

Temperatura e sensação térmica na depressão sertaneja: análise da região do Seridó no semiárido brasileiro

Pesquisas sobre sensação térmica e conforto humano em regiões naturalmente quentes como o Semiárido brasileiro são de grande importância uma vez que se referem ao bem-estar, desempenho físico, saúde humana e qualidade de vida da população. Neste sentido, a presente pesquisa se propôs a monitorar a temperatura e a sensação térmica em uma microrregião geográfica do estado do Rio Grande do Norte, o Seridó potiguar, por meio de dados meteorológicos de estações de superfície, de imagens de Satélite e através da aplicação de índices bioclimáticos voltados para o conforto térmico humano. Os dados meteorológicos foram adquiridos junto ao Instituto nacional de meteorologia - INMET. A coleta de dados da temperatura superficial foi adquirida através de imagens orbitais do Satélite Landsat 8, correspondente à faixa do infravermelho termal. Os índices de conforto térmico aplicados à área de estudo foram o Índice de Desconforto (ID) e o Índice de Temperatura Efetiva (TE). Os resultados mostraram o predomínio de altas temperaturas diárias, mensais e anuais, com médias superiores aos 26°C, ocasionando desconforto térmico na região em praticamente todos os meses do ano. Os índices bioclimáticos indicaram que a população seridoense está sujeita ao desconforto pela exposição frequente às altas temperaturas. Valores superiores aos 36°C ocorrem constantemente nos meses mais quentes do ano (setembro-novembro) em ~76,5% nos terrenos da Depressão Sertaneja do Seridó potiguar. Os resultados encontrados apontam para a importância do desenvolvimento de mais pesquisas climáticas focadas no conforto térmico humano no semiárido brasileiro, bem como de pesquisas voltadas às possibilidades de arrefecimento em áreas urbana e rurais, em especial na depressão sertaneja.

Palavras-chave: Conforto Térmico humano; Geotecnologias; Índices Bioclimáticos; Imagens Termais; Rio Grande do Norte.

Temperature and thermal sensation in the sertão's depression: analysis of the Seridó region in the Brazilian semi-arid

Research on thermal sensation and human comfort in hot natural regions such as the Brazilian semi-arid region is of great importance as it highlights the population's well-being, physical performance, human health and quality of life. In this sense, the present research proposed to monitor the temperature and thermal sensation in a geographical micro-region of the state of Rio Grande do Norte, the Seridó Potiguar, through meteorological data from surface stations, satellite images and also through the application of bioclimatic indices aimed at human thermal comfort. Meteorological data were acquired from the National Institute of Meteorology - INMET. The collection of surface temperature data was acquired through orbital images from the Landsat 8 Satellite, corresponding to the thermal infrared range. The comfort indices according to the study area were the Discomfort Index (ID) and the Effective Temperature Index (TE). The moderate results were the predominance of high daily, monthly and better temperatures, with averages above 26°C, causing thermal discomfort in the region practically every month of the year. Bioclimatic indices indicated that the Seridoense population is presented with discomfort due to frequent exposure to high temperatures. Values above 36°C occur constantly in the hottest months of the year (September-November) at ~76.5% in the lands of the Seridó Depression. The results found point to the importance of developing more climate research focused on human thermal comfort in the Brazilian semi-arid region, as well as research aimed at the possibility of cooling in urban and rural areas, especially in the country depression.

Keywords: Human Thermal Comfort; Geotechnologies; Bioclimatic indexes; Thermal images; Rio Grande do Norte.

Topic: **Meteorologia, Climatologia e Mudanças Climáticas**

Received: **10/11/2021**

Approved: **30/11/2021**

Reviewed anonymously in the process of blind peer.

Rebecca Luna Lucena 

Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/7007364724379098>
<https://orcid.org/0000-0003-4670-265X>
rebeccaosvaldo@yahoo.com.br

Raila Mariz Faria 

Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/2283817247608051>
<https://orcid.org/0000-0002-3049-2363>
railafaria@gmail.com

Renata Kelly de Azevedo

Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/8290495734949553>
rentakelly@gmail.com

Tuana Raquel de Medeiros Aprígio

Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/3265857686050357>
tuanamedeiros.geo@gmail.com

Alíbia Deysi Guedes da Silva

Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/9980926650891679>
alibia.ifrn@hotmail.com

Sara Fernandes Flor de Souza 

Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/7346477694410909>
<https://orcid.org/0000-0001-6829-3434>
sarafflors@ceres.ufrn.br



DOI: 10.6008/CBPC2179-6858.2021.011.0009

Referencing this:

LUCENA, R. L.; FARIA, R. M.; LIMA, R. K. A.; APRÍGIO, T. R. M.; SILVA, A. D. G.; SOUZA, S. F. F.. Temperatura e sensação térmica na depressão sertaneja: análise da região do Seridó no semiárido brasileiro. **Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais**, v.12, n.11, p.85-97, 2021.
DOI: <http://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2021.011.0009>

INTRODUÇÃO

O Nordeste do Brasil (NEB) é a segunda região mais populosa do país, com 57 milhões de habitantes, e a terceira maior em dimensão territorial, com 1.554,291 Km², segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística¹. Essa região brasileira apresenta ~65,5% de seu território inserido em zona de clima semiárido, de acordo com os critérios estabelecidos pelo Ministério da Integração Nacional (SÁ et al., 2010), onde existe balanço hídrico negativo e aridez ($I_a \leq 0,50$) e totais pluviométricos inferiores aos 800 mm/ano, associados às elevadas temperaturas dominantes na região² (LUCENA et al., 2015).

