XVIII ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO
XIV ENCONTRO LATINO-AMERICANO DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO
AMBIENTE CONSTRUÍDO E USUÁRIO: PERSPECTIVAS LATINO-AMERICANAS

Proposta para uma habitação unifamiliar no clima Cfb e comparação com o padrão construtivo local: um exercício didático

Propuesta para una vivienda unifamiliar en el clima Cfb y comparación con el estándar de construcción local: un ejercicio didáctico

Proposal for a single-family housing in the Cfb climate and comparison with the local construction standard: a didactic exercise

8. Práticas didáticas em conforto ambiental e ergonômico e qualidade ambiental

Giordano, Dominique Elena
Mestre, Instituto Federal do Paraná (IFPR), Curitiba, Brasil, dominique.giordano@ifpr.edu.br

Alves, Giovanna Ferreira
Mestre, Universidade Federal do Paraná (UFPR), Curitiba, Brasil, giovannaferreira@ufpr.br

Fernandes, Leandro Carlos
Doutor, Universidade Federal do Paraná (UFPR), Curitiba, Brasil, leandrofernandes@ufpr.br

Tavares, Sergio Fernando
Doutor, Universidade Federal do Paraná (UFPR), Curitiba, Brasil, sergio.tavares@ufpr.br

Fernandes, Thiago Leal Hoelscher
Graduando, Universidade Federal do Paraná (UFPR), Curitiba, Brasil, thiagolealfernandes@hotmail.com

USP ufrgs IAU USP FAUUSP

Resumo

No Brasil, os estudos sobre a adaptação das edificações ao clima se concentram em estratégias para climas quentes, havendo lacunas sobre orientações para projetos nas regiões temperadas do país. Também não há uma cultura construtiva consolidada e de mercado voltada para condições de frio. Tomando a cidade de Castro (PR) como referência de clima temperado (Cfb), este artigo buscou explorar essa lacuna, reunindo estratégias passivas para condicionamento térmico aplicáveis ao estudo preliminar de uma residência unifamiliar hipotética. A seleção de estratégias considerou um ano meteorológico típico (TMY) e se baseou nas indicações da ferramenta prescritiva Antropo e de manuais de projeto para climas frios de outros países da América do Sul. Utilizando estratégias como compacidade volumétrica alta, inércia térmica alta, isolamento térmico e aquecimento solar, obteve-se um padrão construtivo diferenciado daquele da região, apontando possibilidades de melhorias no conforto e eficiência energética com apoio de diretrizes de projeto adequadas.

Palavras-chave: Condicionamento térmico passivo. Clima temperado. Conforto térmico.

Resumen

En Brasil, los estudios sobre la adaptación de edificaciones al clima se centran en estrategias para climas cálidos, con lagunas en las directrices para proyectos en las regiones templadas del país. Tampoco existe una cultura de construcción consolidada enfocado al frío. Centrándose en el clima templado (Cfb), este artículo buscó explorar esta brecha, reuniendo estrategias pasivas de acondicionamiento térmico aplicables al estudio preliminar de una residencia hipotética. La selección de estrategias consideró un año meteorológico típico (TMY) y se basó en las indicaciones de la herramienta prescriptiva Antropo y manuales de diseño para climas fríos de países sudamericanos. Utilizando estrategias como alta compacidad volumétrica, alta inercia térmica, aislamiento térmico y calentamiento solar, se obtuvo un patrón constructivo diferente al de la región, indicando posibilidades de mejoras en confort y eficiencia energética con el apoyo de pautas de diseño adecuadas.

Palabras clave: Acondicionamiento térmico pasivo. Clima templado. Confort térmico.

Abstract

In Brazil, studies on the adaptation of buildings to the climate focus on strategies for hot climates, with gaps in guidelines for projects in the temperate regions of the country. Taking the city of Castro (PR) as a temperate climate (Cfb) reference, this article sought to explore this gap, bringing together passive strategies for thermal conditioning applicable to the preliminary study of a hypothetical single-family residence. The selection of strategies considered a typical meteorological year (TMY) and was based on the indications of the Antropo prescriptive tool and design manuals for cold climates. Using strategies such as high volumetric compactness, high thermal inertia, thermal insulation, and solar heating, a construction pattern different from that existing in the region was obtained, indicating possibilities for improvements in comfort and energy efficiency with the support of appropriate design guidelines.

Keywords: Passive thermal conditioning. Temperate climate. Thermal comfort.

