

## INTEGRAÇÃO DE ESTRATÉGIAS BIOCLIMÁTICAS E SOLUÇÕES URBANAS SUSTENTÁVEIS EM VITÓRIA/ES

MAMEDE ABOU DEHN JÚNIOR<sup>1</sup>, EVANDRO ROBERTO TAGLIAFERRO<sup>2</sup>, LEONICE DOMINGOS DOS SANTOS CINTRA LIMA<sup>3</sup>, GISELE HERBST VAZQUEZ<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Mestrando do Programa de Mestrado em Ciências Ambientais da Universidade Brasil, Fernandópolis/SP, [mamedejunior.ad@gmail.com](mailto:mamedejunior.ad@gmail.com); <sup>2</sup>Dr. Pesquisador, Professor Titular do Programa de Mestrado em Ciências Ambientais da Universidade Brasil, Fernandópolis/SP, [tagliaferro@etagli.com.br](mailto:tagliaferro@etagli.com.br); <sup>3</sup>Dra. Pesquisadora, Professora Titular do Programa de Mestrado em Ciências Ambientais da Universidade Brasil, Fernandópolis/SP, [leonice.lima@ub.edu.br](mailto:leonice.lima@ub.edu.br); <sup>4</sup>Dra. Pesquisadora, Professora Titular do Programa de Mestrado em Ciências Ambientais da Universidade Brasil, Fernandópolis/SP, [gisele.vazquez@ub.edu.br](mailto:gisele.vazquez@ub.edu.br)

Apresentado no  
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC  
6 a 9 de Outubro de 2025

**RESUMO:** Este artigo analisa estratégias de conforto térmico para o município de Vitória/ES, localizado na Zona Bioclimática 8 (ZB8), a partir das diretrizes da NBR 15220-3 (ABNT, 2005) e das recomendações do software *Climate Consultant* 6.0. Dados climáticos do INMET foram processados no *Climate Consultant* 6.0 e comparados às recomendações normativas, avaliando a conformidade e aplicabilidade das estratégias. Os resultados destacam a relevância de soluções passivas, como sombreamento externo eficiente, ventilação cruzada, uso de massa térmica e resfriamento evaporativo, em consonância com as diretrizes normativas. A análise também associa essas recomendações ao contexto urbano, considerando a arborização, a permeabilidade do solo e as tipologias sustentáveis como elementos capazes de potencializar o conforto térmico e reduzir o consumo energético. Conclui-se que a integração entre estratégias arquitetônicas, planejamento urbano e diretrizes normativas é fundamental para promover cidades mais resilientes e sustentáveis, em alinhamento com o ODS 11.

**PALAVRAS-CHAVE:** Conforto térmico; Zoneamento bioclimático; *Climate Consultant*; Arborização urbana; NBR 15220-3; ODS 11.

## INTEGRATION OF BIOCLIMATIC STRATEGIES AND SUSTAINABLE URBAN SOLUTIONS IN VITÓRIA/ES

**ABSTRACT:** This paper analyzes thermal comfort strategies for the city of Vitória, Espírito Santo, located in Bioclimatic Zone 8 (ZB8), based on the guidelines of NBR 15220-3 (ABNT, 2005) and the recommendations of *Climate Consultant* 6.0 software. The methodology involved the use of climatic data from INMET, processed through the software, and compared with normative requirements. Results emphasize the importance of passive design strategies such as efficient external shading, cross ventilation, thermal mass, and evaporative cooling, in accordance with normative recommendations. The analysis also integrates these strategies with the urban context, considering urban vegetation, soil permeability, and sustainable typologies as complementary elements to enhance thermal comfort and reduce energy consumption. It is concluded that the integration of architectural strategies, urban planning, and technical guidelines is essential to promote more resilient and sustainable cities, in alignment with SDG 11.

**KEYWORDS:** Thermal comfort; Bioclimatic zoning; *Climate Consultant*; Urban vegetation; NBR 15220-3; SDG 11.

### INTRODUÇÃO

As cidades brasileiras enfrentam desafios crescentes relacionados ao conforto térmico e à eficiência energética das edificações, agravados pelo adensamento urbano e pelas mudanças climáticas. A NBR 15220-3 (ABNT, 2005) estabelece o zoneamento bioclimático nacional e define diretrizes de

projeto para edificações unifamiliares, oferecendo parâmetros para estratégias passivas de condicionamento térmico.

Vitória/ES, situada na Zona Bioclimática 8 (ZB8), apresenta clima caracterizado por altas temperaturas médias, elevada umidade relativa do ar e forte radiação solar ao longo do ano. Nesse contexto, ferramentas computacionais como o *Climate Consultant* permitem identificar estratégias bioclimáticas adequadas, auxiliando na tomada de decisões projetuais.