O NEB é composto por nove estados, dentre eles o Rio Grande do Norte (RN), ao qual esta pesquisa se destina. Aproximadamente 93% do estado do Rio Grande do Norte está no Semiárido, apresentando maior fragilidade ante os efeitos climáticos e socioambientais que se originam a partir da irregularidade da precipitação pluvial, das altas temperaturas e da gestão dos recursos hídricos (AMBRIZZI et al., 2007; LUCENA et al., 2018).

A questão hidroclimatológica no semiárido brasileiro tem gerado uma série de preocupações e ações a respeito da segurança hídrica na região, e no estado do Rio Grande do Norte não é diferente. Porém, sendo a questão hídrica de importância elementar no semiárido, questões voltadas à sensação térmica e ao conforto humano da população acabaram, historicamente, sendo menos investigadas (LUCENA et al., 2016).

Assim, sabendo-se que em ambientes naturalmente quentes, o clima pode interferir diretamente no bem-estar da população, os estudos de conforto térmico buscam o estabelecimento de condições necessárias para a avaliação de ambientes adequados ao bem-estar e à qualidade de vida das pessoas. Desta forma, tais estudos baseiam-se em fatores atmosféricos e humanos, bem como: condições higrotérmicas, satisfação, performance e conservação de energia do corpo humano, fatores estes que estão diretamente ligados à interação sociedade x ambiente (ASHRAE, 2009). No entanto, sendo o ser humano biologicamente heterogêneo, é visto que se torna impossível que todas as pessoas tenham uma mesma percepção e sensação térmica se expostas ao mesmo ambiente climático (LAMBERTS, 2008).

Os estudos de ordem climática tornam-se cada dia mais relevantes, conforme segue a evolução da ação humana sobre o meio ambiente, revelando a influência dos aspectos da sociedade sobre a superfície do planeta e a atmosfera. Dentre os estudos climatológicos, a utilização do conforto térmico, segundo os canais da percepção humana (MONTEIRO, 2003), é importante na perspectiva da disponibilidade de informações higrotérmicas visando a sensação térmica e qualidade de vida da população, onde o ambiente natural e o construído estabelecem condições determinantes. Se remetendo a região semiárida brasileira, ainda que esta apresente condições térmicas extremas, os estudos de conforto térmico são ainda modestos (LUCENA et al, 2016). Desse modo, essa pesquisa tem por objetivo principal identificar as temperaturas na microrregião do Seridó potiguar*, aplicando-se índices bioclimáticos de conforto térmico para classificar a região segundo a sensação térmica e condições de conforto humano.

O Seridó é uma região localizada no sertão do Nordeste do Brasil, abrangendo vários municípios dos

¹ <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rn/caico/historico>

² <http://www.sudene.gov.br/aceso-a-informacao/institucional/area-de-atuacao-da-sudene/regiao-nordeste>

estados do Rio Grande do Norte e da Paraíba. No estado do Rio Grande do Norte, há a microrregião do Seridó Oriental, abrangendo os municípios de Acari, Carnaúba dos Dantas, Cruzeta, Currais Novos, Equador, Jardim do Seridó, Ouro Branco, Parelhas, Santana do Seridó, São José do Seridó, e a microrregião do Seridó Ocidental com os municípios de Caicó, Ipueira, Jardim de Piranhas, São Fernando, São João do Sabugi, Serra Negra do Norte, Timbaúba dos Batistas (IBGE, 1990). Popularmente a região é conhecida por “Seridó” ou “Sertão do Seridó” sendo tratada como uma área só, sem a separação oriental/ocidental. A figura 01 destaca a microrregião do Seridó no estado do Rio Grande do Norte.

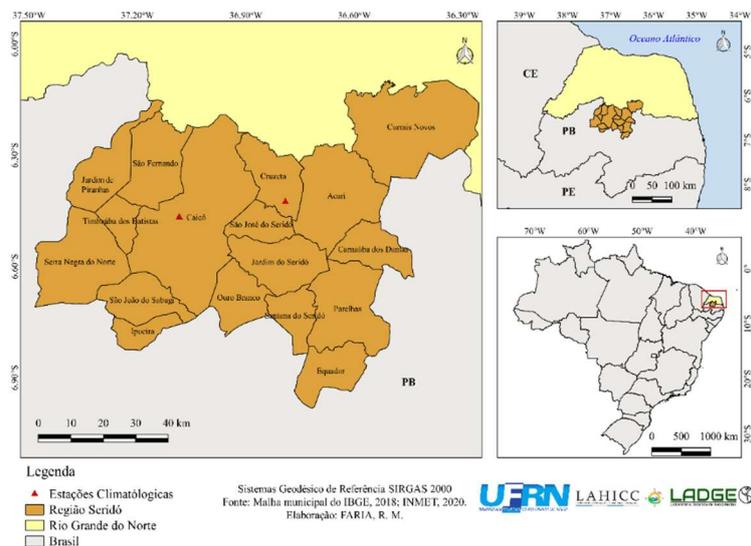


Figura 1: Mapa de localização do Seridó do estado do Rio Grande do Norte e das duas estações climatológicas do INMET operantes na Região – Caicó e Cruzeta.