Introdução

O desenvolvimento tecnológico alterou profundamente a relação entre as edificações e o ambiente em que estão inseridas. Novos sistemas para condicionamento térmico mecânico levaram a uma certa desconexão entre a arquitetura e o clima local. Essa desconexão levou a um progressivo abandono de estratégias utilizadas para condicionamento térmico passivo, presentes nas construções vernaculares. A título de exemplo, Olgyay (1963) mostra que a arquitetura vernacular de diferentes lugares no mundo, com climas semelhantes, apresentava convergência em se tratando de estratégias para condicionamento térmico.

No Brasil, país em desenvolvimento, a cultura projetual que depende apenas de meios mecânicos para condicionamento térmico não é defensável a longo prazo, pois resulta em aumento do consumo energético e impactos ambientais (Forte *et al.*, 2023). Os estudos pioneiros sobre projeto arquitetônico para climas frios se desenvolveram principalmente no hemisfério norte (Estados Unidos e Europa) (Olgyay, 1963). No Brasil, país predominantemente tropical, a maioria dos estudos aborda estratégias para climas quentes. Além disso, a disponibilidade de materiais e componentes construtivos desenvolvidos para lidar com o frio é menor.

Outro aspecto da cultura construtiva brasileira a ser considerado é o impacto ambiental. Cerca de um terço das emissões de gases de efeito estufa são decorrentes da indústria da construção civil (IRP, 2017), que deve reduzir cerca de 77 % das emissões de gases de efeito estufa até 2050 para que o aumento da temperatura média global se limite em 2°C (IEA, 2013). Com o Pacto de Glasgow de 2021 e a limitação a 1,5°C, esse percentual tende a aumentar.

Diante do exposto, abordando a produção de edificações para a região de clima temperado (Cfb), constata-se que tanto o problema do baixo desempenho térmico quanto o do alto impacto ambiental precisam ser enfrentados. Neste sentido, a presente pesquisa teve como objetivo principal desenvolver o estudo preliminar para uma habitação unifamiliar hipotética, localizada na cidade de Castro/PR (clima Cfb), orientada por dois princípios: o condicionamento térmico passivo e o baixo impacto ambiental do sistema construtivo. Secundariamente, buscou-se comparar a proposta final com o padrão construtivo local.

Método

O método pode ser descrito como: 1) aplicação da ferramenta prescritiva Antropo ao clima de Castro/PR para identificação de artifícios para condicionamento térmico; 2) identificação de

materiais construtivos de baixo impacto ambiental e compatíveis com as diretrizes; 3) desenvolvimento do estudo preliminar para a edificação hipotética adaptada ao clima e; 4) comparação da proposta com o padrão construtivo local. As etapas 2 e 3 ocorreram simultaneamente, conforme o processo de ideação dava forma ao projeto.

Município de Castro/PR e seu clima

Castro está localizada na região Centro-Leste do Paraná (lat. 24° 47' 32'' Sul e lon. 50° 0' 42'' Oeste), a 996 m de altitude (Cidade-Brasil, 2024). Possui clima do tipo Cfb, segundo a classificação de Köppen-Geiger, temperado, sem estação seca e com verões amenos (Alvares *et al.*, 2013). Apresenta verões com máximas em torno de 27°C e invernos com mínimas frequentemente abaixo de 0°C (a mínima absoluta registrada foi -8,4°C). Situada numa escarpa, recebe umidade constante oriunda da planície do rio Ribeira, resultando em um clima úmido, ainda que o inverno seja menos chuvoso (Climate-Data.Org, 2024).

Para alimentar o Antropo, foram utilizados dados meteorológicos de base horária do período 2007-2021, seguindo as metodologias TMY/ISO 15927-4:2005 da ISO (*International Organization For Standardization*, 2005), produzidos e disponibilizados no site Climate.Onebuilding.org, no formato EPW (*EnergyPlus Weather File*).

Programa arquitetônico

Foi adotado um programa arquitetônico hipotético para fins residenciais, direcionado para uma unidade familiar composta por um casal e um filho em idade escolar. O lote, também hipotético, foi definido como retangular, com 20m de frente, orientada para leste, e 35m de profundidade. A residência deveria apresentar três setores: social (com sala de estar e jantar), íntimo (com três quartos) e de serviços (composto por cozinha, lavanderia e garagem).