Este artigo tem como objetivo analisar as estratégias bioclimáticas propostas para Vitória/ES com base na NBR 15220-3 e no *Climate Consultant*, e discutir como tais recomendações podem ser ampliadas a partir de soluções urbanas, como arborização, permeabilidade do solo e tipologias sustentáveis, alinhando-se a compromissos nacionais e internacionais de cidades mais resilientes.

## MATERIAL E MÉTODOS

A metodologia deste estudo foi estruturada em três etapas complementares. Na primeira etapa, os dados EPW do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) para o município de Vitória/ES. Esses dados foram processados no software *Climate Consultant* 6.0, que permite a elaboração de estratégias projetuais a partir de diagramas psicrométricos, gráficos tridimensionais e mapas de estratégias adequadas ao clima local. Na segunda etapa, as recomendações obtidas no *Climate Consultant* foram comparadas com os parâmetros estabelecidos pela NBR 15220-3 (ABNT, 2005) para a Zona Bioclimática 8, possibilitando avaliar o grau de conformidade entre os resultados computacionais e as diretrizes normativas brasileiras de desempenho térmico. Essa análise de convergência foi essencial para validar a pertinência das estratégias passivas mais recorrentes, como sombreamento, ventilação cruzada, resfriamento evaporativo, uso de massa térmica e aplicação de superfícies refletivas. Por fim, na terceira etapa, procedeu-se à interpretação em escala urbana das recomendações identificadas. Para essa transposição do edifício para a cidade, utilizou-se como principal referência o Caderno de Tipologias Urbanas Sustentáveis (Secretaria, 2025), que sistematiza diretrizes de desenho urbano relacionadas a arborização, permeabilidade do solo, espaços de transição sombreados e tipologias adaptativas. Essa integração metodológica permitiu relacionar estratégias de conforto térmico em nível arquitetônico com soluções urbanas sustentáveis, ampliando o alcance e a aplicabilidade dos resultados.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise climática para Vitória/ES, enquadrada na Zona Bioclimática 8 (ZB8) segundo a NBR 15220-3 (2005), evidencia temperaturas médias anuais elevadas, alta umidade relativa e significativa influência da ventilação natural. Para essa zona, a norma recomenda aberturas superiores a 40% da área de piso, a fim de potencializar a ventilação cruzada e garantir conforto térmico por meios passivos.

Os resultados do *Climate Consultant* confirmam essa diretriz, priorizando o sombreamento, a ventilação natural, o resfriamento evaporativo, o uso de massa térmica e as superfícies refletivas. Essas estratégias, quando interpretadas em escala urbana, ampliam seu alcance e reforçam a necessidade de integração entre edifício e cidade.

Entre as estratégias verificadas, a Estratégia 65 (Figura 1) evidencia o sombreamento externo eficiente em fachadas e varandas, solução potencializada pela arborização urbana. Árvores dispostas em vias e espaços públicos reduzem a carga térmica sobre as edificações e atenuam as ilhas de calor, qualificando o ambiente urbano.



Figura 1: Estratégia 65. Habitação passiva tradicional em clima quente e úmido, com uso de pé-direito alto e janelas altas operáveis, protegidas por beirais profundos e varandas.

Fonte: EnergyPlus (2025); Roriz (2012); Climate Consultant (2025)

Já a Estratégia 56 (Figura 2) evidencia o uso de varandas e pátios telados como dispositivos de resfriamento passivo em climas quentes, criando áreas de transição ventiladas e protegidas. Essa lógica converge com as diretrizes do Caderno de Tipologias Urbanas Sustentáveis (Secretaria, 2025), que recomenda tipologias com espaços intermediários capazes de melhorar a ventilação natural e ampliar o conforto nos ambientes coletivos e privados.

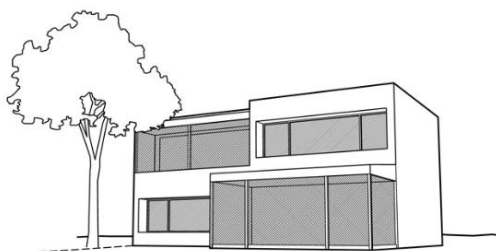


Figura 2: Estratégia 56. Varandas e pátios telados que proporcionam resfriamento passivo por ventilação em climas quentes, além de contribuir para o controle de insetos.

