
**ARQUITETURA
BIOCLIMÁTICA APLICADA À
HABITAÇÃO DE INTERESSE
SOCIAL: ESTRATÉGIAS
PARA REDUÇÃO DO
CONSUMO ENERGÉTICO EM
MANAUS/AMAZONAS**

**BIOCLIMATIC ARCHITECTURE APPLIED TO PUBLIC HOUSING: STRATEGIES
FOR REDUCING ENERGY CONSUMPTION IN MANAUS, AMAZONAS**

Ciências Sociais Aplicadas • 09/07/2026

REGISTRO DOI: [10.70773/revistatopicos/783136883](https://doi.org/10.70773/revistatopicos/783136883)

Vitoria dos Santos Gomes¹

Caren Michels²

RESUMO

O presente trabalho resulta da pesquisa de mestrado em desenvolvimento pelo Programa de Pós-Graduação em Design – PPGD da Faculdade de Tecnologia da Universidade Federal do Amazonas (UFAM). As elevadas temperaturas e os altos índices de umidade característicos de Manaus/AM impõem desafios ao desempenho térmico das edificações e ao consumo energético residencial, especialmente nas habitações de interesse social. Nesse contexto, a arquitetura bioclimática apresenta-se como uma alternativa capaz de promover edificações mais eficientes, sustentáveis e adequadas às condições climáticas locais. Este artigo tem como objetivo apresentar uma proposta arquitetônica de habitação unifamiliar de interesse social fundamentada em princípios bioclimáticos, visando à redução do consumo energético e à melhoria do conforto térmico dos usuários. A pesquisa adotou abordagem quali-quantitativa, baseada em revisão bibliográfica, análise de normas técnicas e desenvolvimento projetual aplicado à Zona Bioclimática 8, conforme a NBR 15220-3. Para a elaboração da proposta foram utilizados os softwares AutoCAD e SketchUp. O projeto incorporou estratégias passivas de condicionamento ambiental, como orientação solar adequada, ventilação natural cruzada, dimensionamento estratégico das aberturas, sombreamento das fachadas e especificação de materiais compatíveis com o clima amazônico. Como resultado, foi desenvolvido um modelo habitacional que evidencia o potencial das estratégias bioclimáticas na redução da dependência de sistemas artificiais de climatização, contribuindo para a eficiência energética e a melhoria das condições de habitabilidade. Conclui-se que tais soluções constituem uma alternativa viável para habitações mais sustentáveis e resilientes na Amazônia.

Palavras-chave: Habitação de Interesse Social; Arquitetura Bioclimática; Eficiência Energética.

ABSTRACT

This paper is the result of master's research currently being conducted by the Graduate Program in Design (PPGD) at the School of Technology of the Federal University of Amazonas (UFAM). The high temperatures and humidity levels characteristic of Manaus, Amazonas, pose challenges to the thermal performance of buildings and residential energy consumption, especially in public housing. In this context, bioclimatic architecture emerges as an alternative capable of promoting buildings that are more efficient, sustainable, and well-suited to local climatic conditions. This article aims to present an architectural proposal for a single-family social housing unit based on bioclimatic principles, with the goal of reducing energy consumption and improving users' thermal comfort. The research adopted a quali-quantitative approach, based on a literature review, analysis of technical standards, and design development applied to Bioclimatic Zone 8, in accordance with NBR 15220-3. AutoCAD and SketchUp software were used to develop the proposal. The project incorporated passive environmental control strategies, such as proper solar orientation, natural cross-ventilation, strategic sizing of openings, shading of facades, and the use of materials compatible with the Amazonian climate. As a result, a housing model was developed that demonstrates the potential of bioclimatic strategies to reduce dependence on artificial climate control systems, contributing to energy efficiency and improved living conditions. It is concluded that such solutions constitute a viable alternative for more sustainable and resilient housing in the Amazon.

Keywords: Affordable Housing; Bioclimatic Architecture; Energy Efficiency.

1. INTRODUÇÃO

As mudanças climáticas constituem um dos principais desafios contemporâneos, intensificando eventos extremos, elevando as temperaturas médias globais e ampliando os impactos socioambientais sobre as cidades e a população (Lima; Zanirato, 2019; Schonardie; Stoll; Souza, 2023). No Brasil, os efeitos dessas mudanças têm se manifestado por meio do aumento da frequência e intensidade de inundações, secas, incêndios florestais e outros desastres relacionados ao clima, evidenciando a necessidade de estratégias de adaptação e mitigação em diferentes setores da sociedade (Coelho et al., 2024; IPCC, 2023).

Nesse contexto, a construção civil assume papel de destaque, uma vez que é responsável por parcela significativa do consumo de energia e das emissões de gases de efeito estufa em escala global. Segundo o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (UNEP), o setor responde por aproximadamente 38% das emissões globais de carbono relacionadas à energia, reforçando a necessidade de soluções construtivas mais eficientes e sustentáveis (UNEP, 2023).

No âmbito da habitação de interesse social (HIS), o desafio torna-se ainda mais relevante. Embora programas habitacionais brasileiros tenham contribuído para a redução do déficit habitacional, muitas unidades foram concebidas por meio de modelos padronizados, frequentemente desconsiderando as especificidades climáticas regionais e as condições de conforto ambiental dos usuários (Lamberts, 2023). Na Região Amazônica, caracterizada por elevadas

temperaturas e altos índices de umidade ao longo do ano, essa realidade pode resultar em maior dependência de sistemas artificiais de climatização e, conseqüentemente, em aumento do consumo energético residencial.

