



CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIFACIG

**CONFORTO AMBIENTAL E DESEMPENHO TÉRMICO: ANÁLISE BIOCLIMÁTICA
DE EDIFICAÇÃO NÃO RESIDENCIAL EM MANHUAÇU**

AVELINO HORST DA SILVA

**MANHUAÇU – MINAS GERAIS
2026**

AVELINO HORST DA SILVA

**CONFORTO AMBIENTAL E DESEMPENHO TÉRMICO: ANÁLISE BIOCLIMÁTICA
DE EDIFICAÇÃO NÃO RESIDENCIAL EM MANHUAÇU**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Centro Universitário UNIFACIG, como parte
das exigências do Curso de Arquitetura e
Urbanismo, para obtenção do título de bacharel
em Arquitetura e Urbanismo.

Orientador: Wilian Bráz Focca

AVELINO HORST DA SILVA

**CONFORTO AMBIENTAL E DESEMPENHO TÉRMICO: ANÁLISE BIOCLIMÁTICA
DE EDIFICAÇÃO NÃO RESIDENCIAL EM MANHUAÇU**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Centro Universitário UNIFACIG, como parte
das exigências do Curso de Arquitetura e
Urbanismo, para obtenção do título de bacharel
em Arquitetura e Urbanismo.

Orientador: Wilian Bráz Focca

APROVADA: 09 de julho de 2026

Assentimento:

Wilian Bráz Focca - Orientador(a)
UNIFACIG

Amanda Santos Vargas - Membro da Banca
UNIFACIG

Matheus Gomes Rodrigues – Membro da Banca
UNIFACIG

RESUMO

A arquitetura corporativa contemporânea frequentemente adota modelos estéticos internacionais, como grandes fachadas envidraçadas, que desconsideram as especificidades climáticas locais e resultam em alto consumo energético. O objetivo geral deste trabalho consiste em analisar os parâmetros de conforto ambiental e eficiência energética de uma edificação não residencial localizada em Manhuaçu, no estado de Minas Gerais, avaliando sua adequação às diretrizes da Zona Bioclimática 3. A metodologia adotada possui natureza qualitativa, exploratória e descritiva, utilizando o método de estudo de caso de um edifício comercial de quinze pavimentos. Os procedimentos técnicos integraram pesquisa bibliográfica, análise documental e visitas técnicas para observação visual e registro fotográfico da envoltória arquitetônica. Os resultados revelam que as fachadas principais do edifício apresentam um revestimento contínuo em pele de vidro que supera amplamente os limites recomendados pelas diretrizes normativas, sem apresentar elementos efetivos de proteção solar externa. Essa configuração favorece a ocorrência do superaquecimento interno por ganho térmico excessivo e anula o potencial de estratégias passivas de condicionamento, tornando o ambiente dependente de sistemas de climatização artificial, visto que as aberturas disponíveis são insuficientes para promover a ventilação necessária. Conclui-se que a edificação atende apenas parcialmente às diretrizes bioclimáticas regionais, demonstrando uma inadequação que valida a hipótese de que a negligência de estratégias passivas compromete a eficiência energética e o conforto térmico. O estudo evidencia a necessidade de compatibilizar a linguagem arquitetônica contemporânea com soluções responsivas ao microclima local para mitigar impactos ambientais e garantir a habitabilidade dos usuários.

Palavras-chave: Conforto ambiental; Eficiência energética; Arquitetura bioclimática; Estudo de caso

ABSTRACT

Contemporary corporate architecture frequently adopts international aesthetic models, such as extensive glazed facades, which disregard local climatic specificities and result in high energy consumption. The general objective of this study is to analyze the environmental comfort and energy efficiency parameters of a non-residential building located in Manhuaçu, in the state of Minas Gerais, evaluating its adequacy to the guidelines of Bioclimatic Zone 3. The adopted methodology is qualitative, exploratory, and descriptive, employing a case study of a fifteen-story commercial building. Technical procedures integrated bibliographic research, document analysis, and technical visits for visual observation and photographic recording of the architectural envelope. The results reveal that the main facades of the building feature a continuous glass skin curtain wall that vastly exceeds the limits recommended by normative guidelines, without presenting effective external solar protection elements. This configuration promotes internal overheating due to excessive thermal gain and counteracts the potential of passive conditioning strategies, making the environment dependent on artificial air conditioning systems, since the available openings are insufficient to provide the necessary ventilation. It is concluded that the building only partially complies with regional bioclimatic guidelines, demonstrating an inadequacy that validates the hypothesis that neglecting passive strategies compromises energy efficiency and thermal comfort. The study highlights the need to reconcile contemporary architectural language with solutions responsive to the local microclimate to mitigate environmental impacts and ensure user habitability.

Keywords: Environmental comfort; Energy efficiency; Bioclimatic architecture; Case study

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	6
2	REFERENCIAL TEÓRICO	7
2.1	A Evolução da Arquitetura Corporativa: Saúde e Desempenho.....	8
2.2	Conforto Ambiental e Eficiência Energética	9
2.3	Arquitetura Bioclimática e Adequação Regional (ZB-3).....	11
2.4	Americanização e Perda da Identidade Climática	13
3	METODOLOGIA	14
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	16
4.1	Contextualização Ambiental do Objeto de Estudo	17
4.2	Análise da envoltória arquitetônica	20
4.3	Diagnostico bioclimático e discussão crítica.....	22
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	24
6	REFERÊNCIAS	26

1 INTRODUÇÃO

A arquitetura corporativa contemporânea passou por transformações significativas, nas quais deixa de ser compreendida como um invólucro funcional para atividades laborais e passa a ser interpretada como um agente ativo na saúde e no desempenho humano. Conforme aponta Kowaltowski (2011), o projeto arquitetônico deve transcender a estética e apresentar maior ênfase na qualidade de vida dos ocupantes, como fator determinante para a eficiência organizacional.

A incorporação de parâmetros de conforto ambiental e eficiência energética torna-se um pilar fundamental para a qualificação da experiência do usuário no ambiente construído. Lamberts, Dutra e Pereira (2014) ressaltam que a qualidade do espaço de trabalho deve ser aferida pela sua capacidade de responder às necessidades fisiológicas e psicológicas, harmônicas entre o consumo racional de recursos com o bem-estar térmico, lumínico e acústico.

No contexto nacional, a diversidade climática exige estratégias projetuais específicas. Sob essa ótica, este estudo situa-se na Zona Bioclimática 3 (ZB-3), região na qual essa pesquisa se insere, sendo esta caracterizada por desafios que demandam o equilíbrio entre ventilação natural e sombreamento, conforme as diretrizes de adequação climática regional estabelecidas por Frota e Schiffer (2003).

