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS, 2015a, p. 17-18).

Portanto, as medidas de resposta e recuperação devem reduzir a exposição da população aos desastres naturais e fomentar os processos educativos sobre o risco de desastres, buscando diminuir a vulnerabilidade socioambiental. Nota-se, ainda, que o Marco de Sendai reforça a recomendação de que as ações de resposta e recuperação sejam planejadas previamente à concretização do desastre.

Ainda que a adoção de medidas de prevenção e mitigação estejam sendo fomentadas, elas ainda são incipientes no contexto brasileiro (SAMPAIO E OLIVEIRA, 2019; MARCHEZINI E FORINI, 2019; ECONOMIC COMMISSION FOR LATIN AMERICA AND THE CARIBBEAN, 2003). Marchezini e Forini (2019) destacam, inclusive, que os processos de recuperação e de reconstrução ainda não estão bem desenvolvidos no Brasil.

Nesse sentido, a presente pesquisa busca contribuir para as soluções de recuperação, reconstrução e prevenção de desastres naturais a partir do desenvolvimento de modelos de habitação adequados aos diferentes climas brasileiros. Com isso, pretende-se a garantia do

direito à moradia adequada das vítimas de desastres naturais e da população em situação de vulnerabilidade socioambiental.

4.1.5 Diferença entre as habitações de emergência, temporárias e permanentes

As ações que se sucedem após a ocorrência de um desastre natural são geralmente divididas em três etapas: as respostas de emergência; as ações de reabilitação e de recuperação; e as ações de reconstrução (ECONOMIC COMMISSION FOR LATIN AMERICA AND THE CARIBBEAN, 2003). Em termos de provisão de abrigos, pode-se dizer que essas etapas correspondem às habitações de emergência, temporárias e permanentes (MARCHEZINI E FORINI, 2019; CARBONARI E LIBRELOTO, 2019; FERES, 2014).

Imediatamente após o desastre, as respostas emergenciais geralmente envolvem a ação de grupos humanitários e de órgãos de proteção e defesa civil, com atuação voltada para o resgate de vítimas, prestação de primeiros socorros e evacuação de áreas de risco (ECONOMIC COMMISSION FOR LATIN AMERICA AND THE CARIBBEAN, 2003). Também nessa fase são montados abrigos emergenciais para o acolhimento de desabrigados em curtos períodos de duração (FERES, 2014).

A etapa de reabilitação e recuperação pode ser considerada como uma fase de transição, em que se busca a retomada das atividades cotidianas entre as pessoas e o local onde ocorreu o desastre. Nesse momento são feitos reparos em residências que sofreram impactos negativos, mas que ainda têm condições de serem (re)habitadas (ECONOMIC COMMISSION FOR LATIN AMERICA AND THE CARIBBEAN, 2003). Nos casos em que os reparos não são possíveis, outras soluções de habitação temporária devem ser adotadas.

Já na etapa de reconstrução devem ser priorizadas as necessidades sociais que surgem após a ocorrência do desastre. Dessa forma, o espaço físico afetado deve ser reconstruído atendendo às questões que forem prioritárias para a população afetada (ECONOMIC COMMISSION FOR LATIN AMERICA AND THE CARIBBEAN, 2003). Nesse contexto, a habitação permanente surge como a moradia definitiva após a ocorrência do desastre, onde as vítimas concluirão o processo de recuperação (FERES, 2014).

Mais especificamente com relação às soluções de cunho habitacional, Feres (2014) explica que a provisão de abrigos para a população desabrigada após a ocorrência de um desastre natural é fundamental para que se possa retomar as condições de vida existentes

antes do desastre. A autora desenvolve um estudo sobre as principais condicionantes que devem ser levadas em consideração para o desenvolvimento de habitações emergenciais e temporárias para os desabrigados.

A habitação emergencial muitas vezes se configura com soluções improvisadas de abrigo, como é o caso da alocação da população atingida em ginásios, escolas e tendas. Nesse caso, as famílias sofrem uma restrição de seus direitos de privacidade, segurança, conforto e autonomia. Essa é uma situação que deveria durar apenas os primeiros dias após a ocorrência do desastre (ANDERS, 2007).

No mesmo sentido, Marchezini e Forini (2019), partindo de visitas a abrigos temporários e de entrevistas com vítimas de desastres naturais, identificaram elementos que apontam a necessidade do desenvolvimento de estratégias para que as pessoas tenham um melhor resultado de recuperação e superação perante o cenário do desastre.

Os autores destacam que a convivência forjada entre diferentes famílias, a falta de privacidade e de autonomia, além da rotina diferente daquela com as quais as pessoas estavam habituadas são alguns dos principais problemas levantados com relação aos abrigos de emergência (MARCHEZINI E FORINI, 2019).

Passado o período emergencial, é comum que as habitações ocupadas anteriormente ao desastre ainda não estejam aptas para a moradia. Sendo assim, é necessário abrigar as famílias em moradias de caráter temporário para que possam iniciar a recuperação e retomada de sua rotina com maior autonomia. Feres (2014) aponta como exemplos de habitação temporária unidades pré-fabricadas, containers, barracas, unidades de aluguel social, dentre outros.

No que diz respeito às respostas temporárias de moradias provisórias alugadas por meio de auxílio-moradia, Marchezini e Forini (2019) apontam que muitas vezes não existe quantidade de imóveis suficiente para atender às famílias ou que os proprietários se negam a alugar seus imóveis por medo de inadimplências ou, ainda, elevam os preços dos aluguéis diante da alta demanda. Em outros casos as vítimas também não possuem condições de arcar com outros custos como energia, água, alimentação e mobilidade.

Com relação aos abrigos temporários em edificações já existentes, mas que desempenhavam funções diferentes da moradia ou em construções *ad hoc*, a *Economic Commission for Latin America and the Caribbean* (2003) recomenda que a quantidade de unidades deve corresponder à quantidade de famílias desabrigadas, e não à quantidade de

unidades habitacionais destruídas pelo desastre. Essa recomendação se deve à necessidade de garantir que cada família tenha a sua privacidade respeitada, uma vez que as condições anteriores ao desastre muitas vezes indicam condições de coabitação.

Por fim, a habitação permanente, como o nome indica, é a moradia definitiva das famílias após o período de recuperação dos desastres naturais. Ela pode resultar da reabilitação ou reconstrução das habitações danificadas ou da construção de novas moradias ou melhoramento da habitação temporária. É importante, ainda, que seja assegurada uma situação de segurança às famílias, sem expô-las novamente ao risco e à vulnerabilidade diante de desastres naturais (FERES, 2014).

Feres (2014) destaca que a habitação permanente deve ser a ação prioritária no contexto do pós-desastre, devendo ser desenvolvida concomitantemente com o fornecimento dos abrigos emergenciais e temporários. Na prática, contudo, a autora afirma que é comum que a separação em fases do processo de habitação após o desastre natural acabe por prejudicar o provimento de habitações permanentes.

Marchezini e Forini (2019) apontam, ainda, que outra problemática que se pode levantar com relação às moradias definitivas – os conjuntos habitacionais da fase de reconstrução – é que muitas vezes os modelos habitacionais não atendem às necessidades das famílias ou não garantem o acesso a postos de trabalho ou a outros direitos sociais.

Ainda com relação ao processo de reconstrução pós-desastres, Feres (2014) indica a necessidade de se levar em consideração, por exemplo, as necessidades sociais e culturais dos moradores, as condições climáticas, a flexibilidade, expansibilidade e acessibilidade das habitações. Embora existam outras variáveis importantes para o desenvolvimento de habitação para desabrigados, estes foram os critérios que serviram como diretrizes para o presente trabalho de Iniciação Científica.

Outro fator fundamental para o desenvolvimento de abrigos emergenciais e temporários é o seu tempo de duração. Feres (2014) indica que os abrigos de curta duração podem ser menos complexos e resistentes, ao passo que nos casos em que a reconstrução efetiva for durar muito tempo, são justificáveis maiores investimentos na qualidade dos abrigos temporários. De acordo com Feres (2014, p. 69):

Para curtos períodos, quando a reconstrução efetiva for possível em alguns poucos meses, com poucas complicações no planejamento urbano bem como nos direitos de propriedade, os investimentos em habitação temporária podem e devem ser

minimizados, o que conduzirá ao projeto de abrigos mais obsoletos com materiais não tão resistentes e com poucas instalações de serviços complementares (LIZARRALDE; JOHNSON; DAVIDSON, 2010). Nessas situações, ainda, a simplicidade da solução arquitetônica é importante já que o abrigo deverá ser provido de forma rápida, com transporte, estocagem e montagem igualmente acelerados.

Já longos períodos, em situações que a extensão dos danos for demasiada ou a complexidade das questões resultarem em atrasos previsíveis, habitações mais confortáveis, bem estruturadas e equipadas, com durabilidade condizente, serão necessárias para uma ocupação mais longa. Casos passados demonstram que muito tempo instalados em tendas, com pouca infraestrutura durante longos períodos, é prejudicial ao processo de recuperação (LIZARRALDE; JOHNSON; DAVIDSON, 2010). Deve haver, também, a possibilidade de remodelações dos abrigos para permitir adaptação e modificações ao longo desse período, como possível aumento ou diminuição no número de pessoas da família.

A autora destaca, ainda, que para longos períodos pode-se implantar abrigos temporários que possam se tornar permanentes com a previsão de melhoramentos e ampliações, de modo que o tempo e os custos³⁰ despendidos entre a habitação temporária e a habitação definitiva seriam otimizados (FERES, 2014).

No mesmo sentido, a *Economic Commission for Latin America and the Caribbean* (2003) recomenda que para a construção da habitação temporária sejam usados materiais que possam ser reutilizados após os abrigos serem desmontados ou, ainda, que possam ser reaproveitados para a construção de habitações permanentes.

Conforme estudado por Anders (2007), quase metade dos acampamentos emergenciais no Brasil teve duração de mais de cinco anos. Sendo assim, justifica-se a adoção de uma moradia temporária com maior qualidade e que possa sofrer melhorias gradativas para transformar-se em moradia definitiva para as vítimas de desastres naturais no Brasil. A esse respeito, Feres (2014, p. 167-168) defende que:

[...] a utilização de formas de morar provisórias tem sido criticada, defendendo-se a utilização de tendas para a acomodação dos desabrigados enquanto constroem-se as formas de morar permanentes. Entretanto, a necessidade de aplicação dessas estruturas é pujante em contextos em que a reconstrução efetiva pode levar anos, deixando os usuários em condições sub-humanas sem dignidade e qualidade necessária para o reestabelecimento da normalidade e de suas atividades rotineiras.

Nos casos em que a habitação temporária é concebida como uma etapa integrada à habitação permanente, isto é, quando se tem casas embrião que podem sofrer adições e

³⁰ Nas palavras de Feres (2014, p. 75): “Abrigos com custo elevado, entretanto, devem ser justificados pela possibilidade de reuso e combate ao desperdício de recursos ou pela possibilidade de transformarem-se, através de melhoramentos gradativos, em habitações permanentes”.

melhoramentos para se tornarem uma habitação definitiva, Feres (2014, p. 113) aponta que o núcleo primário – a habitação temporária – “deve já conter todas as instalações hidráulicas e elétricas e o mínimo de espaço de estar/convívio e dormitórios”.

Nesse sentido, pode-se mencionar o exemplo das habitações mínimas desenvolvidas pelo arquiteto Alejandro Aravena com o grupo ELEMENTAL, como é o caso do Conjunto Habitacional Villa Verde, concebido no contexto de reconstrução de unidades habitacionais após o terremoto e tsunami ocorridos em 2010 no Chile, conhecido como 27F (VIEIRA, 2016).

Isso porque Aravena busca projetar residências com caráter embrionário, que possam ser posteriormente ampliadas e melhoradas pelos moradores. O arquiteto parte da ideia de que o módulo inicial deve contar com as estruturas de maior grau de complexidade de execução, como por exemplo a cozinha e o sanitário. Ou seja, ele busca a “aplicação do princípio da construção incremental” e a “priorização dos componentes mais complexos” (VIEIRA, 2016, p. 17).

Por fim, é importante destacar que Feres (2014), após desenvolver estudos sobre modelos habitacionais de cunho emergencial e temporário, defende o argumento de que não é possível criar um modelo único para atender a diferentes ocasiões. Para a construção de abrigos emergenciais, a autora aponta a necessidade de se verificar quais são os materiais existentes e disponíveis no local do desastre, quais são as técnicas construtivas comumente adotadas por aquela população e quais são as necessidades das famílias afetadas.

A autora aponta também quais seriam os elementos que deveriam ser levados em consideração para a criação de projetos de habitações temporária, dentre eles: rápido provimento do abrigo, conforto do usuário, baixo custo, potencial reuso da habitação, manutenção dos laços sociais das vítimas, locação do abrigo em locais adequados, provisão de serviços essenciais, e participação da população atingida no processo de recuperação (FERES, 2014).

De fato, algumas dessas condicionantes somente poderiam ser conhecidas após a concretização dos danos oriundos de um desastre natural³¹. Ocorre que o contexto de uma emergência requer ações céleres e eficientes para conter e minimizar os prejuízos causados às vítimas. Nesse sentido, ainda que não se possa desenvolver um modelo ideal universal, o

³¹ Feres (2014, p. 117) explica que: “o trabalho que ansiava encontrar um tipo ideal para abrigar o pós-desastre, o qual seria o parâmetro para a análise dos estudos de caso, não conseguiu fazê-lo já que a dinâmica que envolve o pós-desastre transcende a concepção da habitação em si e repousa sobre a complexidade do contexto que a compreende”.

planejamento prévio e o desenvolvimento de projetos teóricos de habitação de cunho emergencial e temporário compõem uma importante etapa que deve anteceder as estratégias desenvolvidas após a concretização do evento danoso (ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS, 2015a; BERTONE E MARINHO, 2013; ECONOMIC COMMISSION FOR LATIN AMERICA AND THE CARIBBEAN, 2003).

Assim, a realização de pesquisas e elaboração de modelos habitacionais teóricos pode exercer um importante papel na otimização e agilidade das ações de recuperação e reconstrução pós-desastres. No caso do presente trabalho de Iniciação Científica, tendo ainda em mente que mais da metade das habitações temporárias oferecidas às comunidades atingidas por desastres naturais duram anos (ANDERS, 2007), buscou-se desenvolver uma solução de habitação que pudesse ser construída rapidamente para fins temporários, mas que, de acordo com as necessidades e as condições das famílias, pudesse ser ampliada.

Portanto, desde o seu embrião a solução habitacional justifica-se por possuir maiores níveis de conforto, privacidade, durabilidade e resistência para abrigar as vítimas por anos, além de agregar os períodos de reabilitação, recuperação e reconstrução, buscando otimizar as diferentes fases de resposta perante os desastres naturais.

4.2 ATUAÇÃO DO ESTADO NO CENÁRIO DE DESASTRES NATURAIS

4.2.1 Política Nacional de Proteção e Defesa Civil

Conforme anteriormente estudado, a gestão de desastres engloba a atuação em medidas de prevenção, mitigação, preparação, resposta e recuperação. Freitas (2014) acrescenta a essas esferas de ação as medidas de compensação às vítimas e ao meio ambiente. Para regular esse ciclo de gestão de desastre, a autora defende a existência de um campo jurídico autônomo, qual seja o Direito de Desastres (FREITAS, 2014)³².

De acordo com Freitas (2014, p. 220), na esfera do direito interno do Estado brasileiro, o Direito de Desastres “encontra seu cerne na Lei nº 12.608/2012, que institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil e em alterações posteriores dessa lei”.

A autora destaca que, além da Lei nº 12.608/2012, a preocupação com as atividades de defesa civil e com a situação de emergência e o estado de calamidade – muitas vezes decretados após a ocorrência de desastres naturais – encontra respaldo na Constituição Federal de 1988. A Carta Magna brasileira trata do assunto em seus artigos 21, 22, 144 e 148:

No artigo 21, XVIII, dispõe que compete à União planejar e promover a defesa permanente contra as calamidades públicas, especialmente as secas e as inundações. No artigo 22, prevê que compete privativamente à União legislar sobre defesa territorial, aeroespacial, marítima, defesa civil e mobilização nacional. Além disso, no que diz respeito à segurança pública, a Constituição estabelece em seu art. 144, § 5º que “às polícias militares cabem a polícia ostensiva e a preservação da ordem pública; aos corpos de bombeiros militares, além das atribuições definidas em lei, incumbe a execução de atividades de defesa civil”. E, em seu artigo 148 § 3º a abertura de crédito extraordinário somente para as despesas imprevisíveis e urgentes, como as decorrentes de guerra, comoção interna ou calamidade pública (FREITAS, 2014, p. 192).

As definições de proteção e defesa civil, de estado de calamidade pública e de situação de emergência estão previstas no Decreto nº 10.593, de 24 de dezembro de 2020, que regulamenta a Lei nº 12.608/2012. Conforme consta no referido Decreto:

³² A implementação da Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (PNPDEC) é um dos fatores levantados por Freitas (2014) para sustentar sua tese de doutorado no sentido da existência do ramo específico do Direito de Desastres no Brasil. A autora parte do levantamento e estudo de instrumentos normativos a nível global, regional, bilateral e doméstico, apontando tanto instrumentos de *hard law* quanto de *soft law* que conformariam o Direito de Desastres. Elenca ainda normas de Direito Internacional e de Direito Interno de diferentes Estados em todos os continentes e em todas as fases do ciclo de gestão de desastres. No âmbito da presente pesquisa, a análise se restringe à Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (PNPDEC), instituída pela Lei nº 12.608, de 10 de abril de 2012. Para um estudo aprofundado sobre um tema, conferir Freitas (2014).

Art. 2º Para fins do disposto neste Decreto, considera-se:

[...]

VIII - estado de calamidade pública - situação anormal provocada por desastre que causa danos e prejuízos que impliquem o comprometimento substancial da capacidade de resposta do Poder Público do ente federativo atingido ou que demande a adoção de medidas administrativas excepcionais para resposta e recuperação;

[...]

X - proteção e defesa civil - conjunto de ações de prevenção, mitigação, preparação, resposta e recuperação destinadas a:

- a) evitar ou minimizar os efeitos decorrentes de desastre;
- b) preservar o moral da população; e
- c) restabelecer a normalidade social e torná-la resiliente;

[...]

XIV - situação de emergência - situação anormal provocada por desastre que causa danos e prejuízos que impliquem o comprometimento parcial da capacidade de resposta do Poder Público do ente federativo atingido ou que demande a adoção de medidas administrativas excepcionais para resposta e recuperação (BRASIL, 2020b).

A Lei nº 12.608, de 10 de abril de 2012, por sua vez, institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (PNPDEC) e dispõe sobre o Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil (SINPDEC) e o Conselho Nacional de Proteção e Defesa Civil (CONPDEC), órgão que integra o Ministério da Integração Nacional e gere o SINPDEC com funções consultivas.

No contexto brasileiro, a edição da Lei nº 12.608/2012 foi estimulada sobretudo pelos desastres que afetaram a Região Serrana do Estado do Rio de Janeiro em 2011, considerado o evento mais catastrófico do país (CENTRO NACIONAL DE MONITORAMENTO E ALERTAS DE DESASTRES NATURAIS, [entre 2011 e 2021]).

Os impactos desse desastre “impulsionaram uma mudança de paradigma da resposta a desastre à construção de uma política de gestão de riscos e desastre no país” (FREITAS, 2014, p. 181). No mesmo sentido, Bertone e Marino (2013, p. 9) explicam que: “Essas tragédias, notadamente a da Região Serrana, foram marcos para as iniciativas de reestruturação do Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil, percebido até então como inadequado para atender à intensificação dos desastres naturais no país”.

A edição da Lei nº 12.608/2012, nesse sentido, buscou estimular a adoção de ações voltadas para a prevenção dos desastres naturais e minoração dos seus impactos (CENTRO NACIONAL DE MONITORAMENTO E ALERTAS DE DESASTRES NATURAIS, [entre 2011 e 2021]). Não deixa, contudo, de prever as ações de preparação, resposta e recuperação aos desastres.

De acordo com Freitas (2014), o artigo 5º da PNPDEC, que trata dos objetivos desta política, pode ser dividido conforme as fases do ciclo de gestão de desastres. A autora esclarece que a norma foi omissa ao não tratar sobre a fase da compensação e indenização

das vítimas pelos danos sofridos em virtude do desastre e, com relação às demais fases, elenca os objetivos da PNPDEC conforme a Tabela 2 abaixo destacada:

Tabela 2: Objetivos da PNPDEC de acordo com as fases do ciclo de gestão de desastres (art. 5º).

Fase 1: Prevenção, redução de riscos e mitigação
I. Reduzir os riscos de desastres;
IV. Incorporar a redução do risco de desastre e as ações de proteção e defesa civil entre os elementos da gestão territorial e do planejamento das políticas setoriais;
V. Promover a continuidade das ações de proteção e defesa civil;
VI. Estimular o desenvolvimento de cidades resilientes e os processos sustentáveis de urbanização;
VII. Promover a identificação e avaliação das ameaças, suscetibilidades e vulnerabilidades a desastres, de modo a evitar ou reduzir sua ocorrência;
VIII. Monitorar os eventos meteorológicos, hidrológicos, geológicos, biológicos, nucleares, químicos e outros potencialmente causadores de desastres;
X. Estimular o ordenamento da ocupação do solo urbano e rural, tendo em vista sua conservação e a proteção da vegetação nativa, dos recursos hídricos e da vida humana;
XI. Combater a ocupação de áreas ambientalmente vulneráveis e de risco e promover a realocação da população residente nessas áreas;
XII. Estimular iniciativas que resultem na destinação de moradia em local seguro;
XIII. Desenvolver consciência nacional acerca do risco de desastres
XIV. Orientar as comunidades a adotar comportamentos adequados de prevenção e de resposta em situação de desastre e promover a autoproteção;
Fase 2. Preparação para desastres
IX. Produzir alertas antecipados sobre a possibilidade de ocorrência de desastres naturais;
XV. Integrar informações em sistema capaz de subsidiar os órgãos do SINPDEC na previsão e no controle dos efeitos negativos de eventos adversos sobre a população, os bens e serviços e o meio ambiente.
Fase 3. Resposta a desastres
II. Prestar socorro e assistência às populações atingidas por desastres
Fase 4. Compensação e indenização por danos
----- (não há nenhuma previsão)
Fase 5. Recuperação e reconstrução das áreas atingidas
III. Recuperar as áreas afetadas por desastres

Fonte: Freitas, 2014, p. 197-198.

Para cumprir os objetivos nela previstos, a Lei nº 12.608/2012 é explícita em permitir que os governos federal, estadual e municipal atuem “com a colaboração de entidades públicas ou privadas da sociedade em geral” (BRASIL, 2012b, art. 2º, § 1º), determinando inclusive que sejam adotadas medidas preventivas para reduzir a situação de risco de desastre (BRASIL, 2012b, art. 2º, § 2º).

No escopo de sua atuação preventiva, a PNPDEC prevê, ainda, que as entidades federadas priorizem, em seus programas habitacionais, a realocação não só de comunidades já atingidas por desastres, como também de moradores de áreas de risco (BRASIL, 2012b, art. 14).

Já na atuação de resposta e recuperação após o desastre, a Lei nº 12.608/2012 atribui aos Municípios as competências de “organizar e administrar abrigos provisórios para assistência à população em situação de desastre, em condições adequadas de higiene e segurança” (BRASIL, 2012b, art. 8º, VIII), e de “prover solução de moradia temporária às famílias atingidas por desastres” (BRASIL, 2012b, art. 8º, XVI).

É importante destacar, por fim, que a PNPDEC busca integrar a política de gestão de riscos de desastres com o ordenamento territorial, o desenvolvimento urbano e as mudanças climáticas, buscando a promoção do desenvolvimento sustentável (BRASIL, 2012b, art. 3º, parágrafo único). Essa postura se alinha com a efetivação de direitos como o da moradia adequada, que será estudado a seguir.

4.2.2 Bem jurídico tutelado: direito à moradia adequada

Alves e Pinto (2015) apontam que os danos decorrentes de desastres naturais afetam alguns direitos fundamentais, tais como o direito à vida, à moradia e à saúde. Não obstante se reconheça que os desastres naturais provocam violações a diversos direitos, a presente pesquisa se volta ao estudo do direito à moradia, que, segundo os autores, é um dos mais afetados por esses eventos. Nesse sentido, faz-se necessário compreender quais são os contornos que envolvem esse bem jurídico.

A Constituição Federal de 1988 (CF/88) elenca o direito à moradia no rol dos direitos sociais, sendo ainda um dos direitos fundamentais reconhecidos pelo ordenamento jurídico pátrio. O artigo 6º da CF/88 estabelece que “São direitos sociais a educação, a saúde, a alimentação, o trabalho, a moradia, o transporte, o lazer, a segurança, a previdência social, a

proteção à maternidade e à infância, a assistência aos desamparados, na forma desta Constituição” (BRASIL, [2020a], art. 6º).

Com relação ao Direito de Desastres, Freitas (2014, p. 65) aponta o direito à moradia adequada (abrigamento) como um dos direitos humanos relevantes para o tratamento do assunto. A autora destaca que a carência do acesso a esse direito pode ser um fator desencadeador para a vulnerabilidade a desastres naturais:

A vulnerabilidade socioambiental de comunidades cujas condições de vida carecem de acesso a direitos fundamentais tais como, os direitos ao meio ambiente saudável e à moradia adequada, pode criar ou agravar condições para a ocorrência de desastres (FREITAS, 2014, p. 221).

Outrossim, estudou-se que as estratégias de “reconstruir melhor” são reforçadas e estimuladas no contexto das ações de reconstrução, envolvendo, portanto, o desenvolvimento de habitações de caráter emergencial, temporário e permanente. Sendo assim, cumpre compreender os elementos que compõem o conceito de moradia adequada.

A moradia enquanto direito humano foi reconhecida implicitamente na Declaração Universal dos Direitos Humanos (ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS, 1948, art. 25, 1) “como integrante do direito a um padrão de vida adequada” (BRASIL, 2013a, p. 9).

Posteriormente, o Comentário nº 4 do Comitê sobre os Direitos Econômicos, Sociais e Culturais da Organização das Nações Unidas detalhou o parágrafo 1º do artigo 11 do Pacto Internacional de Direitos Econômicos, Sociais e Culturais, que trata do direito à moradia adequada (NACIONES UNIDAS, 1991).

O direito à moradia adequada, de acordo com esse documento, deve ser aplicado a todas as pessoas e a todas as configurações familiares, sem qualquer tipo de discriminação. Além disso, ele deve partir de um conceito amplo, e não restritivo, justamente pela sua importância para que outros direitos possam ser gozados:

7. En opinión del Comité, el derecho a la vivienda no se debe interpretar en un sentido estricto o restrictivo que lo equipare, por ejemplo, con el cobijo que resulta del mero hecho de tener un tejado por encima de la cabeza o lo considere exclusivamente como una comodidad. Debe considerarse más bien como el derecho a vivir en seguridad, paz y dignidad en alguna parte. Y así debe ser por lo menos por dos razones. En primer lugar, el derecho a la vivienda está vinculado por entero a otros derechos humanos y a los principios fundamentales que sirven de premisas al Pacto. Así pues, "la dignidad inherente a la persona humana", de la que se dice que se derivan los derechos del Pacto, exige que el término "vivienda" se interprete en un sentido que tenga en cuenta otras diversas consideraciones, y principalmente que el

derecho a la vivienda se debe garantizar a todos, sean cuales fueren sus ingresos o su acceso a recursos económicos. En segundo lugar, la referencia que figura en el párrafo 1 del artículo 11 no se debe entender en sentido de vivienda a secas, sino de vivienda adecuada. Como han reconocido la Comisión de Asentamientos Humanos y la Estrategia Mundial de Vivienda hasta el Año 2000 en su párrafo 5: "el concepto de "vivienda adecuada"... significa disponer de un lugar donde poderse aislar si se desea, espacio adecuado, seguridad adecuada, iluminación y ventilación adecuadas, una infraestructura básica adecuada y una situación adecuada en relación con el trabajo y los servicios básicos, todo ello a un costo razonable" (NACIONES UNIDAS, 1991, p. 2).

Mais especificamente sobre a definição de “moradia adequada”, o Comitê descreve alguns elementos que devem ser observados para que esse direito seja assegurado, a saber: segurança jurídica da posse; disponibilidade de serviços, materiais, instalações e infraestrutura; custo acessível; habitabilidade; acessibilidade; localização; e adequação cultural (NACIONES UNIDAS, 1991; BRASIL, 2013a).

As características de cada uma dessas componentes do direito à moradia adequada são assim descritas:

a) Seguridad jurídica de la tenencia. La tenencia adopta una variedad de formas, como el alquiler (público y privado), la vivienda en cooperativa, el arriendo, la ocupación por el propietario, la vivienda de emergencia y los asentamientos informales, incluida la ocupación de tierra o propiedad. Sea cual fuere el tipo de tenencia, todas las personas deben gozar de cierto grado de seguridad de tenencia que les garantice una protección legal contra el desahucio, el hostigamiento u otras amenazas. [...]

b) Disponibilidad de servicios, materiales, facilidades e infraestructura. Una vivienda adecuada debe contener ciertos servicios indispensables para la salud, la seguridad, la comodidad y la nutrición. Todos los beneficiarios del derecho a una vivienda adecuada deberían tener acceso permanente a recursos naturales y comunes, a agua potable, a energía para la cocina, la calefacción y el alumbrado, a instalaciones sanitarias y de aseo, de almacenamiento de alimentos, de eliminación de desechos, de drenaje y a servicios de emergencia.

c) Gastos soportables. Los gastos personales o del hogar que entraña la vivienda deberían ser de un nivel que no impidiera ni comprometiera el logro y la satisfacción de otras necesidades básicas. [...] En las sociedades en que los materiales naturales constituyen las principales fuentes de material de construcción de vivienda, los Estados Partes deberían adoptar medidas para garantizar la disponibilidad de esos materiales.

d) Habitabilidad. Una vivienda adecuada debe ser habitable, en sentido de poder ofrecer espacio adecuado a sus ocupantes y de protegerlos del frío, la humedad, el calor, la lluvia, el viento u otras amenazas para la salud, de riesgos estructurales y de vectores de enfermedad. Debe garantizar también la seguridad física de los ocupantes. [...] una vivienda y unas condiciones de vida inadecuadas y deficientes se asocian invariablemente a tasas de mortalidad y morbilidad más elevadas.

e) Asequibilidad. La vivienda adecuada debe ser asequible a los que tengan derecho. Debe concederse a los grupos en situación de desventaja un acceso pleno y sostenible a los recursos adecuados para conseguir una vivienda. Debería garantizarse cierto grado de consideración prioritaria en la esfera de la vivienda a los grupos desfavorecidos como las personas de edad, los niños, [...] las víctimas de desastres

naturales, las personas que viven en zonas en que suelen producirse desastres, y otros grupos de personas. [...] Los Estados deben asumir obligaciones apreciables destinadas a apoyar el derecho de todos a un lugar seguro para vivir en paz y dignidad, incluido el acceso a la tierra como derecho.

f) Lugar. La vivienda adecuada debe encontrarse en un lugar que permita el acceso a las opciones de empleo, los servicios de atención de la salud, centros de atención para niños, escuelas y otros servicios sociales. [...] la vivienda no debe construirse en lugares contaminados ni en la proximidad inmediata de fuentes de contaminación que amenazan el derecho a la salud de los habitantes.

g) Adecuación cultural. La manera en que se construye la vivienda, los materiales de construcción utilizados y las políticas en que se apoyan deben permitir adecuadamente la expresión de la identidad cultural y la diversidad de la vivienda (NACIONES UNIDAS, 1991, p. 2-3).

Nota-se, pois, que existe uma preocupação em especial com a garantia do direito à moradia adequada às vítimas de desastres e às pessoas que vivem em áreas de risco. No contexto que antecede o acontecimento de um desastre, a carência do acesso a esse direito pode ser um fator marcante da vulnerabilidade dos moradores aos danos provocados por um evento extremo. Por outro lado, a não garantia do direito à moradia adequada após a materialização do desastre pode reforçar a vulnerabilidade preexistente e agravar o cenário de recuperação com a violação a outros direitos.

A respeito dos abrigos construídos para proteger as vítimas de desastres naturais, Anders (2007) destaca que, além de precisarem se adequar ao clima e aos aspectos culturais, eles precisam preservar a dignidade das famílias. Embora a dignidade seja um conceito intangível, pode-se utilizar a definição dada por Anders (2007, p. 56) em que a segurança e a privacidade das pessoas são fundamentais:

A preservação da dignidade é uma questão menos tangível. A dignidade exige um entendimento de como o abrigo pode combinar a relação de um indivíduo com outro. O restabelecimento da dignidade de uma pessoa em uma situação de emergência envolve a construção de um lugar que ela possa desfrutar de privacidade e segurança. Isso exige que a permeabilidade do abrigo seja controlada pelo próprio usuário.

O provimento de abrigos emergenciais e de soluções habitacionais temporárias e definitivas para vítimas de desastres naturais deve, portanto, salvaguardar o direito à moradia adequada. De acordo com a Secretaria de Direitos Humanos da Presidência da República, “o Estado pode ter que prestar assistência direta, que pode ser a habitação em si ou subsídios para habitação, nos casos, por exemplo, de pessoas afetadas por desastres (naturais ou artificiais) e para os grupos mais vulneráveis da sociedade” (BRASIL, 2013a, p. 16-17).

Dessa forma, tendo em vista a existência da obrigação do Estado, em alguns casos, de atuar para garantir a realização do direito à moradia³³, passa-se ao estudo da política habitacional brasileira no contexto dos desastres naturais.

4.2.3 Política habitacional e situações de desastres

A garantia do direito à moradia adequada está relacionada não somente ao espaço físico da habitação, como também ao direito à cidade e ao acesso à infraestrutura urbana (NACIONES UNIDAS, 1991). Dessa forma, para que o direito à habitação adequada seja garantido no contexto da recuperação dos desastres naturais, é necessário que as soluções habitacionais sejam desenvolvidas concomitantemente com estratégias de planejamento urbano³⁴.

Conforme anteriormente mencionado, a Organização das Nações Unidas (2015b) estabeleceu os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), dentre os quais se encontra o Objetivo de “Tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resistentes e sustentáveis” (ODS 11). Entre as metas elencadas no ODS 11, inclui-se a caracterização da habitação segura como um dos direitos aos quais se deve garantir o acesso.

Em compromisso mais recente firmado pela Organização das Nações Unidas (2019, p. iv), qual seja a Nova Agenda Urbana, a Organização reforça o compromisso com o Objetivo 11, estabelecendo “padrões e princípios para o planejamento, construção, desenvolvimento, administração e melhora das áreas urbanas”.

Dentre as preocupações e diretrizes expressas na Nova Agenda Urbana, encontra-se o reconhecimento de populações vulneráveis no espaço urbano, ocupando áreas inseguras e com acesso desigual a direitos humanos como o da moradia adequada. Nesse sentido, reforça-se a necessidade de que medidas sejam tomadas para que a ocupação e vivência nas cidades seja mais igualitária, segura e resiliente (ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS, 2019).

³³ A Secretaria de Direitos Humanos da Presidência da República explica que: “O Estado tem três tipos de obrigações com relação ao direito à moradia adequada: a obrigação de se abster de atos que ofendam tal direito, de proteger a moradia contra a intervenção de terceiros e de atuar para sua realização. A moradia integra o direito a um mínimo existencial” (BRASIL, 2013a, p. 39).

³⁴ No caso da presente pesquisa de Iniciação Científica, o foco foi direcionado apenas para as soluções habitacionais, voltadas especialmente para a adequação climática das moradias. Para estudos futuros, recomenda-se que sejam avaliadas estratégias no campo do direito à cidade e ao acesso à infraestrutura urbana, fundamentais para a garantia do direito à moradia adequada.

A Organização das Nações Unidas (2019, p. 5 e 7) é expressa em destacar a existência de grupos vulneráveis e de áreas sujeitas ao risco de desastres naturais, bem como em reforçar a necessidade de combater esses fatores como forma de transformar a maneira de ocupar as cidades em busca de um futuro melhor e mais sustentável:

13. Vislumbramos cidades e assentamentos humanos que:

(a) cumpram sua função social, inclusive a função social e ecológica da terra, com vistas a alcançar, progressivamente, a plena concretização do direito à moradia adequada como um componente do direito a um padrão de vida adequado, sem discriminação, com acesso universal a sistemas de abastecimento de água potável e saneamento seguros e acessíveis, assim como acesso igualitário para todos a bens e serviços públicos de qualidade em áreas como segurança alimentar e nutrição, saúde, educação, infraestrutura, mobilidade e transporte, energia, qualidade do ar e subsistência;

(b) sejam participativos; promovam a participação cívica; estimulem sentimentos de pertencimento e apropriação entre todos seus habitantes; priorizem espaços públicos seguros, inclusivos, acessíveis, verdes e de qualidade, adequados para famílias; fortaleçam interações sociais e intergeracionais, expressões culturais e participação política, conforme o caso; e propiciem a coesão social, a inclusão e a segurança em sociedades pacíficas e plurais, nas quais as necessidades dos habitantes sejam satisfeitas, reconhecendo as necessidades específicas daqueles em situação de vulnerabilidade;

[...]

(g) aprovelem e implementem políticas de redução e gestão de risco de desastres, reduzam a vulnerabilidade, desenvolvam resiliência e capacidade de resposta a perigos naturais e de origem humana, promovam a mitigação e a adaptação às mudanças climáticas;

[...]

Para a concretização desses e dos outros elementos dessa nova cidade e assentamentos humanos, são previstos princípios que reforçam a necessidade da garantia da moradia adequada e economicamente acessível à população e da mitigação e redução do risco de desastres naturais (ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS, 2019, p. 7-8).

Portanto, nota-se que o cenário estudado na presente pesquisa – vulnerabilidades socioambientais e desastres naturais – configura um importante fator de mudança e transformação para que as cidades e os assentamentos humanos possam se tornar mais inclusivos, seguros, resistentes e sustentáveis. Deve servir, pois, como balizador de políticas habitacionais voltadas às vítimas de desastres e às populações em áreas de risco.

Com efeito, como parte dos compromissos indicados pela Organização das Nações Unidas (2019) para a implementação dessa mudança de paradigma, estão expressas a preocupação com as comunidades mais suscetíveis a desastres e a necessidade de se garantir

o acesso ao direito de moradia adequada, econômica e fisicamente acessível a todos. Esses são alguns dos elementos que se pretende viabilizar com o desenvolvimento desta pesquisa.

Nesse sentido, a Organização das Nações Unidas (2019) destaca uma série de compromissos que devem ser assumidos nos âmbitos global e nacional para que a Nova Agenda Urbana seja implementada. Estes compromissos envolvem “uma mudança no paradigma urbano fundamentada nas dimensões integradas e indivisíveis do desenvolvimento sustentável: social, econômica e ambiental” (ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS, 2019, p. 11).

Com relação ao viés social, tem-se o “Desenvolvimento urbano sustentável para a inclusão social e a erradicação da pobreza”, em que se destaca a necessidade de “geração de investimentos em comunidades que são mais vulneráveis a desastres” (ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS, 2019, p. 11). Nesse ponto, a Organização das Nações Unidas (2019) ressalta a importância da garantia do direito à moradia adequada, econômica e fisicamente acessível e devidamente servida por serviços e infraestrutura pública.

O aspecto econômico se reflete na “Prosperidade urbana sustentável e inclusiva e oportunidade para todos”. Novamente a Organização das Nações Unidas (2019) menciona a questão do acesso à habitação, o que poderia ser garantido por meio de investimentos em habitação social economicamente acessível a todas as pessoas. Além disso, destaca que é necessário evitar a criação de áreas marginalizadas no tecido urbano.

Por fim, a dimensão ambiental diz respeito ao “Desenvolvimento urbano ambientalmente sustentável e resiliente”, levando em consideração, ainda, as áreas suscetíveis a desastres naturais. Nesse sentido, a Nova Agenda Urbana encoraja as medidas de prevenção e mitigação dos desastres, bem como as ações voltadas à redução das vulnerabilidades de assentamentos humanos expostos ao risco. De acordo com a Organização das Nações Unidas (2019, p. 21):

77. [...] Promoveremos também medidas para o reforço e a reabilitação de todas as moradias em situação de risco, inclusive em favelas e assentamentos informais, para torná-las resilientes aos desastres em coordenação com as autoridades locais e os atores relevantes.

78. Comprometemo-nos a apoiar a mudança de abordagens reativas para outras mais proativas, holísticas, inclusivas e com base no risco, tais como a sensibilização do público sobre os possíveis riscos e a promoção de investimentos prévios para prevenir os riscos e aumentar a resiliência, garantindo, ao mesmo tempo, respostas locais oportunas e eficazes para atender às necessidades imediatas de habitantes afetados por conflitos e por desastres naturais e provocados pelo homem. Isso deve

incluir os princípios do "reconstruir melhor" no processo de recuperação pós-desastre para integrar ao planejamento futuro medidas ambientais e espaciais e de fortalecimento da resiliência, lições de catástrofes passadas, bem como a conscientização sobre novos riscos.

Nota-se, pois, a preocupação com a concretização do direito à moradia adequada, que vem somado ao contexto das vulnerabilidades a desastres naturais. A partir desse entendimento, fica reforçada a necessidade de incorporação do preceito de “reconstruir melhor” no momento de recuperação e reconstrução pós-desastre. Nesse sentido, a Organização das Nações Unidas (2019, p. 27) aponta ainda que para a implementação efetiva da Nova Agenda Urbana é necessária a adoção de políticas públicas, para as quais:

105. Promoveremos a realização progressiva do direito à moradia adequada como um componente do direito a um padrão de vida adequado. Desenvolveremos e implementaremos políticas de habitação em todos os níveis, incorporando planejamento participativo e aplicando o princípio da subsidiariedade, conforme o caso, a fim de assegurar a coerência entre as estratégias de desenvolvimento, políticas fundiárias e a oferta habitacional em âmbito nacional, subnacional e local.
106. Promoveremos políticas de habitação com base nos princípios da inclusão social, da eficácia econômica e da proteção ambiental. Apoiaremos o uso efetivo dos recursos públicos para a habitação economicamente acessível e sustentável, incluindo terrenos em áreas centrais e consolidadas das cidades com infraestrutura adequada, e incentivaremos o desenvolvimento de empreendimentos de renda mista para promover inclusão e coesão social.

No contexto brasileiro, com relação às ações de reconstrução relativas às unidades habitacionais afetadas por desastres naturais, Freitas (2014, p. 265-266) recomenda a implementação de uma política pública específica para o cenário dos desastres:

[...] considerando que o setor habitacional é um dos setores mais afetados por desastres, é de suma importância que o Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, o Ministério das Cidades e o Ministério da Integração Nacional envidem esforços para a criação de um programa específico para reconstrução pós-desastre, que preveja, além da moradia, toda infraestrutura urbana necessária e que seja focado na gestão do risco.

Atualmente, especificamente em relação à “reconstrução de unidades habitacionais de famílias de baixa renda destruídas ou definitivamente interdidas em decorrência de desastres”, a tramitação do pedido deve seguir as diretrizes determinadas pela Portaria Interministerial nº 1, de 24 de julho de 2013 (AÇÕES de recuperação, 2020). A Portaria,

contudo, não cria um programa específico para tratar da reconstrução de unidades habitacionais pós-desastre.

De acordo com o artigo 1º da Portaria Interministerial nº 1, de 24 de julho de 2013, “A demanda habitacional proveniente de situações de emergência ou de calamidade pública [...] será atendida conforme as orientações previstas nesta Portaria, sem prejuízo das demais legislações do Programa Minha Casa Minha Vida – PMCMV” (BRASIL, 2013b, art. 1º).

Para que sejam atendidas no âmbito do antigo PMCMV, a Portaria Interministerial nº 1, de 24 de julho de 2013, estabelece alguns critérios que devem ser cumpridos pela família:

Art. 3º Serão atendidas no âmbito do PMCMV as famílias que atenderem aos critérios específicos de enquadramento do referido programa e:

I - seu único imóvel residencial tiver sido destruído ou interditado definitivamente em razão do desastre, mesmo que situado fora da área a ser reurbanizada; ou
II - possuírem seu único imóvel residencial inserido na área sinistrada a ser reurbanizada, ainda que este não tenha sido comprometido pelo desastre, e seja necessária a sua remoção.

§ 1º O benefício está condicionado à doação do antigo imóvel em favor do ente estatal responsável pela reurbanização da área sinistrada.

§ 2º A concessão da subvenção econômica e a participação financeira dos beneficiários sob a forma de prestações mensais, nas operações do PMCMV, observarão o disposto no Decreto nº 7.499, de 16 de junho de 2011 e demais normativos do Programa, se houver (BRASIL, 2013b).

A Portaria Interministerial nº 1, de 24 de julho de 2013, também prevê a necessidade de se reconstruir as unidades habitacionais “em áreas com nível de risco adequado” (BRASIL, 2013b, art. 4º, *caput*), admitindo que a implantação ocorra “na mesma área atingida pelo desastre, desde que sejam aplicadas medidas que reduzam o risco a patamares aceitáveis” (BRASIL, 2013b, art. 4º, § 1º).

Sabe-se que o Programa Minha Casa Minha Vida não mais se aplica às “operações com benefício de natureza habitacional geridas pelo governo federal” iniciadas após o dia 26 de agosto de 2020 (BRASIL, 2021, art. 25). Atualmente está em vigor a Lei nº 14.118, de 12 de janeiro de 2021, que institui o Programa Casa Verde e Amarela.