Apesar dos avanços das políticas habitacionais brasileiras nas últimas décadas, grande parte das habitações de interesse social continua sendo desenvolvida a partir de modelos padronizados que nem sempre consideram as especificidades climáticas das diferentes regiões do país. Na cidade de Manaus, localizada na Zona Bioclimática 6A (Machado et al., 2024; ABNT TR 15220-3-1, 2024; ABNT 15220-3, 2024), caracterizada por elevadas temperaturas e altos índices de umidade durante todo o ano, essa realidade pode comprometer o desempenho térmico das edificações e aumentar a dependência de sistemas artificiais de climatização. Como consequência, observa-se o crescimento do consumo energético residencial, dos custos para as famílias de baixa renda e dos impactos ambientais associados ao uso de energia. Nesse contexto, surge a seguinte questão de pesquisa: como a aplicação de estratégias bioclimáticas em habitações unifamiliares de interesse social pode contribuir para a melhoria do conforto térmico e para a redução do consumo energético em Manaus/AM? A investigação dessa problemática justifica-se pela necessidade de desenvolver soluções arquitetônicas mais sustentáveis, eficientes e adaptadas às condições climáticas amazônicas, capazes de promover benefícios ambientais, sociais e econômicos para seus usuários.

Diante desse cenário, a arquitetura bioclimática apresenta-se como uma alternativa capaz de promover edificações mais adaptadas ao clima local por meio da utilização de estratégias passivas de condicionamento ambiental, tais como ventilação natural,

sombreamento, orientação solar adequada e especificação de materiais compatíveis com as condições climáticas da região (Scheuer et al., 2016). Essas estratégias contribuem para a melhoria do conforto térmico, a redução da demanda energética e a diminuição dos impactos ambientais associados ao ambiente construído.

Além disso, o conceito de Edificações de Energia Quase Zero (Near Zero Energy Buildings – NZEB) tem ganhado destaque nas discussões sobre sustentabilidade na construção civil. Conforme a Portaria nº 309/2022 do INMETRO, uma NZEB caracteriza-se por apresentar elevado desempenho energético e por suprir, por meio de fontes renováveis, pelo menos 50% de sua demanda anual de energia. A aplicação desse conceito em habitações de interesse social representa uma oportunidade para conciliar eficiência energética, sustentabilidade ambiental e viabilidade habitacional.

Dessa forma, o presente estudo tem como objetivo apresentar uma proposta arquitetônica de habitação unifamiliar de interesse social fundamentada em princípios bioclimáticos para a Zona Bioclimática 8, visando à redução do consumo energético e à melhoria do conforto térmico dos usuários. Espera-se que os resultados contribuam para a discussão sobre soluções habitacionais mais sustentáveis e resilientes, adequadas às condições climáticas da Amazônia brasileira.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1. Breve Histórico de Habitação de Interesse Social no Brasil

O processo de urbanização brasileiro intensificou-se a partir do século XIX, impulsionado pela expansão da cafeicultura, pela

substituição da mão de obra escrava pelo trabalho livre e pelo avanço da industrialização. Esse crescimento ocorreu de forma acelerada e, em grande parte, desordenada, consolidando o espaço urbano como elemento central do desenvolvimento socioeconômico do país (Paulo, 2018; Rubin; Bolfe, 2014; Santos, 1993).

Durante a República Velha (1889–1930), a atuação do Estado no setor habitacional foi limitada, predominando uma política de não intervenção influenciada pelos princípios do liberalismo econômico. As ações governamentais concentravam-se em medidas sanitárias e reformas urbanas voltadas à modernização das cidades, enquanto a provisão de moradias populares permanecia sob responsabilidade da iniciativa privada (FINEP; GAP, 1985; Maricato, 2000; Rolnik, 1981). Como consequência, as populações de menor renda foram progressivamente excluídas das áreas centrais, ocupando periferias e áreas com infraestrutura precária. Esse processo contribuiu para a formação do déficit habitacional e das desigualdades socioespaciais que ainda caracterizam grande parte das cidades brasileiras (Maricato, 2000; Rolnik, 1981).

As primeiras intervenções estatais relacionadas à habitação ocorreram no final do século XIX, por meio de legislações municipais que buscavam controlar as condições sanitárias urbanas. Essas medidas restringiam a permanência dos cortiços nas áreas centrais e incentivavam a construção de vilas operárias em regiões periféricas, contribuindo para os primeiros processos de segregação socioespacial e para o surgimento de demandas relacionadas ao transporte urbano (Rubin; Bolfe, 2014).

Nesse período, a preocupação das elites com as condições habitacionais populares estava fortemente associada ao combate às epidemias e à preservação da ordem urbana. Sob a influência do movimento higienista, cortiços passaram a ser considerados focos de insalubridade, motivando políticas de remoção e afastamento das populações de baixa renda dos centros urbanos. Dessa forma, as ações governamentais reforçaram a ocupação periférica e consolidaram padrões de exclusão socioespacial que marcaram o processo de urbanização brasileiro ao longo do século XX (Rubin; Bolfe, 2014; Villaça, 1986).

A partir da década de 1920, as políticas habitacionais passaram a ser influenciadas pelos ideais higienistas, defendendo a construção de moradias consideradas salubres como alternativa aos cortiços e habitações precárias. Paralelamente, foram ampliados os investimentos em infraestrutura urbana, especialmente nas redes de abastecimento de água e esgotamento sanitário. Nesse período, a difusão do Movimento Moderno e das experiências europeias de habitação social também influenciou as discussões sobre moradia no Brasil (Rubin; Bolfe, 2014).

Contudo, foi somente durante o governo Vargas (1930–1945) que o Estado assumiu papel mais ativo na questão habitacional, reconhecendo a incapacidade da iniciativa privada de atender à crescente demanda por moradias urbanas. Nesse contexto, a casa própria passou a ser entendida como um direito social e uma estratégia de promoção do desenvolvimento econômico e industrial (Bonduki, 2004; Rubin; Bolfe, 2014).

