

## **ANÁLISE ESTATÍSTICA DE DADOS CLIMÁTICOS DAS CIDADES DE JOINVILLE/SC E NITERÓI/RJ**

DOI: <http://dx.doi.org/10.19177/rgsa.v9e02020207-223>

**Ellen Flávia Weis Leite<sup>1</sup>**

**Jayne Garcia<sup>2</sup>**

**Elisa Henning<sup>3</sup>**

**Ana Mirthes Hackenberg<sup>4</sup>**



### **RESUMO**

O conhecimento dos dados climáticos é fundamental para definir estratégias arquitetônicas adequadas ao clima local, uma vez que tais fatores influenciam no desempenho térmico da edificação e consumo de energia. Tendo isso em vista, este artigo apresenta uma análise estatística de dados climáticos de duas cidades brasileiras pertencentes ao mesmo grupo climático, conforme a classificação de climas proposta por Roriz. As cidades analisadas foram: Joinville/SC e Niterói/RJ. O método adotado no estudo envolveu duas etapas distintas. Na primeira etapa, foi realizada uma análise descritiva do conjunto de dados para ambas as cidades, buscando verificar se as variáveis de temperatura se enquadravam nos critérios adotados por Roriz. Já na segunda etapa, foram aplicados testes estatísticos visando atestar a similaridade sugerida na classificação do autor, analisando-se dados de temperatura e radiação solar do arquivo climático de cada cidade. Na presente pesquisa, foram utilizados Teste T e Teste de Wilcoxon-Mann-Whitney para inferência dos dados. Os resultados obtidos demonstram que, do ponto de vista estatístico, as cidades não possuem características climáticas iguais, com diferenças consideráveis no clima de cada local.

**Palavras-chave:** Análise estatística de dados climáticos. Zoneamento bioclimático. Desempenho térmico de edificações.

<sup>1</sup>Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade do Estado de Santa Catarina. E-mail: [efw.leite@edu.udesc.br](mailto:efw.leite@edu.udesc.br)

<sup>2</sup> Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade do Estado de Santa Catarina. E-mail: [jaynegarcia00@gmail.com](mailto:jaynegarcia00@gmail.com)

<sup>3</sup>Doutora em Engenharia de Produção. Docente do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade do Estado de Santa Catarina. E-mail: [elisa.henning@udesc.br](mailto:elisa.henning@udesc.br)

<sup>4</sup>Doutora em Planejamento de Sistemas Energéticos. Docente do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade do Estado de Santa Catarina. E-mail: [ana.hackenberg@udesc.br](mailto:ana.hackenberg@udesc.br)

# STATISTICAL ANALYSIS OF CLIMATE DATA OF THE CITIES JOINVILLE/SC AND NITERÓI/RJ

## ABSTRACT

Knowing the climate data is essential to defining architectural strategies that are adequate to the local climate. Therefore, this article presents a statistical analysis of climate data of two cities belonging to the same climate group according to the climate classification proposed by Roriz. The cities analyzed were Joinville/SC and Niterói/RJ. First, a descriptive analysis of the cities' data set was performed to verify if the temperature variables fitted the criteria adopted by Roriz. And later, statistical tests were applied to attest the similarity suggested in the author's classification, by analyzing temperature and solar radiation data from the weather file of each city. In this study, T-Test and Wilcoxon Test were used for data inference. The results show that, from the statistical point of view, the cities do not have equal climatic characteristics, with considerable differences in the climate of each city.

**Keywords:** Statistical analysis of climate data. Bioclimatic zoning. Thermal performance of buildings.



## 1 INTRODUÇÃO

A preocupação com a degradação ambiental e interferência antrópica têm ganhado cada vez mais ênfase nos campos científico e acadêmico, já que tais fatores representam maior consumo de energia e recursos em geral, os quais podem gerar diversos impactos ambientais (Lamberts; Dutra; Pereira, 2014).

Em relação às edificações, em que o consumo de energia é significativo, é importante analisar com profundidade os dados climáticos de uma localidade antes de iniciar um projeto, para conceber construções mais eficientes e com desempenho adequado. Assim, pode-se definir que uma edificação energeticamente eficiente e com bom desempenho térmico é aquela que provê conforto ambiental ao usuário, evitando o uso de equipamentos de condicionamento de ar e reduzindo o consumo de energia (OLIVEIRA et al., 2016).

Isso demonstra a importância de se avaliar os aspectos climáticos de um local, os quais são fundamentais para que a edificação possua bons índices de

desempenho, visto que variáveis como temperatura, incidência e orientação solar possibilitam definir estratégias arquitetônicas apropriadas para se obter bom desempenho térmico nos ambientes construídos (Babtck; Torres, 2017).

O conhecimento dessas variáveis é de extrema relevância, uma vez que estão diretamente relacionadas ao desempenho térmico da edificação e representam os requisitos básicos para projeto de sistemas de condicionamento de ar, cálculos simplificados do consumo de energia e simulações termoenergéticas de edificações (SCHELLER et al., 2015).