O Programa Casa Verde e Amarela apresenta diretrizes que se coadunam com o entendimento sobre a habitação adequada e com as perspectivas estabelecidas pela Organização das Nações Unidas (2015b; 2019). O artigo 2º da Lei nº 14.118/2021 elenca as diretrizes do Programa, dentre as quais se destacam:

Art. 2º São diretrizes do Programa Casa Verde e Amarela:

I - atendimento habitacional compatível com a realidade local, com o reconhecimento da diversidade regional, urbana e rural, ambiental, social, cultural e econômica do País;

II - habitação entendida em seu sentido amplo de moradia, com a integração das dimensões física, urbanística, fundiária, econômica, social, cultural e ambiental do espaço em que a vida do cidadão acontece;

[...]

VIII - aperfeiçoamento da qualidade, da durabilidade, da segurança e da habitabilidade da construção de habitações e da instalação de infraestrutura em empreendimentos de interesse social;

IX - sustentabilidade econômica, social e ambiental dos empreendimentos habitacionais;

[...]

XI - utilização de sistemas operacionais, padrões construtivos e aportes tecnológicos que objetivem a redução de impactos ambientais, a economia de recursos naturais e a conservação e o uso racional de energia (BRASIL, 2021).

De acordo com a Lei nº 14.118/2021, cabe ao Poder Executivo federal definir “as regras de preferência aplicáveis a famílias em situação de risco ou vulnerabilidade”, citando como exemplos as famílias “que tenham a mulher como responsável pela unidade familiar ou de que façam parte pessoas com deficiência ou idosos” (BRASIL, 2021, art. 4º, III).

O rol de grupos vulneráveis destacado na legislação não é taxativo, uma vez que prevê que as regras de preferência podem se estender a “outras prioridades definidas em leis específicas ou compatíveis com a linha de atendimento do Programa” (BRASIL, 2021, art. 4º, III).

Os beneficiários do Programa Casa Verde e Amarela podem ter acesso às unidades habitacionais “sob a forma de cessão, de doação, de locação, de comodato, de arrendamento ou de venda, mediante financiamento ou não, em contrato subsidiado ou não, total ou parcialmente, conforme previsto em regulamento” (BRASIL, 2021, art. 8º, § 6º).

Além da Lei nº 14.118/2021, o acesso à moradia por grupos populacionais de menor renda pode viabilizado através da Lei nº 11.124, de 16 de junho de 2005, que dispõe sobre o Sistema Nacional de Habitação de Interesse Social (SNHIS), cria o Fundo Nacional de Habitação de Interesse Social (FNHIS) e institui o Conselho Gestor do FNHIS. De acordo com Freitas (2014, p. 216), a Lei nº 11.124/2005 “representa uma conquista dos movimentos sociais de assistência a populações vulneráveis e carentes de acesso ao direito à moradia”.

A autora destaca que “O principal objetivo dessa lei é promover medidas para que as parcelas mais vulneráveis da população tenham acesso à terra urbana e à moradia adequada” (FREITAS, 2014, p. 216). O SNHIS, contudo, não apresenta nenhuma disposição expressa com relação à população atingida ou vulnerável a desastres naturais.

A experiência chilena, por outro lado, conta com programas habitacionais desenvolvidos especialmente para as vítimas de desastres naturais. Após o terremoto e tsunami que atingiram o Chile no dia 27 de fevereiro de 2010 – evento esse conhecido como 27F –, o governo impulsionou a adoção de medidas para a prevenção de desastres naturais e, no âmbito da reconstrução de habitações, priorizou a elaboração de planos específicos para a recuperação pós-desastre (COMERIO, 2014; MINISTERIO DE VIVIENDA Y URBANISMO, [entre 2018 e 2021]).

O 27F foi o desastre natural mais catastrófico da história do Chile, que deixou mais de 500 mortos, 370.000 unidades habitacionais danificadas e o maior prejuízo econômico já registrado após a ocorrência de desastres no país (COMERIO, 2014). O evento foi também um marco na forma como o governo chileno passou a lidar com a gestão de risco de desastres e com as políticas de reconstrução nas esferas habitacional e urbana (MINISTERIO DE VIVIENDA Y URBANISMO [entre 2018 e 2021]).

A condução das políticas habitacionais de reconstrução de habitações foi baseada em alguns princípios que foram fundamentais para que as medidas fossem bem-sucedidas. De acordo com Comerio (2014, p. 2), *“There are important lessons for planners and governments to be learned from the Chilean approach to reconstructing housing and infrastructure in a fouryear time frame”*.

O processo de reconstrução e recuperação adotado após o 27F incorporou importantes diretrizes que são recomendadas no âmbito da literatura. Comerio (2014) explica que a doutrina indica os seguintes elementos-chave para que a reconstrução ocorra em consonância com a equidade, o desenvolvimento sustentável e a mitigação de desastres futuros: 1) que os programas governamentais sejam adaptáveis; 2) que as medidas sejam adotadas na escala local; e 3) que haja a participação efetiva da comunidade.

No contexto chileno, Comerio (2014) aponta que os três componentes foram adotados pelo governo. Inicialmente, a autora destaca que o programa de reconstrução foi dirigido pelo *Ministerio de Vivienda y Urbanismo* (MINVU), portanto sem a criação de um ministério *ad hoc*. Dessa forma, o governo optou não só por utilizar verbas públicas como também por se valer da estrutura institucional já existente para a reconstrução.

De ordem a estimular e promover a participação dos governos locais, o MINVU designou às prefeituras a função de criar o registro das vítimas dos desastres e dos danos sofridos nas edificações, que poderiam implicar na necessidade de reparos ou de

reconstrução. Foi a partir desse registro que o governo nacional pôde estimar a quantidade de subsídios necessários para o programa de reconstrução (COMERIO, 2014).

É importante destacar que o MINVU determinou que a população que seria atendida pelo programa de reconstrução do governo era composta pelas camadas com menor acesso à renda (COMERIO, 2014). O MINVU também optou por desenvolver a política habitacional de reconstrução a partir do fornecimento de subsídios ao invés de assumir o compromisso de prover diretamente as habitações para o público-alvo. Dessa forma, a opção do governo foi a de executar as ações de reconstrução, quando possível, nos próprios locais onde as famílias estavam habituadas a viver³⁵. A esse respeito, Comerio (2014, p. 7) pontua que:

The fifth and perhaps most critical decision was to subsidize housing demand rather than direct supply. A “supply-side” subsidy entails government contracting with large local or international companies to build thousands of units on greenfield sites. The “demand-side” subsidy was focused on keeping families in place. It meant putting emergency shelters on individual home sites and planning for rebuilding on those same sites. [...] The decision was not popular with the Santiago based building industry, or with many politicians, as it was seen as slow and cumbersome. However, by two years into the recovery, it was clear that this was the single most important decision made. The use of existing home sites kept people in their communities, with access to their jobs and family members, and the recovery was on their land, where they could monitor the construction. This decision applied to the great majority of disaster-impacted families. The approach supported local builders and kept monies in the communities.

Como forma de garantir a qualidade do programa de reconstrução, o MINVU estabeleceu normas para garantir os padrões construtivos que deveriam ser atendidos para a construção das habitações. De acordo com Comerio (2014), as regras eram especialmente voltadas para os materiais, o sistema estrutural, o desempenho térmico e a habitabilidade das moradias. Além disso, foram designados a nível local profissionais para fornecer assistência técnica, controle de qualidade e inspeção das obras de reconstrução (COMERIO, 2014).

Conforme se destacou, a participação das famílias no processo de reconstrução é fundamental para o sucesso das políticas habitacionais no contexto pós-desastre. No Chile, Comerio (2014) afirma que foi garantido às vítimas o direito de escolher o tipo de habitação, o fornecedor de serviços e o tipo de subsídio governamental que melhor lhes atenderiam³⁶.

³⁵ De acordo com Comerio (2014, p. 8), “Over 70% of the homes to be rebuilt or repaired were on sites where the beneficiaries lived”.

³⁶ Comerio (2014, p. 8-9) explica que: “For owners eligible for subsidy, a variety of options were available: funds to repair existing houses, funds to acquire a new house, new houses on the owners’ land, houses on new sites, or

Sendo assim, a população teve uma participação ativa no processo de reconstrução, e a variedade de opções disponíveis aos moradores demonstra a preocupação do governo com relação à adaptabilidade diante das diferentes demandas da sociedade, bem como a condução do processo de reconstrução a nível local (COMERIO, 2014).

Outro fator importante no processo de reconstrução chileno é que ao mesmo tempo em que as soluções de habitação temporária emergencial estavam sendo implementadas, o programa de reconstrução definitiva estava sendo planejado. Conforme visto, a literatura recomenda que a habitação permanente deve ser desenvolvida concomitantemente com o fornecimento de abrigos emergenciais e temporários (FERES, 2014).

Retomando ao caso do Chile, a reconstrução de unidades habitacionais, quando possível, ocorreu no próprio terreno da família. Nos casos em que o terreno não pôde ser reabitado ou quando a família não era proprietária do lote (eram locatários ou viviam em situação de coabitação, por exemplo), as moradias emergenciais foram organizadas em acampamentos temporários enquanto os novos conjuntos habitacionais de interesse social eram construídos (COMERIO, 2014)³⁷.

A implementação do programa de reconstrução após o 27F, que disponibilizou cerca de 220.000 subsídios habitacionais para as famílias, ocorreu principalmente a nível regional em cooperação entre as agências regionais do MINVU – o *Servicio de Vivienda y Urbanismo* (SERVIU) – e as prefeituras (COMERIO, 2014). Até o dia 13 de maio de 2021, mais de 11 anos após a catástrofe, as soluções habitacionais executadas totalizavam 99,96% dos subsídios, sendo que 0,04% ainda estavam em fase de execução (iniciaram as obras e não terminaram ou não foram pagos ainda) (MINISTERIO DE VIVIENDA Y URBANISMO, 2021).

units in new social-housing developments. Owners could complete modest repairs on damaged houses with subsidy funds used to purchase materials from a local source. Owners could use contractors for more complex repairs with subsidy funds. [...] Owners needing full reconstruction could select models from precertified contractors, do their own construction or buy an existing house. For those selecting contractor--built homes, community residents were allowed to choose from models based on presentations from several predominantly local builders, some of whom offered prefabricated homes and some of whom offered site built homes, all of which were precertified for engineering standards by the Ministry".

³⁷ Comerio (2014, p. 9-10) destaca que: "*Families without land—those in damaged social condominiums, renters, and those doubled-up in single units—were accommodated in temporary camps, while new social condominium projects or new single family house developments were designed and completed. Social condominiums were designed on sites selected for pre-organized groups of families, that is, families who signed up to participate in the project. Additional new developments and acquisition subsidies were designed for non-land owners such as renters or families who had shared space in damaged homes. These families became homeowners in recovery, and each family could choose condominiums or new-site houses, according to their needs".*

É interessante pontuar, ainda, que o governo chileno buscou incorporar as estratégias de “reconstruir melhor”, o que vem como diretriz para os programas habitacionais pós-desastres até os dias atuais (MINISTERIO DE VIVIENDA Y URBANISMO, [entre 2018 e 2021]). No caso do 27F, por exemplo, as novas unidades habitacionais contavam com área de aproximadamente 50 m² (enquanto as unidades destruídas tinham em média de 27 a 38 m²), comportavam até três quartos e permitiam que as famílias acrescentassem novos cômodos e diferentes acabamentos após a entrega. Ademais, as habitações foram servidas com sistemas de água e esgoto, além de estarem próximas a serviços e outras amenidades (COMERIO, 2014).

É importante destacar, ainda, que o programa de reconstrução de moradias foi integrado à implementação de novas estratégias de planejamento urbano (COMERIO, 2014). Desenvolvidos pelo MINVU e coordenados por autoridades e profissionais locais, os *Planes de Regeneración Estratégico Sustentable* (PRES) e os *Planes de Regeneración Urbana* (PRU) foram instrumentos adotados para a reconstrução na escala da cidade (MINISTERIO DE VIVIENDA Y URBANISMO, 2021). De acordo com o *Ministerio de Vivienda y Urbanismo* (2021, p. 1-2):

Los PRES comprenden iniciativas de cooperación público-privada, -integran a municipios, gobiernos regionales, empresas u organizaciones sociales- en que el MINVU actúa como garante y vela para que el resultado genere insumos para la programación de planes de inversión. Estos planes se han desarrollado en las regiones de Valparaíso, Maule y Biobío; y contemplan el diseño y ejecución para la conservación de vías de evacuación, construcción de parques y habilitación y mejoramiento de ejes, accesos y calles.

[...]

Los PRU permiten orientar la reconstrucción armónica de localidades, barrios y ciudades cuyo carácter urbano e identidad pudieran verse amenazados por las dinámicas propias de la reconstrucción y que ameritaban contar con instrumentos que reconozcan y protejan su valor como conjunto. Estos planes se han desarrollado en todas las regiones afectadas por la catástrofe; y consideran construcción de ciclovías y espacios públicos, ejes cívicos y patrimoniales, habilitación de paseos y mejoramiento del entorno.

Nota-se, pois, que conforme afirma Comerio (2014, p. 22), “*housing is not necessarily the only tool needed to reconstruct the Community*”. Contudo, com relação às políticas de planejamento urbano, a autora entende que a atuação do governo chileno e a participação dos cidadãos após o 27F ainda precisariam ser reforçadas:

Going forward, MINVU will need to think beyond housing supply and consider the role of urban planning and citizen participation. This will require significant

professional development, coordination across traditional disciplines, and political changes – all necessary next steps (COMERIO, 2014, p. 24).

Mais recentemente, o *Ministerio de Vivienda y Urbanismo* ([entre 2018 e 2021]) explica que a atuação do governo chileno perante os desastres naturais está voltada para a redução do risco de desastres e o fortalecimento da resiliência, em conformidade com o Marco de Sendai, os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável – em especial o ODS 11 –, a Nova Agenda Urbana, dentre outros compromissos internacionais firmados pelo Chile. Ademais, com relação às ações de reconstrução, elas ainda ficam a cargo do MINVU (MINISTERIO DE VIVIENDA Y URBANISMO, [entre 2018 e 2021]).

Nesse contexto, a *Comisión Asesora para la Reducción de Riesgos y Desastres y Reconstrucción*, vinculada ao MINVU, estabeleceu dois eixos estratégicos para a redução do risco de desastres, quais sejam a promoção de medidas para a redução do risco de desastres a partir da perspectiva local e a incorporação de critérios de redução de risco de desastres no planejamento urbano (MINISTERIO DE VIVIENDA Y URBANISMO, [entre 2018 e 2021]).

No primeiro eixo estratégico, as medidas de prevenção são associadas ao momento da reconstrução pós-desastre, que deve se basear no princípio de “reconstruir melhor”. De acordo com o *Ministerio de Vivienda y Urbanismo* ([entre 2018 e 2021]), essas medidas devem promover a conscientização da população sobre os riscos e ameaças locais, promover a resiliência para a superação dos desastres, prevenir os riscos de desastres a nível local e adotar programas e planos para a redução do risco de desastres, com ênfase, portanto, na atuação preventiva.

Já o segundo eixo estratégico envolve uma escala maior de atuação, colocando a redução do risco de desastres como um elemento a ser considerado nos programas de planejamento urbano. O *Ministerio de Vivienda y Urbanismo* ([entre 2018 e 2021]) estabelece, nesse sentido, que as normas relacionadas ao ordenamento do território chileno visem à gestão do risco de desastres.

Tendo em vista o estudo comparado entre as condutas dos Estados brasileiro e chileno diante das políticas habitacionais – e urbanas – no contexto dos desastres naturais, bem como explicitadas as diretrizes estabelecidas pela Organização das Nações Unidas para tratar sobre o assunto, passa-se ao estudo mais pontual a respeito das normas técnicas brasileiras que devem ser observadas para o desenvolvimento de projetos habitacionais.

4.3 CONFORTO E DESEMPENHO HIGROTÉRMICO DE EDIFICAÇÕES HABITACIONAIS

4.3.1 Parâmetros normativos para edificações habitacionais

4.3.1.1 Parâmetros de projeto

4.3.1.1.1 ABNT NBR 15575: Edificações habitacionais – Desempenho

A ABNT NBR 15575 é a norma brasileira de desempenho de edificações habitacionais³⁸. Para a avaliação do desempenho, a Parte 1 da norma prescreve os requisitos qualitativos e os critérios quantitativos gerais que devem ser observados com relação aos seguintes requisitos do usuário: segurança, habitabilidade e sustentabilidade³⁹.

É importante destacar que a ABNT NBR 15575-1 é expressa em afirmar que suas diretrizes não se aplicam às edificações provisórias (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013a, p. 1). Para a presente pesquisa, contudo, a elaboração dos modelos de habitação buscou seguir as recomendações da norma sobretudo no que diz respeito ao desempenho térmico das edificações habitacionais.

Isso porque o presente trabalho tem como objetivo que os modelos habitacionais propostos tenham um caráter provisório apenas em um primeiro momento, funcionando como embriões para uma habitação definitiva para as famílias vítimas de desastres naturais. Nesse sentido, e uma vez que o enfoque da pesquisa foi o conforto térmico das edificações do ponto de vista da adequação bioclimática dos modelos propostos, buscou-se atender aos requisitos mínimos estabelecidos pela ABNT NBR 15575-1.

Com reação ao desempenho térmico das edificações, a ABNT NBR 15575-1 estabelece requisitos baseados no zoneamento bioclimático brasileiro definido pela ABNT NBR 15220-3. Para a avaliação da adequação dos projetos de habitações, a ABNT NBR 15575-1 estabelece dois procedimentos, um normativo e um informativo. Em resumo, o procedimento

³⁸ A ABNT NBR 15575 sofreu uma emenda que revisou e complementou seu conteúdo no dia 30 de março de 2021. Dada a sua recente modificação, a literatura ainda não se atualizou. Tendo em vista que os textos que compõem a revisão bibliográfica e o material escolhido para ser utilizado na proposição dos modelos habitacionais foram embasados e simulados segundo as diretrizes da norma anterior à emenda, optou-se por analisar a ABNT NBR 15575:2013. Em oportunidades futuras pode ser feito um estudo comparativo sobre as alterações da norma técnica e suas conseqüentes implicações nos trabalhos acadêmicos estudados e, ainda, nesta pesquisa de Iniciação Científica.

³⁹ Os fatores que expressam os requisitos do usuário relativos à segurança são: segurança estrutural; segurança contra fogo e segurança no uso e na operação. Com relação à habitabilidade, tem-se os seguintes fatores: estanqueidade; desempenho térmico; desempenho acústico; desempenho lumínico; saúde, higiene e qualidade do ar; funcionalidade e acessibilidade; e conforto tátil e antropodinâmico. Por fim, os requisitos do usuário relativos à sustentabilidade são expressos pela durabilidade, manutenibilidade e impacto ambiental (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013a).

informativo consiste na realização de medições *in loco* em edificações ou em protótipos construídos (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013a).

Já o procedimento normativo é o método simplificado em que se verifica o atendimento aos requisitos e critérios estabelecidos na norma para os sistemas de vedação (ABNT NBR 15575-4) e cobertura (ABNT NBR 15575-5). Caso os sistemas não atendam aos critérios e métodos normativos, a avaliação do desempenho térmico da edificação como um todo deverá ser realizada pelo método da simulação computacional. A ABNT NBR 15575-1 traz dados de referência que devem ser utilizados para as simulações computacionais e recomenda o uso do programa *EnergyPlus* (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013a).

Ao tratar sobre o desempenho lumínico das edificações, a ABNT NBR 15575-1 estabelece que, durante o dia, alguns recintos das edificações habitacionais precisam receber luz natural direta ou difusa. São eles: sala de estar, dormitório, copa/cozinha e área de serviço. O nível mínimo de desempenho para a iluminância geral para iluminação natural é de 60 lux. Os demais ambientes, como por exemplo banheiro, corredor e garagem não precisam receber iluminação natural de acordo com a norma (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013a).

A respeito da funcionalidade e da acessibilidade para a avaliação da habitabilidade da habitação, a ABNT NBR 15575-1 estabelece alguns requisitos mínimos a serem observados pelo projetista. São eles: altura mínima de pé-direito; disponibilidade mínima de espaços para uso e operação da habitação; adequação para pessoas com deficiências físicas ou pessoas com mobilidade reduzida; e possibilidade de ampliação da unidade habitacional. O método de avaliação de todos esses requisitos é dado pela análise de projeto (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013a).

Com relação à altura mínima de pé-direito, estabelece-se como regra que ela não pode ser inferior a 2,50 m. As exceções são previstas para vestíbulos, halls, corredores, instalações sanitárias e despensas, em se que permite o pé-direito mínimo de 2,30 m. Além disso, nos casos de tetos com vigas, inclinados, abobadados ou situações congêneres, pelo menos 80% da superfície do teto deve ter altura mínima de pé-direito de 2,50 m, permitindo-se que os outros 20% desçam até o mínimo de 2,30 m (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013a).

A disponibilidade mínima de espaços para uso e operação da habitação é dada segundo o critério de disponibilidade de espaço para comportar e utilizar móveis e equipamentos-padrão estabelecidos na própria ABNT NBR 15575-1, de acordo com as atividades essenciais que devem ser desempenhadas em cada cômodo (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013a). A tabela da norma foi reproduzida a seguir:

Tabela 3: Móveis e equipamentos-padrão segundo a ABNT NBR 15575-1.

Atividades essenciais/Cômodo	Móveis e equipamentos-padrão
Dormir/Dormitório de casal	Cama de casal + guarda-roupa + criado-mudo (mínimo 1)
Dormir/Dormitório para duas pessoas (2º Dormitório)	Duas camas de solteiro + guarda-roupa + criado-mudo ou mesa de estudo
Dormir/Dormitório para uma pessoa (3º Dormitório)	Cama de solteiro + guarda-roupa + criado-mudo
Estar	Sofá de dois ou três lugares + armário/estante + poltrona
Cozinhar	Fogão + geladeira + pia de cozinha + armário sobre a pia + gabinete + apoio para refeição (duas pessoas)
Alimentar/tomar refeições	Mesa + quatro cadeiras
Fazer higiene pessoal	Lavatório + chuveiro (box) + vaso sanitário NOTA No caso de lavabos, não é necessário o chuveiro.
Lavar, secar e passar roupas	Tanque (externo para unidades habitacionais térreas) + máquina de lavar roupa
Estudar, ler, escrever, costurar, reparar e guardar objetos diversos	Escrivaninha ou mesa + cadeira

Fonte: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2013a, p. 67.

Além de prever o mobiliário mínimo a ser disposto em cada cômodo de acordo com suas funções essenciais, a ABNT NBR 15575-1 também estabelece uma tabela com as dimensões mínimas de cada um desses móveis e equipamentos-padrão. As dimensões mínimas do mobiliário e da circulação recomendadas pela norma podem ser consultadas na

Tabela F.2 da ABNT NBR 15575-1, contida nas páginas 68 a 70 da mesma, e serão abordadas posteriormente, na ocasião do desenvolvimento do modelo habitacional.

Dando continuidade aos requisitos de habitabilidade da norma, para verificar o atendimento ao requisito de adequação para pessoas com deficiências físicas ou pessoas com mobilidade reduzida, a ABNT NBR 15575-1 remete para os requisitos estabelecidos na ABNT NBR 9050, norma de acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos públicos (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013a). As diretrizes da norma de acessibilidade serão estudadas a seguir, no tópico 4.3.1.1.2.

Por fim, quanto à possibilidade de ampliação da unidade habitacional, a ABNT NBR 15575-1 estabelece que, nos casos em que as habitações possuem caráter evolutivo, ou seja, são comercializadas já com previsão de passarem por futuras ampliações, é necessário fornecer ao usuário instruções para essas ampliações, que deverão manter pelo menos os mesmos níveis de desempenho da construção original. A norma recomenda ainda que seja prevista a utilização de recursos regionais e os mesmos materiais e técnicas construtivas do imóvel original (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013a).

A ABNT NBR 15575-1 não avança muito nas recomendações a respeito do requisito da sustentabilidade. Segundo as disposições da própria norma: “Técnicas de avaliação do impacto ambiental resultante das atividades da cadeia produtiva da construção ainda são objeto de pesquisa e, no atual estado da arte, não é possível estabelecer critérios e métodos de avaliação relacionados à expressão desse impacto” (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013a, p. 38).

Embora não estabeleça critérios e métodos de avaliação do desempenho sustentável, a norma traz algumas recomendações que são válidas para o presente estudo, como a indicação de uso de espécies de madeiras que não estejam em risco de extinção e ainda o encorajamento da adoção de soluções de iluminação e ventilação natural bem como o uso de energias alternativas para que se minimize o consumo de energia (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013a).

A Parte 4 da ABNT NBR 15575 trata dos requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas (SVVIE) das edificações habitacionais⁴⁰. Mais precisamente a

⁴⁰ A ABNT NBR 15575-4 define os sistemas de vedação vertical interno e externo como “partes da edificação habitacional que limitam verticalmente a edificação e seus ambientes, como as fachadas e as paredes ou divisórias internas” (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013b, p. 4).

respeito do desempenho térmico dos SVVIE, a ABNT NBR 15575-4 estabelece critérios de transmitância térmica e capacidade térmica para as paredes externas das habitações, que devem atender a um nível mínimo de desempenho de acordo com as características climáticas onde será implantado o edifício.

Com relação à transmitância térmica, a ABNT NBR 15575-4 ainda faz uma diferenciação a partir da absorvância à radiação solar dos SVVIE, que varia conforme a cor definida no projeto para o revestimento das superfícies externas de vedação vertical (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013b). Sendo assim, a depender de se tratar do uso de cores claras, médias ou escuras, os valores máximos de transmitância térmica poderão variar.

Esses critérios são estabelecidos para cada zona bioclimática brasileira e apresentam valores diferentes daqueles estabelecidos pela ABNT NBR 15220-3. Por esse motivo, serão estudados no tópico 4.3.2.2.1 em uma análise comparativa entre as duas normas técnicas de desempenho.

Para a avaliação do cumprimento aos valores mínimos de transmitância térmica e capacidade térmica, a ABNT NBR 15575-4 prevê o método simplificado do desempenho térmico, que consiste na verificação do atendimento aos requisitos e critérios estabelecidos na norma. Caso o projeto não atenda a esse critério simplificado, indica-se o método de cálculos conforme os procedimentos apresentados na ABNT NBR 15220-2 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013b).

Além da adequação das paredes externas aos critérios de transmitância térmica e capacidade térmica, a ABNT NBR 15575-4 estabelece o requisito de aberturas para a ventilação nas fachadas da edificação que comportem ambientes de longa permanência⁴¹. Os requisitos da norma devem ser aplicados quando não existir legislação específica no local da obra que preveja as áreas mínimas de ventilação⁴² (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013b).

O método de avaliação indicado para a verificação do cumprimento às aberturas mínimas para ventilação é a análise do projeto de arquitetura, a partir do quociente da área

⁴¹ Para os fins da ABNT NBR 15575-4 são considerados como ambientes de longa permanência as salas e os dormitórios (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013a).

⁴² Tendo em vista que a presente pesquisa não se direciona a um local em específico, mas sim busca apresentar soluções que atendam aos requisitos mínimos de conforto térmico para diferentes climas brasileiros, optou-se por adotar os valores estabelecidos genericamente em normas técnicas. Sendo assim, o estudo se fundamentou nas diretrizes fixadas pela ABNT NBR 15575-4 e pela ABNT NBR 15220-3, as quais trazem valores diferentes para as áreas de abertura para ventilação. As diferenças entre as duas normas serão avaliadas no tópico 4.3.2.2.1.

efetiva de abertura para ventilação do ambiente⁴³ pela área de piso do ambiente de longa permanência (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013b).

Na Parte 5 da ABNT NBR 15575 são estabelecidos os requisitos referentes aos sistemas de coberturas (SC)⁴⁴. Com relação ao desempenho térmico das edificações, o sistema de cobertura exerce uma importante função, tendo em vista ser a parte da edificação mais exposta à radiação solar. Dessa forma, a transmissão de carga térmica para a edificação precisa ser resolvida especialmente na cobertura para garantir um melhor desempenho da habitação como um todo no que diz respeito ao conforto térmico (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013c).

Para o desempenho térmico dos sistemas de cobertura, a ABNT NBR 15575-5 estabelece o requisito de isolamento térmica da cobertura, avaliado segundo o critério de transmitância térmica das coberturas de acordo com a zona bioclimática onde será implantada a edificação. Os valores mínimos de transmitância térmica previstos pela ABNT NBR 15575-5 são diferentes daqueles previstos na ABNT NBR 15220-3 e serão estudados no tópico 4.3.2.2.1.

Assim como ocorre nos SVVIE, para os sistemas de cobertura a ABNT NBR 15575-5 também atrela aos requisitos de transmitância térmica a avaliação da absorvância à radiação solar das superfícies externas da cobertura. Nesse caso, o valor da absorvância deverá se referir ao material especificado no projeto para o telhado ou outro elemento que constitua a superfície exposta da cobertura adotada (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013c).

Para a avaliação do desempenho térmico dos sistemas de cobertura, a ABNT NBR 15575-5 estabelece o método simplificado. Caso não se atenda ao critério simplificado, a norma indica a avaliação conforme os procedimentos informativos apresentados na ABNT NBR 15575-1 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013c).

⁴³ A ABNT NBR 15575-4 estabelece que será considerada como área efetiva de abertura para ventilação do ambiente “as aberturas que permitam a livre circulação do ar, devendo ser descontadas as áreas de perfis, vidros e de qualquer outro obstáculo; nesta área não são computadas as áreas de portas internas. No caso de cômodos dotados de portas-balcão ou semelhantes, na fachada da edificação, toda a área aberta resultante do deslocamento da folha móvel da porta é computada” (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013b, p. 28).

⁴⁴ Os sistemas de cobertura são definidos pela ABNT NBR 15575-5 como o “conjunto de elementos/componentes, dispostos no topo da construção, com a função de assegurar estanqueidade às águas pluviais e salubridade, proteger os demais sistemas da edificação habitacional ou elementos e componentes da deterioração por agentes naturais, e contribuir positivamente para o conforto termoacústico da edificação habitacional” (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013c, p. 5).

4.3.1.1.2 ABNT NBR 9050: Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos públicos

A ABNT NBR 9050 é a norma brasileira que versa sobre a acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos públicos, de modo que a “maior quantidade possível de pessoas, independentemente de idade, estatura ou limitação de mobilidade ou percepção” possa utilizar esses espaços de “maneira autônoma, independente e segura” (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2020, p. 1). Sendo assim, para que possa ser considerado acessível, o projeto deve obedecer às diretrizes estabelecidas nessa norma.

A norma de acessibilidade é muito ampla, trazendo diretrizes para a elaboração de uma série de projetos. Para os fins da presente pesquisa de Iniciação Científica, a atenção se voltou para os critérios e parâmetros aplicados na escala habitacional. Portanto, buscou-se observar as áreas necessárias para manobra, transferência e aproximação de pessoas com deficiência ou mobilidade reduzida, além do dimensionamento de ambientes que permitam o desempenho das atividades cotidianas com segurança e autonomia por todas as pessoas.

Tendo em vista a amplitude de detalhes e diretrizes projetuais previstas na ABNT NBR 9050, optou-se por descrever os parâmetros adotados no projeto da presente pesquisa posteriormente, no tópico referente ao modelo habitacional proposto. De antemão explica-se que os modelos desenvolvidos no âmbito da presente pesquisa buscaram garantir as condições de acessibilidade de uma maneira geral, ou seja, não se distinguiu a arquitetura entre unidades acessíveis e unidades não acessíveis.

Essa decisão motivou-se a partir do entendimento de que as condições de deficiência ou mobilidade reduzida podem vir a ocorrer em qualquer momento da vida de uma família e que não necessariamente existem no momento da construção da moradia. Além disso, após a ocorrência de um desastre natural é possível que as vítimas apresentem redução temporária ou definitiva de sua mobilidade. Por esses motivos, entende-se que toda e qualquer habitação deve ter condições de se adaptar a cenários futuros.

Para o momento de entrega das casas embrião, a diferenciação que poderia ser feita seria no sentido da instalação ou não das barras de apoio e das peças sanitárias acessíveis. Contudo, as soluções da arquitetura dos ambientes em relação a dimensões mínimas para circulação e uso dos espaços e de vão livre da porta foram igualmente aplicadas.

4.3.2 Conforto térmico em habitação de interesse social

4.3.2.1 ABNT NBR 15220: Desempenho térmico de edificações

A ABNT NBR 15220 é a norma brasileira de desempenho térmico de edificações. A Parte 1 da norma traz as definições, símbolos e unidades dos termos utilizados para tratar do desempenho térmico das edificações. Para tanto, a norma apresenta diferentes tipos de grandezas utilizadas para tratar das características térmicas de materiais, elementos e componentes construtivos, das características térmicas dos ambientes e das grandezas do clima, do ambiente e da fisiologia humana relacionadas ao condicionamento térmico de edificações (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2003a).

Para o desenvolvimento dos modelos de habitação propostos na presente pesquisa, o estudo se voltou principalmente para as características térmicas dos materiais, elementos e componentes construtivos. Conforme exposto no item 4.3.1.1.1, a ABNT NBR 15575 especifica alguns parâmetros de desempenho térmico para edificações habitacionais.

No escopo da ABNT NBR 15575-4 são apresentados critérios de transmitância térmica, absorvância à radiação solar e capacidade térmica para as paredes externas das habitações. Já na ABNT NBR 15575-5 são estabelecidos critérios de transmitância térmica e de absorvância à radiação solar dos sistemas de coberturas.

Os sistemas de vedação externa de edificações – paredes e coberturas – também são estabelecidos pela ABNT NBR 15220-3, que além da transmitância térmica traz os critérios de atraso térmico e fator de calor solar.

Os conceitos de transmitância térmica, absorvância à radiação solar, capacidade térmica, atraso térmico e fator de calor solar são extraídos da ABNT NBR 15220-1, conforme se destaca na tabela abaixo, adaptada dessa norma (Tabela 4):

Tabela 4: Características térmicas de materiais, elementos e componentes construtivos.

Grandeza	Definição	Símbolo	Unidade
Transmitância térmica ou coeficiente global de transferência de calor	Quociente da densidade de fluxo de calor, em regime estacionário, pela diferença de temperatura verificada entre as superfícies	U	W/(m ² .K)

	internas e externas das camadas de um elemento ou componente construtivo.		
Absortância à radiação solar	Quociente da taxa de radiação solar absorvida por uma superfície pela taxa de radiação solar incidente sobre a mesma superfície.	α	-
Capacidade térmica	Quantidade de calor necessária para variar em uma unidade a temperatura de um sistema.	C	J/K
Atraso térmico	Tempo transcorrido entre uma variação térmica em um meio e sua manifestação na superfície oposta de um componente construtivo submetido a um regime periódico de transmissão de calor. Obs.: o atraso térmico depende da capacidade térmica do componente construtivo e da ordem em que as camadas estão dispostas.	ϕ	h
Fator de calor solar (elementos opacos) ⁴⁵	Quociente da taxa de radiação solar	FS _o	-

⁴⁵ A ABNT NBR 15220-1 traz uma diferenciação entre o fator de ganho solar de elementos opacos e o fator de ganho solar de elementos transparentes e translúcidos. Para a avaliação do desempenho térmico da edificação, é necessário avaliar as transmissões de calor pelas superfícies opacas e pelas superfícies translúcidas. Neste momento, como estão sendo consideradas as superfícies opacas previstas pelas normas de desempenho – paredes externas e coberturas –, foi considerado somente o fator solar de elementos opacos.

	transmitida através de um componente opaco pela taxa de radiação solar total incidente sobre a superfície externa do mesmo.		
--	---	--	--

Fonte: Adaptado de Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2003a.

Com relação às características térmicas dos ambientes, é importante destacar a diferenciação que a norma faz entre taxa de ventilação e taxa de infiltração, uma vez que a taxa de ventilação é um dos elementos considerados para a simulação computacional conforme indicado pela ABNT NBR 15575-1.

De acordo com a ABNT NBR 15220-1, a diferença entre taxa de ventilação e taxa de infiltração reside na intenção ou não de deixar o ar adentrar na edificação por meio de aberturas na mesma. Nesse sentido, a taxa de ventilação é definida como a “vazão de ar exterior que circula por um ambiente através de aberturas intencionais” (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2003a, p. 4.), ao passo que a taxa de infiltração se caracteriza como a “vazão de ar exterior que circula por um ambiente através de aberturas não intencionais” (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2003a, p. 4.). Ambas as grandezas são dadas em m^3/s .

Outros conceitos importantes para esta pesquisa são os de conforto térmico e de zona bioclimática, que também são definidos pela ABNT NBR 15220-1. Segundo a norma, o conforto térmico consiste na “satisfação psicofisiológica de um indivíduo com as condições térmicas do ambiente” (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2003a, p. 5). A zona bioclimática, por seu turno, define-se como “região geográfica homogênea quanto aos elementos climáticos que interferem nas relações entre ambientes construídos e conforto humano” (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2003a, p. 5).

O zoneamento bioclimático brasileiro foi estabelecido na Parte 3 da ABNT NBR 15220, juntamente com recomendações de diretrizes construtivas e estratégias para o

A definição do fator solar de elementos transparentes e translúcidos (FSt), conforme a ABNT NBR 15220-1 é a seguinte: “Quociente da taxa de radiação solar diretamente transmitida através de um componente transparente ou translúcido, sob determinado ângulo de incidência, mais a parcela absorvida e posteriormente retransmitida para o interior, pela taxa de radiação solar total incidente sobre a superfície externa do mesmo” (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2003a, p. 3).

condicionamento térmico passivo para habitações unifamiliares de interesse social com até três pavimentos. É importante destacar que as recomendações e diretrizes previstas na ABNT NBR 15220-3 não possuem caráter normativo, mas apenas informativo (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2003b).

Com relação ao desempenho térmico das habitações, a ABNT NBR 15220-3 afirma que a avaliação de projetos arquitetônicos pode ser feita ou pela verificação do cumprimento das diretrizes construtivas estabelecidas na norma ou por meio de simulações computacionais (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2003b). Diferentemente da ABNT NBR 15575, não são apresentados procedimentos para a avaliação nem recomendado o uso de *softwares* para a realização das simulações.

Partindo para o zoneamento bioclimático proposto pela ABNT NBR 15220-3, verifica-se que a norma divide o território brasileiro em oito zonas bioclimáticas de acordo com as características de clima compartilhadas entre as cidades avaliadas⁴⁶. Para chegar a essa divisão, partiu-se da Carta Bioclimática proposta por Givoni e da base de dados climáticos para as cidades estudadas conforme as variáveis climáticas de médias mensais das temperaturas máximas, médias mensais das temperaturas mínimas e médias mensais das umidades relativas do ar (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2003b)⁴⁷.

As diretrizes construtivas e as estratégias para o condicionamento térmico passivo devem ser propostas de acordo com as características climáticas, visando melhorar o desempenho térmico das habitações unifamiliares de interesse social pela adequação às características de temperatura e umidade relativa do ar do local onde venham a ser implantadas (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2003b).

Diferentemente das diretrizes construtivas e estratégias de condicionamento térmico passivo para cada zona, o zoneamento bioclimático brasileiro possui caráter normativo (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2003b).

As recomendações construtivas feitas pela ABNT NBR 15220-3 para cada zona bioclimática variam de acordo com os seguintes parâmetros: tamanho das aberturas para ventilação; proteção das aberturas; vedações externas (tipo de parede externa e tipo de

⁴⁶ A relação com as 330 cidades avaliadas e as respectivas zonas bioclimáticas e estratégias bioclimáticas pode ser verificada no Anexo A da ABNT NBR 15220-3 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2003b, p.13-15).

⁴⁷ O método e os critérios para a classificação bioclimática do território brasileiro podem ser conferidos em maiores detalhes na ABNT NBR 15220-3 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2003b, p. 16-18).

cobertura); e estratégias de condicionamento térmico passivo (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2003b).

Cumprе salientar, ainda, que a ABNT NBR 15220-3 considera como ambientes de longa permanência para os fins de dimensionamento das aberturas para ventilação os dormitórios, salas de estar e cozinhas (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2003b). Por outro lado, ABNT NBR 15575-1 trata apenas dos dois primeiros ambientes, desconsiderando, portanto, as cozinhas (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013a). O percentual de área de abertura em relação à área de piso também varia entre essas duas normas técnicas.

A seguir serão apresentadas as características e recomendações projetuais feitas para cada uma das zonas bioclimáticas brasileiras. O estudo se voltou a uma análise crítica a respeito do zoneamento bioclimático, bem como das diferentes recomendações feitas pelas normas técnicas brasileiras (ABNT NBR 15575 e ABNT NBR 15220).

4.3.2.2 Projeto bioclimático e os climas brasileiros

4.3.2.2.1 Zoneamento bioclimático brasileiro

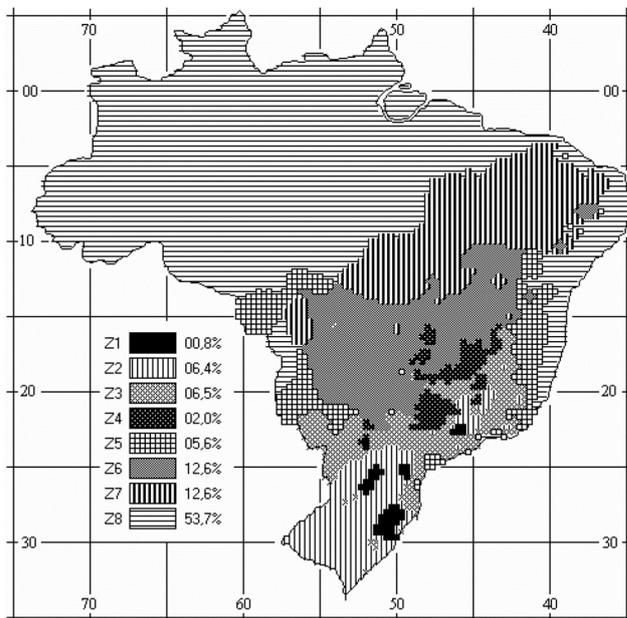
O território brasileiro tem dimensões continentais e está localizado entre os dois trópicos, o que faz com que nosso clima seja muito variado (LAMBERTS, DUTRA E PEREIRA, 2014). No âmbito da presente pesquisa, cumpre destacar que não seria possível adentrar em análises aprofundadas sobre o clima de cidades brasileiras específicas, uma vez que se pretende que os modelos de habitação propostos possam atender às vítimas de desastres naturais em todo o território brasileiro.

Desta forma, entende-se que um primeiro passo para pensar na adequação bioclimática dessas soluções seria a partir da compreensão do zoneamento bioclimático estabelecido pela ABNT NBR 15220-3. Essa seria uma primeira abordagem, que pode ser aprofundada posteriormente para chegar a adequações especificamente desenvolvidas em função das características do local onde seria implantada a edificação.

Por ora, o objetivo é a compreensão sobre as características bioclimáticas gerais estabelecidas para cada zona. Nesse sentido, a divisão do território brasileiro em oito zonas bioclimáticas com características relativamente homogêneas quanto ao clima foi definida a partir das variáveis de temperatura e umidade do ar (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2003b).

A Figura 1 apresenta o zoneamento bioclimático feito pela ABNT NBR 15220-3:

Figura 1: Zoneamento bioclimático brasileiro.



Fonte: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2003b, p. 3.

É importante destacar que a normatização do zoneamento bioclimático brasileiro se deu no ano de 2003, justamente com a publicação da ABNT NBR 15220-3. Essa divisão do território em zonas relativamente homogêneas quanto ao clima se enquadra como uma primeira etapa na caracterização das condicionantes e diretrizes projetuais para o desenvolvimento de um projeto arquitetônico que se adeque aos elementos climáticos do local de implantação (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2005).

Contudo, esse é apenas um instrumento inicial que não dispensa a análise aprofundada das escalas mais próximas ao entorno imediato do edifício. Nesse sentido, o Ministério das Cidades em parceria com a Centrais Elétricas Brasileiras S.A. (Eletrobras) indicam a necessidade de que sejam feitas outras análises para que um projeto melhor aproveite as características bioclimáticas positivas do local e atenuar os aspectos negativos (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2005).

Lourenço *et al.* (2020) também apontam que a ABNT NBR 15220-3 falha por tratar de forma genérica o zoneamento bioclimático brasileiro, destacando que, embora algumas cidades façam parte da mesma zona bioclimática, existem outros fatores não considerados

pela norma que podem definir comportamentos térmicos distintos para cada uma dessas cidades.

Alguns dos elementos que não são considerados pela ABNT NBR 15220-3 e que também impactam no clima assim como a temperatura e a umidade do ar são a altitude e a velocidade dos ventos (LOURENÇO *et al.*, 2020). A norma técnica também não leva em conta que dentro de um mesmo município podem existir regiões com características climáticas distintas, a depender do contexto da cidade e do local de implantação da edificação (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2005).

As lacunas e imprecisões da norma não eliminam, contudo, a importância do zoneamento bioclimático do território brasileiro e sua divisão em oito grandes zonas, de modo que “O Zoneamento Bioclimático de um país tem por objetivo ser um instrumento facilitador da escolha das estratégias de projeto de arquitetura que aproveitem das benesses dos diversos climas para atender às necessidades de conforto dos moradores” (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2005, p. 29).