Entre as principais medidas adotadas destacou-se a Lei do Inquilinato, de 1942, que buscou regular os aluguéis e as relações

entre locadores e locatários. Entretanto, seus resultados foram limitados, contribuindo para a redução da oferta de moradias para aluguel e agravando o déficit habitacional nas cidades brasileiras (Bonduki, 1994). Posteriormente, a criação da Fundação da Casa Popular (FCP), em 1946, representou a primeira iniciativa federal voltada exclusivamente à produção de habitações populares. Apesar de sua importância, a instituição enfrentou limitações financeiras e operacionais, sendo substituída, em 1964, pelo Banco Nacional da Habitação (BNH), que inaugurou uma nova fase da política habitacional brasileira (Bonduki, 2004; Lima; Zanirato, 2019).

Durante o regime militar, o Banco Nacional da Habitação (BNH) consolidou-se como o principal instrumento da política habitacional brasileira. Embora tenha ampliado o acesso ao financiamento imobiliário, sua atuação foi amplamente criticada por favorecer os interesses do mercado imobiliário e da indústria da construção civil, em detrimento do atendimento efetivo à população de baixa renda. Além disso, o processo de urbanização acelerada e a valorização da terra urbana intensificaram a especulação imobiliária e contribuíram para a expansão periférica das cidades (Santos, 1993). Em razão de problemas financeiros, elevados índices de inadimplência e limitações operacionais, o BNH foi extinto em 1986 (Bendlin, 2020a).

No período pós-ditadura, diversos programas habitacionais foram implementados na tentativa de reduzir o déficit habitacional, como as iniciativas coordenadas pela Secretaria Especial de Habitação e Ação Comunitária (SEAC), o Programa de Ação Imediata para Habitação (PAIH), além dos programas Pró-Moradia e Habitar Brasil. Entretanto, dificuldades relacionadas ao financiamento, à gestão dos recursos e à instabilidade econômica limitaram os resultados dessas ações (Bendlin, 2020; Melo, 2008; Russo, 2015; Silva, 2022).

Apesar dos avanços institucionais observados entre as décadas de 1990 e 2000, o déficit habitacional permaneceu como um dos principais desafios urbanos brasileiros. Esse cenário evidenciou a necessidade de uma política habitacional mais abrangente, culminando, posteriormente, na criação do Programa Minha Casa Minha Vida (MCMV), em 2009, considerado o maior programa habitacional da história recente do país (Botega, 2007; P. Gremaud et al., 1996).

2.2. Tipologias Construtivas

O desempenho energético das edificações está diretamente relacionado às características da tipologia arquitetônica e às condições climáticas locais. Aspectos como implantação, contato com o solo, exposição da cobertura e configuração da envoltória influenciam significativamente as trocas de calor entre a edificação e o ambiente externo, impactando o conforto térmico e o consumo energético (Bavaresco et al., 2021; Carvalho, 2020).

No contexto brasileiro, a diversidade climática representada pelas oito zonas bioclimáticas exige a adoção de estratégias construtivas adequadas a cada região. Estudos demonstram que unidades habitacionais localizadas em contato com o solo tendem a apresentar melhor desempenho térmico em comparação às situadas em coberturas, que estão mais expostas à radiação solar e ao superaquecimento dos ambientes internos (Bavaresco et al., 2021; Kirch; Veiga, 2018; Rodrigues; Carlo, 2015).

Além da influência da tipologia, características da envoltória e das condições de implantação podem modificar significativamente o comportamento térmico das habitações de interesse social (HIS).

Dessa forma, a análise dessas variáveis torna-se fundamental para o desenvolvimento de estratégias projetuais mais eficientes e adaptadas às diferentes condições climáticas brasileiras (Bavaresco et al., 2021; Oliveira et al., 2012). Dados do Programa Minha Casa Minha Vida indicam que as tipologias predominantes nos empreendimentos habitacionais são casas e apartamentos, evidenciando a importância de compreender como essas configurações influenciam o desempenho ambiental das edificações (Bavaresco et al., 2021; Ministério do Desenvolvimento Regional, 2019).

As tipologias habitacionais apresentam variações significativas entre as regiões brasileiras, refletindo características urbanas, climáticas e socioeconômicas distintas. Enquanto nas regiões Sul e Sudeste predominam os apartamentos, nas regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste as casas constituem a principal tipologia habitacional. Algumas particularidades regionais também se destacam, como a predominância de empreendimentos de tipologia mista nos estados do Amazonas e Amapá, e de casas sobrepostas na Bahia. Essas diferenças evidenciam a importância de considerar as especificidades locais no planejamento habitacional, especialmente quando associadas a indicadores como déficit habitacional, densidade urbana e desempenho ambiental das edificações (Bavaresco et al., 2021).

2.3. Desempenho Térmico e Energético das Habitações de Interesse Social

A Habitação de Interesse Social (HIS) destina-se ao atendimento de famílias de baixa renda com dificuldades de acesso à moradia formal, sendo geralmente viabilizada por meio de programas

habitacionais e políticas públicas (Moreira, 2020). Entre as diferentes modalidades existentes, destacam-se as habitações unifamiliares, projetadas para atender uma única família e amplamente utilizadas nos programas habitacionais brasileiros. Em razão da necessidade de viabilidade econômica, essas moradias são caracterizadas por soluções construtivas de baixo custo, com áreas reduzidas e programas arquitetônicos simplificados, normalmente compostos por sala, cozinha, banheiro e dormitórios. Dessa forma, o projeto habitacional deve buscar o equilíbrio entre a racionalização dos recursos, a funcionalidade dos espaços e as condições adequadas de habitabilidade para os usuários (Moreira, 2020).

A habitação deve proporcionar proteção contra as intempéries e condições adequadas de conforto, segurança e qualidade de vida aos seus usuários. Nesse contexto, o aproveitamento dos recursos naturais e a adoção de estratégias construtivas eficientes tornam-se fundamentais para o desenvolvimento de edificações mais sustentáveis e energeticamente eficientes.