Nesse sentido, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) é uma das principais entidades regulamentadoras que, no âmbito da construção civil, desenvolve parâmetros e regras para o bom desempenho de edificações, através da publicação de normas específicas. Dentre elas, destaca-se a NBR 15220 (ABNT, 2005), que relaciona o desempenho térmico de edificações às características climáticas do território nacional, estabelecendo diretrizes construtivas para habitações a partir do Zoneamento Bioclimático Brasileiro. Tais recomendações visam, sobretudo, reduzir o impacto gerado pelo consumo de energia no ambiente construído, através de uma melhor adequação climática da edificação.

Conforme a NBR 15220-3 (ABNT, 2005), o Brasil se divide em oito zonas bioclimáticas diferentes, separadas a partir das médias mensais de temperaturas máximas, mínimas e médias, e ainda considerando a umidade do ar, que compõem juntas o Zoneamento Bioclimático Brasileiro.

De acordo com Pacheco (2016), este zoneamento foi criado de modo a indicar intervalos de conforto térmico, conforme níveis de temperatura e umidade de ar. Estes intervalos caracterizam zonas, cujo objetivo é definir, com base nas características climáticas, diretrizes construtivas como dimensões das janelas, sombreamento das aberturas, materiais adequados para paredes e/ou cobertura, além de outras estratégias bioclimáticas.

Apesar da metodologia válida, a elaboração deste zoneamento baseou-se em dados climáticos de pouco mais de 300 municípios do país, utilizando método de interpolação para definição dos aspectos climáticos no restante do território brasileiro (Roriz, 2012a). Em sua proposta de revisão do Zoneamento Bioclimático, Roriz (2012b) afirmou que o atual zoneamento possui zonas com baixa homogeneidade climática e um número insuficiente para refletir a diversidade climática do Brasil. Por

isso, propôs em 2012 uma revisão do Zoneamento Bioclimático Brasileiro, na qual o número de zonas climáticas seria duplicado para 16, com base em estudo com um número aproximadamente 20 vezes maior de municípios.

Estes estudos continuam em andamento e discussão, sendo que em 2014 Roriz apresentou um novo estudo, Classificação de Climas do Brasil (versão 3.0), alterando o zoneamento bioclimático expandindo o número total de grupos bioclimáticos para 24. Este novo zoneamento permitiu a definição de estratégias mais específicas para cada localidade, com base em dados climáticos de um período de 10 anos, de 2000 a 2010.

Enquadradas no mesmo grupo climático conforme Roriz (2014) , a cidade de Joinville/SC está localizada na região norte do estado de Santa Catarina, no sul do Brasil, a uma altitude de pouco mais de 4,0m acima do nível do mar e com clima mesotérmico úmido (SEPUD, 2017), enquanto Niterói/RJ encontra-se na região metropolitana da capital do Rio de Janeiro, uma cidade litorânea a nível do mar com clima subtropical úmido (GUIA NITEROI, 2018).

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho é analisar os dados climáticos destas duas cidades brasileiras com características climáticas semelhantes, a fim de verificar se podem ser enquadradas no mesmo grupo climático tal como determina a classificação de Roriz (2014).

## **2 METODOLOGIA**

No presente estudo foram utilizados os arquivos climáticos de Niterói/RJ e Joinville/SC, elaborados a partir de dados do INMET - Instituto Nacional de Meteorologia (COB, 2019), e da estação meteorológica presente no aeroporto de Joinville/SC. De acordo com Scheller *et al.* (2015), os arquivos climáticos com dados do INMET apresentam o registro das temperaturas e outros aspectos climatológicos, mas que algumas vezes são obtidos com lacunas e interrupções nas medições. Por isso, necessitam ser preenchidos com base em procedimentos estatísticos para formar um ano de referência.

Conforme Roriz (2014), para criar o mapeamento de climas do Brasil, foram definidos “intervalos” com a finalidade de relacionar e classificar os dados climáticas de cada localidade estudada. Dessa forma, os critérios considerados foram:

- TMA: Temperatura Média Anual;
- dpT: Desvio Padrão de média mensal das Temperaturas Médias Diárias;
- AMA: Amplitude Média Anual;
- dpA: Desvio Padrão da Amplitude Média Mensal.

De acordo com essa classificação, as cidades de Joinville/SC e Niterói/RJ estão enquadradas no Grupo 9, cujos critérios são indicados na Figura 1.

Figura 1: Critérios para a classificação dos grupos climáticos

TMA	dpT	AMA	dpA	Grupo	Quantidade Municípios	Porcentagem do Território
>21.0 ≤25.0	≤2.1	≤10.6	≤1.0	9	296	3.97
			>1.0	10	331	4.33
		>10.6	≤1.4	11	363	4.55
			>1.4	12	314	5.60
	>2.1	≤11.9	≤1.1	13	357	2.08
			>1.1	14	197	1.69
		>11.9	≤2.1	15	251	1.27
			>2.1	16	242	1.09

Fonte: Roriz (2014).

Pode-se perceber que os critérios de classificação de Roriz (2014) estão relacionados apenas aos dados de temperatura. Desse modo, além da temperatura de bulbo seco, foram considerados ainda na pesquisa os dados de radiação direta e difusa, tornando a análise mais fidedigna.

