



# PROPOSTA DE MÉTODO DE AGRUPAMENTOS DE CIDADES SEGUNDO O HISTÓRICO TÉRMICO NO ESTUDO DE ADAPTAÇÃO FISIOLÓGICA

**SOUSA, Mayara Cynthia Brasileiro de (1);**

**LEDER, Solange Maria (2)**

**COSTA, Francisco José da (3)**

(1) Universidade Federal da Paraíba, Mestranda em Arquitetura e Urbanismo

e-mail: [frogoyo@hotmail.com](mailto:frogoyo@hotmail.com)

(2) Professora do Departamento de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal da Paraíba, Doutora em Engenharia Civil

e-mail: [solangeleder@yahoo.com.br](mailto:solangeleder@yahoo.com.br)

(3) Professor do Departamento de Administração da Universidade Federal da Paraíba, Doutor em administração de empresas

e-mail: [franzecosta@gmail.com](mailto:franzecosta@gmail.com)

## RESUMO

Estudos sobre o conforto térmico apontam a inexistência de uma faixa de conforto universal devido, entre outros, à adaptação fisiológica e o fator expectativa associados ao histórico térmico. Deste modo, existe a necessidade de se identificar e categorizar as pessoas com base em suas vivências térmicas. Partindo desta premissa, testou-se a aplicabilidade de análises multivariadas das características climáticas de 93 cidades localizadas no Brasil através da análise de Cluster. Quatro agrupamentos foram detectados, cidades com características frias, quentes, moderadas e litorâneas. A técnica se mostrou adequada para o propósito estabelecido podendo ser aperfeiçoada com a inserção de mais variáveis.

**Palavras chave:** conforto térmico; histórico térmico; análise de Cluster.

## ABSTRACT

*Studies on thermal comfort point to the absence of a universal comfort range due, among others, to the physiological adaptation and expectation factor associated with the thermal history. Thus, there is a need to identify and categorize people based on their thermal experiences. Based on this premise, the applicability of multivariate analyzes of the climatic characteristics of 93 cities located in Brazil through the Cluster analysis was tested. Four clusters were detected, cities with cold, hot, moderate and coastal characteristics. The technique proved adequate for the established purpose and could be improved with the insertion of more variables.*

**Keywords:** thermal comfort; thermal history; Cluster analysis.



## 1. INTRODUÇÃO

Em setembro de 1972, durante a Primeira Conferência Internacional do Conforto Térmico, foram apresentadas as primeiras evidências do que hoje é conhecido como a teoria do Conforto Adaptativo. A percepção que experiências climáticas podiam afetar a sensação térmica foi descoberta pelo pesquisador Charles Webb, quando ao comparar resultados de estudos realizados em Bagdá, Iraque, Singapura e Norte da Índia, identificou que as condições térmicas ao quais as pessoas estavam submetidas repercutiam diretamente na sensação de conforto (HUMPHREYS; NICOL; ROAF, 2016).

Durante a crise do petróleo na década de 70 surgiu a necessidade de economizar energia, estimulando pesquisas na área do conforto térmico adaptativo. Nas últimas décadas desde então se consolidou a concepção que o conforto não deve ser visualizado como uma equação rígida de balanço de calor, mas a união de questões físicas, fisiológicas e psicológicas (DE DEAR et al, 2013). De acordo com Dacanal, Labaki e Silva (2010) o conforto térmico é resultado da influência da expectativa térmica, experiência térmica, adaptação térmica e *alliesthesia*.

A definição de conforto térmico empregada pela ASHRAE 55-2013 o expressa como uma condição da mente que se traduz na satisfação com o ambiente termicamente, e, portanto uma condição subjetiva. Nesta diretriz, a abordagem adaptativa considera como valores subjetivos a climatização, contexto (estação, clima, ambiente, etc.), cognição (atitudes, preferências e expectativas) e características demográficas (idade, classe social, gênero, etc.) (LAMBERTS et al., 2011).

Os termos experiências climáticas (AULICIEMS, 1981), experiências térmicas (DACANAL, LABAKI, SILVA, 2010), histórico térmico (DE VECCHI; CÂNDIDO; LAMBERTS, 2016) e memória térmica (DE VECCHI, 2015) são frequentemente usados como sinônimos na literatura, assim, este estudo tem como foco a aclimatação que é o resultado de experiências climáticas contínuas. De acordo com Fanger e Toftum (2002), as experiências térmicas de uma pessoa pode afetar sua expectativa assim como a sua taxa metabólica, sendo este último, por exemplo, menor em pessoas que moram em regiões quentes. As experiências climáticas é uma das muitas possibilidades de adaptação fisiológica.