Considerando as condições climáticas de Manaus/AM, a proposição de soluções arquitetônicas adequadas pode contribuir para a redução da demanda energética e para a melhoria do conforto térmico. Para isso, são adotadas estratégias bioclimáticas fundamentadas na obra de Ferreira (2014), que aborda a integração de sistemas alternativos em habitações autossuficientes, e no software Climate Consultant 6.0, ferramenta que utiliza dados climáticos anuais para auxiliar na identificação de diretrizes projetuais compatíveis com as características ambientais locais. Na Figura 01, é possível ter compreensão de quais elementos serão apresentados.

Figura 01. Esquema em blocos dos aspectos relacionados à habitação autossuficiente adaptado pela autora.



Fonte: Livro “Habitação Autossuficiente: Interligação e Integração de Sistemas Alternativos”, página 6.

3. METODOLOGIA

3.1. Desenho Metodológico da Pesquisa

Com o intuito de alcançar os objetivos propostos desenhou-se o percurso metodológico orientado pela abordagem qualiquantitativa por se acreditar que essa modalidade de pesquisa possibilita ao pesquisador mesclar duas maneiras de coleta e análise de dados. Enquanto a abordagem qualitativa responde a questões particulares, é rico de dados descritivos e é flexível, a quantitativa vale-se de amostras amplas, de informações numéricas e descrições objetivas (Lakatos; Marconi, 2011). Sendo assim, esta abordagem possibilita analisar os números (quantitativo) de habitações de interesse social executadas no período de 2009 a 2024, e, simultaneamente, suas características construtivas (qualitativo) a fim de propor e fundamentar novas ideias de materiais, design e técnicas para a arquitetura sustentável.

Ressalta-se que entre as abordagens qualitativa e quantitativa não há uma melhor que a outra, mas sim a partir de suas especificidades

a abordagem mais adequada ao problema de pesquisa. Pode ocorrer ainda a necessidade da utilização das duas abordagens na mesma pesquisa o que se configura como método misto (Lehnhart; Tagliapietra, 2023). Para as referidas autoras, “Os métodos mistos implicam a coleta e a análise de dados quantitativos e qualitativos, bem como sua integração e discussão conjunta, a fim de realizar inferências como produto de toda a informação coletada e alcançar um maior entendimento do fenômeno em estudo” (Lehnhart & Tagliapietra, 2023, p. 52). Ainda sobre método misto Creswell (2021), descreve os seguintes procedimentos:

- Maneiras de integrar os dados quantitativos e qualitativos, como uma base de dados, podem ser usadas para verificar a precisão (validade) de outra base.
- Uma base de dados pode ajudar a explicar outra base pode permitir explorar diferentes tipos de perguntas em comparação com a exploradas por outra base.
- Uma base de dados pode contribuir para o aprimoramento de instrumentos quando estes não são adequados para uma amostra ou população.
- Uma base de dados pode se fundamentar em outras bases, e é possível alternar entre uma base de dados e outra durante um estudo longitudinal.

O método utilizado é o da revisão de escopo, pois esta possibilita “examinar estudos para tomada de decisão também no campo teórico-metodológico, a partir de mapeamento de teorias e metodologias que devem informar pesquisadores” (Cordeiro et al., 2019). A revisão de escopo é compreendida como uma metodologia

de pesquisa que mapeia e resume evidências, além de buscar explorar a amplitude dos principais conceitos existentes sobre determinado tema, identificando as lacunas das pesquisas existentes e informar pesquisas futuras (Aromataris et al., 2024).

Quanto à natureza das fontes utilizadas para a abordagem qualiquantitativa, é utilizada a pesquisa documental. Nesse caso, tem-se como fonte todo tipo de documentos, podendo ser impressos, digitais, fotos, documentos legais, entre outro (Severino, 2016). Durante o processo de coleta de dados, reuniu-se plantas baixas de habitação de interesse social já construídas na cidade de Manaus, além dos dados das obras, quantidade de unidades habitacionais, área construída, construtora responsável entre outras informações pertinentes. A coleta foi feita através de visitas a órgãos governamentais que poderiam possuir tais dados e materiais. Os órgãos contatados foram a Superintendência de Habitação (SUHAB), Unidade Gestora de Projetos Especiais (UGPE), Instituto Municipal de Planejamento Urbano (IMPLURB), Associação das Empresas do Mercado Imobiliário do Amazonas (ADEMI AM), Secretaria Municipal de Habitação e Assuntos Fundiários (SEMHAF), entretanto, apenas a SUHAB e a UGPE disponibilizaram dados impressos e plantas arquitetônicas digitais referentes a projetos de HIS em Manaus.

4. RESULTADOS

A análise dos estudos selecionados e das simulações realizadas demonstra que a incorporação de estratégias bioclimáticas em habitações de interesse social favorece o desempenho térmico das edificações e reduz a dependência de sistemas artificiais de climatização, especialmente em regiões de clima quente e úmido, como Manaus/AM. Os resultados demonstram que soluções passivas

de projeto, quando integradas desde a etapa de concepção arquitetônica, contribuem para a diminuição do consumo energético, promovendo maior eficiência ambiental e melhores condições de conforto térmico aos usuários.

A comparação entre as tipologias habitacionais convencionais e o modelo arquitetônico proposto permite identificar que a adequada orientação solar da edificação, a ventilação cruzada, a proteção das aberturas contra a incidência direta da radiação solar, o dimensionamento adequado dos beirais, a especificação de materiais com melhor desempenho térmico e a utilização de cores claras na envoltória constituem estratégias capazes de reduzir os ganhos excessivos de calor e melhorar o comportamento térmico da edificação ao longo do ano.