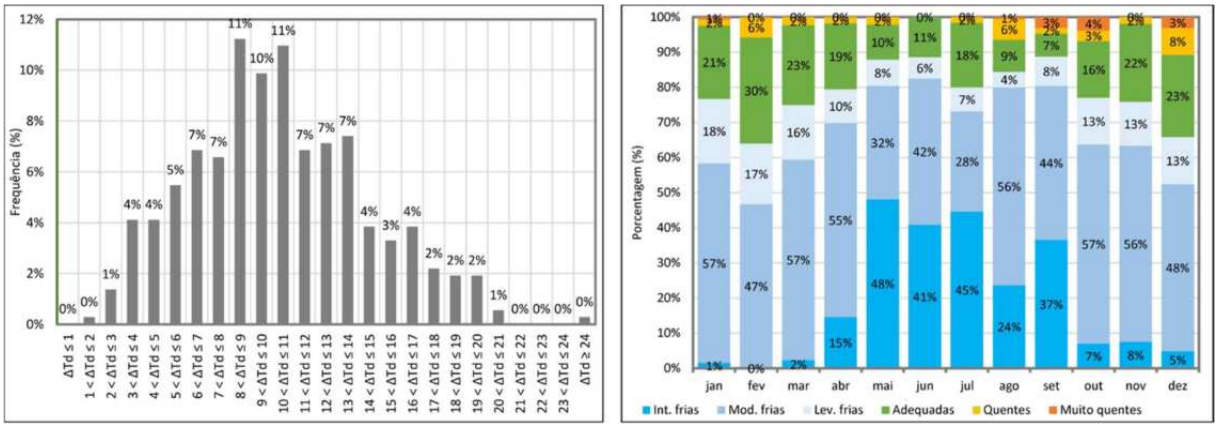
Obtenção de Estratégias para Condicionamento Térmico

Para fins de condicionamento térmico, esta pesquisa utilizou a abordagem projetual denominada antropoclimática, centrada nas demandas do usuário quanto ao ambiente térmico. Para sua aplicação, utilizou-se a ferramenta prescritiva Antropo (Fernandes, 2020) para análises do clima e obtenção de diretrizes projetuais. O Antropo apoia o processo de projeto de edificações de pequeno porte, com foco na eficiência energética e considerando o conceito de conforto adaptativo. A partir de dados do Ano Meteorológico Típico (TMY), a ferramenta analisa as condições de temperatura do ar exterior. Em seguida, aplica essas condições a um ambiente térmico hipotético e às relaciona com as demandas dos usuários,

gerando o Diagrama Antropoclimático 1 (DA1) e uma série de recomendações iniciais. Por fim, aplicadas as recomendações ao ambiente hipotético, a ferramenta simula o comportamento térmico desse ambiente, plota os dados simulados sobre o Diagrama Antropoclimático 2 (DA2) e fornece recomendações complementares. Mais detalhes disponíveis em Fernandes (2020). Complementarmente, também foram consultadas publicações latino-americanas sobre adequação de edificação ao clima (Angiolini, 2017; Ministério de Educación de Peru, 2021; Gonzalo, 2015).

A análise inicial do Antropo mostrou que o clima de Castro apresenta grandes amplitudes térmicas diárias. Em cerca de 90% dos dias do ano, a amplitude térmica diária excede os 5°C (Figura 1a). Mostrou também o predomínio da situação de frio (Figura 1b), mesmo nos meses de verão, embora com menor intensidade.

Figura 1: Caracterização das condições de temperatura exterior para o TMY de Castro-PR.



(a) Amplitudes térmicas diárias (°C)