Entretanto, observa-se frequentemente uma lacuna entre o cumprimento estrito das normas de desempenho e a efetiva resposta térmica da edificação diante das variações climáticas locais. Nesse sentido Lamberts, Dutra e Pereira (2014) ressaltam que a aplicação de índices normativos isolados pode ser insuficiente se não houver uma compreensão integrada das trocas térmicas entre a envoltória e o microclima, o que compromete a eficiência passiva do projeto.

Diante desse contexto, o presente trabalho propõe analisar uma edificação não residencial localizada em Manhuaçu, MG, investigando em que medida seus parâmetros projetuais atendem às recomendações de conforto ambiental e eficiência energética aplicáveis à Zona Bioclimática 3. A pesquisa busca contribuir para a reflexão crítica sobre as práticas projetuais contemporâneas e para o fortalecimento de abordagens que integrem qualidade arquitetônica e responsabilidade ambiental.

Formula-se, assim, o seguinte problema de pesquisa: em que medida os parâmetros de conforto ambiental e eficiência energética de uma edificação não

residencial em Manhuaçu, MG, atendem às diretrizes da arquitetura bioclimática para a Zona Bioclimática 3?

Como hipótese, assume-se que edificações corporativas que desconsideram estratégias passivas de sombreamento, ventilação natural e controle de ganhos térmicos tendem a apresentar inadequação às condições climáticas locais e maior dependência de sistemas artificiais de climatização, comprometendo o conforto ambiental e a eficiência energética.

Com base nisso, o objetivo geral do trabalho consiste em analisar os parâmetros de conforto ambiental e eficiência energética de uma edificação não residencial em Manhuaçu, MG, avaliando sua adequação às diretrizes bioclimáticas da Zona Bioclimática 3.

Para alcançá-lo, traçaram-se como objetivos específicos: caracterizar a edificação objeto de estudo quanto à implantação, volumetria, orientação solar e materialidade da envoltória; identificar as estratégias projetuais adotadas para controle térmico, ventilação natural e iluminação; confrontar as características observadas com as recomendações da NBR 15220-3 e da literatura especializada em arquitetura bioclimática.

A justificativa para a pesquisa pauta-se no fato de que a análise de edificações existentes sob a perspectiva bioclimática contribui para a formação de repertório crítico e para a identificação de práticas projetuais mais adequadas às condições brasileiras. No contexto de Manhuaçu, cidade de médio porte com crescente verticalização, a investigação de edifícios corporativos permite verificar em que medida as práticas locais incorporam princípios de sustentabilidade e adequação climática. Além disso, o estudo oferece subsídios para a reflexão sobre a responsabilidade do arquiteto na promoção de ambientes saudáveis e energeticamente eficientes, contribuindo para o debate sobre a qualidade das edificações contemporâneas e seus impactos ambientais.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Este referencial teórico está estruturado em quatro eixos principais que fundamentam a investigação: a evolução da arquitetura corporativa focada no usuário; as premissas de conforto ambiental atreladas à eficiência energética; e as estratégias da arquitetura bioclimática aplicadas ao contexto brasileiro, especificamente à Zona Bioclimática 3 (ZB-3).

2.1 A Evolução da Arquitetura Corporativa: Saúde e Desempenho

Historicamente, a concepção do espaço de trabalho passou por uma significativa mudança de paradigma nas últimas décadas, distanciando-se de modelos mecanicistas focados puramente em densidade ocupacional para adotar abordagens centradas no usuário. Segundo Vischer (2008) e Becker e Steele (1995), os ambientes corporativos contemporâneos passaram a considerar fatores relacionados ao conforto, à experiência do usuário e ao desempenho humano como elementos estratégicos para a produtividade e a qualidade de vida dos ocupantes.

Essa transição ganhou diretrizes práticas a partir da elaboração de parâmetros voltados especificamente para a saúde física e mental dos usuários, cujo principal marco é o WELL Building Standard, lançado em 2014 pelo International WELL Building Institute. Conforme apontam Allen e Macomber (2020), o ambiente construído exerce influência direta sobre a saúde, o desempenho cognitivo e o bem-estar dos usuários, tornando-se um componente estratégico dentro das organizações contemporâneas.

Mais recentemente, essa valorização do bem-estar e do design centrado na experiência foi intensificada pela pandemia da COVID-19. O evento obrigou empresas e profissionais a repensarem o papel do escritório corporativo, que deixou de ser apenas um espaço padrão de produção para consolidar-se como um ambiente seguro, flexível e promotor da interação social. De acordo com *Parastoo Babapour Chafi et al.* (2021) e *Mohammad Awada et al.* (2021), os impactos da pandemia aceleraram a adoção de modelos híbridos de trabalho e ampliaram a importância de estratégias arquitetônicas relacionadas à ventilação, flexibilidade espacial, biofilia e conforto ambiental.

Segundo Allen e Macomber (2020), da Universidade de Harvard, a arquitetura corporativa deixou de ser vista como um mero envoltório físico para abrigar atividades laborais, assumindo um papel ativo na promoção da saúde e do desempenho humano.

Essa mudança de paradigma representa uma transição de uma postura reativa para uma abordagem proativa: em vez de focar apenas na mitigação de problemas estruturais crônicos como a Síndrome do Edifício Doente (SED), condição em que a má qualidade do ar interno e falhas nos sistemas de ventilação provocam sintomas agudos de mal-estar e problemas respiratórios nos ocupantes OMS, (1984); Fisk, (2000). O

ambiente construído passa a ser utilizado para nutrir intencionalmente o bem-estar físico e cognitivo.

Para materializar esses objetivos, os projetos arquitetônicos contemporâneos têm integrado estratégias rigorosas de conforto ambiental como as apresentadas por Croome, (2006) e os princípios do Design Biofílico, conforme fundamentado por Kellert (2008) e Browning *et al.* (2014), reconectando o ser humano à natureza dentro do espaço de trabalho.

De acordo com Kellert (2008), a integração de elementos como iluminação natural e a conexão visual com a natureza no ambiente construído transcende a mera estética decorativa, configurando-se como uma necessidade biológica fundamental para a saúde humana. Sob essa perspectiva o conforto acústico, o controle da temperatura interna e a biofilia deixam de ser atributos acessórios para se tornarem ferramentas estratégicas voltadas à promoção da segurança psicológica e à mitigação do estresse ocupacional (ULRICH, 1984).

Consequentemente, a estruturação de espaços que privilegiam o bem-estar ambiental reflete-se diretamente no desempenho organizacional, uma vez que ambientes que favorecem a recuperação cognitiva e o relaxamento emocional tendem a impulsionar significativamente os níveis de produtividade (HEATH, 2015).

