

UM CHAMADO PARA O RESGATE: influências do design passivo no conforto térmico da arquitetura amazonense

A CALL TO RESCUE: influences of passive design on the thermal comfort of amazonian architecture

PEREIRA, Lucas Batista; Mestrando; Universidade Federal do Amazonas

lucas.batista@ufam.edu.br

BRITO, Thays Obando; Doutora; Universidade Federal do Amazonas

thaysobando@ufam.edu.br

CERETO, Marcos Paulo; Doutor; Universidade Federal do Amazonas

mcereto@ufam.edu.br

Resumo

As mudanças climáticas globais têm provocado um aumento significativo nas temperaturas, afetando diversas regiões do Brasil com variações bioclimáticas extremas. A cidade de Manaus é uma das mais impactadas, resultando em problemas urbanos relacionados ao microclima. A demanda crescente por ar-condicionado intensifica o consumo de energia e as emissões de gases poluentes. Edifícios mal projetados enfrentam superaquecimento, exacerbando a necessidade de energia. No Amazonas, o crescimento urbano desordenado ao longo de períodos históricos contribuiu para esses problemas. Este estudo resgata estratégias de conforto térmico na região e destaca a importância de preparar edifícios para as condições climáticas adversas, adotando estratégias de design passivo. Essas técnicas visam melhorar o conforto térmico e reduzir o consumo de energia, promovendo uma composição urbana sustentável.

Palavras Chave: resgate; design passivo; conforto térmico e arquitetura amazonense.

Abstract

Global climate change has caused a significant increase in temperatures, affecting several regions of Brazil with extreme bioclimatic variations. The city of Manaus is one of the most impacted, resulting in urban problems related to the microclimate. The growing demand for air conditioning intensifies energy consumption and polluting gas emissions. Poorly designed buildings face overheating, exacerbating energy needs. In Amazonas, disorderly urban growth over historical periods contributed to these problems. This study highlights thermal comfort strategies in the region and highlights the importance of preparing buildings for adverse weather conditions and adopting passive design strategies. These techniques aim to improve thermal comfort and reduce energy consumption, promoting a sustainable urban composition.

Keywords: rescue; passive design; thermal comfort and amazonian architecture.

1. Introdução

Conforme o Painel Internacional sobre Mudanças Climáticas (IPCC), as condições climáticas globais têm mudado ao longo do século passado e deverão tornar-se geralmente mais quentes ao longo deste século. No Brasil, há uma imensa variedade bioclimática, isso acaba agravando os impactos de altas temperaturas em algumas regiões, causando sensações térmicas extremas e efeitos colaterais até mesmo na saúde pública (ESPINOZA et al., 2023).

Em levantamento publicado pela revista Plos Medicine (2019), aponta a cidade de Manaus e região metropolitana como uma das cidades brasileiras com maior índice de aumento de temperatura do país (ZHAO et al., 2019). Por sua vez, uma cadeia de problemáticas é gerada em áreas urbanas, principalmente relacionadas às mudanças em seu microclima (temperatura do ar, umidade, ventos, etc.), e isso fica evidente quando se compara com áreas menos povoadas na mesma região (ESPINOZA et al., 2023).

Com todos esses impactos climáticos negativos que influenciam na alta das temperaturas, não surpreende que o aumento na demanda por ar-condicionado seja crescente (IEA, 2023). A energia consumida e as emissões de gases poluentes produzidas por esses aparelhos devem triplicar de hoje até o ano de 2050, segundo a Agência Internacional de Energia (IEA, 2021).

Quando edifícios mal projetados enfrentam condições climáticas mais quentes, superaquecimento de ambientes internos e o aumento da demanda por energia podem se tornar críticos devido ao aumento da energia solar incidindo calor sobre as superfícies dos materiais presentes, bem como ganhos de calor convectivos e condutivos através da parte externa do edifício (NABONI; GARCIA, 2017). Além da má arquitetura, a degradação do ambiente natural em seu entorno é peça fundamental para o agravamento na alta das temperaturas.

O estado do Amazonas é um dos estados que fazem parte da Amazônia Legal, e essa região vem sofrendo ativamente ao passar dos anos com esses problemas, principalmente após o grande crescimento urbano desordenado, influenciado principalmente por alguns períodos históricos, como a época áurea da borracha entre 1870 e 1912 e a implementação da Zona Franca de Manaus no final dos anos de 1950 (NOGUEIRA et al., 2007). Para entender como a região enfrentou a questão termo climática durante este período, será apresentado um resumo sobre épocas importantes para o contexto térmico atual do estado.

Assim, tanto os edifícios existentes como os novos precisam estar preparados para o agravamento das condições climáticas, que aumenta inevitavelmente o consumo de energia durante as altas frequentes das temperaturas. Para enfrentar esses desafios, a estratégia em adotar o design passivo retorna com força e fica em evidência, tais como proteção solar externa, sistema de fenestração e ventilação natural, frequentemente adotados em alguns países para justamente mitigar o calor e reduzir o consumo de energia quase por completo.