Foi realizada também uma análise estatística dos dados por meio do programa R (R CORE TEAM, 2019) com interface RStudio, considerando dados climáticos horários. Tal análise envolveu duas etapas distintas. Primeiramente, realizou-se uma análise descritiva do conjunto de dados para ambas as cidades, possibilitando verificar se as variáveis de temperatura se enquadravam nos critérios adotados por Roriz (2014). Além disso, foi realizada uma análise visual comparativa dos dados climáticos através de gráficos, histogramas e boxplot.

Na segunda etapa foram aplicados testes para inferência e validação da hipótese de que as características climáticas dos dois municípios são semelhantes,

tendo em vista que são enquadrados no mesmo grupo climático pela classificação de Roriz (2014). Nesse caso, foi utilizado o Teste T para dados com distribuição normal, e Teste de Wilcoxon-Mann-Whitney para amostras com distribuição assimétrica, considerando como hipótese nula a igualdade entre as médias de temperatura e radiação solar. Convém ressaltar que o nível de significância adotado foi de 5%.

Segundo Barros e Reis (2003), o Teste T Student, ou simplesmente Teste T, é o método mais utilizado para avaliação de diferenças ou igualdade entre as médias de dois grupos. Dessa forma, aplicando-se o teste paramétrico T, é possível comparar a média de duas amostras com distribuição normal.

Por sua vez, o Teste de Wilcoxon-Mann-Whitney é utilizado como metodologia alternativa ao Teste T. Assumindo que os dados são provenientes de uma distribuição assimétrica, este é considerado uma opção apropriada para cumprir a mesma função (CONOVER, 1980).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Temperatura Média

Ao analisar as medidas descritivas dos dados de temperatura, verifica-se que a média de temperatura é próxima de 21°C para Niterói/RJ e Joinville/SC, há considerável amplitude térmica em ambas as cidades, sendo que a variabilidade dos dados é maior para Joinville, como pode-se observar na Tabela 1.

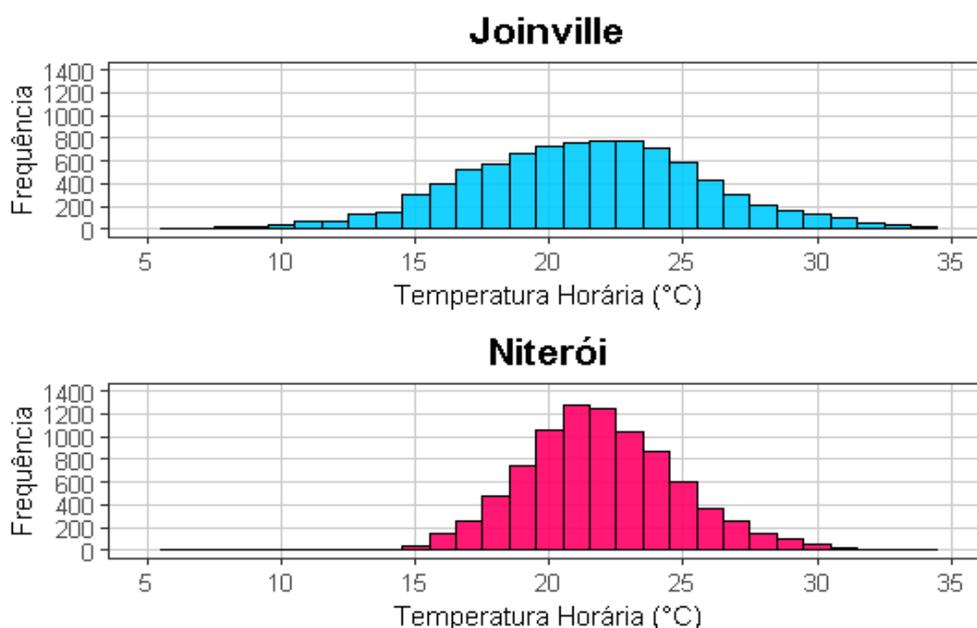
Tabela 1: Estatística descritiva dos dados de temperatura

Temperatura (°C)		
Dados	Joinville/SC	Niterói/RJ
Mín.	6,75	10,80
Mediana	21,38	21,79
Média	21,35	21,95
Máx.	35,00	34,42
Amplitude Térmica	28,25	23,62
Desvio Padrão	4,45	2,94

Fonte: As autoras.

A Figura 2 apresenta o histograma dos dados de temperatura horária de bulbo seco para Niterói/RJ e Joinville/SC. No que diz respeito à distribuição de frequências, é possível constatar que os dados seguem a distribuição normal. Verifica-se também que os dados de temperatura de Niterói/RJ concentram-se mais próximos da média e, portanto, possuem maior homogeneidade. Joinville, por outro lado, apresenta maior dispersão em relação à média, condizendo com o maior valor de desvio padrão em comparação à Niterói.