O Seridó possui irregularidade no regime pluviométrico, acompanhada pelas altas temperaturas, o que resulta em elevadas taxas de evapotranspiração potencial e real, as quais reduzem a umidade do solo e a quantidade de água armazenada nos reservatórios (LUCENA et al., 2018). Em outras palavras, a precipitação reduzida e irregular e as altas taxas de evapotranspiração durante o ano resultam em um balanço hídrico negativo, com base em dados medidos e estimados (APRÍGIO et al., 2019, CABRAL et al., 2021).

A região do Seridó representa a área “Core” do domínio morfoclimático das Caatingas onde, segundo Absaber (2003), excetuando algumas áreas de maior altitude, mais de 75% da região apresenta elevada temperatura média anual 27°C e 30°C e temperaturas máximas entre 35 e 38°C. São nessas áreas que predominam o aplainamento da depressão sertaneja (figura 2a), com reduzidas cotas altimétricas <300 metros e solos rasos e pedregosos. Esses solos são bastantes degradados e com afloramentos de rochas. Os riachos são intermitentes com cheias rápidas e ocasionais e os sedimentos transportados são grosseiros em geral areia grossa e cascalho (ABSABER, 2003; NUNES, 2006). A vegetação da caatinga do Seridó, em sua maior parte, é arbustiva e com presença de cactáceas (figura 2b), apresentando sinais de desertificação. Já a Caatinga arbórea se encontra principalmente nas escarpas e topos das serras e inselbergs, em razão do fator declividade dificultar a exploração da ação antrópica (CAMACHO et al., 2001).



(a)

(b)

Figura 2: (a) paisagem aplainada da depressão sertaneja do Seridó potiguar durante a estação seca (Seridó) e (b) Algumas espécies da flora nativa da região.

Nesse contexto natural, tem-se o crescimento de importantes municípios e seus núcleos urbanos como o de Caicó, por exemplo, onde há um adensamento de construções e pessoas, como pode ser visto na figura 3.



(a)

(b)

Figura 3: Centro da cidade de Caicó, Seridó potiguar. Fonte: Lucena et al. (2016)

METODOLOGIA

Os processos metodológicos consistiram na coleta de dados climáticos no BDMEP (Banco de dados do INMET³ - Instituto Nacional de Meteorologia), referentes as estações climatológicas operantes na região Seridó localizadas nos municípios de Caicó e Cruzeta. Posteriormente a coleta dos dados, houve a aplicação dos índices bioclimáticos de conforto térmico humano: o Índice de Desconforto (ID) e o índice de Temperatura Efetiva (TE).

Segundo Silva (2007) o conforto térmico num determinado ambiente pode ser definido como a sensação de bem-estar experimentada por uma pessoa, como resultado de uma combinação satisfatória, de variáveis meteorológicas, com a atividade lá desenvolvida e com a vestimenta usada pelas pessoas, em determinado ambiente. O Conforto térmico, portanto, representa a soma de elementos objetivos (medidas e registros de condições específicas) e subjetivos (sensações, percepções humanas), sendo assim, passível de críticas, principalmente quando discutido sob a ótica do determinismo ambiental.

Para medir o conforto térmico, foram criados índices com o intuito de simplificar a descrição das condições ambientais com relação ao estresse que determinado ambiente pode impor. Os índices de conforto térmico procuram englobar, numa fórmula, o efeito conjunto dessas variáveis (ASHRAE, 2009; BLAZEJCZYK et al., 2012). Para aplicação dos índices ID e TE, foram selecionadas as variáveis temperatura

³ <https://bdmep.inmet.gov.br>

média do ar (em °C) e umidade relativa do ar (em %).

O Índice de Desconforto de Thom (ID), que é um dos índices bioclimáticos mais utilizados no estudo do clima de regiões quentes para descrever o nível de sensação térmica nessas regiões. Este é expresso pela fórmula 1, onde: ID será o resultado do desconforto em °C, T_a , a temperatura do ar e HR será a umidade relativa do ar (STATHOPOULOU, 2005). Os resultados obtidos são classificados de acordo com a tabela 1.

$$ID = T_a - 0,55(1 - 0,01HR)(T_a - 14,5) \quad (1)$$

Tabela 1: Classificação climática segundo o Índice de Desconforto.