Dado que o histórico térmico de uma pessoa altera a sua percepção de sensação e preferência térmica, é essencial conhecer os hábitos da população quando se analisa o espaço (HUMPHREYS et al., 1995). Conforme elencado em Monteiro (2008), para separar pessoas aclimatadas e não aclimatadas a um determinado contexto climático deve ser adotado algum critério de agrupamento para então se analisar o uso da temperatura média anual ou a temperatura equivalente percebida.

Uma maneira de separar uma amostra em grupos é por meio da técnica estatística de 'A análise de Cluster'. Esta técnica objetiva encontrar características homogêneas entre os objetos analisados e os agrupar, de modo que grupos distintos apresentam características heterogêneas entre si. Esta pesquisa procurou agrupar cidades baseados em suas características climáticas através desta técnica de análise multivariada.

## 2. OBJETIVO

O objetivo deste trabalho é verificar a aplicabilidade da Análise de Cluster como técnica de agrupamento para pessoas aclimatadas e não aclimatadas baseado em seu histórico térmico.



### **3. MÉTODO**

#### **3.1. Aquisição de dados**

Os dados climáticos das cidades analisadas foram extraídos de plataformas de coleta de dados, estações meteorológicas, com preferência por aquelas que disponibilizavam dados horários ou diários. Foram coletadas a temperatura do ar, umidade relativa, precipitação anual e velocidade do ar. As fontes de dados primárias foram:

- I. Banco de dados meteorológicos para ensino e pesquisa (BDMEP, 2017) na plataforma do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET);
- II. Sistema Integrado de dados Ambientais (SINDA, 2017) na plataforma do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE);
- III. Sistema de Organização Nacional de Dados Ambientais (SONDA, 2017) na plataforma do INPE;

As fontes de dados secundários foram:

- I. Base de dados climáticos em formato EPW (EnergyplusWeather Data) da plataforma Roriz Bioclimática: Conforto térmico e eficiência energética (RORIZ, 2017);
- II. Banco de dados climáticos do Brasil na plataforma Embrapa (EMBRAPA, 2017).

Para as cidades que não possuíam estação meteorológica cadastrada nestas fontes de dados, foram utilizados os dados da cidade mais próxima com características semelhantes.

#### **3.2 A técnica de Análise de Cluster**

A Análise de Cluster, também conhecida como análise de agrupamento, é uma técnica estatística que busca reunir entradas de dados com registros em um grupo de variáveis pareadas, separando ou agrupando essas entradas em um número de grupos pré-determinado segundo um determinado critério de distância/proximidade. De acordo com Costa (2016) a análise de agrupamento é uma técnica de análise de independência e, portanto, não se supõe relações de dependência ou independência entre as variáveis envolvidas (COSTA, 2016).

A análise de Cluster, segundo Pereira (1999) pode ser subdividida em três etapas sequenciais: a) cálculo das distâncias euclidianas no espaço multiplano das variáveis computadas dentro dos objetos analisados; b) agrupamento baseado na sua proximidade geométrica; e c) identificação e caracterização dos agrupamentos de acordo com as variáveis analisadas. As análises de agrupamento, assim como os testes de hipótese foram realizadas através do Software R.

#### **3.3 Escolha das cidades**

As cidades analisadas neste trabalho foram selecionadas a partir de medições de campo em edifícios institucionais na cidade de Campina Grande, Paraíba, nos meses de Fevereiro, Março, Junho, Julho, Agosto e Setembro de 2017. Durante a aplicação do questionário semiestruturado os entrevistados eram questionados sobre a cidade ao qual moravam nos últimos 06 meses. Ao todo foram entrevistadas pessoas residentes de 93 cidades, compondo deste modo a amostra do presente estudo. Paralelamente a aplicação do questionário as variáveis ambientais (temperatura do ar, umidade relativa, temperatura de globo e velocidade do ar) eram aferidas por equipamentos calibrados e seguindo os protocolos de medição da norma internacional ISO 7726:1998 (E).



#### 4. RESULTADOS

Primeiramente foi confeccionado um banco de dados das variáveis ambientais de 25 cidades para realização do teste piloto. Foram então extraídas a média anual da velocidade do ar e precipitação, e valores médios, mínimos e máximos da temperatura do ar e umidade relativa. Em seguida foi realizada a primeira análise de Cluster. As cidades agrupadas não apresentaram necessariamente climas semelhantes, o resultado pode ser visualizado na Tabela 1\_ Agrupamento do teste piloto.

A análise detalhada dos dados apontou diversos problemas como umidade relativa superior a 100% e valores de velocidade do ar inferiores ao esperado. A fim de evitar o uso de dados errôneos, optou-se por retirar todos os valores atípicos e repetir a análise de agrupamento. Ainda assim, os dados apresentavam inconsistência nos valores atribuídos à umidade relativa e velocidade do ar, de modo que estes foram retirados das análises.