A análise dos dados climáticos de Manaus, obtidos por meio da plataforma ProjeTEEE, confirma as condições de elevada temperatura e umidade características da Zona Bioclimática 6A, evidenciando a necessidade de soluções arquitetônicas adaptadas às especificidades climáticas locais. Os dados indicam temperaturas compatíveis com a adoção prioritária de estratégias passivas de resfriamento, destacando a ventilação natural como um dos principais mecanismos para manutenção das condições de conforto térmico.

Sob a perspectiva da eficiência energética, os resultados indicam que a adoção integrada das estratégias bioclimáticas reduz a necessidade de utilização contínua de equipamentos de climatização artificial, contribuindo para a diminuição do consumo de energia elétrica e dos custos operacionais das habitações. Essa redução apresenta especial relevância para famílias de baixa renda,

uma vez que amplia a acessibilidade econômica da moradia e promove melhores condições de habitabilidade.

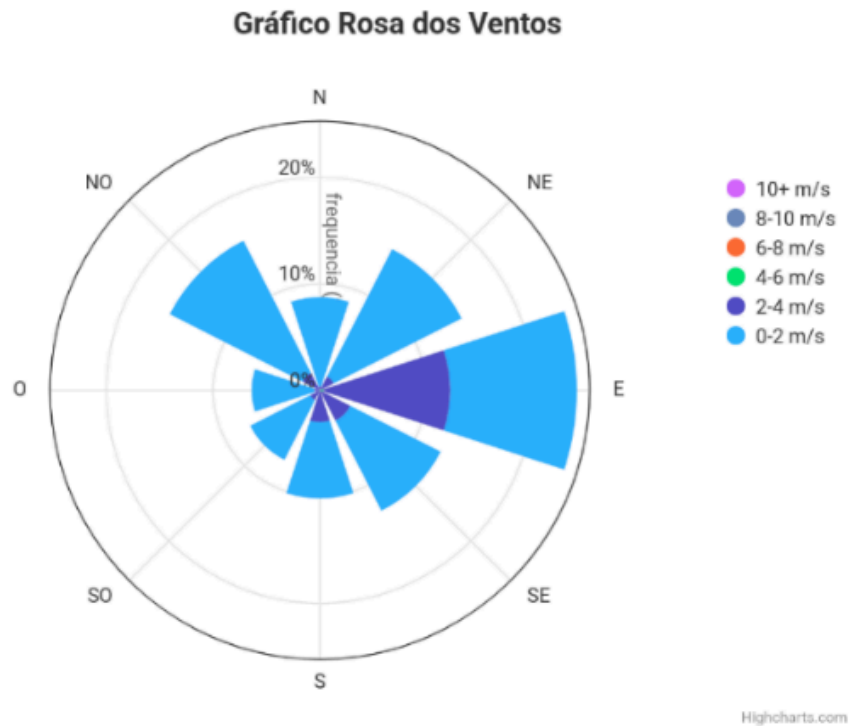
Além dos benefícios energéticos, o modelo arquitetônico proposto demonstra potencial para reduzir os impactos ambientais associados ao setor da construção civil, ao favorecer soluções passivas de condicionamento ambiental e minimizar as emissões indiretas relacionadas ao consumo de energia. Dessa forma, a proposta aproxima-se dos princípios das edificações de energia quase zero (NZEB), reforçando a importância da arquitetura bioclimática como estratégia de adaptação às mudanças climáticas e de promoção da sustentabilidade na habitação de interesse social.

Os resultados obtidos permitem consolidar diretrizes projetuais passíveis de aplicação em empreendimentos habitacionais destinados à população de baixa renda, oferecendo subsídios técnicos para profissionais da construção civil e gestores públicos na formulação de projetos e políticas habitacionais mais eficientes, resilientes e compatíveis com as condições climáticas da Amazônia.

Já a análise dos dados climáticos da rosa dos ventos revela a predominância de ventos provenientes do nordeste na cidade de Manaus/AM, variando para o norte ou leste, como se observa na figura 02. Esse entendimento é fundamental no processo de concepção arquitetônica, uma vez que orienta a correta implantação das aberturas, especialmente nas fachadas leste e oeste, favorecendo a ventilação cruzada, a circulação eficiente do ar e, conseqüentemente, a promoção do conforto térmico e do arejamento dos ambientes. O estudo dos fluxos e direções dos ventos é uma das estratégias indispensáveis para a definição de

soluções arquitetônicas mais adequadas às condições climáticas locais.

Figura 02. Gráfico da rosa dos ventos na cidade de Manaus/AM.



Fonte: Projeteee (2025).

A radiação solar, enquanto forma de energia emitida pelo Sol, propaga-se por meio de ondas eletromagnéticas e apresenta-se em três faixas distintas do espectro: ultravioleta, visível e infravermelha. Essa energia incide diretamente sobre os edifícios, influenciando tanto os ganhos térmicos quanto o aproveitamento da luz natural no interior dos ambientes. Nesse contexto, a análise do comportamento da radiação ao longo do ano torna-se essencial para a definição da orientação das edificações, uma vez que o posicionamento adequado em relação ao sol permite mitigar o excesso de calor, reduzir a dependência de sistemas artificiais de climatização e iluminação, e, conseqüentemente, diminuir o consumo energético. A correta interpretação dos gráficos solares — que demonstram os ângulos de incidência solar de acordo com a latitude, as estações do ano e os horários — viabiliza a elaboração de estratégias de proteção,

como dispositivos de sombreamento eficientes, bem como o dimensionamento adequado de aberturas e superfícies envidraçadas (Frota; Schiffer, 2001).

