

CONFORTO TÉRMICO NO MUNICÍPIO DE CAICÓ: UMA COMPARAÇÃO ENTRE PERÍODO CHUVOSO E SECO

Ingrid Winne de Lima Fernandes ¹
Rafaela Fernandes Lopes ²
Gabriel Victor de Araújo Pereira ³
Alíbia Deysi Guedes da Silva ⁴
Raila Mariz Faria ⁵
Rebecca Luna Lucena ⁶

RESUMO

Este estudo aborda a comparação do conforto térmico humano em um período chuvoso e em um período seco no município de Caicó, situado no semiárido do estado do Rio Grande do Norte, Brasil. A análise é baseada nas médias referentes ao período da normal climatológica de 1981-2010, e esses valores médios foram comparados com um ano chuvoso (2009), e um ano seco (2012). Para avaliar a sensação térmica, através das variáveis temperatura e umidade relativa do ar e velocidade do vento, foi aplicado o Índice Climático Térmico Universal (UTCI) simulado à sombra, para o período em análise. Os resultados encontrados, com base na normal climatológica (1981-2010), revelam que Caicó apresenta médias mensais de UTCI entre 23,8°C e 28,6°C, onde a sensação de "moderado estresse por calor", ocorre em 8 meses do ano. Nos anos atípicos escolhidos, tanto no chuvoso quanto no seco, as temperaturas foram mais elevadas, atingindo máximas mensais de 29,1°C no ano chuvoso e de 30,7°C no ano seco. O ano seco apresentou maior condição de desconforto se comparado à média e ao ano chuvoso, apresentando 11 meses de "moderado estresse por calor".

Palavras-chave: Semiárido brasileiro, Sensação térmica, Índice Climático Térmico Universal, Climatologia geográfica.

¹Graduanda do Curso de Bacharelado em Geografia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN, winne.fernandes.079@ufrn.edu.br;

²Graduanda do Curso de Bacharelado em Geografia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN, lopesrafaela009@gmail.com;

³Graduando do Curso de Licenciatura em Geografia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN, gabriel.pereira.702@ufrn.edu.br;

⁴Mestranda do Curso de Geografia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN, alibiadeysi.prof@gmail.com;

⁵Doutoranda do Curso de Ciências Climáticas da Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN, railafaria@gmail.com;

⁶ Professora orientadora: Doutorada do Curso de Geografia da Universidade de Brasília - UNB, rebeccaosvaldo@yahoo.com.br.

INTRODUÇÃO

A região semiárida do Nordeste, com uma extensão de aproximadamente 900 mil km², é vulnerável a altas temperaturas e secas intensas, associadas à grande variabilidade das chuvas influenciada principalmente pela oscilação da Zona de Convergência Intertropical do Atlântico, pelo fenômeno El Niño e por outros sistemas dinâmicos atuantes (Conti, 2011). Branco (2003) observa que, devido às altas taxas de insolação e evaporação, juntamente com o terreno cristalino, não há acumulação de água, o que contribui para a condição de semiaridez. Segundo Ab' Saber (2003), o clima tropical semiárido do Brasil, classificado como "quente-seco", caracteriza-se por duas estações bem definidas: um extenso período de seca e um breve período de chuvas, além de apresentar radiação direta intensa, baixo nível de umidade relativa do ar e temperaturas elevadas. Nessa região, as altas temperaturas são responsáveis por condições de desconforto humano que podem ser agravadas pelo uso do solo inapropriado (LUCENA *et al*, 2016). Segundo Fanger (1970), o conforto térmico é uma condição da mente que expressa a satisfação do indivíduo com o ambiente térmico. Nesse sentido, o conforto térmico pode ser analisado como sendo as trocas térmicas que dependem de vários fatores, sejam eles ambientais e/ou pessoais, comandados por processos físicos. Nesse sentido, foram desenvolvidos os índices bioclimáticos de conforto térmico humano que permitem a identificar as influências das variáveis do meio nas condições de conforto térmico da população (ROMERO, 2013). Dentre os diversos índices criados para avaliação da sensação térmica, tem-se o Índice Climático Térmico Universal (UTCI). Bröde *et al.* (2011) afirmaram que o UTCI, desenvolvido pela International Society of Biometeorology (ISB), é uma medida abrangente que reflete o balanço térmico entre o corpo humano e o ambiente, permitindo a categorização do estresse térmico em diferentes níveis.