**Tabela 1\_ Agrupamento do teste piloto**

Cidade	Tmax	Tmin	URmax	URmin	Tmedia	Urmedia	Vvmedia	AmpIT	AmpUR	Grupo1
São Paulo_SP	30,2	8,7	96	27	19,46	72,17	2,06	21,5	69	1
Campina Grande_PB	32,1	16,6	97	30	23,62	78,16	3,09	15,5	67	1
Rio de Janeiro_RJ	33,8	12,3	99	31	23,07	78,8	1,32	21,5	68	1
Arapiraca_AL	34,4	17,6	97	29	24,81	78,73	2,79	16,8	68	1
Feira de Santana_BA	34,6	14,3	97	28	24,56	77,28	2,49	20,3	69	1
Caruaru_PE	33	13,2	98	28	23,34	76,22	2,84	19,8	70	1
Surubim_PE	34,2	16,4	97	27	24,22	77,62	3,33	17,8	70	1
Boa Vista_RR	36,2	21,2	97	28	27,01	76,5	1,48	15	69	1
Curitiba_PR	29,2	5,2	99	36	17,3	79,54	2,12	24	63	1
Manaus_AM	34,9	20,6	99	36	27,25	80,38	1,37	14,3	63	1
Maceio_AL	33,5	18,3	96	38	25,52	78,89	2,74	15,2	58	2
Areia_PB	29	17	99	52	22,38	87,38	3,99	12	47	2
João Pessoa_PB	31,8	20	96	46	26,02	76,55	2,41	11,8	50	2
Recife_PE	32,1	18,5	94	39	25,75	75,22	1,82	13,6	55	2
Natal_RN	34,2	20,4	95	41	26,9	73,37	4,18	13,8	54	2
Touros_RN	31,8	22	95	55	26,87	76,69	6,57	9,8	40	2
Aracaju_SE	31,7	21,3	96	53	26,55	74,7	3,37	10,4	43	2
Itaituba_PA	35,1	20,5	96	41	26,86	79,94	0,9	14,6	55	2
Monteiro_PB	34,5	13,5	95	16	24,24	68,79	2,59	21	79	3
Patos_PB	37,7	18,8	97	14	27,24	62,05	2,84	18,9	83	3
Teresina_PI	39,9	17,4	99	12	27,69	68,47	1,27	22,5	87	3
Picui_PB	35	14,5	125	21	24,87	67,9	6,7	20,5	104	3
Cabaceiras_PB	35,4	14,4	97	23	25,38	70,75	2,88	21	74	3
Caicó_RN	38	18,9	96	15	27,77	59,87	3,11	19,1	81	3
Campinas_SP	36,2	7,9	100	17	21,99	73,78	2,06	28,3	83	3

Fonte: Autores, 2018.

No terceiro procedimento de agrupamento realizado foram utilizadas as variáveis: temperatura do ar média, temperatura do ar mínima, temperatura do ar máxima, amplitude térmica anual e precipitação anual. Observou-se que as cidades agrupadas apresentaram semelhanças entre si. Na descrição dos dados foi possível verificar que devido a grande variação pluviométrica entre as cidades pouco afetava o cluster e, portanto, foi descartada.

Mesmo o agrupamento apresentando resultados condizentes com o clima das cidades, a técnica estava sujeita a estimadores problemáticos por utilizar valores individuais. Baseado nisso, e a fim de tornar a análise robusta, ao invés de usar valores máximos e mínimos foram computados a média dos 10% dos valores máximos e mínimos, assim como a média da temperatura do ar. Em seguida foi realizada novamente a análise de agrupamento (cf. Tabela 2), desta vez com todas as cidades.