(b) Classificação das temperaturas horárias

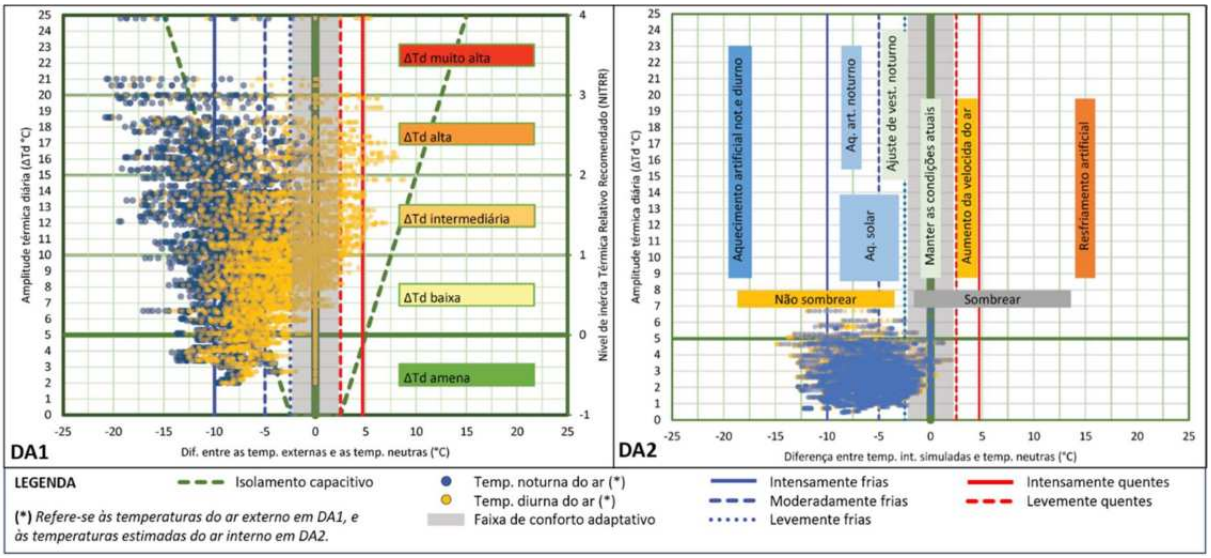
Fonte: Antropo (2024).

A grande amplitude térmica local (até 24°C) e o predomínio de temperaturas baixas (até -8,4°C) implicaram nas recomendações iniciais do Antropo (2024): **1) alto nível de inércia térmica** e **2) capacidade de resistir a perdas térmicas.** Para isso, adotaram-se os artifícios a seguir: a) compacidade volumétrica alta, para reduzir as perdas térmicas via superfícies em contato com o exterior, b) envelope dotado de isolamento resistivo e capacitivo e c) paredes internas pesadas, para dotar a edificação de capacidade para armazenamento térmico.

Para atender à recomendação dos Diagramas Antropoclimáticos DA1 quanto à compacidade, optou-se por uma edificação em 2 pavimentos sobrepostos, tendo como referência os índices apresentados por Olgyay (1963) como ótimo, de 1:1,6, e máximo de 1:2,4, para climas

temperados. Como estratégias para inércia térmica e isolamento, optou-se por paredes internas com alta capacidade térmica e um envelope leve e isolante.

Figura 2: Diagramas Antropoclimáticos de Castro-PR, médias horárias.

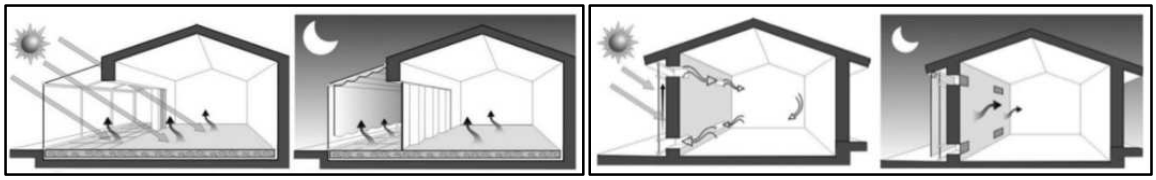


Fonte: Antropo (2024).

Na segunda etapa de análise, o Diagrama Antropoclimático 2 (DA2) mostrou que, aplicadas as estratégias anteriores, as temperaturas internas reduzem a amplitude térmica do ar interno, como sugere a concentração dos pontos no gráfico de DA2 em relação à DA1 (Figura 2). As amplitudes diárias, que no exterior (DA1) atingem 20°C, no ambiente interno simulado (DA2) concentram-se abaixo de 5°C. As temperaturas internas então tendem a estabilizar-se em temperaturas frias (92% das horas), reduzindo as horas de temperaturas de frio intenso.

Assim, após medidas para isolar a edificação e estabilizar a temperatura interna, o diagrama sugeriu elevar o patamar das temperaturas internas. Para isso, a ferramenta recomenda o uso de **aquecimento passivo** (solar). Ainda assim, há a necessidade de que haja também **aquecimento ativo** complementar para os momentos de frio mais rigoroso, particularmente no **período noturno**. Como estratégias para aquecimento passivo foram selecionadas a estufa com massa térmica no piso e a parede trombe (Figura 3).

Figura 3: Funcionamento diurno e noturno de estufa com massa térmica no piso (esq) e parede trombe (dir).