ID < 21,0	Não há desconforto.
21,0 ≤ ID < 24,0	Menos de 50% da população sente desconforto.
24,0 ≤ ID < 27,0	Aproximadamente 50% da população sente desconforto.
27,0 ≤ ID < 29,0	A maioria da população sofre desconforto.
29,0 ≤ ID < 32,0	Todas as pessoas sentem estresse severo.
ID ≥ 32,0	Estado de emergência médica.

Fonte: Matzarakis et al. (1991).

O TE foi calculado por meio do LibreOffice Calc (5.4.6) utilizando a fórmula 2, onde T é temperatura do ar em °C e UR a Umidade Relativa do ar em %. Para os resultados apresenta-se uma classificação através da qual é possível avaliar o nível de desconforto (tabela 2).

$$TE = T - 0,4 (T - 10)(1 - UR/100) \quad (2)$$

Tabela 2: Classificação climática segundo o Índice de Temperatura Efetiva.

TE > 30	Muito quente
24 ≤ TE < 30	Moderadamente quente
12 ≤ TE < 24	Agradável
6 ≤ TE < 12	Fresco

Fonte: Suping et al. (1992).

Foram também realizadas análises de estatística descritiva, através do cálculo de médias, amplitude, desvio padrão e coeficiente de variação do rol de dados. Para extrair os dados de temperatura da microrregião do Seridó por meio de imagens do satélite Landsat 8, se faz necessário o uso das Geotecnologias que é um conjunto tecnologias de tratamento e manipulação de dados geográficos, por meio de programas computacionais (PINA et al., 2000). Dentre essas tecnologias, foram utilizados o Sensoriamento Remoto e os Sistemas de Informações Geográficas – SIG. Segundo Jensen (2009) e Steinke et al. (2010), a coleta de dados sobre a temperatura superficial pode ser adquirida através do sensoriamento remoto, por meio do calor interno expelido de um alvo, sendo convertido em energia radiante. Assim, a temperatura de superfície corresponde ao fluxo de calor liberado em função da energia que chega e sai do alvo, sendo de suma importância para o entendimento das interações entre a superfície terrestre e a atmosfera.

A coleta de dados da temperatura superficial foi adquirida através de imagens orbitais do Satélite Landsat 8, banda 10, órbita 215 ponto 64 e 65 do dia 08/10/2019 às 12h:34m, correspondente à faixa do infravermelho termal (10.6 - 11.19 μm - micrometro), com resolução espacial de 30 metros, sensor TIRS (*Thermal Infrared Sensor*) disponibilizadas gratuitamente pelo Earth Explorer⁴.

⁴ <http://earthexplorer.usgs.gov>

Na organização e tratamento das imagens de satélite utilizou-se o Software Qgis, gerando o mosaico das imagens na banda termal 10 nos respectivos pontos 64 e 65 e posterior recorte da microrregião do Seridó. Em seguida, fez-se a conversão dos níveis de cinza da imagem (NC) para radiância (fórmula 3) e para temperatura Kelvin (fórmula 4) utilizando a ferramenta calculadora Raster presente no software Qgis, equações essas disponibilizadas por Zanter (2019) conforme sua descrição nas tabelas 3 e 4.

$$\rho\lambda' = M_p * Q_{cal} + A_p \quad (3)$$

$$T = \frac{k_2}{\ln\left(\frac{k_1}{\rho\lambda'}\right)} \quad (4)$$

Tabela 3: Elementos e valores da constante de calibração retirados do metadados da imagem Landsat-8 em sua banda 10.

$L\lambda$	Radiância Espectral do sensor de abertura em Watts/(m2 sr μ m)
ML	Fator multiplicativo de redimensionamento da banda 10 = 3.3420E-04
AL	Fator de redimensionamento aditivo específico da banda 10 = 0.10000
Q_{cal}	Valor quantizado calibrado pelo pixel em DN = banda 10

Fonte: Zanter (2019); Coelho et al. (2013).

Tabela 4: Elementos e valores da fórmula de conversão para radiância extraídos do metadados da imagem do Landsat-8, banda 10.

T	Temperatura efetiva no satélite em Kelvin (K)
K_2	Constante de calibração 2 = 1.321.08 (K)
K_1	Constante de calibração 1 = 774.89 (K)
$L\lambda$	Radiância espectral em Watts/(m2 sr μ m)

Fonte: Zanter (2019); Coelho et al. (2013).

Logo após o cálculo dessas equações os valores de temperatura de superfície gerados em Kelvin foram convertidos graus Celsius (°C). Os dados de temperaturas superficiais foram validados com os dados coletados das estações climatológicas no dia da passagem do satélite 08/10/2019. Em seguida prosseguiu a elaboração do mapa das temperaturas utilizando o software Qgis versão Las Palmas 2.18.