2.2 Conforto Ambiental e Eficiência Energética

Para que o ambiente corporativo alcance os níveis de qualidade exigidos contemporaneamente, pautado pelo desempenho centrado no ser humano e consolidado internacionalmente por certificações como o *Leadership in Energy and Environmental Design* (LEED) e *WELL Building Institute* (WELL), é fundamental também o alinhamento às diretrizes nacionais. Nesse cenário, destacam-se a NBR 15575 (2013) e o Regulamento Técnico da Qualidade para Edifícios Comerciais (RTC-Q), que em conjunto abordam a integração entre os parâmetros de conforto ambiental e a eficiência energética como algo indispensável.

A sustentabilidade nas edificações exige a superação do paradigma climatização forçada. Segundo Lamberts Dutra e Pereira, (2014), a integração de soluções passivas no envelope arquitetônico é essencial para a redução do consumo energético. Portanto, o *design* arquitetônico deve ser o protagonista na mediação térmica e lumínica,

maximizando o desempenho natural do edifício e recorrendo a sistemas mecânicos apenas de forma complementar, garantindo assim a salubridade e o conforto ambiental.

Lamberts, Dutra e Pereira (2014) estabelecem que a qualidade do espaço de trabalho é aferida pela sua capacidade de atender integralmente às necessidades dos usuários. Tais necessidades dividem-se em fisiológicas, como a manutenção da homeostase¹ através do controle de temperatura e da qualidade do ar (níveis adequados de CO₂), e psicológicas, englobando estratégias de conforto e design biofílico para a mitigação da fadiga mental. O autor também afirma que isso exige um equilíbrio harmônico entre o consumo racional de recursos e a garantia do tripé do conforto ambiental: o térmico (mediante o uso de brises e envoltórias de alto desempenho), o lumínico (aproveitamento de luz natural aliado a sistemas automatizados) e o acústico (uso de materiais fonoabsorventes para controle de reverberação).

Lamberts, Dutra e Pereira (2014) alertam, no entanto, para a insuficiência da aplicação isolada de índices normativos, a exemplo do *Predicted Mean Vote* (PMV) ou do *Predicted Percentage Dissatisfied* (PPD), estabelecidos por normas como a ISO 7730 e a ASHRAE 55. O mero cumprimento dessas métricas de desempenho não garante a efetiva resposta térmica da edificação.

Como também corroborado por teóricos do conforto bioclimático, como Givoni (1992) e Frota e Schiffer (2001), é fundamental uma compreensão integrada das trocas térmicas entre a envoltória do edifício e o microclima local (ventos predominantes, radiação solar e sombreamento do entorno). A negligência de estratégias bioclimáticas pode trazer resultados indesejados, como o chamado “efeito aquário”, caracterizado pelo superaquecimento interno de edificações com grandes superfícies envidraçadas sem o devido controle solar.

De maneira análoga ao efeito estufa, as aberturas envidraçadas sem elementos de sombreamento propiciam o aprisionamento do calor no ambiente interno. A consequente elevação da temperatura sobrecarrega o espaço construído, neutralizando o potencial de estratégias passivas de condicionamento. Para mitigar o desconforto, impõe-se uma carga severa de resfriamento aos sistemas ativos (ar-

¹ É a capacidade dos seres vivos de manterem o seu meio interno estável e constante, apesar das variações do ambiente externo

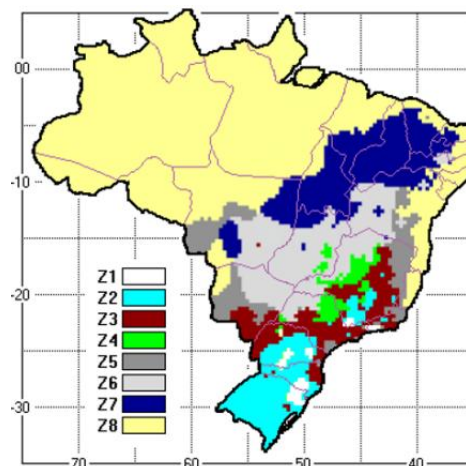
condicionado), reduzindo drasticamente o perfil sustentável do projeto assim como afirma Gonçalves, (2016); Lamberts *et al.* (2014).

2.3 Arquitetura Bioclimática e Adequação Regional (ZB-3)

No contexto brasileiro, a vasta diversidade climática impede a aplicação de soluções arquitetônicas genéricas, exigindo estratégias projetuais altamente específicas e regionalizadas, conforme apontam Lamberts, Dutra e Pereira (2014). Os autores destacam que a importação de modelos arquitetônicos internacionais, sem a devida adaptação às realidades locais, frequentemente resulta em edificações com alto consumo energético e baixo conforto térmico.

Para mitigar esse problema e orientar a adequação climática no país, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), por meio da NBR 15220-3 ABNT (2005), dividiu o território brasileiro em oito Zonas Bioclimáticas (ZB-1 a ZB-8) assim como mostra a figura 01.

Figura 01 - Zoneamento bioclimático da NBR 15.220_3



Fonte: NBR15.220-3 ABNT (2005).

Essa normatização fornece uma base científica para que a arquitetura responda ativamente ao clima. As zonas bioclimáticas exigem abordagens específicas segundo a ABNT (2005) e Roriz (2004).

A ZB-1, de clima frio, caracteriza-se por invernos rigorosos e exige alta inércia térmica nas vedações, por meio de paredes pesadas, além de estratégias de aquecimento solar passivo, com aberturas menores para evitar a perda de calor.

A ZB-2, de clima frio a temperado, também demanda alta inércia térmica e aquecimento solar no inverno, mas difere da anterior por necessitar da aplicação de ventilação cruzada para resfriamento durante o verão.

A ZB-3, marcada por complexidade térmica sazonal, exige um equilíbrio rigoroso entre ventilação cruzada e sombreamento no verão para evitar superaquecimento, aliado ao uso de inércia térmica para reter calor no inverno. A ZB-4, de clima quente e úmido, requer atenção ao sombreamento das aberturas e prioriza a ventilação cruzada no verão, admitindo vedações com inércia térmica média a leve.

A ZB-5, de clima quente e seco, é marcada por grande amplitude térmica diária, com dias quentes e noites frias, exigindo alta inércia térmica nas envoltórias para gerar atraso térmico e se beneficiando fortemente de estratégias de resfriamento evaporativo. A ZB-6, também de clima quente e úmido, é focada no resfriamento passivo, priorizando o sombreamento, a ventilação cruzada e o uso rigoroso de vedações leves, de baixa inércia térmica, para não reter o calor ao longo do dia.