As recomendações construtivas para cada zona bioclimática foram apresentadas de maneira sintetizada nas Tabelas 5 a 9, em esquema comparativo entre os parâmetros e diretrizes da ABNT NBR 15220-3 os critérios estabelecidos na ABNT NBR 15575-4 e na ABNT NBR 15575-5.

A Tabela 1, já apresentada anteriormente, traz a quantidade de municípios em risco por zona bioclimática brasileira. Destaca-se que o presente estudo está se limitando aos 110 Municípios destacados como aqueles que possuem o maior número de pessoas vivendo em áreas de risco no Brasil, conforme pesquisa desenvolvida pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) em cooperação técnica com o Centro Nacional de Monitoramento e Alerta de Desastres Naturais (Cemaden) para caracterizar a população em áreas de risco no Brasil (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2018).

A elaboração da Tabela 1 teve como principal intuito o mapeamento das maiores populações vivendo em áreas de risco no Brasil. Para os fins da presente pesquisa, era fundamental compreender em quais zonas bioclimáticas esses contingentes populacionais estão localizados, bem como o perfil dos arranjos familiares nessas moradias em risco.

Tabela 1: Relação entre os 110 municípios filtrados por zona bioclimática.

Zona Bioclimática NBR 15220-3	Quantidade total de Municípios (dentre os 110)	Municípios no Nordeste	Municípios no Norte	Municípios no Sudeste	Municípios no Sul	Total de domicílios em risco na Zona Bioclimática	Total de população em risco na Zona Bioclimática	Média de pessoas por domicílio em risco na Zona Bioclimática
1	4	0	0	1	3	23.000	72.587	3,22
2	20	0	0	11	9	209.225	689.699	3,3
3	34	0	0	29	5	664.036	2.222.905	3,41
4	2	0	0	2	0	7.604	23.669	3,12
5	3	0	0	3	0	33.541	105.792	3,19
6	1	0	0	1	0	3.247	12.395	3,82
7	4	4	0	0	0	16.506	62.064	3,77
8	42	23	8	11	0	1.036.296	3.435.975	3,65

Fonte: Elaboração própria, 2021.

A partir da Tabela 1, verificou-se que, dentre os 110 Municípios com mais pessoas vivendo em áreas sujeitas ao risco de desastres naturais, há pelo menos uma cidade em cada uma das oito zonas bioclimáticas brasileiras. Esse fato mostra a relevância da presente pesquisa de Iniciação Científica, uma vez que demandas por moradia emergencial vão ocorrer para todos os diferentes climas.

Também é importante perceber que a última coluna relaciona a média de pessoas por domicílio em risco nas zonas bioclimáticas. Dessa maneira, foi possível concluir que os modelos habitacionais desenvolvidos para atender a famílias que ficam desabrigadas após desastres naturais devem abrigar pelo menos quatro pessoas. Esse entendimento é válido para todas as oito zonas bioclimáticas.

Partindo para os parâmetros apontados pelas normas técnicas ABNT NBR 15575 e ABNT NBR 15220, foram elaboradas tabelas comparativas para cada elemento da construção. Com relação aos critérios para as paredes externas das edificações, a ABNT NBR 15220-3 se fundamenta na transmitância térmica, no atraso térmico e no fator de calor solar, classificando as paredes externas em leve, leve refletora e pesada (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2003b).

Por sua vez, a ABNT NBR 15575-4 distingue os valores de transmitância térmica a depender da absorvância à radiação solar. Além disso, estabelece como critério a capacidade térmica das paredes externas – requisito este não aplicável para a zona bioclimática 8

(ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013b). A comparação entre as duas normas técnicas pode ser visualizada na Tabela 5, abaixo:

Tabela 5: Comparativo entre os critérios de paredes externas – ABNT NBR 15220-3 e ABNT NBR 15575-4.

Zona Bioclimática NBR 15220-3	Paredes externas						
	Tipo	Transmitância térmica - U (W/m ² .K)			Atraso térmico - φ (horas)	Fator de calor solar - FCS (%)	Capacidade térmica - CT (kJ/m ² .K)
	NBR 15220-3	NBR 15220-3	NBR 15575-4		NBR 15220-3	NBR 15220-3	NBR 15575-4
			$\alpha \leq 0,6$ (cor clara ou média)	$\alpha > 0,6$ (cor escura)			
1	leve	$U \leq 3,00$	$U \leq 2,50$	$U \leq 2,50$	$\varphi \leq 4,3$	FCS $\leq 5,00$	CT ≥ 130
2	leve	$U \leq 3,00$	$U \leq 2,50$	$U \leq 2,50$	$\varphi \leq 4,3$	FCS $\leq 5,00$	CT ≥ 130
3	leve refletora	$U \leq 3,60$	$U \leq 3,70$	$U \leq 2,50$	$\varphi \leq 4,3$	FCS $\leq 4,00$	CT ≥ 130
4	pesada	$U \leq 2,20$	$U \leq 3,70$	$U \leq 2,50$	$\varphi \geq 6,5$	FCS $\leq 3,50$	CT ≥ 130
5	leve refletora	$U \leq 3,60$	$U \leq 3,70$	$U \leq 2,50$	$\varphi \leq 4,3$	FCS $\leq 4,00$	CT ≥ 130
6	pesada	$U \leq 2,20$	$U \leq 3,70$	$U \leq 2,50$	$\varphi \geq 6,5$	FCS $\leq 3,50$	CT ≥ 130
7	pesada	$U \leq 2,20$	$U \leq 3,70$	$U \leq 2,50$	$\varphi \geq 6,5$	FCS $\leq 3,50$	CT ≥ 130
8	leve refletora	$U \leq 3,60$	$U \leq 3,70$	$U \leq 2,50$	$\varphi \leq 4,3$	FCS $\leq 4,00$	sem requisito

Fonte: Elaboração própria, 2021.

A partir da tabela acima destacada (Tabela 5), foi possível observar que existem divergências normativas com relação ao tratamento de algumas das características termofísicas dos sistemas de paredes externas. Primeiramente, a ABNT NBR 15220-3 estabelece os valores máximos de transmitância térmica sem fazer distinção entre a absorvância à radiação solar da superfície externa da parede. Para cada tipo de vedação vertical externa são estabelecidos parâmetros limites de transmitância térmica, atraso térmico e fator de calor solar.

Para as zonas bioclimáticas 1 e 2 são recomendadas paredes leves. O fator de calor solar para esse tipo de vedação vertical externa é o mais permissivo da ABNT NBR 15220-3, admitindo valores menores ou iguais a 5,00%. O atraso térmico previsto para as paredes leves

é de no máximo 4,3 horas. Por fim, o valor máximo admitido para a transmitância térmica é de $3,00 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2003b).

A recomendação para as zonas bioclimáticas 3, 5 e 8 é de paredes leves refletoras. Assim como para as paredes leves, o atraso térmico é estabelecido em até 4,3 horas. O fator de calor solar para as paredes leves refletoras é de no máximo 4,00%, portanto inferior ao das paredes leves. O valor máximo admitido para a transmitância térmica é mais permissivo do que aquele previsto para paredes leves, devendo ser menor ou igual a $3,60 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2003b).

Por fim, para as zonas bioclimáticas 4, 6 e 7 a recomendação é de paredes pesadas. Comparativamente às outras tipologias de parede externa, as paredes pesadas são as que apresentam os menores valores de transmitância térmica (menor ou igual a $2,20 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$), os menores valores de fator de calor solar (menor ou igual a 3,50%) e os maiores valores de atraso térmico (maior ou igual a 6,5 horas) (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2003b).

Com relação aos critérios de transmitância térmica, a ABNT NBR 15575-4 distingue os valores máximos admitidos levando em consideração a absorvância à radiação solar da superfície externa da parede. Para superfícies de cor clara ou média, os requisitos para as zonas 3 a 8 são os mesmos, distinguindo-se apenas para as zonas 1 e 2 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013c).

Para as paredes consideradas leves pela ABNT NBR 15220-3 (zonas 1 e 2), os critérios de transmitância térmica da ABNT NBR 15575-4 são mais restritivos, permitindo transmitâncias de até $2,50 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$. Por outro lado, quando se trata de paredes consideradas leves refletoras (zonas 3, 5 e 8) ou pesadas (zonas 4, 6 e 7) pela ABNT NBR 15220-3, a norma ABNT NBR 15575-4 é mais permissiva, autorizando valores máximos de $3,70 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$.

Quando se trata de cores escuras, os critérios da ABNT NBR 15575-4 continuam sendo mais permissivos em comparação aos valores limite de transmitância térmica previstos na ABNT NBR 15220-3 (paredes pesadas – zonas 4, 6 e 7), permitindo que a transmitância térmica chegue a $2,50 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$. Já para as paredes leves (zonas 1 e 2) e leves refletoras (zonas 3, 5 e 8), os critérios da ABNT NBR 15575-4 são mais restritivos, limitando-se a $2,50 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$.

O que se verifica é que a norma de desempenho de edificações habitacionais (ABNT NBR 15575-4) prevê absorvâncias de até 60% ou acima de 60%. Por sua vez, a ABNT NBR 15220 trata do fator de calor solar das edificações a partir de limites máximos, de modo a limitar os

valores de absorptância uma vez que essas grandezas são diretamente proporcionais (CAVALCANTI, 2020).

Com efeito, o próprio critério de absorptância térmica é considerado de forma diferente nas duas normas. Nesse caso, verifica-se que a ABNT NBR 15575 é mais permissiva porque não estabelece valores máximos para a absorptância da envoltória dos edifícios.

Outro critério previsto pela ABNT NBR 15575-4 para o desempenho térmico dos sistemas de vedação vertical externa é o de capacidade térmica da superfície. O valor previsto é o mesmo para as zonas bioclimáticas 1 a 7 – fixado em $130 \text{ kJ/m}^2 \cdot \text{K}$ –, sendo desconsiderado para a zona bioclimática 8.

Para os sistemas de cobertura, a ABNT NBR 15220-3 utiliza as mesmas grandezas para avaliar as características térmicas dos sistemas de cobertura (a transmitância térmica, o atraso térmico e o fator de calor solar). Com base nas combinações entres esses indicadores, prevê três tipologias de cobertura: leve isolada, leve refletora e pesada (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2003b). Já a ABNT NBR 15575-5 prevê critérios apenas de transmitância térmica das coberturas, fazendo uma distinção com relação aos valores de absorptância à radiação solar (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013c).

Tabela 6: Comparativo entre os critérios de coberturas – ABNT NBR 15220-3 e ABNT NBR 15575-5.

Zona Bioclimática NBR 15220-3	Cobertura							
	Tipo	Transmitância térmica - U (W/m ² .K)					Atraso térmico - ϕ (horas)	Fator de calor solar - FCS (%)
		NBR 15220-3	NBR 15220-3	NBR 15575-5				
	$\alpha \leq 0,6$ (cor clara ou média)			$\alpha > 0,6$ (cor escura)	$\alpha \leq 0,4$ (cor clara)	$\alpha > 0,4$ (cor média ou escura)	NBR 15220-3	NBR 15220-3
1	leve isolada	$U \leq 2,00$	$U \leq 2,30$	$U \leq 2,30$	$U \leq 2,30$	$U \leq 2,30$	$\phi \leq 3,30$	FCS $\leq 6,50$
2	leve isolada	$U \leq 2,00$	$U \leq 2,30$	$U \leq 2,30$	$U \leq 2,30$	$U \leq 2,30$	$\phi \leq 3,30$	FCS $\leq 6,50$
3	leve isolada	$U \leq 2,00$	$U \leq 2,30$	$U \leq 1,50$			$\phi \leq 3,30$	FCS $\leq 6,50$
4	leve isolada	$U \leq 2,00$	$U \leq 2,30$	$U \leq 1,50$			$\phi \leq 3,30$	FCS $\leq 6,50$
5	leve isolada	$U \leq 2,00$	$U \leq 2,30$	$U \leq 1,50$			$\phi \leq 3,30$	FCS $\leq 6,50$
6	leve isolada	$U \leq 2,00$	$U \leq 2,30$	$U \leq 1,50$			$\phi \leq 3,30$	FCS $\leq 6,50$
7	pesada	$U \leq 2,00$			$U \leq 2,30 \cdot \text{FT}$	$U \leq 1,50 \cdot \text{FT}$	$\phi \geq 6,50$	FCS $\leq 6,50$
8	leve refletora	$U \leq 2,30 \cdot \text{FT}$			$U \leq 2,30 \cdot \text{FT}$	$U \leq 1,50 \cdot \text{FT}$	$\phi \leq 3,30$	FCS $\leq 6,50$

Fonte: Elaboração própria, 2021.

Assim como se verificou nas paredes externas (Tabela 5), a tabela acima destacada (Tabela 6) demonstra que para os sistemas de cobertura as normas técnicas de desempenho também divergem com relação ao tratamento de suas características termofísicas.

A ABNT NBR 15220-3 divide as coberturas em três tipologias: leve isolada, leve refletora e pesada. A primeira – leve isolada – é indicada para as zonas bioclimáticas 1 a 6. Para esse tipo de cobertura, recomenda-se que os valores de transmitância térmica não ultrapassem $2,00 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$. O atraso térmico deve ser menor ou igual a 3,3 horas e o fator de calor solar deve ser menor ou igual a 6,50% (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2003b).

A segunda – leve refletora – é indicada para a zona bioclimática 8. As coberturas leve isolada e leve refletora apresentam os mesmos parâmetros para atraso térmico e fator de calor solar (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2003b). O que as diferencia é a transmitância térmica, que para a cobertura leve refletora leva em consideração o fator de correção da transmitância (FT)⁴⁸.

O fator de correção da transmitância, conforme se interpreta na leitura da ABNT NBR 15220-3 permite que sejam adotadas na zona bioclimática 8 coberturas com valores de transmitância térmica superiores aos valores da tabela. Nesses casos, a norma estabelece algumas condições a serem cumpridas pela cobertura: devem conter aberturas para ventilação em, no mínimo, dois beirais opostos; e as aberturas para ventilação devem ocupar toda a extensão das fachadas (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2003b).

Em todos os casos que considerarem o fator de correção FT, a flexibilização dos limites de transmitância térmica para as coberturas leve refletoras será dada em função da altura total das aberturas em beirais opostos para a ventilação do ático.

Por fim, a cobertura pesada é indicada para a zona bioclimática 7 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2003b). Nesse caso, os valores de transmitância térmica e de fator de calor solar são iguais aos estabelecidos para a cobertura leve isolada. O que as diferencia é o atraso térmico do sistema de cobertura, uma vez que para a cobertura pesada é estabelecido o atraso térmico maior ou igual a 6,5 horas.

⁴⁸ O fator de correção da transmitância (FT) é estabelecido pela ABNT NBR 15220-3 de acordo com a seguinte equação: $FT = 1,17 - 1,07 \cdot h^{-1,04}$, onde h equivale à altura da abertura para ventilação em dois beirais opostos, para a ventilação do ático. Para as coberturas sem forro ou com áticos não ventilado, a norma determina que o valor de FT será igual a 1 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2003b, p. 11).

A transmitância térmica da cobertura é tratada distintamente na ABNT NBR 15575-5, variando de acordo com os critérios de absorptância à radiação solar da superfície externa da cobertura. Para as zonas bioclimáticas 1 e 2, independentemente do valor da absorptância, a transmitância térmica é fixada em até $2,30 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013c). Ou seja, a norma não distingue entre cores claras, médias ou escuras.

Para as zonas bioclimáticas 3 a 6, a ABNT NBR 15575-5 trabalha com valores de absorptância (α) de até 60% (cores claras ou médias) ou acima de 60% (cores escuras). Para o primeiro caso, quando $\alpha \leq 0,6$, a transmitância térmica poderá ser menor ou igual a $2,30 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$. Para $\alpha > 0,6$, o limite de transmitância térmica admitida passa a ser de até $1,50 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013c).

A ABNT NBR 15575-5 admite o uso do fator de correção da transmitância (FT) para as zonas bioclimáticas 7 e 8. Para ambas as zonas, a norma de desempenho prevê valores de absorptância (α) de até 40% (cores claras) ou acima de 40% (cores médias ou escuras). Quando $\alpha \leq 0,4$, a transmitância térmica poderá ser menor ou igual a $2,30 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ multiplicado pelo fator FT. No caso de $\alpha > 0,4$, o valor de tolerância se reduz para $1,50 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ multiplicado pelo fator FT (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013c).

No caso da cobertura, percebe-se que assim como ocorre para as paredes externas, a ABNT NBR 15575-5 acaba sendo mais permissiva ao não estabelecer valores máximos de absorptância à radiação solar das superfícies externas da cobertura. A ABNT NBR 15220-3, por sua vez, ao estabelecer percentuais máximos de fator de calor solar, acaba por limitar os valores de absorptância uma vez que essas grandezas são diretamente proporcionais (CAVALCANTI, 2020).

É importante pontuar que, tanto para os sistemas de paredes externas quanto para os sistemas de coberturas, a generalidade dos parâmetros estabelecidos pela ABNT NBR 15220-3 faz com que a mesma recomendação não possa ser necessariamente aplicada para todas as cidades enquadradas em determinada zona bioclimática (FERREIRA, SOUZA E ASSIS, 2017). O mesmo ocorre com relação aos valores adotados pela ABNT NBR 15575-4 e 15575-5 para transmitância térmica, absorptância e capacidade térmica⁴⁹.

Desta forma, embora as normas prevejam o método de avaliação simplificado de verificação ao atendimento aos seus requisitos e critérios estabelecidos, essa metodologia

⁴⁹ A respeito da análise comparativa dos valores estabelecidos nas normas ABNT NBR 15220 e ABNT NBR 15575 para diferentes cidades de uma mesma zona bioclimática, conferir Ferreira, Souza e Assis (2017).

não implica necessariamente na adequação do projeto para determinada zona bioclimática. Ou seja, não é possível afirmar que somente o cumprimento dos valores mínimos de transmitância térmica, atraso térmico, fator de calor solar e capacidade térmica será suficiente para alcançar o conforto térmico nas edificações.

Além das características termofísicas estabelecidas para as superfícies de vedações externas das edificações, as normas técnicas em estudo também divergem quanto às diretrizes construtivas de aberturas para a ventilação. A Tabela 7 abaixo destacada faz uma comparação entre os critérios da ABNT NBR 15220-3 e da ABNT NBR 15575-4.

Tabela 7: Comparativo entre as aberturas para ventilação – ABNT NBR 15220-3 e ABNT NBR 15575-4.

Zona Bioclimática NBR 15220-3	Área de ventilação - A (% da área de piso) $A = 100 \times (AA/AP) (\%)$					
	NBR 15220-3 (dormitórios, salas de estar e cozinhas)		NBR 15575-4 (dormitórios e salas de estar)			
	Tamanho das aberturas para ventilação	Proteção das aberturas	Todas as regiões	Região norte	Região nordeste e sudeste	Vedação no inverno
1	média $15\% < A < 25\%$	permitir sol no inverno	média $A \geq 7\%$			X
2	média $15\% < A < 25\%$	permitir sol no inverno	média $A \geq 7\%$			X
3	média $15\% < A < 25\%$	permitir sol no inverno	média $A \geq 7\%$			X
4	média $15\% < A < 25\%$	sombrear aberturas	média $A \geq 7\%$			X
5	média $15\% < A < 25\%$	sombrear aberturas	média $A \geq 7\%$			X
6	média $15\% < A < 25\%$	sombrear aberturas	média $A \geq 7\%$			X
7	pequena $10\% < A < 15\%$	sombrear aberturas	média $A \geq 7\%$			
8	grande $A > 40\%$	sombrear aberturas		grande $A \geq 12\%$	grande $A \geq 8\%$	

Fonte: Elaboração própria, 2021.

Inicialmente, cumpre destacar que a previsão de área de ventilação é feita, em ambas as normas, para os ambientes considerados como de longa permanência. Nesse ponto já se identifica divergências entre as normas ABNT NBR 15220-3 e 15575-4: a primeira considera os ambientes de dormitório, sala de estar e cozinha, enquanto a segunda considera apenas os dormitórios e salas de estar (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2003b; ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013b).

Segundo a ABNT NBR 15220-3, “As aberturas efetivas para ventilação são dadas em % da área de piso em ambientes de longa permanência” (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2003b, p. 19). Nessa mesma norma, as aberturas para ventilação são classificadas em pequenas, médias e grandes.

As aberturas pequenas são indicadas para a zona bioclimática 7, devendo ser maiores do que 10% da área do piso e menores do que 15% da área de piso. As aberturas médias são previstas para as zonas bioclimáticas de 1 a 6. Nesse caso, a área de abertura deverá estar entre 15% e 25% da área de piso. Por fim, a norma ABNT NBR 15220-3 estabelece aberturas grandes, ou seja, com área superior a 40% da área de piso, para a zona bioclimática 8 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2003b).

Diferentemente dos parâmetros estabelecidos pela ABNT NBR 15220-3, a ABNT NBR 15575-4 considera como aberturas médias aquelas com área de ventilação maiores ou iguais a 7% da área de piso. Essa área mínima de ventilação é indicada para as zonas bioclimáticas de 1 a 7 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013b).

Para a zona bioclimática 8, a ABNT NBR 15575-4 faz uma distinção entre edificações localizadas na Região Norte e edificações localizadas nas Regiões Nordeste e Sudeste do país. Para ambos os casos, a norma define a abertura como sendo grande, porém os percentuais mínimos de abertura foram estabelecidos em pelo menos 12% da área de piso para a Região Norte e em pelo menos 8% para as Regiões Nordeste e Sudeste (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013b).

Novamente é possível verificar que a ABNT NBR 15220-3 traz critérios mais rigorosos do que a ABNT NBR 15575-4 no que diz respeito aos valores mínimos de aberturas para ventilação dos ambientes de permanência prolongada.

Outro ponto que marca a diferença na abordagem normativa está na previsão de proteção das aberturas. A ABNT NBR 15220-3 prevê o sombreamento das aberturas para as zonas bioclimáticas 4 a 8, enquanto para as zonas bioclimáticas 1 a 3 a norma determina que

seja permitida a insolação da edificação durante o inverno (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2003b).

Por outro lado, a ABNT NBR 15575-4 trata da necessidade de vedação das aberturas no período do inverno para as zonas bioclimáticas 1 a 6. Não prevê, portanto, estratégias de sombreamento das aberturas ou permissão de sol nas regiões com invernos mais rigorosos (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013b).

A omissão da ABNT NBR 15575-4 com relação à necessidade de sombreamento das aberturas não implica na inexistência de falhas na ABNT NBR 15220-3 ao tratar do assunto. Um exemplo de lacuna apresentada pela ABNT NBR 15220-3 pode ser extraído dos estudos feitos por Lourenço *et al.* (2020).

Mais especificamente com relação à zona bioclimática 2, os autores destacam que a ABNT NBR 15220-3 carece da previsão de estratégias de sombreamento das aberturas, tendo em vista que, embora a zona tenha um inverno rigoroso, ela também apresenta as outras estações do ano bem definidas. Sendo assim, durante o verão, seria necessário proteger as aberturas para evitar ganhos indesejados de calor (LOURENÇO *et al.*, 2020).

Frente a esse cenário, os autores sugerem a adoção de soluções flexíveis para a zona bioclimática 2, no sentido de permitir o aquecimento solar da edificação durante o inverno e, durante o verão, gerar o sombreamento das aberturas. Nas palavras de Lourenço *et al.* (2020, p. 6), “deve-se pensar em um mecanismo acoplado as fachadas que possa ser móvel ou retirado durante o período de inverno”.

Retomando a análise comparativa entres as normas ABNT NBR 15220-3 e da ABNT NBR 15575-4 e ABNT NBR 15575-5, observa-se que somente a primeira faz referência a estratégias bioclimáticas para o condicionamento térmico passivo das edificações.

Na página seguinte, a Tabela 8 traz o resumo das estratégias de verão e de inverno para cada uma das zonas bioclimáticas brasileiras⁵⁰. É importante destacar que para algumas zonas, nos períodos mais críticos de calor ou de frio, o condicionamento passivo será insuficiente para garantir o conforto térmico da edificação. Nesses casos, será necessário associar o condicionamento passivo a mecanismos de resfriamento ou aquecimento artificiais.

⁵⁰ As estratégias de condicionamento térmico passivo das edificações serão apresentadas com maiores detalhes no tópico seguinte, que tratará sobre as “Estratégias bioclimáticas para habitação de interesse social” (4.3.2.2.2).

Tabela 8: Estratégias de condicionamento térmico das edificações – ABNT NBR 15220-3.

Zona Bioclimática NBR 15220-3	Estratégias de condicionamento térmico passivo				Condicionamento artificial	
	Verão		Inverno		Verão	Inverno
	NBR 15220-3		NBR 15220-3		NBR 15220-3	NBR 15220-3
	Ventilação cruzada	Resfriamento evaporativo e Massa térmica para resfriamento	Aquecimento solar da edificação	Vedações internas pesadas (inércia térmica)	Resfriamento artificial	Aquecimento artificial
1			X	X		X
2	X		X	X		X
3	X		X	X		
4	seletiva (quando $T_i > T_e$)	X	X	X		
5	X			X		
6	seletiva (quando $T_i > T_e$)	X		X		
7	seletiva (quando $T_i > T_e$)	X				
8	X				X	

Fonte: Elaboração própria, 2021.

Inicialmente, é possível observar que a ABNT NBR 15220-3 recomenda a ventilação cruzada para quase todas as zonas bioclimáticas brasileiras, com exceção apenas da zona 1. Para as zonas bioclimáticas 2, 3, 5 e 8, nota-se que a estratégia de ventilação cruzada é a única recomendada para o verão, com uma ressalva para a zona bioclimática 8, em que nos períodos mais quentes será necessário também o uso de resfriamento artificial (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2003b).

Por outro lado, para as zonas bioclimáticas 4, 6 e 7, a ventilação cruzada, além de ser recomendada apenas quando a temperatura interna é maior do que a temperatura externa, deve ser associada com estratégias de resfriamento evaporativo e massa térmica para resfriamento (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2003b).

Embora a ABNT NBR 15220-3 não preveja a necessidade de ventilação para a zona bioclimática 1, não se pode desconsiderar que a ventilação de edificações é fundamental para a própria qualidade do ar e conseqüentemente para a saúde dos moradores. Em se tratando de climas frios, portanto, a necessidade de ventilação precisa garantir um equilíbrio entre a necessidade de renovar do ar e de manter as temperaturas internas confortáveis (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2005).

Com relação às estratégias bioclimáticas para reduzir o desconforto provocado pelo frio, nota-se que o uso de vedações internas pesadas para a elevação da inércia térmica da edificação é recomendado para a maioria das zonas bioclimáticas brasileiras, excetuando-se somente as zonas 7 e 8. Conjuntamente com as vedações internas pesadas, o aquecimento solar da edificação é indicado para as zonas bioclimáticas 1 a 4. Para as zonas 1 e 2, aponta-se ainda a necessidade de utilização de meios artificiais para reduzir o desconforto provocado pelo frio (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2003b).

A partir da análise das estratégias bioclimáticas recomendadas para cada zona bioclimática, percebe-se a formação de um possível padrão a ser considerado pela presente pesquisa de Iniciação Científica no sentido de simplificar o zoneamento bioclimático brasileiro para o desenvolvimento de projetos que se adequem a três grandes categorias de climas. Estas categorias seriam as seguintes: clima frio e úmido; clima quente e úmido; e clima quente e seco⁵¹.

Para finalizar a análise dos critérios normativos para o desempenho térmico das edificações de acordo com o zoneamento bioclimático brasileiro, tem-se que a ABNT NBR 15575-1, estabelece ainda os valores mínimos e máximos de temperatura do ar nos ambientes de permanência prolongada⁵². A síntese destes critérios é apresentada na Tabela 9, colacionada na página seguinte:

⁵¹ As três categorias são explicadas no tópico 4.3.2.4, intitulado “Categorização das zonas bioclimáticas em três grandes grupos: clima quente e seco, clima quente e úmido e clima frio e úmido”.

⁵² Relembre-se que, para os fins da ABNT NBR 15575, os ambientes considerados como de permanência prolongada são as salas e os dormitórios.

Tabela 9: Valores mínimos e máximos de temperatura – ABNT NBR 15575-1.

Zona Bioclimática NBR 15220-3	Valores de temperatura	
	NBR 15575-1	
	Inverno (valores mínimos de temperatura)	Verão (valores máximos de temperatura)
1	$T_{i,min.} \geq (T_{e,min.} + 3 \text{ }^{\circ}\text{C})$	$T_{i,máx.} \leq T_{e,máx.}$
2	$T_{i,min.} \geq (T_{e,min.} + 3 \text{ }^{\circ}\text{C})$	$T_{i,máx.} \leq T_{e,máx.}$
3	$T_{i,min.} \geq (T_{e,min.} + 3 \text{ }^{\circ}\text{C})$	$T_{i,máx.} \leq T_{e,máx.}$
4	$T_{i,min.} \geq (T_{e,min.} + 3 \text{ }^{\circ}\text{C})$	$T_{i,máx.} \leq T_{e,máx.}$
5	$T_{i,min.} \geq (T_{e,min.} + 3 \text{ }^{\circ}\text{C})$	$T_{i,máx.} \leq T_{e,máx.}$
6	não se verifica	$T_{i,máx.} \leq T_{e,máx.}$
7	não se verifica	$T_{i,máx.} \leq T_{e,máx.}$
8	não se verifica	$T_{i,máx.} \leq T_{e,máx.}$

Fonte: Elaboração própria, 2021.

Observa-se que os critérios da norma são distinguidos a partir das temperaturas internas mínimas para o desempenho no inverno e das temperaturas internas máximas para o desempenho no verão. Além disso, para as zonas bioclimáticas 6, 7 e 8, os valores de temperatura não podem ser verificados para as condições de inverno (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013a).

No que diz respeito ao critério de valores de temperatura, percebe-se que a ABNT NBR 15575-1 não faz maiores distinções entre as diferentes zonas bioclimáticas brasileiras. Nos períodos de inverno, para as zonas de 1 a 5, a temperatura interna mínima sempre deverá ser maior ou igual à temperatura mínima externa acrescida de 3°C. Já em condições de verão, para todas as zonas bioclimáticas, a temperatura interna máxima deverá ser menor ou igual à temperatura máxima externa (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013a).

Embora não se desconheça que as normas estudadas apresentem lacunas e imprecisões que implicam a necessidade de sua revisão, fato é que atualmente essas são as normas técnicas de desempenho que devem ser observadas para o projeto arquitetônico.

Dessa forma, a presente pesquisa de Iniciação Científica se pautou nos critérios normativos e buscou a escolha de um sistema construtivo avaliado segundo os parâmetros estabelecidos nas normas técnicas para as diferentes zonas bioclimáticas brasileiras.

4.3.2.2 Estratégias bioclimáticas para habitação de interesse social

Tendo sido apresentados os critérios para o desempenho térmico de edificações habitacionais previstos nas normas técnicas ABNT NBR 15220 e ABNT NBR 15575, passa-se ao estudo das estratégias bioclimáticas que podem ser aplicadas nos projetos de habitação de interesse social (HIS) em diferentes zonas bioclimáticas brasileiras.

Neste ponto, frisa-se que um dos desafios encontrados durante a realização da presente pesquisa decorreu da baixa produção acadêmica sobre a avaliação do comportamento térmico de habitações emergenciais para vítimas de desastres naturais. Diante desse cenário, e levando em consideração que as normas técnicas estudadas são direcionadas para HIS, a solução encontrada foi o levantamento de artigos acadêmicos voltados para habitações de interesse social.

Nesse sentido, com relação à aplicação prática das diretrizes indicadas pelas normas técnicas de desempenho, a presente pesquisa buscou estudar artigos acadêmicos voltados para a análise e avaliação do desempenho térmico de habitações de interesse social em algumas das zonas bioclimáticas estabelecidas na ABNT NBR 15220-3.

A título de introdução, destaca-se que a expressão “Projeto Bioclimático” foi criada na década de 1960 pelos irmãos Olgay para designar a utilização da bioclimatologia como meio para alcançar o conforto térmico na arquitetura. Eles também propuseram a Carta Bioclimática de Olgay, relacionando condições de temperatura e insolação para o conforto térmico do homem no meio externo (LAMBERTS, DUTRA E PEREIRA, 2014).

Alguns anos mais tarde, em 1969, Givoni desenvolveu uma nova Carta Bioclimática, dessa vez propondo estratégias construtivas para que o meio construído pudesse se adequar ao clima. Além da variação do clima, a teoria de Givoni se aperfeiçoou e em 1992 o conceito de conforto passou a ser compreendido também sob a ótica da experiência do usuário (LAMBERTS, DUTRA E PEREIRA, 2014).

Quando passou a avaliar o conforto térmico a partir da perspectiva do usuário, Givoni observou que as pessoas que estavam habituadas a determinadas condições de temperatura

e ventilação naturais se sentiriam confortáveis com mais facilidade. A aclimação de indivíduos a edifícios sem condicionamento e naturalmente ventilados resultou na adaptação, por Givoni, de uma carta bioclimática para países em desenvolvimento, que até os dias de hoje vem sendo aplicada no Brasil (LAMBERTS, DUTRA E PEREIRA, 2014).

O Diagrama de Givoni relaciona dados de temperatura e umidade relativa do ar e, a partir do cruzamento entre esses dados ao longo dos dias do ano, são obtidos pontos gráficos que permitem avaliar as condições de conforto ou desconforto para uma dada cidade. Cada ponto desses fica localizado em uma zona pré-determinada na Carta Bioclimática de Givoni, que poderá ser: zona de conforto, ventilação natural, ar-condicionado, inércia térmica para resfriamento, umidificação, resfriamento evaporativo, inércia térmica para aquecimento, aquecimento solar e aquecimento artificial (LAMBERTS, DUTRA E PEREIRA, 2014).

Conforme se extrai da ABNT NBR 15220-3, as estratégias de condicionamento térmico passivo recomendadas de modo geral para as diferentes zonas bioclimáticas brasileiras são⁵³: ventilação natural, resfriamento evaporativo e massa térmica para resfriamento, aquecimento solar da edificação e inércia térmica para aquecimento (vedações internas pesadas). Para condicionamento artificial, a ABNT NBR 15220-3 indica que em algumas zonas será necessário combinar as estratégias passivas com medidas artificiais para resfriamento ou aquecimento da edificação (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2003b).

Lamberts, Dutra e Pereira (2014) indicam que para o clima quente e úmido a estratégia de ventilação natural é a solução mais simples a ser adotada, devendo se atentar para que a temperatura interna acompanhe a variação de temperatura no exterior apenas até os 32°C de temperatura exterior, pois acima disso a ventilação natural acaba provocando o desconforto térmico.

Para climas quentes e secos, os autores apontam que a ventilação natural também pode ser uma solução desde que adotada nos períodos noturnos, quando as temperaturas são mais amenas e o ar é mais fresco. Durante o dia, quando o ar é quente, deve ser evitada a ventilação natural para evitar o ganho de calor pela edificação (LAMBERTS, DUTRA E PEREIRA, 2014).

Nem mesmo os climas frios dispensam a necessidade do uso de estratégias de ventilação natural, tendo em vista a que a ventilação das edificações é essencial para a

⁵³ A distribuição das estratégias de condicionamento passivo das edificações por zona bioclimática pode ser consultada na Tabela 8: Estratégias de condicionamento térmico das edificações – ABNT NBR 15220-3.

qualidade do ar e para a saúde dos moradores (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2005). Dessa forma, pode-se chegar à conclusão de que o projeto de arquitetura, independentemente do clima, deve prever soluções que permitam a renovação do ar no interior da habitação.

O que vai diferenciar as soluções projetuais para adequá-las às condicionantes bioclimáticas exigidas pelo entorno da edificação será o ponto de equilíbrio entre a necessidade de renovar o ar e a necessidade de manter as temperaturas internas confortáveis. Nesse sentido, o que deve ser diferente é a possibilidade de o usuário controlar a ventilação de acordo com as condições climáticas em dadas épocas do ano ou períodos do dia (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2005). Para tanto, podem ser incorporados brises móveis, persianas e venezianas nas janelas.

Com relação à zona de resfriamento evaporativo e umidificação, Lamberts, Dutra e Pereira (2014) explicam que a estratégia funciona tanto para aumentar a umidade relativa do ar quanto para reduzir a temperatura. Para evitar o desconforto pelo acúmulo de vapor de água, é necessário combinar essa estratégia com a ventilação do ambiente.

O resfriamento evaporativo pode ser feito de forma direta, quando a evaporação de água pela vegetação ou por fontes d'água ocorre diretamente no ambiente que se pretende resfriar, ou de forma indireta, quando a evaporação ocorre em outra superfície da edificação que esteja em contato com o ambiente a ser resfriado (LAMBERTS, DUTRA E PEREIRA, 2014).

Para a zona de resfriamento evaporativo e umidificação, podem ser utilizadas espécies trepadeiras nas paredes externas, que também irão sombrear a edificação. As fachadas com os cômodos de maior permanência devem ser priorizadas para receber esse tratamento (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2005).

A estratégia de massa térmica para resfriamento parte do conceito de armazenamento e distribuição do calor pela própria edificação (inércia térmica). Ou seja, a edificação absorve o calor durante o dia e devolve para o interior somente no período noturno, quando as temperaturas externas tendem a diminuir. Da mesma forma, como durante a noite a edificação não absorve o calor, em uma parte do dia a edificação pode se manter mais resfriada (LAMBERTS, DUTRA E PEREIRA, 2014).

Nota-se, pois, que nesse caso o condicionamento térmico da edificação é obtido através do tratamento do invólucro construtivo, que pode ser feito, por exemplo, com coberturas verdes ou com o uso de materiais com maior inércia térmica para retardar a transmissão de calor do exterior para o interior (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2005).

Já as estratégias relacionadas ao desconforto pelo frio são o aquecimento solar da edificação e a massa térmica para aquecimento. Conforme a ABNT NBR 15220-3, a zona de massa térmica para aquecimento implica no uso de paredes internas pesadas para, através do princípio da inércia térmica, manter o calor dentro da edificação (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2003b).

A zona de aquecimento solar é recomendada quando a temperatura está abaixo de 20°C. Segundo Lamberts, Dutra e Pereira (2014, p. 89), o aquecimento solar da edificação é feito pela incorporação de “superfícies envidraçadas orientadas ao sol, aberturas reduzidas nas orientações menos favoráveis e porções apropriadas de espaços exteriores para conseguir sol no inverno”.

Além disso, a forma, a orientação e a implantação dos edifícios devem observar a orientação solar das superfícies envidraçadas. Conforme observado na ABNT NBR 15575-4 e na ABNT NBR 15575-5, o uso de cores escuras nas superfícies externas da edificação, por possuírem maiores absorvâncias à radiação solar, irão resultar em um maior aquecimento dos ambientes internos.

Embora a presente pesquisa esteja direcionada ao conforto higrotérmico das edificações, o desempenho energético também está intimamente relacionado à qualidade da iluminação natural dos ambientes. As estratégias para a iluminação natural também são importantes para a promoção da salubridade nas edificações, contribuindo para a saúde dos moradores (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2005).

Nesse contexto, a ABNT NBR 15220-3 trata da proteção das aberturas como condição para o desempenho térmico das habitações unifamiliares de interesse social. A respeito da zona de sombreamento, Lamberts, Dutra e Pereira (2014) apontam que para o clima brasileiro essa é uma das principais estratégias, que deve ser adotada sempre que a temperatura do ar estiver acima de 20°C, mesmo que a Carta Bioclimática de Givoni indique zona de conforto térmico.

As estratégias de sombreamento, conforme se extrai da ABNT NBR 15220-3, ganham destaque nos climas quente. Nesses casos, é importante que se priorize a entrada de luz solar difusa, evitando-se os ganhos de calor provenientes da radiação direta. As estratégias projetuais mais comuns de sombreamento das aberturas são o uso de brises solares, persianas, venezianas, uso de vegetação e orientação solar adequada (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2005).

Em locais de clima quente, o uso de elementos vazados e de proteções solares permite a combinação das estratégias de sombreamento e de ventilação naturais, otimizando o condicionamento térmico passivo da edificação. Outras formas de otimizar a ventilação são a adoção de pés-direitos mais altos e a implantação de forro com ático ventilado (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2005).

Para o sombreamento das edificações, a literatura também recomenda o uso de beirais amplos e varandas nas fachadas orientadas a Norte ou a Norte e Sul quando as latitudes estão próximas à Linha do Equador (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2005). Além disso, o revestimento das paredes externas com cores claras contribui para evitar o aumento de temperatura provocado pela absorção à radiação solar.

Para as coberturas, nos casos em que se optar pela utilização de telhados de uma única água, uma estratégia é orientá-la para o Sul e utilizar preferencialmente materiais como telhas de barro, de fibras vegetais e com revestimentos claros (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2005). Nas faces inferiores ao forro, recomenda-se ainda a utilização de superfícies de alumínio, o que poderia ser feito com caixas de leite reutilizadas.

Com relação à divisão dos cômodos, a recomendação é de que sejam dispostos nas fachadas Norte, Noroeste ou Oeste os ambientes que são pouco utilizados durante a tarde e a noite, como cozinha, banheiro e área de serviço. Os ambientes de maior permanência nesses períodos – quartos e salas – devem ser voltados para as fachadas Leste, Sul ou Sudeste. Os pisos desses ambientes não devem receber cores escuras para evitar o ganho de calor (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2005).

Nos climas quentes e úmidos, orienta-se ainda a entrada de insolação direta nos horários em que as temperaturas são mais baixas para que a insolação reduza os efeitos negativos da umidade sobre os ambientes como por exemplo a proliferação de mofo (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2005).

A adequação do projeto arquitetônico às condicionantes bioclimáticas, além de melhorar o conforto higrotérmico⁵⁴ dos usuários, também contribui para a redução do

⁵⁴ Para os fins da presente pesquisa, entende-se o conforto higrotérmico sobretudo a partir da adequação do ambiente às condições climáticas de temperatura e umidade do ar, conforme disposto na ABNT NBR 15220-3. Contudo, não se desconhece que existem outras determinantes para o conforto higrotérmico dos usuários. Como se extrai do documento elaborado pelo Ministério das Cidades em parceria com a Eletrobras, “o conforto higrotérmico humano é resultante da conjugação de parâmetros físicos (temperaturas de bulbo seco e úmido do ar, temperatura radiante, umidade e velocidade do ar); fisiológicos (idade, sexo, características individuais, aclimação) e externos (vestimenta, carga metabólica da atividade)” (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2005, p. 94).

consumo de energia elétrica⁵⁵. Tendo isso em vista, o então Ministério das Cidades⁵⁶ em parceria com a Centrais Elétricas Brasileiras S.A. (Eletrobras) lançaram o trabalho intitulado “Eficiência Energética em Habitações de Interesse Social”, em que são apresentadas diretrizes para a incorporação de estratégias de conforto ambiental e eficiência energética em projetos de habitação de interesse social (HIS).

A publicação do Ministério das Cidades em parceria com a Eletrobras parte das estratégias recomendada na Carta Bioclimática de Givoni, relacionando dados de temperatura e umidade. Além dessas variáveis climáticas, também se aponta a necessidade de levar em consideração a disponibilidade de ventos, radiação solar, índice de nebulosidade, altitude, pressão do ar e outras condições meteorológicas do local onde será implantada a HIS (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2005).

Conforme vem se ressaltando, o escopo da presente pesquisa inviabiliza o estudo detalhado das diversas variáveis climáticas que podem interferir em um projeto arquitetônico. Dessa forma, baliza-se o presente trabalho em torno do zoneamento bioclimático estabelecido pela ABNT NBR 15220-3.

Tendo isso em vista, e a partir da compreensão das diretrizes construtivas estabelecidas em normas técnicas de desempenho para cada zona bioclimática brasileira, buscou-se investigar a aplicação prática dessas soluções a partir do estudo de artigos científicos sobre habitações de interesse social (HIS).

A revisão de literatura resultou na elaboração do quadro resumo destacado na Tabela 10, apresentada na página seguinte, que relaciona os artigos estudados com as zonas bioclimáticas e as respectivas estratégias de condicionamento térmico passivo aplicadas em habitações de interesse social.

É importante destacar que o conforto bioclimático também deve ser avaliado do ponto de vista da adequação da moradia aos modos de morar das famílias nas diferentes regiões brasileiras. Embora a presente pesquisa tenha se voltado principalmente para o estudo das características climáticas a partir do zoneamento bioclimático brasileiro, com enfoque no

⁵⁵ De acordo com o Ministério das Cidades (2005, p. 93), “uma edificação é considerada eficiente em termos energéticos quando vem possibilitar o seu uso com um menor dispêndio de energia elétrica para fins de aquecimento de água, climatização e iluminação interior”.

⁵⁶ Com o advento da Lei nº 13.844, de 18 de junho de 2019, o Ministério das Cidades juntamente com o Ministério da Integração Nacional foram transformados no Ministério do Desenvolvimento Regional (Lei nº 13.844/19, art. 57, IV).

desempenho térmico da habitação, não se pode deixar de levar em consideração os fatores culturais que podem variar em cada localidade.

Tendo isso em vista, a última coluna da tabela busca relacionar se os artigos estudados fazem alguma menção a elementos que caracterizem os modos de morar dos moradores das respectivas HIS. A importância da compreensão sobre a existência de uma ampla gama de maneiras de ocupar o espaço habitacional será abordada no tópico seguinte (4.3.2.2.3).

Tabela 10: Quadro resumo – Uso de estratégias bioclimáticas em habitações de interesse social.