RESULTADOS

Para análise dos dados, torna-se necessário apresentar as normais climatológicas dos municípios de Caicó e Cruzeta, uma vez que as normais climatológicas representam uma série de 30 anos de coletas de dados, como recomendado pela Organização Mundial de Meteorologia – OMM (AYOADE, 2007), figura 4. Os dados de temperatura (máximas, médias e mínimas) no ano de 2019, coletados nas estações climatológicas instaladas nos respectivos municípios, estão apresentados nos figura 5 e 6.

As normais climatológicas mostram os elevados valores de temperatura registrados na depressão sertaneja do Seridó potiguar. Por sua localização latitudinal e baixas cotas altimétricas, é possível observar valores elevados de temperatura o ano todo, assim como a quase inexistência das variações térmicas associadas às estações do ano, típico das baixas latitudes, como pode ser visto na figura 4 (AYOADE, 2007).

Para o ano de 2019 (figura 5), o município de Caicó apresentou elevadas temperaturas, principalmente nos meses de outubro, novembro e dezembro, com máximas >37°C. As máximas <34°C ocorreram nos meses de maio, junho, julho e agosto coincidindo com o fim do período chuvoso e início da estação do inverno. Com relação às temperaturas médias, os meses que apresentaram médias mais elevadas

>30°C, foram novembro e dezembro, enquanto a menor temperatura média foi registrada no mês de julho. Já com relação às mínimas, destaca-se o mês de dezembro apresentando a maior temperatura mínima média de 24,8°C, e os meses de julho e agosto com as menores temperaturas mínimas médias <21,5°C. Os valores registrados em 2019 corroboram com as normais climatológicas.

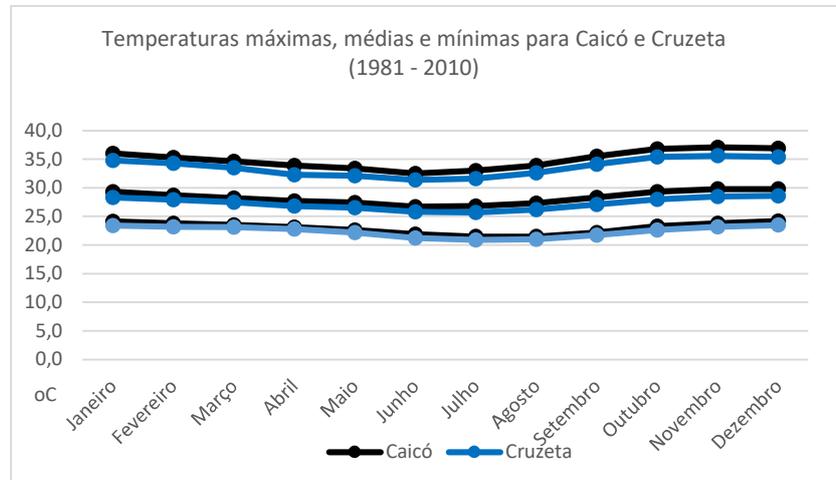


Figura 4: normais climatológicas das temperaturas máximas, médias e mínimas dos municípios de Caicó e Cruzeta, Seridó potiguar. Fonte: INMET (2021).

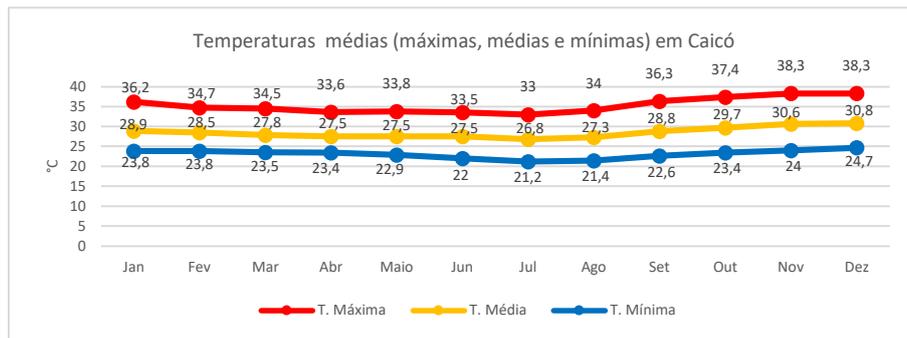


Figura 5: Temperaturas médias mensais (máximas, médias e mínimas) no ano de 2019 em Caicó-RN. Fonte: BDMEP (2020).

Conforme os dados de temperatura da estação climatológica do município de Cruzeta (figura 6), pode-se perceber que ele segue padrão semelhante aos dados de temperatura de Caicó, com a ressalva de apresentarem valores de temperaturas máximas, médias e mínimas levemente menores do que Caicó. As mais elevadas temperaturas máximas foram registradas nos meses de novembro e dezembro >37°C e as menores máximas nos meses de julho e agosto <21,2°C. As temperaturas médias oscilaram entre os 29,6°C nos meses de novembro e dezembro e 27°C nos meses de junho e julho. As mínimas tiveram seu ápice no mês de dezembro com 24,2°C e valor mais baixos no mês de julho com 21°C. Salientando que os dados de temperatura do mês de junho não se encontram no gráfico, pois os dados referentes a esse mês não constam na série de dados do BDMET, para o ano em questão.

Partindo de uma função comparativa entre os municípios, notou-se a predominância de altas temperaturas, com máximas >37°C nos meses de novembro e dezembro coincidindo com as estações da primavera e início do verão. As temperaturas médias também se mantiveram altas >26°C e as temperaturas mínimas ~24°C, para os meses de novembro e dezembro. Assim, os meses mais quentes do ano em Caicó e

Cruzeta foram novembro e dezembro e os meses com temperaturas mais baixas foram julho e agosto. Uma característica importante observada é a elevada amplitude térmica registrada em um mesmo mês (média 12°C de amplitude), característica de ambientes semiáridos. Romero (2013) menciona que o clima seminário é caracterizado por apresentar amplitudes térmicas significativas de temperatura do ar diária e sazonal.

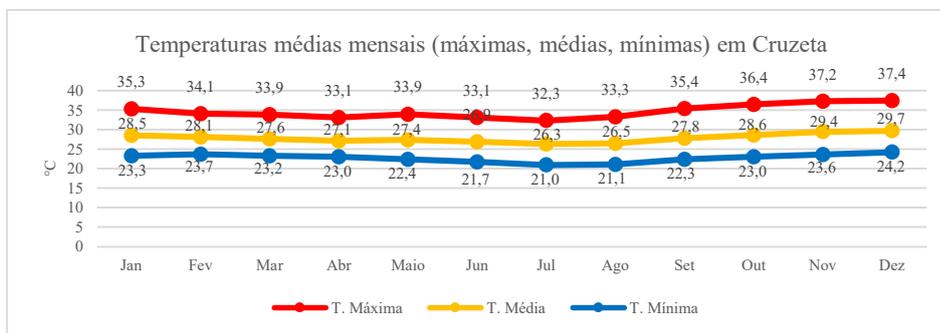


Figura 6: Temperaturas médias mensais (máximas, médias e mínimas) no ano de 2019 em Cruzeta-RN. Fonte: BDMEP (2020).

Aplicando-se os índices bioclimáticos, os resultados obtidos de conforto segundo o ID para a região Seridó, estão expostos nas figuras 7 e 8. Ambos os resultados referentes ao Índice de Desconforto revelam que aproximadamente 50 % da população sente desconforto térmico em todos os meses do ano com exceção do mês de agosto ID $\leq 24^{\circ}\text{C}$, onde menos de 50% da população sente desconforto térmico.

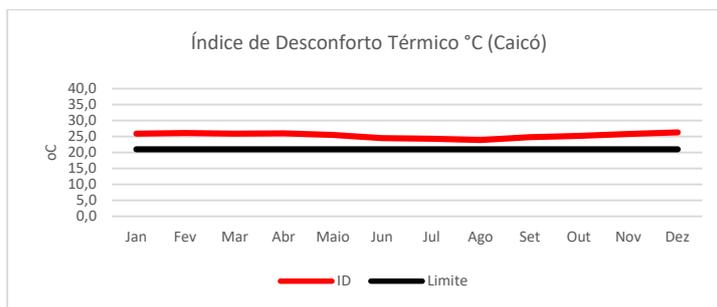


Figura 7: Índice de Desconforto Térmico °C no município de Caicó. Fonte: BDMEP (2020).

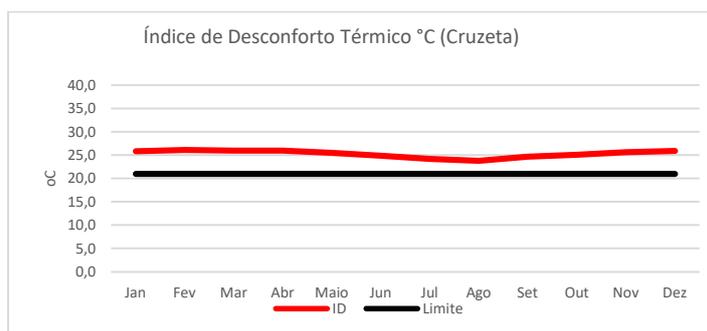


Figura 8: Índice de Desconforto Térmico °C no município de Cruzeta. Fonte: BDMEP (2020).

O TE demonstra que a sensação térmica sentida em ambos os municípios (figura 9 e 10), em quase todos os meses é moderadamente quente, tendo seu ápice nos meses de dezembro no município de Caicó registrando 26,6°C e em Cruzeta no mês de fevereiro com 26,2°C. O mês de agosto é a exceção, onde a sensação térmica sentida é agradável, tanto em Caicó (sensação de 24°C), como em Cruzeta (sensação de 23,8°C).

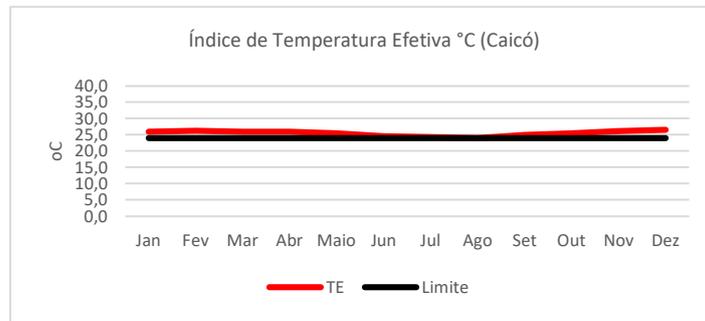


Figura 9: Índice de Temperatura Efetiva °C no município de Caicó. **Fonte:** BDMEP (2020).

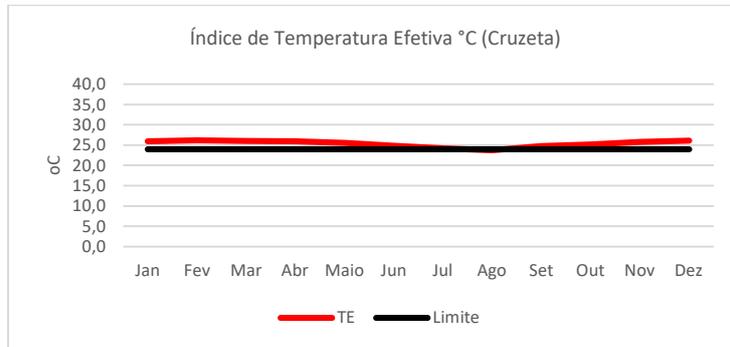


Figura 10: Índice de Temperatura Efetiva °C no município de Cruzeta. **Fonte:** BDMEP (2020).

A sensação térmica de ambos os municípios, calculadas pelos índices de Desconforto Térmico e Temperatura Efetiva é basicamente a mesma, já que a distância entre as estações em linha reta é de aproximadamente de 35 km. Porém o município de Caicó apresentou valores um pouco mais elevados do que Cruzeta. Outros resultados encontrados têm comprovado a predominância do desconforto térmico no semiárido, em especial na depressão sertaneja, relacionado às elevadas temperaturas da região (MEDEIROS et al., 2019; GOMES et al., 2020; LUCENA et al., 2020). Quanto às temperaturas da superfície, extraídas por meio das imagens termais do satélite Landsat 8, elas foram divididas em sete classes de intervalos conforme mostra a figura 11.

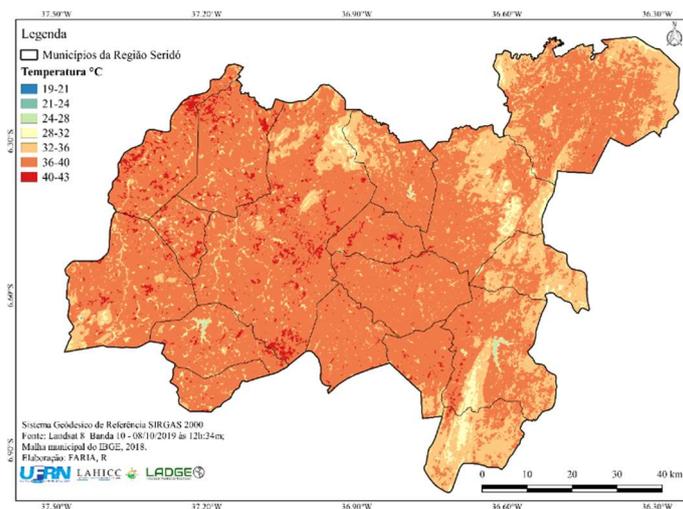


Figura 11: Mapa da temperatura em °C da superfície na Região Seridó. **Fonte:** Landsat 8.

Os primeiros três intervalos de menor temperatura registrados pelo sensor termal de 19°C a 28°C ocupam 0,5% da área da Região Seridó, estando associadas aos ambientes de corpos hídricos e algum topo de serra acima dos 550m de altitude. O intervalo de 28°C a 36°C representa 23% da área da região,

compreendendo as áreas elevadas topograficamente e aos cursos de drenagens da Bacia do Rio Piranhas-Açu, no Seridó ocidental essas áreas elevadas são os Planaltos Cristalinos Residuais e Estruturais, popularmente conhecidos como as “serras do Seridó”, descartando-se a Serra de São Bernardo em Caicó e Serra da Formiga entre os municípios de Caicó e Cruzeta, além da Serra do Mulungu em São João do Seridó. No Seridó Oriental são as áreas ocupadas pelo Planalto da Borborema, principalmente nos municípios de Equador, Parelhas, Carnaúbas do Dantas, Acari e Currais Novos. O fato de as temperaturas registradas serem uns poucos menores nesses locais é devido a atuação do fator geográfico altitude, fazendo com a temperatura nessas serras mais agradável do que nas áreas da Depressão Sertaneja.

O penúltimo intervalo de 36°C a 40°C ocupa 73,5% do Seridó, compreendendo aos terrenos da Depressão Sertaneja e Planícies dos Sertões do Rio Piranhas, destacando que é justamente nessa área onde estão localizados os municípios do Seridó Potiguar expondo a população ali residente às altas temperaturas e conseqüentemente ao desconforto térmico. Enquanto o último intervalo de 40°C a 43°C ocupa 3% do Seridó, está associado a ambientes onde possivelmente predomina a degradação pela ação antrópica, ou algum fator litológico.

DISCUSSÃO

O clima é uma das características mais importantes do semiárido brasileiro principalmente, devido à ocorrência das secas estacionais e periódicas, determinantes no sucesso (ou não) das atividades agrícolas e pecuárias e, conseqüentemente, na sobrevivência das famílias sertanejas. Porém, atenção deve ser dada ao predomínio de altas temperaturas na região e conseqüentemente à vulnerabilidade da população ao desconforto térmico, provocado pelo calor presente em basicamente todos os meses do ano. Além do desconforto térmico, os elevados valores de temperatura estão tanto associados ao déficit hídrico, a partir da gênese da evaporação e da evapotranspiração observadas na depressão sertaneja, como causa da grande quantidade de radiação solar incidente (AMBRIZZI et al., 2007; APRÍGIO et al., 2019; ROCHA et al., 2020), quanto a questões relacionadas ao desconforto humano na região (LUCENA et al., 2016; MEDEIROS et al., 2019; LUCENA et al., 2020). Com exceção das áreas mais elevadas, também conhecidas como “brejos de altitude” no semiárido, há na região o predomínio anual de elevadas temperaturas, sempre superiores aos 25 °C em termos de médias anuais (ABSABER, 2003).

Quanto à distribuição sazonal das temperaturas, os períodos de primavera e verão são aqueles detentores dos mais elevados valores, enquanto outono e inverno apresentam médias térmicas ligeiramente mais baixas. Tanto as temperaturas são mais amenas no inverno (junho a setembro), que nos índices de desconforto térmico pode-se observar uma suave curva, que chega a atingir a classe climática “confortável” no índice de Temperatura Efetiva em ambos os municípios, principalmente nos meses de julho e agosto (figura 9 e 10).

No Seridó potiguar, predominam altas temperaturas o ano todo, com ápice nos meses de primavera, a exemplo de outubro. No corpo humano, a exposição em extremos de altas e baixas temperaturas causa modificações em seu metabolismo podendo levar a quadros de fadiga e a morte. Sob altas temperaturas, a

desidratação apresenta-se com um dos principais geradores de risco para as pessoas. Nesse estado, problemas vasculares como diminuição do fluxo sanguíneo acabam vindo à tona (ALOSON et al., 1999). Quando o organismo privilegia a manutenção do volume plasmático, em detrimento da termorregulação, ocorre, assim, diminuição da vasodilatação periférica e da produção de suor. Com o aumento da temperatura central, a consequência é a gradativa diminuição do desempenho físico, que pode culminar com colapso, exaustão e insolação, ocasionando até mesmo o óbito (CARVALHO et al., 2010). No entanto a relação “clima x desempenho físico” traz à tona muitas questões subjetivas, pois envolve o corpo humano que varia bastante quanto às suas exigências, quando consideramos a idade, o sexo, o biotipo, os hábitos alimentares etc. As condições de conforto térmico também resultam da atividade desenvolvida pela pessoa, da sua vestimenta, se está abrigada ou não, somando-se a estas características as variáveis meteorológicas que proporcionam as trocas de calor entre o corpo e o ambiente (FROTA et al., 2001).

Nesse sentido, destaca-se a importância da realização de estudos bioclimáticos no semiárido brasileiro, uma vez que parcela significativa da população sertaneja realiza suas atividades ao ar livre, em especial aquelas relacionadas à agricultura e pecuária. Estudos dessa natureza permitem a identificação de variáveis do meio que devem ser modificadas ou aproveitadas para que se alcancem condições de conforto desejadas, e nesse caso, sirvam de subsídio ao planejamento urbano, rural e ambiental da região.

CONCLUSÕES

O Seridó é uma região naturalmente quente, com predomínio de altas temperaturas médias, máximas e mínimas, tendo seu ápice de calor nos meses de primavera e verão, com temperaturas máximas superando os 37°C, em média. Já os meses em que as temperaturas são mais amenas e agradáveis ~21°C coincidem com a estação do inverno austral. É importante destacar que no mês mais quente (outubro), 73,5% do Seridó, compreendendo aos terrenos da Depressão Sertaneja e Planícies dos Sertões do Rio Piranhas, apresentaram temperaturas na faixa de 36°C a 40°C.

Os índices bioclimáticos aplicados demonstraram que em quase todos os meses do ano, com exceção de julho e agosto, a população sente desconforto térmico, estando Caicó e Cruzeta fora da zona de conforto humano, associada às altas temperaturas.

A metodologia de extração de temperatura da superfície por meio de imagens termais de satélites se mostrou eficiente, revelando resultados semelhantes com os dados apresentados nas estações climatológicas, sendo extremamente útil para conseguir dados de temperaturas de locais onde não há informações climatológicas por meio de estações. