

AMBIENTES MICROCLIMÁTICOS NO CAMPUS DA UFMG: ÁREA EDIFICADA, CAMPO GRAMADO E BIÓTOPO FLORESTAL

Microclimatic Environments on the UFMG Campus: Built-Up Area, Grassed Field, and Forest Biotope

Gabriel Camilo

Mestrando, Depto. Geografia IGC/UFMG, Brasil

gabrielcamiloufmg@gmail.com

Carlos Jardim

Professor, Depto. Geografia IGC/UFMG, Brasil

dxhenrique@gmail.com

Lucas Sepúlveda

Doutorando, Depto. Geografia IGC/UFMG, Brasil

lucasolivergeografia@gmail.com

Gabriel Arriel Pedrozo

Doutorando, Depto. Geografia IGC/UFMG, Brasil

gabrielarqueo@hotmail.com

Recebido: 15/04/2026

Aceito: 30/06/2026

Resumo

O presente artigo teve como objetivo caracterizar aspectos dos microclimas na Estação Ecológica da Universidade Federal de Minas Gerais, visando a obtenção de um diagnóstico acerca da organização microclimática nesse espaço e sua relação com a vegetação e equipamentos urbanos em seu interior. Foram utilizados registradores automáticos de temperatura e umidade relativa do ar, para mensurações horárias no período entre janeiro e fevereiro de 2025. A análise considerou a relação entre as variações dos atributos mensurados, as características físico-ambientais dos pontos de coleta (topografia, vegetação e fatores urbanos) e a sucessão dos tipos de tempo. Os resultados mostraram maior disponibilidade de calor e reduzido teor de umidade nos espaços abertos (áreas gramadas) e influência variável da vegetação arbórea e equipamentos urbanos como controles microclimáticos.

Palavras-chave: Microclimas; Vegetação; Unidade de Conservação; Área Urbana.

Abstract

This article aimed to characterize aspects of the microclimates at the Ecological Station of the Federal University of Minas Gerais, in order to obtain a diagnosis of the microclimatic organization in this space and its relationship with vegetation and urban equipment. Automatic temperature and relative humidity recorders were used for hourly measurements between January and February 2025. The analysis considered the relationship between the variations of the measured attributes, the physical-environmental characteristics of the collection points (topography, vegetation and urban factors) and the succession of weather

types. The results showed greater availability of heat and reduced moisture content in open spaces (grassy areas) and variable influence of tree vegetation and urban equipment as microclimatic controls.

Keywords: Microclimates; Vegetation; Conservation Unit; Urban Area.

1. INTRODUÇÃO

A compreensão ao redor das variações horárias de temperatura e umidade do ar em ambientes microclimáticos é importante para o planejamento do espaço ocupado, seja ele urbano, rural ou natural. Historicamente, os seres humanos sempre ocuparam ambientes diversificados no tocante à organização da paisagem, buscando melhores condições de subsistência, incluindo áreas semidesérticas, ambientes frios de altitudes e latitudes elevadas, florestas tropicais úmidas, savanas, ilhas oceânicas, cordilheiras etc. Além de buscar melhores condições no próprio ambiente, o ser humano também se qualifica como construtor de microclimas, alterando o ambiente natural ao criar continuamente condições propícias para si com o uso de diferentes tipos de vestuários, novos e diversificados materiais de construção, modificação de hábitos culturais (alimentação, comportamento etc.) entre outros aspectos.

Isso significa dizer que, para os seres humanos, não existe um ambiente ideal. A resposta fisiológica aos estímulos ambientais varia de indivíduo para indivíduo, o que torna as pessoas mais ou menos tolerantes ao frio, ao calor, às variações de umidade do ar etc. Essa tolerância não é infinita, sendo, portanto, possível estabelecer patamares, com certo grau de arbitrariedade, como justificam os inúmeros estudos sobre conforto térmico e higrométrico em espaços urbanos (Sampaio, 1981; Monteiro, 1990; Gouvêa, 2002; Olgyay, 2002; Romero, 2013).

As áreas ocupadas pelas sociedades humanas formam um mosaico extremamente diferenciado de formas, materiais e funções, daí a importância na obtenção de dados representativos desses diferentes ambientes, visando o estabelecimento de indicadores de conforto térmico e higrométrico, para serem utilizados na construção de diferentes tipos de edificações, características, dimensão e distribuição das áreas verdes, rios e lagoas, indicadores de qualidade do ar etc. As pesquisas sobre climatologia urbana, sistematizada a partir do trabalho de Monteiro (1975; 2003), respaldam essa forma de aplicação, além daquelas voltadas ao planejamento urbano (Mendonça, 2003).

Nesse sentido, o objetivo deste artigo foi realizar um diagnóstico microclimático, a partir de dados de temperatura e umidade relativa do ar obtidos na Estação Ecológica da

UFMG, em ambientes diferenciados, durante o verão de 2025, entre os meses de janeiro e fevereiro. Os espaços selecionados incluíram o interior de um antigo edifício utilizado no passado como forno para produção de tijolos (olaria), com paredes espessas de tijolos de barro, o espaço gramado externo à olaria e o interior de um biótopo florestal de Mata Atlântica com denso estrato arbóreo e estratos secundários arborescentes e arbustivo-herbáceos.

Secundariamente, esse diagnóstico servirá de base para avaliação das condições microclimáticas de propagação de musgos, líquens e fungos em ambientes construídos, sujeitos às variações de temperatura e umidade do ar, induzidas tanto por fatores microclimáticos de ambientes urbanos quanto presentes em áreas naturais, considerando que esses organismos podem ser utilizados como bioindicadores de qualidade ambiental.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

A série de dados utilizada na análise foi obtida a partir de registradores automáticos (termo-higrômetros) instalados no interior de abrigos meteorológicos portáteis (para homogeneizar as mensurações), posicionados a 1,5 m da superfície. A aferição dos equipamentos foi feita com dados da estação meteorológica automática do INMET Pampulha, possibilitando a comparação entre os dados. Essa mesma estação foi utilizada como controle local das variações dos elementos climáticos.

A situação sinótica do dia, referente à ação dos sistemas atmosféricos e posição das massas de ar na América do Sul, foi averiguada através da análise de imagens de satélite meteorológico (www.cptec.inpe.br) e de cartas sinóticas (www.mar.mil.br).

A série de dados principais foi obtida em campo, no espaço interno da Estação Ecológica da UFMG (figura 1), a partir de critérios que incluíram diferenças quanto às características de topografia e uso do solo. O ponto 1 foi instalado no interior de um edifício histórico (figura 1: fotos 4 e 5), numa antiga olaria desativada no início da década de 1970 (em operação desde a década de 1940), com paredes de tijolos de barro com mais de 1,0 m de largura. O ponto 2 (figura 1: fotos 1 e 2) foi instalado em ambiente florestal de Mata Atlântica (floresta estacional semidecidual), em regeneração, com predomínio de estrato arbóreo e presença de estratos secundários e serrapilheira. O ponto 3 (figura 1: foto 3) era representativo de área aberta, ladeado por ampla superfície gramada, edifícios ligados à sede administrativa e biótopos florestais ao redor.

Os três pontos foram instalados próximos um em relação ao outro, separados por 50 m (aprox.) de distância, com coordenadas e altitude aproximadas de 19°52'26,3"Sul e 43°58'21,2"W e 844 m.

A análise dos dados foi realizada relacionando as características físicas nos pontos amostrais (tipo de vegetação, edificações, pavimento etc.) e do tipo de tempo no dia, associado à dinâmica das massas de ar, a partir de comparações horário/diárias entre os dados (temperatura e umidade relativa do ar). Os dados da estação meteorológica da rede oficial do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia; figura 1: foto 6) Belo Horizonte – Pampulha (A521), correspondente ao período de mensuração, foram utilizados como controle das variáveis obtidas em campo e do clima local de Belo Horizonte.

Critérios semelhantes foram discutidos e adotados por Jardim (2018), Jardim e Monteiro (2014) para estudo de caso na própria Estação Ecológica da UFMG e por Jardim e Galvani (2022) no Pq. Nacional da Serra do Cipó.



Figura 1 – Pontos de coleta de dados microclimáticos.

Fonte: Gabriel Andrade Camilo (2025).

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Estação Ecológica da UFMG abriga grande diversidade de ambientes, com espaços representativos de ambientes naturais (Mata Atlântica, Cerrado, espécies exóticas etc.) e em diferentes estágios de recomposição. Com 114 ha de área, o espaço encontra-se no interior do campus universitário da UFMG e no contato com a avenida Pres. Carlos Luz (limite oeste), com apreciável influência de equipamentos urbanos dos bairros limítrofes.

Visando verificar a influência tanto de instalações urbanas quanto da influência da vegetação, os três pontos utilizados, conforme descrito anteriormente na metodologia, mostram um conjunto de fatores microclimáticos diferenciados, cuja influência nas variações de temperatura e umidade relativa do ar pode ser observada na tabela 1.

Tabela 1: Médias, máximas e mínimas (absolutas) e amplitudes de temperatura (t°C) e umidade relativa do ar (UR%).

	1. Olaria		2. Mata Atlântica		3. Administração		4. INMET	
	t°C	UR%	t°C	UR%	t°C	UR%	t°C	UR%
Médias	22,8	73	22,6	70	23,6	68	24	67
Max Absol	27,7	90	29,8	92	33,2	91	33,1	93
Mín Absol	19,5	47	18	37	18,2	36	17,8	28
Amplitude	8,2	43	11,8	55	15	55	15,3	65

Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Conforme mostram os dados dessa tabela, as comparações entre os dados do ponto amostral 3 (área gramada da Sede Administrativa) em relação aos demais pontos, mostra o maior valor de amplitude térmica e higrométrica do ar, resultado da livre advecção do ar, uma vez que se trata de área gramada descampada. Nessas condições, o transporte de calor e umidade ocorrem de maneira rápida, com picos positivos diurnos elevados. Como pode ser observado na tabela 1, são 6,8°C e 3,2°C, respectivamente, em relação ao posto 1 da Olaria e do posto 2 Mata Atlântica.

As mensurações de temperatura e umidade relativa do ar efetuadas sob condições de tempo estável, com domínio anticiclônico do ASAS (Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul) no dia 18/02 (figura 2) e pouca nebulosidade, favoreceu a organização de espaços microclimáticos. Nessas condições, o acúmulo de energia térmica no ambiente decorrente da incidência de irradiação solar durante o dia, produziu amplitudes térmicas de 15,0°C na Administração (em contraste à Olaria com 8,2°C). Além da disponibilidade de irradiação solar, as propriedades de conservação e condutividade de determinados materiais, típicos de áreas urbanas (tijolos, cimento, grades, telhas, ferro etc.), absorvem e produzem grande quantidade de energia de forma passiva, ou seja, enquanto houver incidência de irradiação solar esses materiais atuam como fontes de calor, acumulando e produzindo maior

quantidade de calor do que os materiais orgânicos presentes no estrato vegetal. Deve-se acrescentar a energia térmica resultante de fontes ativas como equipamentos eletroeletrônicos, automóveis e a presença de pessoas no local.

Nesse dia não houve registro de chuva e as diferenças entre os postos alcançaram valores de ao redor de 4°C nos horários mais quentes do dia (figura 3). A umidade do ar também mostrou variações significativas, entre 84% e 37% no INMET e valores de temperatura do ar entre 19,7°C na Mata Atlântica e 33,2°C na Administração (amplitude de 13,5°C). É interessante notar que o INMET registrou 31,8°C, ou seja, 1,4°C inferior ao valor registrado na Administração, possivelmente relacionado à sua localização em topo de vertente, mais bem ventilado do que os demais postos.

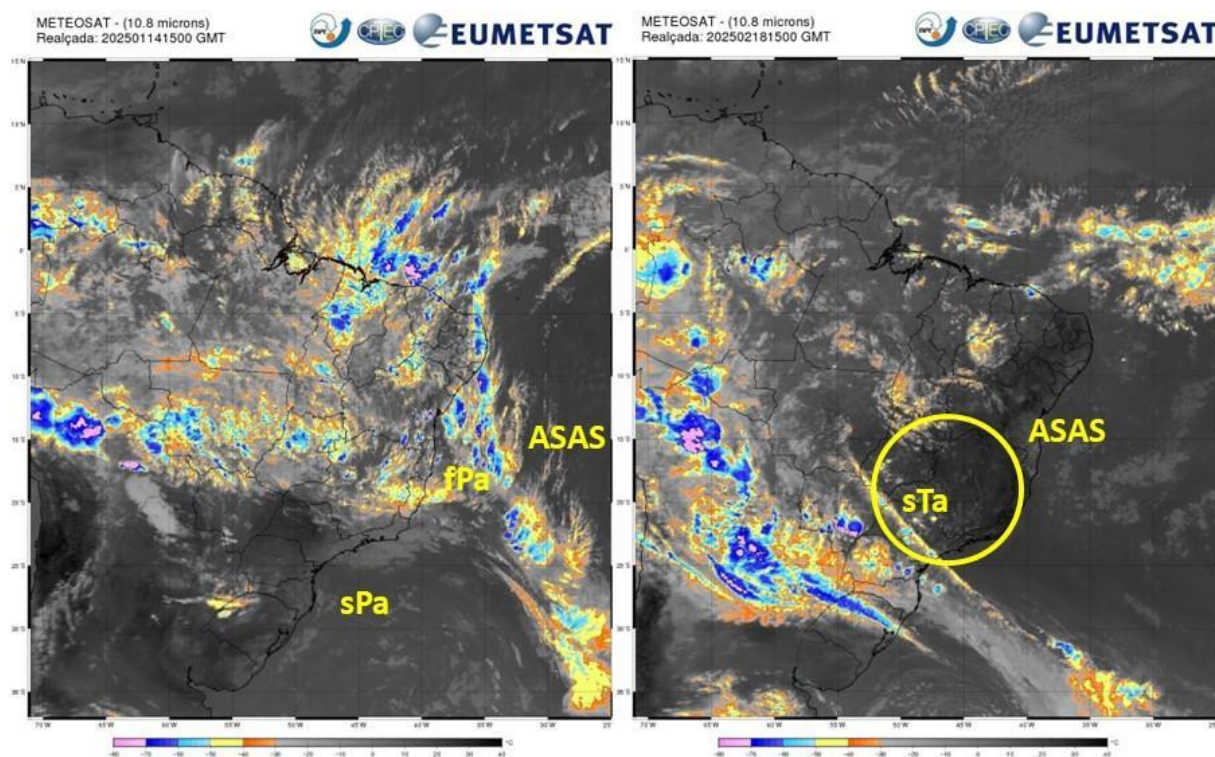


Figura 2 - Situações sinóticas selecionadas para análise.

Fonte: <https://satelite.cptec.inpe.br/home/index.jsp> (2025).

Os valores médios de temperaturas mais elevados verificados no posto da Administração e na estação meteorológica do INMET (23,6°C e 24°C, respec.) mostra essa característica, produzindo, como resultado, elevados valores e amplitude de temperatura e de umidade do ar (15°C e 15,3°C; 55% e 65%). Lembrando que esses dois pontos estavam em locais amplamente abertos, expostos à advecção de ar, que atua trazendo e retirando calor e umidade, reforçando as amplitudes térmicas e higrométricas, diferente do que acontecia com os postos da Mata Atlântica e da Olaria de ambientes confinados. De acordo com a tabela 1, os valores de amplitude térmica foram de 11,8°C e 8,2°C respec., contra

15°C e 15,3°C da Administração e INMET. Os menores valores de amplitude indicam melhor capacidade de conservação de calor e umidade.

Os dados mensurados no dia 14/01/2025, sob condições atmosféricas de tempo instável (figura 3) sob ação de Sistema Frontal, registrando nebulosidade e chuva, mostrou variações de temperatura e umidade relativa do ar inferior àquelas do episódio anterior, marcada por baixas amplitudes. Como pode ser observado na figura 2, as diferenças de temperatura entre os postos variaram entre 19°C na Mata Atlântica e 24,3°C no INMET (amplitude de 5,3°C).

Os menores valores de temperatura descritos para o posto da Mata Atlântica (figura 3) evidenciam o papel de obstrução de irradiação solar pelo dossel arbóreo, com elevada cobertura foliar. O ambiente de penumbra no interior do estrato florestal foi formado pela radiação direta e, principalmente, pela irradiação difusa, resultado de saldo energético baixo, compensado parcialmente pelo transporte advectivo de calor. As propriedades de condução e armazenamento de calor excepcionalmente baixas do povoamento vegetal, já apontado anteriormente, somado ao elevado valor de calor específico da água (1,0 cal/g.°C), elevada taxa de evapotranspiração (evaporação do solo e evapotranspiração da vegetação), reduzem a advecção de calor dos ambientes externos e substitui grande parte do calor sensível em calor latente (presente apenas nas mudanças de estado físico da água).

Deve-se assinalar que o posto instalado no interior da Olaria mostrou o menor valor de amplitude térmico-higrométrica de 8,2°C e 43%, contra 11°C - 15°C e 55% - 65% nos demais postos. As paredes espessas desse edifício (superior a 1,5 m) dificultam a transferência do calor tanto da parte externa para o ambiente interno e vice-versa, funcionando como um sumidouro de calor. As antigas casas coloniais, com paredes grossas, produziam esse efeito, propiciando melhores condições de conforto térmico e higrométrico comparado às instalações modernas com paredes de pouca espessura, o que é particularmente interessante nos trópicos onde existe excedente térmico durante todo o ano, aumentando a inércia termal do edifício, demorando para aquecer nos dias quentes e para resfriar nos dias frios. Os tecidos naturais também propiciam efeito semelhante.

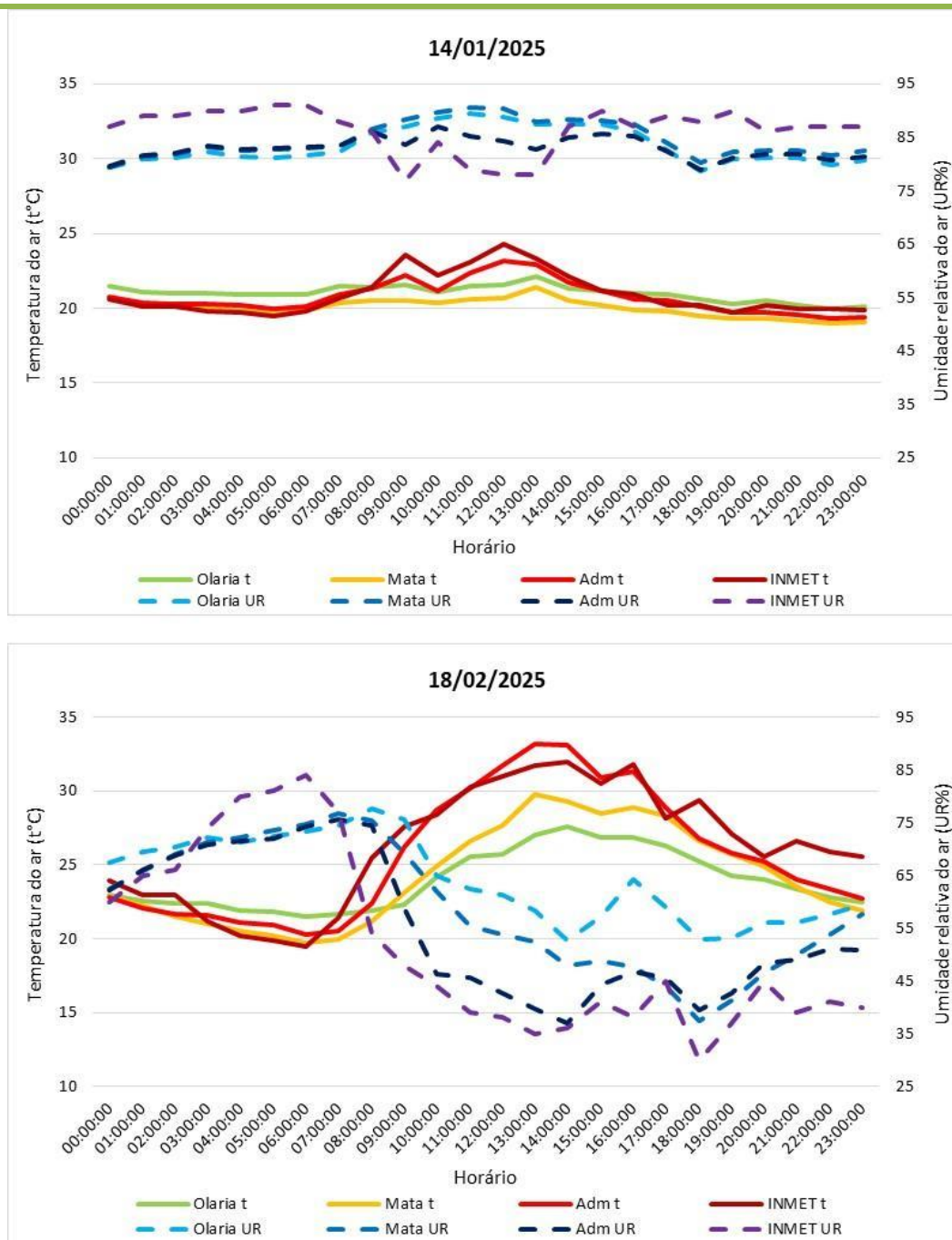


Figura 3 - Situações Diárias Episódicas de Tempo Meteorológico.

Fonte: elaborado por Carlos H. Jardim (2025).

No tocante às propriedades físicas dos materiais, a comparação com valores de calor específico do concreto utilizado na construção civil ($0,2 \text{ cal/g.}^\circ\text{C}$), comparados àqueles do povoamento vegetal ($0,8 \text{ cal/g.}^\circ\text{C}$) e da água ($1,0 \text{ cal/g.}^\circ\text{C}$), de acordo com Geiger (1961), explicam por que no ambiente de Mata Atlântica as variações são reduzidas. O elevado valor de calor específico retarda as variações de temperatura e, portanto, quanto maior o volume florestal, maior a capacidade térmica do ambiente.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As particularidades dos materiais presentes nos ambientes analisados e nos ambientes urbanos limítrofes à Estação Ecológica, em interação com a dinâmica de circulação do ar e a topografia do espaço analisado, explicam as variações observadas.

Essas variações mostram maior comprometimento de fatores de ordem microclimática com situações de tempo estáveis, com pouca ventilação, ocasião na qual os microclimas se configuram de forma evidente, com diferenças expressivas de temperaturas, normalmente iguais ou superiores a 3,0°C. Nas situações de tempo instáveis, a nebulosidade dificulta a entrada de irradiação solar, reduzindo o saldo energético para produção de calor. Esse fato, somado à presença de água das chuvas que, quando é vaporizada, reduz ainda mais o saldo de calor no ambiente pela conversão de calor sensível em calor latente. Nessas condições, resta pouco calor sensível para estruturação de microclimas, cujas diferenças de temperatura são mínimas entre os pontos amostrais, habitualmente igual ou menor do que 1,0°C, semelhante ao que ocorre nos horários mais frios do final da madrugada e primeiras horas da manhã.

Por último, mas não menos importante, deve-se destacar que é a partir dos microclimas que se estabelece a conexão das transformações produzidas pelas sociedades humanas na paisagem com as escalas superiores de clima, além de evidenciar a capacidade humana em modifica-lo, utilizando-o a seu favor como recurso natural e não apenas como fonte de desastres.

REFERÊNCIAS

GEIGER, R. **Manual de microclimatologia**. O clima da camada de ar junto ao solo. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1961.

GOUVÊA, L. A. **Biocidade**: conceitos e critérios para um desenho ambiental urbano, em localidades de clima tropical de planalto. São Paulo: Nobel, 2002.

JARDIM, C. H. Construção e avaliação de desempenho de modelo de mini abrigo meteorológico de ventilação passiva para experimentos em campo de climatologia. In GALVANI, E.; GOBO, J. P. A.; LIMA, N. G. B. (Orgs.). **Climatologia Aplicada Vol II**. Curitiba: CRV, 2018.

JARDIM, C. H.; MONTEIRO, H. C. Microclimatic units in the ufmg ecological station in Belo Horizonte, Brazil: methodological aspects and the role of vegetation in thermal impacts. **Geografias**, Belo Horizonte, v. 10, n. 1, p. 86-102, 2014.

JARDIM, C. H.; GALVANI, E. Unidades topoclimáticas no Parque Nacional da Serra do Cipó. **Revista Brasileira de Climatologia**, Dourados-MS, v. 30, p. 219-245, 2022.

OLGYAY, V. **Arquitectura y clima**. Manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas. Trad. Josefina Frontado y Luis Clavet. Barcelona: Editorial Gustavo Gili, 2002.

MENDONÇA, F. Clima e planejamento urbano em Londrina. In. MENDONÇA, F; MONTEIRO, C. A. F. (Orgs). **Clima Urbano**. São Paulo: Contexto, 2003.

MONTEIRO, C. A. F. **Teoria e Cima Urbano**. Tese (Livre Docência) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1975.

MONTEIRO, C. A. F. O campo térmico na cidade de Florianópolis: primeiros experimentos. **Geosul**, Florianópolis, n. 9, p. 20-60, 1990.

MONTEIRO, C. A. F. Teoria e clima urbano: um projeto e seus caminhos. In. MENDONÇA, F; MONTEIRO, C. A. F. (Orgs). **Clima Urbano**. São Paulo: Contexto, 2003.

ROMERO, M. A. B. **Princípios Bioclimáticos para o desenho urbano**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2013.

SAMPAIO, A. H. L. **Correlações entre o uso do solo e “ilhas de calor” no ambiente urbano**: o caso de Salvador. 1981. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1981.

Recebido: 15/04/2026

Aceito: 30/06/2026