Autor(es)	Zona bioclimática, Município/ Estado	CrITÉRIOS de avaliação	EstratÉGIAS de condicionamento térmico passivo para o verão	EstratÉGIAS de condicionamento térmico passivo para o inverno	Referência ao modo de morar?
GRIGOLETTI E LINCK, 2014	2, Santa Maria/RS	Observância aos critérios da ABNT NBR 15220 e levantamento da satisfação dos usuários.	Ático ventilado na cobertura (ventilação controlada); uso de veneziana nas janelas.	Aquecimento solar passivo; uso de forro e de esquadrias sem frestas.	Sim. Uso de forno a lenha em algumas habitações.
KREBS, MOURA E CUNHA, 2015	3, Porto Alegre/RS	Simulação computacional no <i>software EnergyPlus</i> .	Previsão de proteção solar para as aberturas na orientação Norte.	Orientação solar das maiores aberturas para o Norte.	Não.
ASSIS <i>et al.</i> , 2007	3, Belo Horizonte/ MG	Elaboração de um protótipo de habitação.	Uso de cobertura com duas águas, com a maior área voltada para o Sul para receber menos insolação; orientação de aberturas no sentido dos ventos dominantes; esquadrias em alturas diferentes para possibilitar a saída de ar quente do ambiente.	Os autores não desenvolveram estratégias para o condicionamento passivo no inverno da habitação estudada.	Não.

OLARTECHEA <i>et al.</i> , 2015	7, Cuiabá/MT	Simulação computacional no <i>software</i> <i>EnergyPlus</i> .	Os autores não desenvolveram estratégias para o condicionamento passivo da habitação estudada.	Não se aplica, uma vez que a norma não prevê estratégias de inverno para essa zona.	Não.
SILVA, BARBOSA E BATISTA, 2020	Zona Bioclimática não especificada, mas os autores afirmam se tratar de clima quente e seco. Arapiraca/AL	Coleta de dados em células teste (protótipos) a partir de medições realizadas <i>in</i> <i>loco</i> .	Uso de cobertura vegetada como estratégia de inércia térmica para resfriamento e resfriamento evaporativo.	Não se aplica, uma vez que a norma não prevê estratégias de inverno para esse tipo de clima.	Não.
CELUPPI, MEIRELLES E CYMROT, 2018	Zona Bioclimática não especificada, mas as autoras afirmam se tratar de clima quente e úmido. Manacapuru /AM (população ribeirinha)	Medições meteorológicas <i>in loco</i> e questionários para avaliação da satisfação dos usuários.	As autoras não desenvolveram estratégias para o condicionamento passivo no verão da habitação estudada.	Não se aplica, uma vez que a norma não prevê estratégias de inverno para esse tipo de clima.	Sim. Uso de elementos vernaculares pela população ribeirinha (madeira, cipós e folhas usadas para cobertura e fechamento).
KUWAHARA, CARVALHO E SILVA, 2017	8, ressaca do Pacoval em Macapá/AP (população ribeirinha)	Observância aos critérios da ABNT NBR 15220.	Ventilação cruzada de acordo com a orientação do modelo aos ventos predominantes; uso de portas com aberturas altas tipo veneziana; uso de janela basculante com abertura de até 85° que, quando aberta, funciona como brise horizontal; cobertura com “beirais quebrados”; venezianas fixas acima das paredes para promover a	Não se aplica, uma vez que a norma não prevê estratégias de inverno para essa zona.	Sim. Sala de estar e jantar conjugadas; varanda; possibilidade de banheiro e área de serviço como anexo à habitação; uso de vedações verticais e esquadrias em madeira e cobertura de telha de barro e forro de madeira.

			ventilação do ático (cobertura com câmara de ar ventilado); uso de painéis duplos de madeira com ar confinado.		
CELIS, PEREIRA E MOREIRA, 2020	8, município não especificado	Estudo de projetos de referência.	Uso de brises móveis; grandes beirais; incorporação de elementos vazados como vedação externa; lanternim com elementos vazados para possibilitar o efeito chaminé.	Não se aplica, uma vez que a norma não prevê estratégias de inverno para essa zona.	Sim. Uso de beirais largos como recurso comum na região norte do país, remetendo a uma forma de arquitetura vernacular, além do uso da vegetação como fator cultural para as regiões amazônicas.
CAVALCANTI, 2020	8, Maceió/AL	Simulação computacional no <i>software EnergyPlus</i> .	Ventilação natural; uso de revestimentos com menores valores de absorvância térmica.	Não se aplica, uma vez que a norma não prevê estratégias de inverno para essa zona.	Não.

Fonte: Elaboração própria, 2021.

Grigoletti e Linck (2014), a partir do estudo de HIS térreas unifamiliares na cidade de Santa Maria – RS⁵⁷, localizada na zona bioclimática 2, verificaram a insatisfação dos usuários por desconforto térmico causado sobretudo durante o verão⁵⁸. Além da percepção dos usuários, as autoras procederam aos cálculos de transmitância térmica, atraso térmico e fator de calor solar conforme os procedimentos da ABNT NBR 15220, concluindo que a envoltória das HIS avaliadas não apresentava desempenho térmico satisfatório.

⁵⁷ As autoras utilizaram os parâmetros térmicos da cidade de Porto Alegre/RS: “As condições de contorno para realizar os cálculos dos parâmetros térmicos foram consideradas iguais à de Porto Alegre, cidade cujas normais climatológicas são similares às de Santa Maria, uma vez que não existem dados sistematizados para o projeto de edificações disponíveis para o município” (GRIGOLETTI E LINCK, 2014, p. 111).

⁵⁸ Grigoletti e Linck (2014) avaliaram o desempenho térmico de cinco tipos de habitações com implantação geminada e isolada, além de orientações solares distintas, diferentes áreas construídas, diferentes materiais e revestimentos de paredes externas e coberturas.

As autoras destacaram a importância dos sistemas de cobertura para a zona bioclimática 2 e levantaram soluções que poderiam ser adotadas para um melhor desempenho térmico das moradias. Diferentemente das recomendações previstas na ABNT NBR 15220-3, Grigoletti e Linck (2014) apontaram como estratégia para a zona bioclimática 2 a adoção de ático ventilado nas coberturas.

Para a implementação da referida estratégia, destacou-se que as aberturas do ático deveriam ser passíveis de controle pelo usuário, de modo a permitir sua abertura durante o verão, reduzindo os ganhos térmicos, e, durante o inverno, permitir a sua vedação, evitando o desconforto provocado pelo frio (GRIGOLETTI E LINCK, 2014).

Outra solução indicada pelas autoras para o período de verão foi a incorporação de venezianas nas esquadrias para permitir a ventilação durante a noite no verão sem comprometer a segurança dos moradores. Para a temporada de inverno, tal como recomenda a ABNT NBR 15220-3, foi apontada a necessidade de aquecimento solar passivo das habitações. Além disso, destacou-se a importância de utilização de esquadrias com uma boa vedação e a colocação de forro na cobertura (GRIGOLETTI E LINCK, 2014).

Com relação à caracterização das habitações da região brasileira estudada, Grigoletti e Linck (2014) apontaram a existência de fogão à lenha em algumas residências, o que pode indicar a necessidade de incorporação desse tipo de equipamento como um hábito das famílias e que também funciona como estratégia para aumentar o conforto térmico durante o inverno.

Partindo para a zona bioclimática 3, Krebs, Moura e Cunha (2015) desenvolveram um estudo sobre a adaptação de containers navais a uma moradia unifamiliar implantada na cidade de Porto Alegre/RS. Os autores avaliaram os parâmetros de orientação solar, as características termofísicas das vedações opacas e transparentes e o sombreamento das aberturas.

Dentre as soluções propostas para otimizar o desempenho térmico da habitação avaliada por Krebs, Moura e Cunha (2015), aquelas que poderiam ser aproveitadas para os fins da presente pesquisa estão relacionadas com a orientação solar das aberturas e com as estratégias de sombreamento das aberturas.

Com relação à orientação das aberturas da edificação, os autores verificaram que o desconforto térmico provocado pelo frio reduzia quando as maiores aberturas eram orientadas para o Norte. Por outro lado, por se tratar de uma fachada com grande incidência

de radiação solar direta ao longo do ano, apontaram a necessidade da associação de estratégias de sombreamento externo para essas aberturas (KREBS, MOURA E CUNHA, 2014).

O resultado foi a orientação das aberturas para Norte e integração com o uso de marquises, permitindo o aquecimento solar da edificação no inverno e, também, evitando que nos meses quentes a habitação sofresse aumentos de temperatura indesejados. Além disso, a área das aberturas foi fixada em 15% da área de piso – valor mínimo admitido pela ABNT NBR 15220-3 –, de modo a reduzir as perdas do calor nos períodos mais frios (KREBS, MOURA E CUNHA, 2014).

Também com relação à zona bioclimática 3, porém na cidade de Belo Horizonte/MG, Assis *et al.* (2007) desenvolveram um estudo voltado a soluções que combinassem a redução do consumo energético em habitações de interesse social com o uso de estratégias de condicionamento passivo de edificações e de fontes alternativas e renováveis de energia (placas fotovoltaicas).

No que diz respeito ao uso de placas fotovoltaicas em habitação de interesse social, os autores concluíram pela inviabilidade econômica de adoção desse sistema em larga escala nos programas habitacionais financiados pelo governo (ASSIS *et al.*, 2007).

Por outro lado, a incorporação de estratégias bioclimáticas e o uso de materiais de vedação compatíveis com as necessidades climáticas de cada região são passíveis de serem adotados nos projetos para HIS, acarretando um maior conforto dos usuários e, ainda, reduzindo o consumo de energia elétrica.

Os autores pensaram estrategicamente na divisão da cobertura em duas águas, voltando a maior água para a orientação Sul de modo a reduzir a incidência de luz solar direta que poderia provocar maiores ganhos de calor no interior da residência. Para otimizar a ventilação dos ambientes, foram projetadas esquadrias em diferentes alturas para criar diferenças de pressão atmosférica e favorecer a saída do ar quente em efeito chaminé (ASSIS *et al.*, 2007).

Os autores não desenvolveram estratégias bioclimáticas para o período de inverno, o que vai de encontro às orientações da ABNT NBR 15220-3 para as HIS implantadas na zona bioclimática 3. Outrossim, não apresentaram simulações computacionais para avaliar o desempenho térmico do protótipo de habitação desenvolvido.

Conforme vem se destacando na presente pesquisa de Iniciação Científica, o cumprimento dos parâmetros estabelecidos pelas normas técnicas de desempenho muitas

vezes não garante um bom desempenho térmico das habitações. Nesse sentido, pode-se citar o trabalho desenvolvido por Olartechea *et al.* (2015).

Os autores, estudando a incorporação de diretrizes bioclimáticas em um projeto de HIS implantada na cidade de Cuiabá/MT – zona bioclimática 7 –, concluíram, após simulações de desempenho realizadas no *software EnergyPlus*, que a observância às diretrizes normativas⁵⁹ foram insuficientes para garantir o conforto térmico do edifício (OLARTECHEA *et al.*, 2015).

É importante destacar, contudo, que as mencionadas simulações foram desenvolvidas somente de acordo com as características termofísicas da envoltória da habitação. Não foram consideradas, portanto, as estratégias de condicionamento térmico passivo recomendadas pela ABNT NBR 15220-3.

Embora o cumprimento das recomendações para as grandezas termofísicas dos materiais usados na envoltória do edifício deva ser levado em consideração para a avaliação do desempenho térmico de edificações, esse não é o único determinante para a verificação do conforto térmico.

Isto é, deve-se observar que as diretrizes elencadas nas normas ABNT NBR 15220 e ABNT NBR 15575 são complementares no sentido de que o desempenho térmico da habitação deve combinar estratégias de condicionamento passivo com as características dos elementos de vedação.

Com relação às estratégias bioclimáticas para o condicionamento térmico passivo das edificações, foi verificado na presente pesquisa de Iniciação Científica que uma das recomendações para climas quentes e secos é a massa térmica para resfriamento. Partindo dessa estratégia, Silva, Barbosa e Batista (2020)⁶⁰ realizaram um estudo comparativo entre diferentes sistemas de coberturas: laje impermeabilizada, laje impermeabilizada com solo nu, cobertura vegetada⁶¹, cobertura com telha cerâmica e cobertura com telha de fibrocimento.

Dentre os sistemas avaliados, os autores constataram que nos casos em que se utilizou a cobertura impermeabilizada com solo nu e a cobertura vegetada, em virtude da maior massa

⁵⁹ Olartechea *et al.* (2015) partiram das diretrizes construtivas estabelecidas pelas normas técnicas de desempenho ABNT NBR 15220, Parte 3, e ABNT NBR 15575, Partes 1, 4 e 5.

⁶⁰ Silva, Barbosa e Batista (2020) realizaram a pesquisa na cidade de Arapiraca, localizada na “delimitação do Semiárido brasileiro”, no Estado de Alagoas.

⁶¹ Conforme os autores: “Optou-se pela instalação de um sistema simples de cobertura vegetada extensiva por ser de fácil aplicação, comparado à modalidade intensiva ou semi-intensiva, utilizando *Zoysia japonica* (grama esmeralda) como espécie vegetal, plantada sobre uma camada de 6,0 cm de substrato (terra preparada), inserida sobre uma manta de jardim instalada sobre a camada de material drenante (argila expandida)” (SILVA, BARBOSA E BATISTA, 2020, p. 103454).

térmica do sistema, a transmissão do calor para o interior do ambiente foi mais lenta, resultando na redução da amplitude térmica diária e no melhor desempenho térmico dentre os protótipos construídos (SILVA, BARBOSA E BATISTA, 2020).

É interessante observar que, além de o sistema de laje impermeabilizada com solo nu apresentar um custo de manutenção menor quando comparado à cobertura vegetada, essa pode ser uma boa alternativa para o caso da cidade onde os autores desenvolveram a pesquisa. Isso porque o município de Arapiraca está localizado no semiárido alagoano, região onde os verões são pouco chuvosos e a escassez de água para irrigação das plantas poderia ser um obstáculo à implementação de coberturas vegetadas (SILVA, BARBOSA E BATISTA, 2020).

Portanto, tendo em vista o custo reduzido e a menor necessidade de irrigação do sistema, o uso de cobertura impermeabilizada com solo nu poderia ser uma alternativa como estratégia bioclimática para habitações de interesse social em climas quentes e secos.

Partindo para o estudo das soluções bioclimáticas para proporcionar o conforto térmico em climas quentes e úmidos, pode-se citar, inicialmente, o artigo acadêmico de Celuppi, Meirelles e Cymrot (2018), realizado para habitações ribeirinhas implantadas na cidade de Manacapuru/AM.

As autoras explicam que, embora essa população ainda seja marcada pela influência da arquitetura vernacular – o que se mostra no uso de elementos naturais para as vedações externas das moradias –, atualmente são utilizados também elementos industrializados que podem prejudicar o desempenho térmico dessas habitações (CELUPPI, MEIRELLES E CYMROT, 2018).

Realizando medições em moradias palafíticas em comunidades ribeirinhas do município em questão, as autoras constataram que as condições de temperatura e umidade do ar apresentavam valores mais altos no interior da residência do que em seu exterior, o que é indesejável no clima quente e úmido da região (CELUPPI, MEIRELLES E CYMROT, 2018).

Diante do resultado encontrado, as autoras especulam que a causa para esse baixo desempenho térmico poderia ser o uso de cobertura de telha metálica e sem forro⁶², tendo

⁶² Além da cobertura de telha metálica e sem forro, Celuppi, Meirelles e Cymrot (2018) indicam que as casas de palafita da região apresentam, em sua maioria, vedações verticais externas em madeira. Outras configurações encontradas, mas em menor quantidade, foram sistemas de alvenaria mista em madeira e alvenaria ou em madeira e PVC. As autoras também verificaram que a maioria das casas utilizavam pelo menos ventiladores para auxiliar a refrescar os ambientes, algumas delas associando o ventilador a aparelhos de ar-condicionado.

em vista que a cobertura, como elemento que fica mais exposto ao sol, exerce uma grande influência nas condições de temperatura interna (CELUPPI, MEIRELLES E CYMROT, 2018).

Outro fator apontado por Celuppi, Meirelles e Cymrot (2018) foi a baixa interferência do vento na promoção do conforto térmico na habitação avaliada. Não especificaram, contudo, as razões que justificassem esse cenário nem apontaram soluções bioclimáticas que poderiam ser adotadas para promover um melhor desempenho da habitação.

Outro estudo realizado no âmbito do modo de vida das populações ribeirinhas da Amazônia é a de Kuwahara, Carvalho e Silva (2017). As autoras pontuam que a tipologia arquitetônica mais representativa dessas comunidades é a palafita, geralmente erguida em áreas de várzeas de rios, o que embora seja um costume dessa população, conforme anteriormente visto, representa uma área de risco potencial aos desastres naturais.

Não é objeto da presente pesquisa de Iniciação Científica confrontar o modo de vida de uma comunidade tradicional com a ocupação de locais em risco de desastres naturais⁶³. Sendo assim, o enfoque a respeito do modo de vida do ribeirinho será concentrado nas implicações de conforto presentes nas habitações dessa comunidade, bem como a eventuais menções às configurações tradicionalmente encontradas nessas moradias.

A esse respeito, as autoras identificaram que é comum que as casas em áreas de várzea constituam a coabitação de mais de uma família e que a quantidade média de moradores em uma residência varia entre seis e oito pessoas. Outro ponto destacado é a disposição dos cômodos nessas habitações: “sala de estar e jantar conjugadas, cozinha, quartos, varanda, algumas possuem área de serviço e o banheiro como um anexo” (KUWAHARA, CARVALHO E SILVA, 2017, p. 6).

A varanda cumpre importante função no modo de morar da população ribeirinha, sendo comumente disposta na fachada principal, o que, nas palavras de Kuwahara, Carvalho e Silva (2017, p. 9), “simboliza a cultura popular local preservada com hábito da prosa,

⁶³ Esse debate abrange temas sensíveis e que merecem especial atenção e aprofundamento, não tendo sido objeto de estudo neste primeiro momento de pesquisa. Outra questão que também não será objeto de análise são os impactos ambientais gerados pela ocupação de margens de rio, o que poderia interferir na componente humana de produção dos desastres naturais. A esse respeito, de acordo com Kuwahara, Carvalho e Silva (2017, p. 5), “Ainda que a relevância dos componentes hídricos para o ambiente urbano da cidade de Macapá seja tão evidente, a ocupação e urbanização desordenada destes é intensa. Por tanto há a deterioração do lugar, com diminuição dos valores de oxigênio, retirada das matas ciliares, erosão das margens e assoreamento. O cenário atual encontrado na área selecionada para o projeto é de antropização, uma quantidade considerável de aterramento, lançamento de dejetos e construções irregulares, localizada em uma área periférica do bairro Jesus de Nazaré, cidade de Macapá, no estado do Amapá, região norte do Brasil”.

convivência com a vizinhança e recepção de visitas neste cômodo da casa”. O pátio posterior da casa costuma abrigar a área de serviço.

Em relação aos materiais e técnicas construtivas, as autoras destacam o uso da madeira como expressão da linguagem regional e da adequação ao clima e à paisagem do entorno, além de se tratar do uso de um material local cujo manuseio faz parte do conhecimento cultural da população (KUWAHARA, CARVALHO E SILVA, 2017).

Além de pontuar aspectos do modo de morar das comunidades ribeirinhas, as autoras também propuseram uma série de estratégias bioclimáticas para o condicionamento térmico passivo do modelo habitacional por elas proposto, observando os critérios da ABNT NBR 15220-3.

As estratégias foram propostas para a região da ressaca do Pacoval em Macapá/AP, classificada na zona bioclimática 8. Em síntese, as autoras indicaram soluções de ventilação cruzada, sombreamento das aberturas e ventilação das vedações da edificação (KUWAHARA, CARVALHO E SILVA, 2017).

Para atender à necessidade de ventilação cruzada, orientou-se o modelo no sentido dos ventos predominantes e adotou-se portas com aberturas altas tipo veneziana. O sombreamento das aberturas foi solucionado com o uso de janela basculante com abertura de até 85° que, quando aberta, funciona como brise horizontal (KUWAHARA, CARVALHO E SILVA, 2017).

Com relação aos sistemas de vedação, utilizou-se venezianas fixas acima das paredes para promover a ventilação do ático (cobertura com câmara de ar ventilado) e, para as paredes externas, utilizou-se painéis duplos de madeira com ar confinado. Dessa forma, buscou-se diminuir o desconforto térmico provocado pelo calor na região (KUWAHARA, CARVALHO E SILVA, 2017).

Ademais, por se tratar de região com clima quente e úmido, incorporou-se a cobertura com “beirais quebrados” para proteger a edificação contra as chuvas e a insolação. Essa solução também se coaduna com o estilo arquitetônico característico das habitações ribeirinhas, o que reforça a preocupação das autoras com o modo de morar dessa população (KUWAHARA, CARVALHO E SILVA, 2017).

Outra pesquisa sobre as soluções de estratégias para o clima quente e úmido da zona bioclimática 8 foi desenvolvida por Celis, Pereira e Moreira (2020). Os autores tiveram como ponto de partida os projetos da Vila Amazonas e da Vila Serra do Navio, desenvolvidos na

década de 1950 por Oswaldo Arthur Bratke para a região amazônica. Segundo os autores, entre as soluções adotadas pelo arquiteto paulista para melhorar o desempenho térmico das habitações está a seguinte:

Bratke utilizou da técnica de descolar as paredes do teto das edificações visando uma melhor circulação da ventilação. Para esse intento ele mesclava a redução da altura das paredes com a utilização de elementos vazados, algo que ficou bem marcado na arquitetura dele para Amazônia, onde encontrávamos fachadas inteiras ornadas com o uso de cobogó (CELIS, PEREIRA E MOREIRA, 2020, p. 6).

A partir dessa estratégia, reforça-se a importância da ventilação cruzada para o clima quente e úmido da zona bioclimática 8. Outra estratégia levantada a partir do estudo dos autores foi o uso de lanternins com elementos vazados em substituição às superfícies envidraçadas comumente utilizadas em aberturas zenitais, de modo a otimizar a iluminação natural do ambiente e melhorar a ventilação por meio do efeito chaminé (CELIS, PEREIRA E MOREIRA, 2020).

Cumprido reforçar, ainda, que a ventilação deve ser associada ao sombreamento das aberturas para evitar a incidência de insolação direta e consequentes ganhos térmicos indesejados. Para tanto, os autores apontam que Oswaldo Bratke incorporou soluções como brises móveis, cobogós, uso de vegetação e grandes beirais para sombrear as fachadas (CELIS, PEREIRA E MOREIRA, 2020).

Por fim, as estratégias passivas para obtenção do conforto térmico na zona bioclimática 8 foram estudadas também por Cavalcanti (2020). O autor aponta que para climas quentes e úmidos a recomendação projetual mais indicada é a ventilação natural.

Diante disso, a partir de simulações realizadas no programa *EnergyPlus*, o autor observou que ao aumentar a quantidade de renovações de ar por hora, também aumentam as horas de conforto térmico de temperatura interna da edificação, reduzindo a demanda dos usuários pelo uso de equipamentos de ar-condicionado (CAVALCANTI, 2020).

Cavalcanti (2020, p. 8) aponta que a recomendação de ático ventilado para a zona bioclimática 8, embora prevista na ABNT NBR 15220-3, “não é seguida quando se trata da produção de habitações unifamiliares na cidade de Maceió, que não possui esta exigência em seu código de obras”. Nota-se, assim, uma incompatibilidade entre a norma de desempenho e as diretrizes legislativas de construção.

Em suma, a partir do estudo dos artigos científicos sobre conforto térmico em habitação de interesse social, pôde-se observar a importância da incorporação de estratégias para o condicionamento térmico passivo das edificações. Além disso, foi possível notar que em algumas regiões é necessário adotar estratégias diferentes daquelas previstas nas normas técnicas, o que ressalta a importância do estudo do clima de cada região para a implementação de projetos arquitetônicos.

4.3.2.2.3 Modos de morar e a necessidade de adaptabilidade da habitação de interesse social

O conforto do usuário depende também de fatores subjetivos de apropriação e privacidade, que se relacionam intimamente com a usabilidade da habitação (MENDONÇA E VILLA, 2018). Tendo isso em vista, nota-se que o conhecimento a respeito da rotina dos usuários e de suas necessidades é essencial para que um projeto de arquitetura possa oferecer maior conforto aos moradores.

No caso da presente pesquisa, buscou-se criar soluções que permitam uma maior flexibilidade como uma forma de alcançar uma maior personalização das moradias a depender das características climáticas de cada região e das demandas individuais de cada família. Tendo em vista a quantidade de vítimas de desastres naturais que devem ser atendidas com medidas urgentes e céleres, um dos desafios da pesquisa foi conciliar a necessidade de rapidez construtiva com as variadas demandas que podem existir entre diferentes famílias.

Com o intuito de melhor estabelecer as diretrizes projetuais para solucionar o desafio acima descrito, uma das estratégias de pesquisa foi estudar como os moradores de habitações de interesse social (HIS) respondem ao espaço construído e o transformam de acordo com as suas necessidades e os seus modos de morar.

Realizando um estudo em habitações de interesse social na cidade de Porto Alegre/RS, Miron, Monteiro e Silva (2019) observaram que as modificações realizadas pelos moradores em suas unidades habitacionais podem identificar uma forma de os usuários se apropriarem do espaço e construírem sua identidade e sentimento de pertencimento àquele local. Os autores apontam que essas modificações compõem o conceito de territorialidade, entendido como a atuação dos moradores na habitação para personalizá-la de acordo com as suas preferências (MIRON, MONTEIRO E SILVA, 2019).

No escopo daquela pesquisa, Miron, Monteiro e Silva (2019, p. 69) delimitaram o conceito de territorialidade às “modificações materiais realizadas pelos usuários de habitação de interesse social, ou seja, pelos aspectos físicos (por exemplo: grades, muros e revestimentos)”. A partir do mapeamento dessas transformações, foram elencadas as modificações mais comumente realizadas nas habitações e foi especulado como as interferências no espaço poderiam indicar o desejo de permanência dos usuários nas HIS.

A partir da aplicação de questionários com os moradores e de observações *in loco*, os autores constataram que grande parte das alterações feitas nas unidades habitacionais estavam relacionadas com acessórios de proteção e vedação, revestimentos e ampliações (MIRON, MONTEIRO E SILVA, 2019). Com relação às ampliações, foram consideradas tanto as que eram previstas no projeto original quanto as que eram realizadas espontaneamente pelos usuários.

Os acessórios de proteção e vedação verticais, como a colocação de grades e muros, estavam geralmente associados à sensação de insegurança dos moradores dentro dos conjuntos habitacionais. Os acessórios de proteção horizontais, como a cobertura do pátio frontal e do pátio dos fundos, foram acrescentados para proteger as ampliações realizadas pelos moradores (MIRON, MONTEIRO E SILVA, 2019).

Com relação aos revestimentos, muitas vezes os altos índices de usuários que realizaram modificações nesse sentido se deviam ao fato de as habitações serem entregues sem revestimento, reboco e pintura. Em alguns casos, as modificações ocorreram devido a defeitos de projeto, que provocaram rachaduras nos revestimentos existentes. De maneira geral, Miron, Monteiro e Silva (2019) observaram que a pintura dos ambientes tendia a se relacionar com a personalização das moradias pelos usuários.

A ampliação da moradia, por sua vez, geralmente estava associada às novas necessidades das famílias, que não eram atendidas pela configuração original da casa. Em alguns casos, essas ampliações haviam sido previstas no projeto, porém houve situações em que as ampliações foram improvisadas pelos moradores para atender às suas demandas (MIRON, MONTEIRO E SILVA, 2019).

A partir desse estudo, Miron, Monteiro e Silva (2019) ressaltaram a importância de que o projeto de arquitetura para habitação de interesse social preveja de antemão as possibilidades de ampliação da moradia como uma forma de melhor adequá-la às

necessidades da família sem que isso implique na evasão para outras localidades⁶⁴. Isso fica ainda mais evidente quando se percebe que um dos principais motivos para que os usuários se mudassem das HIS decorria da incompatibilidade entre os usos por eles pretendidos e a falta de adaptabilidade dos espaços.

Um dos indicativos para a inadequação dos ambientes nas habitações de interesse social pode ser extraído do estudo desenvolvido por Mendonça e Vila (2018), em que as autoras, analisando o conforto do usuário a partir da usabilidade da habitação, apontam que os critérios de ambientes mínimos previstos em normas não se adequam à realidade contemporânea nem aos fatores culturais e aos diversos arranjos e necessidades familiares.

Uma conclusão a que se pode chegar é que uma possível saída para esse problema seria o desenvolvimento de soluções que não sejam pré-determinadas pelo projetista, mas que permitam ao usuário realizar intervenções que melhor lhe atendam. Dessa maneira, o usuário melhor se apropriaria do espaço e o tornaria adequado às suas necessidades.

A flexibilidade dos espaços, além de permitir que o usuário crie adaptações e personalize a habitação de acordo com os seus anseios, permite ainda que o ambiente sofra modificações constantes de acordo com a volatilidade dos modos de morar (MENDONÇA E VILA, 2018). As autoras sintetizam essa ideia da seguinte maneira:

A apropriação é, portanto, o conceito que mais se aproxima das características do modo de projetar almejado pelo design contemporâneo, pois visa oferecer maior aproximação do usuário com o objeto, considerando-o como agente transformador do projeto, evidenciado que nada que está construído tem um fim por si só, por ser considerado "pronto". Percebe-se que na verdade, assim como a sociedade e indivíduos são mutáveis, as coisas também são (MENDONÇA E VILLA, 2018, p. 256).

A necessidade de adequação dos projetos de arquitetura aos modos de morar da população a quem se destinam também foi estudada por Carvalho, Paula e Pereira (2017). As autoras desenvolveram um estudo a respeito dos modos de morar no campo, mais especificamente nas habitações rurais da região da Zona da Mata, em Minas Gerais, que foram entregues à população que se enquadrava no Programa Nacional de Habitação Rural (PNHR)⁶⁵.

⁶⁴ Miron, Monteiro e Silva (2019, p. 81) apontam que “Essa flexibilidade poderia permitir maior expressão de territorialidade, mediante a personalização, por parte dos moradores, atendendo mais adequadamente a suas necessidades e favorecendo sua permanência nos empreendimentos”.

⁶⁵ O Programa Nacional de Habitação Rural (PNHR) é a vertente rural do Programa Minha Casa, Minha Vida. Segundo Carvalho, Paula e Pereira (2017, p. 6): “O público alvo do PNHR é a população que vive no campo, como

O cuidado com a adequação da moradia não só aos fatores objetivos como o clima e a topografia do terreno, mas também às questões subjetivas sobre os costumes, os hábitos, os fatores culturais e as necessidades de cada família são, portanto, fundamentais e devem ser levados em consideração pelo projetista. A esse respeito, Carvalho, Paula e Pereira (2017, p. 2) estabelecem que:

O ato de habitar extrapola o entendimento da mera moradia como invólucro físico, cuja principal função é a de abrigo. A célula habitacional é apenas uma parte do habitat, que deve ser entendido como tudo aquilo que circunscreve a vida do ser humano, aí incluídos os serviços e equipamentos urbanos, os meios de locomoção, as condições de localização, os costumes e hábitos de morar e as representações sociais.

No caso da habitação rural, a ocupação do meio pelo homem envolve não apenas o ambiente construído como também os elementos adjacentes à casa⁶⁶ – plantações, áreas para a criação de animais, dependências de serviço, entre outros. Além disso, é importante destacar que os modos de habitar no meio rural também se diferenciam de acordo com as regiões brasileiras (CARVALHO, PAULA E PEREIRA, 2017).

Carvalho, Paula e Pereira (2017) explicam que, entre os mineiros da Zona da Mata, o costume é de configuração de planta nuclear em que a sala ocupa a posição central para onde se abrem os dormitórios de um lado e a cozinha do outro. Como os quartos se destinam apenas ao descanso noturno, apresentam dimensões reduzidas.

A cozinha, por outro lado, é o local onde se preparam os alimentos, se come, se socializa, ou seja, é o local de destaque, onde todos interagem, sendo, portanto, o cômodo de maiores dimensões. Outro elemento característico da habitação rural é o fogão a lenha, comumente localizado na cozinha (CARVALHO, PAULA E PEREIRA, 2017).

O banheiro geralmente é próximo da cozinha e não recebe tanta atenção dos moradores. A sala é usualmente ocupada com a televisão, o que não retira a importância da

agricultores familiares, trabalhadores rurais, assentados do Programa Nacional de Reforma Agrária – PNRA, pescadores artesanais, extrativistas, silvícolas, aquicultores, maricultores, piscicultores, ribeirinhos, povos indígenas, comunidades quilombolas e demais comunidades tradicionais. Os beneficiários são divididos em três grupos de renda, sendo o grupo 1 correspondente à menor faixa, abrangendo famílias com renda bruta anual até R\$ 15.000,00, atendidas com subsídio integral (recursos do Orçamento Geral da União)”.
⁶⁶ Deve-se ter em mente, ainda, que no ambiente rural a casa abrange funções que vão além da moradia. De acordo com as autoras: “A casa pode ser considerada o elemento central do habitat rural, pois além de servir de moradia, a habitação rural abrange outras funções além da residencial, com a de armazenagem e, até mesmo, de beneficiamento da produção” (CARVALHO, PAULA E PEREIRA, 2017, p. 2).

cozinha como o cômodo de maior interação entre os moradores (CARVALHO, PAULA E PEREIRA, 2017).

Já a parte de serviço da casa é posicionada aos fundos e tem comunicação direta com a cozinha. Sendo assim, constitui-se como uma espécie de varanda, mas diferentemente do que ocorre no meio urbano, essa varanda está nos fundos da casa e é um ambiente predominantemente de serviço, embora possa comportar uma mesa para a realização das refeições (CARVALHO, PAULA E PEREIRA, 2017).

Nota-se, pois, algumas diferenças fundamentais em relação ao modo de morar da zona rural quando comparado com as zonas urbanas, o que se verifica principalmente nos locais onde se desempenham as funções de socialização, de alimentação e de serviço, nas dimensões dos diferentes cômodos e na localização do ambiente de varanda.

Face ao que foi exposto, reforça-se que, além dos parâmetros relacionados ao clima, existe a necessidade de adequar o projeto à rotina e à organização familiar, bem como às peculiaridades de cada região brasileira. Nesse sentido, a possibilidade de futuras ampliações da moradia pode ser apontada como um indicativo de que o projeto terá maiores chances de proporcionar um resultado satisfatório para o usuário (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2005).

Desta forma, acredita-se que, no que diz respeito ao objeto da presente pesquisa de Iniciação Científica, uma maior qualidade ambiental poderia ser proporcionada mesmo com a proposição de soluções pré-concebidas, mas que permitam uma diversidade de configurações conforme a necessidade dos moradores.

A solução proposta, diante disso, partiu da criação de um módulo embrião mínimo que possa sofrer acréscimos com o decorrer do tempo, evoluindo de acordo com as demandas das famílias. Entende-se que, na esfera acadêmica, essa estratégia é capaz de conciliar a necessidade de celeridade e produção em larga escala diante do cenário emergencial provocado por desastres ambientais com a garantia do direito à moradia adequada para as vítimas desabrigadas.

4.3.2.2.4 Categorização das zonas bioclimáticas em três grandes grupos: clima quente e seco, clima quente e úmido e clima frio e úmido

A partir do levantamento de dados realizado no âmbito da presente pesquisa, propõe-se a categorização das zonas bioclimáticas brasileiras em três grandes grupos climáticos, que

seriam o quente e seco, o quente e úmido e o frio e úmido. Essa classificação parte das condicionantes mais representativas dos climas brasileiros, identificadas após o estudo das normas técnicas de desempenho (ABNT NBR 15220 e ABNT NBR 15575) e da teoria desenvolvida sobre o assunto.

Em resumo, para o clima quente e seco, adota-se como referência as recomendações feitas para a zona bioclimática 7: vedações verticais externas pesadas, com alta capacidade térmica, e aberturas pequenas para ventilação, que devem ser sombreadas e permitir o controle pelo usuário. Durante o verão, devem ser adotadas as estratégias de resfriamento evaporativo, de massa térmica para resfriamento e de ventilação cruzada seletiva para evitar ganhos de calor indesejados.

Por sua vez, o clima quente e úmido é representativo da zona bioclimática 8. Os sistemas de vedação devem ser leves e as aberturas devem ser grandes e sombreadas para proporcionar a ventilação cruzada da edificação e reduzir os ganhos térmicos. Ademais, o sistema de cobertura deve permitir a ventilação do ático e, durante os períodos mais quentes, pode haver a necessidade de utilização de estratégias artificiais para o resfriamento.

Finalmente, o clima frio e úmido recebe recomendações construtivas para as vedações externas com altas transmitâncias térmicas, alto fator de calor solar e baixo atraso térmico. As áreas para abertura são médias e com recomendação de permissão de sol no inverno. Com relação às estratégias bioclimáticas para o inverno, cita-se o aquecimento solar da edificação e o uso de vedações internas pesadas (inércia térmica). São agrupadas nessa categoria as zonas bioclimáticas 1, 2 e 3.

4.4 SOLUÇÕES PROJETUAIS

Tendo sido estudadas as diretrizes normativas brasileiras para o desempenho térmico de habitações, as aplicações e avaliações das estratégias de condicionamento passivo em habitações de interesse social e as indicações de adequação dos projetos arquitetônicos aos modos de morar, passa-se ao estudo de soluções habitacionais desenvolvidas em situações emergenciais.

A partir de um estudo comparado das estratégias construtivas aplicadas no Brasil e em outros países, parte-se finalmente para a escolha de um sistema construtivo que possa servir aos objetivos propostos pela presente pesquisa de Iniciação Científica, com a formulação de modelos de habitação emergencial adaptável para as três categorias de climas ora propostos (clima quente e seco, clima quente e úmido e clima frio e úmido).

4.4.1 ONG TETO

O modelo de unidades habitacionais da Organização não Governamental (ONG) TETO, embora não se destine especificamente às vítimas de desastres naturais, vem sendo desenvolvido no Brasil desde o ano de 2007 e tem como público-alvo a população em situação de vulnerabilidade social. Em sua atuação, o TETO agrega o trabalho voluntário com o trabalho dos moradores das comunidades atendidas, buscando que “as populações das comunidades sejam atores transformadores do território em que vivem” (MODELO de trabalho, [20--])⁶⁷.

O TETO é uma iniciativa de origem chilena e que hoje está presente em 19 países, como Argentina, Uruguai, Venezuela, Chile, Costa Rica, Honduras, México e Estados Unidos. No Brasil, o TETO está formalmente estabelecido nos Estados de São Paulo, Rio de Janeiro, Bahia, Paraná e Minas Gerais (O PERCURSO do TETO, [entre 2017 e 2021]).

Embora o seu foco esteja voltado para a população que vive em situação de vulnerabilidade social, existem registros de atuação da ONG em situações de emergência provocadas por desastres naturais, como foi o caso de terremotos em El Salvador (2001), no

⁶⁷ É importante pontuar que as moradias construídas pela ONG TETO não são gratuitas às famílias. De acordo com Novello (2018, p. 36-37): “o TETO não é assistencialista. Uma quantia simbólica de 200 reais (inferior a 5% do valor da casa) é requerida à família como forma de “engajamento” com o trabalho, transmitindo a sensação aos moradores de verdadeiros proprietários da casa. Tal valor é pequeno comparado ao custo total, porém faz uma enorme falta para os moradores das comunidades carentes, fazendo com que o devido valor seja dado”.

Peru (2001), no Chile (2010), no Haiti (2010) e, mais recentemente, no ano de 2017, em terremoto no México, furacões no Caribe, incêndios no Chile e enchentes no Peru e na Colômbia (O PERCURSO do TETO, [entre 2017 e 2021]).

No início do ano de 2020, após os episódios de chuvas intensas registrados na Região Metropolitana de Belo Horizonte/MG, o TETO se mobilizou para realizar a construção de seus modelos habitacionais como moradia emergencial para atender as vítimas que ficaram desabrigadas (FÁVERO, 2020; DIÁRIO DO COMÉRCIO, 2020).

O modelo desenvolvido pela ONG TETO não tem a pretensão de funcionar como moradia definitiva para as famílias. Nesse sentido, estima-se que o tempo de vida útil aproximado dessas habitações é de 8 anos, podendo variar conforme a manutenção e o cuidado realizados pelos usuários (NOVELLO, 2018).

O TETO trabalha com painéis pré-fabricados em madeira Pinus que são montados no local da obra com o uso de pregos e parafusos, o que pode ser feito com ferramentas simples⁶⁸ e dispensando o uso de mão de obra especializada. A construção de uma casa TETO é realizada em dois dias (um final de semana) em esquema de mutirão (NOVELLO, 2018)⁶⁹.

Os componentes das unidades habitacionais são transportados em kits que incluem painéis para a vedação vertical, painéis de piso, portas, janelas, vigas, caibros, manta para isolamento térmico da cobertura e telhas de aço galvanizado ou PVC onduline (NOVELLO, 2018).

Uma das vantagens do uso de painéis de madeira se verifica a partir de sua leveza e pequenas dimensões, permitindo o transporte de diversas unidades ao mesmo tempo em um mesmo caminhão (NOVELLO, 2018). A leveza dos painéis também permite que as pessoas consigam carregá-los no canteiro de obras durante as construções realizadas em modelo de mutirão com voluntários e com a comunidade, sem a necessidade de guindastes (RIMI E MEIRELLES, 2018).

O modelo de fundação utilizado pelo TETO é composto por doze pilotis em toras de eucalipto que são afundados no solo e fixados com pregos a vigas de piso de madeira. Os pilotis em eucalipto não são fabricados industrialmente, de modo que a sua fixação deve

⁶⁸ Segundo Novello (2018, p. 46-47), as ferramentas utilizadas na construção das casas do TETO são: serrote, martelo, prumo, esquadro, mangueira de nível, grampeador, linha, chave Philips, alicate, trena, luvas, alavanca e cavadeira. Algumas delas são disponibilizadas pela ONG e outras devem ser providenciadas pelos voluntários.

⁶⁹ Informações detalhadas sobre a estrutura e execução das habitações desenvolvidas pela ONG TETO podem ser conferidas nos trabalhos desenvolvidos por Novello (2018) e por Rimi e Meirelles (2018).

seguir à risca as diretrizes construtivas elaboradas pelo TETO, evitando a superveniência de problemas para o nivelamento dos painéis de piso e de parede (RIMI E MEIRELLES, 2018).

Rimi e Meirelles (2018) explicam que os painéis de piso são diretamente fixados com pregos nas vigas de madeira que compõem a fundação, fazendo todo o travamento da estrutura do piso para receber os painéis de paredes, que também são fixados ao piso com o uso de pregos. Para a instalação desses painéis de vedação vertical, são utilizados montantes verticais que exercem a função estrutural no sistema de *wood frame*.

O passo seguinte é a instalação da estrutura para receber a telha. O sistema de cobertura, também em madeira, inicia com a fixação da viga mestra no ponto mais alto e central da casa. Na sequência, são fixados as vigas secundárias e os caibros. Por cima desses elementos são instaladas a manta térmica e a telha (RIMI E MEIRELLES, 2018). A última etapa da construção é a fixação das esquadrias, também em madeira (NOVELLO, 2018).

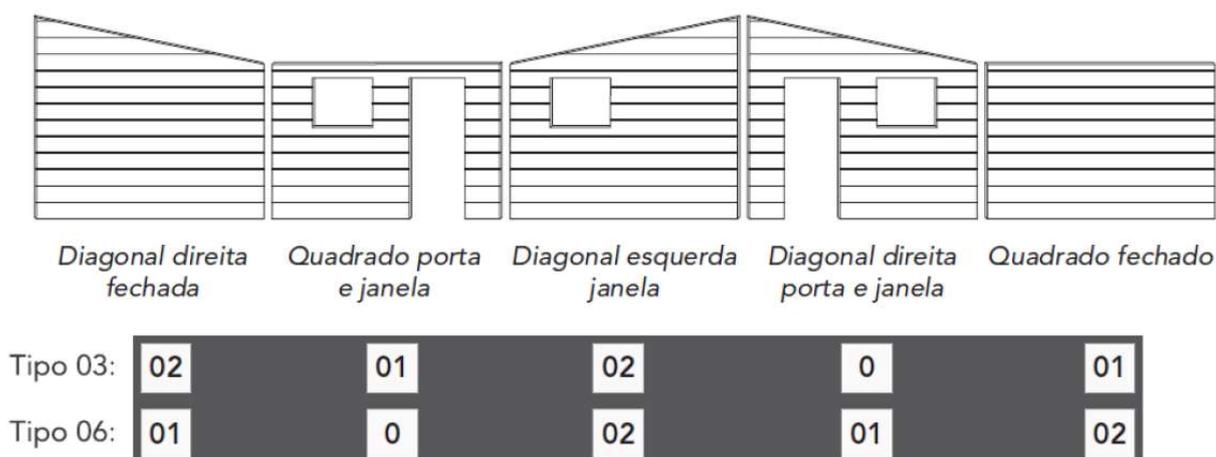
Segundo Novello (2018), as habitações utilizadas pela ONG TETO são térreas e podem ser de duas categorias: casa grande, com 18 m², ou casa pequena, com 15 m². Cada uma delas pode receber dois tipos de composição diferente, que variam de acordo com o posicionamento da porta de acesso – ou na lateral ou na frente da casa⁷⁰.