Além do conforto térmico e lumínico, é fundamental para a concepção de sistemas de captação de energia solar, como os painéis fotovoltaicos, otimizando seu desempenho conforme as condições locais de insolação. Portanto, integrar o entendimento da radiação solar ao processo projetual não apenas promove ambientes mais confortáveis e energeticamente eficientes, como também contribui significativamente para a sustentabilidade das edificações (Neves, 2006).

Figura 03. Gráfico da radiação média mensal na cidade de Manaus/AM.



Fonte: Projeteee (2025).

A partir da análise dos dados climáticos — incluindo temperatura, regime de ventos e radiação solar —, propõe-se um modelo inicial de habitação de interesse social com padrão NZEB. O projeto

considera as dimensões mínimas estabelecidas pela legislação vigente para habitações sociais, bem como a seleção criteriosa de materiais que garantam o melhor custo-benefício, visando tanto a viabilidade econômica quanto o desempenho energético e funcional da edificação.

Figura 04. Implantação. / **Figura 05.** Vista Isométrica.



Fonte: Arquivos das autoras.

No modelo arquitetônico proposto, foram adotadas diversas estratégias bioclimáticas com o intuito de otimizar o desempenho térmico e promover maior eficiência energética, alinhando-se aos princípios da sustentabilidade ambiental. Inicialmente, destaca-se a implementação de amplas aberturas nas fachadas voltadas para os quadrantes leste e oeste, de modo a favorecer a captação dos ventos predominantes na região. Essa medida visa potencializar a ventilação cruzada natural, fundamental para o conforto térmico interno, além de reduzir a dependência de sistemas mecânicos de climatização.

Figura 06. Cortes indicando a passagem dos ventos.



Fonte: Arquivos das autoras.

De acordo com Projeteee (2025), a ventilação natural exerce funções de renovação do ar, resfriamento psicofisiológico e convectivo. Os sistemas passivos baseiam-se em diferenças de pressão, oriundas do vento (ventilação cruzada) ou da variação de temperatura (efeito chaminé). Sua eficiência depende do correto posicionamento das aberturas, da direção dos ventos e da diferença térmica entre interior e exterior. Contudo, apresenta limitações em climas de elevada umidade, já que não reduz a umidade do ar.

Complementarmente, apesar dos dados conflitantes entre radiação solar *versus* ventos predominantes, a qual é recomendado definir aberturas nas fachadas sob menor impacto de radiação, a cobertura da edificação foi projetada para Leste-Oeste, apresentando técnicas de sombreamento (proteções horizontais) que minimizam a incidência direta da radiação solar nos horários críticos. Essa estratégia contribui significativamente para a mitigação das cargas térmicas internas, proporcionando ambientes mais frescos e termicamente confortáveis.

Figura 07. Proteções horizontais para prevenção da intensa radiação solar direta.



Fonte: Arquivos das autoras.

Associado a isso, propõe-se a inserção de elementos de paisagismo, utilizando espécies vegetais estrategicamente posicionadas para promover sombreamento natural, criar barreiras contra a radiação solar e, conseqüentemente, reduzir o ganho de calor nas superfícies externas da edificação.

Figura 08. Uso da vegetação como eficiente elemento externo para proteção solar.



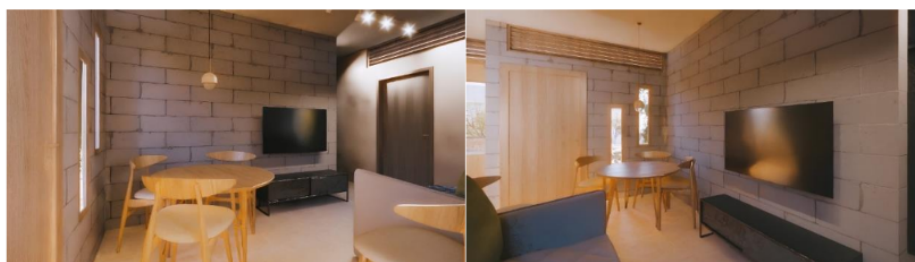
Fonte: Arquivos das autoras.

Quanto à especificação dos materiais, priorizou-se o uso de materiais de alta capacidade térmica e baixa absorção de calor, como a parede em bloco cerâmico e o piso cerâmico. Tais materiais, além de contribuírem para a manutenção de temperaturas internas mais amenas, possuem elevada durabilidade, baixa manutenção e são amplamente disponíveis no mercado local, o que reforça o compromisso com a sustentabilidade econômica e ambiental do projeto.

Adicionalmente, incorpora-se no desenho da edificação o uso de blocos de parede do tipo Ecogreen, cuja aplicação na área de serviço desempenha múltiplas funções. Este elemento atua tanto como uma barreira visual, garantindo privacidade aos usuários, quanto

como um dispositivo de ventilação permanente, favorecendo o arejamento contínuo dos espaços. Ademais, seu valor estético agrega qualidade ao ambiente externo, reforçando a harmonia visual do conjunto arquitetônico.

Figura 09. Vistas da sala de estar/jantar.



Fonte: Arquivos das autoras.

Figura 10. Vista da cozinha e entrada principal.



Fonte: Arquivos das autoras.

O projeto também contempla a adoção de pé-direito elevado, estratégia fundamental para a eficiência da ventilação natural, uma vez que permite a estratificação do ar quente, facilitando sua exaustão pelos pontos mais altos da edificação. Essa solução promove uma melhoria significativa nas condições de conforto térmico, especialmente em contextos de clima quente e úmido, como o da região amazônica. Por fim, destaca-se a utilização de materiais naturais, renováveis e de fácil acesso, como a madeira e as

telhas térmicas, que, além de reduzirem os impactos ambientais decorrentes da construção civil, contribuem para a criação de uma arquitetura mais resiliente, eficiente e integrada ao contexto sociocultural e ambiental local.

Figura 11. Planta baixa dos três modelos de layout propostos.



Fonte: Arquivos das autoras.

Figura 12. Planta baixa do modelo de 1 dormitório.