**Tabela 2\_ Dados do agrupamento de Cluster**

Cidade	T.max. m	T.comp .med	T.min. m	Cidade	T.max. m	T.comp .med	T.min. m
Campina_Grande_PB*	29,6	23,5	19,6	Sousa_PB <sup>13***</sup>	33,7	27,0	20,8
Cabaceiras_PB****	32,6	25,4	19,9	Santa_cecilia_PB <sup>13*</sup>	30,6	24,5	20,6
Areia_PB*	28,0	22,8	20,2	Brejo_PB <sup>3*</sup>	28,0	22,8	20,2
João_Pessoa_PB*	30,8	27,2	23,7	Gurinhém_PB <sup>23*</sup>	30,8	25,5	23,7
Monteiro_PB*	32,7	25,6	18,9	Alagoa_Nova_PB <sup>13*</sup>	29,6	22,9	19,6
Patos_PB*	34,9	28,4	22,4	Fagundes_PB <sup>13*</sup>	29,6	22,7	19,6
Picui_PB**	32,2	24,9	19,0	Bananeiras_PB <sup>13*</sup>	28,0	22,3	20,2
Boa_Vista_RR*	34,6	28,6	25,0	Boqueirão_PB <sup>13****</sup>	32,6	24,1	19,9
Teresina_PI*	35,3	28,0	22,8	Queimadas_PB <sup>3*</sup>	29,6	23,5	19,6
Curitiba_PR*	23,4	17,5	13,9	Areial_PB <sup>23*</sup>	29,6	22,2	19,6
Rio_de_Janeiro_RJ*	29,0	24,8	21,8	Goiania_PE**	31,3	26,6	22,3
Natal_RN*	30,0	27,3	25,3	Belém_PA*	32,8	27,2	23,6
Touros_RN****	29,9	26,8	23,1	Três pontas_MG <sup>3*</sup>	29,4	20,2	11,7
Caicó_RN*	35,8	29,0	23,2	Fortaleza_CE*	31,6	27,5	24,5
São_Paulo_SP*	26,1	20,4	15,9	Mossoró_RN*	33,5	27,6	22,9
Campinas_SP****	31,2	22,0	13,9	São João do Cariri_PB****	31,3	24,3	19,0
Manaus_AM*	33,2	28,5	25,5	Quexeramobine_CE*	35,5	27,5	22,1
Feira_de_Santana_BA*	30,8	25,0	20,3	Alagoa_Grande_PB <sup>13**</sup>	31,3	25,1	21,3
Itaituba_PA*	34,4	28,4	24,6	Mamanguape_PB <sup>13**</sup>	31,3	25,3	21,3
Aracaju_SE*	29,6	26,7	23,4	Bom Jardim_PE****	28,8	22,0	17,6
Caruaru_PE****	30,2	23,3	18,5	Brasília_DF*	32,6	22,3	13,2
Surubim_PE*	30,6	24,5	20,6	Icapuí_CE**	30,7	28,0	25,1
Recife_PE*	30,4	26,3	22,5	Jacarau_PB <sup>3**</sup>	31,3	25,6	21,3
Maceio_AL*	30,5	26,1	22,9	Tuparetama_PB <sup>3**</sup>	33,3	25,5	18,3
Arapiraca_AL****	31,8	24,8	20,2	Sumé_PB <sup>13*</sup>	25,6	23,8	18,9
Lagoa_Seca_PB <sup>3*</sup>	29,6	23,5	19,6	Porto Alegre_RS*	34,4	19,8	6,9
Montadas_PB <sup>23*</sup>	28,0	22,2	20,2	Bayeux_PB <sup>3*</sup>	27,2	30,8	23,7
Esperança_PB <sup>23*</sup>	29,6	22,9	19,6	Salvador_BA*	33,0	25,7	20,6
Barra_de_Santa_Rosa_PB <sup>13*</sup>	28,0	23,6	20,2	Umbuzeiro_PB <sup>13****</sup>	28,8	22,3	17,6
Cuité_PB <sup>13*</sup>	28,0	22,3	20,2	Imperatriz_MA*	38,7	28,7	19,8
Puxinanã_PB <sup>13*</sup>	29,6	23,1	19,6	Alagoinhas_BA*	35,4	25,0	16,5
Serido_PB <sup>23*</sup>	29,6	23,1	19,6	Varzea da Roça_BA <sup>3**</sup>	32,9	24,5	18,4
Pocinhos_PB <sup>13*</sup>	29,6	22,2	19,6	Rio Claro_SP <sup>13*</sup>	32,3	21,6	11,3
Guarabira_PB <sup>13***</sup>	29,6	25,2	21,0	Frei Martinho_PB <sup>3**</sup>	24,9	32,2	19,0
Conceição_PB <sup>3***</sup>	36,6	25,3	19,8	Miracema_TO <sup>3*</sup>	39,9	27,7	20,5
Alcantil_PB <sup>3*</sup>	29,6	23,5	19,6	Petrolina_PE*	36,7	28,3	20,1
Aroeiras_PB <sup>13*</sup>	26,9	23,9	19,6	Paraty_RJ*	30,6	22,7	15,6
Santa_Cruz_do_Capibaribe_PE <sup>3***</sup>	30,2	23,3	18,5	Oricuri_PE*	36,9	27,3	19,3
Afogados_de_Ingazeira_PE**	32,8	24,8	18,4	Serra Talhada_PE***	25,3	36,6	19,8
Remigio_PB <sup>3*</sup>	28,0	22,8	20,2	Massaranduba_PB <sup>3*</sup>	23,5	29,6	19,6
Salgado_de_São_Felix_PB <sup>3**</sup>	31,3	25,6	21,3	Macaparana_PE <sup>3****</sup>	28,8	22,3	17,6
Parelhas_RN**	33,6	26,9	21,8	Cubati_PB <sup>23*</sup>	22,8	28,0	20,2
Galante_PB <sup>3*</sup>	29,6	23,5	19,6	Mogeirol_PB <sup>23*</sup>	29,6	25,3	23,5
Serra_Branca_PB <sup>13****</sup>	31,3	24,3	19,0	Assunção_PB <sup>23*</sup>	29,6	23,1	23,5
Santa_Luzia_PB <sup>13**</sup>	33,6	25,5	21,8	Soledade_PB <sup>13*</sup>	29,6	24,6	23,5
São_Mamede_PB <sup>13*</sup>	34,9	25,8	22,4	Gado Bravo_PB <sup>23*</sup>	29,6	23,9	23,5
				Juazeirinho_PB <sup>13*</sup>	29,6	23,1	23,5

