

## ANÁLISE DO ÍNDICE DE CALOR E DESCONFORTO TÉRMICO NA CIDADE DE CAICÓ-RN

Fagna Maria Silva Cavalcante<sup>1</sup>; Igor Bruno Machado dos Anjos<sup>2</sup>; Mariana Lima Figueredo<sup>3</sup>;  
Viviane Araújo de Sousa<sup>4</sup>; Virgínia de Fátima Bezerra Nogueira<sup>5</sup>

*1-Graduando em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal de Campina Grande -  
email:cavalcante.fagna@gmail.com*

*2-Graduando em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal de Campina Grande -  
email:ibrunoanjos@gmail.com*

*3-Graduando em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal de Campina Grande -  
email:mariana.lima.figueredo@gmail.com*

*4-Graduando em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal de Campina Grande -  
email:araujoviviane1995@gmail.com:*

*5- Professora Adjunta do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de  
Campina Grande - CCTA/UFCG – email: virginia.fbnogueira@gmail.com*

**Resumo:** A sensação de conforto térmico está relacionado ao balanço de troca de calor entre o corpo humano e o meio ambiente. A realidade que todos os países enfrentam é de um crescimento desordenado de grandes centros urbanos, devido à importância socioeconômica e a necessidade de atender as exigências da população. Portanto, as consequências deste crescimento são evidentes, os impactos gerados estão afetando o meio ambiente e a qualidade de vida das pessoas. Assim, a análise e compreensão do conforto térmico em ambientes externos podem ajudar a melhorar a qualidade dos mesmos, criando influência positiva entre o uso, o comportamento das pessoas e o planejamento de novos espaços, assim como a qualidade de vida. Contudo, o presente estudo tem por objetivo analisar o índice de calor e do desconforto térmico na cidade de Caicó-Rn, levando em conta que a área de estudo está localizada em uma região semiárida potiguar. Dessa forma, para o desenvolvimento do trabalho, foram utilizados dados de temperatura máxima mensal do ar e umidade relativa do ar da cidade estudada, dados estes fornecido pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), referente ao período de 2013 a 2016. Para a definição do índice de calor, foi aplicada a metodologia determinada por Steadman (1979), em que o índice está em função da temperatura máxima e umidade relativa do ar. O desconforto térmico foi determinado também pela combinação dos valores de temperatura e umidade relativa do ar, através da adaptação da formulação para cálculo do índice de desconforto térmico (IDT) indicado por Thom (1959). Deste modo, analisando os resultados, foi observado que durante o período estudado o município apresentou altas temperaturas, e uma umidade inversamente proporcional à temperatura, configurando que a população esteve completamente “desconfortável”.

**Palavras-Chave:** Semiárido, Potiguar, Conforto Térmico.

### INTRODUÇÃO

A sensação de conforto térmico está associada ao ritmo de troca de calor entre o corpo humano e o meio ambiente (FROTA, 1995), ocorrendo em diferentes tipos de espaços e provocadas por diversos parâmetros que influenciam na temperatura, como construções, fatores climáticos e presença de vegetação, que podem tornar os ambientes inadequados ou não ao ser humano (CARFAN et al., 2010).

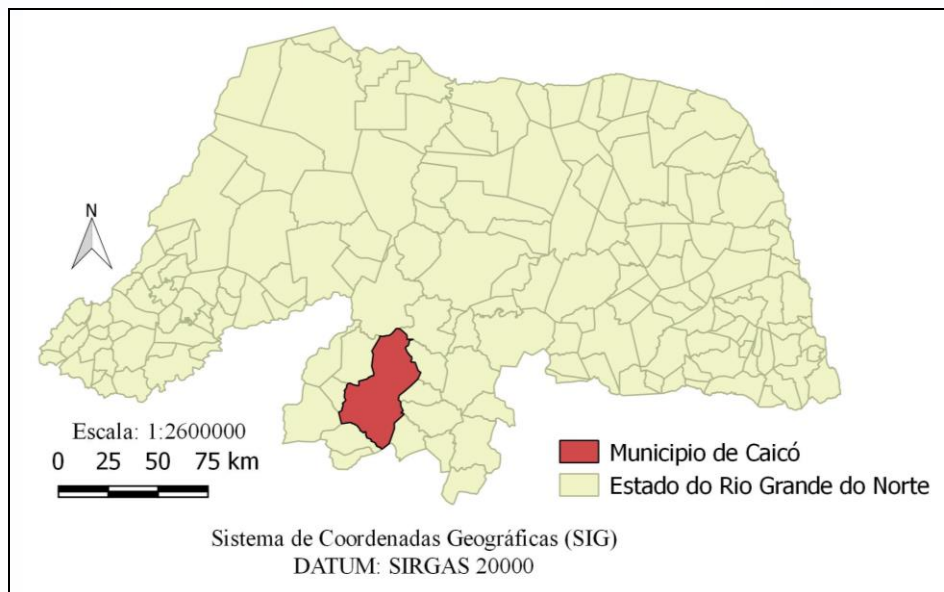
O desenvolvimento das cidades provoca a substituição do ecossistema natural por construções civis. O crescimento desordenado dos grandes centros urbanos, devido a necessidade de atender as exigências da população que esta aumentando cada vez mais, vem gerando aos poucos efeitos negativos ao ambiente desencadeando uma maior preocupação em se desenvolver pesquisas relacionadas com sensação de conforto térmico. Esta preocupação é, principalmente, pela busca incessante pela qualidade de vida e saúde das pessoas, pois as atividades exercidas pelo homem podem ser influenciadas pelo clima local, uma vez que o clima pode originar sensações de estresse e desconforto (NOBREGA & LEMOS, 2011).

A análise e compreensão do conforto térmico em ambientes externos podem ajudar a melhorar a qualidade dos mesmos, criando influência positiva entre o uso, o comportamento das pessoas e o planejamento de novos espaços, assim como a qualidade de vida. Diante da preocupação em proporcionar um ambiente que resulte no bem-estar das pessoas. A área em estudo localizar-se em uma região com registro de altas temperaturas praticamente o ano inteiro, este trabalho tem por objetivo a análise do índice de calor e do desconforto térmico para a cidade de Caicó, estado do Rio Grande do Norte, no período de 2013 a 2016. Período esse em que as precipitações ficaram abaixo da média, aumentando muito mais a sensação de calor e desconforto.

## **METODOLOGIA**

O município de Caicó está inserido na zona central do estado do Rio Grande do Norte, possui coordenadas geográficas 06° 27' 28" de latitude S e 37° 05' 52" de longitude W e altitude de 151m (IBGE, 2010), segundo a classificação climática de Köppen-Geiger (1948), está situada numa região semiárida quente.

### **Figura 1 – Localização da área de estudo**



**Fonte: Autores, 2017**

Para elaboração do estudo em questão, foi utilizado a média mensal dos dados de temperatura máxima do ar e umidade relativa do ar, disponibilizada pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), referente ao período de 2013 a 2016. Através desses dados de temperatura e umidade do ar foi possível calcular o Índice de Calor e de Desconforto Térmico.

### Índice de Calor

Para a determinação do índice de calor (equação 1), foi aplicada a metodologia determinada por STEADMAN (1979), em que o índice está em função da temperatura máxima e umidade relativa do ar, representando a sensação térmica sentida pelo organismo. Segundo SANTOS et. al, (2015), o índice é utilizado para regiões que apresentam ocorrências de temperaturas elevadas, estando o indivíduo à sombra e em condições de vento fraco, representando a sensação térmica sentida pelo organismo.

$$IC = -42,379 + 2,04901523 * T + 10,14333127 * UR - 0,22475541 * T * UR - 6,83783 * 10^{-3} * (T)^2 - 5,481717 * 10^{-2} * (UR)^2 + 1,22874 * 10^{-3} * (T)^2 * UR + 8,5282 * 10^{-4} * T * (UR)^2 - 1,99 * 10 * (T)^2 * (UR)^2 \quad (1)$$

Na qual: IC – é o índice de calor (°C); T – Temperatura máxima do ar (°C); UR – Umidade Relativa do ar (%).

### Índice de Desconforto Térmico

O desconforto térmico foi determinado também pela combinação dos valores de temperatura e umidade relativa do ar, através da adaptação da formulação para cálculo do índice de desconforto térmico (IDT) indicado por Thom (1959), segundo Monteiro & Alucci (2005), por meio da equação 2:

$$IDT = T - (0,55 - 0,0055*UR) * (T - 14,5) \quad (2)$$

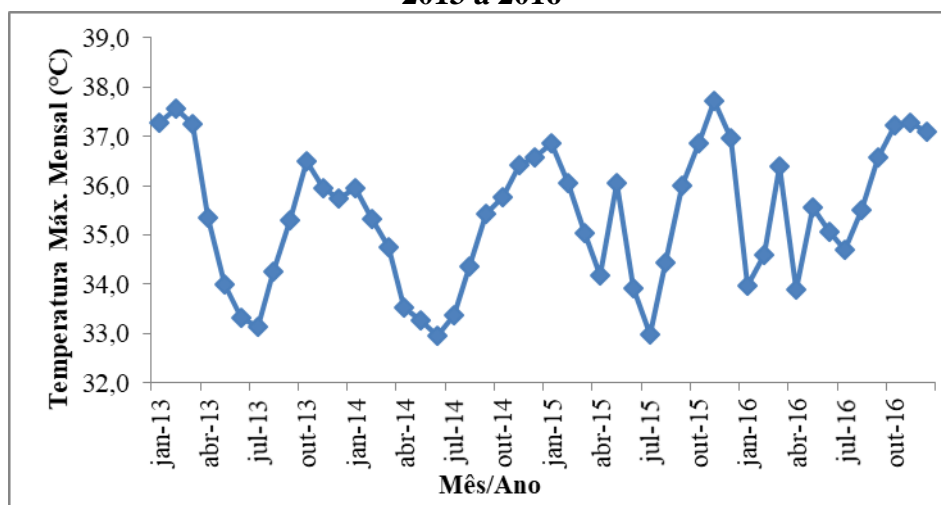
Tal que: IDT - é o índice de desconforto térmico (°C); T - é a temperatura do ar (°C); UR a umidade relativa do ar (%).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através dos gráficos 1 e 2, é possível observar que as maiores temperaturas foram registradas entre os meses de outubro a janeiro, e as menores umidades no mesmo intervalo de tempo. No decorrer de todo o período de estudo, a temperatura se mostrou inversamente proporcional a umidade, devido a umidade do ar ser inversamente proporcional a pressão de saturação de vapor que é diretamente proporcional ao aumento da temperatura.

A cidade apresentou uma média de temperatura máxima de 35,5°C por ano, no Gráfico 1 observa-se que a maior temperatura média máxima mensal registrada foi de 37,7°C em novembro de 2015 e a menor 32,9°C em junho de 2014. De acordo com SANTOS et. al, (2015), essas são condições de temperaturas altas, que pode acarretar no aumento do metabolismo celular do organismo, como também a produção de calor, de modo que o organismo começa a apresentar sintomas como intensa sudorese e alteração na respiração e frequência cardíaca.