Fonte: Arquivo das autoras.

Figura 13. Planta baixa do modelo de 2 dormitórios.



Figura 14. Planta baixa do modelo de 3 dormitórios.



Fonte: Arquivo das autoras.

5. CONCLUSÃO/CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa demonstra que a aplicação de estratégias bioclimáticas no projeto de habitações unifamiliares de interesse social constitui uma alternativa eficaz para melhorar o conforto térmico dos usuários e reduzir a demanda por sistemas artificiais de climatização em Manaus/AM. A adoção de soluções arquitetônicas compatíveis com as condições da Zona Bioclimática 8, como a adequada orientação da edificação, a ventilação natural, a proteção solar das aberturas, a especificação de materiais apropriados e a otimização da envoltória, favorece o desempenho térmico da edificação e contribui para a diminuição do consumo energético residencial.

Os resultados permitem concluir que o objetivo proposto é alcançado ao apresentar um modelo arquitetônico fundamentado em princípios bioclimáticos, demonstrando que a integração dessas estratégias ao projeto arquitetônico representa uma solução tecnicamente viável para a produção de habitações mais eficientes, sustentáveis e adaptadas às condições climáticas da Amazônia. Dessa forma, responde-se ao problema de pesquisa ao evidenciar que o emprego de estratégias passivas de condicionamento ambiental promove ganhos simultâneos em eficiência energética, conforto ambiental e qualidade de vida dos moradores.

Como contribuição teórica, o estudo amplia as discussões sobre arquitetura bioclimática aplicada à habitação de interesse social em regiões tropicais úmidas, reunindo diretrizes projetuais voltadas às especificidades climáticas amazônicas. No âmbito prático, oferece subsídios para arquitetos, engenheiros, gestores públicos e formuladores de políticas habitacionais no desenvolvimento de empreendimentos com menor impacto ambiental, maior eficiência energética e potencial de redução dos custos operacionais das moradias.

Entre as limitações da pesquisa, destaca-se a utilização de análises fundamentadas em dados climáticos e em simulações aplicadas a um modelo arquitetônico específico, o que restringe a generalização dos resultados para outras tipologias habitacionais e diferentes contextos climáticos. Recomenda-se que estudos futuros realizem avaliações em edificações construídas e monitoradas em condições reais de uso, bem como ampliem as análises para diferentes sistemas construtivos, materiais e cenários climáticos, contribuindo para o aperfeiçoamento de soluções habitacionais de baixo

consumo energético e alinhadas aos princípios das edificações de energia quase zero.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AROMATARIS, E. et al. JBI Manual for Evidence Synthesis. [S.l.: S.n.]. Disponível em: <https://synthesismanual.jbi.global>. Acesso em: 8 jun. 2025.

BAVARESCO, Mateus V. et al. Aspectos impactantes no desempenho energético de habitações de interesse social brasileiras: revisão de literatura. Ambiente Construído, v. 21, n. 1, p. 263–292, jan. 2021.

BENDLIN, Ana Carolina. Programas habitacionais anteriores ao MCMV fizeram muito pouco pra resolver o déficit habitacional. Disponível em: <https://imobireport.com.br/imobi-report-explica/programas-habitacionais-anteriores-ao-mcmv-fizeram-muito-pouco-pra-resolver-o-deficit-habitacional/>. Acesso em: 10 jun. 2026.

BONDUKI, Nabil. Origens da habitação social no Brasil. 4. ed. São Paulo: Estação Liberdade, 2004.

BONDUKI, Nabil. Origens da habitação social no Brasil. JSTOR, v. 29, p. 711–732, 1994.

BOTEGA, Leonardo. De Vargas a Collor: urbanização e política habitacional no Brasil. Espaço Plural, p. 66–72, 2007.

CARVALHO, Aline de. Tipologia na Arquitetura Industrial. Anais do I Encontro Nacional Arte e Patrimônio Industrial, 10 jan. 2020.

COELHO, C. A. W. et al. Mudança do clima no Brasil: síntese atualizada e perspectivas para decisões estratégicas. Brasília: Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação, 2024.

CORDEIRO, Luciana et al. Revisão de escopo: potencialidades para a síntese de metodologias utilizadas em pesquisa primária qualitativa. [S.l.: S.n.].

CRESWELL, John W. Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto. 5. ed. Porto Alegre: Penso, 2021.

FERREIRA, Antônio Domingos Dias. Habitação Autossuficiente: Interligação e Integração de Sistemas Alternativos. 1. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2014.

FINEP; GAP. Habitação popular: inventário da ação governamental. Rio de Janeiro: [S.n.].

GERHARDT, Tatiana Engel; SILVEIRA, Denise Tolfo. Métodos de pesquisa. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

GREMAUD, Amaury Patrick et al. Economia Brasileira Contemporânea. 4. ed. São Paulo: Atlas, 1996.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Cambridge: Cambridge University Press, 2023.

KIRCH, Rodolfo Marue; VEIGA, Sampaio. Análise dos parâmetros de entrada para a predição da carga térmica de uma residência multifamiliar através da nova proposta do regulamento brasileiro de etiquetagem. [S.l.: S.n.].

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. Metodologia Científica. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2011.

LAMBERTS, Roberto et al. Revisão de literatura sobre eficiência energética e conforto ambiental nas habitações de interesse social no Brasil. [S.l.: S.n.]. Disponível em: <https://hablabeee.ufsc.br/static/resultados/relatorios/HB-RL-01-2023-01.pdf>. Acesso em: 13 jan. 2026.

LEHNHART, E. R.; TAGLIAPIETRA, R. D. Metodologia da pesquisa. 1. ed. Santa Maria: Coordenadoria de Tecnologia Educacional CTE, 2023.