Figura 2: Histogramas de Temperatura Horária



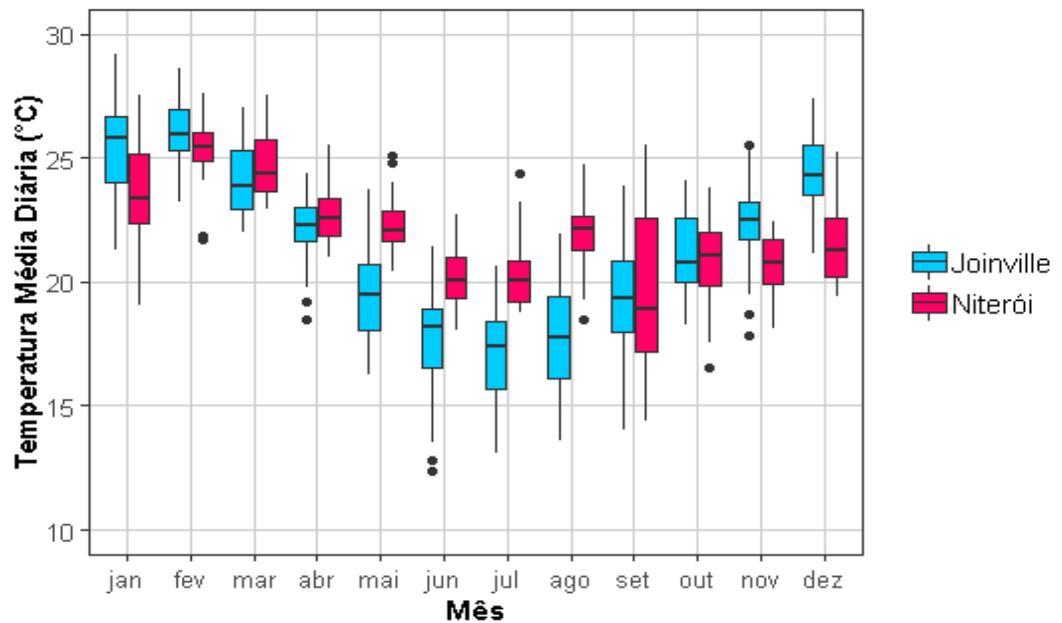
Fonte: As autoras.

Para avaliar o comportamento sazonal da temperatura, os dados foram compilados através do gráfico boxplot (Figura 3). Neste, pode-se observar que Joinville/SC apresenta maior variação térmica anual, na qual a temperatura média diária se concentra entre 15°C e 20°C nos meses mais frios e ultrapassa 25°C no verão. Em Niterói, mesmo no inverno, as temperaturas se mantêm na faixa de 20°C a 25°C na maior parte do tempo.

Comparando os resultados de cada mês, nota-se também maior amplitude térmica em Joinville, excetuando-se o mês de setembro, em que as variações térmicas são mais expressivas em Niterói. Na Figura 4, é mostrado um gráfico comparativo da temperatura média diária para as cidades analisadas. Pode-se visualizar que, de

modo geral, Joinville/SC apresenta temperaturas médias mais baixas nas estações mais frias do ano, assim como temperaturas mais elevadas no verão.

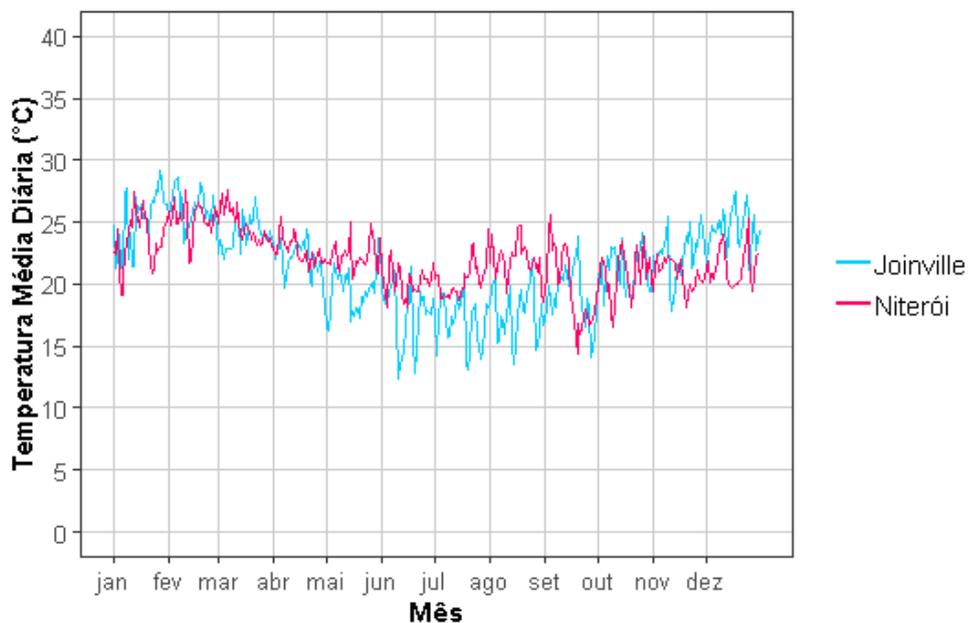
Figura 3: Boxplot de Temperatura Média Diária



Revista Gestão e Sustentabilidade Ambiental

Fonte: As autoras.

Figura 4: Gráfico de Temperatura Média Diária



Fonte: As autoras.

Assumindo a suposição de normalidade dos dados de temperatura, foi aplicado o Teste T com nível de significância de 5% para averiguar se as médias das duas cidades podem ser consideradas similares, mesmo com as diferenças observadas na análise gráfica. Como esperado, os resultados encontrados levam à rejeição da hipótese nula, confirmando que as características térmicas dos municípios são diferentes entre si (Tabela 2).