**Gráfico 1 - Distribuição temporal da temperatura máxima do ar para o período de 2013 a 2016**

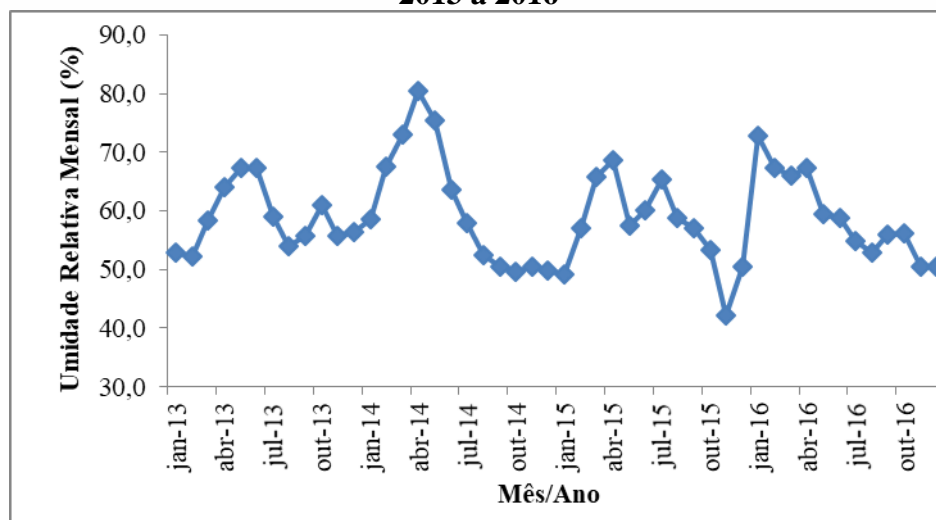


Fonte: Autores, 2017.

Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS) o nível ideal de umidade gira entre 40% e 70%, e quando se encontra abaixo de 30% é considerada como situação de alerta e os prejuízos para a saúde se tornam mais claros.

É possível constatar, utilizando o Gráfico 2, que a depender apenas da umidade o município não atingiu o estado de alerta, pois a menor média mensal de umidade relativa foi maior que 40%, ocorrida em novembro de 2015.

**Gráfico 2 - Distribuição temporal da umidade relativa do ar para o período de 2013 a 2016**

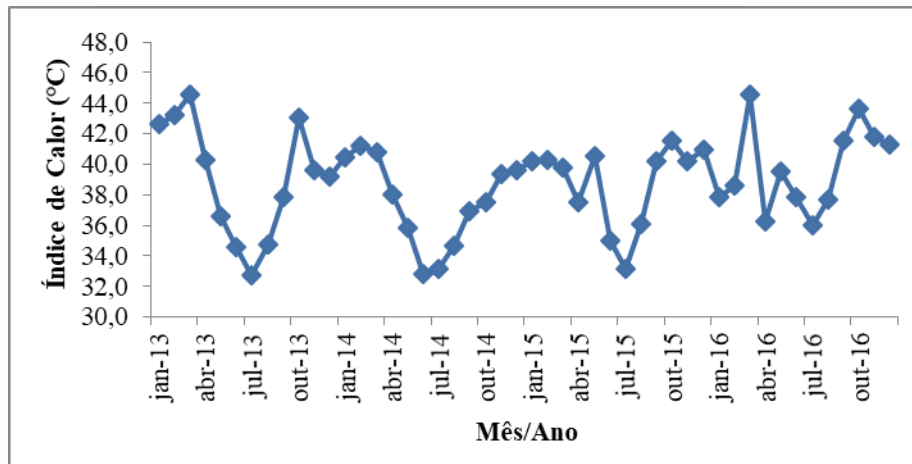


Fonte: Autores, 2017.

Observando o Gráfico 3, percebe-se que os valores de sensação térmica, determinados pelo índice de calor, que atingiu uma média de 38,8°C para os anos de 2013 a 2016. De acordo com a Tabela 1, o município demonstrou entre todo o período de estudo um nível de alerta de *Muito Cuidado e Perigo*.

O índice calor em si, não apresenta um padrão contínuo no tempo estudado, mostrando quedas bruscas, pois estão diretamente relacionados as temperaturas e estas são determinadas pela quantidade de radiação solar recebida, ou seja, o índice de calor segue as estações do ano. Os menores valores ocorreram entre os meses de Abril a Julho, dos anos de 2013 e 2014.

**Gráfico 3 - Distribuição temporal do índice de calor para o período de 2013 a 2016**



Fonte: Autores, 2017.

**Tabela 1 - Níveis de alerta e possíveis sintomas fisiológicos às pessoas, de acordo com o Índice de Calor, adaptado de National Weather Service Eather Forecast Office, NOAA.**

Índice de Calor (°C)	Nível de Alerta	Síndrome de Calor (sintomas)
Menor que 27°C	<i>Ausência de Alerta</i>	-
De 27 a 32°C	<i>Atenção</i>	Possível fadiga em casos de exposição prolongada e atividade física
De 32 a 41,1°C	<i>Muito Cuidado</i>	Possibilidade de câibras, esgotamento e insolação para exposições prolongadas e atividade
De 41,1 a 54°C	<i>Perigo</i>	Câibras, insolação e esgotamento prováveis. Possibilidades de dano cerebral (AVC) para exposição prolongadas com atividade física
Maior que 54°C	<i>Extremo Perigo</i>	Insolação e Acidente Vascular Cerebral (AVC) iminente

Por meio dos dados do Gráfico 4, percebe-se que segundo a Tabela 2, durante todo o intervalo de tempo estudado, a população esteve exposta a um “desconforto” térmico. Segundo SILVA, *et. al.* (2009), se o índice de desconforto térmico (IDT) foi maior ou igual a 26,5 °C, já é considerado um nível desconfortável, e o menor valor obtido foi de 28,9 °C. Nota-se que o Gráfico 4 apresentou um padrão similar ao Gráfico 3, o que demonstra uma relação entre o índice de calor e o de desconforto térmico.

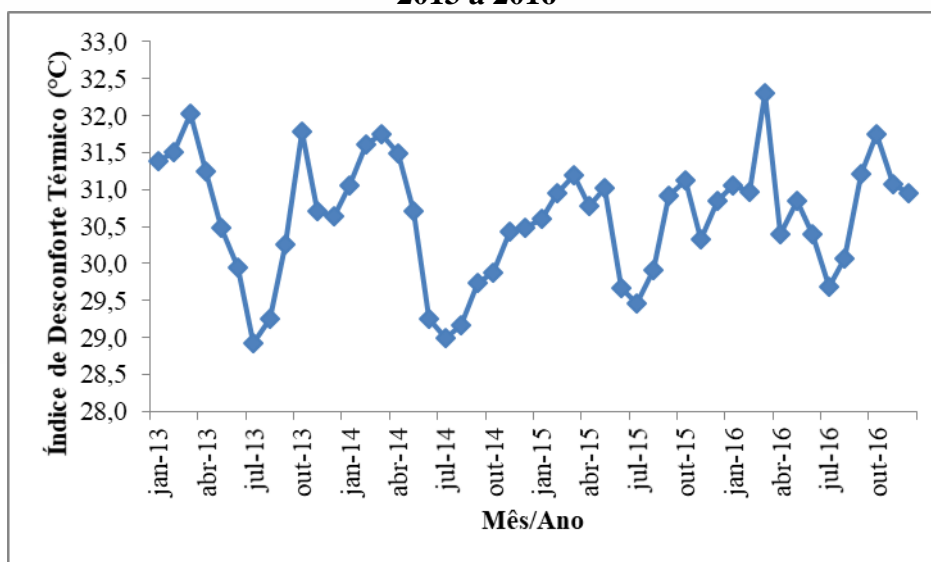
**Tabela 2 – Nível de desconforto térmico em função do índice de desconforto térmico (IDT)**

IDT (°C)	NÍVEL DE DESCONFORTO TÉRMICO
IDT < 14,9	Desconfortável

$15,0 \leq \text{IDT} \leq 19,9$	Confortável
$20,0 \leq \text{IDT} \leq 26,4$	Conforto Parcial
$\text{IDT} \geq 26,5$	Desconfortável

Fonte: SILVA, et. al. (2009).

**Gráfico 4 - Distribuição temporal do índice de desconforto térmico para o período de 2013 a 2016**



Fonte: Autores, 2017.

## CONCLUSÃO

A cidade de Caicó apresentou temperatura média maior que 32°C, valor considerado alto e que combinado com baixos ou altos valores de umidade relativa do ar podem ocasionar diferentes reações no organismo.

A estação de inverno por ter as temperaturas mais amenas apresentou nos meses de julho dos 3 anos em análise uma queda no índice comparando-o com os outros meses, resultando em *muito cuidado*.

Em todo o período estudado a cidade apresentou uma média mensal de 59% de umidade relativa do ar, ficando acima dos níveis de alerta segundo a OMS. Porém, quando obtidos os resultados para o índice de calor, por meio da umidade relativa do ar e da temperatura máxima, para o município resultou em um nível de alerta de *muito cuidado e perigo*. Isso significa que pode causar nos moradores a possibilidade de câibras, insolação, esgotamento e até mesmo algum dano cerebral (AVC) quando estiverem exposições prologadas ao sol, principalmente com algum tipo de atividade física. Em virtude disto, conclui-se que a população esteve completamente “*desconfortável*” durante todo o intervalo de tempo estudado, durante os quatro anos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Planilha com coordenadas dos municípios**. IBGE, 2010. Disponível por e-mail.

INMET, **Instituto Nacional de Meteorologia**. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>>. Acesso em: Setembro de 2017

CARFAN, A. C.; GALVANI, E.; NERY, J. T. **O efeito do sombreamento no conforto térmico. Estudo de caso: cidade de São Paulo**. VI Seminário Latino Americano de Geografia Física e II Seminário Ibero Americano de Geografia Física Universidade de Coimbra, 2010.

FROTA, A. B. **Manual de Conforto Térmico: Arquitetura/Urbanismo**. São Paulo, SP: Stúdio Nobel, 1995.

GIRALT, R. P. **Conforto térmico em espaços públicos abertos na cidade de Torres – RS**. Dissertação de Mestrado. 2006.

MONTEIRO, L.M. & ALUCCI, M.P. (2005). **Índices de conforto térmico em espaços abertos**. Parte 1. VIII Encontro Nacional e VI Encontro Latino americano de conforto no ambiente construído. São Paulo. Anais...Maceió, ANTAC., 12p.

NOBREGA, R. S.; LEMOS, T. V. S. **O microclima e o (des)conforto térmico em ambientes abertos na cidade do Recife**. Revista de Geografia (UFPE), v.28, n.1, p. 93-109, 2011.

PEEL, M. C. and Finlayson, B. L. and McMahon, T. A. (2007). **“Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification** (<http://www.hydrol-earth-syst-sci.net/11/1633/2007/hess-11-1633-2007.html>)". 'Hydrol. Earth Syst. Sci.' 11: 1633-1644. ISSN 1027-5606 (<http://worldcat.org/issn/1027-5606>). (Direct: Documento final. (<http://www.hydrol-earth-syst-sci.net/11/1633/2007/hess-11-1633-2007.pdf>)).

SANTOS, J. B. et. Al. **Análise temporal da sensação térmica nas cidades de Patos e São Gonçalo (Sousa), Paraíba, Brasil**. Anais II WIASB. Editora Realize. 2015.

SILVA, V.P.R.; AZEVEDO, P.V.; Brito, R.S.; CAMPOS; J.H.B.C. (2009). **Evaluating the urban climate of a typically tropical city of northeastern Brazil**. Environ Monit Assess. DOI 10.1007/s10661-008-0726-3.

SARDO, J. & PITZ, J. W. *et al.* **Análise do índice de sensação térmica para a cidade de Rio do Sul/SC**. Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer. Goiânia. 2013. v.9, n.17; p. 154.

STEADMAN, R.G. **The assessment of sultriness: part I: A temperature-humidity index based on human physiology and clothing science**. J. Appl. Meteor., 18: 861-884, 1979.