Fora a possibilidade de a família escolher entre a configuração da porta de entrada, as fachadas das casas não permitem outros desenhos. Conforme explicam Novello (2018) e Rimi e Meirelles (2018), os painéis de parede são standardizados, de modo que sua configuração sempre se repete.

No caso da casa pequena, as moradias são construídas com seis painéis de parede (Figura 2). No caso em que se escolhe a porta voltada para a frente, são utilizados um painel “diagonal direita fechada”, dois painéis “diagonal esquerda janela”, um painel “diagonal direita porta e janela” e dois painéis “quadrado fechado”. Quando se opta pela porta na lateral, são utilizados dois painéis “diagonal direita fechada”, um painel “quadrado porta e janela”, dois painéis “diagonal esquerda janela” e um painel “quadrado fechado” (NOVELLO, 2018).

⁷⁰ Considera-se a fachada frontal aquela que está perpendicular ao sentido de caimento do telhado e a fachada lateral aquela que está paralela às águas do telhado.

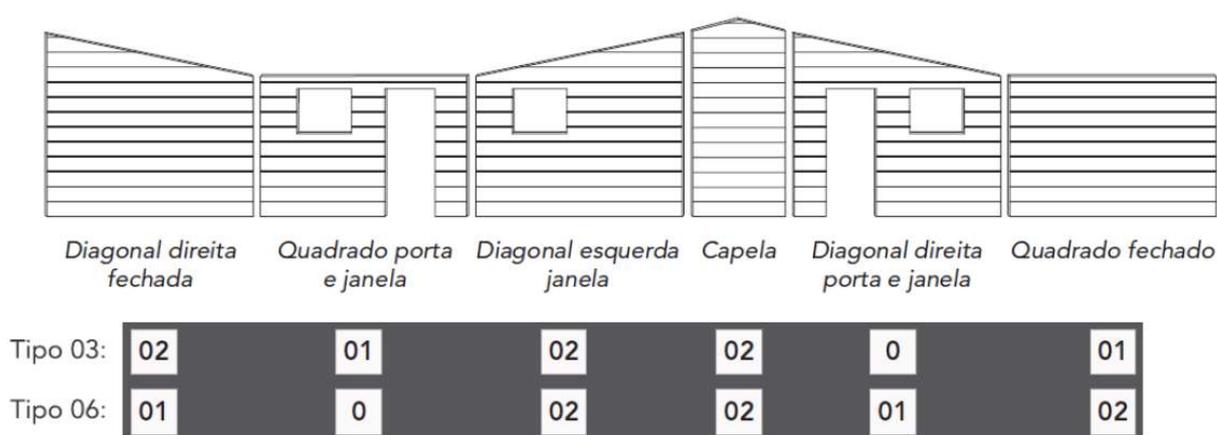
Figura 2: Painéis de parede para casa pequena.



Fonte: Novello, 2018, p. 37.

As tipologias de casa grande são conformadas por oito painéis de parede (Figura 3). Aquelas com porta frontal são constituídas por um painel “diagonal direita fechada”, dois painéis “diagonal esquerda janela”, dois painéis “capela”, um painel “diagonal direita porta e janela” e dois painéis “quadrado fechado”. Já a casa grande com porta lateral é composta por dois painéis “diagonal direita fechada”, um painel “quadrado porta e janela”, dois painéis “diagonal esquerda janela”, dois painéis “capela” e um painel “quadrado fechado” (NOVELLO, 2018).

Figura 3: Painéis de parede para casa grande.



Fonte: Novello, 2018, p. 42.

As portas e janelas também são de madeira e tanto a casa pequena quanto a casa grande recebem, cada uma das unidades, três janelas (0,66 m x 0,78 m) e uma porta (1,836 m

x 0,78 m). As esquadrias são parafusadas nos painéis de parede a partir das dobradiças. Além disso, são utilizados porta-cadeados e trincos para fazer o seu fechamento (NOVELLO, 2018).

Após a instalação das esquadrias, está pronta a edificação. Novello (2018) explica que na semana seguinte à construção, os voluntários retornam às comunidades para realizar a pintura das paredes externas das casas. Essa pintura, “Além de dar um tom mais agradável para a casa, [...] proporciona uma vida útil mais longa, aumentando a durabilidade da madeira da casa” (NOVELLO, 2018, p. 90).

Conforme se pôde perceber, o sistema construtivo adotado pelo TETO permite sua rápida construção em esquema de mutirão, dispensando o uso de equipamentos complexos e de mão de obra especializada. Verificou-se, contudo, que as casas são padronizadas e não recebem adequações de acordo com o clima do local de implantação nem com as necessidades das famílias.

Outras desvantagens do sistema construtivo da ONG TETO são a durabilidade limitada e a necessidade de manutenção e cuidados por parte dos moradores, a inexistência de divisões internas na habitação, a montagem sem inclusão da cozinha e da área de serviço – que ficam a cargo do morador – e a possibilidade de existência de frestas nas vedações e esquadrias, o que pode favorecer a entrada de ventos indesejados e de água da chuva (NOVELLO, 2018).

Embora não se possa afirmar que exista adequação bioclimática das edificações, deve-se perceber que são soluções que possuem o potencial de melhorar a qualidade de vida das populações em situação de vulnerabilidade social. Isso porque as famílias atendidas muitas vezes habitavam espaços sem ventilação natural e com baixa qualidade construtiva. Além disso, a elevação da construção do solo proporcionada com o uso de pilotis em tora de eucalipto contribui para evitar que animais transmissores de doenças entrem nas habitações (NOVELLO, 2018).

4.4.2 Residencial Villa Verde

O Conjunto Residencial Villa Verde integrou o processo de recuperação da cidade de Constitución, na costa chilena, após a ocorrência de um terremoto seguido por um tsunami no dia 27 de fevereiro de 2010, evento este conhecido como 27F (BARATTO, 2016). Uma das

consequências desse desastre natural foi a destruição de diversas moradias e, com o intuito de abrigar definitivamente essas vítimas, foi construído o Residencial Villa Verde⁷¹.

Trata-se de um projeto de Alejandro Aravena em conjunto com o grupo ELEMENTAL, do qual é sócio juntamente com Gonzalo Arteaga, Juan Cerda, Víctor Oddó e Diego Torres (VIEIRA, 2016). O ELEMENTAL tem como uma de suas diretrizes a construção de “metade de uma casa boa” ao invés de “uma casa inteira ruim”, isto é, os arquitetos entregam aos moradores uma residência embrionária que pode ser futuramente incrementada pelos moradores⁷². É justamente essa a ideia que se pretende aplicar no presente trabalho.

A ideia de construção incremental adotada por Alejandro Aravena busca priorizar a entrega inicial das estruturas mais complexas de uma habitação, como é o caso da cozinha e do sanitário (ARAVENA *et al.*, 2013; VIEIRA, 2016). Essa é uma diretriz importante quando se considera a construção de unidades de habitação de interesse social (HIS), tendo em vista o orçamento muitas vezes limitado nesses contextos.

No caso do Residencial Villa Verde, contudo, o orçamento ofertado era elevado quando comparado a outros projetos de HIS no contexto chileno. Mesmo diante de uma maior verba disponível para o desenvolvimento do projeto, o ELEMENTAL optou por adotar o modelo de construção incremental, utilizando o orçamento a favor da melhoria das estruturas complexas das habitações (VIEIRA, 2016).

A equipe de projeto explica, ainda, que o Residencial Villa Verde foi construído a partir de uma política de habitação de interesse social em parceria com a empresa florestal Arauco, que atuava na cidade de Constitución. O contexto, portanto, sugeria a adoção de um sistema construtivo em estrutura de madeira (ARAVENA *et al.*, 2013), que foi utilizada como estrutura e vedação (VEIRA, 2016).

A habitação inicialmente entregue às vítimas do 27F na cidade de Constitución contava com aproximadamente 57 m² construídos em uma unidade assobradada. A partir de Aravena

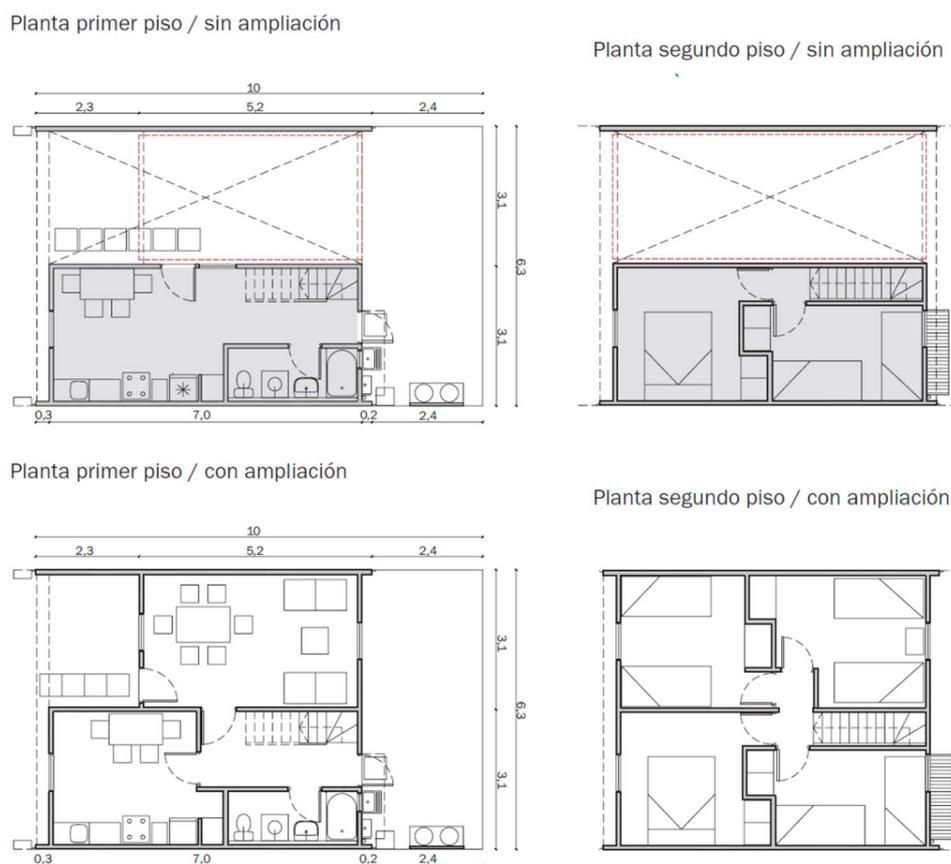
⁷¹ Conforme explica Baratto (2016), o Residencial Villa Verde é “um dos principais projetos da cidade” de Constitución, consistindo em “um bairro residencial para 484 famílias que perderam suas casas com o 27F ou que perderam seus empregos na empresa madeireira Arauco”.

⁷² De acordo com o sítio eletrônico do Prêmio Pritzker de Arquitetura: “ELEMENTAL is also known for designing social housing that they call “half of a good house,” in which the design leaves space for the residents to complete their houses themselves and thus raise themselves up to a middle-class standard of living. This innovative approach, called “incremental housing,” allows for social housing to be built on more expensive land closer to economic opportunity and gives residents a sense of accomplishment and personal investment” (ALEJANDRO Aravena of Chile receives the 2016 Pritzker Architecture Prize, 2016).

et al. (2013), observa-se que no térreo ficavam a cozinha, o banheiro e uma área de serviço externa. Por sua vez, o primeiro pavimento recebia dois quartos (Figura 4).

Cada unidade habitacional possuía ainda os contornos determinantes para as futuras ampliações, que poderiam acrescentar uma sala e um espaço para refeições no térreo e mais dois quartos no primeiro pavimento, aumentando a casa para 85 m² (ARAVENA *et al.*, 2013).

Figura 4: Planta de uma unidade habitacional do Residencial Villa Verde.



Fonte: Aravena *et al.*, 2013, p. 50.

O que se nota, pois, é o uso de uma habitação embrionária, entregue com as instalações necessárias para a cozinha, área de serviço e banheiro – geralmente as mais dispendiosas tanto do ponto de vista técnico quanto sob o aspecto econômico –, e ainda com um espaço reservado para o dormitório. Verifica-se também o uso do sistema construtivo em *wood frame*, que permite a ampliação da unidade habitacional pelo usuário conforme sua necessidade, ampliação esta que já vem delimitada pelo módulo inicial. Outro ponto que chama atenção são as dimensões iniciais da habitação, que reforçam as estratégias de

“reconstruir melhor”, reduzir as vulnerabilidades e garantir o acesso ao direito à moradia adequada.

4.4.3 *Paper Log House*

A habitação *Paper Log House* foi desenvolvida pelo arquiteto japonês Shigeru Ban e vem sendo utilizada para abrigar temporariamente as vítimas de desastres naturais em diversos países. Em 1995 foi registrado o primeiro uso da *Paper Log House* para os desabrigados no terremoto que atingiu Kobe, no Japão. Nos anos seguintes, o modelo de habitação sofreu adaptações para responder às variantes climáticas e culturais e melhor se adequar ao abrigo de vítimas de desastres em outras localidades (CARBONARI E LIBRELOTTO, 2019).

O nome *Paper Log House* se deve ao fato de as moradias serem construídas com tubos de papel. Carbonari e Libreloto (2019, p. 20) explicam que o uso de materiais recicláveis e reutilizáveis na construção civil “minimiza o impacto ambiental e contribui para o incremento da sustentabilidade das construções”.

Além disso, o sistema tem como vantagens o custo reduzido, a facilidade de manutenção e a baixa tecnologia necessária para a sua construção (CARBONARI E LIBRELOTTO, 2019). De acordo com Feres (2014), o tempo de montagem de uma *Paper Log House* é de 6 horas, com o trabalho de até 20 pessoas. Essas características são importantes quando se considera a construção de abrigos de caráter emergencial.

Para os fins da presente pesquisa, uma peculiaridade importante dos projetos de *Paper Log House* de Shigeru Ban é a possibilidade de adequação bioclimática das moradias. O arquiteto desenvolveu soluções singulares para cada localidade, a depender das necessidades culturais e climáticas dos usuários. A seguir, são destacadas as características dos modelos e adaptações realizadas para as vítimas no terremoto em Kobe, no Japão (1995), terremoto na Turquia (2000), terremoto Bluj, na Índia (2001) e furacão Yolanda, nas Filipinas (2014).

Em comum, com exceção dos abrigos nas Filipinas, os projetos apresentam o uso de tubos de papel como principal material utilizado na construção, desempenhando função estrutural e de vedação. De acordo com Carbonari e Libreloto (2019), trata-se de uma habitação de caráter temporário, desenvolvida com o intuito de abrigar as vítimas de desastres naturais por um período que pode durar meses ou anos. Os tubos são tratados com

produtos preventivos contra incêndios e umidade, além de possuírem uma alta resistência estrutural. As autoras pontuam, ainda, que:

Como apontado por Ferreira (2011), os critérios para a Paper Log House eram materiais locais e de baixo custo, métodos construtivos simples, isolamento térmico satisfatório, baixo impacto ambiental e, ao mesmo tempo, qualidade estética. A habitação é facilmente montável e desmontável e seus elementos pré-fabricados foram manufaturados em um espaço próximo ao local de trabalho, em uma espécie de oficina improvisada (CARBONARI E LIBRELOTTO, 2019, p. 22).

Outra característica que se repete na maioria dos projetos de *Paper Log House* é a estrutura da fundação, configurada a partir da justaposição de engradados de cerveja preenchidos com sacos de areia. Sobre as caixas de cerveja são posicionadas placas de madeira compensada que exercem a função de piso. Nas placas de piso são utilizados pinos de madeira compensada que se servem para o encaixe dos tubos de papel das paredes. A união entre esses elementos é feita com fita adesiva expansiva (CARBONARI E LIBRELOTTO, 2019).

Em alguns casos, a depender da disponibilidade de materiais, alguns elementos da estrutura podem sofrer adaptações. É o caso, por exemplo, da fundação do abrigo feito para as vítimas do terremoto Bluj na Índia, que devido à indisponibilidade de caixas de cerveja, foi adaptada com entulhos das construções destruídas pelo desastre natural (CARBONARI E LIBRELOTTO, 2019). Além disso, os tubos de papel das paredes e o sistema de cobertura também podem ser reconfigurados de acordo com as necessidades locais.

Para as vítimas do terremoto em Kobe, no Japão (1995), os abrigos foram construídos com 16 m² e sem divisórias internas. A configuração da planta era quadrada (4 m x 4 m) e em uma das faces se localizava a porta e nas outras três foram dispostas janelas – uma em cada face – para propiciar a ventilação e iluminação naturais. A estrutura da cobertura de duas águas era sustentada por tubos de papel e sua vedação era feita com duas camadas de lona construídas de forma a permitir a abertura em suas extremidades, otimizando a ventilação durante o verão (CARBONARI E LIBRELOTTO, 2019). O abrigo desenvolvido para as vítimas de Kobe pode ser visualizado na Figura 5 destacada na página seguinte:

Figura 5: Vista externa de uma *Paper Log House* (Kobe).



Fonte: Paper Log House – Kobe, c1995.

As paredes foram feitas com tubos de papel de 4 mm de espessura e 106 mm de diâmetro, que foram unidos com o uso de fita adesiva expansiva permeável para melhorar o isolamento da habitação e aumentar a resistência à água (CARBONARI E LIBRELOTTO, 2019).

Ainda com base no estudo de Carbonari e Librelotto (2019), verificou-se que no caso dos abrigos utilizados na Turquia (2001), Shigeru Ban realizou adaptações nas dimensões da habitação e no isolamento térmico das paredes. Como as famílias turcas eram mais numerosas que as famílias japonesas, a área interna do abrigo foi desenvolvida com 18 m². Essa dimensão foi definida a partir da medida padrão das placas de madeira encontradas no local para a construção do piso (CARBONARI E LIBRELOTTO, 2019).

O isolamento térmico, por sua vez, precisava ser reforçado devido ao clima mais frio. Assim, foram incorporados resíduos de papel retalhados no interior dos tubos da parede e fibra de vidro no teto. A cobertura também foi feita em duas águas com camada dupla de lona cujas extremidades permitiam a abertura para ventilação nos períodos mais quentes (CARBONARI E LIBRELOTTO, 2019).

No mesmo ano da construção dos abrigos temporários na Turquia, Shigeru Ban realizou adaptações no seu sistema de *Paper Log House* para as vítimas do terremoto Bluj na Índia (2001). As diferenças são percebidas no layout da habitação, na fundação e na cobertura. O layout também é desprovido de paredes internas, como ocorre em todos os outros casos,

porém sofreu um aumento de área interna e o acréscimo de uma varanda externa que se adequava aos costumes locais e ao clima quente da Índia (CARBONARI E LIBRELOTTO, 2019).

A fundação foi solucionada com o uso de entulhos de edificações que haviam sido destruídas pelo terremoto, uma vez que não foram encontrados os engradados de cerveja na região. O piso, ao invés de painéis de madeira compensada, foi feito com materiais locais, utilizando barro com estrume conforme a tradição dos usuários (CARBONARI E LIBRELOTTO, 2019).

A cobertura também foi construída com os materiais disponíveis e comumente utilizados nas construções tradicionais: uso de bambus para a estrutura da cobertura abobadada e, sobre a lona de plástico de vedação, foi agregada uma esteira de cana e palmeira nipa. Nesse caso, a ventilação da cobertura foi obtida com a incorporação de um frontão treliçado de bambu (CARBONARI E LIBRELOTTO, 2019).

Assim como nos outros abrigos, a vedação vertical externa foi feita com tubos de papel. O isolamento foi feito da mesma maneira utilizada no caso japonês, ou seja, com fita adesiva expansiva impermeável aplicada entre os tubos de papel. Ao todo o abrigo temporário ficou com cerca de 22,40 m², sendo 16,50 m² de área interna e 5,94 m² de varanda externa (CARBONARI E LIBRELOTTO, 2019).

Por fim, no ano de 2014, algumas alterações foram feitas para atender às vítimas do furacão Yolanda nas Filipinas. De acordo com Carbonari e Librelotto (2019), as paredes da habitação foram feitas no sistema construtivo de *Paper Partition System*, como uma forma de acelerar a construção.

Esse sistema, livremente traduzido como partição de papel, utiliza os tubos de papel como se fossem vigas e pilares. Diferentemente do sistema *Paper Log*, a função de vedação não é desempenhada pelos tubos de papel, e sim por painéis que, no caso filipino, eram feitos com uma trama de bambu (CARBONARI E LIBRELOTTO, 2019).

Com base nos abrigos temporários desenvolvidos por Shigeru Ban, Carbonari e Librelotto (2019) construíram, no Brasil, uma réplica da *Paper Log House* utilizada no Japão em 1995. O custo final para o desenvolvimento do protótipo, incluindo os materiais de fundação, piso, vedação, cobertura, janelas e porta, girou em torno de R\$ 4.312,00 (quatro mil trezentos e doze reais), levando as autoras a concluir pela viabilidade econômica de se implantar esse modelo para atender às situações emergenciais brasileiras.

Do ponto de vista estrutural, contudo, as autoras apontaram a necessidade de se reforçar os pontos de apoios dos tubos e de associá-los a outros materiais para compensar a baixa resistência mecânica dos tubos de papel brasileiros (CARBONARI E LIBRELOTTO, 2019). As autoras, contudo, não especificam de que maneira poderia ser feito esse reforço estrutural nem esclarecem qual seria o tempo de vida útil da edificação.

Diante do exposto, pode-se concluir que o sistema construtivo desenvolvido por Shigeru Ban para vítimas de desastres naturais ao redor do mundo apresenta vantagens como a possibilidade de adequação climática e cultural, o controle da exposição do abrigo à radiação solar, a adaptabilidade dos componentes construtivos às variações de temperatura e de ventos, o custo reduzido de implantação, a possibilidade de reaproveitamento dos materiais após a desmontagem do abrigo e a dispensa de mão de obra especializada para a construção (FERES, 2014).

Todavia, não se tem informações sobre a durabilidade nem estudos sobre a adequação dessas edificações emergenciais aos climas brasileiros. Além disso, como se busca uma solução com a capacidade de se transformar em habitação definitiva, não se sabe se o sistema construtivo em tubos de papelão seria aceito pela população nem se resistiria ao uso por anos após sua construção.

4.4.4 Escolha do sistema construtivo: vantagens e desvantagens

A partir do estudo dos sistemas construtivos da ONG TETO, do Residencial Villa Verde e da *Paper Log House*, desenvolveu-se um quadro resumo relacionando comparativamente os sistemas construtivos utilizados em cada uma daquelas soluções de habitações voltadas para vítimas de desastres naturais. Nesse sentido, a Tabela 11 traz comparações relacionadas ao tempo de vida útil, tempo de montagem, equipamentos utilizados e mão de obra necessária. Além disso, relaciona as possibilidades de ampliação dos modelos residenciais e de adequações bioclimáticas.

Tabela 11: Comparativo entre os sistemas construtivos da ONG TETO, do Residencial Villa Verde e da *Paper Log House*.

Modelo	Sistema construtivo	Tempo de vida útil	Tempo de montagem, equipamentos e quantidade de mão de obra	Possibilidade de ampliação e flexibilidade de espaços	Adequação bioclimática
ONG TETO	<i>Wood frame</i>	Aproximadamente 8 anos.	2 dias de obras no canteiro, com 8 a 10 voluntários. São usados pregos e dispensa-se equipamentos de guindaste e mão de obra especializada.	O projeto não prevê ampliações. Não existem divisórias internas e a possibilidade de customização se dá pela escolha da família entre quatro modelos pré-estabelecidos.	Não. O mesmo modelo é aplicado indistintamente.
Residencial Villa Verde	<i>Wood frame</i>	Não estimado.	Não estimado.	O projeto prevê e delimita o sentido e a capacidade de ampliações. Não existe menção à flexibilidade dos espaços.	O modelo foi desenvolvido para um contexto específico. No material bibliográfico consultado não existe menção às possíveis estratégias de adequação bioclimática do edifício.

<i>Paper Log House</i>	Tubos de papel	Não estimado.	6 horas, por até 20 pessoas.	O material bibliográfico consultado não menciona se existe a possibilidade de ampliação nem como funciona a distribuição e flexibilidade dos espaços internos.	Sim. Foi visto que os abrigos sofrem adaptações compatíveis com o clima local, o perfil das famílias e os materiais disponíveis.
------------------------	----------------	---------------	------------------------------	--	--

Fonte: Elaboração própria, 2021.

De acordo com Feres (2014), a escolha dos materiais para a construção de uma habitação temporária para vítimas de desastres naturais precisa levar em consideração a durabilidade do abrigo, ou seja, o decurso de tempo durante o qual as famílias utilizarão essa forma de habitação no período de recuperação pós-desastre.

No caso da presente pesquisa de Iniciação Científica, propôs-se o desenvolvimento de habitações temporárias evolutivas, isto é, que possam funcionar como embrião a ser melhorado e adaptado para se transformar em uma habitação definitiva. Desta forma, fez-se necessário utilizar um material que possibilitasse uma maior durabilidade da habitação.

Com relação ao modelo da *Paper Log House*, embora o abrigo consiga se adaptar às variáveis bioclimáticas e à disponibilidade de materiais locais, não foi possível encontrar informações suficientes a respeito da durabilidade do sistema construtivo e de seu tempo de vida útil. Sendo assim, entendeu-se que este é um modelo que não poderia se adequar para situações de habitação permanente.

As casas da ONG TETO, por sua vez, embora possuam tempo de vida útil estimado em 8 anos, não trazem a possibilidade de adequação bioclimática da edificação nem de futuras ampliações que poderiam ser realizadas pelos moradores. Dessa forma, não atenderiam às diretrizes propostas pela presente pesquisa.

Por outro lado, o Residencial Villa Verde permite futuras ampliações pelos usuários. Embora não tenha se obtido informações a respeito do tempo de vida útil das edificações,

sabe-se que elas foram construídas como habitação permanente para vítimas de desastres no Chile. Também não foi possível conhecer o tempo de montagem, os equipamentos e a mão de obra necessária.

É importante destacar, ainda, que Feres (2014) aponta que outro fator que deve ser levado em consideração na escolha dos materiais para a montagem de habitações em situações emergenciais é o seu peso e tamanho, uma vez que essas características interferem na transportabilidade até o local onde serão construídos os abrigos.

Dessa forma, a escolha do sistema construtivo para o desenvolvimento dos modelos de habitação emergencial para vítimas de desastres naturais deveria levar em consideração a rapidez construtiva, a facilidade da montagem no canteiro de obras, o peso dos elementos, a transportabilidade do material, a flexibilidade – no sentido de permitir evoluções e adaptações pelos usuários –, e a adequação a diferentes contextos climáticos.

Os sistemas construtivos convencionais em concreto e alvenaria de tijolos não poderiam atender a um dos principais requisitos da habitação em situações emergenciais, que é justamente a necessidade de rapidez construtiva. Além disso, são sistemas que demandam muita produção *in loco*, exigindo maior quantidade de mão de obra para o canteiro de obras. Outra desvantagem desses sistemas é o elevado peso da estrutura.

Um sistema estrutural que se encaixa nos requisitos de rapidez construtiva, leveza, possibilidade de produção em larga escala e racionalização da produção é o *light steel frame*. Contudo, é um sistema que não se adapta facilmente a todas as zonas bioclimáticas brasileiras nem a ambientes com alta agressividade ambiental, como é o caso de atmosferas marinhas e industriais⁷³. Sendo assim, inviabilizou-se a adoção do *light steel frame* como possibilidade construtiva.

Já o sistema construtivo em *wood frame* apresenta como vantagens a leveza do material, a rapidez construtiva, a menor geração de resíduos, a possibilidade de se ampliar de maneira simples e rápida, possibilidade de variedade de acabamentos e um bom desempenho estrutural (TECVERDE, 2016; COMO é um empreendimento Tecverde, [entre 2009 e 2021]). Assim, atende às principais diretrizes propostas pelo presente trabalho.

⁷³ A esse respeito, conferir a Diretriz SINAT nº 003 – Revisão 2: Sistemas construtivos estruturados em perfis leves de aço zincado conformados a frio, com fechamentos em chapas delgadas (Sistemas leves tipo “*Light Steel Framing*”), elaborada no âmbito do Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-H).

É interessante destacar, também, que os materiais pré-fabricados permitem a redução de desperdícios durante a produção e a execução, além de permitirem uma maior velocidade e produtividade no canteiro de obras, com menor geração de resíduos e entulhos. Além disso, o trabalho no canteiro de obras quando se utiliza sistemas pré-fabricados permite a redução da quantidade de mão de obra necessária (COMO é um empreendimento Tecverde, [entre 2009 e 2021]).

Por outro lado, como desvantagens do sistema construtivo em *wood frame*, tem-se que, por ser pré-fabricado, requer o transporte dos elementos construtivos até o local da obra, o que pode ser dificultoso nos casos em que o canteiro é de difícil acesso ou muito distante da indústria produtora.

Além disso, a produção de sistemas modulares devido à produção industrial dos elementos, embora possa reduzir custos, pode levar a uma reprodução de modelos padronizados que não se adequem a diferentes necessidades. Dessa forma, é necessário se atentar a elementos que permitam uma melhor adaptabilidade da habitação às demandas das diferentes famílias.

Tendo em vista as necessidades da presente pesquisa de Iniciação Científica, optou-se por adotar o sistema construtivo em *wood frame*. A partir dessa escolha, buscou-se um material com certificação pelo Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-H). Com base na avaliação dos sistemas certificados pelo PBQP-H, optou-se pelo sistema tipo *light wood frame* da empresa Tecverde⁷⁴ principalmente por ele ter sido avaliado para as 8 zonas bioclimáticas brasileiras, alinhando-se com os objetivos desta pesquisa.

Além disso, o sistema construtivo da Tecverde utiliza madeira proveniente de florestas plantadas e certificadas, se adequa às construções de habitação de interesse social e permite a compatibilização com outros sistemas construtivos tradicionais, o que permite que as ampliações previstas para a habitação temporária embrionária configurem tipologias mistas (TECVERDE, 2016).

As avaliações técnicas realizadas no âmbito do PBQP-H seguem os parâmetros da ABNT NBR 15575 e da Diretriz SINAT nº 005 Rev. 02 – “Sistemas construtivos estruturados em peças de madeira maciça serrada, com fechamentos em chapas delgadas (Sistemas leves tipo *Light*

⁷⁴ A Tecverde é uma empresa nacional, com sede no Estado do Paraná, especializada na produção de estruturas em *wood frame*. O sistema construtivo se dá pela composição de painéis de parede e de piso produzidos industrialmente, que serão explicados a seguir.

Wood Framing)”. Para os produtos da Tecverde, verificou-se que, além do desempenho térmico⁷⁵, eles atendem aos requisitos de desempenho estrutural, estanqueidade à água, desempenho acústico⁷⁶, durabilidade, manutenibilidade e segurança contra incêndio (PBQP-H, 2020).

Trata-se do Documento de Avaliação Técnica (DATec) nº 020-D⁷⁷, concedido ao produto da Tecverde em maio de 2020 e com validade até abril de 2022, portanto em vigência no momento de realização desta pesquisa (PBQP-H, 2020).

Para habitações unifamiliares, a avaliação técnica dos elementos construtivos da Tecverde foi realizada para unidades térreas ou assobradadas (PBQP-H, 2020), o que serviu como parâmetro para a proposição dos modelos habitacionais teóricos da presente pesquisa.

Por se tratar de construção em madeira, o DATec nº 020-D delinea os tratamentos que devem ser conferidos ao produto e faz recomendações de detalhamento de projeto como a previsão de beirais em todo o perímetro da edificação com no mínimo 60 cm, uso de pingadeiras nos peitoris das janelas, adoção de mantas de impermeabilização, de tratamento com fungicidas, dentre outras (PBQP-H, 2020).

Os painéis de parede e de entrepiso são produzidos industrialmente e o sistema construtivo atualmente adotado pela Tecverde é o de Painéis Fechados, em que os painéis são totalmente montados na indústria, inclusive com as instalações elétricas e hidráulicas (TECVERDE, 2016). Esses painéis são transportados para o local da obra em caminhões equipados com guindastes, somente sendo realizados no canteiro os arremates de pintura. Como se trata de elementos construtivos em madeira, os painéis devem ficar protegidos contra a umidade e intempéries durante o processo de montagem (PBQP-H, 2020).

No canteiro de obras devem ser executados os elementos de fundação, a locação e montagem das paredes, dos entrepisos, do sistema de cobertura e a fixação das portas. Além disso, os arremates e acabamentos internos e externos como impermeabilização de pisos e

⁷⁵ Com relação ao desempenho térmico, é importante destacar que a avaliação do Sistema Tecverde apresentou resultado favorável em todas as zonas bioclimáticas brasileiras para o período do verão. Contudo, com relação ao período de inverno, algumas incompatibilidades foram apresentadas para as zonas 4 e 5, conforme se aprofundará adiante.

⁷⁶ Refere-se aos resultados obtidos nos ensaios de desempenho acústico em laboratório.

⁷⁷ Para os fins da avaliação técnica do produto “Sistema estruturado em peças leves de madeira maciça serrada – Tecverde (tipo *light wood framing*)”, “considerou-se como elementos inovadores as paredes externas, paredes internas e entrepisos formados por quadros estruturais em peças de madeira serradas autoclavadas” (PBQP-H, 2020, p. 1).

paredes, aplicação de revestimentos cerâmicos e de pintura das paredes também são feitos *in loco* (PBQP-H, 2020; TECVERDE, 2016).

Com relação ao desempenho térmico dos elementos construtivos da Tecverde, algumas considerações precisam ser feitas. Embora o sistema tenha sido avaliado favoravelmente para a maioria das zonas bioclimáticas em condições de inverno e de verão, foi identificado que em alguns cenários ele não atende aos parâmetros mínimos exigidos para as zonas bioclimáticas 4 e 5, sobretudo no período de inverno.

A avaliação do desempenho térmico foi feita para duas tipologias de forro horizontal do sistema de cobertura, uma utilizando régulas de PVC e outra utilizando chapas de gesso para *drywall*⁷⁸. Nos dois casos não se atendeu ao desempenho de inverno para as zonas bioclimáticas 4 e 5⁷⁹.

No que diz respeito à avaliação térmica para o inverno, a ABNT NBR 15575-1 não especifica valores mínimos de temperatura para as zonas bioclimáticas 6, 7 e 8 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013a). Dessa forma, a avaliação do desempenho térmico no período de inverno é dispensada para essas zonas.

Para o período de inverno foi simulada apenas a condição padrão. As simulações para o período de verão, por sua vez, foram feitas em quatro condições: padrão, com ventilação, com sombreamento e com ventilação e sombreamento. De acordo com o DATec nº 020-D, cada uma dessas condições se caracteriza da seguinte maneira (PBQP-H, 2020, p. 30):

Condição padrão: ambientes com ventilação somente por infiltração através de frestas em janelas e portas e uma renovação do volume de ar do ambiente por hora (1,0Ren/h) e janelas sem sombreamento;

Condição com ventilação: ambientes com ventilação de cinco renovações do volume de ar do ambiente por hora (5,0Ren/h) e janelas sem sombreamento;

Condição com sombreamento: proteção solar que impeça a entrada de radiação solar direta ou reduza em 50% a incidência da radiação solar global no ambiente e ventilação somente por infiltração através de frestas em janelas e portas de uma renovação do volume de ar do ambiente por hora (1,0Ren/h);

Condição com sombreamento e ventilação: proteção solar que impeça a entrada de radiação solar direta ou reduza em 50% a incidência da radiação solar global no

⁷⁸ Sobreposto aos dois tipos de forro – em régulas de PVC e em chapas de gesso – foi aplicada uma manta de lã de vidro com 89 mm de espessura (PBQP-H, 2020).

⁷⁹ É importante destacar que a avaliação técnica pelo PBQP-H levou em consideração as orientações da ABNT NBR 15575. Por outro lado, deve-se considerar que a ABNT NBR 15220-3 traz diretrizes referentes à incorporação de estratégias de condicionamento térmico passivo da edificação, as quais não foram mencionadas no modelo da Tecverde. Conforme as orientações da ABNT NBR 15220-3, a zona bioclimática 4 requer a incorporação das seguintes estratégias de condicionamento térmico passivo da edificação para o inverno: aquecimento solar da edificação e uso de vedações internas pesadas para garantir a inércia térmica. A segunda estratégia é recomendada também para a zona bioclimática 5.

ambiente e ventilação de cinco renovações do volume de ar do ambiente por hora (5,0Ren/h).

A seguir é destacada a tabela elaborada a partir do DATec nº 020-D, com a síntese dos resultados obtidos com as simulações computacionais realizadas pela equipe avaliadora no *software EnergyPlus* (Tabela 12). As informações são referentes às simulações feitas para habitações unifamiliares (casas térreas e sobrados), isoladas ou geminadas (PBQP-H, 2020).

Tabela 12: Síntese das condições para obtenção do nível de desempenho térmico mínimo para as oito zonas bioclimáticas (forro em réguas de PVC e forro em chapas de gesso para *drywall*).

Zonas Bioclimáticas	Cor do acabamento externo das paredes			
	Períodos de verão e de inverno	Período de verão		
		Condição padrão	Com ventilação	Com sombreamento
1	Atende com cor clara ou média	Atende com cor clara ou média	Atende com cor clara ou média	Atende com cor clara ou média ou escura
2	Atende com cor clara ou média	Atende com cor clara ou média	Atende com cor clara ou média	Atende com cor clara ou média ou escura
3	Atende com cor clara ou média	Atende com cor clara	Atende com cor clara ou média	Atende com cor clara ou média
4	não atende	não atende	Atende com cor clara	Atende com cor clara
5	não atende	não atende	Atende com cor clara	Atende com cor clara
6*	Atende com cor clara ou média ou escura	Atende com cor clara ou média ou escura	Atende com cor clara ou média ou escura	Atende com cor clara ou média ou escura
7*	Atende com cor clara ou média ou escura	Atende com cor clara ou média ou escura	Atende com cor clara ou média ou escura	Atende com cor clara ou média ou escura
8*	Atende com cor clara ou média ou escura	Atende com cor clara ou média	Atende com cor clara ou média ou escura	Atende com cor clara ou média ou escura

* As zonas bioclimáticas 6, 7 e 8 não necessitam avaliação para o período de inverno conforme ABNT NBR 15575-1.

Fonte: PBQP-H, 2020, p. 30-31.

A Tabela 12 refere-se às simulações realizadas para ambas as tipologias de forro horizontal do sistema de cobertura, uma vez que o resultado obtido para as oito zonas bioclimáticas nas quatro condições simuladas foi o mesmo tanto para o forro em réguas de PVC quanto para o forro em chapas de gesso para *drywall*.

Nota-se, contudo, que a avaliação técnica foi realizada levando em consideração apenas a absorvância à radiação solar das superfícies externas das paredes⁸⁰. Dessa maneira, para os fins da presente pesquisa de Iniciação Científica, a observação sobre os requisitos de desempenho térmico deverá ser complementada com a implementação das aberturas com áreas de ventilação compatíveis com as normas de desempenho e das estratégias bioclimáticas para o condicionamento passivo das habitações.

Por ora, é necessário compreender a configuração do produto da Tecverde para que se possa desenvolver os modelos habitacionais com base nos painéis de piso e de parede fabricados pela empresa, formados por quadros estruturais em madeira serrada autoclavada (PBQP-H, 2020). Para os fins da presente pesquisa, observou-se principalmente a composição dos quadros estruturais, espessura total dos painéis, espaçamentos máximos entre os montantes e tratamento das juntas.

As paredes externas ou de fachada, de acordo com o PBQP-H (2020, p. 2) são:

compostas por quadros estruturais conformados por peças de madeira serrada de 38mm x 140mm e chapas de OSB com 9,5mm de espessura nas duas faces. O acabamento externo é em placa cimentícia de 8mm, argamassa cimentícia “*base coat*” com 5mm e textura acrílica com 3mm de espessura. O acabamento interno possui duas camadas de chapas de gesso para *drywall* de 12,5mm de espessura, totalizando aproximadamente 200mm.

Tanto as paredes externas quanto as paredes internas exercem as funções estrutural e de vedação. Os quadros estruturais de madeira são formados por peças horizontais (soleiras

⁸⁰ Isso ocorre porque o DATec nº 020-D restringe-se aos elementos considerados como inovadores, que são as paredes externas, internas e entrepisos formados por quadros estruturais em peças de madeira serradas autoclavadas. Com relação à superfície externa das paredes, as simulações consideraram variações da absorvância à radiação solar (α), considerando que para cores claras $\alpha = 0,3$, para cores médias $\alpha = 0,5$ e para cores escuras $\alpha = 0,7$.

ou travessas) e verticais (montantes). O espaçamento máximo entre os montantes deve ser de até 600 mm, a ser determinado de acordo com os cálculos estruturais. As chapas de OSB colocadas em cada face do quadro estrutural exercem o papel de contraventamento das paredes e recebem tratamento inseticida (PBQP-H, 2020).

É importante destacar, ainda, que o acabamento em placa cimentícia na face externa das paredes permite uma liberdade do usuário na escolha de materiais de revestimento, como por exemplo pintura, grafiato, cerâmica, porcelanato, pastilha e pedra (TECVERDE, 2016). Dessa forma, mostra-se como uma vantagem na utilização desse sistema construtivo para o caso da presente pesquisa de Iniciação Científica, uma vez que permite a adaptabilidade da habitação de acordo com o modo de morar de cada família.

Com relação às paredes internas, um dos diferenciais entre os painéis está no acabamento dado à superfície⁸¹, que pode ainda variar dependendo de se tratar de áreas secas ou de áreas molhadas (banheiro) e molháveis (cozinha e lavanderia). Conforme o PBQP-H (2020, p. 2), as paredes internas são:

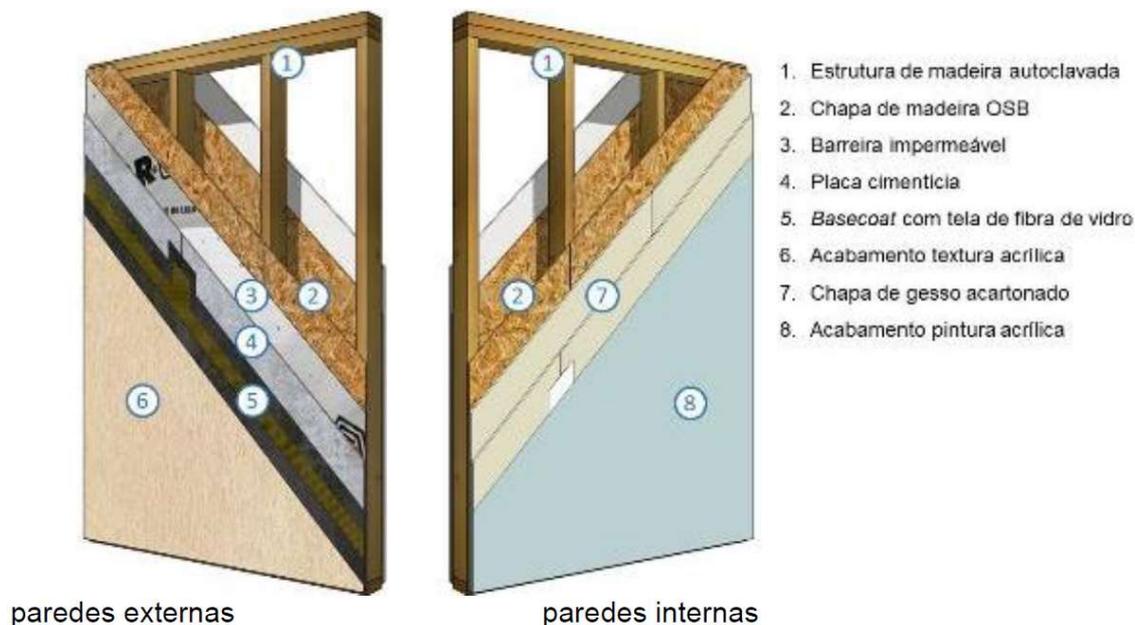
compostas por quadros estruturais conformados por peças de madeira serrada de 38mm x 89mm e chapas de OSB com 9,5mm de espessura nas duas faces. O acabamento interno das áreas secas é em duas camadas de chapas de gesso para *drywall* de 12,5mm de espessura em cada face, totalizando aproximadamente 158mm de espessura. As faces das paredes das áreas molhadas (banheiro) e molháveis (cozinha, lavanderia), recebem chapa de gesso para *drywall* (do tipo RU) de 12,5mm de espessura, revestida com placas cerâmicas assentadas com argamassa colante do tipo ACII.

É importante destacar, ainda, que as juntas entre as extremidades de paredes (cantos vivos) e entre os requadros de aberturas são feitas por meio de cantoneiras metálicas galvanizadas ou em PVC, que são aplicadas sobre as placas cimentícias em todas as extremidades das paredes externas (PBQP-H, 2020).

A composição das paredes externas e internas é representada de forma esquemática no DATec nº 020-D, na figura colacionada na página seguinte (Figura 6):

⁸¹ As paredes externas recebem acabamento em placa cimentícia, ao passo que para as paredes internas são utilizadas chapas de gesso duplo (PBQP-H, 2020).

Figura 6: Ilustração da composição da parede externa e interna – Tecverde.



Fonte: PBQP-H, 2020, p. 4.