LIMA, B. A. A.; ZANIRATO, S. H. Habitação Social e Mudanças Climáticas em São Paulo: potencialidades e limites da reabilitação de edifícios vazios no centro como medida de adaptação e mitigação. Anais XVIII ENANPUR, maio 2019.

MACHADO, Rayner Maurício e Silva. Zoneamento bioclimático brasileiro. Florianópolis: Laboratório de Eficiência Energética em Edificações, Universidade Federal de Santa Catarina, 2025. Disponível em: <https://labeee.ufsc.br/zoneamento>. Acesso em: 25 jun. de 2026.

MARICATO, Ermínia. Urbanismo na periferia do mundo globalizado: metrópoles brasileiras. [S.l.: S.n.]. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/spp/a/fZCnFGwPC3Yks9tXCg4MP8B/?lang=pt>. Acesso em: 9 maio 2026.

MELO, Marcus André Barreto Campelo de. Políticas públicas e habitação popular: continuidade e ruptura, 1979-1988. RUA: Revista de Urbanismo e Arquitetura, v. 2, 2008.

MINAYO, Maria Cecília de Souza; GOMES, Suely Ferreira Deslandes Ramos. Pesquisa social: teoria, método e criatividade. 26. ed. Petrópolis: Vozes, 2013.

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL. Programa Minha Casa Minha Vida – Contratações Brasil (2009-2019). Brasília: [S.n.]. Disponível em: <https://cbic.org.br/wp-content/uploads/2019/04/Apresenta%C3%A7%C3%A3o-MDR.pdf>. Acesso em 13 maio 2026.

MOREIRA, S. O. O que é Habitação de Interesse Social? Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/925932/o-que-e-habitacao-de-interesse-social>. Acesso em 15 jun. 2026.

OLIVEIRA, Liader et al. Importância da Definição da Temperatura do Solo para o Processo de Simulação Termoenergética de Edificações. Juiz de Fora: [S.n.]. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/317570029_IMPORTANCIA_DA_DEFINICAO_DA_TEMPERATURA_DO_SOLO_PARA_O_PROCESO_DE_SIMULACAO_TERMOENERGETICA_DE_EDIFICACOES. Acesso em: 24 jun. 2026.

PAULO, R. F. Crescimento Urbano Desordenado. Porto Alegre: Editora Fi, 2018.

PRODANOV, Cleber Cristiano; FREITAS, Ernani Cesar de. Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico. Novo Hamburgo: [S.n.].

RODRIGUES, Thiago; CARLO, Joyce. Níveis de eficiência da envoltória de unidades habitacionais do Programa Minha Casa Minha Vida em zonas bioclimáticas de 5 a 8. [S.l.: S.n.].

ROLNIK, Raquel. Cada um no seu lugar: São Paulo, início da industrialização, geografia do poder. São Paulo: USP, 1981.

RUBIN, Graziela Rossatto; BOLFE, Sandra Ana. O desenvolvimento da habitação de interesse social no Brasil. *Ciência e Natura*, v. 36, n. 2, 2014.

RUSSO, E. O. O Conceito de Déficit Habitacional no Brasil. Contexto de elaboração sob a ótica do sistema simbólico. In: XVI Encontro Nacional da Associação Nacional de Planejamento Urbano e Regional, 2015, Belo Horizonte. Espaço, Planejamento e Insurgências: Alternativas Contemporâneas para o Desenvolvimento Urbano e Regional, 2015.

SANTOS, Milton. A urbanização brasileira. São Paulo: Hucitec, 1993.

SCHEUER, Junior Miranda et al. Planejamento urbano, áreas verdes e qualidade de vida. [S.l.: S.n.]. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/317962134_Planejamento_urbano_areas_verdes_e_qualidade_de_vida. Acesso em: 10 maio 2025.

SCHONARDIE, Elenise Felzke; STOLL, Sabrina Lehnen; SOUZA, Carina Lopes de. Mudança climática e o direito à moradia: reflexões sobre as suas implicações na habitação social. *Revista Direito e Justiça: Reflexões Sociojurídicas*, v. 23, n. 47, p. 5–22, 2023.

SEVERINO, Antônio Joaquim. Metodologia do Trabalho Científico. 24. ed. São Paulo: Cortez, 2016.

SILVA, G. J. P. Programa Nacional de Mutirões, PAIH e Habitar Brasil (1986 a 1995). Disponível em:

<https://habitacaosocial.home.blog/2022/08/26/programa-nacional-de-mutiroes-paih-e-habitar-brasil-1986-a-1995/>. Acesso em: 15 jun. 2026.

UNEP. Global Status Report for Buildings and Construction. Nairobi: United Nations Environment Programme, 2023. Disponível em: https://globalabc.org/sites/default/files/2024-11/global_status_report_buildings_construction_2023.pdf. Acesso em: 13 fev. 2026.

VILLAÇA, Flávio. O que todo cidadão precisa saber sobre habitação. São Paulo: Global, 1986.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal do Amazonas (UFAM), por meio do Programa de Pós-Graduação em Design, pela oportunidade de cursar o mestrado e por tornar a educação acessível a todos os membros da sociedade, independentemente de sua condição social ou financeira.

À minha orientadora, Professora Dra. Caren Michels, pela orientação dedicada, pelo conhecimento compartilhado, pelas valiosas contribuições ao longo desta pesquisa, pela confiança depositada em meu trabalho e pelo incentivo constante.

Agradeço também à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (FAPEAM) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo suporte financeiro para a realização desta pesquisa de mestrado e por acreditarem na

importância deste trabalho para a academia e o desenvolvimento da sociedade.

¹ Discente do Curso de Pós-graduação em Design da Universidade Federal do Amazonas. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#). Lattes: <http://lattes.cnpq.br/1237969868426546>

² Doutora em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Santa Catarina. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#). Lattes: <http://lattes.cnpq.br/8461410611417570>