O município de Caicó está localizado na mesorregião Central potiguar no estado do Rio Grande do Norte e devido a sua localização geográfica, recebe altos níveis de insolação durante o ano. “A insolação é, pois, o intervalo total de tempo (entre o nascimento e o ocaso) em que o disco solar não esteve oculto por nuvens ou fenômenos atmosféricos de qualquer natureza” (Varejão-Silva, 2006 p. 18). O município registra altos níveis de evapotranspiração, característica de regiões próximas à linha do equador. A localização próxima à linha do equador contribui para uma elevada incidência anual

de horas de sol, o que acarreta índices acentuados de evapotranspiração, conforme observado por Barros et al. (2012).

Quando analisado os sistemas atuantes no Nordeste do Brasil, o de maior influência para Caicó é a Zona de Convergência Intertropical, esse fato é facilmente observável quando se considera que o pico de precipitação sobre o Nordeste (março e abril) ocorre exatamente na época em que a ZCIT atinge suas posições mais ao sul (UVO, 1989). Segundo Lucena *et al.* (2018, p. 486), “na região do Seridó a precipitação é concentrada em uma curta estação úmida, onde os meses mais chuvosos são fevereiro, março e abril, como resultado da influência da ZCIT”. Com base nessa perspectiva, o presente estudo tem como objetivo analisar a sensação térmica utilizando o Índice Climático Térmico Universal (UTCI), para o período da normal climatológica de 1981-2010 e compará-lo a um ano chuvoso e um ano seco. Este comparativo visa avaliar as variações na sensação térmica em resposta às diferentes condições atmosféricas, proporcionando uma compreensão das mudanças interanuais no conforto térmico humano.

METODOLOGIA

O município de Caicó está situado na região do Seridó, no estado do Rio Grande do Norte, a 160 metros de altitude, localizado a aproximadamente 280 km da capital Natal. Geograficamente, Caicó está posicionado entre as coordenadas 6°27'54" de latitude sul e 37°05'46" de longitude oeste.

Para a análise bioclimática, foram utilizados como base os dados de temperatura do ar, umidade relativa do ar e velocidade de vento da normal climatológica referente ao período de 1981-2010, provenientes do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia). Para a escolha do ano chuvoso e seco, foram utilizados dados de precipitação anual da série de 1981 a 2020, e calculada a média (x) + Desvio padrão (DP) e – Desvio padrão (DP). Assim, os anos de 2009 e 2012, que estavam fora do valor $x \pm DP$, foram escolhidos. Os dados de temperatura, umidade relativa do ar e velocidade de vento desses anos específicos foram obtidos a partir do BDMEP (Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa), INMET.

Após coleta e tabulação dos dados, foi aplicado o Índice Climático Térmico Universal (UTCI), onde o cálculo foi realizado no UTCI Calculator, através do link (https://www.utci.org/utci_calc.php). A temperatura radiante média (T_{mrt}) foi

considerada igual à temperatura do ar (Tar), o que é característico de situações à sombra. A tabela 1 contém os valores de temperatura e suas respectivas sensações térmicas.

Tabela 1: Sensação térmica conforme os valores de UTCI

Faixas de UTCI	Categorias de estresse
> 46 °C	extremo estresse para o calor
38 °C a 46 °C	muito forte estresse para o calor
32 °C a 38 °C	forte estresse para o calor
26 °C a 32 °C	moderado estresse para o calor
18 °C a 26 °C	conforto térmico
9 °C a 18 °C	sem estresse térmico
0 °C a 9 °C	pouco estresse para o frio

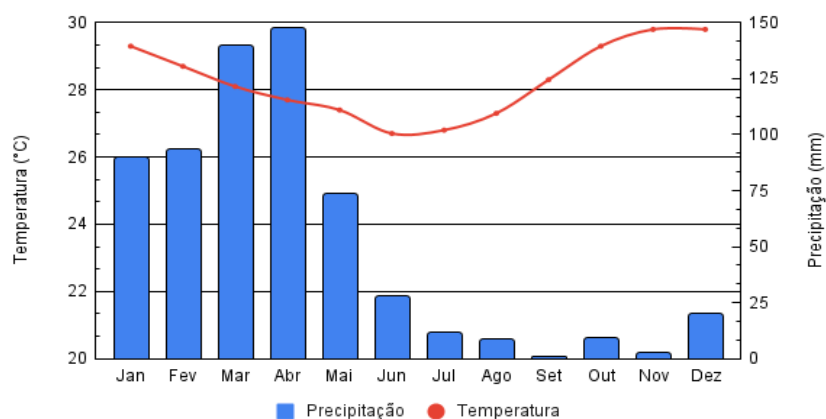
Fonte: Adaptado de Zare et al (2018).