Dentre os pontos abordados, são enfatizadas as questões de conforto térmico, com a intenção de evidenciar técnicas de design passivo empregadas durante as épocas em que não havia uso excessivo da ventilação mecanizada no estado. Por fim, a rogativa é pelo resgate de alternativas eficientes de se empregar o design passivo junto à arquitetura atual, de modo a proporcionar uma boa qualidade de conforto térmico de forma limpa nas construções da região.

2. Conforto térmico na arquitetura nativa do Amazonas

É bom levar em consideração que, apesar de a região amazônica, por muitas vezes, ser classificada como uma região com características comuns em todo seu território, possui uma grande variabilidade em seu bioclima (Reis, 1969). Dentro dessa variação de bioclima amazônico, também é notável a variação de povos nativos na região, sendo impossível distinguir características peculiares de cada um.

Partindo do ponto de vista das influências construtivas mais comuns entre os indígenas, é possível perceber que os abrigos produzidos, são aqueles que de alguma forma não foram desenhados, foram concebidos de formas instintivas com o intuito de cumprir de forma simples suas funções devido à limitação de formas de manejo, os materiais utilizados que eram em sua maioria galhos das árvores, os pedaços de caules, as folhas, os cipós para amarração, o barro, as pedras etc. (Melo, 2019). É nesse tipo de abrigo que encontramos a maior presença arquitetônica, onde os elementos estão dispostos ordenadamente, com formas diferenciadas e para fins específicos como é representada na Figura 1.

Figura 1 – Composição de uma aldeia Yanomami, nativa da Amazônia



Fonte: Gnipper Trevisan/FUNAI/Hutukara (2016)

Esse tipo de arquitetura mais rústica, sem uma intenção estética como ponto a ser evidenciado na construção, usando elementos direto da natureza regional, é conhecido como arquitetura primitiva. Segundo Melo (2019), no sentido construtivo, o primitivismo implica a imposição de necessidades ambientais, como proteção climática ou de predadores, ou seja, introdução da intervenção humana sobre o espaço natural e a criação de um “microclima artificial”

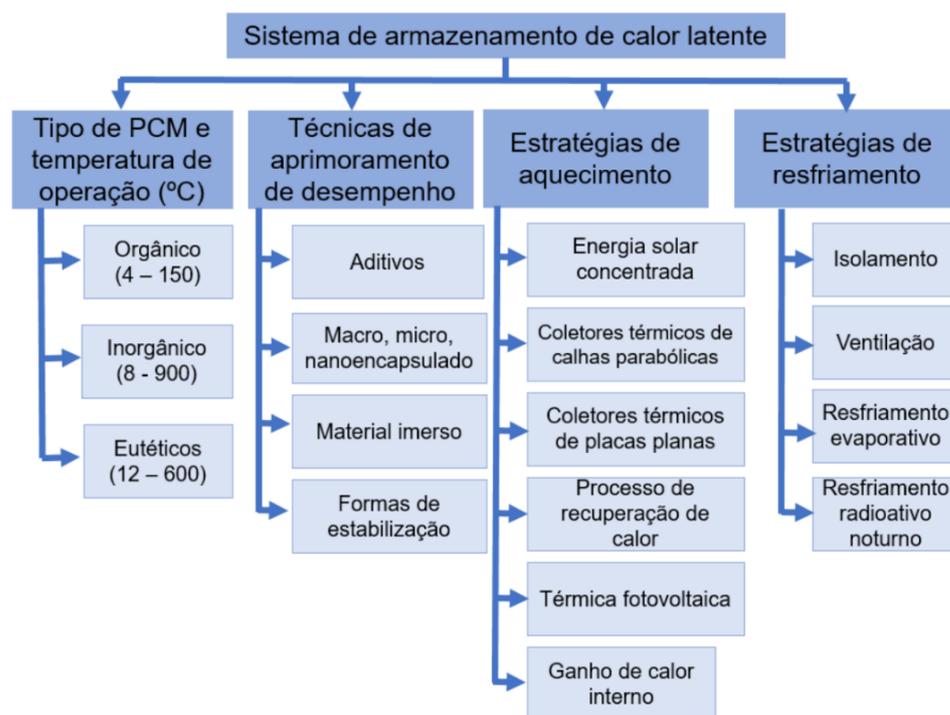
(Branco, 1993).

A herança construtiva dos povos nativos da região amazônica basicamente cumpriu objetivos estritamente funcionais (MELO, 2019). Assim, determinaram quais os materiais presentes no entorno que melhor supririam a necessidade de proteção contra as intempéries da natureza, animais perigosos e possivelmente inimigos de outros grupos (Almeida & Yamashita, 2016).

Entrando no contexto de conforto térmico, é possível notar que, dentro das especificidades dos componentes construtivos escolhidos pelos povos indígenas da região, geralmente são oriundos de fontes orgânicas presentes no entorno, como madeira, folhas e galhos. Esses componentes apresentam algumas características de materiais de mudança de fase, ou em inglês Phase Change Materials (PCM's), em sua composição orgânica.

Os PCMs armazenam ou liberam energia na forma de calor latente durante a mudança de fase e podem ser utilizados para auxiliar no controle das condições térmicas ambientais (Figura 2), numa faixa específica de temperatura (J. CHEN *et al.*, 2023). Como a madeira natural é característica de microestrutura anisotrópica e apresenta muitos poros com ampla distribuição de diâmetro, essas acabam resultam em vantagens únicas e aplicação no gerenciamento térmico (H. Chen *et al.* 2022). A Figura 01 esquematiza as estratégias de armazenamento de calor latente da madeira.

Figura 2 – Estratégia de armazenamento de calor latente



Fonte: Adaptada de Rao, Parameshwaran e Ram (2018)

Mediante o contexto, conclui-se que a influência das técnicas construtivas indígenas, em geral, segue um padrão intuitivo e convencional, através do emprego dos materiais e métodos utilizados em suas construções, principalmente moradias. O uso de matéria-prima regional, basicamente de origem orgânica, tem grande potencial de controle de calor que exerce influência no conforto térmico e ambiental.

3. Conforto térmico na arquitetura durante o ciclo da borracha

Para entender esse período construtivo durante o ciclo da borracha, é necessário conhecer o cenário histórico da capital do estado na época em questão. A cidade de Manaus foi cenário, durante a segunda metade do século XIX, de um período modernizador promovido pela economia da extração do látex (BRAGA, 2016).

Ao experimentar essa dita modernidade, criou-se um discurso engrandecedor, enaltecendo que apresentava a cidade como um local de civilidade, de grandeza e riqueza exacerbada, um local de elite e para elite na qual tudo se importava do exterior. De certa forma, esse crescimento econômico acabou gerando uma forma de segregação na cidade.

Segundo Braga (2016), Manaus apresentava duas realidades sociais, um presente em seu centro, com grande influência europeia, a chamada Belle Époque. Outro cenário era a Manaus nativa, representada pela cultura regional de aldeias e malocas que foram empurradas para as periferias.

A arquitetura da elite manauara possuía traços do ecletismo europeu, presentes em suas construções majestosas e imponentes para a região durante aquele período. Já a arquitetura da população comum seguia as influências regionais indígenas e, posteriormente, também recebeu influência da migração de trabalhadores atraídos de outras regiões do país para o manejo da borracha (DAOU, 2014).

Em um contexto geral, a arquitetura da região apresenta duas influências perceptíveis em suas composições. Desses dois estilos durante este período, os maiores símbolos de construções presentes em Manaus e na região metropolitana, são o teatro Amazonas com a imponência dos traços europeus aliado ao contraste das palafitas que mesclavam a herança dos povos nativos com as necessidades da população mais humilde da época (DOS SANTOS, 2008).

Para abordar a especificidade do tema, relacionado a conforto térmico, o primeiro estilo a ser apresentado, será o estilo mais rústico que acabou evoluindo para uma arquitetura mais consciente e vernacular dos ribeirinhos e a população menos afortunada da época. Vale ressaltar que muitos dos pontos negativos estão relacionadas as limitações da época e o crescimento populacional que saíram do controle (Loureiro, 2015).

De acordo com Celuppi *et al.* (2021), as habitações ribeirinhas do Amazonas mantêm uma relação direta com a natureza, são desenvolvidas a partir da arquitetura vernacular, tornando-se um exemplo da relação entre fatores sociais, culturais, ecológicos e econômicos. Esse uso de matéria-prima com pouca industrialização acaba resultando no impacto direto nos índices de conforto térmico.

Além dos materiais vindos quase de forma direta da natureza, essa característica é uma herança da arquitetura nativa indígena, as construções ribeirinhas durante a época áurea da borracha, tiveram que se adaptar ao crescimento rápido da urbanização e passam a ser empurradas para as periferias da cidade, sendo essas periferias são mais próximas a zonas de mata, margens de rios e igarapés como é mostrada na Figura 3.

Figura 3 – Porto de Manaus, palafitas, flutuantes e terra firme. (1920)



Fonte: Cidade flutuante: uma Manaus sobre as águas (1920-1967), Souza (2010)

Esse tipo de arquitetura ribeirinha vernacular acaba tendo três tipologias de implantação: sobre a água em “flutuantes”, híbrida por meio de “palafitas” e “construções de chão” em áreas secas (CELUPPI *et al.*, 2021). Apesar de ser uma arquitetura com uma evolução de concepção, pensando em uma compatibilização de ambientes e buscando uma certa estética em suas fachadas, a arquitetura ribeirinha da época ainda não levava em sua grande maioria a aplicação de técnicas de conforto térmico.