De acordo com a Tecverde (2016), a altura dos painéis de parede pode chegar a no máximo 3,20 m devido às dimensões do transporte de carga dos painéis prontos até o canteiro de obras. A empresa recomenda que “A altura otimizada do painel é de 2,55m, o que gera um pé direito próximo de 2,50m (descontando contrapiso e rebaixo de forro)” (TECVERDE, 2016, p. 23). A altura de pé-direito estimada é compatível, portanto, com as recomendações da ABNT NBR 15575-1.

Os entrepisos fabricados pela Tecverde são aplicados entre os pavimentos e transportados para o canteiro de obras já montados. O contrapiso de argamassa para nivelamento e o assentamento do piso são executados *in loco* após a montagem da habitação, e podem ser escolhidos pelo morador (TECVERDE, 2016). Ressalta-se, novamente, a possibilidade de que as habitações sejam adaptadas a diferentes preferências.

Também é importante mencionar que o tratamento dado ao entrepiso será diferenciado a depender se se tratar de um ambiente de área seca ou molhável ou de um ambiente de área molhada. A configuração dos entrepisos é definida pelo PBQP-H (2020, p. 3) da seguinte maneira:

quadro estrutural conformado por barrotes de 45mm x 190mm. A face superior recebe chapa de OSB de 18,3mm de espessura nas áreas secas e molháveis e, nas áreas molhadas (banheiro), recebe chapa de compensado do tipo naval

multilaminada em madeira Pinus com 18mm de espessura, com tratamento fungicida. Sobre estas chapas, recebe contrapiso de base cimentícia com espessura de 40mm e acabamento em revestimento de placas cerâmicas assentadas com argamassa industrializada do tipo ACII. O forro é em camada dupla de chapas de gesso para *drywall* de 12,5mm de espessura.

Os painéis de entrepisos são fixados às travessas superiores dos quadros de parede do pavimento inferior. A espessura total dos painéis de entrepiso varia entre 21 cm, 26 cm e 32 cm, a depender “do vão a ser vencido e da carga que deve ser suportada” (TECVERDE, 2016, p. 24). O espaçamento entre os barrotes deve ser previsto no projeto estrutural e deve permitir a passagem das instalações elétricas e hidráulicas (PBQP-H, 2020).

No caso do pavimento térreo, o piso se configura a partir do elemento de fundação utilizado na habitação avaliada no DATec nº 020-D, realizado em radier de concreto – a espessura do concreto é de 120 mm, ao qual se somam 5 mm de argamassa de assentamento e 10 mm de piso cerâmico. A fixação dos quadros estruturais das paredes ao elemento de fundação – no térreo – e ao entrepiso de madeira – no segundo pavimento –, é feita com cantoneiras metálicas de 40 mm de largura por no mínimo 120 mm de altura (PBQP-H, 2020).

Embora a fundação realizada na habitação avaliada no DATec nº 020-D tenha sido feita em radier de concreto, a Tecverde (2016) permite o uso de outros tipos de fundação para esse sistema construtivo. No caso dos modelos habitacionais propostos na presente pesquisa, a escolha do tipo de fundação dependeria do terreno onde seriam implantadas as moradias em caráter temporário. Na prática, não somente deve ser avaliado o tipo de solo e a topografia do terreno como também se o sítio seria o mesmo para a realização das ampliações e consolidação da moradia definitiva.

Tendo como referência as características naturais do terreno, a Tecverde (2016) procede às suas orientações construtivas sobre o elemento de fundação a partir da diferenciação entre terrenos planos ou pouco acidentados e terrenos acidentados ou com baixa resistência do solo. Para o primeiro caso, a recomendação é pelo uso do radier de concreto sobretudo pelo seu custo e pela possibilidade de funcionar, ao mesmo tempo, como fundação e piso para o pavimento térreo da edificação:

A fundação do Sistema Construtivo Tecverde é executada em sistema radier de concreto [...], sendo simplificada devido ao baixo peso dos componentes, ou seja, como as construções com o Sistema Construtivo Tecverde são consideravelmente mais leves do que uma estrutura convencional, o que alivia a carga a ser suportada pela fundação. No caso de terrenos planos ou pouco acidentados, e dependendo das

características do solo, o radier é a solução de fundação mais viável e rápida para ser executada e possui dupla função, a de fundação e de piso para o pavimento térreo da obra (TECVERDE, 2016, p. 20).

Por outro lado, para os terrenos acidentados ou com baixa resistência do solo, a Tecverde (2016) aponta a possibilidade de adoção de outros tipos de fundação de acordo com os estudos pontuais realizados pelos profissionais qualificados para analisar o solo e a topografia. De acordo com a Tecverde (2016, p. 21):

Para terrenos mais acidentados ou com composição de solo com resistência muito baixa a fundação deve ser definida em função de uma análise de solo e uma planta topográfica fornecida pelo contratante. Conforme as situações encontradas poderão ser utilizadas soluções como estacas, blocos, vigas baldrame, sapatas corridas, etc., desde que a superfície da fundação seja homogênea, lisa e nivelada, de forma a possibilitar a instalação dos painéis de parede da edificação

Outro elemento que deve ser compreendido são as aberturas para esquadrias. De acordo com a Tecverde (2016, p. 23), “As aberturas para portas e janelas exigem vergas de madeira que vençam os vãos onde há ausência de montantes. [...] Em geral aberturas de até 3m de vão são solucionadas com facilidade”. Os vãos de portas e janelas são cortados em fábrica e as janelas são também fixadas, chegando no canteiro já instaladas nos painéis de parede (PBQP-H, 2020; TECVERDE, 2016).

Com relação às instalações hidráulicas, sanitárias, elétricas e de gás, o DATec nº 020-D esclarece que elas podem ser fixadas à estrutura interna da parede as instalações elétricas e de telefonia e as instalações de distribuição de água e abastecimento. Por outro lado, devem ser previstos *shatfs* externos às paredes para a passagem das tubulações de esgoto, abastecimento de água fria e de gás combustível (PBQP-H, 2020). Conforme destacado anteriormente, os painéis de parede e de entrepiso chegam ao canteiro de obras prontos, incluindo as instalações elétricas e hidráulicas (TECVERDE, 2016).

O sistema de cobertura pode ser industrializado ou realizado no canteiro de obras. Conforme dados da Tecverde (2016, p. 25), “A estrutura da cobertura da construção pode ser realizada com painéis, treliças industrializadas de madeira ou da forma convencional, permitindo assim a utilização de qualquer tipo de telha ou telhado (contido, cobertura verde, tipo platibanda ou aparente)”.

No caso da habitação unifamiliar simulada no DATec nº 020-D, o sistema de cobertura foi estruturado em tesouras de madeira, com beiral de 600 mm, inclinação de 30% e telhas

cerâmicas com espessura de cerca de 20 mm. Além disso, o forro utilizado foi em réguas de PVC com 8 mm de espessura acrescidas de uma manta de lã de vidro com 89 mm de espessura (PBQP-H, 2020).

Por fim, destaca-se quais são os processos de execução industriais e quais são as etapas de montagem em obra do sistema estrutural da Tecverde. Os quadros estruturais dos painéis de piso e de parede são produzidos em fábrica e montados na obra. O transporte dos quadros estruturais é feito em caminhões equipados com guindastes, de modo que o canteiro de obras deverá prever acessos compatíveis para esse tipo de veículo. Além disso, deverá existir uma estrutura capaz de proteger os painéis contra as intempéries durante o processo de montagem em obra (PBQP-H, 2020; TECVERDE, 2016).

Além da montagem das paredes e do entrepiso, são executados em obra: o elemento de fundação, a montagem das tesouras em madeira da estrutura da cobertura – caso não se opte pelo sistema de cobertura industrializado –, a aplicação do forro e da manta de lã de vidro para isolamento térmico da cobertura, instalação do telhado, fixação das portas, arremates e acabamentos internos e externos, e impermeabilização de pisos e paredes (PBQP-H, 2020; TECVERDE, 2016).

No canteiro de obras, vale indicar que a fixação dos elementos de madeira que compõem o entrepiso, as paredes e a cobertura é feita principalmente com parafusos (PBQP-H, 2020; TECVERDE, 2016). Diante das etapas realizadas *in loco*, a Tecverde afirma que o tempo de montagem em obra é de em média 3 m² por homem a cada hora, sendo executado por uma equipe especializada⁸².

Diante disso, percebe-se que, embora algumas etapas sejam realizadas *in loco*, a industrialização do sistema construtivo permite que a montagem no canteiro seja feita com maior agilidade, maior precisão, maior facilidade e menor desperdício de materiais. Além disso, o uso desse sistema permite a modulação da edificação, promovendo a possibilidade de adaptação a diferentes necessidades e de futuras ampliações fundamentadas na mesma racionalidade construtiva.

Além disso, na hipótese de não ser possível ou desejada a ampliação com o uso do sistema construtivo em *wood frame*, verificou-se que o sistema Tecverde permite a

⁸² A informação disponibilizada no sítio eletrônico da Tecverde é que: “No canteiro de obras, os painéis são içados com dispositivos de segurança pela Equipe de Montagem Tecverde. Nossas equipes são especializadas e possuem uma produtividade média de montagem de 3 m²/homem*hora, ou seja, são até 3 vezes mais rápidas que a alvenaria convencional” (COMO é um empreendimento Tecverde, [entre 2009 e 2021]).

compatibilização com outros sistemas construtivos. Dessa forma, o usuário possui uma maior liberdade para ampliar a moradia de acordo com as suas necessidades e preferências.

Por fim, conforme anteriormente mencionado, o produto da Tecverde passou por simulações pautadas nos requisitos da ABNT NBR 15575, tendo apresentado resultados favoráveis para todas as zonas bioclimáticas no período do verão. No caso do inverno, para as zonas 4 e 5, o sistema construtivo da Tecverde mostrou-se insuficiente para garantir o conforto térmico do usuário.

Contudo, para os fins da presente pesquisa de Iniciação Científica, considerando-se as zonas bioclimáticas categorizadas nos três grupos climáticos propostos, tem-se que o sistema construtivo da Tecverde possui desempenho térmico satisfatório tanto no verão quanto no inverno. As soluções de modelos habitacionais propostas, portanto, seguem as soluções construtivas avaliadas no âmbito do PBQP-H (2020) e sua adequação aos diferentes climas se dá com a implementação das áreas de ventilação e das estratégias bioclimáticas apontadas na ABNT NBR 15220-3 como forma de aumentar o desempenho térmico dos modelos propostos.

4.5 SOLUÇÕES DE HABITAÇÕES ADEQUADAS AO CLIMA

4.5.1 Diretrizes projetuais

Após o desenvolvimento da etapa de revisão bibliográfica, que trouxe as bases para a compreensão da realidade na qual se pretende intervir, passa-se à proposição do modelo de soluções de habitações adequadas aos climas quente e seco, quente e úmido, e frio e úmido. A elaboração do modelo habitacional buscou seguir, além das diretrizes para o desempenho térmico, os requisitos de acessibilidade e funcionalidade dos espaços, nos termos das normas técnicas estudadas. Também foram balizadoras de projeto as recomendações e soluções estudadas sobre abrigos destinados a vítimas de desastres naturais, conforto térmico em habitações de interesse social, modos de morar e direito à moradia adequada.

Cumprir reforçar, primeiramente, que o estudo ora desenvolvido apontou que a concepção de soluções teóricas genéricas não seria capaz de gerar modelos ideais para todas as necessidades das vítimas de desastres naturais, sobretudo no contexto brasileiro, que é marcado por uma ampla variedade de climas, relevos, solos, culturas e povos tradicionais. Cada agrupamento familiar terá uma configuração própria, com demandas próprias e modos de se apropriar do espaço. Da mesma maneira, cada terreno terá suas condicionantes bioclimáticas, sua relação com o entorno, seu código de obras, materiais localmente disponíveis e usualmente utilizados.

O presente trabalho, assim, pretende subsidiar a elaboração de soluções para o atendimento às vítimas de desastres naturais para que as ações de resposta e recuperação possam aplicar o conceito de “reconstruir melhor” e evitar a perpetuação do cenário de vulnerabilidade da população atingida. Conforme destaca a literatura, planejar com antecipação a atuação pós-desastre aumenta a resiliência das comunidades e contribui para otimizar e tornar mais efetiva a reconstrução.

Assim, a proposição de soluções pré-concebidas precisou se adequar para permitir intervenções feitas pelos usuários conforme suas necessidades e anseios, de modo a buscar um equilíbrio entre a necessidade de rapidez no provimento em larga escala de abrigos temporários e a garantia do direito à moradia adequada às vítimas dos desastres naturais.

Nesse sentido, estabeleceu-se a primeira diretriz projetual: que houvesse a possibilidade de expansão da edificação. Isso porque a previsão de uma habitação com capacidade evolutiva tem o potencial de permitir uma maior adequação às diferentes

necessidades familiares, que também mudam com o tempo. Assim, a incorporação de etapas construtivas permite uma melhor capacidade de resposta às transformações que ocorrem durante a vida útil da habitação, aumentando as chances de que a edificação atenda às mutantes necessidades das famílias atendidas (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2005).

A intenção, portanto, é que o módulo embrião possa atender às vítimas de desastres naturais de forma temporária em um primeiro momento, ainda com dimensões reduzidas, mas sem deixar de garantir maior privacidade e conforto térmico às famílias. Nesse primeiro momento, prevaleceria a necessidade de atender a uma demanda por moradia de caráter emergencial, entendido como uma atuação mais célere do poder público. Contudo, o que se pretende é que essa moradia temporária possa sofrer posteriores ampliações, evoluindo para uma habitação ainda mais confortável e adequada às famílias e de forma definitiva.

Uma vez que propósito da presente pesquisa de Iniciação Científica era a proposição de uma habitação temporária adequada a diferentes climas brasileiros, o desenvolvimento do modelo se limitou ao módulo embrião dessa habitação evolutiva⁸³. Dessa forma, o objetivo proposto foi alcançado e se passa à apresentação do produto final deste trabalho.

Além da capacidade evolutiva, outras diretrizes que guiaram o desenvolvimento do projeto do modelo habitacional foram: posicionamento estratégico dos módulos hidráulicos e do módulo de circulação; disponibilidade de espaço para a realização de refeições na cozinha; banheiro com acesso independente do quarto; disposição da cumeeira da cobertura no mesmo sentido das possíveis ampliações; ventilação natural obrigatoriamente no quarto, na sala de estar e na cozinha e desejavelmente no banheiro e na área de serviço; iluminação natural obrigatoriamente no quarto, na sala de estar, na cozinha e na área de serviço e desejavelmente no banheiro; ambientes com dimensões aproximadas para permitir a neutralidade do cômodo; escolha de um sistema construtivo rápido, transportável, durável, adequado a diferentes climas e que possibilitasse maior flexibilidade do usuário em termos de revestimentos e ampliações.

⁸³ Para atender aos objetivos da presente pesquisa de Iniciação Científica, desenvolveu-se a primeira etapa dessa habitação, ou seja, o módulo embrião que serviria à etapa de habitação temporária para as vítimas de desastres naturais. Embora não tenha sido objeto deste trabalho, a previsão e o planejamento prévio das possíveis ampliações são importantes para evitar modificações improvisadas e que não se atentem às diretrizes normativas. Sendo assim, para a futura complementação desta pesquisa de Iniciação Científica, o estudo poderia se voltar ao desenvolvimento da ampliação do módulo embrião para sua transformação em habitação definitiva para as vítimas de desastres naturais.

É importante destacar, ainda, que conforme a Tabela 1 (“Relação entre os 110 municípios filtrados por zona bioclimática”) indicou, era necessário que a habitação atendesse a pelo menos quatro pessoas confortavelmente. Isso porque, ao cruzar os dados de pessoas em risco por domicílios em risco, obteve-se uma média de mais de 3 pessoas por domicílios em risco de desastres naturais para todas as zonas bioclimáticas brasileiras.

Tendo isso em vista, acrescentou-se às diretrizes projetuais a previsão de pelo menos um quarto delimitado por paredes para proporcionar maior privacidade e, conseqüentemente, viabilizar a concretização do direito à moradia adequada. Temporariamente, os outros dois membros da família seriam acomodados na sala de estar com o uso de um sofá-cama. Ademais, o número de assentos na sala de estar e na mesa para tomar refeições precisou atender a quatro pessoas.

Por fim, é importante destacar que, conforme o estudo sobre os “Desastres naturais por região brasileira” (tópico 4.1.3), os desastres naturais têm o potencial de deixar um grande quantitativo de vítimas desabrigadas e desalojadas, motivo pelo qual se optou por estabelecer como diretriz projetual a escolha de um material com possibilidade de produção industrial em larga escala.

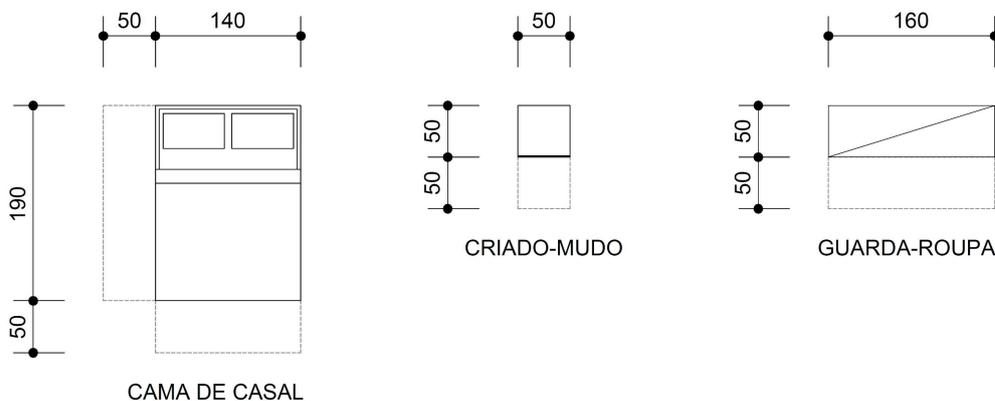
Antes de buscar a adequação do modelo habitacional a um sistema construtivo industrializado, contudo, foi necessário reforçar a atenção aos requisitos normativos para a funcionalidade e acessibilidade da habitação. Esses parâmetros, já introduzidos anteriormente (4.3.1 Parâmetros normativos para habitação de interesse social), são a seguir revistos e especificados para a unidade habitacional desenvolvida nesta pesquisa de Iniciação Científica.

4.5.2 Parâmetros normativos: ABNT NBR 15575 e ABNT NBR 9050

Com relação aos móveis e equipamentos-padrão e às dimensões mínimas de mobiliário e circulação, a ABNT NBR 15575-1 recomenda que para o dormitório principal sejam previstos no mínimo uma cama de casal (140 cm x 190 cm), um guarda-roupa (160 cm x 50 cm) e um criado-mudo (50 cm x 50 cm). A norma sugere, ainda, que a circulação mínima entre o mobiliário e/ou a parede seja de 50 cm. A previsão de um único criado-mudo é permitida quando o segundo não interfira na abertura de portas do guarda-roupa (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013a, p. 67-70).

A Figura 7 representa o mobiliário adotado para o dormitório de acordo com as dimensões e os espaços de circulação previstos pela ABNT NBR 15575-1:

Figura 7: Dimensões mínimas e organização funcional dos móveis e equipamentos-padrão do dormitório com base na ABNT NBR 15575-1.



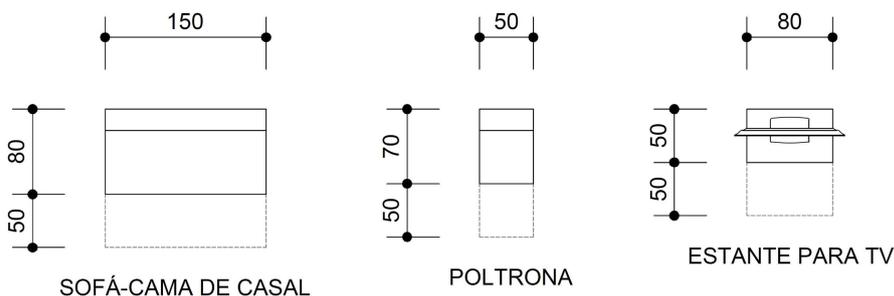
Fonte: Elaboração própria, 2021.

Para o ambiente de estar, o mobiliário mínimo conforme a ABNT NBR 15575-1 é de um sofá de dois (100 cm x 70 cm) ou três lugares (150 cm x 70 cm), uma poltrona (50 cm x 70 cm) e um armário/estante (80 cm x 50 cm). A circulação entre o mobiliário deve ser de 50 cm na frente dos assentos e de 50 cm para a estante/armário para televisão. De acordo com a ABNT NBR 15575-1, “A largura mínima da sala de estar deve ser de 2,40 m” e o “Número mínimo de assentos determinado pela quantidade de habitantes da unidade, considerando o número de leitos” (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013a, p. 68).

Com base na recomendação feita pela ABNT NBR 15575-1 e no tamanho da família média obtida com os dados da pesquisa, o número de assentos na sala de estar foi pensado para acomodar 4 pessoas. Ademais, no contexto da habitação temporária, a sala de estar deve funcionar também como espaço para dormir, portanto a profundidade do sofá foi ampliada para 80 cm para permitir a mudança de uso no ambiente (sofá-cama de casal).

O mobiliário mínimo utilizado para a sala de estar pode ser conferido na página seguinte (Figura 8):

Figura 8: Dimensões mínimas e organização funcional dos móveis e equipamentos-padrão da sala de estar com base na ABNT NBR 15575-1.



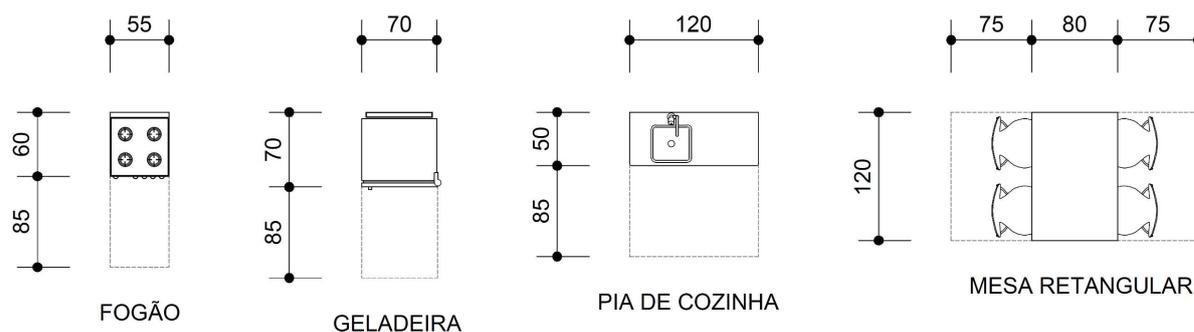
Fonte: Elaboração própria, 2021.

A ABNT NBR 15575-1 trata separadamente do mobiliário referente aos cômodos de cozinhar e de alimentar/tomar refeições. Para o primeiro, recomenda os seguintes equipamentos-padrão: fogão (55 cm x 60 cm), geladeira (70 cm x 70 cm), pia de cozinha (120 cm x 50 cm), armário sobre a pia, gabinete e opcionalmente apoio para refeição para duas pessoas. A circulação mínima em frente à pia, ao fogão e à geladeira é de 85 cm (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013a).

Para o ambiente de alimentar/tomar refeições, a sugestão é de, no mínimo, uma mesa redonda (diâmetro mínimo de 95 cm), quadrada (100 cm x 100 cm) ou retangular (120 cm x 80 cm) e quatro cadeiras. A norma recomenda, ainda, a “Circulação mínima de 0,75 m a partir da borda da mesa (espaço para afastar a cadeira e levantar)”, destacando que “É permitido leiaute com o lado menor da mesa encostado na parede, desde que haja espaço para seu afastamento, quando da utilização (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013a, p. 68).

A Figura 9 traz os móveis e equipamentos-padrão adotados para a cozinha e o ambiente de alimentar/tomar refeições com base nas recomendações da ABNT NBR 15575-1:

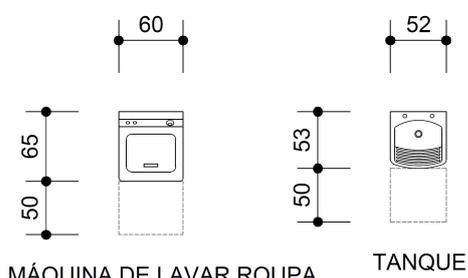
Figura 9: Dimensões mínimas e organização funcional dos móveis e equipamentos-padrão da cozinha e do ambiente de alimentar/tomar refeições com base na ABNT NBR 15575-1.



Fonte: Elaboração própria, 2021.

O ambiente de ambiente de lavar, secar e passar roupas (área de serviço), conforme recomenda a ABNT NBR 15575-1, deve ser equipado com uma máquina de lavar roupa (60 cm x 65 cm) e com um tanque de no mínimo 20 litros (52 cm x 53 cm), que poderá ser externo no caso de unidades habitacionais térreas. A circulação mínima sugerida é de 50 cm em frente ao tanque e à máquina de lavar (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013a). Esses equipamentos podem ser conferidos na Figura 10:

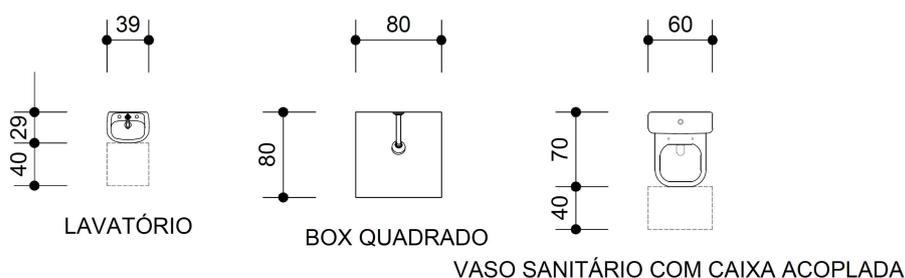
Figura 10: Dimensões mínimas e organização funcional dos móveis e equipamentos-padrão da área de serviço com base na ABNT NBR 15575-1.



Fonte: Elaboração própria, 2021.

Por fim, a ABNT NBR 15575-1 sugere que o banheiro (cômodo para fazer higiene pessoal), receba um lavatório (39 cm x 29 cm) ou um lavatório com bancada (80 cm x 55 cm), um chuveiro/box quadrado (80 cm x 80 cm) ou retangular (70 cm x 90 cm) e um vaso sanitário com caixa acoplada (60 cm x 70 cm) ou com válvula de descarga (60 cm x 60 cm). Também é feita a recomendação de circulação mínima de 40 cm em frente ao lavatório e ao vaso sanitário (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013a). Com base nessas recomendações, a Figura 11 ilustra os equipamentos adotados para o banheiro:

Figura 11: Dimensões mínimas e organização funcional dos móveis e equipamentos-padrão do banheiro com base na ABNT NBR 15575-1.



Fonte: Elaboração própria, 2021.

Para o desenvolvimento do layout do banheiro também foram seguidas as orientações contidas na ABNT NBR 9050, que trata da acessibilidade. De acordo com a ABNT NBR 9050, o sanitário acessível deve garantir a circulação do usuário com giro de 360° (círculo com diâmetro de 150 cm), além das áreas de manobra e de transferência lateral, perpendicular e diagonal para a bacia sanitária⁸⁴. Além disso, a norma indica que “quando a porta instalada for do tipo de eixo vertical, deve abrir para o lado externo do sanitário ou boxe e possuir um puxador horizontal no lado interno do ambiente” (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2020, p. 84).

Ainda com relação às portas, destaca-se que o vão livre para todas as portas do modelo foram fundamentadas na ABNT NBR 9050, que estabelece a medida de no mínimo 80 cm. O módulo embrião também foi desenvolvido com a intenção de atender à norma de acessibilidade no que diz respeito às áreas mínimas para manobra de cadeiras de rodas sem deslocamento, ao tratamento de desníveis de piso com até 0,50 cm e à largura mínima de 90 cm para corredores (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2020).

No que diz respeito aos pisos dos sanitários e boxes acessíveis, a ABNT NBR 9050 estabelece ainda que eles devem ser antiderrapantes, que não devem apresentar desníveis junto à entrada ou soleira e que os ralos e grelhas devem ser dispostos fora das áreas de manobra e de transferência (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2020, p. 87).

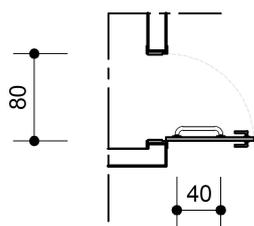
A ABNT NBR 9050 também prevê a instalação de barras de apoio que em banheiros acessíveis para “garantir o uso com segurança e autonomia das pessoas com deficiência ou mobilidade reduzida” (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2020, p. 87). Para o desenvolvimento do modelo habitacional desta pesquisa de Iniciação Científica, foram observadas as suas dimensões mínimas e sua disposição em relação aos equipamentos sanitários, em conformidade com as orientações feitas pela norma de acessibilidade⁸⁵.

A porta do banheiro, quando for do tipo eixo vertical, precisa abrir para o lado externo do cômodo, ter um vão livre de pelo menos 80 cm e conter uma barra de apoio de pelo menos 40 cm de comprimento para atender às orientações da ABNT NBR 9050 (Figura 12).

⁸⁴ A área necessária para garantir a transferência lateral, perpendicular e diagonal é dada em função do módulo de referência (M.R.), ou seja, “a projeção de 0,80 m por 1,20 m no piso, ocupada por uma pessoa utilizando cadeira de rodas motorizadas ou não” (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2020, p. 8).

⁸⁵ As diretrizes da ABNT NBR 9050 podem ser conferidas em ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2020, p. 84-110.

Figura 12: Porta do banheiro do tipo eixo vertical com puxador horizontal de acordo com a ABNT NBR 9050.



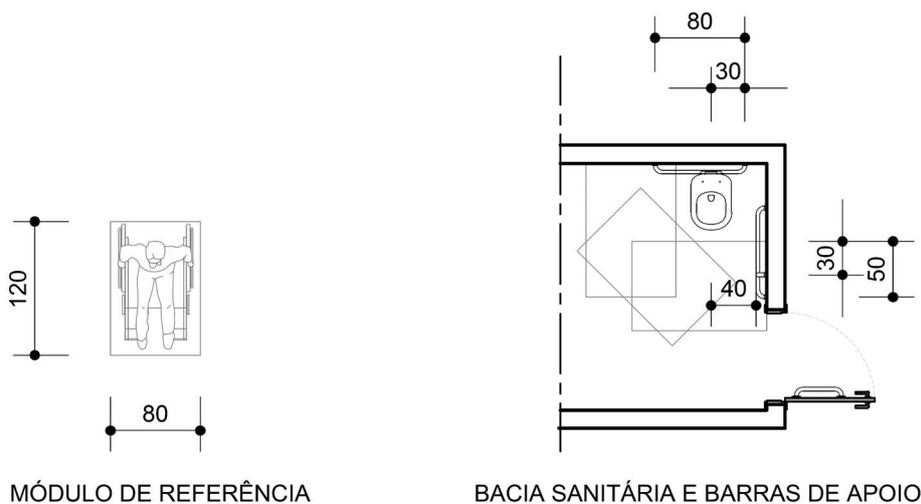
PORTA BANHEIRO

Fonte: Elaboração própria, 2021.

As bacias sanitárias acessíveis, de acordo com a ABNT NBR 9050, “não podem ter abertura frontal e devem estar a uma altura entre 0,43 m e 0,45 m do piso acabado, medidas a partir da borda superior sem o assento. Com o assento, esta altura deve ser de no máximo 0,46 m para as bacias de adulto [...] e 0,36 m para as infantis” (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2020, p. 89). Tendo em vista a necessidade de adequação entre as dimensões do vaso sanitário e das barras de apoio, adotou-se a bacia sanitária com válvula de descarga em substituição à bacia com caixa acoplada com as dimensões mínimas recomendadas pela ABNT NBR 15575-1.

A Figura 13 traz a bacia sanitária com válvula de descarga e as áreas de transferência e barras de apoio posicionadas em conformidade com as orientações da ABNT NBR 9050:

Figura 13: Bacia sanitária com áreas de transferência e barras de apoio de acordo com a ABNT NBR 9050.



MÓDULO DE REFERÊNCIA

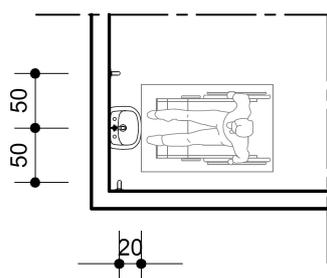
BACIA SANITÁRIA E BARRAS DE APOIO

Fonte: Elaboração própria, 2021.

Os lavatórios acessíveis, por sua vez, devem prever a área de aproximação para uma pessoa em cadeira de rodas, além de permitir o alcance manual da torneira, que deve estar a

no máximo 50 cm da borda frontal do lavatório ao seu eixo (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2020, p. 98). O posicionamento das barras de apoio verticais se guiou pelas distâncias máximas previstas na ABNT NBR 9050 e as dimensões do lavatório, uma vez que não foram previstas pela norma de acessibilidade, seguiram as diretrizes da ABNT NBR 15575-1 (Figura 14):

Figura 14: Lavatório com área de aproximação e barras de apoio de acordo com a ABNT NBR 9050.

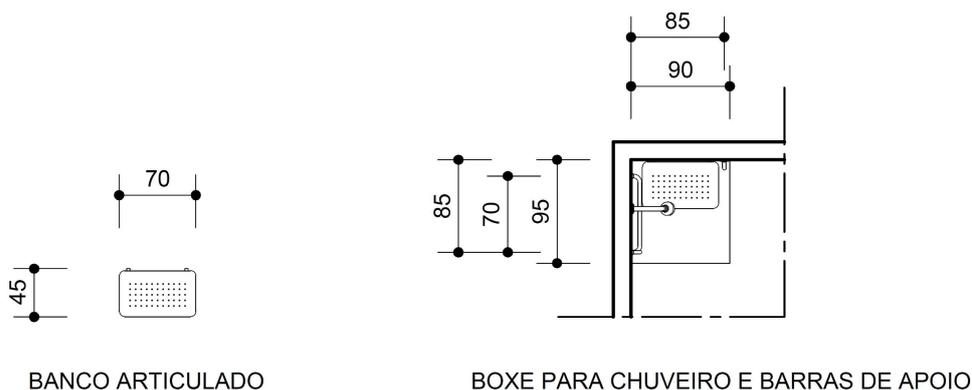


LAVATÓRIO E BARRAS DE APOIO

Fonte: Elaboração própria, 2021.

Por fim, o boxe para chuveiro, conforme a ABNT NBR 9050, deve ter dimensões mínimas de 90 cm x 95 cm, portanto maiores do que os valores da ABNT NBR 15575-1. A norma de acessibilidade recomenda também que se utilize cortina ou porta de correr, desde que não haja trilhos no chão. No caso da presente pesquisa de Iniciação Científica, optou-se pelo uso de cortinas para a economicidade e celeridade do projeto. A ABNT NBR 9050 prevê que o box seja equipado com um banco articulado ou removível (70 cm x 45 cm), além das barras de apoio. A Figura 15 traz a configuração do boxe para chuveiro em conformidade com as regras da ABNT NBR 9050:

Figura 15: Boxe para chuveiro com área de transferência e barras de apoio de acordo com a ABNT NBR 9050.



BANCO ARTICULADO

BOXE PARA CHUVEIRO E BARRAS DE APOIO

Fonte: Elaboração própria, 2021.

4.5.3 Concepção do modelo habitacional

O sistema construtivo adotado, conforme anteriormente destacado, foi do tipo *light wood frame*, com o uso dos quadros estruturais em madeira serrada autoclavada da empresa brasileira Tecverde. É importante frisar que o sistema construtivo da Tecverde foi simulado no âmbito do PBQP-H (2020) e apresentou desempenho térmico satisfatório para as zonas bioclimáticas representativas dos climas delimitados no âmbito desta pesquisa de Iniciação Científica: quente e seco (zona 7), quente e úmido (zona 8), e frio e úmido (zonas 1, 2 e 3).

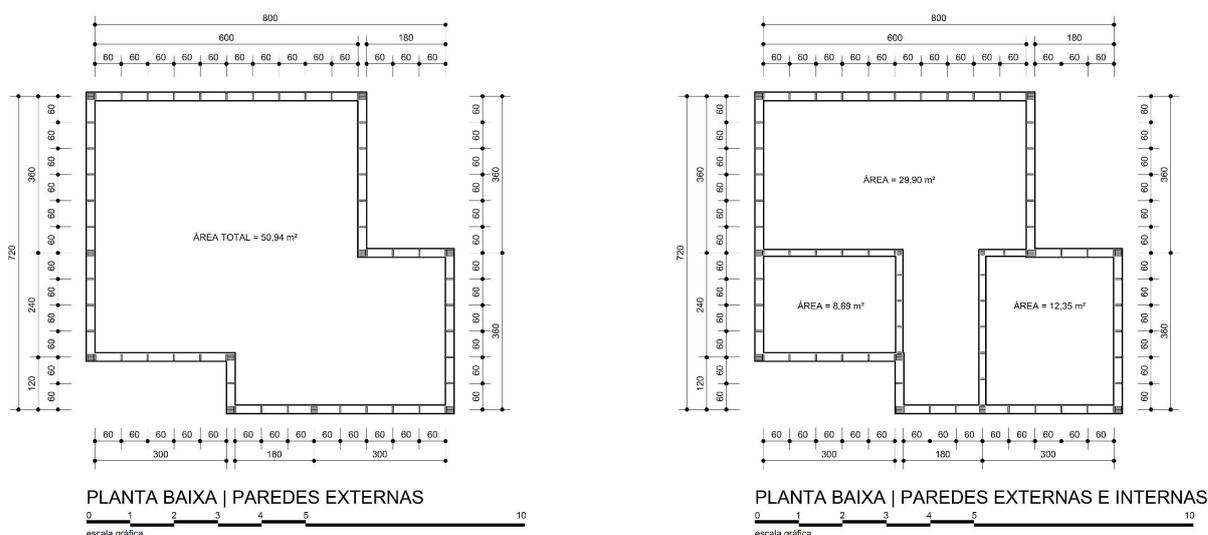
Portanto, buscou-se complementar a escolha do sistema construtivo já simulado – paredes e cobertura – à adoção das estratégias bioclimáticas recomendadas pela ABNT NBR 15220-3 e das diretrizes para a escolha das áreas de ventilação em consonância com as normas ABNT NBR 15220-3 e ABNT NBR 15575-5. Outrossim, às orientações normativas foram agregadas as soluções apontadas nos artigos acadêmicos que embasaram o estudo do conforto térmico em habitações de interesse social.

Para alcançar o objetivo específico estabelecido pela presente pesquisa, foi desenvolvido um módulo embrião referente a uma unidade unifamiliar térrea de implantação isolada a partir da modulação da estrutura a cada 60 cm, valor máximo admitido para o espaçamento entre os montantes que compõem os painéis de parede. Sendo assim, além dos requisitos de mobiliário e circulação mínimos da ABNT NBR 15575-1 e da ABNT NBR 9050, as áreas dos ambientes foram adaptadas para seguir a modulação do sistema construtivo.

Após o desenvolvimento de croquis de estudo que levaram em consideração a setorização funcional dos ambientes, a circulação, a orientação do sentido de ampliação e as demais diretrizes propostas para o projeto, chegou-se à configuração do módulo embrião apresentado na página seguinte (Figura 16). Esse é o módulo mínimo proposto para comportar as funções da habitação em conformidade com as recomendações normativas e para abrigar uma família de quatro membros, tendo sido a estrutura baseada no espaçamento modular entre os montantes dos painéis de parede da Tecverde (a cada 60 cm).

As divisórias criadas com as paredes internas foram feitas para comportar um dormitório com maior privacidade e um banheiro com acesso independente para permitir seu livre acesso por todos os moradores. Os ambientes de estar, de preparo de alimentos e de realização das refeições seriam inicialmente compartilhados, isto é, sem divisórias. Por fim, a área de serviço, conforme permite a ABNT NBR 15575-1, foi disposta externamente.

Figura 16: Delimitação das paredes do módulo mínimo a partir dos painéis da Tecverde.



Fonte: Elaboração própria, 2021.

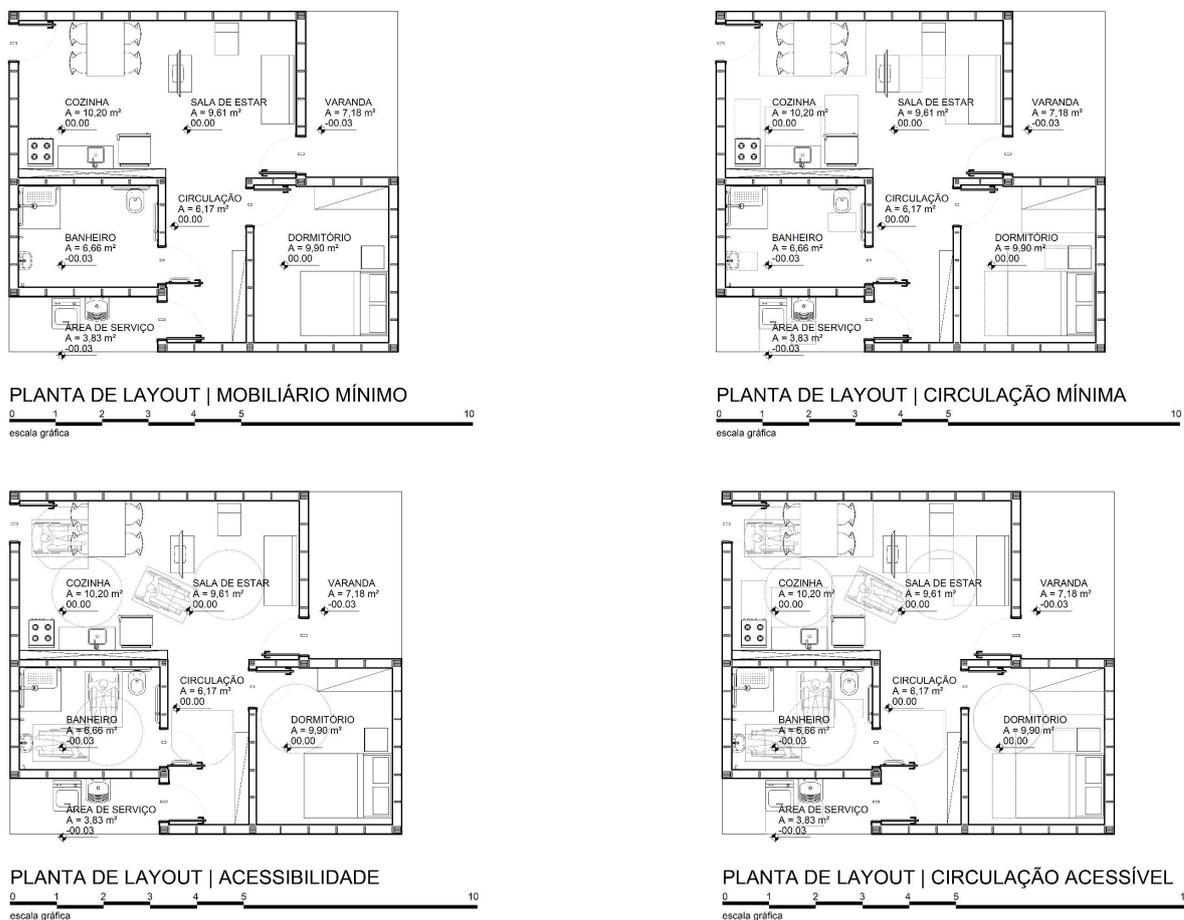
A área interna total do módulo embrião foi finalizada em 50,94 m², valor esse superior às unidades habitacionais de interesse social. No caso da presente pesquisa de Iniciação Científica, a metragem quadrada da edificação se fundamentou nos estudos a respeito dos mobiliários mínimos, dos espaços mínimos de circulação e das exigências para a acessibilidade do espaço e, ainda, da modulação a partir do sistema construtivo escolhido. Ademais, cita-se o exemplo das moradias desenvolvidas no contexto chileno de recuperação após o 27F, que contavam com área inicial de cerca de 50 m² enquanto as unidades habitacionais anteriores ao desastre apresentavam entre 27 e 38 m² (COMERIO, 2014, p. 9-10).

Destaca-se que o ganho inicial de paredes do módulo mínimo permite não só a adequação à modulação do sistema construtivo como também os ganhos em termos de conforto, acessibilidade e funcionalidade da habitação. A qualidade inicial do espaço minimiza, ainda, as chances de que o usuário realize ampliações inadequadas ou busque outro local para residir tendo em vista que aquela habitação não atende às suas necessidades.

Ademais, conforme destacado por Mendonça e Villa (2018), o atendimento às dimensões mínimas previstas em norma nem sempre garante a adequação e apropriação do espaço pelo usuário. Assim sendo, o aumento da metragem quadrada inicial desta habitação temporária apresenta vantagens que subsidiam o princípio de “reconstruir melhor”, a redução das vulnerabilidades e a garantia do direito à moradia adequada. A Figura 17 traz a proposta de layout desenvolvida de acordo com os mobiliários e equipamentos-padrão, os espaços de

circulação acessíveis e as barras de apoio no sanitário em conformidade com as normas ABNT NBR 15575 e ABNT NBR 9050⁸⁶:

Figura 17: Layout desenvolvido para o modelo de habitação embrionária.



Fonte: Elaboração própria, 2021.