Fonte: EnergyPlus (2025); Roriz (2012); Climate Consultant (2025)

Na sequência, a Estratégia 42 (Figura 3) ressalta o papel do movimento de ar interno e do uso de ventiladores de teto, capazes de reduzir a sensação térmica em até 2,8°C. A efetividade dessa estratégia pode ser ampliada em escala urbana pela presença de áreas permeáveis e vegetadas, que favorecem a evapotranspiração e reduzem a temperatura do entorno. De acordo com o Caderno de Tipologias Urbanas Sustentáveis (Secretaria, 2025), a incorporação de drenagem verde, jardins de chuva e corredores vegetados contribui não apenas para o resfriamento microclimático, mas também para a melhoria da gestão hídrica, estabelecendo uma relação direta entre conforto térmico e resiliência urbana.

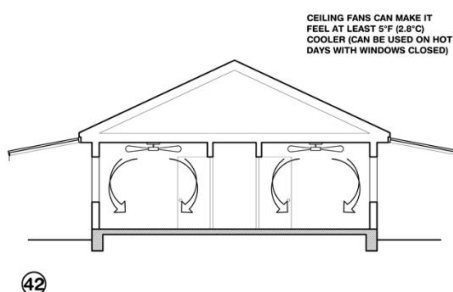


Figura 3: Estratégia 42. Ventiladores de teto e movimento de ar interno capazes de reduzir a sensação térmica em até 2,8°C, diminuindo a necessidade de ar-condicionado em dias quentes.

Fonte: EnergyPlus (2025); Roriz (2012); Climate Consultant (2025)

Por sua vez, a Estratégia 37 (Figura 4) recomenda o uso de dispositivos de sombreamento projetados de acordo com a latitude local, como beirais, brises e elementos móveis, capazes de bloquear a radiação solar direta nos períodos mais críticos. Quando transposta para a escala urbana, essa diretriz pode ser potencializada pela incorporação de superfícies vegetadas e pela promoção da agricultura periurbana. Além de reduzir a absorção de calor pelas superfícies construídas, tais práticas contribuem para a regulação microclimática, aumento da umidade relativa e sequestro de carbono. O Caderno de Tipologias Urbanas Sustentáveis (Secretaria, 2025) destaca que a integração entre sombreamento arquitetônico e infraestrutura verde é essencial para mitigar ilhas de calor e ampliar a resiliência ambiental, estabelecendo sinergias entre conforto térmico, eficiência energética e sustentabilidade socioambiental.

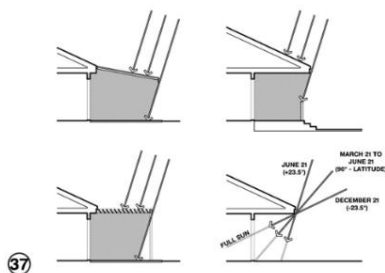


Figura 4: Estratégia 37. Uso de beirais e dispositivos de sombreamento projetados para a latitude local, capazes de bloquear a radiação solar direta nas estações mais quentes e reduzir a necessidade de ar-condicionado.

Fonte: EnergyPlus (2025); Roriz (2012); Climate Consultant (2025)

Complementarmente, a Estratégia 32 (Figura 5) recomenda a minimização de aberturas voltadas para oeste, como forma de reduzir ganhos térmicos no período da tarde. Essa diretriz pode ser associada a políticas urbanas de incentivo a telhados frios e telhados verdes, que aumentam a refletância das superfícies e reduzem a absorção de calor em áreas densamente ocupadas. Essa medida colabora para a mitigação das ilhas de calor urbanas e o uso racional da energia, contribuindo simultaneamente para a eficiência energética (ODS 7) e para cidades mais sustentáveis (ODS 11).



Figura 5: Estratégia 32. Minimização ou eliminação de aberturas voltadas para oeste, a fim de reduzir os ganhos térmicos durante o verão e outono, mitigando a radiação solar direta no período da tarde.

Fonte: EnergyPlus (2025); Roriz (2012); Climate Consultant (2025)

Por fim, a Estratégia 35 (Figura 6) reforça a ventilação cruzada por meio de aberturas amplas e bem orientadas, enquanto a Estratégia 17 (Figura 7) enfatiza o uso de vegetação no entorno imediato das edificações, especialmente em fachadas oeste. Essas soluções dialogam diretamente com a lógica de preservação de corredores de vento e de implantação de fachadas verdes, aspectos já sistematizados no Caderno de Tipologias Urbanas Sustentáveis (Secretaria, 2025) como essenciais para ambientes urbanos mais resilientes.

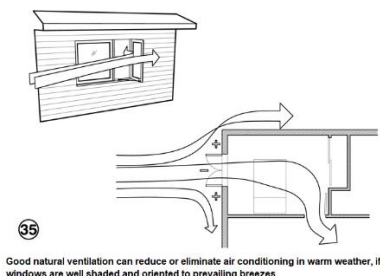


Figura 6: Estratégia 35. Uma boa ventilação natural pode reduzir ou eliminar o ar-condicionado em climas quentes, se as janelas estiverem bem sombreadas e orientadas para as brisas predominantes

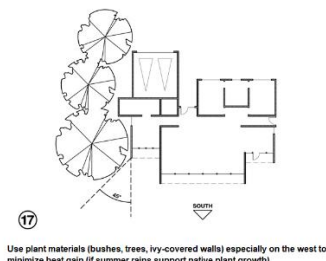


Figura 7. Estratégia 17. O uso de vegetação (arbustos, árvores, paredes cobertas de hera), especialmente no Oeste, pode minimizar o ganho de calor (se as chuvas de verão favorecerem o crescimento de plantas nativas).

Fonte: EnergyPlus (2025); Roriz (2012); Climate Consultant (2025)

De forma integrada, observa-se que as estratégias projetuais identificadas pelo *Climate Consultant*, quando associadas a soluções urbanas sustentáveis: arborização, permeabilidade do solo, tipologias adaptativas e agricultura periurbana, ampliam sua efetividade e fortalecem a resiliência climática. Essa leitura multiescalar aproxima o projeto arquitetônico do planejamento urbano e posiciona Vitória/ES em sintonia com os compromissos globais de sustentabilidade.

## CONCLUSÃO

A análise bioclimática de Vitória/ES evidenciou que, em um clima quente e úmido como o da Zona Bioclimática 8, as estratégias mais eficazes concentram-se na redução dos ganhos térmicos e no aproveitamento da ventilação natural. Os resultados do *Climate Consultant* mostraram-se convergentes com as diretrizes da NBR 15220-3, confirmando a relevância de soluções passivas como sombreamento, ventilação cruzada, superfícies refletivas, resfriamento evaporativo e uso de massa térmica.

Entretanto, verificou-se que a plena efetividade dessas estratégias exige sua associação a práticas urbanas complementares. Nesse sentido, elementos como arborização de ruas, aumento da permeabilidade do solo, telhados verdes, hortas comunitárias e tipologias adaptativas, sistematizados no Caderno de Tipologias Urbanas Sustentáveis, ampliam o alcance das soluções arquitetônicas e fortalecem a resiliência climática da cidade.

O estudo demonstrou que a integração entre normas técnicas, simulação computacional e planejamento urbano constitui um diferencial metodológico, ao permitir uma leitura multiescalar do conforto térmico: do edifício ao território. Essa abordagem integrada contribui para reduzir o consumo energético, qualificar os espaços urbanos e alinhar Vitória/ES a compromissos globais de sustentabilidade, especialmente os ODS 11 (Cidades e Comunidades Sustentáveis) e o ODS 7 (Energia Limpa e Acessível).

Conclui-se, portanto, que o desempenho térmico das edificações não deve ser analisado de forma isolada, mas articulado ao desenho urbano e às políticas públicas. Essa articulação representa não apenas uma estratégia de mitigação das mudanças climáticas e das ilhas de calor, mas também um caminho para a construção de cidades mais habitáveis, eficientes e inclusivas.

## REFERÊNCIAS

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 15220-3: 2005. Desempenho térmico de edificações - Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e estratégias de condicionamento térmico passivo para habitações de interesse social. Rio de Janeiro: ABNT, 2005.

Climate Consultant. 2021. Society of Building Science Educators. Climate consultant is a simple to use, graphic-based computer program that helps architects, builders, contractor, homeowners, and students understand their local climate. Disponível em: <https://www.sbse.org/resources/climate-consultant>. Acesso em: 16 ago. 2025.

Energyplus. Weather data by region. 2024. Disponível em: [https://energyplus.net/weather-region/south\\_america\\_wmo\\_region\\_3/BRA](https://energyplus.net/weather-region/south_america_wmo_region_3/BRA). Acesso em: 16 ago. 2025.

Roriz, M. Arquivos climáticos de municípios brasileiros. São Carlos: Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído (ANTAC), 2012. Disponível em: [https://energyplus.net/weather-region/south\\_america\\_wmo\\_region\\_3/BRA](https://energyplus.net/weather-region/south_america_wmo_region_3/BRA). Acesso em: 16 ago. 2025.

Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Habitação do Estado de São Paulo. Caderno de Tipologias Urbanas Sustentáveis. Versão 1. São Paulo: Governo do Estado de São Paulo, fev. 2025.