O que pode ser levado como condicionante a um bom desempenho térmico em alguns exemplos de construções ribeirinhas é justamente a implantação muito próxima a grandes áreas de florestas e rios. Obviamente, algumas construções tiveram em suas características um objetivo de mitigar impactos térmicos negativos, mas, em uma linha média dentro da literatura, não havia técnicas que não fossem intuitivas de conforto térmico dentro dessas construções.

Em contrapartida, a arquitetura com origem europeia possuía características, no ponto de vista técnico, bem mais sofisticadas, estéticas e modernas para época e para região (DAOU, 2014). Manaus é citada, em algumas fontes, como a primeira capital brasileira a possuir energia elétrica, mas essa energia ainda era bem limitada e o uso de ventilação mecânica era impensável na época.

A burguesia possuía acesso a essa arquitetura mais evoluída, que já trazia em suas origens, desde as aplicações na Europa, características que buscavam obter uma qualidade térmica eficaz. Lembrando que, na época em questão, ainda estava longe do advento da ventilação mecânica e do ar condicionado.

A arquitetura europeia, dentro da região norte, trazia aspectos ecléticos em suas fachadas e uma grande imponência decorativa (MESQUITA, 2006). No interior dos edifícios, não era diferente, é possível identificar conforme o exemplo da Figura 4, um dos ícones da arquitetura amazonense preservado até os dias atuais, o Palácio Rio Negro possui pé direito alto, grandes janelas e ambientes espaçosos onde a circulação de ar se tornava mais agradável.

Figura 4: Exterior e interior do Palácio Rio Negro, Manaus.



Fonte: Ensaio Palácio Rio Negro, Borsari (2022)

Segundo Ramos (2022), em pesquisa de desempenho térmico realizada em construções ecléticas do início do século XX no Amazonas, apresentaram resultados satisfatórios acima de 50% de conforto térmico, para época de construção. Apesar de a qualidade do conforto térmico ser melhor nos edifícios com esse estilo de arquitetura em Manaus, esse uso não era aplicado de uma forma específica para a Amazônia e sim para um contexto temporal de ausência de ventilação mecânica.

4. Conforto térmico na arquitetura moderna do Amazonas

O modernismo na arquitetura traz em seu contexto pontos a serem levados em consideração que potencializem a boa interação humana com o projeto (SCHULZ, 2005). Apesar de ser uma forma de simplificar a arquitetura, a arquitetura moderna não é um estilo de arquitetura comum.

Com a demanda da difusão de uma modernidade pelo país, a arquitetura foi extremamente necessária nesse processo de modernização (LEONÍDIO, 2007). Esse evento acaba causando mais uma variação da arquitetura moderna, que inicialmente se moldava de uma forma geral, mas estava entrando em um país com características de uma geografia tropical, portanto, era necessária uma adaptação as variações de cada região.

Manaus figurava nesse cenário moderno como uma cidade que já possuía uma bagagem histórica peculiar, entre 1880 e 1910, durante a época áurea da borracha, a capital tinha sido uma das cidades mais ricas e avançadas tecnologicamente do Brasil, com muita influência europeia em sua composição urbana (MESQUITA, 2006). Era perceptível na capital amazonense, um conflito arquitetônico entre as heranças da arquitetura neoclássica e eclética europeia que contrastavam com a arquitetura ribeirinha (DA COSTA & SILVA FILHO, 2016).

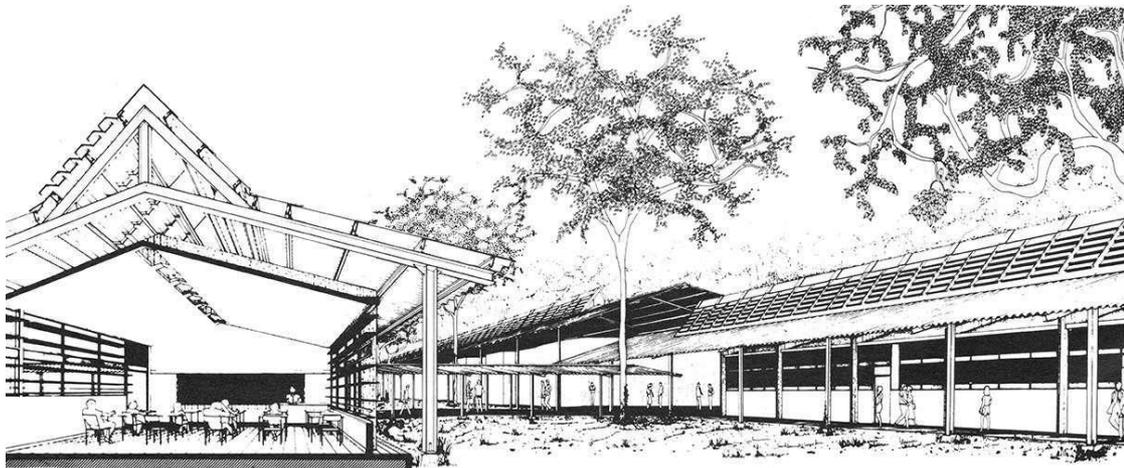
Com a premissa de ser uma arquitetura eficaz, o modernismo na Amazônia passa a se munir de influências da região, mediante elementos que são parte da cultura local. Basicamente, a arquitetura moderna na Amazônia tomou forma, visando propor essa eficácia arquitetônica, potencializando e adaptando o uso de materiais e algumas técnicas nativas e ribeirinhas do passado.

Além de apresentar uma composição de ambientes mais simples, o modernismo também é famoso por evidenciar o conforto ambiental em sua concepção (SILVA, 2009). Esse conforto, se baseia em 3 principais pilares: acústico, visual e térmico.

Um dos principais expoentes, que exemplifica tudo sobre da arquitetura moderna na Amazônia em seus projetos, é o arquiteto Severiano Porto. As obras de Severiano pelo Amazonas resgatam com maestria toda influencia histórica local, fazendo o uso consciente e eficaz das técnicas, materiais, organização, elementos e implantação ideal para a região (ABRAHIM, 2010).

Pela primeira vez, de forma técnica, a Amazônia passa a ter uma arquitetura específica para a região, pensada para ser uma vitrine em formas de prédios da cultura regional. Não é exagero afirmar que essas obras seriam o fruto da arquitetura ideal para a Amazônia e, dessa forma, vale evidenciar as características que Severiano Porto entregou em seus projetos. A Figura 5 ilustra um exemplo do Projeto do arquiteto Severiano Porto, a Universidade Federal do Amazonas – UFAM.

Figura 5: Campus da Universidade Federal do Amazonas (UFAM) - projeto de Severiano Porto, 1980



Fonte: Acervo FT/UFAM (2021)

Um ponto comum a notar nas implantações dentro das obras modernas na Amazônia, é a adequação de orientação solar ao projeto, conforme Figura 5, diferente de outras regiões do Brasil que priorizam a incidência solar e limitam os correntes naturais de ar. Cabe destacar que, foi notado na região norte que deveria adaptar a orientação de forma contrária. Compreender e considerar o clima amazônico como um condicionante primordial no sucesso térmico é possível notar a presença de beirais maiores, pés-direitos elevados, janelas maiores, janelas altas, exaustores nas coberturas, técnicas de ventilação cruzada, uso abundante de madeira, elementos de origem orgânica, cobogós e obstáculo para a difusão da luz solar direta (DE SOUZA, 2017). A Figura 6, retrata outro exemplo de projeto de Severiano Porto, residência Schuster.

Figura 6: Residência Schuster - projeto de Severiano Porto, 1978



Fonte: ArchDaily – Clássicos da arquitetura moderna (2013)

Segundo Abrahim (2010), para haver um sucesso térmico em uma construção dentro da região amazônica, é necessário levar em consideração características fundamentais da região, como: temperatura do ar, umidade do ar, velocidade do ar e incidência solar. Em algumas obras de Severiano Porto, como a Residência Schuster (Figura 6) empregando um sistema de elementos que contemplam o conforto ambiental, era possível constatar uma diferença de temperatura de até 8 graus Celsius, sem o uso de ventilação mecânica.

5. Conforto térmico na arquitetura contemporânea do Amazonas

As mudanças climáticas relacionadas ao crescimento populacional desordenado dentro do Amazonas, principalmente decorrente da implantação da Zona Franca de Manaus, tem uma relação quase direta com a arquitetura, principalmente com construções irregulares ou inadequadas (NOGUEIRA *et al.*, 2007). A ocupação e uso do solo de forma desordenada representa alguns dos principais problemas na área urbana de Manaus.

A arquitetura irregular, é identificada por edificações que não tiveram respaldo técnico, geralmente em construções nas chamadas áreas de invasões em zonas de periferia (CAU/AM, 2017). Arquitetura inadequada é definida por construções concebidas por profissionais da área, mas sem nenhuma preocupação com uma interação ambiental harmoniosa (CAU/BR, 2021). Este cenário é representado pela Figura 7, onde é as questões relacionadas a irregularidade e inadequação são visíveis mesmo através de uma imagem em perspectiva ampliada.

Figura 7: Composição e crescimento urbano de Manaus



Fonte: Adneison Severiano/G1 AM (2016)

O desmatamento muda o microclima, e a expansão da área urbana amplia o efeito de ilha de calor da cidade. A expansão da cidade de Manaus aumenta estes efeitos por meio da remoção de floresta e pela emissão de gases de efeito estufa (ESPINOZA *et al.*, 2023).

