

## Temperatura do ar em microclimas rural e urbano na ilha de Santa Catarina

Tuany Bianchessi <sup>(1)\*</sup>, Rosandro Boligon Minuzzi <sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup> Acadêmica do curso de Agronomia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Santa Catarina. Rod. Ademar Gonzaga,1346, Bairro Itacorubi, Caixa Postal 476, CEP 8840-900, Florianópolis-SC, Brasil.

<sup>(2)</sup> Professor, Depto. de Engenharia Rural, Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Santa Catarina. Rod. Ademar Gonzaga,1346, Bairro Itacorubi, Caixa Postal 476, CEP 8840-900, Florianópolis-SC, Brasil.

\*Autor Correspondente - E-mail: [tuanybianchessi08@gmail.com](mailto:tuanybianchessi08@gmail.com)

**Resumo:** Este estudo teve como objetivo analisar as variações de temperatura do ar ao longo das quatro estações do ano e em distintas regiões da ilha de Santa Catarina. Para tal, foram utilizados dados diários de temperatura média, mínima e máxima do ar coletados durante o período de janeiro de 2020 a dezembro de 2022, provenientes de estações meteorológicas localizadas no bairro do Itacorubi e na Fazenda Experimental da Ressacada, representando uma área urbana e rural respectivamente. Por meio da análise das médias, observaram-se diferenças significativas nas temperaturas médias e máximas entre ambas as áreas, principalmente nos períodos mais quentes do ano. No entanto, em relação ao coeficiente de variação das temperaturas média, máxima e mínima do ar, não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas em nenhuma estação do ano.

**Palavras-chave:** mudança climática, cobertura vegetal, fatores climáticos, ilhas de calor.

**Abstract:** This study aimed to analyze air temperature variations over the four seasons of the year and in different regions of the island of Santa Catarina. For this purpose, daily average, minimum and maximum air temperature data collected during the period from January 2020 to December 2022 were used, from meteorological stations located in the Itacorubi neighborhood and at Fazenda Experimental da Ressacada, representing an urban area and countryside respectively. Through the analysis of the averages, significant differences were observed in the average and maximum temperatures between both areas, mainly in the hottest periods of the year. However, regarding the coefficient of variation of average, maximum and minimum air temperatures, no statistically significant differences were found in any season of the year.

**Keywords:** Climate change, vegetation cover, climate factors, urban heat islands.

## **Introdução**

Pode-se afirmar que, em razão do crescente processo de urbanização, entender como a temperatura do ar varia em diferentes microclimas é de grande relevância para o planejamento das cidades, tendo em vista que as modificações das paisagens naturais que, em grande parte foram substituídas por construções a base de materiais artificiais, alteram alguns elementos climáticos como a temperatura, umidade, precipitação e o vento. De acordo com Barros e Lombardo (2016), esses elementos climáticos quando alterados pela ação antrópica se relacionam com o aumento da poluição atmosférica, com maior risco de inundações e alterações de amplitudes térmicas.

Dentre os fatores climáticos que induzem a formação de microclimas a cobertura vegetal ganha em importância, principalmente em áreas urbanas, uma vez que a presença de vegetação tem influência no clima por meio de sombreamento e absorção de radiação solar e, conseqüentemente, influencia na temperatura e umidade do ar, além da evapotranspiração e umidade do solo. Dacanal, Labaki e Silva (2010, p. 116) afirmam que “o elemento vegetação aparece como parte integrante do projeto urbano, reconhecendo-se sua importância na alteração das condições microclimáticas e, conseqüentemente, no desempenho térmico das construções”. Portanto, é esperado que em áreas com maior cobertura vegetal, a temperatura do ar seja menor e que a umidade do ar seja mais elevada.

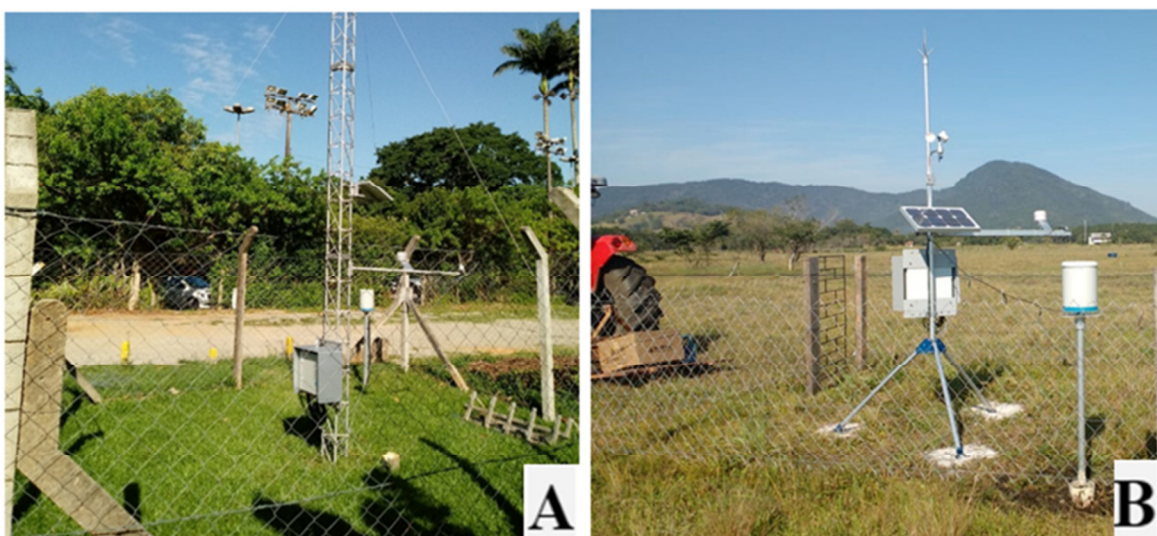
No que diz respeito à distribuição territorial, a ocupação da ilha de Florianópolis apresenta uma fragmentação significativa, dividindo-se principalmente em duas direções: leste, com o Morro da Cruz como divisor, e oeste, com a Lagoa da Conceição como limite. Essa divisão resulta em diferenças substanciais na ocupação dos quatro quadrantes da ilha, influenciadas principalmente pelas características geográficas, como o relevo e as condições físicas. Esses fatores exercem uma influência significativa na ocupação do território, resultando na existência de grandes áreas não urbanizáveis em Florianópolis. Essa heterogeneidade na ocupação do espaço terrestre pode ter impactos relevantes na criação de microclimas na região. (JUAN; CASSEB; TERRAZA, 2015).

Diante do exposto, este estudo teve como objetivo comparar a temperatura do ar em diferentes épocas do ano e microclimas na ilha de Santa Catarina.

## Materiais e Métodos

Foram usados dados diários de temperatura média, mínima e máxima do ar de janeiro de 2020 a dezembro de 2022 de duas estações meteorológicas automáticas do CCA/UFSC, localizadas no bairro Itacorubi e na FER (Fazenda Experimental da Ressacada), representando, respectivamente, a área urbana e rural de Florianópolis - SC. O sensor de temperatura em ambas as estações é o modelo TUSensDB, da empresa DualBase, que possui uma resolução de 0,01°C, faixa de medição de -40°C a 80°C e precisão de 0,1°C.

A Estação Meteorológica do Itacorubi encontra-se localizada nas dependências do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), sendo circundada por edifícios e vias públicas. Em contraste, a Estação da Fazenda Experimental da Ressacada está situada em uma área de campo aberto, caracterizada por uma vegetação de porte baixo. A distância em linha reta entre as duas estações é de aproximadamente 12 km.



**Figura 01** - Fotos das estações meteorológicas do CCA / UFSC localizadas no bairro do Itacorubi (A) e na Fazenda Experimental da Ressacada (B) em Florianópolis.

A capital do estado de Santa Catarina, localiza-se entre os paralelos de 27°10' e 27°50' de latitude sul e entre os meridianos de 48°25' e 48°35' de longitude oeste. Segundo classificação de Köppen, a cidade possui um clima Cfa, ou seja, subtropical úmido com clima temperado, verão sempre úmido e quente (BARCELOS et al, 2017).

Foram obtidas e comparadas estatisticamente a média e o coeficiente de variação das temperaturas entre os dois locais para cada uma das quatro estações do ano, sendo

considerado os meses de dezembro a fevereiro como verão, março a maio como outono, junho a agosto como inverno e setembro a novembro como primavera.

O teste t-Student e de Fligner-Killeen foram usados para avaliar a significância estatística na diferença entre as médias e o coeficiente de variação, respectivamente, das temperaturas entre os dois locais. O software Past 4.1 foi usado para aplicar as referidas metodologias estatísticas.

## Resultados e Discussão

Os resultados da análise comparativa das temperaturas médias, máximas e mínimas registradas nas duas estações meteorológicas revelaram diferenças estatisticamente significativas em determinados cenários, como a temperatura máxima e a temperatura média do ar durante as estações mais quentes, como a primavera e o verão.

Na Tabela 01 pode-se observar que em relação à temperatura média do ar nas quatro estações do ano, há diferenças estatisticamente significativas nas estações do ano em que a temperatura é mais elevada, ou seja, verão e primavera. Durante o verão, a temperatura média do ar na estação do Itacorubi foi de 25,1 °C, enquanto na estação da Fazenda Experimental da Ressacada (FER) foi de 24,4 °C, resultando em uma diferença de 0,7 °C entre os dois locais. Mesma diferença obtida ao analisar os dados referentes a primavera, com 20,7°C na estação do Itacorubi e 20°C na FER.

**Tabela 01.** Média da temperatura média do ar nas quatro estações do ano registradas no Itacorubi (Itac) e na Fazenda Experimental da Ressacada (FER)

	Temperatura média do ar		
	Itacorubi	FER	Diferença (Itac-FER)
Verão	25,1°C	24,4°C	0,7°C *
Outono	21,7°C	21,3°C	0,4°C <sup>ns</sup>
Inverno	17,3°C	17,0°C	0,3°C <sup>ns</sup>
Primavera	20,7°C	20,0°C	0,7°C *

\* Diferença estatisticamente significativa na média pelo teste t-Student ao nível de 5% de significância.

<sup>ns</sup> Diferença na média não significativo ao nível de 5%.

Com referência à temperatura máxima do ar, observou-se diferença estatisticamente significativa em todas as estações do ano, sendo que na primavera houve a maior discrepância de 1,7 °C entre as temperaturas registradas, tendo sido registrado na estação do Itacorubi, 25,9 °C, e na FER, 24,2 °C (Tabela 02).

**Tabela 02.** Média da temperatura máxima do ar nas quatro estações do ano registradas no Itacorubi (Itac) e na Fazenda Experimental da Ressacada (FER)

	Temperatura máxima do ar		
	Itacorubi	FER	Diferença (Itac-FER)
Verão	30,2°C	28,7°C	1,5°C *
Outono	27,2°C	26,0°C	1,2°C *
Inverno	22,6°C	21,7°C	0,9°C *
Primavera	25,9°C	24,2°C	1,7°C *

\* Diferença estatisticamente significativa na média pelo teste t-Student ao nível de 5% de significância.

<sup>ns</sup> Diferença na média não significativo ao nível de 5%.

Por outro lado, em relação às médias da temperatura mínima do ar, não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas em nenhuma das quatro estações do ano (Tabela 03). A maior diferença entre as estações do Itacorubi e da Fazenda Experimental da Ressacada foi de 0,5°C, ocorrendo durante a estação da primavera. A menor diferença observada entre as médias ocorreu durante o verão, com apenas 0,3°C.

**Tabela 03.** Média da temperatura mínima do ar nas quatro estações do ano registradas no Itacorubi (Itac) e na Fazenda Experimental da Ressacada (FER)

	Temperatura mínima do ar		
	Itacorubi	FER	Diferença (Itac-FER)
Verão	21,3°C	21,0°C	0,3°C <sup>ns</sup>
Outono	17,7°C	17,1°C	0,5°C <sup>ns</sup>
Inverno	13,4°C	13,0°C	0,4°C <sup>ns</sup>
Primavera	17,1°C	16,6°C	0,5°C <sup>ns</sup>

\* Diferença estatisticamente significativa na média pelo teste t-Student ao nível de 5% de significância.

<sup>ns</sup> Diferença na média não significativo ao nível de 5%.

No contexto geral, percebe-se a influência do tipo de ambiente no entorno das estações, principalmente na temperatura máxima e nos períodos mais quentes do ano. Duarte (2008) aponta que o clima da cidade é produto de um fenômeno de transformação de energia a partir da interação entre o ar atmosférico e o ambiente urbano construído. Isso ocorre devido à diferença na capacidade de absorção de calor entre os materiais impermeabilizantes presentes em áreas urbanas e as áreas cobertas por vegetação.

Nas áreas urbanas, as alterações climáticas locais estão relacionadas ao efeito resultante da interação entre a morfologia urbana, as propriedades térmicas dos materiais das superfícies construídas e a emissão de calor proveniente das atividades humanas

(ASSIS, 2008). Os materiais impermeabilizantes, como o cimento e os asfaltos, possuem características de densidade e solidez que conferem uma alta capacidade de armazenamento térmico, no entanto, esses materiais apresentam uma baixa condutividade térmica, o que dificulta a transferência rápida de calor. Como resultado, ocorre uma redução nas taxas de resfriamento evaporativo e a diminuição da infiltração de água no solo, contribuindo para a formação de ilhas de calor (ROCHA, 2018).

Por outro lado, em locais onde existe a presença de cobertura vegetal a dissipação do calor é maior, em comparação ao cimento e outras coberturas sintéticas. Isso se deve a fatores como a evapotranspiração que converte a energia solar em água evaporada ao invés de calor, mantendo as temperaturas da vegetação e do ar mais baixas (LEAL, 2012). O processo de evapotranspiração consome energia da radiação solar e aumenta o calor latente ao invés do calor sensível, resfriando as folhas e a temperatura nos seus arredores (TAHA et al., 1988). Além do resfriamento evaporativo, a presença de árvores e sua sombra têm o potencial de contribuir para o resfriamento da atmosfera por meio da interceptação da radiação solar, evitando o aquecimento excessivo das superfícies expostas (LEAL, 2012). Além de oferecer sombra e resfriamento por meio da evapotranspiração da vegetação, os espaços verdes também contribuem para a permeabilidade da superfície, aumentando sua capacidade de armazenar água e, assim, promovendo o resfriamento evaporativo. Essa disponibilidade de água favorece a dissipação de calor e contribui para a regulação térmica do ambiente (HATHWAY; SHARPLES, 2012), atestando a necessidade de políticas públicas que visem iniciativas para melhorar o conforto térmico nas áreas urbanas.

Quanto ao coeficiente de variação das temperaturas média, máxima e mínima, conforme demonstrado, respectivamente, nas Tabelas 04, 05 e 06, não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas em nenhuma das situações, isto é, independente no ambiente rural ou urbano e época do ano, as temperaturas possuem a mesma dispersão. No entanto, ao analisar as estações do ano individualmente, observa-se que o inverno apresenta o coeficiente de variação mais elevado, indicando uma maior variabilidade nas temperaturas. Já o verão apresenta os menores coeficientes de variação, tendo assim uma menor variabilidade nas temperaturas.

**Tabela 04.** Coeficiente de variação da temperatura média do ar nas quatro estações do ano registradas no Itacorubi (Itac) e na Fazenda Experimental da Ressacada (FER)

	Temperatura média do ar		
	Itacorubi	FER	Diferença (Itac-FER)
Verão	8,0%	8,0%	0,08% <sup>ns</sup>
Outono	14,3%	14,7%	0,42% <sup>ns</sup>
Inverno	16,1%	16,3%	0,18% <sup>ns</sup>
Primavera	13,0%	13,4%	0,37% <sup>ns</sup>

\* Diferença estatisticamente significativa no coeficiente de variação (CV) pelo teste de Fligner-Kileen ao nível de 5% de significância.

<sup>ns</sup> Diferença no CV não significativo ao nível de 5%.

**Tabela 05.** Coeficiente de variação da temperatura máxima do ar nas quatro estações do ano registradas no Itacorubi (Itac) e na Fazenda Experimental da Ressacada (FER)

	Temperatura máxima do ar		
	Itacorubi	FER	Diferença (Itac-FER)
Verão	10,4%	9,9%	0,54% <sup>ns</sup>
Outono	12,2%	12,0%	0,27% <sup>ns</sup>
Inverno	16,2%	15,2%	0,99% <sup>ns</sup>
Primavera	14,7%	14,2%	0,48% <sup>ns</sup>

\* Diferença estatisticamente significativa no coeficiente de variação (CV) pelo teste de Fligner-Kileen ao nível de 5% de significância.

<sup>ns</sup> Diferença no CV não significativo ao nível de 5%.

**Tabela 06.** Coeficiente de variação da temperatura mínima do ar nas quatro estações do ano registradas no Itacorubi (Itac) e na Fazenda Experimental da Ressacada (FER)

	Temperatura mínima do ar		
	Itacorubi	FER	Diferença (Itac-FER)
Verão	9,8%	11,0%	1,22% <sup>ns</sup>
Outono	20,9%	24,2%	3,29% <sup>ns</sup>
Inverno	25,4%	28,9%	3,49% <sup>ns</sup>
Primavera	17,4%	19,1%	1,62% <sup>ns</sup>

\* Diferença estatisticamente significativa no coeficiente de variação (CV) pelo teste de Fligner-Kileen ao nível de 5% de significância.

<sup>ns</sup> Diferença no CV não significativo ao nível de 5%.

No inverno, a atuação de massas de ar frio provenientes do sul do continente provocam uma queda acentuada nas temperaturas médias do ar (MONTEIRO, 2001). Porém, nas condições pré-frontais, há uma elevação acentuada das temperaturas para a época do ano, propiciando essas maiores variações térmicas independente das características do local. Ademais, é habitual na estação mais fria do ano no sul do Brasil que ocorram a atuação de bloqueios atmosféricos, resultando nos populares “veranicos”, ou seja, uma sequência de dias sem chuva e temperaturas relativamente elevadas, intercaladas

por períodos de chuva devido a passagem de frentes frias e queda acentuada da temperatura nos primeiros dias após a inserção da massa de ar fria. Isto é um bom exemplo da atuação de um sistema meteorológico de grande escala, influenciando de forma igual em áreas com diferentes microclimas.

### **Conclusão**

Em média, a temperatura máxima é maior numa área urbanizada do que numa rural na ilha de Santa Catarina, principalmente no verão e na primavera, que apresentaram uma diferença de 1,7°C, o suficiente para influenciar significativamente na temperatura diária.

A temperatura do ar possui a mesma variação entre uma área urbana e rural em qualquer época do ano.

Fica evidente a relevância de considerar a seleção da vegetação e, ou, dos materiais de cobertura em áreas urbanas, a fim de mitigar os efeitos da formação de ilhas de calor.

### **Referência bibliográficas**

ANDRADE, H.; VIEIRA, R. A climatic study of an urban green space: the Gulbenkian Park in Lisbon (Portugal). **Finisterra**, Lisboa, v. 42, n. 84, p. 27-46, 2007.

ANDRADE, S. F. **Estudo de estratégias bioclimáticas no clima de Florianópolis**. Dissertação de Mestrado. Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, abril/96, 135 p, 1996.

ASSIS, E. S. Aplicações da climatologia urbana no planejamento da cidade: revisão dos estudos brasileiros. **RUA: Revista de urbanismo e arquitetura**, [S. l.], v. 7, n. 1, 2008. Disponível em: <https://periodicos.ufba.br/index.php/rua/article/view/3149>. Acesso em: 10 jun. 2023.

BARCELLOS, D. R. et al. Análise da Variabilidade Temporal da Precipitação na Cidade de Florianópolis/SC. **Ciência e Natura**, v. 42, p. e9-e9, 2020.

BARROS, H. R.; LOMBARDO, M. A. A ilha de calor urbana e o uso e cobertura do solo em São Paulo-SP. **Geosp – Espaço e Tempo (Online)**, v. 20, n. 1, p. 160-177, mês. 2016. ISSN 2179-0892. Disponível em: <http://www.revistas.usp.br/geosp/article/>



view/97783>. Acesso em: 04 jun. 2023

DACANAL, C.; LABAKI, L. C.; SILVA, T. M. L. DA .. Vamos passear na floresta! O conforto térmico em fragmentos florestais urbanos. **Ambiente Construído**, v. 10, n. 2, p. 115–132, abr. 2010.

DUARTE, D. H. S.; SERRA, G. G. Padrões de ocupação do solo e microclimas urbanos na região de clima tropical continental brasileira: correlações e proposta de um indicador. **Ambiente Construído**, [S. l.], v. 3, n. 2, p. 7–20, 2008. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/index.php/ambienteconstruido/article/view/3447>. Acesso em: 9 jun. 2023.

HATHWAY, E.A.; SHARPLES, S. The interaction of rivers and urban form in mitigating the urban heat island effect: A UK case study. **Building and Environment**, Oxford, v. 58, p. 14-22, 2012.

LEAL, L. **A influência da vegetação no clima urbano da cidade de Curitiba - PR**. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Programa de Pós - Graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2012.

MONTEIRO, M. A. Caracterização climática do estado de Santa Catarina: uma abordagem dos principais sistemas atmosféricos que atuam durante o ano. **Geosul**, v. 16, n. 31, p. 69-78, 2001.

ROCHA, R. Efeito de alta temperatura em concretos: uma revisão da literatura. **Revista InterScientia**, v. 6, n. 1, p. 211-227, 18 jul. 2018.

TAHA, H., AKBARI, H., ROSENFELD, A., HUANG, J. Residential cooling loads and the urban heat island – the effects of albedo. **Building and Environment**, Oxford, v. 23, p. 271–283, 1988.