Utilizando o Microsoft Excel, foram elaborados gráficos ombrotérmicos e gráficos de UTCI para melhor entendimento e análise dos resultados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados médios de temperatura e precipitação em Caicó, da normal climatológica de 1981-2010, são expostos na figura 2.

Figura 2: Climograma do município de Caicó no período de 1981-2010.



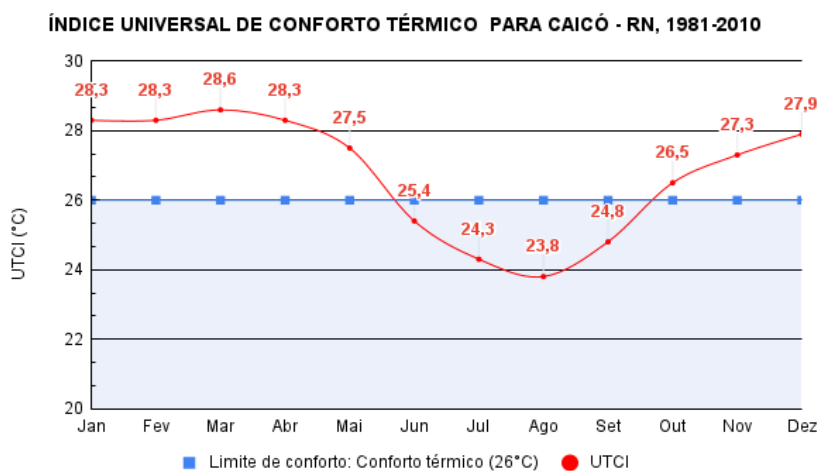
Fonte: Elaborado pelos autores.

A precipitação média anual é de 624,3 mm. março e abril aparecem como os meses mais chuvosos, registrando 139,7 mm e 147,4 mm respectivamente. O segundo

semestre do ano é de estio. As temperaturas médias variam entre 26,7 °C e 29,8 °C, revelando o trimestre mais quente entre outubro e dezembro, quando as temperaturas médias ficam próximas aos 30 °C.

De acordo com a figura 03, na análise da sensação térmica, os dados obtidos pelo cálculo do UTCI indicam que a quadra chuvosa, em média entre fevereiro e maio, assim como os últimos meses do ano (outubro, novembro e dezembro), é o período mais desconfortável, com março se destacando como o mês mais quente registrado, com uma temperatura média de 28,6°C. Em contraste, o período de inverno com os meses de junho, julho, agosto e setembro são classificados com condições de "conforto térmico", apresentando temperaturas médias abaixo de 26°C. No entanto, a média da normal climatológica mostra que 8 meses do ano (outubro a maio), estão dentro da faixa de "moderado estresse para o calor", conforme indicado pelo UTCI. Isso sugere que a maior parte do ano é marcada por um grau considerável de desconforto térmico em Caicó.

Figura 3: Valores médios de UTCI para a cidade de Caicó - RN, no período de 1981-2010.

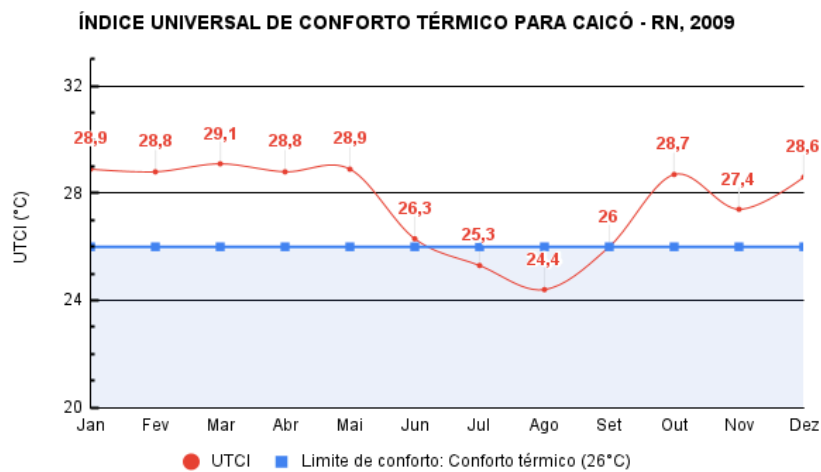


Fonte: Elaborado pelos autores.

Para fins comparativos, sabe-se que em média Caicó registra 624,3 mm, com temperatura média de 28,3°C, mantendo um baixo valor de amplitude térmica. O ano de 2009 é considerado atípico pelo seu registro de precipitação anual total de 1046,3 mm. É importante destacar que, em 2009, os meses de fevereiro, março, abril e maio apresentaram precipitações superiores a 150 mm, enquanto na normal climatológica (1981-2010) nenhum mês atingiu esse valor. Nesse ano, a temperatura média anual foi de 27,8° C.

O UTCI aplicado para o ano de 2009 revelou que, apesar de ter sido um ano com precipitações consideráveis, a variável temperatura se comportou de maneira mais intensa, acima das médias da normal climatológica. Os meses de janeiro a maio registraram as maiores temperaturas do ano, chegando a 29,1°C. Enquanto na normal climatológica temos quatro meses dentro da faixa de “conforto térmico”, no ano de 2009 apenas três apresentaram conforto, sendo um destes setembro, que já se encontra no limite da faixa de 26°C, caracterizando 9 meses do ano como "moderado estresse para o calor". A figura 4 a seguir exibe os valores da temperatura predita em função do UTCI.

Figura 4: Valores médios de UTCI para a cidade de Caicó - RN, no ano de 2009



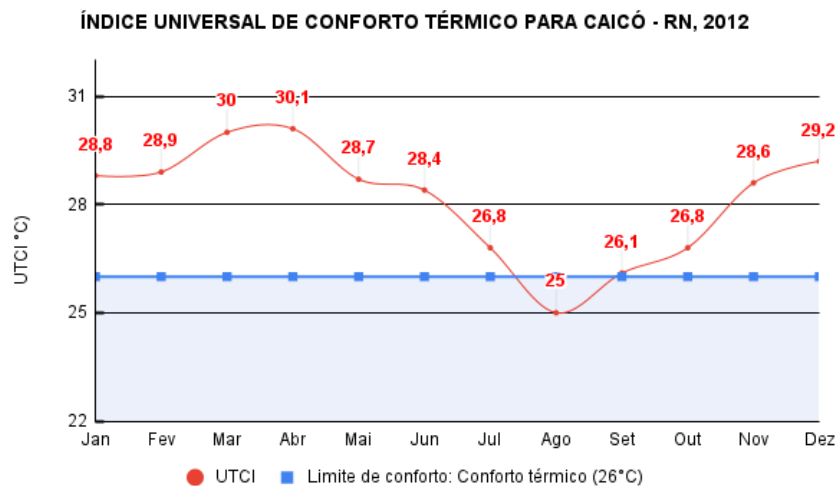
Fonte: Elaborado pelos autores.

As condições naturais de semiaridez no município de Caicó, quando intensificadas por um período de seca, tornam ainda mais desconfortáveis as condições de conforto térmico humano. O aumento da aridez e das temperaturas elevadas contribuiu para uma sensação térmica mais intensa e prolongada, exacerbando o estresse térmico. O ano de 2012 registrou uma precipitação total de somente 212,8 mm, onde a chuva máxima mensal foi de 69,3 mm e em julho, agosto, setembro, outubro e dezembro não houve precipitação, indicando uma quantidade extremamente baixa de chuva. As temperaturas registradas foram igualmente elevadas, com máximas alcançando 30,3°C e mínimas 27°C.

Em 2012, a análise do UTCI revelou uma clara correlação entre as altas temperaturas e o período de seca, que contribuíram para tornar o ano extremamente quente e desconfortável. O trimestre de fevereiro, março e abril apresentaram as temperaturas mais altas no ano, esse cenário de calor intenso se refletiu ao longo de

todos os meses do ano dentro da faixa de "moderado estresse para o calor", com apenas agosto se mantendo no limite de conforto térmico determinado pela tabela 1. Na Figura 4, onde são apresentados os valores de UTCI para o ano de 2012 é possível observar um leve declínio nas temperaturas durante o segundo semestre, que, embora ainda sejam classificadas como "moderado estresse por calor", refletem o período de inverno no hemisfério sul.