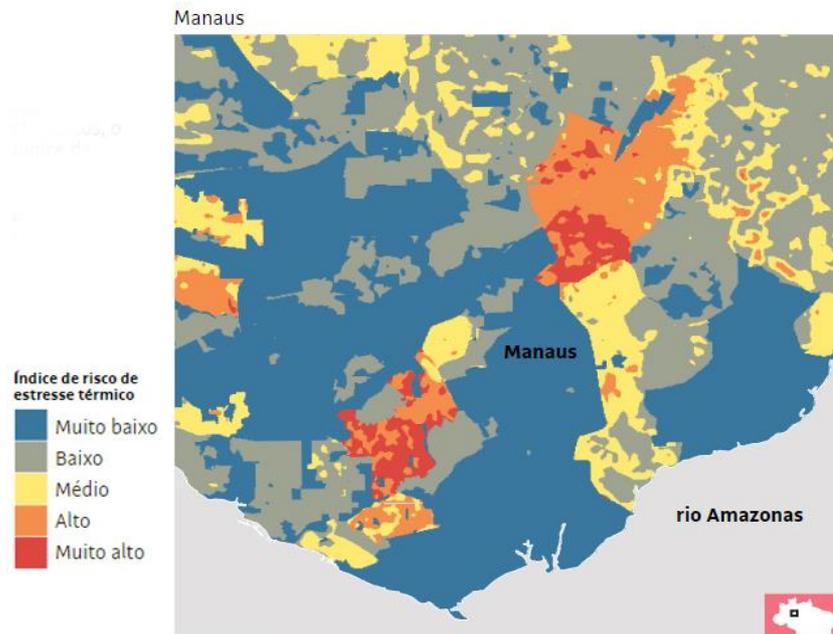
Atualmente, o crescimento urbano, sem um controle técnico e descasos com o ambiente têm colocado em evidência outra problemática que começa a apresentar números preocupantes de contribuição com gases poluentes (NOGUEIRA *et al.*, 2007). Em zonas desenvolvidas, o ar condicionado dos edifícios consome energia, gera calor e libera gases do efeito estufa, agravando as necessidades de resfriamento.

Com o abandono de técnicas de conforto ambiental na concepção de projetos arquitetônicos, o uso de ventilação mecânica vem sendo cada vez mais usada. Coberturas em laje com incidência solar direta, janelas com dimensionamento inapropriado, materiais com alto índice de absorção de calor e orientação solar incorreta vem sendo cada vez mais comuns na capital e nas regiões metropolitanas de Manaus.

Os edifícios têm um impacto significativo nas alterações climáticas devido seu consumo total de energia igual 30%. A proporção de energia total consumida para sistemas de aquecimento, ventilação e ar-condicionado (HVAC), representam 47% do total do consumo de energia dos edifícios residenciais e 54% dos edifícios comerciais (S. MOUSAVI *et al.*, 2022).

Com a modernização urbana, aumento do consumo energético e o aumento das temperaturas no estado (Figura 8), os quesitos de conforto térmico e eficiência energética estão impulsionando uma busca por índices aceitáveis de conforto ambiental e diminuição de impactos urbanos. Segundo relatório do Instituto Clima e Sociedade (ICS), o Comitê Gestor de Indicadores e Níveis de Eficiência Energética (CGIEE) desde 2022 vem buscando novas formas de propor o uso mínimo eficiente de ar-condicionado de modo a estimular um progresso de eficiência energética em edifícios no país.

Figura 8: Mapa de risco de aumento de temperatura



Fonte: Adaptação Amazonas atual (2019)

Tecnologias de resfriamento passivo, que são alternativas sustentáveis ou complementos para métodos de resfriamento, podem ajudar a reduzir esses problemas (CHAN & CHOW, 1998). Vale levar em consideração que o uso isolado de técnicas de design passivo numa edificação pode não alcançar o resultado esperado, para aumentar o índice de eficiência é necessário adotar um sistema passivo baseado nas necessidades das tipologias, regiões e climas.

No entanto, em climas quentes, a temperatura do ar exterior é superior ao nível de conforto térmico. Portanto, para melhorar a eficiência e economia do resfriamento mecânico no clima amazônico, deve se utilizar das correntes frias naturais à noite como aliada e o sombreamento natural durante o dia, devido à diferença de temperatura do ar entre o dia e a noite (Mazzone. 2020).

Considerando a intensificação da necessidade local de resfriamento de ambientes humanos e questões climáticas, um resgate arquitetônico como forma de reintegrar técnicas eficazes de conforto térmico, que eram utilizadas antes do uso excessivo da ventilação mecânica, mostra evidências para ser um caminho a ser explorado mais uma vez. Um resgate de ideias eficazes, não só pela intenção de inseri-las no meio popular, mas como forma de inspirar novas ideias de design passivo.

6. Considerações finais

Este artigo enfatiza a partir de uma revisão a viabilidade de aliar um sistema passivo de resfriamento visando proporcionar uma qualidade térmica confortável junto a sistemas mecânicos de refrigeração, melhorando resultados de eficiência energética no clima quente e úmido do estado do Amazonas. O sistema proposto visa o resgate, releituras e incentivo à inovação de técnicas de conforto térmico eficientes que fizeram parte do histórico arquitetônico da região.

Vale lembrar que um bom design passivo, voltado para o conforto térmico, necessita de um sistema que esteja em harmonia. Ideias que contemplem uma boa ventilação, radiem o calor, entre outras soluções que usem a natureza como aliada e não como um agente indesejável.

Além disso, extensas referências regionais e internacionais sobre o tema atestam a eficiência do design passivo no conforto térmico, conceito de sistemas de ventilação, materiais e orientação solar. Contudo, ao aplicar os processos envolvidos na otimização térmica dos edifícios e aliando estratégias de projeto passivo, os leitores podem ter um resultado prático da arquitetura ideal para a Amazônia.

7. Agradecimentos

À Universidade Federal do Amazonas (UFAM) por intermédio do Programa em Pós-Graduação em Design pela oportunidade de cursar o mestrado e por tornar a educação mais acessível a todos os membros da sociedade, independente da sua condição social ou financeira. E agradeço às instituições Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (FAPEAM) pelo suporte financeiro dispensado a realização desta pesquisa de mestrado, acreditando na importância dessa para a academia e o desenvolvimento da sociedade.

8. Referências bibliográficas

- ABRAHIM, R. **Arquitetura e conforto ambiental no trópico úmido**. Edição do Kindle, 2021. 154 p.
- ABRAHIM, R. **Poesia na Floresta: A obra de Severiano Porto na Amazônia**. Brasil: REGGO/EDUA, 2014.
- ALMEIDA, F. W.; YAMASHITA, A. C. **Arquitetura indígena**. Revista de Ciências Exatas e da Terra UNIGRAN, v. 2, n. 2, 2013. Disponível em: http://www.unigran.br/ciencias_exatas/conteudo/ed3/artigos/02.pdf. Acesso em: 7 jun. 2024.
- BRAGA, B. **A cidade, os índios e a belle époque: Manaus no final do Século XIX** (Amazonas – Brasil). Revista de História da UEG, v. 5, n. 1, p. 103-123, 2016. Disponível em: <https://www.revista.ueg.br/index.php/revistahistoria/article/view/4863>. Acesso em: 7 jun. 2024.
- BRANCO, B. C. **Arquitetura indígena brasileira: da descoberta aos dias atuais**. Revista de Arqueologia, São Paulo, v. 7, p. 69-85, 1993.
- CAU/AM. Conselho de Arquitetura e Urbanismo do Amazonas. **Rede Tiradentes: Zonas norte e sul lideram denúncias sobre obras irregulares em Manaus**. 2017. Disponível em: <https://www.cauam.gov.br/rede-tiradentes-zonas-norte-e-sul-lideram-denuncias-sobre-obras-irregulares-em-manaus/>. Acesso em: 7 jun. 2024.
- CAU/BR. Conselho de Arquitetura e Urbanismo. **Arquitetura e urbanismo para todos: Inadequação e falta de moradias pioram no Brasil. 2021**. Disponível em: <https://caubr.gov.br/arquitetura-e-urbanismo-para-todos-inadequacao-e-falta-de-moradias-pioram-no-brasil/>. Acesso em: 7 jun. 2024.
- CHAN, K. T.; CHOW, W. K. **Energy impact of commercial-building envelopes in the sub-tropical climate**. Applied Energy, v. 60, n. 1, p. 21-39, 1998. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0306-2619\(98\)00021-X](https://doi.org/10.1016/S0306-2619(98)00021-X). Acesso em: 7 jun. 2024.
- CHEN, J.; KOU, Y.; SUN, K.; LIU, H.; ZHANG, X.; FANG, C.; SHI, Q. **Shape-stable erythritol composite phase change materials with controlled latent heat release for spatiotemporally thermal energy**

utilization. *Materials Today Sustainability*, v. 22, 100398, 2023. ISSN 2589-2347. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.mtsust.2023.100398>. Acesso em: 7 jun. 2024.

CELUPPI, M. C.; MEIRELLES, C. M.; CYMROT, R. **Habitação Ribeirinha no Amazonas: O conforto por meio do design de componentes e de estratégias Bioclimáticas.** *Meio ambiente, Sustentabilidade e Responsabilidade Social no Século XXI*, v. 1, cap. 4, 2021. Disponível em: file:///d:/msc%20design/amazopnia%20moderna/ct%20arq%20nativa/meio_ambiente_xxi_vol1.pdf. Acesso em: 7 jun. 2024.

COSTA, G. G. da.; SILVA-FILHO, A. R. da. **Campus da UFAM em Manaus: especificidades da construção.** In: SAMA - Seminário de arquitetura moderna na Amazônia, 2007. Disponível em: https://arquiteturamodernanaamazonia.weebly.com/uploads/7/0/0/2/70024539/costa_rodrigues_campus_ufam_texto_completo.pdf. Acesso em: 7 jun. 2024.

DAOU, A. M. L. **A Cidade, o Teatro e o Paiz das Seringueiras: práticas e representações da sociedade amazonense na passagem do século XIX-XX.** Rio de Janeiro: Rio Books, 2014.

ESPINOZA, N. S. et al. **Assessment of urban heat islands and thermal discomfort in the Amazonia biome in Brazil: A case study of Manaus city.** *Building and Environment*, v. 227, 109772, 2023. ISSN 0360-1323. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2022.109772>. Acesso em: 7 jun. 2024.

IPCC. **Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.** Geneva: IPCC, 2014.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. **Key World Energy Statistics 2021.** Paris: IEA, 2021. Disponível em: <https://www.iea.org/reports/key-world-energy-statistics-2021>. Acesso em: 7 jun. 2024. Licença: CC BY 4.0.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. **Sustainable, Affordable Cooling Can Save Tens of Thousands of Lives Each Year.** Paris: IEA, 2023. Disponível em: <https://www.iea.org/reports/sustainable-affordable-cooling-can-save-tens-of-thousands-of-lives-each-year>. Acesso em: 7 jun. 2024.

LEONÍDIO, O.; COSTA, L. **Carradas de razões: Lucio Costa e a arquitetura moderna brasileira (1924-1951).** Brasil: Editora PUC, 2007.

LOUREIRO, V. R. **História da Amazônia: do período da borracha aos dias atuais.** 1. ed. Belém, PA: Cultural Brasil, 2015.

MAZZONE, A. **Thermal comfort and cooling strategies in the Brazilian Amazon. An assessment of the concept of fuel poverty in tropical climates.** *Energy Policy*, v. 139, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2020.111256>. Acesso em: 7 jun. 2024.

MESQUITA, O. M. da. **Manaus: história e arquitetura, 1852-1910.** Brasil: Editora Valer, Prefeitura de Manaus e Uninorte, 2006.

MOUSAVI, S.; GIJÓN-RIVERA, M.; RANGEL, C. G. **Energy, comfort, and environmental assessment of passive techniques integrated into low-energy residential buildings in semi-arid climate.** *Energy and Buildings*, v. 263, 112053, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2022.112053>. Acesso em: 7 jun. 2024.

NABONI, E.; GARCIA, D. **Sensitive and Reactive Architectural Devices for Regenerative Design. Applications in Manaus Heat Islands and Surrounding Rain Forests.** *Procedia Environmental Sciences*, v. 38, p. 658-665, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.proenv.2017.03.146>.

Acesso em: 7 jun. 2024.

NOGUEIRA, A. C. F.; SANSON, F.; PESSOA, K. **A expansão urbana e demográfica da cidade de Manaus e seus impactos ambientais.** Anais, XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Florianópolis: INPE, p. 5427-5434, 2007.

NORBERG-SCHULZ, C.; SAINZ, J. **Los principios de la arquitectura moderna.** Espanha: Reverte, 2019.

RAMOS, C. de M.; SILVA, N. M. da. **Eficiência energética: um estudo em residências do período áureo da borracha em Manaus – AM.** Conjecturas, v. 22, n. 11, p. 971-979, 2022. Disponível em: <https://www.conjecturas.org/index.php/edicoes/article/view/1469>. Acesso em: 7 jun. 2024.

SANTOS, B. **Outras faces da história: Manaus de 1910 – 1940.** Manaus, AM: UFAM, 2008. 208 f.; il.

SILVA, H. S. da. **O conforto na arquitetura moderna brasileira.** Risco Revista de Pesquisa em Arquitetura e Urbanismo (Online), n. 10, p. 91-95, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.11606/issn.1984-4506.v0i10p91-95>. Acesso em: 7 jun. 2024.

SILVEIRA, M. C. S.; RIBEIRO, W. M. **Arquitetura Vernacular: a construção nativa brasileira.** Anais do VII Seminário Internacional Étnico Racial. v. 7, n. 1, 2019. Disponível em: https://ojs.eniac.com.br/index.php/Anais_Sem_Int_Etn_Racial/article/view/608. Acesso em: 7 jun. 2024.

SOUSA, L. L. C. de. **Uma discussão sobre intervenções e alguns dos seus impactos na arquitetura moderna de Severiano Mário Porto no Amazonas: O caso da Faculdade de Tecnologia da Universidade Federal do Amazonas.** Reabilitação Ambiental Sustentável Arquitetônica e Urbanística. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo - Universidade de Brasília – FAU/UnB, 2017. Disponível em: https://7docomomomanaus.weebly.com/uploads/7/0/0/2/70024539/uma_discuss%C3%83o_sobre_interven%C3%87%C3%95es_e_alguns_dos_seus_impactos_na_arquitetura_moderna_de_severiano_m%C3%81rio_porto_no_amazonas.pdf. Acesso em: 7 jun. 2024.

ZHAO, Q.; LI, S.; COELHO, M. S. Z. S.; SALDIVA, P. H. N.; HU, K.; HUXLEY, R. R.; ABRAMSON, M. J.; GUO, Y. **The association between heatwaves and risk of hospitalization in Brazil: A nationwide time series study between 2000 and 2015.** PLOS Medicine, v. 16, n. 2, e1002753, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1002753>. Acesso em: 7 jun. 2024.