Tabela 2: Dados resultantes do Teste T

Teste T para duas amostras		
Parâmetros	Joinville/SC	Niterói/RJ
Média de Temperatura	21,35°C	21,95°C
Desvio Padrão	4,45	2,94
p-valor	2.2e-16	
Intervalo de Confiança (95%)	-0.7091687	-0.4857628

Fonte: As autoras.

Por fim, foram também verificados os parâmetros utilizados na classificação de Roriz (2014), com base na amostra de dados analisada. Conforme os resultados demonstrados na Tabela 3, observa-se que a cidade Joinville/SC possui um valor de dpT superior ao estabelecido para o Grupo 9 (

TMA	dpT	AMA	dpA	Grupo	Quantidade Municípios	Porcentagem do Território
>21.0 ≤25.0	≤2.1	≤10.6	≤1.0	9	296	3.97
		>10.6	>1.0	10	331	4.33
		>10.6	≤1.4	11	363	4.55
		>10.6	>1.4	12	314	5.60
	>2.1	≤11.9	≤1.1	13	357	2.08
		>11.9	>1.1	14	197	1.69
		>11.9	≤2.1	15	251	1.27
		>11.9	>2.1	16	242	1.09

Fonte: Roriz (2014).

), no qual a cidade está atualmente enquadrada.

Tabela 3 – Parâmetros de temperatura conforme Roriz (2014)

Parâmetros de Temperatura (°C)		
Parâmetros	Joinville/SC	Niterói/RJ
TMA	21,82	22,22
dpT	3,13	1,85
AMA	7,46	5,25
dpA	0,85	0,87

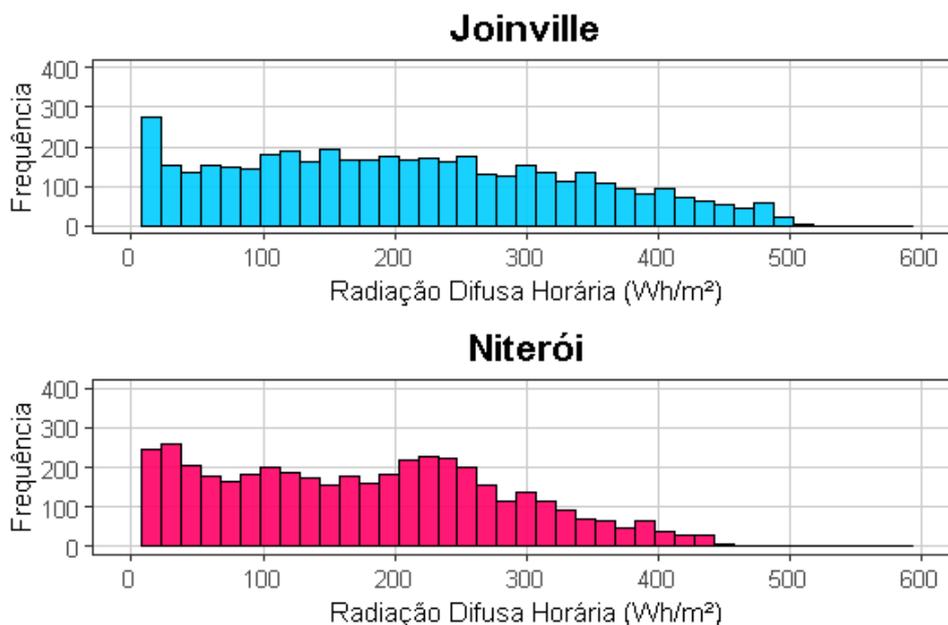
Fonte: As autoras.

É importante destacar que este resultado alteraria o grupo climático de Joinville/SC, que passaria para o grupo 13, junto a municípios geograficamente próximos como Blumenau/SC e Itajaí/SC, e outros como Paranaguá/PR e Macaé/RJ.

### 3.2 Radiação Difusa e Direta

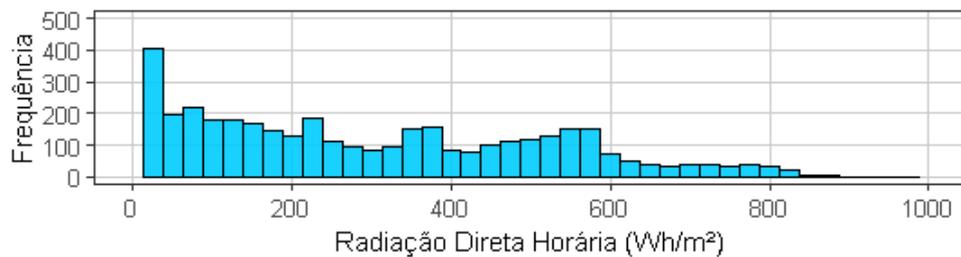
Assim como para a variável temperatura, os dados de radiação das cidades de Joinville/SC e Niterói/RJ foram analisados inicialmente visando identificar sua distribuição. De acordo com os histogramas apresentados na Figura 5, percebe-se que os dados horários de radiação difusa não possuem distribuição normal, e se configuram de maneira assimétrica positiva para ambos os municípios. O mesmo ocorre com a radiação direta (Figura 6).

Figura 5: Histograma de Radiação Difusa

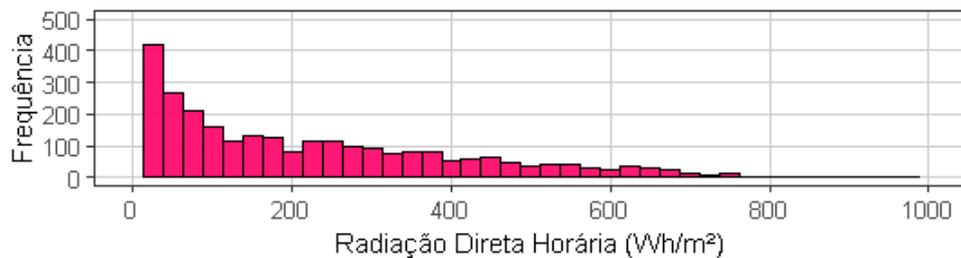


Fonte: As autoras.

Figura 6: Histograma de Radiação Direta  
**Joinville**



**Niterói**



Fonte: As autoras.

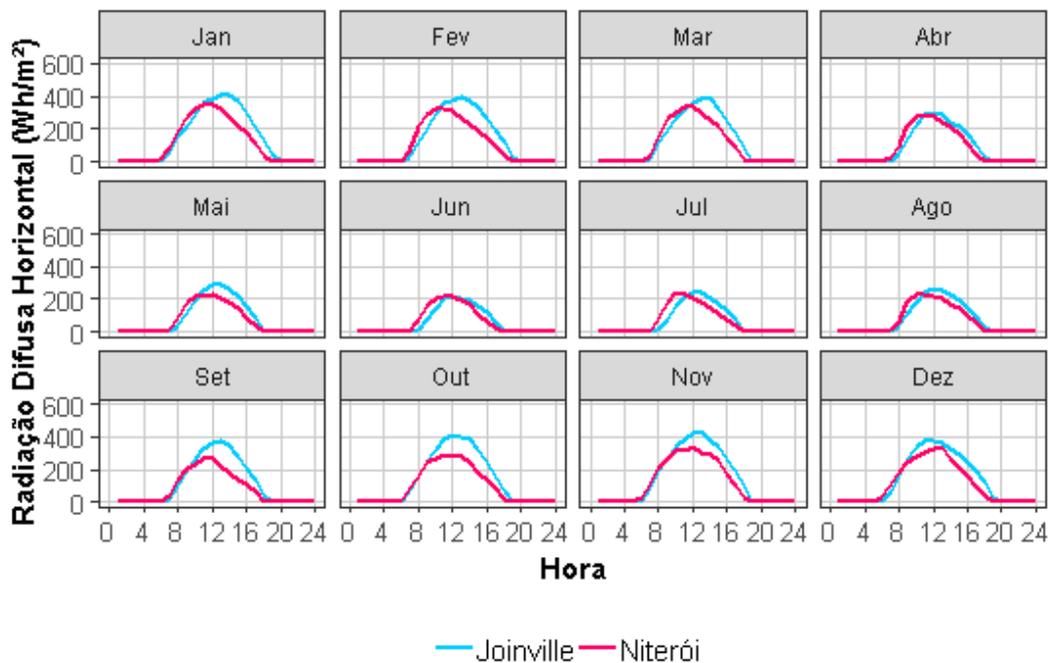
Observa-se ainda características singulares no delineamento dos dados, pois para a radiação difusa, a distribuição é mais uniforme e com leve achatamento (tipo platô), sobretudo no caso de Joinville/SC. Tratando-se da radiação direta, a assimetria positiva é bem definida para os dados de Niterói.

Salienta-se que radiação solar é a radiação eletromagnética proveniente do Sol que atinge o planeta (QUERINO *et al.*, 2006), e que sua divisão entre difusa e direta

está relacionada, respectivamente, à radiação que chega ao solo após ser espalhada na atmosfera por diversos tipos de constituintes, como gotículas de água e nuvens, e à radiação que atinge diretamente o solo sem alteração de seu caminho ótico. Observa-se com isto que as cidades possuem significativas diferenças nos aspectos de radiação direta e difusa, e conseqüentemente de intensidade de insolação e aspectos de nebulosidade.

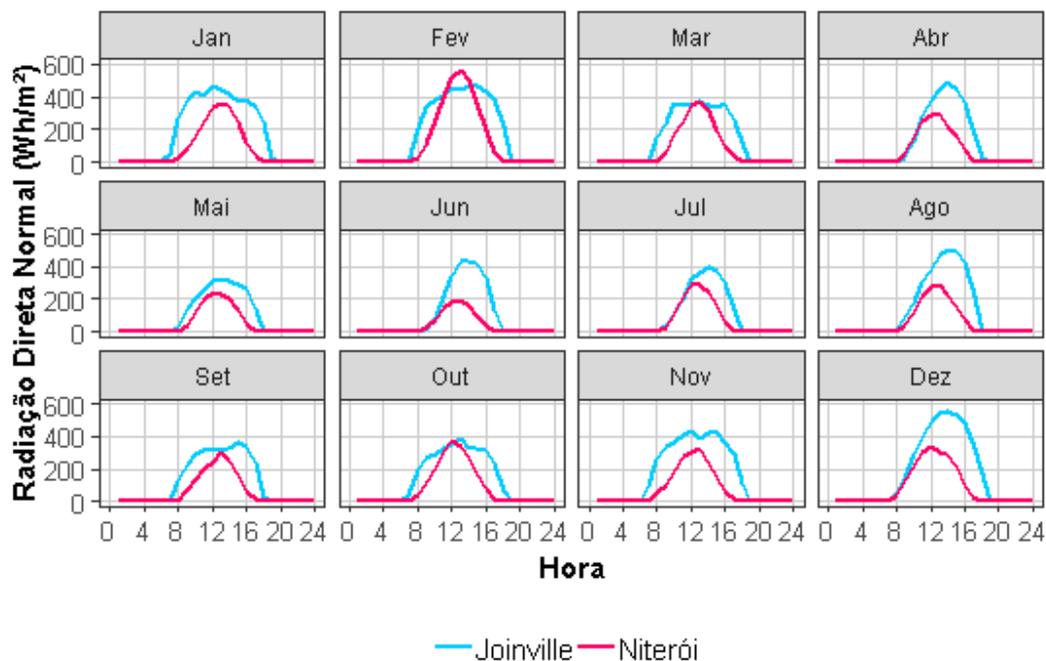
Para melhor análise, os dados de radiação difusa e direta foram também distribuídos baseando-se em médias horárias mensais, apresentadas nas Figuras 7 e 8, respectivamente. Nota-se que a cidade de Joinville/SC possui maior intensidade de radiação, tanto direta quanto difusa, em praticamente todos os meses do ano, com diferenças mais significativas para a radiação direta.

Figura 7: Radiação Difusa Média Mensal



Fonte: As autoras.

Figura 8 : Radiação Direta Média Mensal



Fonte: As autoras.

Como mencionado, os dados não possuem distribuição normal. Por isso, para verificar a igualdade ou não de cada variável, foi aplicado o Teste de Wilcoxon-Mann-Whitney com nível de significância de 5% (Tabela 4). Os resultados obtidos levam também a rejeição da hipótese de igualdade entre as médias das amostras para as variáveis em questão, indicando que há diferença na radiação difusa e radiação direta das cidades analisadas.

Tabela 4: Dados resultantes do Teste de Wilcoxon-Mann-Whitney

Teste Wilcoxon			
Radiação Difusa		Radiação Direta	
p-valor	2,32 e-06	p-valor	2,2 e-16
Estatística w	39865000	Estatística w	42111000

Fonte: As autoras.

Ressalta-se que os resultados da pesquisa são preliminares, sendo necessário analisar outras variáveis climáticas tais como umidade relativa, direção do vento, precipitação, entre outras. Além disso, é importante considerar outras técnicas estatísticas para comparação dos dados, buscando maior confiabilidade nos resultados.

Com base no exposto, percebe-se que as cidades analisadas apresentam condições climáticas diferentes, não podendo ser enquadradas no mesmo grupo climático conforme a classificação de Roriz. Conclui-se, portanto, a necessidade de aperfeiçoamento na proposta de classificação climática em questão, permitindo estabelecer estratégias e diretrizes de projeto adequadas aos fatores climáticos locais.

Amorim e Carlo (2017) afirmam que propostas muito abrangentes territorialmente tendem a não representar adequadamente a classificação climática de diferentes regiões do país, tal como a do atual zoneamento. Em contrapartida, a delimitação de diversas faixas pode resultar em uma quantidade excessiva de zonas climáticas e, desse modo, equívocos na classificação.

Na literatura, tem-se discutido a utilização de simulação do desempenho termoenergético de edificações para validação do zoneamento climático, como apresentado nos trabalhos de Verichev, Zamorano e Carpio (2019) e Walsh, Cóstola e Labaki (2018). Nesse sentido, verifica-se a importância de estudos para definição de métodos e critérios que resultem em uma classificação climática mais coerente, levando em consideração o desempenho da edificação e o conforto dos seus usuários.



#### **4 CONCLUSÃO**

No presente estudo, foram realizadas análises comparativas de dados climáticos (temperatura de bulbo seco, radiação difusa e direta) para as cidades de Joinville/SC e Niterói/RJ, com a finalidade de avaliar se estes apresentam comportamentos similares.

Através deste estudo, foi possível constatar que existem expressivas diferenças nas características climáticas das cidades analisadas, comprovadas estatisticamente por meio de testes de inferência, tanto em relação à intensidade de radiação solar quanto às variações de temperatura. Tal fato pode representar grande influência no desempenho térmico das edificações.

Apesar de classificadas no mesmo grupo climático (RORIZ, 2014), verificou-se que a cidade de Joinville possui maior variação sazonal de temperatura em comparação à Niterói, bem como maior amplitude térmica ao longo dos meses. Outro

fator importante é que os níveis de radiação difusa e direta em Joinville/SC são superiores aos de Niterói, demonstrando consideráveis divergências nas variáveis estudadas em ambos os municípios.

Por fim, observou-se no contexto deste estudo incongruências em relação ao enquadramento da cidade de Joinville/SC no Grupo 9, segundo a Classificação de climas do Brasil – versão 3.0, já que os resultados encontrados levam à classificação desta cidade no Grupo 13. Embora essa constatação seja coerente com a análise estatística realizada, acrescenta-se como limitante deste trabalho uma única fonte de dados climáticos, na qual se baseou a análise. Sendo assim, torna-se necessário um estudo mais aprofundado, considerando outras fontes de dados e variáveis climáticas, as quais podem afetar os resultados obtidos.

Sabendo-se que a classificação de Roriz (2014) é uma proposta de aperfeiçoamento do zoneamento bioclimático brasileiro, a continuação destas discussões é pertinente para aprimorar o método e definir parâmetros confiáveis, buscando uma classificação climática coerente com o território nacional e os diferentes climas existentes no país.



## **AGRADECIMENTOS**

À Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina (FAPESC) e à Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC) pelas bolsas de estudo concedidas.

## **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 - RJ, 2005.

AMORIM, A. C.; CARLO, J. C. Análise das propostas de revisão do zoneamento bioclimático brasileiro: estudo de caso de Colatina, ES. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 17, n. 1, p. 373-391, jan./mar. 2017.

BABTCK, C. S.; TORRES, M. C. A. Análise do desempenho térmico, lumínico e de ventilação natural de projeto padrão de edifício escolar do FNDE de acordo com os requisitos de normas e referenciais nacionais e internacionais nas 8 zonas bioclimáticas brasileiras. **Revista de Engenharia Civil IMED**, v. 4, n. 2, p. 110-128, 2017.

BARROS, V. G.; REIS, R.S. **Análise de dados em atividade física**: demonstrando a utilização do SPSS, Mediograf, Londrina, PR, 2003.

COB – Climate One Building. **Repository of free climate data for building performance simulation**. 2019. Disponível em: <http://climate.onebuilding.org>

CONOVER, W. J. **Practical nonparametric statistics**. 2nd edition. John Wiley and Sons: New York, NY, 1980.

GUIA NITERÓI. **Geografia**. 2018. Disponível em: <http://www.guianiteroi.com.br/cidade/geografia-2>

LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F. O. R. **Eficiência Energética na Arquitetura**. 3 ed. Ed. Pro Livros: São Paulo, SP, 2014.

OLIVEIRA, L. K. S.; REGO, R.M.; FRUTUOSO, M. N. M. A.; RODRIGUES, S. S. F. B. Simulação computacional da eficiência energética para uma arquitetura sustentável. **Holos**. Natal, v. 04, n. 32. p. 217-230. jul. 2016. Disponível em: <<http://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/view/3981>>. Acesso em: 15 set. 2018.

PACHECO, G. G. S. **Determinação de recomendações bioclimáticas para habitação de interesse social de quatro climas do Rio Grande do Norte**. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, RN. 2016.

QUERINO, C. A. S.; MOURA, M. A. L.; LYRA, R. F. F.; MARIANO, G. L. Avaliação e comparação de radiação solar global e albedo com ângulo zenital na região Amazônica. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 21, p. 42 – 49, 2006.

R CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2019. Disponível em: <https://www.R-project.org/>.

RORIZ, M. **Classificação de climas do Brasil** – versão 3.0. ANTAC – Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído – Grupo de trabalho sobre Conforto e Eficiência Energética de Edificações, São Paulo, SP, 2014. Disponível em:

<http://www.labeee.ufsc.br/projetos/proposta-de-revisao-do-zoneamento-bioclimatico-brasileiro>.

\_\_\_\_\_. **Uma proposta de revisão do zoneamento bioclimático do Brasil**. ANTAC – Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído – Grupo de trabalho sobre Conforto e Eficiência Energética de Edificações, São Paulo, SP, 2012<sup>a</sup>. Disponível em: <http://www.labeee.ufsc.br/projetos/proposta-de-revisao-do-zoneamento-bioclimatico-brasileiro>.

\_\_\_\_\_. **Segunda proposta de revisão do zoneamento bioclimático do Brasil**. ANTAC – Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído – Grupo de trabalho sobre Conforto e Eficiência Energética de Edificações, São Paulo, SP, 2012<sup>b</sup>. Disponível em: <http://www.labeee.ufsc.br/projetos/proposta-de-revisao-do-zoneamento-bioclimatico-brasileiro>.

SCHELLER, C; MELO, A. P.; SORGATO, M.; LAMBERTS, R. **Análise de Arquivos climáticos para simulação do desempenho energético de edificações**. UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, SC, 2015.

SEPUD – SECRETARIA DE PLANEJAMENTO URBANO E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL: **Unidade Pesquisa, Documentação e Georreferenciamento, Joinville cidade em dados 2017**. Joinville, SC, 2017. Disponível em: <https://www.joinville.sc.gov.br/wp-content/uploads/2016/01/Joinville-Cidade-em-Dados-2017.pdf>

VERICHEV, K.; ZAMORANO, M.; CARPIO, M. Assessing the applicability of various climatic zoning methods for building construction: Case study from the extreme southern part of Chile. **Building and Environment**, v. 160, p. 1-16, 2019.

WALSH, A.; CÓSTOLA, D.; LABAKI, L. C. Performance-based validation of climatic zoning for building energy efficiency applications. **Applied Energy**, v. 212, p. 416–427, 2018.