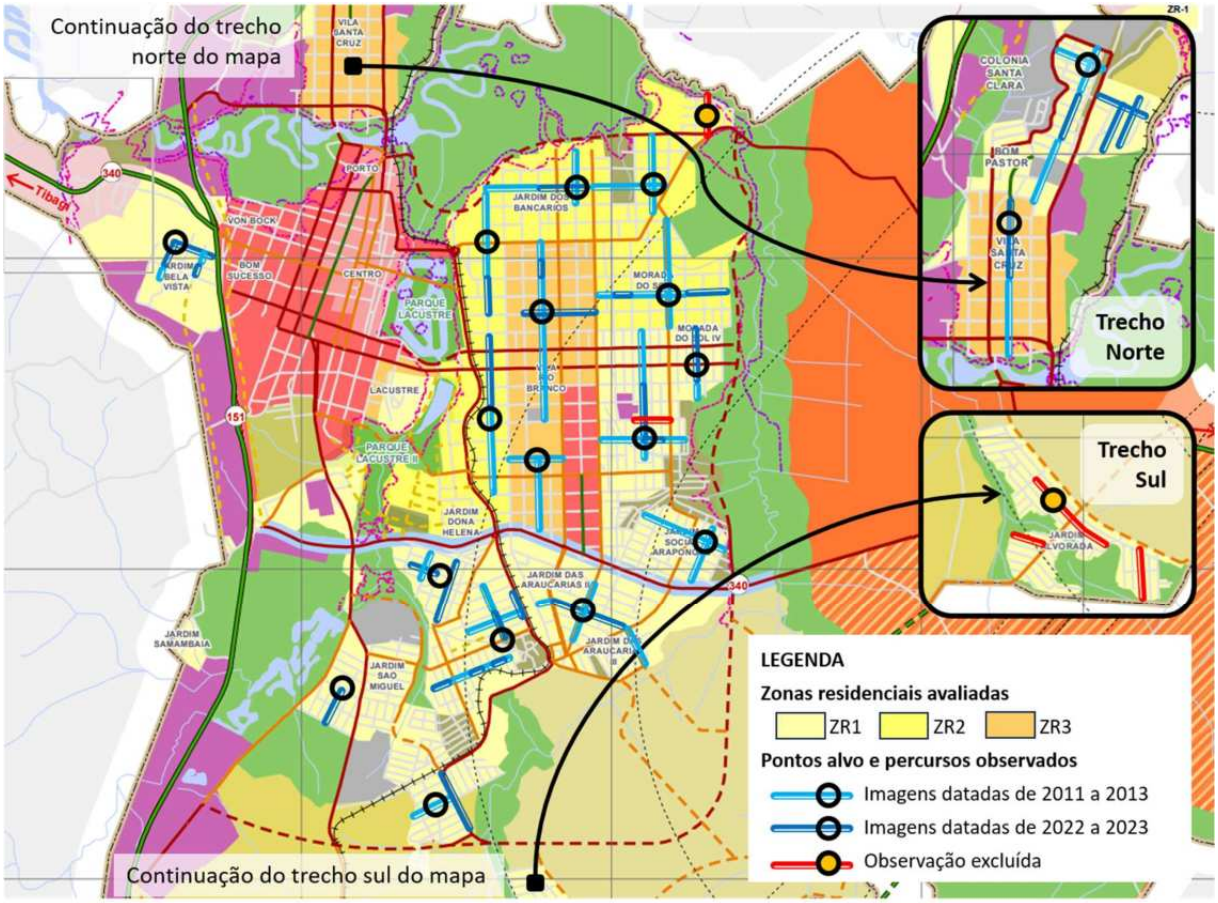


Fonte: Gonzalo (2015) apud (Ministerio De Educación De Peru, 2021, p. 33).

Padrão construtivo local

A partir do Zoneamento Urbano da Sede do município de Castro, foram definidos os pontos de observação das construções existentes, com o fim de identificar padrões construtivos típicos da região. Foram excluídas as zonas não residenciais e mistas e mantidas apenas as 3 zonas destinadas ao uso predominantemente residencial, ZR1, ZR2 e ZR3. As observações foram feitas através das ferramentas *Google Maps* e *Google StreetView* em 2024 e 2025, mas as imagens fornecidas variam em data, apresentando-se em dois períodos bem distintos. Foram observados os percursos indicados na Figura 4, a partir de 20 pontos-alvo, marcados em trechos diferentes de tecido urbano. Excluíram-se da análise pontos onde foram identificadas a reprodução de casas idênticas ao longo da rua, caracterizando-se como habitações produzidas em massa, não representativas de um padrão construtivo espontâneo.

Figura 4: Pontos de observação dos padrões construtivos de Castro-PR.