A ZB-7, de clima quente e muito úmido, típica da região Norte, demanda sombreamento total das aberturas, coberturas refletivas e ventilação cruzada máxima e contínua para dissipar a alta umidade e o calor constante. Por fim, a ZB-8, de clima quente e úmido litorâneo, característica da maior parte da costa brasileira, prioriza vedações leves, ventilação cruzada constante, aproveitando as brisas litorâneas, e sombreamento intenso para garantir o conforto térmico.

De acordo com as diretrizes de adequação climática estabelecidas por Frota e Schiffer (2003), a ZB-3 apresenta desafios singulares. O projeto nesta zona exige um equilíbrio rigoroso entre estratégias de ventilação natural e sombreamento das aberturas e envoltórias, visando mitigar os ganhos de calor e promover o resfriamento passivo. Essa exigência ocorre porque a ZB-3 é caracterizada por uma complexidade térmica sazonal: no verão, a alta incidência de radiação solar demanda proteção (sombreamento) para evitar o superaquecimento dos ambientes internos, aliada à necessidade de ventilação cruzada para dissipar a carga térmica e promover o resfriamento fisiológico dos usuários.

Em contrapartida, no inverno, a região apresenta quedas de temperatura e maior amplitude térmica diária, o que também exige inércia térmica nas vedações para reter o calor interno, impedindo que o projeto seja tratado apenas como um clima puramente quente ou puramente frio, conforme apontam ABNT (2005) e Bittencourt e Cândido (2008).

Essa abordagem estratégica e responsiva ao clima é o que Romero (2001) define como arquitetura bioclimática. O autor postula que essa diretriz não é apenas uma ferramenta técnica de eficiência, mas um elemento indispensável para a humanização dos espaços de permanência. Ao alinhar a envoltória arquitetônica às condições climáticas locais, o arquiteto atua de forma estratégica, concebendo edifícios corporativos que respeitam o meio ambiente e, simultaneamente, otimizam a percepção e o conforto de seus usuários.

Como reitera o próprio Romero (2001), a edificação deve atuar como um filtro ambiental seletivo e dinâmico, onde a tecnologia e as decisões de projeto convergem para garantir a habitabilidade, a identidade regional e o bem-estar físico e psicológico de seus ocupantes.

2.4 Americanização e Perda da Identidade Climática

Segundo Waisman (1995) a arquitetura brasileira contemporânea enfrenta um processo de descaracterização vindo da “americanização” dos modelos construtivos e urbanos, fenômeno que impõe uma lógica de produção global em detrimento das soluções vernaculares existentes e aplicadas ao clima tropical.

Essa transposição de modelo, muitas vezes pautadas pelo *International Style* e pelo ideal de consumo norte-americano, ignora as características das latitudes locais, ocasionando no que podemos chamar de disfunção arquitetônica.

Segundo Frampton (2008) ao propor Regionalismo Crítico, a arquitetura moderna tendeu a se tornar uma mercadoria universal. Onde o lugar é substituído pelo espaço abstrato da técnica industrial, muitas vezes alienada do contexto geográfico e cultural.

Segundo Goulart e Labaki (2022) e Costa e Amorim (2022), a arquitetura moderna introduziu historicamente soluções construtivas que privilegiaram a estética e o uso de novos materiais como o vidro e o concreto, em detrimento das estratégias bioclimáticas tradicionais. A adoção generalizada de fachadas leves e transparentes, muitas vezes desconsiderando as condições climáticas locais, levou à perda de inércia térmica nas edificações e ao consequente aumento da dependência de sistemas de climatização artificial. Esse cenário impactou negativamente o desempenho ambiental das construções e elevou o consumo energético, especialmente em regiões de clima quente.

Para Weimer (2005), a arquitetura popular brasileira desenvolveu, ao longo dos séculos, uma racionalidade construtiva que utilizava terra, madeira e pedra de forma para reduzir as variações térmicas. Ao abandonar esse saber em prol de matérias como *drywall*, o aço e o vidro, típicos de construções rápidas e seriadas no Estados Unidos, a edificação brasileira perde sua inteligência climática.

Ferraz (2011) reforça que o Brasil possui uma tradição de construir com que está à mão, transformando escassez em novas invenções. A americanização rompe esse processo, introduzindo novos materiais que, embora sejam modernos na aparência, são insuficientes no contexto de alta umidade e radiação solar intensa. A consequência direta é um impacto ambiental severo, uma vez que a edificação deixa de ser um filtro passivo entre o homem e a natureza e se transforma em uma caixa isolada que consome energia de forma predatório.

A americanização não impacta apenas a dimensão técnica, mas também a morfologia urbana. A adoção do modelo de condomínio fechado e o zoneamento estritamente funcional, derivados dos subúrbios estadunidense, fragmentam o tecido social brasileiro. Como observa Costa (1995) em suas reflexões sobre a evolução da moradia, a arquitetura deve ser uma expressão “vontade de época”, mas nunca às custas da negação da própria terra. A disfunção segundo o autor não é algo apenas material, mas sim cultural, pois substitui a vivacidade das soluções locais por um simulacro² de modernidade que desconsidera a sustentabilidade a longo prazo e a identidade do território brasileiro.

3 METODOLOGIA

O presente estudo caracteriza-se como pesquisa qualitativa, de natureza exploratória e descritiva, utilizando o estudo de caso como estratégia de investigação. A abordagem qualitativa justifica-se pela natureza do objeto de estudo, que demanda análise interpretativa das características projetuais e de sua adequação às diretrizes bioclimáticas.

Quanto aos objetivos, a pesquisa classifica-se como exploratória por buscar maior familiaridade com o problema investigado, identificando as variáveis relevantes

² É uma réplica, imitação ou representação de um objeto, pessoa ou conceito, frequentemente usado para simular a realidade.

para a análise, e como descritiva por caracterizar detalhadamente o objeto de estudo, estabelecendo relações entre suas características e os referenciais normativos e teóricos adotados.

No que tange aos procedimentos técnicos, o trabalho combina a pesquisa bibliográfica, por meio do levantamento e análise da literatura especializada em conforto ambiental, eficiência energética e arquitetura bioclimática, a pesquisa documental, voltada à análise de documentos técnicos, normas e diretrizes aplicáveis, e o estudo de caso, que consiste na investigação aprofundada de uma edificação específica para permitir a compreensão detalhada de suas características e de seu contexto.

O objeto de estudo consiste em uma edificação de uso comercial e corporativo, localizada na área central de Manhuaçu, no estado de Minas Gerais. A edificação foi selecionada por constituir exemplo representativo da produção arquitetônica contemporânea na cidade, apresentando características formais e construtivas típicas dos edifícios corporativos verticais.