\* Fonte: INMET

\*\*Fonte:SINDA

\*\*\*Fonte:Roriz

\*\*\*\*Fonte:SONDA

<sup>1</sup>Fonte da t. comp. m. : Embrapa

<sup>2</sup>Fonte da t. comp. M. referente a uma cidade próxima : Embrapa

<sup>3</sup>Dados referente a uma cidade próxima

Temperatura máxima média = média dos 10% maiores valores;

Temperatura mínima média = média dos 10% menores valores;

Temperatura compensada = média de todos os valores;

OBS: Os outliers foram retirados antes do cálculo das médias;

Fonte: Autores, 2018.





Em todos os casos, o procedimento foi baseado no cálculo de ‘distância euclidiana’ e com número clusters pré-definidos, segundo o algoritmo do método não-hierárquico kmeans. Depois de reiteradas extrações e avaliações pelos pesquisadores, ficou então definido o número de quatro grupos como o que melhor organizou o conjunto de cidades, segundo as variáveis utilizadas.

Considerando as 93 cidades em análise, estas foram divididas em quatro grandes agrupamentos:

- 1) Clima semelhante a Campina Grande (aproximadamente 20% da amostra); Bom Jardim (PE), Umbuzeiro (PB), Macaparana (PE), Caruaru (PE), Santa Cruz do Capibaribe (PE), Serra Branca (PB), São João do Cariri (PB), Queimadas (PB), Galante (PB), Alcantil (PB), Campina Grande (PB), Lagoa Seca (PB), Pocinhos (PB), Areial (PB), Puxinanã (PB), Seridó (PB), Fagundes (PB), Esperança (PB) e Alagoa Nova (PB).
- 2) Clima com menores temperaturas (aproximadamente 18% da amostra) - Curitiba (PR), São Paulo (SP), Porto Alegre (RS), Três Pontas (MG), Paraty (RJ), Rio Claro (SP), Campinas (SP), Brasília (DF), Aroeiras (PB), Súme (PB), Montadas (PB), Cuite (PB), Bananeiras (PB), Barra de Santa Rosa (PB), Brejo (SP), Areia (PB) e Remigio (PB).
- 3) Clima com maiores temperaturas (aproximadamente 19% da amostra); Imperatriz (MA), Miracema (TO), Conceição (PB), Petrolina (PE), Oricuri (PE), Manaus (AM), Boa Vista (RR), Itaituba (PA), Caicó (RN), Quexeramobine (CE), Patos (PB), Teresina (PI), Belém (PA), Mossoró (RN), Parelhas (RN), Sousa (PB), Santa Luzia (PB) e São Mamede (PB).
- 4) Clima com maiores temperaturas e menor amplitude térmica (cidades litorâneas ou próximas à grandes corpos d'água, aproximadamente 42% da amostra) - Massaranduba (PB), Cubati (PB), Bayeux (PB), Frei Martinho (PB), Serra Talhada (PE), Gado Bravo (PB), Assunção (PB), Juazeirinho (PB), Natal (RN), Icapui (CE), João Pessoa (PB), Fortaleza (CE), Gurinhém (PB), Mogeiro (PB), Soledade (PB), Touros (RN), Aracaju (SE), Goiânia (PE), Recife (PE), Maceió (AL), Salgado de São Félix (PB), Jacarau (PB), Alagoa Grande (PB), Mamanguape (PB), Feira de Santana (BA), Surubim (PE), Santa Cecília (PB), Rio de Janeiro (RJ), Guarabira (PB), Alagoinhas (BA), Monteiro (PB), Tuparetama (PB), Picuí (PB), Afogados de Ingazeira (PE), Várzea da Roça (BA), Cabaceiras (PB), Salvador (BA), Arapiraca (AL) e Boqueirão (PB).

Destaca-se que a retirada dos valores atípicos e o uso do decil torna a técnica menos sujeita a valores extremos, entretanto se faz necessário que a plataforma de coleta de dados apresente valores fidedignos, derivados de equipamentos calibrados, instalados em lugares adequados e com precisão dentro do estabelecido na norma.

Após o agrupamento por cidades, foram selecionados todos os entrevistados que alegaram conforto e que residiam em Campina Grande ou em cidade com clima semelhante, seguindo o resultado do agrupamento. A descrição das condições ambientais ao quais eles estavam submetidos pode ser visualizada Tabela 3.



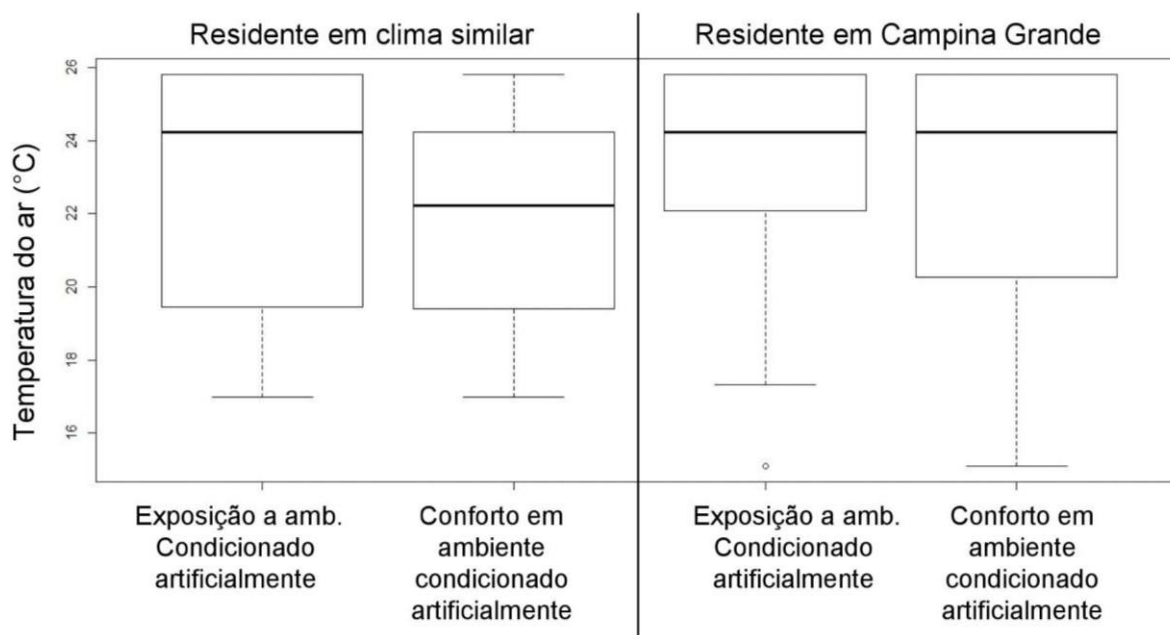
**Tabela 3\_ Descrição da temperatura do ar ao quais os entrevistados estavam expostos e consideraram confortáveis**

		Ambiente ventilado naturalmente		Ambiente condicionado artificialmente	
		Entrevistado residente em		Entrevistado residente em	
		Clima Semelhante	Campina Grande	Clima Semelhante	Campina Grande
Temperatura do ar	Máxima	27,60	30,39	25,80	25,80
	Mínima	21,23	21,23	16,99	15,10
	Média	24,30	25,24	22,04	23,04
	Curtose	0,57	0,30	-1,72	-0,29
	Assimetria	2,96	4,11	9,71	7,88
	Amostra	16	94	14	64

Fonte: Autores, 2018.

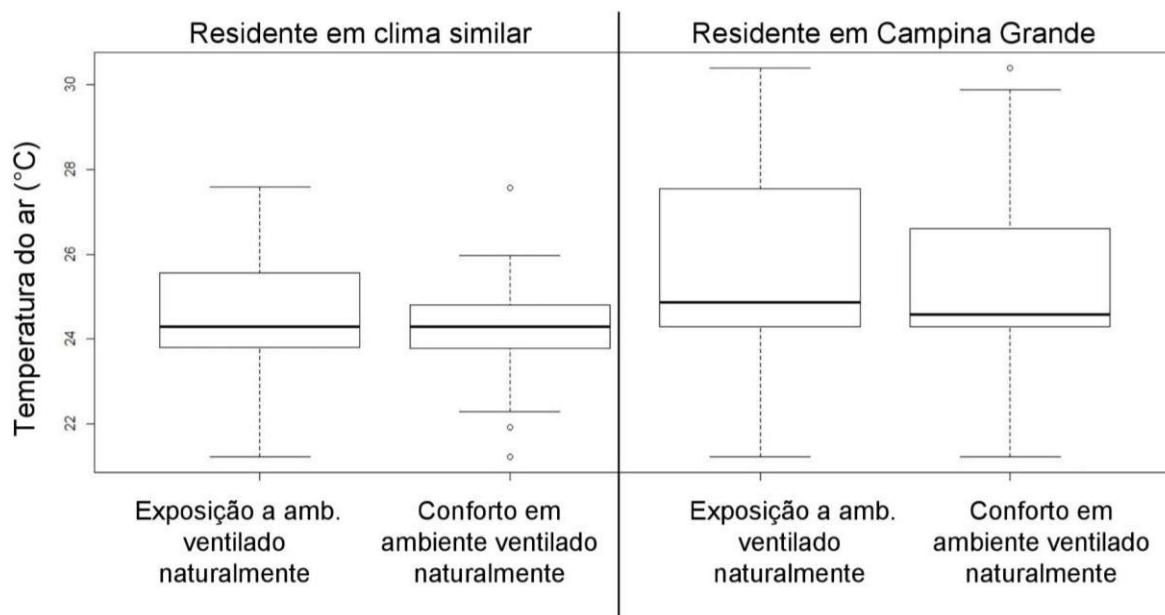
Adotando a afirmação de Kline (2015) que valores com assimetria em módulo maior que 3 e curtose em módulo maior que 8 sugerem que os dados não são oriundos de uma variável com distribuição normal, utilizou-se o teste não paramétrico de Wilcoxon-Mann-Whitney para amostras independentes para comparação entre grupos. Foi detectado que em média a temperatura de conforto entre pessoas aclimatadas ao clima de Campina Grande e cidades de clima semelhantes (ao de Campina Grande) pode ser considerada igual em ambientes condicionados artificialmente (valor de  $p > 0,05$ ). Contudo, o mesmo não pode ser afirmado para ambientes ventilados naturalmente (valor de  $p < 0,05$ ). É possível que não tenha sido encontrada em média a mesma temperatura de conforto em espaços ventilados naturalmente por causa da pequena amostra e da diferença da temperatura de exposição (cf. Figura 2).

**Figura 1\_ Temperatura de exposição e de conforto em ambientes condicionados artificialmente**



Fonte: Autores, 2018.

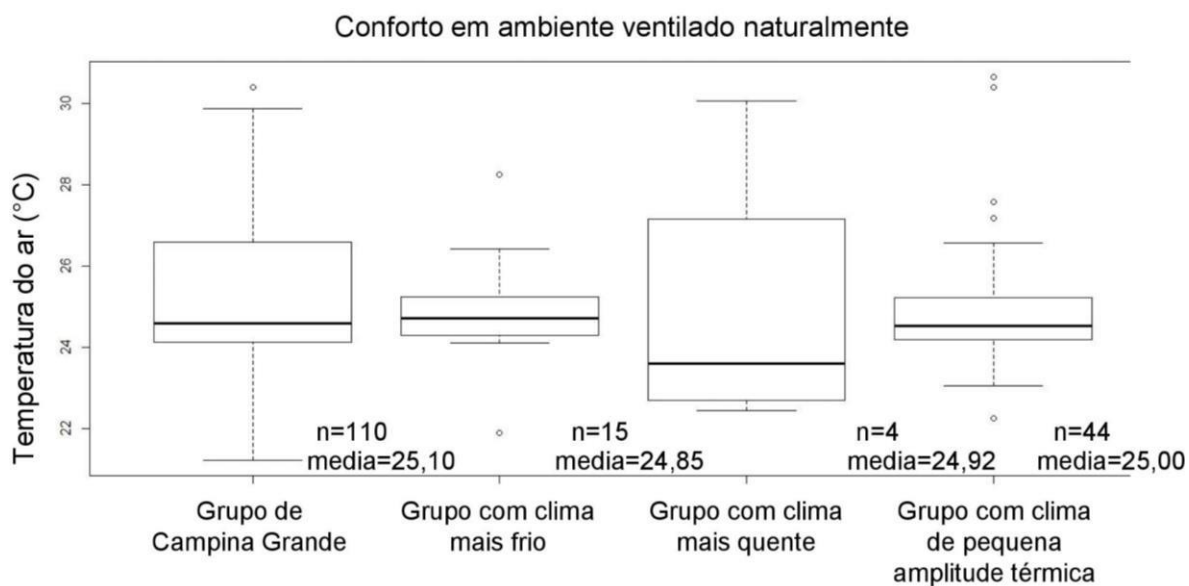
**Figura 2\_ Temperatura de exposição e de conforto em ambientes ventilados naturalmente**



Fonte: Autores, 2018.

Quando comparado à temperatura de conforto térmico entre os quatro agrupamentos, percebe-se que o grupo residente em clima mais frio tem a menor média de temperatura do ar de conforto, o grupo residente em cidades com pequena amplitude térmica anual possui um pequeno intervalo de conforto, enquanto que as pessoas residentes em clima mais quente toleram temperaturas mais elevadas como confortáveis, conforme pode ser observado na Figura 3.

**Figura 3\_ Temperatura do ar e conforto entre os agrupamentos**



Fonte: Autores, 2018.





## 5. CONCLUSÃO

Com o teste não paramétrico de Wilcoxon-Mann-Whitney foi detectado que para os ambientes condicionados artificialmente, a temperatura de conforto entre pessoas residentes em Campina Grande e em cidades de clima similar é igual. Contudo, o mesmo não pode ser afirmado para ambientes ventilados naturalmente possivelmente devido ao tamanho da amostra e a amplitude da temperatura do ar.

Quando comparado a temperatura do ar de conforto entre os quatro agrupamentos foi observado que a divisão se mostrou adequada ao propósito estabelecido, sendo o grupo de residentes em cidades frias se sentindo mais confortáveis em espaços com menor temperatura, o grupo residente em cidades quentes mais tolerantes a temperaturas elevadas e as pessoas residentes em cidades com características litorâneas ou com grandes corpos d'água com menor amplitude térmica de conforto.

A análise de Cluster se mostrou satisfatória para o agrupamento das cidades, mas se faz necessário refazer os testes com uma amostra maior e com pessoas expostas a condições análogas. Destaca-se a importância da coleta de dados das variáveis ambientais das cidades e da necessidade de uma análise exploratória prévia.

## 6. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o suporte financeiro concedido como bolsa de mestrado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASHRAE (2013). ANSI/ASHRAE Standard 55-2013: **Thermal environmental conditions for human occupancy**. American Society of Heating, Refrigeration and Air-Condition Engineers, Inc. Atlanta, EUA. ISSN 1014-2336.

AULICIEMS, A. **Towards a Psycho-Physiological Model of Thermal Perception**. J. Biometeor, 25, 2, pp. 109-122, 1981.

BDMEP. **Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa**. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/projetos/rede/pesquisa/>. Acesso segundo trimestre de 2017.

COSTA, Franzé. **Análise de dados: Procedimentos Exploratórios**. Apostila do Curso de Métodos Quantitativos Aplicados, da Universidade Federal da Paraíba, 2016.

DACANAL, Cristiane; LABAKI, Lucila Chebel; SILVA, Talita Meulman Leite. **Vamos passear na floresta! O conforto térmico em fragmentos florestais urbanos**. Ambiente Construído, 10, pp. 115-132, 2010. ISSN: 1678-8621.

DE DEAR, et al.. **Progress in thermal comfort research over the last twenty years**. Indoor Air, 23, Singapura, pp. 442-461, 2013.

DE VECCHI, Renata. **Avaliação de conforto térmico em edificações comerciais que operam sob sistemas mistos de condicionamento ambiental em clima temperado e úmido**. Florianópolis, 2015. 237 pag. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina.

DE VECCHI, Renata; CÂNDIDO, Christhina Maria; LAMBERTS, Roberto. **Thermal history and comfort in a Brazilian subtropical climate: a 'cool' addiction hypothesis**. Ambiente Construído, vol. 16, n°1, pag. 7-20, 2016. ISBN: 1675-8621.



EMBRAPA. **Banco de Dados climáticos do Brasil.** Disponível em: <https://www.cnpm.embrapa.br/projetos/bdclima/balanco/index/index.html>. Acesso segundo trimestre de 2017.

HUMPHREYS, Michael; NICOL, Fergus; ROAF, Susan. **Adaptive Thermal Comfort: Foundations and Analysis.** Routledge, 2016. ISBN: 978-0-415-69161-1.

HUMPHREYS; et al.. **Standards for Thermal comfort: Indoor air temperature standards for the 21st century.** Taylor & Francis Group, 1995. ISBN: 0-419-20420-2.

INMET. **Gráficos Climatológicos (1931-1960 e 1961-1990).** Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/graficosClimaticos>. Acesso em 05 de novembro de 2017.

ISO 7726:1998(E). **Ergonomics of the thermal environment – Instruments for measuring physical quantities.** Second edition, Suíça, 1998.

KLINE, Rex B. **Principles and practice of structural equation modeling.** Guilford Publications, 2015. ISBN 1462523358.

LAMBERTS, et al.. **Conforto e Stress térmico.** Laboratório de eficiência energética em edificações, 2011.

MONTEIRO, Leonardo Marques. **Modelos preditivos de conforto térmico: quantificação de relações entre variáveis microclimáticas e de sensação térmica para avaliação e projeto de espaços aberto.** São Paulo, 2008. Tese (Doutorado em Tecnologia da Arquitetura) – Programa de Pós graduação em Arquitetura, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo de São Paulo.

PEREIRA, Júlio Cesar Rodrigues. **Análise de dados qualitativos. Estratégias metodológicas para as ciências da saúde, humanas e sociais.** EdUSP, 1999. ISBN: 8531405238.

RORIZ. **Roriz Bioclimática: conforto térmico e eficiência energética.** Disponível em: [http://www.roriz.eng.br/epw\\_9.html](http://www.roriz.eng.br/epw_9.html). Acesso segundo trimestre de 2017.

SINDA. **Dados históricos.** Disponível em: <http://sinda.crn2.inpe.br/PCD/SITE/novo/site/historico/index.php>. Acesso segundo trimestre de 2017.

SONDA. **Estações sonda.** Disponível em: <http://sonda.ccst.inpe.br/infos/index.html>. Acesso segundo trimestre de 2017.