Fonte: Os autores (2025). Adaptado de Mapa de Zonenamento da Sede Urbana de Castro (Pref. Municipal de Castro, 2017).

Resultados e Discussões

Anteprojeto conceitual

A partir da seleção inicial de estratégias, foi desenvolvido o estudo preliminar para uma residência unifamiliar hipotética. Inicialmente, o estudo foi realizado em uma disciplina do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil (PPGEC), sem limitações de custos. Por isso, apesar de ser tomado como referência conceitual, questões como custos e vínculos com materiais e técnicas locais serão abordadas ao longo da discussão. O resultado está apresentado na Figura 5 e as estratégias esquematizadas na Figura 6.

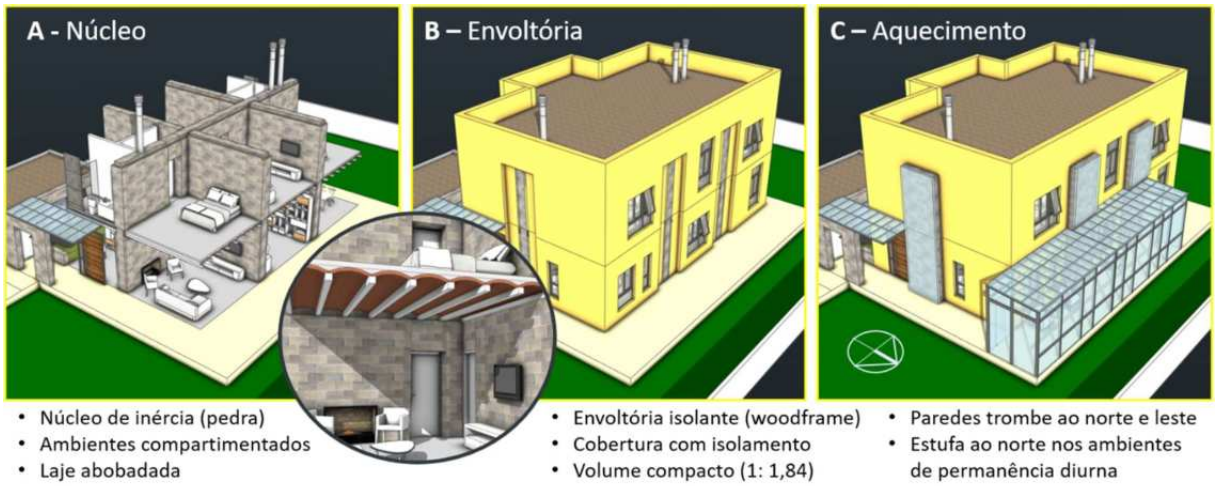
Figura 5: Implantação e plantas baixas do anteprojeto para o clima de Castro-PR.



Fonte: Os autores (2025).

Optou-se por um interior bastante compartimentado por dois motivos: a) aumentar a capacidade térmica global; b) permitir que, sendo necessário aquecimento ativo, este pudesse ser aplicado apenas ao ambiente em uso. Três paredes internas de grande capacidade térmica visam estabilizar a temperatura interna, reduzindo a amplitude térmica. No projeto, caracterizam-se como paredes de grande espessura para marcar sua maior massa e densidade, em contraste com as divisórias de menor espessura. Poderiam ser de concreto, pedra ou tijolos maciços. Neste projeto, optou-se por pedra por ser disponível localmente e ter menor energia embutida de processamento, comparada ao concreto.

Figura 6: Anteprojeto conceitual, aplicando as estratégias de conforto térmico selecionadas.



Fonte: Os autores (2025).

Como há a necessidade de aquecimento ativo, foram previstas lareiras no pavimento térreo, na parede interna. A exaustão das lareiras e do fogão é embutida na parede central, possibilitando armazenamento de parte do calor no núcleo. O uso de lajes abobadadas nos dois pavimentos da edificação garante que o ar aquecido interno que sobe forme uma camada estagnada rente à laje, enquanto o formato curvo aumenta a área de contato, permitindo que parte do calor dos ambientes do pavimento térreo seja aproveitado através do armazenamento na laje, e transmitido ao pavimento superior. Quanto ao impacto ambiental, a laje abobada permite a execução da casca da abóbada em fôrmas apoiadas no solo, que depois são içadas prontas e servem de fôrma para a moldagem e solidarização da laje, economizando material de fôrma e cimbramento. Podem ser realizadas tanto com tijolos como com argamassa armada, materiais de uso difundido.

As paredes internas estruturam o núcleo, separando os ambientes de maior uso e permanência ao Norte, enquanto os de menor uso e de cocção, que contam com uma fonte de calor, voltam-se ao Sul. A forma do volume da edificação, com compacidade volumétrica alta, deixa o maior recuo na lateral Norte (6,20m), onde estão as aberturas dos ambientes de maior permanência, que devem privilegiar a entrada de luz solar direta no inverno, para aquecimento. Simultaneamente, minimizam-se as perdas térmicas por irradiação, graças à adoção de esquadrias de vidro duplo, com um isolamento noturno mais efetivo. A face sul, sem captação de radiação solar para aquecimento, tem recuos menores e aberturas também menores apenas para a iluminação geral e ventilação dos ambientes.

Devido ao clima frio, para reduzir as trocas térmicas, optou-se pela tipologia em dois pavimentos coincidentes (mesma projeção), com um bom índice de compacidade (1:1,86), reduzindo a relação superfícies externas/volume. A tipologia em dois pisos libera mais facilmente espaço de recuo, o que permite maior captação da luz solar nos ambientes.

Para a envoltória (em amarelo) optou-se por uma estrutura em *woodframe* com isolamento resistivo dado por manta de fibras, também devido ao frio, o que evita que a energia térmica interna seja trocada com o exterior. Embora não seja uma técnica construtiva local, a região está habituada com edificações de madeira, de forma que é possível vislumbrar a assimilação do *woodframe*. O uso de madeira significa a opção por um material leve, renovável e acessível localmente. Quanto às fibras para isolamento, as opções são o cânhamo e o linho, de menor impacto ambiental. A laje de cobertura requer um nível maior de isolamento por sua grande exposição para ganhos e perdas radiativas. Foi previsto isolamento com placas de XPS (poliestireno extrudado) de alta densidade sobre manta impermeabilizante, coberta por camada de argila expandida. O XPS é mais resistente às intempéries, de boa durabilidade, de

fácil aplicação e manutenção sobre a laje acabada, evitando pontes térmicas, além de ser conhecido e acessível.

Para reduzir a demanda por aquecimento ativo, utilizaram-se estratégias para aquecimento passivo solar. Três paredes trombe, dispostas nas faces norte e leste, armazenam energia térmica durante o dia, transmitindo-a por condução ao núcleo interno durante a noite. Também na face norte do térreo, foi acrescentada uma estufa de vidro, que contribui para o aquecimento da fachada e do piso por radiação solar. Durante o dia, sala de estar e escritório, que possuem janelas voltadas para a estufa, podem captar ar pré-aquecido para ventilação e renovação do ar interno.

A parede trombe não faz parte da cultura local, enquanto a estufa de vidro é bem conhecida, mas não é aplicada com este propósito. De qualquer maneira, tecnicamente, não apresentam grandes dificuldades. No entanto, os custos do vidro e de suas estruturas de suporte seriam restritivos ao seu uso, especialmente a estufa.

Padrão construtivo local

As imagens observadas mostraram um padrão construtivo diferente do proposto, mas comum a outras localidades paranaenses. Predominam: a) casas térreas e com baixa compacidade volumétrica; b) paredes externas de alvenaria, provavelmente de tijolos furados (como indicam imagens de habitações em construção ou sem acabamento), e de madeira, tradicionais no Paraná; c) coberturas com telhados de duas águas, com telhas cerâmicas ou fibrocimento; d) esquadrias em ferro ou madeira, com folhas de vidro simples, ou janelas só em vidro, sem esquadrias. Esse cenário caracteriza o uso de envoltórias com níveis baixos de isolamento e vedação, inadequadas para o clima Cfb. A maioria das casas apresenta o recuo mínimo ou nenhum recuo, independentemente da orientação do lote, e não parece haver maiores preocupações com o acesso à radiação solar. Dito isso, constata-se que a proposta desenvolvida difere do padrão local em se tratando da compacidade volumétrica, do nível de isolamento térmico propiciado pelo envelope, da orientação preferencial dos ambientes e da presença de artifícios para aquecimento solar passivo.

Considerações Finais

Esta pesquisa teve como objetivo principal desenvolver o estudo preliminar para uma habitação unifamiliar hipotética, localizada na cidade de Castro/PR (clima Cfb), orientada por dois princípios: o condicionamento térmico passivo e o baixo impacto ambiental do sistema

construtivo. Para isso, foi utilizada a ferramenta prescritiva Antropo a fim de se obter diretrizes de projeto. Como resultado, obteve-se o estudo preliminar de uma edificação dotada de diversos mecanismos para condicionamento térmico passivo e com potencial para apresentar baixo impacto ambiental.

Secundariamente, a pesquisa buscou comparar a proposta final com o padrão construtivo local. Constatou-se que a proposta desenvolvida difere do padrão local em se tratando da compacidade volumétrica, do nível de isolamento térmico propiciado pelo envelope, da orientação preferencial dos ambientes e da presença de artifícios para aquecimento solar passivo. As diferenças observadas evidenciam e validam a pesquisa, evidenciando que é possível aprimorar o padrão construtivo existente nessa região climática.

Esta pesquisa apresenta como limitações os fatos de que, no curto período no qual foi desenvolvida: a) não foi possível avançar na validação dos seus resultados quanto ao desempenho térmico, via simulação computacional; b) não foi possível realizar levantamentos mais rigorosos em relação às características das edificações residenciais do município de Castro/PR; c) não foi possível avaliar os obstáculos financeiros das estratégias de projeto adotadas.

No entanto, cumpriu seu papel enquanto pesquisa exploratória, possibilitando desdobramentos em pesquisas futuras. Para além do preenchimento das lacunas citadas, pode-se avançar nos seguintes tópicos: d) desenvolver estratégias para enfrentar os obstáculos financeiros e a resistência cultural às estratégias para condicionamento térmico passivo; e) avaliar o potencial de redução da energia necessária no aquecimento ativo com as técnicas construtivas sugeridas; f) realizar uma Avaliação de Ciclo de Vida (ACV) das alternativas de materiais e técnicas para verificar os diferentes graus de impacto ambiental do conjunto e; g) avaliar o potencial do uso de sistemas para geração local de energia.

Referências

ALVARES, C. A. et al. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, Stuttgart, 22, nº 6, 2013. 711-728. Disponível em: http://www.lerf.eco.br/img/publicacoes/Alvares_etal_2014.pdf . Acesso em: mar. 2024.

ANGIOLINI, S. **Diez Recomendaciones para diseñar viviendas en el clima de Córdoba**. 1. ed. Córdoba: Editorial de la Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño, 2017.

CIDADE-BRASIL. Município de Castro. Disponível em: https://www.cidade-brasil.com.br/municipio-castro.html. Acesso em: 15 mai. 2024.

CLIMATE-DATA.ORG. Clima de Castro, Paraná, Brasil. Disponível em: https://en.climate-data.org/south-america/brazil/parana/castro-43746/ . Acesso em: 15 mai. 2024.

FERNANDES, L. C. Diagramas de apoio ao projeto baseados na ideia do conforto térmico adaptativo. **PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção**, v. 11, p. e020030-e020030, 2020.

FORTE, Alicia Armanini *et al.* Estudo preliminar para uma residência unifamiliar para o clima Cfb. In: **SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE CONSTRUÇÕES SUSTENTÁVEIS, IX**, 2023, Passo Fundo. Anais [...]. Passo Fundo: ATITUS Educação, 2023. Disponível em: https://www.even3.com.br/anais/ix-seminario-internacional-de-construcoes-sustentaveis-333064/669329-ESTUDO-PRELIMINAR-PARA-UMA-RESIDENCIA-UNIFAMILIAR-PARA-O-CLIMA-CFB . Acesso em: 14 mai. 2024.

GONZALO, G. E. **Manual de arquitectura bioclimática y sustentable**. Tucuman: CEEHAS, 2015.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (IEA). **Transition to Sustainable Buildings** - Strategies and opportunities to 2050, Iea.Org. Paris, France, 2013.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ISO 15927-4:2005 – Hygrothermal performance of buildings – Calculation and presentation of climatic data. Part 4: Hourly data for assessing the annual energy use for heating and cooling. Genebra: ISO, 2005.

INTERNATIONAL RESOURCE PANEL (IRP). **Assessing global resource use: A systems approach to resource efficiency and pollution reduction.** A Report of the International Resource Panel. United Nations Environment Programme. Nairobi, Kenya. 2017.

MINISTERIO DE EDUCACIÓN DE PERU. **Guía de Estratégias de Diseño Bioclimático para el Confort Térmico**. Ministerio de Educación de Peru. Lima. 2021.

OLGYAY, V. **Arquitectura y Clima**: manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas. 1, 6ª tiragem, 2010. ed. Barcelona: Gustavo Gili, 1963. 203 p. ISBN 978-84-252-1488-2.