Os critérios adotados para essa seleção estipularam que o objeto deveria ser uma edificação vertical de uso não residencial, situada em Manhuaçu, que integra a ZB-3, de construção recente e representativa das práticas projetuais contemporâneas, e que apresentasse disponibilidade de informações técnicas e acesso para observação.

A coleta de dados compreendeu etapas integradas que iniciaram com o levantamento documental para a obtenção de plantas, cortes, fachadas e memorial descritivo da edificação junto aos órgãos competentes ou ao responsável técnico. Na sequência, realizou-se a visita técnica para a observação *in loco* das características construtivas, orientação solar, elementos de fachada, aberturas e entorno imediato, além do registro fotográfico para a documentação visual das fachadas, elementos de proteção solar, aberturas e demais aspectos relevantes para a análise. Por fim, procedeu-se à caracterização climática mediante o levantamento de dados climáticos de Manhuaçu, incluindo temperaturas médias, umidade relativa, radiação solar e ventos predominantes.

A análise dos dados fundamentou-se no confronto entre as características observadas na edificação e as diretrizes estabelecidas pela norma NBR 15220-3 para a ZB-3, bem como pelos princípios da arquitetura bioclimática presentes na literatura especializada. Para sistematização da análise utilizou-se os seguintes critérios:

Quadro 01 – Matriz analítica

Critério	Base Normativa	Procedimento de verificação
Orientação solar das fachadas	NBR 15220-3; Frota e Schiffer (2003)	Análise de implantação e cartas solares
Sombreamento de aberturas	NBR 15220-3; Lamberts (2014)	Identificação de brises, marquises, beirais
Possibilidade de Ventilação cruzada	NBR 15220-3; Bittencourt e Cândido (2010)	Análise de plantas e posição das aberturas
Características da envoltória	NBR 15220-3; NBR 15575	Identificação de materiais e cores
Inércia térmica	Frota e Schiffer (2003)	Avaliação qualitativa dos materiais

Fonte: Elaborado pelo autor (2026).

Cabe registrar, ainda, em observância às boas práticas de transparência acadêmica, que o processo de elaboração do texto contou com o auxílio de ferramentas de inteligência artificial, especificamente a Claude IA, utilizadas estritamente para fins de correção ortogramatical e aprimoramento da fluidez redacional.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A seção a seguir promove uma reflexão objetiva sobre o conflito entre a estética da arquitetura corporativa contemporânea e a eficiência bioclimática, tomando como base o edifício estudado em Manhuaçu, em Minas Gerais.

O texto analisa como a adoção de soluções padronizadas e internacionalizadas, a exemplo das extensas fachadas em pele de vidro, desconsidera as diretrizes da ZB-3; com base nisso, a discussão problematiza a inversão de prioridades que privilegia a imagem imobiliária e o apelo de mercado em detrimento do desempenho térmico, o que acaba tornando a edificação dependente de climatização artificial e elevando o seu consumo energético.

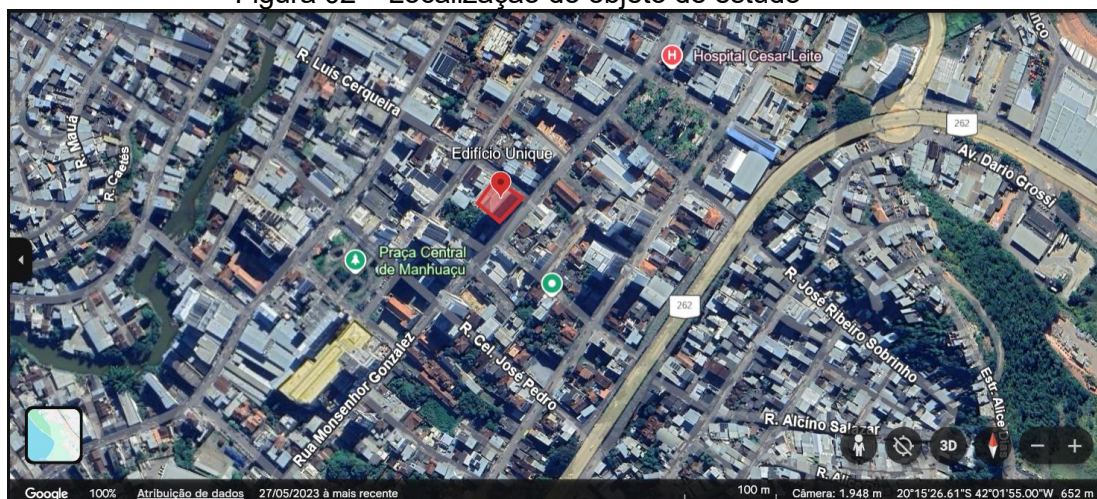
Por fim, debate-se a complexa relação entre as demandas comerciais dos clientes e os limites da autonomia do arquiteto, ressaltando que é perfeitamente possível conciliar a linguagem contemporânea com estratégias passivas de mitigação que garantam o conforto ambiental e a sustentabilidade.

4.1 Contextualização Ambiental do Objeto de Estudo

O objeto de estudo é um edifício situado no cruzamento da Rua Monsenhor Gonzalez e a Rua Luiz Cerqueira no centro da cidade de Manhuaçu – MG (figura 02). A edificação tem uso predominantemente comercial contando com 15 pavimento e um subsolo, totalizando 11.538,39m² de área construída.

A edificação encontra-se em um ponto muito estratégico da cidade devido ao alto fluxo de pessoas por essa área. Sua implantação de esquina traz consigo um alto nível de exposição a insolação e a dinâmica de entorno imediato, tornando relevante a avaliação de suas estratégias de adequação climática.

Figura 02 – Localização do objeto de estudo



Fonte: Google Earth (2026).

A cidade de Manhuaçu está localizada na região da Zona da Mata/Caparaó, e possui um clima influenciado pela sua topografia acidentada e altitude. Segundo as diretrizes contidas na NBR 15220-3 a cidade se enquadra na ZB-3.

Segundo esta classificação a arquitetura local deve responder ao clima de contrastes moderados, exigindo que as edificações se adequem tanto ao calor úmido quanto ao frio e secas de determinados períodos do ano.

O clima de Manhuaçu se caracteriza como Tropical de altitude que tem como principais características: verões quentes e chuvosos, com temperaturas elevadas e alta umidade, que exigem estratégias de resfriamento passivo; invernos secos e amenos que apresentam quedas significativas de temperatura, principalmente à noite devidos à altitude e os ventos; amplitude térmica diária, trazendo uma diferença considerável entre as temperaturas do dia e da noite.

A análise de implantação e envoltória do edifício evidencia estratégias passivas inerentes à sua disposição dentro do terreno. Localizado em um lote de esquina, a edificação apresenta uma ocupação total da área disponível no pavimento térreo e nos 3 primeiros pavimentos, destinados a garagem, a edificação apresenta duas fachadas principais voltadas para o espaço público e duas que confrontam com o miolo da quadra.

Sua orientação solar considerando a latitude da região, as fachadas principais estão voltadas para o nordeste e sudeste, enquanto as faces posteriores encontram-se para noroeste e sudoeste. Diferentemente da face sudoeste a face nordeste da edificação possui dois recuos destinados à ventilação e iluminação das salas situadas nos fundos da edificação.

Analisando sob uma perspectiva de conforto térmico, a inserção de aberturas na fachada noroeste (figura 03) apresenta uma dualidade que impacta diretamente no balanço energético da edificação.

Figura 03 – Fachada Noroeste e sudoeste



Fonte: Acervo pessoal (2026).

Na zona bioclimática ZB-3, a orientação noroeste é caracterizada por receber uma grande carga de radiação solar no inverno durante o período da tarde, coincidindo com o período de pico térmico diário, embora essas aberturas sejam indispensáveis, pois cumprem a função de garantir salubridade e habitabilidade as salas de fundos.

Essa condição traz consigo a necessidade de utilização de elementos que ajudem no controle solar como vidros térmicos, brises ou venezianas. O que garante a admissão de luz não gere um superaquecimento dos ambientes internos.

Em contrapartida, as fachadas principais nordeste e sudeste (figura 04), as quais abrigam acessos e maior parte da extensão visual da edificação, são revestidas por um plano contínuo de pele de vidro com aberturas *maxin-ar*.

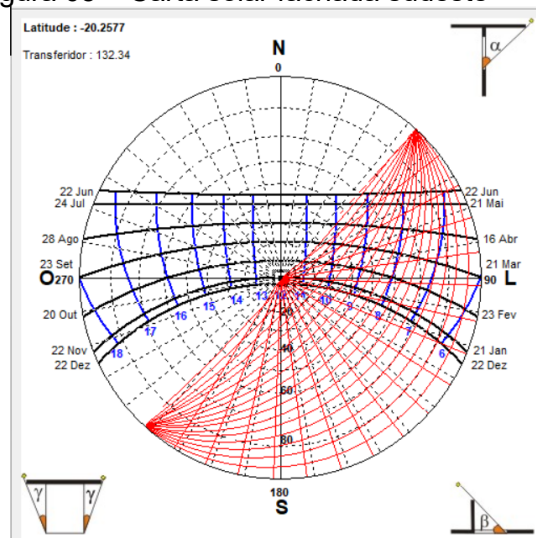
Figura 04 – Fachada Nordeste e sudeste



Fonte: Acervo pessoal (2026).

A viabilidade bioclimática desses grandes planos de vidro é favorecida pela localização do terreno, a face nordeste recebe insolação matutina a qual é mais amena, que traz consigo um bom aproveitamento de luz natural. Já na face sudeste é possível observar que, apesar da incidência solar ocorrer apenas pela manhã, há um comportamento térmico desfavorável durante o verão (figura 05).

Figura 05 – Carta solar fachada sudeste



Fonte: SOL-AR (2026)

Essa fachada apresenta uma alta incidência solar no intervalo de 10 às 12 horas, que combinado com o grande plano de vidro e o início dos picos de temperatura apresentados durante esse período, acaba gerando um pico de temperatura ambiente. A grande permeabilidade do vidro presente nas fachadas principais demanda um projeto de esquadrias, priorizando o uso de materiais com maior eficiência energética, soluções internas para controle de luminosidade, a fim de mitigar a dependência de sistemas artificiais de climatização.

A implantação do edifício na interseção de duas vias perpendiculares e desobstruídas potencializa a captação de massas de ar urbano, fazendo com que o edifício possua diferentes zonas de pressão ao seu redor.

4.2 Análise da envoltória arquitetônica

Nas fachadas nordeste e sudeste do objeto de estudo, há um plano envidraçado contínuo que reveste o exterior, camuflando visualmente o peitoril interno de alvenaria. Apesar da aparente amplitude do vidro na fachada, a análise técnica revela que a maior parte das salas possui um percentual de abertura real subdimensionado frente às diretrizes normativas. Devido ao uso de aberturas *maxin-air*, cujo mecanismo restringe a ventilação a apenas 50% da área de abertura do vão total, comprometendo o potencial de ventilação segundo a base normativa.

Já a fachada noroeste apresenta aberturas menores apenas para ventilação das salas, porém sem nenhum tipo de elemento de sombreamento, a fachada sudoeste, configurada como fachada cega, é composta por uma alvenaria mais espessa, que traz como característica uma maior inércia térmica, mitigando ganhos de calor indesejados e resguardando o conforto ambiental interno da edificação.

A envoltória envidraçada é marcada por superfícies lisas e de alta permeabilidade, apresentando uma completa ausência de elementos externos de proteção solar, dentro da composição da fachada é possível observar a presença de um pórtico em ACM, porém o sombreamento gerado por este elemento se torna quase insignificante quando comparado a proporção da área envidraçada.

As recomendações normativas para a ZB-3 exigem um equilíbrio rigoroso entre sombreamento das aberturas no verão e utilização de vedações com inércia térmica moderada e pesada. Entretanto a forma como o objeto de estudo foi concebida reflete diretamente o fenômeno da “americanização” da arquitetura contemporânea, utilizando características do *International Style* por meio de sistemas construtivos leves e grande planos de vidro. Essa importação estética globaliza e ignora as necessidades climáticas regionais, fazendo com que a edificação perca sua inteligência climática.

Essas decisões projetuais comprometem o desempenho da edificação. Na fachada sudeste, podemos observar que, a combinação do grande plano de vidro associado com alta incidência solar matutina compromete o comportamento térmico no verão. E a falta de elementos de sombreamento gera diretamente a manifestação do “efeito aquário”, onde a radiação solar adentra os ambientes internos, causando superaquecimento dos espaços.

A negligência de sombreamento anula o potencial de estratégias passivas de condicionamento, e com isso torna a edificação refém de sistemas de resfriamento mecânico. Dessa forma a edificação abandona seu papel de filtro ambiental sustentável e torna-se um ambiente de alto consumo energético.

Embora sua implantação de esquina favoreça a captação de ventos por diferentes zonas de pressão, o sistema de aberturas *maxim-ar* não fornece ventilação natural suficiente. Como esse modelo projeta a folha de vidro para fora, criando um anteparo físico que reduz a área efetiva de ventilação a apenas 50% do vão livre, o fluxo de ar interno torna-se incapaz de dissipar o calor absorvido pelo fechamento em vidro. Consequentemente, torna-se obrigatório o uso contínuo de sistemas de

ventilação mecânica ou climatização para mitigar o aumento da temperatura interna gerado pela fachada

4.3 Diagnostico bioclimático e discussão crítica

A seguinte análise permite classificar a edificação quanto ao atendimento das diretrizes bioclimáticas para a Zona Bioclimática 3. Entre os critérios plenamente satisfeitos, destacam-se a aplicação de cores claras nas superfícies externas e a possibilidade teórica de ventilação cruzada, viabilizada pela implantação do edifício em esquina. Por outro lado, observou-se um atendimento apenas parcial no que tange ao sombreamento das aberturas que embora existente, possui efetividade limitada; e às características térmicas da envoltória, julgadas adequadas nas porções opacas, mas inadequadas nos trechos envidraçados.

Em contrapartida, constatou-se a insuficiência ou o não atendimento de fatores críticos, tais como a proteção solar efetiva da fachada noroeste, a disponibilização de aberturas operáveis para o aproveitamento da ventilação natural e uma profundidade dos ambientes que seja compatível com a entrada de ar e luz naturais. Diante desse quadro, o diagnóstico aponta que a edificação apresenta um desempenho bioclimático potencial limitado, resultando em uma provável dependência de sistemas artificiais de climatização para a manutenção de condições de conforto térmico, vulnerabilidade que se acentua de modo particular nos pavimentos superiores e nas fachadas mais expostas à radiação solar.

Os resultados observados apontam que edificações corporativas que desconsideram estratégias passivas de adequação climática costumam apresentar um comprometimento do desempenho ambiental.

A edificação analisada reproduz características formais típicas da arquitetura corporativa contemporânea como: fachadas envidraçadas, volume prismático, linguagem internacional sem incorporar adequadamente as estratégias bioclimáticas recomendadas para o clima local.

Essa constatação corrobora as críticas apresentadas por Frampton (2015) e Ferraz (2003) quanto à reprodução de modelos arquitetônicos descontextualizados. A prevalência da imagem sobre o desempenho configura o que Romero (2013) denomina de inversão de prioridades: o edifício deixa de funcionar como filtro ambiental e passa a depender de sistemas artificiais para compensar as escolhas projetuais.

É necessário, contudo, reconhecer que a materialidade da envoltória e as soluções formais adotadas em uma edificação não constituem responsabilidade exclusiva do arquiteto. O processo de projeto de edifícios envolve múltiplos agentes incorporadores, investidores, clientes e projetistas; cujos interesses nem sempre convergem.

As decisões estéticas, em especial aquelas relacionadas à imagem corporativa e ao posicionamento de mercado do empreendimento, frequentemente são conduzidas ou fortemente influenciadas pelo cliente, que pode priorizar aspectos de visibilidade, modernidade percebida e valorização imobiliária em detrimento de critérios de desempenho ambiental.

Nesse contexto, a adoção de fachadas envidraçadas e de linguagem arquitetônica internacionalizada responde, em muitos casos, a demandas do mercado imobiliário e a expectativas estéticas consolidadas entre contratantes e consumidores.

O arquiteto, embora detentor de conhecimento técnico sobre as implicações dessas escolhas para o conforto térmico e a eficiência energética, atua dentro de um campo de negociação em que sua autonomia é relativa. Segundo Kowaltowski (2011), o processo de projeto é condicionado por restrições de diversas ordens, sendo elas orçamentárias, normativas, programáticas ou estéticas; que limitam o espaço de decisão do profissional.

Entretanto, isso não anula a responsabilidade técnica do arquiteto de alertar o cliente sobre as consequências de determinadas escolhas e de propor alternativas que conciliem as expectativas estéticas com o desempenho ambiental. A função do projetista inclui não apenas responder às demandas, mas também qualificá-las, oferecendo soluções que atendam aos objetivos do empreendimento sem comprometer a adequação climática e a eficiência energética. A existência de condicionantes externos, portanto, não invalida a análise crítica das soluções adotadas, mas contextualiza os limites dentro dos quais o projeto foi desenvolvido.

Do ponto de vista energético, a configuração observada resulta em maior demanda de climatização artificial, com consequente aumento do consumo de energia elétrica e das emissões associadas. Considerando que o setor de edificações responde por parcela significativa do consumo energético nacional, a multiplicação de edifícios com esse padrão projetual compromete as metas de eficiência energética e sustentabilidade.

Ademais, a análise evidencia contradições entre a retórica contemporânea de sustentabilidade e as práticas projetuais efetivas, visto que, enquanto certificações ambientais e selos verdes ganham visibilidade no mercado imobiliário, muitas edificações continuam sendo projetadas segundo diretrizes que priorizam a aparência em detrimento do desempenho.

É importante ressaltar que a adequação bioclimática não implica o abandono da linguagem arquitetônica contemporânea, mas sim sua reinterpretação com base nas condições climáticas locais. Exemplos de arquitetura bioclimática de qualidade demonstram que é possível conciliar expressão formal, eficiência energética e conforto ambiental, desde que as estratégias passivas sejam incorporadas desde as primeiras etapas do projeto.

Nesse sentido, para a edificação analisada, as melhorias recomendadas compreendem a instalação de elementos de sombreamento mais efetivos na fachada noroeste, tais como brises verticais ou combinados, a aplicação de películas de controle solar nos vidros existentes e, por fim, a revisão da compartimentação interna para favorecer a ventilação cruzada. Essas intervenções, embora não resolvam integralmente as limitações do projeto original, são capazes de contribuir diretamente para a redução da carga térmica e do consumo de climatização artificial.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo propôs analisar os parâmetros de conforto ambiental e eficiência energética de uma edificação não residencial em Manhuaçu-MG, avaliando sua adequação às diretrizes bioclimáticas estabelecidas para a Zona Bioclimática 3.

A investigação fundamentou-se na análise documental e observacional das características projetuais da edificação, confrontadas com as recomendações da NBR 15220-3 e da literatura especializada em arquitetura bioclimática.

Os resultados indicam que a edificação analisada apresenta adequação parcial às diretrizes bioclimáticas, com atendimento satisfatório de alguns critérios como o uso de cores claras nas superfícies externas, e atendimento insuficiente de outros como a proteção solar das fachadas mais expostas e o aproveitamento da ventilação natural.

A predominância de superfícies envidraçadas nas fachadas principais, associada à insuficiência dos elementos de sombreamento, resulta em configuração propícia ao sobreaquecimento dos ambientes internos e à consequente dependência

de climatização artificial. Conclui-se, portanto, que os parâmetros de conforto e eficiência, quando inadequadamente considerados no projeto, tendem a comprometer a qualidade ambiental das edificações e a aumentar seu consumo.