Figura 4: Valores médios de UTCI para a cidade de Caicó - RN, no ano de 2012.



Fonte: Elaborado pelos autores.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados indicam que Caicó apresenta as maiores temperaturas durante a quadra chuvosa, concentrada no primeiro semestre do ano, quando o hemisfério sul vivencia a estação do verão. Esse período coincide com uma combinação de temperaturas elevadas e maior umidade, intensificando o desconforto térmico na região. Ao fazer uma análise mais crítica das variáveis, percebe-se que a relação dos altos valores de umidade relativa do ar com as altas temperaturas potencializa ainda mais esse desconforto. Nos três exemplos presentes neste estudo, os meses de janeiro a maio se destacaram como os mais desconfortáveis de cada recorte temporal investigado, justificando o fato de que, mesmo em anos com precipitações atípicas, seja com volumes acima da média ou alinhados à normal climatológica de 1981-2010, o impacto no desconforto térmico permanece significativo. De acordo com o UTCI, pelo menos 8 meses do ano em média, são classificados como "moderado estresse por calor", indicando que na maior parte do ano a população de Caicó enfrenta condições

climáticas que afetam negativamente o bem-estar, independentemente das variações pluviométricas.

O estudo permitiu inferir também que, no que diz respeito ao ano seco de 2012, os valores de temperatura provenientes da aplicação do UTCI foram significativamente mais altos em comparação com o ano chuvoso de 2009 e com a normal climatológica de 1981-2010, o que se deve ao fato de que, em uma região semiárida, eventos extremos de seca intensificam as temperaturas que em média já são elevadas. Observa-se que, ao longo de 2012, 11 meses apresentaram temperaturas na faixa de "moderado estresse para o calor", tendo apenas agosto como confortável.

REFERÊNCIAS

AB'SABER, A. N. Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas. São Paulo, Ateliê Editorial, 2003.

GUTIERREZ, B. A. O.; DE BARROS, T. C. O despertar das competências profissionais de acompanhantes de idosos em cuidados paliativos. **Revista Kairós-Gerontologia**, v. 15, p. 239-258, 2012.
BRANCO, S. M. Caatinga: a paisagem e o homem sertanejo. 2ª ed. São Paulo: Moderna, 2003.

BRÖDE, P.; FIALA, D.; BLAZEJCZYK, K.; HOLMÉR, I.; JENDRITZKY, G.; KAMPMANN, B.; TINZ, B.; HAVENITH, G. Deriving the Operational Procedure for the Universal Thermal Climate Index UTCI. **International Journal of Biometeorology**, special issue UTCI, 2011.

CONTI, J. B. Clima e meio ambiente. 3. ed. São Paulo: Atual, 2011.

FANGER, P. O. Thermal Comfort. New York: McGraw-Hill Book Company, 1970.

LUCENA, R. L.; SANTOS, T. H. F.; FERREIRA, A. M.; STEINKE, E. T. Heat and human comfort in a town in Brazil's semi-arid region. **The International Journal of Climate Change: Impacts and Responses**, v.8, p.15-30, 2016. DOI: <http://doi.org/10.18848/1835-7156/CGP>

LUCENA, R. L.; CABRAL JÚNIOR, J. B.; STEINKE, E. T. Comportamento Hidroclimatológico do Estado do Rio Grande do Norte e do Município de Caicó. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 33, n. 3, p. 485-496, jul. 2018.

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

Uvo, C.R.B., 1989. *A Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) e sua relação com a Precipitação da Região Norte do Nordeste Brasileiro*. Dissertação de Mestrado em Meteorologia, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, SP. 82 págs.

VAREJÃO-SILVA, M. A. Meteorologia e Climatologia. Versão Digital 2. Recife, 2006.

ZARE, S.; HASHEMINEJAD, N.; SHIRVAN, H. E.; HEMMATJO, R.; SAREBANZADEH, K.; AHMADI, S. Comparing Universal Thermal Climate Index (UTCI) with selected thermal indices/environmental parameters during 12 months of the year. *Weather Clim. Extrem.* 19. p. 49-57, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.wace.2018.01.004>.