Cumprе ressaltar que não foram especificados materiais para revestimento e acabamento de piso, parede e teto, uma vez que o sistema da Tecverde admite o uso de uma ampla variedade de materiais (TECVERDE, 2016) e, sobretudo, porque a escolha dos revestimentos é uma das principais formas de os usuários atribuírem sua identidade aos espaços, permitindo a adaptabilidade da habitação, a construção da territorialidade e o desenvolvimento do sentimento de pertencimento (MIRON, MONTEIRO E SILVA, 2019). Essa, inclusive, foi uma das motivações para a escolha desse sistema construtivo.

⁸⁶ Trata-se de um estudo preliminar referente ao mobiliário, aos equipamentos, à circulação e às áreas para manobra para o deslocamento de pessoas em cadeira de rodas. A disposição das janelas, da projeção de cobertura e demais informações serão apresentadas caso a caso, isto é, adequadas para cada grupo climático.

Por outro lado, para o desenvolvimento do modelo, considerou-se a espessura total das paredes externas de 20,00 cm e das paredes internas variando entre 15,80 cm para área seca e 16,30 cm para área molhada e molhável (PBQP-H, 2020). No caso do piso, também se adotou as medidas constantes no DATec nº 020-D, com um total de 13,50 cm de espessura (PBQP-H, 2020). Na cozinha, foi ainda previsto um *shaft* externo à parede pré-dimensionado em 20,00 cm para a passagem das tubulações de esgoto, abastecimento de água fria e de gás combustível, conforme orientação da Tecverde (PBQP-H, 2020; TECVERDE, 2016).

É importante lembrar que o modelo simulado pelo PBQP-H (2020) aproveitava a própria estrutura da fundação de radier em concreto como piso para a unidade habitacional térrea. No caso da presente pesquisa de Iniciação Científica, dada a impossibilidade de se conhecer o tipo de solo e o relevo do terreno onde se interviria⁸⁷, optou-se por utilizar a mesma solução pelo fato de ela já ter sido simulada. Outrossim, é importante destacar que o sistema construtivo da Tecverde admite outras tipologias de fundação (TECVERDE, 2016).

Com o uso do radier em concreto, para o piso do modelo habitacional ora proposto, considerou-se a mesma espessura adotada na habitação certificada pelo PBQP-H (2020): concreto de 12,00 cm somado a 0,50 cm de argamassa de assentamento e a 1,00 cm de piso cerâmico. Já para o forro, a exemplo do modelo simulado pela Tecverde no PBQP-H (2020), utilizou-se um modelo em régua de PVC, com espessura de 0,8 cm acrescido de uma manta de lã de vidro com 8,90 cm de espessura⁸⁸.

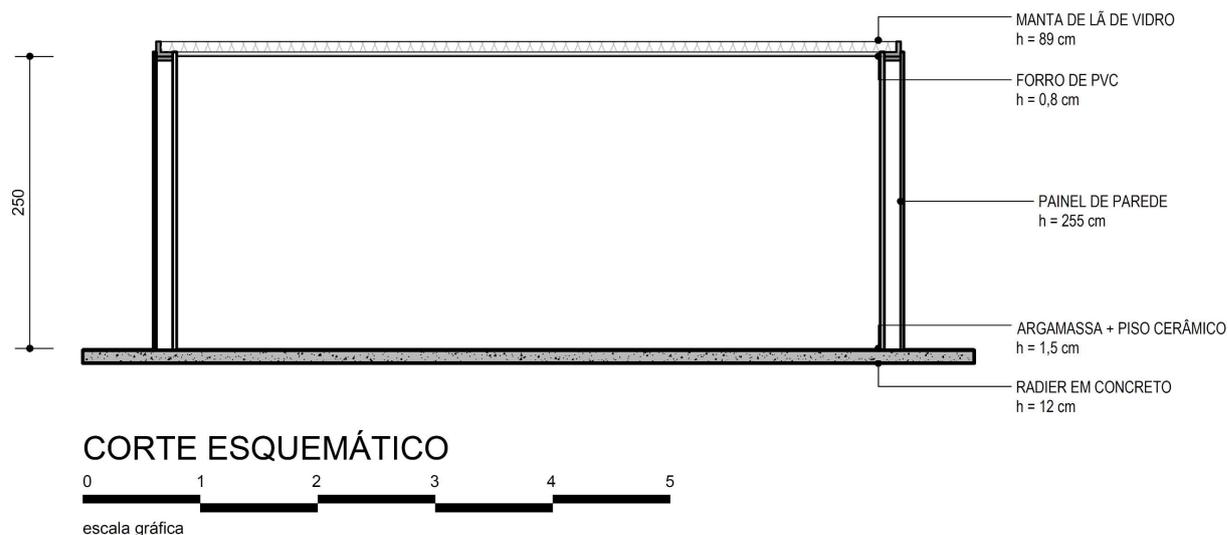
No que diz respeito à altura de pé-direito, conforme dados da Tecverde (2016, p. 23), observou-se que “A altura otimizada do painel é de 2,55m, o que gera um pé direito próximo de 2,50m (descontando contrapiso e rebaixo de forro)”, portanto em conformidade com a norma técnica⁸⁹. Somando o piso acabado (1,50 cm) e a espessura do forro (0,80 cm), tem-se que o uso do painel de parede com altura otimizada permite a obtenção de um pé-direito livre de 250 cm, conforme ilustra a Figura 18:

⁸⁷ O uso de fundação do tipo radier poderia ser interessante, ainda, caso o terreno de implantação da habitação temporária fosse se manter o mesmo para as ampliações do módulo embrião e concretização da etapa da habitação definitiva.

⁸⁸ Foi verificado pelo PBQP-H (2020) que essa tipologia de forro apresentou desempenho térmico favorável para zonas bioclimáticas representantes dos climas quente e seco (zona 7), quente e úmido (zona 8), e frio e úmido (zonas 1, 2 e 3).

⁸⁹ Conforme anteriormente estudado, A ABNT NBR 15575-1 estabelece os requisitos de altura mínima de pé-direito, que deve ter no mínimo 2,50 m, mas em instalações sanitárias “é permitido que o pé-direito seja reduzido ao mínimo de 2,30 m” (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013a, p. 35).

Figura 18: Esquema representativo do pé-direito livre (corte esquemático).



Fonte: Elaboração própria, 2021.

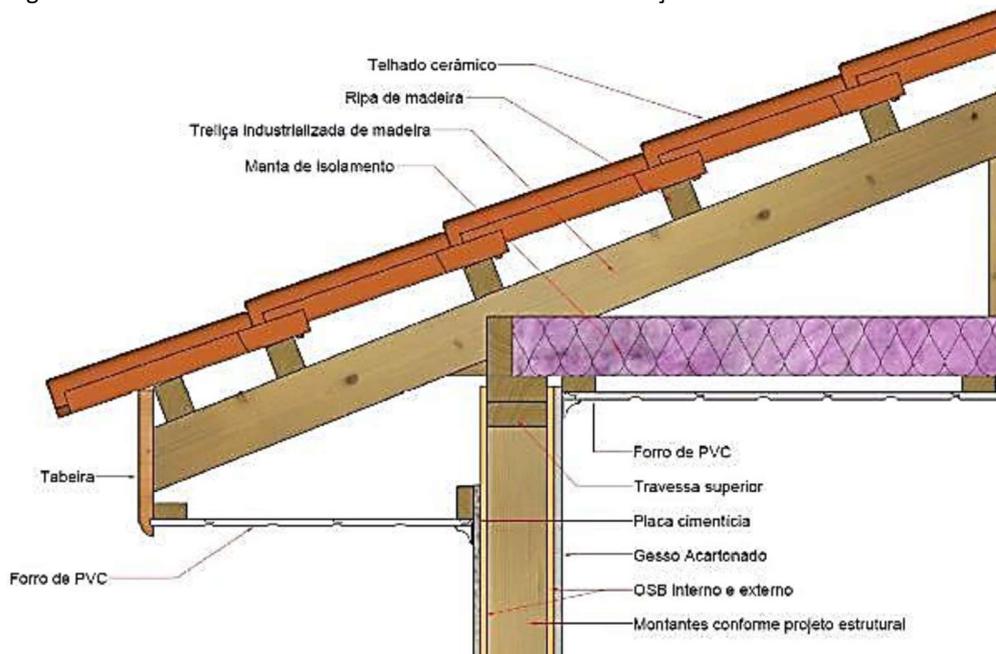
O sistema de cobertura foi adotado em observância ao modelo simulado no âmbito do PBQP-H (2020), sobretudo por ele já ter sido simulado e apresentado um desempenho térmico satisfatório para as zonas bioclimáticas representantes das três categorias de clima consideradas nesta pesquisa de Iniciação Científica.

Assim, utilizou-se “cobertura com inclinação de 30%, composta por telhas cerâmicas, com espessura média de 20mm” (PBQP-H, 2020, p. 29), com estruturação em ripas de madeira e com beiral em todo o perímetro da edificação com no mínimo 60 cm para a proteção da estrutura contra a ação da água (PBQP-H, 2020). No caso do clima quente e úmido, contudo, o beiral foi projetado com 80 cm⁹⁰ devido aos altos índices pluviométricos.

Na página seguinte, a Figura 19 traz o corte do sistema de cobertura da habitação unifamiliar simulada no PBQP-H (2020). Além da estrutura da cobertura com telhas cerâmicas apoiadas em ripas de treliça pré-fabricada de madeira, também é possível observar o forro em réguas de PVC, da manta de isolamento de lã de vidro e o painel de parede externa.

⁹⁰ A projeção do beiral com 80 cm também foi baseada nas medidas e informações constantes no DATec nº 020-D, que traz uma habitação com 80 cm de beiral para a mesma tipologia de cobertura, portanto compatível com o sistema construtivo adotado.

Figura 19: Corte do sistema de cobertura e beiral em habitação unifamiliar.



Fonte: PBQP-H, 2020, p. 22.

Ainda com relação à cobertura, era uma diretriz projetual que a cumeeira fosse disposta no mesmo sentido das possíveis ampliações. Embora não se tenha desenvolvido em planta as ampliações do modelo habitacional, a ideia é que a habitação seja incrementada no sentido Norte-Sul, trazendo a possibilidade de aumentar as áreas da cozinha e da sala de estar, reduzindo as possibilidades de modificação nas paredes hidráulicas e permitindo o acréscimo de novos dormitórios e banheiros. Tendo isso em mente, propôs-se um telhado com duas águas, conforme esquema da planta de cobertura abaixo (Figura 20):

Figura 20: Esquema da planta de cobertura com beiral de 60 cm.



Fonte: Elaboração própria, 2021.

As aberturas para ventilação, por sua vez, variaram a depender do clima. Também foram adequadas para atender às recomendações para cada tipo de clima as estratégias bioclimáticas para o condicionamento térmico passivo das habitações. A seguir são apresentadas as adaptações realizadas para os climas propostos no âmbito desta pesquisa: quente e seco, quente e úmido, e frio e úmido.

4.5.4 Adequação do modelo habitacional aos grupos climáticos

Os painéis de parede e sistema de cobertura adotados para o modelo habitacional foram avaliados para as zonas bioclimáticas representativas dos três grupos climáticos categorizados nesta pesquisa de Iniciação Científica⁹¹. Dessa forma, o modelo habitacional foi adequado aos climas no que diz respeito às aberturas para ventilação e às estratégias bioclimáticas para o condicionamento passivo durante o verão e o inverno.

Também se buscou incorporar soluções apresentadas nos artigos acadêmicos que compuseram a revisão de literatura do presente trabalho ou, ainda, trazer indicações de estratégias que poderiam ser adotadas pelo próprio usuário como forma de atribuir sua identidade à habitação. Da mesma forma, as estratégias de condicionamento artificial das edificações não foram incorporadas no projeto desta pesquisa de Iniciação Científica (aquecimento artificial para o clima quente e úmido e resfriamento artificial para o clima frio e úmido), porquanto dependem das preferências dos moradores.

Com relação à área de abertura para a ventilação, a ABNT NBR 15575-4 destaca que a avaliação se dá pela análise do projeto de arquitetura, a partir do quociente da área efetiva de abertura para ventilação do ambiente de longa permanência⁹² pela sua área de piso (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013b). Neste ponto, destaca-se que foram considerados como ambiente de longa permanência o dormitório, a sala de estar e a cozinha,

⁹¹ Destaca-se que, quanto ao clima frio e úmido (zonas bioclimáticas 1, 2 e 3), embora a ABNT NBR 15220-3 recomende o uso de vedações internas pesadas, o sistema em *light wood frame* da Tecverde, escolhido como vedação vertical interna, foi adotado para todos os climas devido ao seu satisfatório desempenho térmico nas simulações do PBQP-H (2020). O desempenho térmico poderia ser melhorado, ainda, com a incorporação de uma manta de lã com isolamento térmico.

⁹² Conforme anteriormente explicado, a ABNT NBR 15575-4 estabelece que será considerada como área efetiva de abertura para ventilação do ambiente “as aberturas que permitam a livre circulação do ar, devendo ser descontadas as áreas de perfis, vidros e de qualquer outro obstáculo; nesta área não são computadas as áreas de portas internas. No caso de cômodos dotados de portas-balcão ou semelhantes, na fachada da edificação, toda a área aberta resultante do deslocamento da folha móvel da porta é computada” (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013b, p. 28).

em observância à ABNT NBR 15220-3, que abarca mais ambientes do que a ABNT NBR 15575-4 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2003b; ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013b).

Embora as normas não prevejam a obrigatoriedade de ventilação do banheiro, foi prevista a instalação de uma janela com caixilhos de alumínio com tipologia basculante, com 3 folhas, sendo 1 fixa e 2 móveis, com vidro mini boreal incolor de 4 mm, com dimensões de 80 cm x 60 cm e altura de peitoril de 15 cm. Essa tipologia de janela foi adotada para todos os climas, sem distinção de dimensões e de orientação solar.

Para os ambientes de permanência prolongada, identificou-se que a ABNT NBR 15220-3 traz critérios mais rigorosos do que a ABNT NBR 15575-4 no que diz respeito aos valores mínimos de aberturas para ventilação. Sendo assim, a adequação dos modelos habitacionais aos climas se deu com base naquela norma. A ABNT NBR 15220-3 também prevê que para os climas quente e seco e quente e úmido as aberturas devem ser sombreadas, ao passo que para o clima frio e úmido deve-se permitir o sol no inverno (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2003b).

Grigoletti e Linck (2014) e Krebs, Moura e Cunha (2014) indicam que os climas frios das zonas bioclimáticas 2 e 3, respectivamente, não dispensam as estratégias de sombreamento das aberturas. Portanto, todas as janelas escolhidas para todos os climas tiveram venezianas integradas como forma de permitir o controle solar – e de ventilação – pelo usuário de acordo com as condições climáticas em dadas épocas do ano ou períodos do dia (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2005).

Ainda para garantir o sombreamento das aberturas, incorporou-se o uso de beirais na cobertura e a orientação solar adequada das aberturas. Para os climas quentes, a disposição da varanda com orientação no sentido de recuar o quarto da fachada Norte e a recomendação do uso de revestimentos com cores claras nas paredes externas contribuem para evitar o aumento de temperatura provocado pela absorção à radiação solar (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2005; ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013b).

Para a disposição dos cômodos em relação à orientação solar, observou-se as orientações do Ministério das Cidades (2005), segundo o qual os ambientes de menor utilização durante a tarde e a noite – cozinha, banheiro e área de serviço – devem ser dispostos nas fachadas Norte, Noroeste ou Oeste. Já os ambientes de maior permanência nesses períodos – quartos e salas – devem ser voltados para as fachadas Leste, Sul ou Sudeste.

4.5.4.1 Clima quente e seco

No âmbito desta pesquisa de Iniciação Científica, considerou-se a zona bioclimática 7 como referência para a categorização do clima quente e seco. De acordo com a ABNT NBR 15220-3, para essa zona bioclimática, recomenda-se aberturas para ventilação do tipo pequena, devendo ser maiores do que 10% da área do piso e menores do que 15% da área de piso. Além disso, a norma recomenda que as aberturas sejam sombreadas (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2003b).

O dormitório, com área de piso de 9,90 m², demandaria áreas de ventilação superiores a 0,99 m² e inferiores a 1,48 m². No caso da sala de estar, com área de piso de 9,61 m², a área de ventilação deveria ser superior a 0,96 m² e inferior a 1,44 m². Por fim, a área de piso da cozinha de 10,20 m² necessitaria de uma área de ventilação superior a 1,02 m² e inferior a 1,53 m².

Sendo assim, para o clima quente e seco adotou-se em cada um dos cômodos de longa permanência duas janelas veneziana de caixilhos de alumínio com tipologia de correr, com 3 folhas, sendo 1 fixa com veneziana cega, 1 móvel com veneziana ventilada e 1 móvel com vidro liso incolor de 3 mm, com dimensões de 150 cm x 100 cm e altura de peitoril de 110 cm. A área total de ventilação com essas duas esquadrias é de aproximadamente 1,30 m².

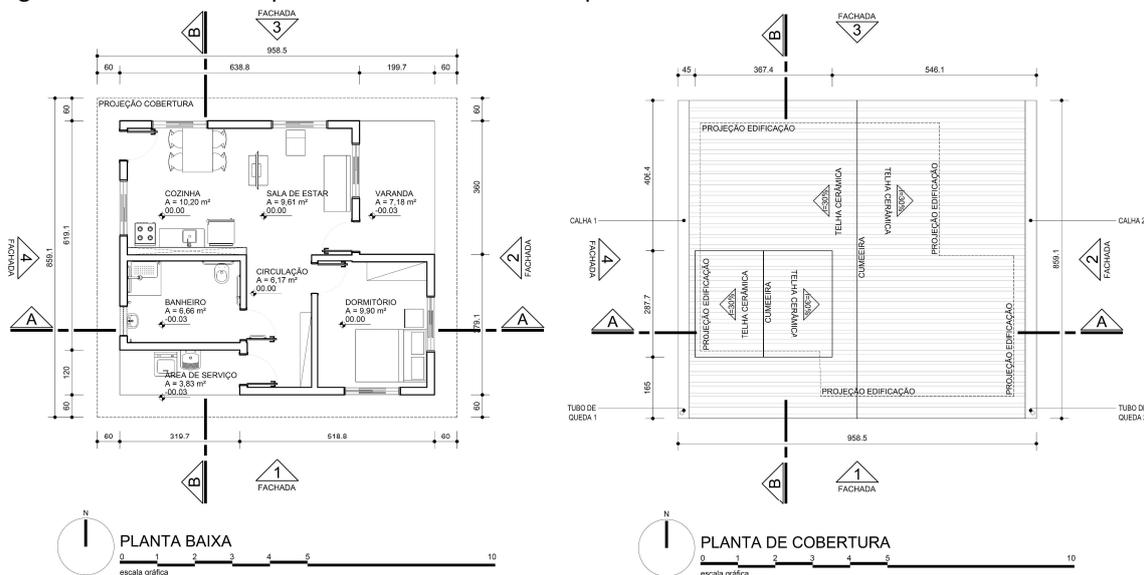
O uso de duas janelas com veneziana acoplada permite ao usuário um maior controle sobre a ventilação e insolação que incidem no interior da edificação, levando em consideração, pois, a necessidade de sombreamento das aberturas e a ventilação seletiva (estratégia de condicionamento passivo no período de verão), ambas recomendadas pela ABNT NBR 15220-3 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2003b).

Além da ventilação seletiva, a ABNT NBR 15220-3 recomenda para a zona bioclimática 7 as estratégias de resfriamento evaporativo e a massa térmica para resfriamento. Segundo estudado por Silva, Barbosa e Batista (2020), a adoção do sistema de laje impermeabilizada com solo nu em clima semiárido, além de aumentar a massa térmica do sistema e retardar a transmissão do calor para o interior dos ambientes, também se mostra interessante para as regiões onde a escassez de água inviabilizaria o uso de cobertura vegetada. Essa é uma sugestão para a incorporação da estratégia de massa térmica para resfriamento em futuros trabalhos, já que esta pesquisa adotou soluções construtivas testadas e certificadas no âmbito do Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-H).

No que diz respeito ao resfriamento evaporativo, o usuário poderia, por exemplo, incorporar espécies trepadeiras nas paredes externas preferencialmente dos cômodos de maior permanência, além do uso de vegetação e de fontes d’água nos ambientes internos (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2005). É importante lembrar que com o aumento da umidade do ar deve se combinar essa estratégia com a ventilação do ambiente para evitar o desconforto por acúmulo de vapor d’água (LAMBERTS, DUTRA E PEREIRA, 2014).

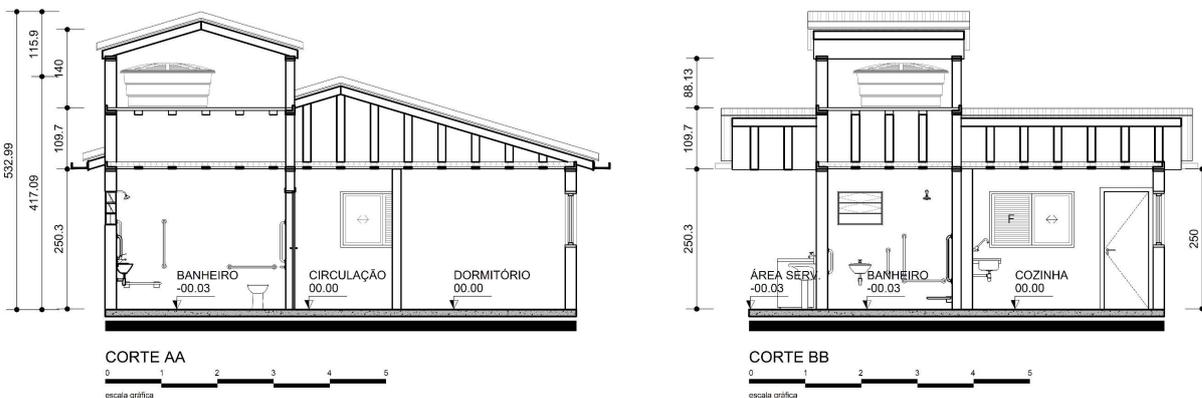
Com relação às soluções arquitetônicas, as Figuras 21 a 23 trazem os desenhos técnicos (planta, corte e fachada) elaborados para a adaptação do modelo habitacional ao clima quente e seco:

Figura 21: Planta baixa e planta de cobertura – clima quente e seco.



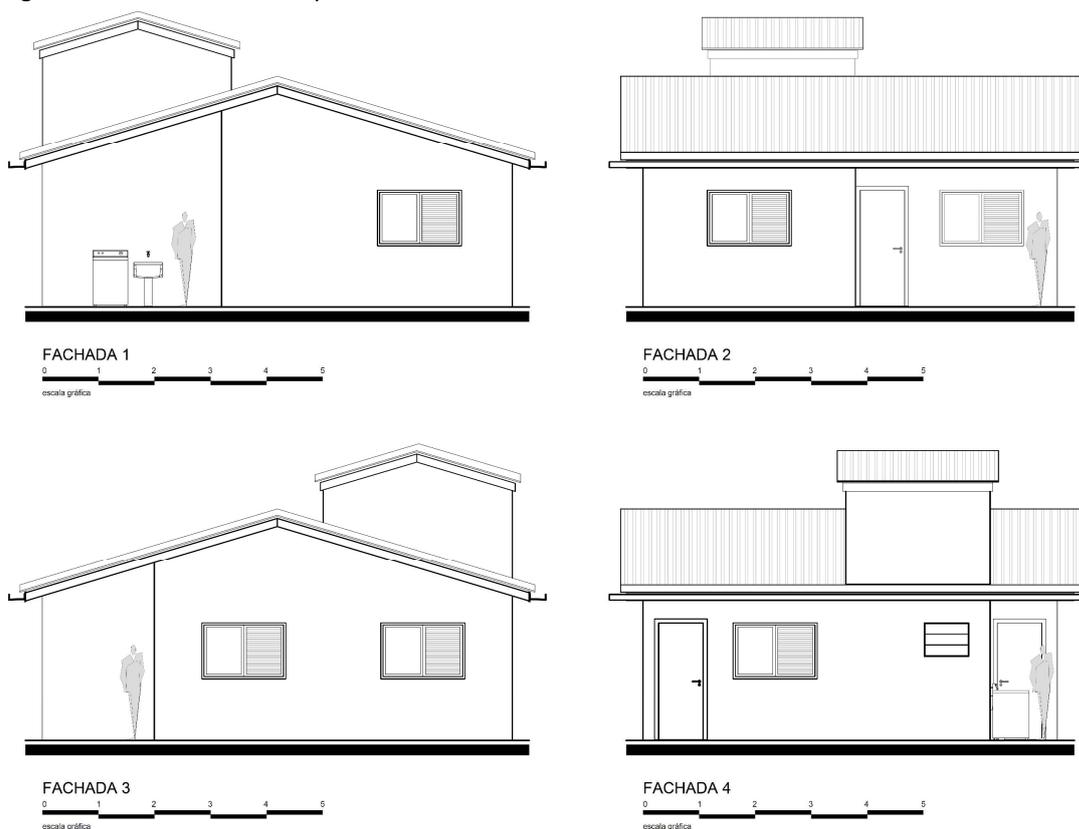
Fonte: Elaboração própria, 2021.

Figura 22: Corte AA e Corte BB – clima quente e seco.



Fonte: Elaboração própria, 2021.

Figura 23: Fachadas – clima quente e seco.



Fonte: Elaboração própria, 2021.

4.5.4.2 Clima quente e úmido

A zona bioclimática 8, no âmbito deste trabalho, foi considerada como representativa do clima quente e úmido. Para esse clima, foram adotadas aberturas grandes para os ambientes de longa permanência, com área de ventilação superior a 40% da área de piso, em conformidade com a ABNT NBR 15220-3. A norma prevê também a necessidade de sombreamento das aberturas (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2003b).

Para o dormitório, com área de piso de 9,90 m², a área de ventilação deveria ser superior a 3,96 m². Na sala de estar, com área de piso de 9,61 m², a área de ventilação deveria ser superior a 3,84 m². Já na cozinha, com área de piso de 10,20 m², a área de ventilação deveria ser superior a 4,08 m².

No caso do clima quente e úmido, mesmo com a adoção de duas janelas com área de ventilação de aproximadamente 1,72 m² cada, não foi possível atingir a área mínima prevista da ABNT NBR 15220-3. A solução proposta foi incorporar nas fachadas da edificação portas com postigo de vidro com abertura para ventilação de aproximadamente 0,78 m², que foram

consideradas no cálculo da área de ventilação em conformidade com a ABNT NBR 15575-4 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013b, p. 28).

Cada cômodo de longa permanência recebeu duas janelas de caixilhos de alumínio com tipologia de abrir associadas com a instalação de venezianas de abrir, com 4 folhas sendo 2 de vidro liso incolor de 3 mm e 2 folhas de veneziana ventilada, com dimensões de 200 cm x 100 cm e altura de peitoril de 110 cm. Já as portas da fachada foram com caixilhos de alumínio, com tipologia de abrir, com 1 folha com postigo de vidro mini boreal incolor de 4 mm e grades, com dimensões de 80 cm x 210 cm.

O uso de duas janelas com veneziana acoplada, assim como no caso do clima quente e seco, permite ao usuário um maior controle sobre a ventilação e insolação que incidem no interior da edificação, levando em consideração, pois, a necessidade de sombreamento das aberturas. A disposição das aberturas em diferentes fachadas otimiza a ventilação cruzada, que consiste na estratégia de condicionamento passivo para o período de verão recomendada pela ABNT NBR 15220-3 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2003b).

A ABNT NBR 15220-3 indica, ainda, que para os períodos mais quentes pode haver a necessidade de utilização de condicionamento artificial para o resfriamento da edificação (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2003b). Assim sendo, pode existir a necessidade de o usuário adotar o uso de ventiladores ou aparelhos de ar-condicionado para melhorar o desempenho térmico da habitação nesses períodos.

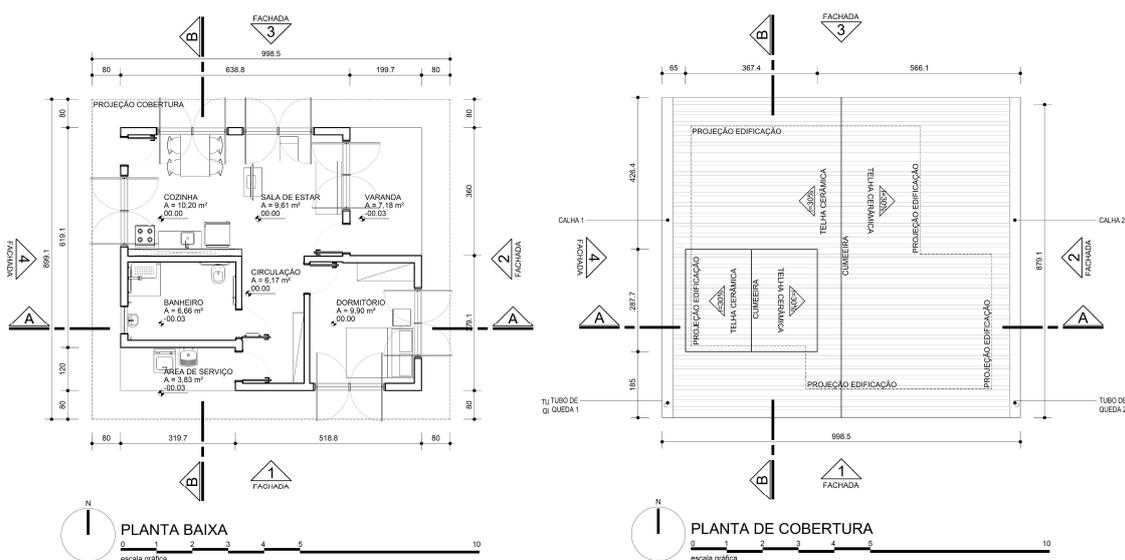
No que tange ao sistema de cobertura, é importante pontuar que embora a habitação simulada no âmbito do PBQP-H (2020) tenha apresentado desempenho térmico satisfatório para a zona bioclimática 8, a ABNT NBR 15220-3 aponta o uso de ático ventilado como uma possibilidade, que poderia ser adotada em pesquisas futuras (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2003b). Nesse sentido, Kuwahara, Carvalho e Silva (2017), ao propor um modelo habitacional para a zona bioclimática 8, incorporaram como estratégia para a otimização da ventilação cruzada o ático com venezianas fixas acima das paredes.

Também em relação ao clima quente e úmido da zona bioclimática 8, Celis, Pereira e Moreira (2020) estudaram estratégias adotadas por Oswaldo Arthur Bratke para a região amazônica, dentre as quais estava o uso de lanternins com elementos vazados em substituição às superfícies envidraçadas comumente utilizadas em aberturas zenitais, de modo a otimizar a iluminação natural do ambiente e melhorar a ventilação por meio do efeito chaminé. Para o sombreamento das aberturas, os autores fizeram menção ao uso de grandes beirais, que

justificaram o aumento dos beirais da habitação da Tecverde simulada no PBQP-H (2020) de 60 cm para 80 cm.

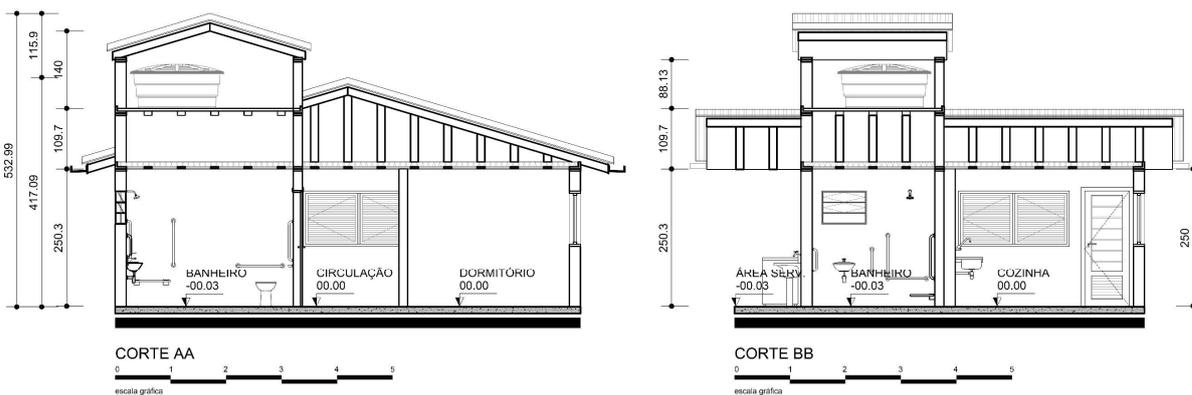
As soluções arquitetônicas para a adequação do modelo habitacional ao clima quente e úmido podem ser conferidas nos desenhos técnicos (planta, corte e fachada) das Figuras 24 a 26:

Figura 24: Planta baixa e planta de cobertura – clima quente e úmido.



Fonte: Elaboração própria, 2021.

Figura 25: Corte AA e Corte BB – clima quente e úmido.



Fonte: Elaboração própria, 2021.

Figura 26: Fachadas – clima quente e úmido.



Fonte: Elaboração própria, 2021.

4.5.4.3 Clima frio e úmido

As zonas bioclimáticas representativas do clima frio e úmido para os fins da presente pesquisa de Iniciação Científica foram a 1, 2 e 3. Essas zonas, de acordo com a ABNT NBR 15220-3 demandam a adoção de aberturas médias para ventilação, isto é, entre 15% e 25% da área de piso (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2003b). Dessa forma, para o dormitório (área de piso igual a $9,90 \text{ m}^2$), a área de ventilação deveria ser superior a $1,48 \text{ m}^2$ e inferior a $2,47 \text{ m}^2$. Na sala de estar, com área de piso de $9,61 \text{ m}^2$, a área de ventilação deveria ser superior a $1,44 \text{ m}^2$ e inferior a $2,40 \text{ m}^2$. Já na cozinha, com área de piso de $10,20 \text{ m}^2$, a área de ventilação deveria ser superior a $1,53 \text{ m}^2$ e inferior a $2,55 \text{ m}^2$.

Embora a ABNT NBR 15220-3 preveja apenas a necessidade de permitir a insolação da habitação no inverno, é necessário que as aberturas permitam o controle do sombreamento pelo usuário nos períodos de verão, evitando ganhos de calor indesejados (LOURENÇO *et al.*, 2020). Dessa forma, assim como para os climas quentes, para o clima frio e úmido a escolha de janelas com venezianas acopladas se mostrou como uma solução que permite o controle do usuário sobre a quantidade de insolação e ventilação que entram na edificação.

Durante o inverno, a ABNT NBR 15220-3 recomenda o aquecimento solar e o uso de vedações internas pesadas. A norma destaca que nos períodos mais frios pode haver a necessidade de uso de estratégias de condicionamento artificial da edificação (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2003b). Como os painéis de parede foram adotados com base no sistema construtivo da Tecverde (PBQP-H, 2020), o usuário poderia optar por potencializar o aquecimento dos ambientes internos com o uso de cores médias ou escuras nas superfícies externas e internas da edificação, por possuírem maiores absortâncias à radiação solar (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013b; ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013c).

Para o aquecimento solar da edificação, conforme estudado por Krebs, Moura e Cunha (2015), o desconforto térmico provocado pelo frio na zona bioclimática 3 era reduzido quando dispunham as maiores aberturas da edificação orientadas para o Norte e quando a área das aberturas era fixada em 15% da área de piso. No mesmo sentido, Lamberts, Dutra e Pereira (2014) indicam que para atender à estratégia bioclimática de aquecimento solar da edificação, as maiores aberturas devem ser orientadas ao sol.

Para o verão, a ABNT NBR 15220-3 recomenda a ventilação cruzada apenas para as zonas bioclimáticas 2 e 3 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2003b), contudo, o Ministério das Cidades (2005) indica a necessidade de ventilação até mesmo para as regiões mais frias para garantir a renovação do ar. Assim, para atender às necessidades de renovar o ar e de manter as temperaturas internas confortáveis, buscou-se a possibilidade de o usuário controlar a ventilação de acordo com as condições climáticas em dadas épocas do ano ou períodos do dia (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2005). A solução, pois, foi a incorporação de janelas com venezianas acopladas (GRIGOLETTI E LINCK, 2014).

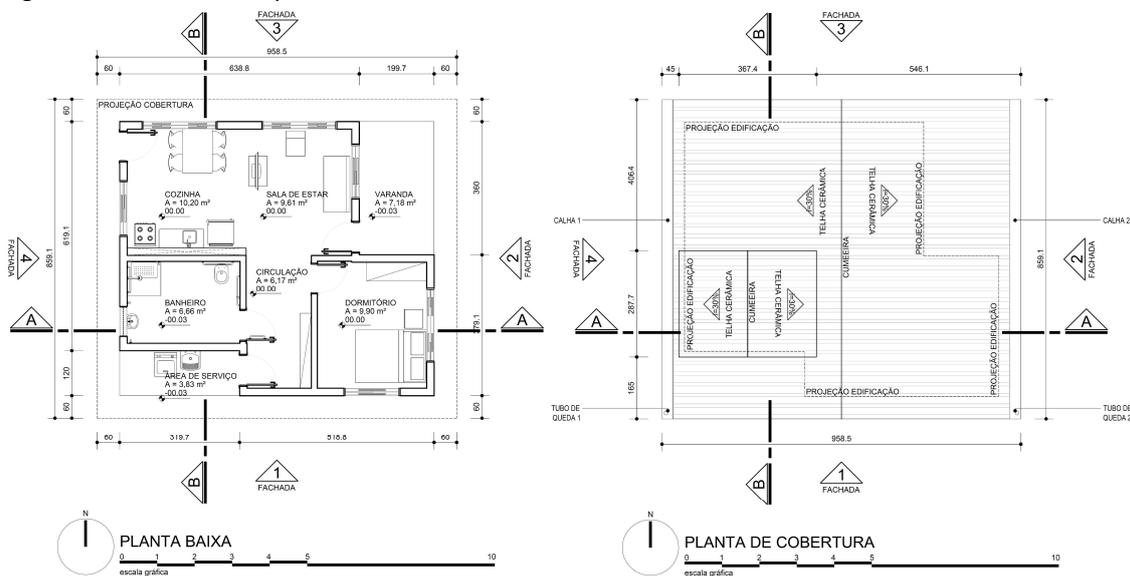
Diante das recomendações normativas e da literatura consultada, a solução para as janelas da habitação adequada ao clima frio e úmido foi utilizar em cada ambiente de longa permanência uma janela igual àquela utilizada no clima quente e seco⁹³ e uma janela veneziana com abertura maior, sendo composta de caixilhos de alumínio com tipologia de correr, com 6 folhas, sendo 2 fixas com veneziana cega, 2 móveis com veneziana ventilada e 2 móveis com vidro liso incolor de 3 mm, com dimensões de 200 cm x 100 cm e altura de

⁹³ Trata-se de uma janela veneziana de caixilhos de alumínio com tipologia de correr, com 3 folhas, sendo 1 fixa com veneziana cega, 1 móvel com veneziana ventilada e 1 móvel com vidro liso incolor de 3 mm, com dimensões de 150 cm x 100 cm e altura de peitoril de 110 cm. Área de ventilação de aproximadamente 0,65 m².

peitoril de 110 cm. A área total de ventilação ficou em aproximadamente 1,53 m². Ademais, a maior abertura (janela de 200 cm x 100 cm) foi disposta onde a incidência solar seria mais alta: no caso da sala de estar e da cozinha com orientação Norte, e no caso do dormitório com orientação Leste.

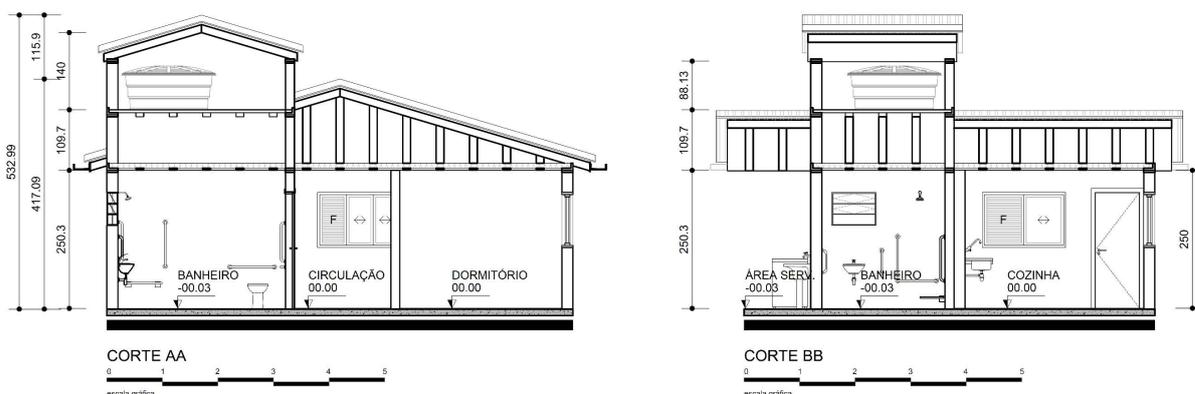
A seguir, as Figuras 27 a 29 trazem os desenhos técnicos (planta, corte e fachada) com as soluções arquitetônicas adotadas para a adequação do modelo habitacional ao clima frio e úmido:

Figura 27: Planta baixa e planta de cobertura – clima frio e úmido.



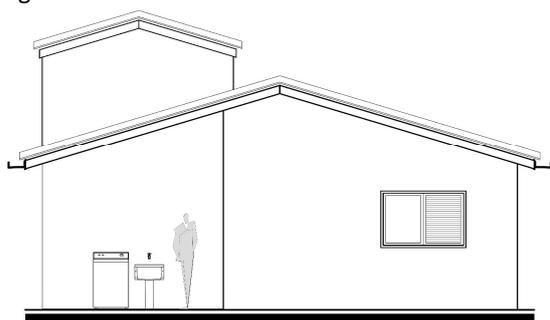
Fonte: Elaboração própria, 2021.

Figura 28: Corte AA e Corte BB – clima frio e úmido.



Fonte: Elaboração própria, 2021.

Figura 29: Fachadas – clima frio e úmido.



FACHADA 1



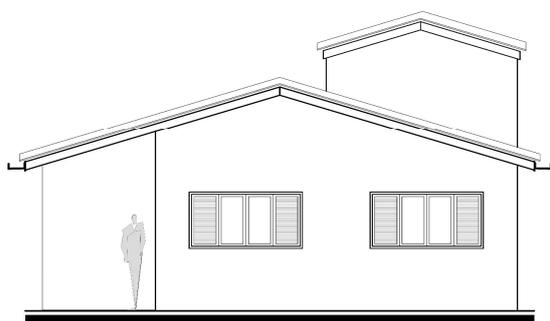
escala gráfica



FACHADA 2



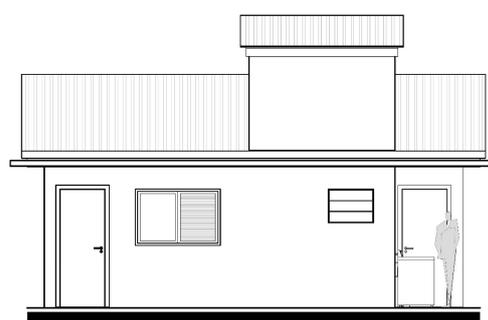
escala gráfica



FACHADA 3



escala gráfica



FACHADA 4



escala gráfica

Fonte: Elaboração própria, 2021.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

No Brasil, os desastres naturais mais recorrentes são aqueles decorrentes do excesso ou da falta de água: movimento de massa, inundações, enxurradas, alagamentos, seca e estiagem. Nas últimas três décadas, esses e outros desastres naturais deixaram milhões de pessoas desabrigadas e desalojadas, sendo certo que a materialização e os efeitos dos desastres naturais geralmente estão relacionados não só com as características climáticas e geomorfológicas, mas também com os processos de urbanização e ocupação do território.

Nota-se, pois, que o conceito de desastre natural não pode se distanciar dos fatores humanos que contribuem para o seu acontecimento. Nesse sentido, a vulnerabilidade socioambiental da população é um importante indicativo de sua suscetibilidade a sofrer as consequências negativas do desastre e de sua capacidade de se recuperar, por conta própria ou não, dos danos causados. Pode-se entender, então, que os desastres naturais são eventos que decorrem da vulnerabilidade socioambiental da população e, ao mesmo tempo, evidenciam as desigualdades socioeconômicas.

Conhecer a distribuição espaço-temporal dos desastres naturais no território brasileiro é uma importante ferramenta para o aperfeiçoamento das ações de prevenção, mitigação e preparação de desastres, além de contribuir para a adoção de medidas de recuperação que serão mais eficazes no sentido de evitar novos desastres. No que concerne à atuação pós-desastre, o presente trabalho, ao propor o estudo e o desenvolvimento de soluções para a garantia da moradia adequada às vítimas de desastres naturais, espera contribuir para melhorar a qualidade de vida dos desabrigados, dar celeridade e efetividade à atuação do governo após o acontecimento do desastre e subsidiar a tomada de decisões no sentido de garantir conforto e dignidade às soluções de habitação para essas famílias.

Embora o ordenamento jurídico brasileiro esteja evoluindo na regulamentação da gestão de risco e desastres, estimulando a adoção de ações voltadas para a prevenção dos desastres naturais e minoração dos seus impactos, e, no âmbito da atuação reativa, prevendo a necessidade de provimento, pelos Municípios, de soluções de moradia temporária às vítimas dos desastres, as políticas habitacionais voltadas para as situações de desastres ainda são incipientes e genéricas. Dessa forma, este trabalho construiu suas diretrizes projetuais com base nas normas técnicas brasileiras de desempenho de edificações habitacionais (ABNT NBR

15575), de desempenho térmico para habitações de interesse social (ABNT NBR 15220) e de acessibilidade a edificações e mobiliários (ABNT NBR 9050).

É importante destacar, nesse sentido, que o direito à moradia, além de integrar a categoria de direitos fundamentais assegurados pela Constituição Federal vigente, deve ser compreendido em sua acepção ampla: o de moradia adequada. Esse é um dos direitos mais afetados pelos desastres naturais, sendo também um elemento desencadeador para a vulnerabilidade aos desastres e para a retomada das atividades cotidianas e recuperação pós-desastre. O direito à moradia adequada, conforme estudado, é fundamental até mesmo para o exercício de outros direitos fundamentais.

Destarte, considerando o direito à moradia adequada, a consulta às normas técnicas atendeu não só aos critérios de desempenho térmico – enfoque principal deste trabalho –, como também às recomendações para a habitabilidade, acessibilidade e adequação cultural. Também se propôs a flexibilidade do modelo habitacional para que ele pudesse se adequar a diferentes modos de morar, permitindo ao usuário a escolha de elementos que conferem personalidade e identidade aos espaços. Verificou-se, ainda, a importância de que essa habitação possua capacidade evolutiva para acompanhar as necessidades de mudanças que surgem ao longo da vida dos moradores.

No contexto dos desastres naturais, o estudo dos elementos que configuram suas principais causas e consequências foi um ponto de partida fundamental para que se sustentasse a redução das vulnerabilidades por meio da garantia do direito à moradia adequada às vítimas de desastres naturais, aplicando o princípio global de “reconstruir melhor” e buscando a resolução do hiato entre as habitações temporárias e as habitações permanentes.

Com efeito, embora a literatura recomende que a duração dos abrigos emergenciais e habitações temporárias deva ser breve, viu-se que no Brasil os acampamentos para desabrigados comumente se alongam por anos. Esse cenário, além de reforçar a condição vulnerável existente antes do desastre, viola direitos fundamentais como o da moradia. Assim, levando em consideração que as soluções de habitação temporária costumam durar longos períodos, e que a inadequada provisão de abrigos temporários muitas vezes prejudica o desenvolvimento de habitações permanentes, entendeu-se que a aglutinação da habitação temporária com a habitação permanente pode ser uma solução interessante para a economia de recursos financeiros, materiais e temporais.

Para tanto, a solução proposta foi no sentido de que a habitação temporária funcione como um módulo embrião no contexto do abrigo temporário, podendo ampliar-se para atender às vítimas de desastres naturais de forma permanente. Isto posto, entre os diferenciais desta pesquisa de Iniciação Científica está a adaptabilidade do modelo habitacional a diferentes contextos bioclimáticos brasileiros, além da preocupação com a habitabilidade, acessibilidade, adequação cultural e capacidade evolutiva da unidade habitacional.

Seu enfoque principal – a adequação bioclimática – ocorreu em observância às recomendações para a área de ventilação e as estratégias de condicionamento passivo para o verão e/ou para o inverno. Para tanto, as zonas bioclimáticas brasileiras foram categorizadas em três grandes grupos: clima quente e seco, clima quente e úmido e clima frio e úmido.

Com a categorização dos climas a partir dos estudos sobre as recomendações construtivas para as diferentes zonas bioclimáticas e sobre a sua aplicação em diferentes estudos sobre habitações de interesse social, foi necessário optar por um tipo de sistema construtivo. Para tanto, foram consultados exemplos de soluções projetuais em contextos de emergência, que guiaram o estudo para a escolha de uma construção em *light wood frame*.

A escolha do sistema construtivo se balizou, ainda, pelos critérios de durabilidade compatível com o tempo de duração da habitação, peso e tamanho dos materiais construtivos, transportabilidade, rapidez construtiva, facilidade da montagem no canteiro de obras, flexibilidade e possibilidade de adequação a diferentes contextos climáticos. Foram utilizados os painéis de parede produzidos pela empresa brasileira Tecverde, certificado no âmbito do Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-H) e com desempenho térmico adequado às três categorias climáticas propostas pela pesquisa.

É importante lembrar que, embora a pesquisa acadêmica seja de relevância ímpar para subsidiar a aplicação de soluções práticas, contribuindo para otimizar e acelerar as ações de recuperação e reconstrução pós-desastres, os modelos teoricamente concebidos não podem, na prática, ser aplicados indistintamente como um modelo ideal. Isso porque, além de ser indispensável o conhecimento das condicionantes bioclimáticas e demais variáveis locais para a garantia do conforto térmico, a participação dos moradores no processo projetual e construtivo é essencial para garantir a habitabilidade e a adequação cultural. Nesse sentido, a intenção do presente estudo foi proporcionar soluções adaptáveis e bases teóricas para a otimização das ações de recuperação a desastres naturais.

Por fim, cumpre reiterar que os processos de urbanização, ocupação de territórios sensíveis, estabelecimento de moradias inseguras, favelização e a assimetria do acesso aos serviços e infraestrutura pública enfatizam as vulnerabilidades e colocam as populações economicamente fragilizadas em espaços da cidade que muitas vezes são naturalmente sujeitos ao risco de desastres. A solução do problema, portanto, vai muito além da resposta habitacional e exige políticas públicas multidisciplinares para o planejamento e ordenamento urbano.

O próprio direito à moradia adequada, conforme estudado, não pode ser garantido apenas com a observância ao espaço físico da habitação, como também com atenção ao direito à cidade e ao acesso a infraestrutura urbana. A presente pesquisa, embora tenha explorado essa temática, não buscou soluções que possibilitassem sua aplicação prática. Sendo assim, são apontados como sugestões para futuros trabalhos sobre esse campo do conhecimento.

No que diz respeito ao desenvolvimento de soluções habitacionais adequadas ao clima, embora tenha se atendido aos objetivos delineados no âmbito desta pesquisa de Iniciação Científica, pode-se dar continuidade ao estudo a partir da delimitação de um local específico para o conhecimento sobre as condições de temperatura, umidade do ar, topografia, índice pluviométrico, velocidade e direção predominante dos ventos, interferência do entorno, dentre outras determinantes para o projeto de arquitetura. Também seria importante proceder à consulta da população local para compreender seus modos de morar, configurações familiares, hábitos e costumes, materiais usualmente utilizados e disponíveis, técnicas construtivas socialmente aceitas e necessidades em geral.

As sugestões futuras, contudo, não retiram a importância desta pesquisa de Iniciação Científica, esperando-se que ela sirva de ponto de partida e de base para os estudos que estão por vir, bem como para a adoção de soluções habitacionais para vítimas de desastres naturais que se adequem às condicionantes bioclimáticas, aos desejos e costumes da população atendida e garantam o usufruto do direito à moradia adequada.

REFERÊNCIAS

- AÇÕES de prevenção. **Ministério do Desenvolvimento Regional**, Governo Federal, 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/protecao-e-defesa-civil/informacoes-uteis/acoes-de-defesa-civil/acoes-de-prevencao>. Acesso em: 30 abr. 2021.
- AÇÕES de recuperação. **Ministério do Desenvolvimento Regional**, Governo Federal, 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/protecao-e-defesa-civil/informacoes-uteis/acoes-de-defesa-civil/acoes-de-recuperacao>. Acesso em: 30 abr. 2021.
- AÇÕES de resposta. **Ministério do Desenvolvimento Regional**, Governo Federal, 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/protecao-e-defesa-civil/informacoes-uteis/acoes-de-defesa-civil/acoes-de-resposta>. Acesso em: 30 abr. 2021.
- ALEJANDRO Aravena of Chile receives the 2016 Pritzker Architecture Prize. **The Pritzker Architecture Prize**, 2016. Disponível em: <https://www.pritzkerprize.com/announcement-alejan-dro-ara-ve-na>. Acesso em: 3 jun. 2021.
- ALMEIDA, Lutiane Queiroz de. **Riscos ambientais e vulnerabilidades nas cidades brasileiras: conceitos, metodologias e aplicações**. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2012. (Coleção PROPG Digital - UNESP). ISBN 9788579832895. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/109207>. Acesso em: 10 jan. 2021.
- ALMEIDA, Lutiane Queiroz de; PASCOALINO, Aline. **Gestão de risco, desenvolvimento e (meio) ambiente no Brasil: um estudo de caso sobre os desastres naturais de Santa Catarina**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 13., 2009, Viçosa. Universidade Federal de Viçosa, 2009. Disponível em http://www.geomorfologia.ufv.br/simposio/simposio/trabalhos/trabalhos_completos/eixo11/061.pdf. Acesso em: 9 jan. 2021.
- ALVES, Henrique Rosmaninho; PINTO, João Batista Moreira. Desastres naturais e direitos humanos: a afetação de direitos humanos provocada pelos danos ambientais oriundos do impacto de fenômenos naturais. **Revista Jurídica (0103-3506)**, [s. l.], v. 2, n. 39, p. 236-259, 2015. Disponível em: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=foh&AN=113224707&lang=pt-br&site=ehost-live>. Acesso em: 8 jan. 2021.
- ANDERS, Gustavo Caminati. **Abrigos temporários de caráter emergencial**. 2007. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/16/16134/tde-19092007-102644/pt-br.php>. Acesso em: 10 fev. 2021.
- ARAVENA, Alejandro *et al.* Proyecto Villa Verde, Constitución, Chile Elemental 2013. **ARQ (Santiago)**, Santiago, n. 84, p. 48-51, 2013. Disponível em: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/arq/n84/art07.pdf>. Acesso em: 3 jun. 2021.

ASSIS, Eleonora Sad de *et al.* Habitação social e eficiência energética: um protótipo para o clima de Belo Horizonte. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA, 2., 2007, Vitória. **Anais** [...]. Vitória: II CBEE, 2007, p. 1-7. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/290436485_HABITACAO_SOCIAL_E_EFICIENCIA_ENERGETICA_UM_PROTOTIPO_PARA_O_CLIMA_DE_BELO_HORIZONTE. Acesso em: 2 abr. 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 9050**: Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos públicos. Rio de Janeiro: ABNT, 2020.

_____. **ABNT NBR 15220-1**: Norma de Desempenho Térmico de Edificações – Parte 1: Definições, símbolos e unidades. Rio de Janeiro, 2003a.

_____. **ABNT NBR 15220-3**: Norma de Desempenho Térmico de Edificações – Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social. Rio de Janeiro, 2003b.

_____. **ABNT NBR 15575-1**: Edificações Habitacionais – Desempenho – Parte 1: Requisitos gerais. Rio de Janeiro, 2013a.

_____. **ABNT NBR 15575-4**: Edificações Habitacionais – Desempenho – Parte 4: Requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas – SVVIE. Rio de Janeiro, 2013b.

_____. **ABNT NBR 15575-4**: Edificações Habitacionais – Desempenho – Parte 5: Requisitos para os sistemas de coberturas. Rio de Janeiro, 2013c.

BARATTO, Romullo. Vídeo: Três anos em Villa Verde, a habitação progressiva do ELEMENTAL. **ArchDaily**, 2016. Disponível em: https://www.archdaily.com.br/br/780628/video-tres-anos-em-villa-verde-a-habitacao-progressiva-do-elemental?ad_source=search&ad_medium=search_result_all. Acesso em 3 jun. 2021.

BERTONE, Pedro; MARINHO, Clarice. Gestão de riscos e resposta a desastres naturais: a visão do planejamento. *In*: CONGRESSO CONSAD DE GESTÃO PÚBLICA, 6., 2013, Brasília. **Anais** [...]. Brasília: [s. n.], 2013. Disponível em: <http://www.sgc.goias.gov.br/upload/arquivos/2013-12/gestao-de-riscos-e-resposta-a-desastres-naturais.pdf>. Acesso em: 7 maio 2020.

BRASIL. [Constituição (1988)]. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, DF: Presidência da República, [2020a]. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicaocompilado.htm. Acesso em: 27 fev. 2021.

_____. **Decreto nº 10.593, de 24 de dezembro de 2020**. Dispõe sobre a organização e o funcionamento do Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil e do Conselho Nacional de Proteção e Defesa Civil e sobre o Plano Nacional de Proteção

e Defesa Civil e o Sistema Nacional de Informações sobre Desastres. Brasília: Presidência da República, 2020b. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2019-2022/2020/decreto/D10593.htm. Acesso em: 14 jan. 2021.

_____. **Direito à moradia adequada.** Brasília: Coordenação Geral de Educação em SDH/PR, Direitos Humanos, Secretaria Nacional de Promoção e Defesa dos Direitos Humanos, 2013a.

_____. **Instrução Normativa nº 01, de 24 de agosto de 2012.** Estabelece procedimentos e critérios para a decretação de situação de emergência ou estado de calamidade pública pelos Municípios, Estados e pelo Distrito Federal, e para o reconhecimento federal das situações de anormalidade decretadas pelos entes federativos e dá outras providências. [S. l.]: Ministério da Integração Nacional, 2012a. Disponível em: https://www.cnm.org.br/cms/images/stories/Links/09062014_Instrucao_normativa_de_01_de_agosto_de_2012.pdf. Acesso em: 18 maio 2021.

_____. **Lei nº 11.124, de 16 de junho de 2005.** Dispõe sobre o Sistema Nacional de Habitação de Interesse Social – SNHIS, cria o Fundo Nacional de Habitação de Interesse Social – FNHIS e institui o Conselho Gestor do FNHIS. Brasília: Presidência da República, 2005. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2004-2006/2005/lei/l11124.htm. Acesso em: 14 jan. 2021.

_____. **Lei nº 12.608, de 10 de abril de 2012.** Institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil - PNPDEC; dispõe sobre o Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil - SINPDEC e o Conselho Nacional de Proteção e Defesa Civil - CONPDEC; autoriza a criação de sistema de informações e monitoramento de desastres; altera as Leis nºs 12.340, de 1º de dezembro de 2010, 10.257, de 10 de julho de 2001, 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.239, de 4 de outubro de 1991, e 9.394, de 20 de dezembro de 1996; e dá outras providências. Brasília: Presidência da República, 2012b. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2011-2014/2012/lei/l12608.htm. Acesso em: 23 abr. 2020.

_____. **Lei nº 14.118, de 13 de janeiro de 2021.** Institui o Programa Casa Verde e Amarela; altera as Leis nos 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.100, de 5 de dezembro de 1990, 8.677, de 13 de julho de 1993, 11.124, de 16 de junho de 2005, 11.977, de 7 de julho de 2009, 12.024, de 27 de agosto de 2009, 13.465, de 11 de julho de 2017, e 6.766, de 19 de dezembro de 1979; e revoga a Lei nº 13.439, de 27 de abril de 2017. Brasília: Presidência da República, 2021. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Ato2019-2022/2021/Lei/L14118.htm. Acesso em: 15 jan. 2021.

_____. **Portaria Interministerial nº 1, de 24 de julho de 2013.** Dispõe sobre as diretrizes e procedimentos visando atender a demanda habitacional proveniente da situação de emergência ou de calamidade pública reconhecida pelo Ministério da Integração Nacional, por meio do Programa Nacional de Habitação Urbana, integrante do Programa Minha Casa, Minha Vida - PMCMV. [S. l.]: Ministério da Integração Nacional, 2013b. Disponível em:

<https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=25/07/2013&jornal=1&pagina=28&totalArquivos=104>. Acesso em: 15 jan. 2021.

CARBONARI, Luana Toralles; LIBRELOTTO, Lisiane Ilha. Estudo Comparativo dos Cases de Habitação Temporária "Paper Log House" e Aplicações no Brasil. **MIX Sustentável**, [s. l.], v. 5, n. 2, p. 19-29, jun. 2019. ISSN 24473073. Disponível em: <http://www.nexos.ufsc.br/index.php/mixsustentavel>. Acesso em: 18 fev. 2021.

CARVALHO, Aline Werneck Barbosa de; PAULA, Nayara Elisa Silva de; PEREIRA, Dafhini Aline Grego. Programa Nacional de Habitação Rural e modo de morar no campo: reflexões a partir da casa rural na Zona da Mata mineira. **Paranoá: cadernos de arquitetura e urbanismo**, [s. l.], v. 17, n. 17, 2017. ISSN 1679-0944.n17.2016.03. DOI 10.18830 Disponível em: <https://periodicos.unb.br/index.php/paranoa/article/view/11745>. Acesso em: 2 abr. 2021.

CAVALCANTI, Fernando Sá. Impacto da absorvância e transmitância das fachadas na eficiência energética e conforto térmico para habitação de interesse social. **Paranoá: cadernos de arquitetura e urbanismo**, [s. l.], n. 28, 23 nov. 2020. ISSN 1679-0944.n28.2020.10. DOI 10.18830. Disponível em: <https://periodicos.unb.br/index.php/paranoa/article/view/32043>. Acesso em: 25 jan. 2021.

CELIS, Anneli Maricielo Cárdenas; PEREIRA, João Vitor Vieira; MOREIRA, Matheus Ferreira. Guia de Estratégias Bioclimáticas para Projetos Arquitetônicos no Clima Quente e Úmido. *In*: ENCONTRO DE SUSTENTABILIDADE EM PROJETO, 8., 2020, Palhoça. **Anais [...]**. Palhoça: [s. n.], 2020. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/341684720_Guia_de_Estrategias_Bioclimaticas_para_Projetos_Arquitetonicos_no_Clima_Quente_e_Umido_Guide_to_Bioclimatic_Strategies_for_Architectural_Projects_in_Hot_and_Humid_Climate. Acesso em: 26 jan. 2020.

CELUPPI, Maria C.; MEIRELLES, Célia R. M.; CYMROT, Raquel. Habitação ribeirinha no amazonas: o conforto por meio do design de componentes e de estratégias bioclimáticas. *In*: FÓRUM HABITAR, 4., 2018, Belo Horizonte. **Anais [...]**. Belo Horizonte: [s. n.], 2018. Disponível em: <https://www.even3.com.br/anais/habitar/71644-habitacao-ribeirinha-no-amazonas--o-conforto-por-meio-do-design-de-componentes-e-de-estrategias-bioclimaticas/>. Acesso em: 27 jan. 2021.

CENTRO NACIONAL DE MONITORAMENTO E ALERTAS DE DESASTRES NATURAIS. **Anuário da sala de situação do CEMADEN**. São José dos Campos: CEMADEN, 2019. Disponível em: http://www.cemaden.gov.br/wp-content/uploads/2020/06/Anuario_Sala_Situa%C3%A7%C3%A3o_2017.pdf. Acesso em: 5 fev. 2021.

_____. **Boletim da sala de situação: 1º trimestre de 2020**. [S. l.]: CEMADEN, 2020a. Disponível em: <http://www.cemaden.gov.br/wp-content/uploads/2020/06/Boletim-da-Sala-de-Situa%C3%A7%C3%A3o-JFM2020.pdf>. Acesso em: 5 fev. 2021.

_____. **Boletim da sala de situação**: 2º trimestre de 2020. [S. l.]: CEMADEN, 2020b. Disponível em: <http://www.cemaden.gov.br/wp-content/uploads/2020/10/Boletim-da-Sala-de-Situa%C3%A7%C3%A3o-2%C2%BA-Trimestre-de-2020.pdf>. Acesso em: 5 fev. 2021.

_____. **Estratégia para redução do risco de desastres no país. Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais**, 2020c. Disponível em: <http://www.cemaden.gov.br/estrategia-para-reducao-de-desastres-no-pais/>. Acesso em: 3 maio 2021.

_____. **Histórico da criação do Cemaden. Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais**, [entre 2011 e 2021]. Disponível em: <http://www.cemaden.gov.br/historico-da-criacao-do-cemaden/>. Acesso em: 19 maio 2021.

COMERIO, Mary C.. Housing Recovery Lessons From Chile. **Journal of the American Planning Association**, [s. l.], 80 (4), 2014. Disponível em: <https://escholarship.org/uc/item/6gm5r7wk>. Acesso em: 30 jun. 2021.

COMO é um empreendimento Tecverde. **Tecverde Construções Eficientes**, [entre 2009 e 2021]. Disponível em: <https://www.tecverde.com.br/sistema-constructivo/>. Acesso em: 26 maio 2021.

DIÁRIO DO COMÉRCIO. GERDAU e TETO auxiliam moradores afetados pelas chuvas em Minas. **Diário do Comércio**, 2020. Disponível em: <https://diariodocomercio.com.br/negocios/gerdau-e-teto-auxiliam-moradores-afetados-pelas-chuvas-em-minas>. Acesso em: 16 abr. 2021.

ECONOMIC COMMISSION FOR LATIN AMERICA AND THE CARIBBEAN. Social sectors. *In*: ECONOMIC COMMISSION FOR LATIN AMERICA AND THE CARIBBEAN. **Handbook for Estimating the Socio-economic and Environmental Effects of Disasters**. [S. l., s. n.], 2003. p. 1-77.

FÁVERO, Giovana. ONG em BH constrói casas emergenciais para vítimas da chuva; veja como ajudar. **BHAZ**, 2020. Disponível em: <https://bhaz.com.br/2020/02/12/doacoes-casas-vitimas-chuva/>. Acesso em: 16 abr. 2021.

FERES, Giovana Savietto. **Habitação emergencial e temporária**, estudo de determinantes para o projeto de abrigos. 2014. Dissertação (Mestrado em Arquitetura, Tecnologia e Cidade) – Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2014. Disponível em: <http://repositorio.unicamp.br/jspui/handle/REPOSIP/258066>. Acesso em: 12 fev. 2021.

FERREIRA, Camila Carvalho; SOUZA, Henor Artur de; ASSIS, Eleonora Sad de. Discussão dos limites das propriedades térmicas dos fechamentos opacos segundo as normas de desempenho térmico brasileiras. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 17, n. 1, p. 183-200, 2017. ISSN 1678-8621. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1678-86212017000100183&lng=pt&nrm=iso. Acesso em: 27 jan. 2021.

FREITAS, Christiana Galvão Ferreira de. **Perspectivas e desafios à gestão de riscos e desastres**: uma análise sobre a configuração do direito de desastres no mundo e no Brasil. 2014. Tese (Doutorado em Direito) – Faculdade de Direito, Universidade de Brasília, Brasília, 2014. Disponível em: <https://repositorio.unb.br/handle/10482/18735>. Acesso em: 23 abr. 2020.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GRIGOLETTI, Giane de Campos; LINCK, Gabriela Inês. Análise de comportamento térmico de HIS térreas unifamiliares em Santa Maria, RS. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 14, n. 2, p. 109-123, 2014. ISSN 1678-8621. Disponível em: <https://doaj.org/article/83aa1a3afe8c46e0a0d7f146792b349c>. Acesso em: 27 jan. 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **População em áreas de risco no Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, 2018.

KREBS, Lisandra Fachinello; MOURA, Paula Wrague; CUNHA, Eduardo Grala da. Habitação em container: um estudo paramétrico para a zona bioclimática 3. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, [S.l.], v. 4, p. 90-101, 2015. ISSN 2238-8753. Disponível em: http://www.portaldeperiodicos.unisul.br/index.php/gestao_ambiental/article/view/3347. Acesso em: 31 mar. 2021.

KUWAHARA, Letícia Martel; CARVALHO, Victória Reis; SILVA, Marcelle Vilar da. Arquitetura palafítica na Amazônia: adequação bioclimática, sustentabilidade e preservação ambiental para habitação de interesse social. *In*: CONGRESSO INTERNACIONAL DA HABITAÇÃO NO ESPAÇO LUSÓFONO, 4., 2017, Covilhã, Portugal. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/340721226_ARQUITETURA_PALAFITICA_NA_AMAZONIA_ADEQUACAO_BIOCLIMATICA_SUSTENTABILIDADE_E_PRESERVACAO_AMBIENTAL_PARA_HABITACAO_DE_INTERESSE_SOCIAL. Acesso em: 31 mar. 2021.

LAMBERTS, Roberto; DUTRA, Luciano; PEREIRA, Fernando O. R.. Arquitetura e Clima. *In*: LAMBERTS, Roberto; DUTRA, Luciano; PEREIRA, Fernando O. R.. **Eficiência energética na arquitetura**. 3. ed. Rio de Janeiro: Ed. Procel / Eletrobrás, 2014. p. 71-105.

LOURENÇO, Willian de; *et al.*. Reflexões aos parâmetros de estratégias bioclimáticas e desempenho térmico da NBR 15220 para zona bioclimática 2. *In*: SALÃO INTERNACIONAL DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO, 10., 2020, Santana do Livramento. **Anais [...]**. Santana do Livramento: Universidade Federal do Pampa, v. 10, n. 2, 2020. Disponível em: <https://periodicos.unipampa.edu.br/index.php/SIEPE/article/view/100683>. Acesso em: 27 jan. 2021.

MAIOR, Mônica Maria Souto; CANDIDO, Gesinaldo Ataíde. Avaliação das metodologias brasileiras de vulnerabilidade socioambiental como decorrência da problemática urbana no Brasil. **Cadernos Metrôpoles**, São Paulo, v. 16, n. 31, p. 241-264, jun. 2014. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2236-99962014000100241&lng=pt&nrm=iso. Acesso em: 24 ago. 2020.

MARCHEZINI, Victor; FORINI, Henrique Almeida. Dimensões sociais da resiliência a desastres. **Redes (1414-7106)**, [s. l.], v. 24, n. 2, p. 9-28, 2019. DOI 10.17058/redes.v24i2.13000. Disponível em:

<http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=foh&AN=138168882&lang=pt-br&site=ehost-live>. Acesso em: 8 jan. 2021.

MENDONÇA, Rafaela Nunes; VILLA, Simone Barbosa. Modos de morar: o conceito de apropriação como qualificador de moradias no design contemporâneo. **Revista Educação Gráfica**. [S. l.], v. 22, n. 01, p. 242-258, abr. 2018. ISSN 2179-7374. Disponível em: <http://www.educacaografica.inf.br/artigos/modos-de-morar-o-conceito-de-apropriacao-como-qualificador-de-moradias-no-design-contemporaneo-modes-of-living-the-concept-of-appropriation-as-a-housing-qualifier-in-contemporary-design>. Acesso em: 1 abr. 2021.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. **Caderno MCidades 9** – Eficiência Energética em Habitações de Interesse Social. [S. l.: s. n.], 2005. Disponível em: <http://www.capacidades.gov.br/biblioteca/detalhar/id/132/titulo/cadernos-mcidades-9---eficiencia-energetica-em-habitacoes-de-interesse-social>. Acesso em: 25 jan. 2021.

MINISTERIO DE VIVIENDA Y URBANISMO. Contexto General Reducción de Riesgo de Desastres y Reconstrucción. **Ministerio de Vivienda y Urbanismo**, [entre 2018 e 2021]. Disponível em: <https://www.minvu.gob.cl/contexto-general-reduccion-de-riesgo-de-desastres-y-reconstruccion/>. Acesso em: 30 jun. 2021.

_____. Reporte Plan de Reconstrucción: terremoto tsunami 27F. **Ministerio de Vivienda y Urbanismo**, 2021. Disponível em: <https://www.minvu.gob.cl/wp-content/uploads/2019/04/Reporte-WEB-27F-2010-abril-2021.pdf>. Acesso em: 2 jul. 2021.

MIRON, Luciana Inês Gomes; MONTEIRO, Deyvid Aléx de Bitencourt; SILVA, Michelle Nascimento da. Territorialidades em habitação de interesse social: uma abordagem por meio da percepção dos usuários. **ARQUISUR Revista**. [S. l.], v. 9, n. 15, p. 66-83, jul. 2019. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/334592635_Territorialidades_em_habitacao_de_interesse_social. Acesso em: 2 abr. 2021.

MODELO de trabalho. **TETO Brasil**, [20--]. Disponível em: <https://www.techo.org/brasil/modelo-de-trabalho/>. Acesso em: 16 abr. 2021.

NACIONES UNIDAS. **Observación general nº 4**: El derecho a una vivienda adecuada (art. 11, párr. 1). Geneva: Comité de Derechos Económicos, Sociales y Culturales, 1991.

NASCIMENTO JÚNIOR, Lindberg. O Clima Urbano Como Risco Climático: Contribuição Da Geografia Do Clima Aos Estudos Sobre Os Climas Das Cidades. **Geo UERJ**, [s. l.], n. 33, p. 1-34, 2018. DOI 10.12957/geouerj.2018.36827. Disponível em: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=asn&AN=135481253&lang=pt-br&site=ehost-live>. Acesso em: 8 jan. 2021.

NOVELLO, Bruno Soeiro. **Estudo de caso de construção habitacional comunitária para baixa renda na cidade do Rio de Janeiro**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Curso de Engenharia Civil, Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2018. Disponível em: <http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10023202.pdf>. Acesso em: 17 fev. 2021.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Declaração Universal dos Direitos Humanos**. [S. l., s. n.], 1948. Disponível em: <https://www.unicef.org/brazil/declaracao-universal-dos-direitos-humanos>. Acesso em: 27 fev. 2021.

_____. **Marco de Sendai para a redução do risco de desastres 2015-2030**. [S. l., s. n.], 2015a. Disponível em: https://www.unisdr.org/files/43291_63575sendaiframeworkportunofficialf%5B1%5D.pdf. Acesso em: 28 dez. 2020.

_____. **Nova Agenda Urbana**. Quito: Secretariado da Habitat III, 2019. Disponível em: <https://www.habitat3.org/the-new-urban-agenda>. Acesso em: 10 jan. 2020.

_____. OCHA: Brasil está entre países com maior número de pessoas expostas a inundações. **Instituto Ethos**, 2020. Disponível em: <https://www.ethos.org.br/cedoc/ocha-brasil-esta-entre-paises-com-maior-numero-de-pessoas-expostas-a-inundacoes/>. Acesso em: 4 jul. 2021.

_____. **Transformando nosso mundo: a Agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável**. [S. l., s. n.], 2015b. Disponível em: http://www.itamaraty.gov.br/images/ed_desenvsust/Agenda2030-completo-site.pdf. Acesso em: 10 jan. 2020.

OLARTECHEA, Mauro; *et al.*. Impactos da incorporação de diretrizes construtivas bioclimáticas no desempenho termoenergético de habitação de interesse social (ZB 07). In: ENCONTRO NACIONAL, 13. E ENCONTRO LATINO-AMERICANO DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 9., 2015, Campinas. XIII Encontro Nacional e IX Encontro Latino-americano de Conforto no Ambiente Construído, v. 1, p. 1-9, 2015. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/283082398_IMPACTOS_DA_INCORPORACAO_DE_DIRETRIZES_CONSTRUTIVAS_BIOCLIMATICAS_NO_DESEMPENHO_TERMOENERGETICO_DE_HABITACAO_DE_INTERESSE_SOCIAL_ZB_07. Acesso em: 26 jan. 2021.

O PERCURSO do TETO. **TETO Brasil**, [entre 2017 e 2021]. Disponível em: <https://www.techo.org/brasil/nossa-historia/>. Acesso em: 16 abr. 2021

PBQP-H. **Diretriz DATec nº 020-D: Sistema estruturado em peças leves de madeira maciça serrada – Tecverte (tipo *light wood framing*)**. Brasília: PBQP-H, 2020.

PAPER Log House – Kobe. **Shigeru Ban Architects**, c1995. Disponível em: http://www.shigerubanarchitects.com/works/1995_paper-log-house-kobe/index.html. Acesso em: 7 jul. 2021.

RIMI, Paula Mendes Thomaz; MEIRELLES, Célia Regina Moretti. O potencial das técnicas construtivas industrializadas em madeira na habitação mínima e sua viabilidade em construções emergenciais. *In: JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA*, 13. E MOSTRA DE INICIAÇÃO TECNOLÓGICA, 7. fev. 2018, [s. l.]. ISSN 2526-4699. Disponível em: <http://eventoscopq.mackenzie.br/index.php/jornada/xiii/jornada/paper/view/646/575>. Acesso em: 17 fev. 2021.

SAMPAIO, José Adérico Leite; OLIVEIRA, Edson Rodrigues de. A justiça espacial e ambiental e a teoria do risco: a responsabilidade do governo na prevenção contra desastres (no Brasil). **Revista de Direito Internacional**, [s. l.], v. 16, n. 2, p. 169-201, 2019. DOI 10.5102/rdi.v16i2.6129. Disponível em: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=lgs&AN=139997219&lang=pt-br&site=ehost-live>. Acesso em: 28 set. 2020.

SILVA, Wellington Souza; BARBOSA, Ricardo Victor Rodrigues; BATISTA, Juliana Oliveira. Desempenho térmico de sistema de cobertura vegetada na região do semiárido alagoano. **Brazilian Journal of Development**. Curitiba, v. 6, n. 12, p. 103449-103466, dez. 2020. DOI:10.34117/bjdv6n12-737. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/348002968_Desempenho_termico_de_sistema_de_cobertura_vegetada_na_regiao_do_semiarido_alagoano. Acesso em: 25 jan. 2021.

TECVERDE. **Panorama do sistema construtivo Tecverde**. Curitiba: Tecverde Engenharia S/A, 2016. Disponível em: <https://www.tecverde.com.br/wp-content/uploads/2016/07/Panorama-do-Sistema-Construtivo-Tecverde-2016.pdf>. Acesso em: 26 maio 2021.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA. **Atlas Brasileiro de Desastres Naturais: 1991 a 2012**. 2 ed. rev. e ampl., v. Brasil. Florianópolis: CEPED / UFSC, 2013.

VIEIRA, Bruna Duarte. **Vida e obra do arquiteto Alejandro Aravena**. 2016. Relatório Final (Programa de Iniciação Científica e em Desenvolvimento Tecnológico e Inovação) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2016. Disponível em: http://grupothac.weebly.com/uploads/6/8/3/8/6838251/ufpr2016_rel_final_bruna.pdf. Acesso em: 20 fev. 2021.

**APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO PROFISSIONAIS QUE ATUAM COM SITUAÇÕES DE
DESASTRES**

Nome: _____

Instituição: _____

Cargo: _____

Atuação em desastres naturais: _____

Nos últimos 5 anos, quais foram os desastres naturais que mais impactaram na perda da moradia?

movimentos de massa inundações enxurradas alagamentos seca

outro: _____

Nos últimos 5 anos, em média quantas casas se tornaram inabitáveis após um desastre de acordo com o seu porte?

Desastre	Média de moradias
Pequeno porte	<input type="checkbox"/> Dezenas
	<input type="checkbox"/> Centenas
	<input type="checkbox"/> Milhares
Médio porte	<input type="checkbox"/> Dezenas
	<input type="checkbox"/> Centenas
	<input type="checkbox"/> Milhares
Grande porte	<input type="checkbox"/> Dezenas
	<input type="checkbox"/> Centenas
	<input type="checkbox"/> Milhares

Qual é a renda mensal média das famílias mais afetadas com a perda da moradia?

Renda mensal média	Frequência
Nenhuma renda	<input type="checkbox"/> Nunca
	<input type="checkbox"/> Às vezes
	<input type="checkbox"/> Frequentemente

	<input type="checkbox"/> Sempre
Até 1 salário-mínimo	<input type="checkbox"/> Nunca
	<input type="checkbox"/> Às vezes
	<input type="checkbox"/> Frequentemente
	<input type="checkbox"/> Sempre
De 1 a 3 salários-mínimos	<input type="checkbox"/> Nunca
	<input type="checkbox"/> Às vezes
	<input type="checkbox"/> Frequentemente
	<input type="checkbox"/> Sempre
De 3 a 6 salários-mínimos	<input type="checkbox"/> Nunca
	<input type="checkbox"/> Às vezes
	<input type="checkbox"/> Frequentemente
	<input type="checkbox"/> Sempre
De 6 a 9 salários-mínimos	<input type="checkbox"/> Nunca
	<input type="checkbox"/> Às vezes
	<input type="checkbox"/> Frequentemente
	<input type="checkbox"/> Sempre
Acima de 9 salários-mínimos	<input type="checkbox"/> Nunca
	<input type="checkbox"/> Às vezes
	<input type="checkbox"/> Frequentemente
	<input type="checkbox"/> Sempre

Qual é a média de pessoas que moram em casas atingidas por desastres naturais?

uma duas a três quatro a sete oito a dez mais de dez

Com relação ao perfil da população atingida por desastres naturais, quais desses grupos de povos tradicionais costumam perder suas moradias em decorrência de desastres naturais?

ribeirinhos indígenas quilombolas faxinais
 fundos de pasto pescadores cipozeiros pantaneiros
 outro: _____

Que tipo de assistência as famílias costumam receber durante o período de emergência?

assistência social apoio psicológico saúde

assistência técnica para arquitetura e urbanismo

Após a ocorrência de um desastre natural, onde é feito o abrigo inicial das vítimas?

edificação já existente espaço público com alguma infraestrutura

área desocupada outro: _____

Em relação ao local de acolhimento inicial das famílias, quais desses espaços são normalmente utilizados? Com qual frequência esse espaço é usado?

Espaço	Frequência
<input type="checkbox"/> Escola	<input type="checkbox"/> Nunca
	<input type="checkbox"/> Às vezes
	<input type="checkbox"/> Frequentemente
	<input type="checkbox"/> Sempre
<input type="checkbox"/> Igreja	<input type="checkbox"/> Nunca
	<input type="checkbox"/> Às vezes
	<input type="checkbox"/> Frequentemente
	<input type="checkbox"/> Sempre
<input type="checkbox"/> Ginásio	<input type="checkbox"/> Nunca
	<input type="checkbox"/> Às vezes
	<input type="checkbox"/> Frequentemente
	<input type="checkbox"/> Sempre
<input type="checkbox"/> Estádio de futebol	<input type="checkbox"/> Nunca
	<input type="checkbox"/> Às vezes
	<input type="checkbox"/> Frequentemente
	<input type="checkbox"/> Sempre
<input type="checkbox"/> Praça	<input type="checkbox"/> Nunca
	<input type="checkbox"/> Às vezes
	<input type="checkbox"/> Frequentemente
	<input type="checkbox"/> Sempre

<input type="checkbox"/> Parque	<input type="checkbox"/> Nunca
	<input type="checkbox"/> Às vezes
	<input type="checkbox"/> Frequentemente
	<input type="checkbox"/> Sempre
<input type="checkbox"/> Tendas e barracas	<input type="checkbox"/> Nunca
	<input type="checkbox"/> Às vezes
	<input type="checkbox"/> Frequentemente
	<input type="checkbox"/> Sempre
<input type="checkbox"/> Outro: _____	<input type="checkbox"/> Nunca
	<input type="checkbox"/> Às vezes
	<input type="checkbox"/> Frequentemente
	<input type="checkbox"/> Sempre

Qual é o tempo de duração médio de permanência das vítimas de desastres naturais em abrigos emergenciais?

- até 30 dias de 30 a 90 dias de 3 a 6 meses de 6 meses a 1 ano
 mais de 1 ano

Após deixarem os alojamentos de atendimento inicial à situação de emergência, qual é o tipo de assistência habitacional que as famílias recebem?

- aluguel social lote
 outro: _____

Como forma de assistência habitacional para o abrigamento das famílias enquanto as soluções de moradia definitiva são construídas, você considera relevante o desenvolvimento de um projeto de unidades habitacionais temporárias que lhes garantisse maior privacidade e conforto?

- sim não

Você gostaria de justificar sua resposta? _____

Qual seria o melhor meio de transporte para levar as estruturas dessa habitação para as áreas atingidas?

caminhão avião helicóptero barco

Você considera importante que as vítimas participassem do processo de montagem dessas moradias temporárias?

sim não outro: _____

Você considera interessante a possibilidade de as habitações temporárias serem doadas às famílias para que elas expandam essas construções e as transformem em moradia definitiva (com a garantia do direito à assistência técnica, previsto na Lei nº 11.888, de 24 de dezembro de 2008)?

sim não outro: _____

Você deseja acrescentar alguma informação?

APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO VÍTIMAS DE DESASTRES NATURAIS**Qual é a sua idade?**

- até 19 anos de 19 a 29 anos de 30 a 39 anos de 40 a 49 anos
 de 50 a 59 anos de 60 a 69 anos acima de 70 anos

Qual é o seu sexo?

- feminino masculino outro: _____

Qual é a sua escolaridade?

- 1º grau incompleto 1º grau completo 2º grau incompleto 2º grau completo
 3º grau incompleto 3º grau completo

Qual é a sua ocupação?

Qual é a renda mensal média da sua família?

- nenhuma renda até 1 salário-mínimo de 1 a 3 salários-mínimos
 de 3 a 6 salários-mínimos de 6 a 9 salários-mínimos acima de 9 salários-mínimos

Você pertence a algum grupo de povos tradicionais? Em caso afirmativo, assinalar um dos grupos abaixo.

- sim não
 ribeirinhos indígenas quilombolas faxinais
 fundos de pasto pescadores cipozeiros pantaneiros
 outro: _____

Nos últimos 5 anos, você perdeu a sua moradia devido a algum desastre natural?

- sim não

Qual foi o desastre natural que impactou na perda da sua moradia?

- movimentos de massa inundações enxurradas alagamentos seca

outro: _____

Quantas pessoas moravam com você na casa que foi atingida pelo desastre natural?

nenhuma uma duas a três quatro a sete oito a dez mais de dez

Após a ocorrência do desastre natural, qual tipo de assistência você recebeu?

assistência social apoio psicológico assistência médica

assistência técnica para arquitetura e urbanismo

outro: _____

Após a ocorrência do desastre natural, onde você foi inicialmente abrigado?

escola igreja ginásio estádio de futebol praça parque

tendas e barracas outro: _____

Quanto tempo você e sua família permaneceram nesses abrigos emergenciais?

até 30 dias de 30 a 90 dias de 3 a 6 meses de 6 meses a 1 ano

mais de 1 ano

No período em que você esteve no abrigo emergencial, você ficou junto da sua família?

sim não

Quantas pessoas da sua família ficaram abrigadas com você?

nenhuma uma duas a três quatro a sete oito a dez mais de dez

Qual era a faixa etária dos seus familiares que ficaram abrigados com você?

até 6 anos de 7 a 13 anos de 14 a 21 anos de 22 a 45 anos de 46 a 65 anos

acima de 65 anos

No período em que você esteve no abrigo emergencial, você ficou junto com outras famílias?

sim não

Do que você mais sentia falta quando estava no abrigo emergencial?

Após deixar os alojamentos de emergência, qual tipo de assistência habitacional você recebeu?

aluguel social lote não recebi nenhuma assistência habitacional

outro: _____

Se você pudesse escolher, qual dessas formas de abrigo você gostaria de ter logo após a ocorrência do desastre natural?

permanecer no abrigo emergencial montar o seu próprio abrigo

Passado esse momento inicial, se você pudesse escolher, qual tipo de assistência habitacional você gostaria de receber?

aluguel social

lote para montar a sua própria habitação

lote com uma habitação pronta fornecida pelos programas habitacionais do governo

lote com uma habitação fornecida pelos programas habitacionais do governo, entregue com ambientes mínimos (um quarto, sala, cozinha e banheiro), mas que permitisse que você pudesse ampliar quando tivesse condições financeiras

outro: _____

Você gostaria de participar do processo de projeto da sua moradia?

sim não outro: _____

Você gostaria de participar do processo de construção e montagem da sua moradia?

sim não outro: _____

Para você, uma casa confortável é...

Para você, uma casa desconfortável é...

Se você pudesse construir uma casa, como ela seria?

Em qual cômodo da sua casa você se sente mais confortável durante o verão?

O que poderia melhorar na sua casa durante o verão?

Em qual cômodo da sua casa você se sente mais confortável durante o inverno?

O que poderia melhorar na sua casa durante o inverno?

Qual é o cômodo mais confortável da sua casa? Por quê?

Qual é o cômodo mais desconfortável da sua casa? Por quê?

Em qual cômodo da sua casa você costuma desenvolver as seguintes atividades:

Trabalho em pé: _____

Trabalho sentado: _____

Estudo e leitura: _____

Lazer: _____

Descanso: _____

Realizar as refeições: _____

Receber a família e os amigos: _____

Você sente falta de espaço para desenvolver alguma atividade? Qual?

Para as perguntas abaixo, assinale o quanto você considera importante na construção de uma moradia que possa constituir-se em um lar familiar:

Importância de ter quartos separados para adultos e filhos:

indiferente pouco importante importante muito importante indispensável

Importância de haver entrada de luz solar suficiente para a saúde, em todos os cômodos da casa:

indiferente pouco importante importante muito importante indispensável

Importância de ter boa circulação de ar, para a saúde de todos os moradores da casa:

indiferente pouco importante importante muito importante indispensável

Importância de portas, que possam ser trancadas, para manutenção de segurança em casos de episódios de violências físicas, emocionais e sexuais nas famílias:

indiferente pouco importante importante muito importante indispensável

Presença de portas que possam ser fechadas para assegurar intimidades conjugais e dos moradores da casa:

indiferente pouco importante importante muito importante indispensável

Portas de entrada e saída diferentes, caso haja necessidade de fuga em caso de violências intrafamiliares:

indiferente pouco importante importante muito importante indispensável

Importância de haver visibilidade de elementos da natureza para assegurar minimamente a saúde integral dos moradores. Por exemplo, plantas próximas da janela, do lado externo da casa:

indiferente pouco importante importante muito importante indispensável

Importância de haver uma área externa à casa para o uso dos moradores. Por exemplo, varandas:

indiferente pouco importante importante muito importante indispensável

Proximidade entre as casas que mantenha minimamente a privacidade das famílias:

indiferente pouco importante importante muito importante indispensável

Você deseja acrescentar alguma informação?