No caso estudado, a reprodução de características formais típicas da arquitetura corporativa internacional, sem a devida adaptação às condições locais, configura uma prática projetual questionável sob os pontos de vista ambiental e energético.

Diante disso, o estudo contribui para a reflexão crítica sobre as práticas projetuais contemporâneas em cidades de médio porte, demonstrando que a adequação climática não constitui obstáculo à expressão arquitetônica, mas sim uma oportunidade de integrar qualidade espacial e responsabilidade ambiental. De modo prático, a pesquisa entrega a aplicação das diretrizes da NBR 15220-3 em um objeto real através de um procedimento replicável, além de oferecer subsídios para a formação de repertório crítico ao identificar os aspectos precisos que comprometem o desempenho bioclimático desses edifícios e questionar a importação descontextualizada de modelos arquitetônicos no cenário brasileiro.

Contudo, as conclusões apresentadas devem ser interpretadas à luz de limitações metodológicas. A análise baseou-se estritamente em observação e documentação carecendo, portanto, de medições empíricas de variáveis ambientais e de simulações computacionais de desempenho, além de não dispor de informações integrais sobre os materiais e sistemas construtivos empregados.

Com base nesse panorama, sugere-se para investigações futuras a realização de simulações termoenergéticas capazes de quantificar o desempenho da edificação e testar cenários de melhoria, bem como a aplicação de questionários e entrevistas de APO com os ocupantes, condução de análises comparativas de múltiplas edificações corporativas no município para mapear padrões projetuais recorrentes, a investigação do processo decisório dos agentes envolvidos nessa cadeia produtiva buscando compreender as motivações para a adoção ou negligência de estratégias bioclimáticas, por fim, o desenvolvimento de diretrizes projetuais específicas para edifícios corporativos situados na Zona Bioclimática 3, que consigam conciliar os requisitos de desempenho à viabilidade construtiva.

6 REFERÊNCIAS

- ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15220-3**: Desempenho térmico de edificações – Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social. Rio de Janeiro: ABNT, 2005.
- ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575**: Edificações habitacionais – Desempenho. Rio de Janeiro: ABNT, 2013.
- ALLEN, Joseph G.; MACOMBER, John D. **Healthy Buildings**: How Indoor Spaces Drive Performance and Productivity. Cambridge: Harvard University Press, 2020.
- AWADA, Mohammad *et al.* Ten questions concerning occupant health in buildings during normal operations and extreme events including the COVID-19 pandemic. **Building and Environment**, v. 188, 2021.
- BECKER, Franklin; STEELE, Fritz. **Workplace by Design**: Mapping the High-Performance Workscape. San Francisco: Jossey-Bass, 1995.
- BITTENCOURT, Leonardo; CÂNDIDO, Christhina. **Introdução à ventilação natural**. Maceió: EDUFAL, 2010
- BROWNING, William D. *et al.* **14 Patterns of Biophilic Design**: Improving Health and Well-Being in the Built Environment. New York: Terrapin Bright Green, 2014.
- CHAFI, Parastoo Babapour *et al.* Post-pandemic office work: Perceived challenges and opportunities for a sustainable work environment. **Sustainability**, v. 13, n. 6, 2021.
- COSTA, Angelina Dias Leite; AMORIM, Cláudia Naves David. Desempenho térmico de edificações e o uso de vidro nas fachadas: uma revisão. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 22, n. 1, 2022.
- COSTA, Lúcio. **Lúcio Costa**: Registro de uma vivência. São Paulo: Empresa das Artes, 1995
- CROOME, Derek J. (Ed.). **Creating the Productive Workplace**. 2. ed. London: Taylor & Francis, 2006.
- FERRAZ, Marcelo Carvalho. **Arquitetura Rural na Serra da Mantiqueira**. São Paulo: BEI, 2011.
- FISK, William J. Health and productivity gains from better indoor environments and their relationship with building energy efficiency. **Annual Review of Energy and the Environment**, v. 25, p. 537-566, 2000.
- FRAMPTON, Kenneth. **História Crítica da Arquitetura Moderna**. 4. ed. São Paulo: Perspectiva, 2008.

FROTA, Anésia Barros; SCHIFFER, Sueli Ramos. **Manual de conforto térmico**. São Paulo: Studio Nobel, 2003.

GIVONI, Baruch. Comfort, climate analysis and building design guidelines. **Energy and Buildings**, v. 18, n. 1, p. 11-23, 1992.

GONÇALVES, Joana Carla Soares; DUARTE, Denise Helena Silva. **Arquitetura sustentável: uma integração entre ambiente, projeto e tecnologia em experiências de pesquisa, prática e ensino**. São Paulo: Oficina de Textos, 2016.

GOULART, Solange; LABAKI, Lucila Chebel. Conforto térmico em edificações: evolução histórica e perspectivas contemporâneas. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 22, n. 2, 2022.

HEATH, Yvonne. Well-being in the workplace: The impact of environmental design on employee productivity. **Journal of Facilities Management**, v. 13, n. 2, 2015.

KELLERT, Stephen R. **Biophilic Design: The Theory, Science and Practice of Bringing Buildings to Life**. Hoboken: John Wiley & Sons, 2008.

KOWALTOWSKI, Doris C. C. K. *et al.* **Arquitetura escolar: o projeto do ambiente de ensino**. São Paulo: Oficina de Textos, 2011.

LAMBERTS, Roberto; DUTRA, Luciano; PEREIRA, Fernando Oscar Ruttkay. **Eficiência Energética na Arquitetura**. 3. ed. Rio de Janeiro: Eletrobras/Procel, 2014.

OMS – ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. **Indoor Air Quality Research: Report on a WHO Meeting**. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe, 1984.

ROMERO, Marta Adriana Bustos. **A Arquitetura Bioclimática do Espaço Público**. Brasília: Editora UnB, 2001.

RORIZ, Maurício. **Conforto térmico em edificações: um modelo de avaliação**. São Carlos: UFSCar, 2004.

ULRICH, Roger S. View through a window may influence recovery from surgery. **Science**, v. 224, n. 4647, p. 420-421, 1984.

VISCHER, Jacqueline C. Towards an environmental psychology of workspace: How people are affected by environments for work. **Architectural Science Review**, v. 51, n. 2, p. 97-108, 2008.

WAISMAN, Marina. **O interior da história: historiografia arquitetônica para uso de latino-americanos**. São Paulo: Perspectiva, 1995.

WEIMER, Günter. **Arquitetura Popular Brasileira**. 2. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2005.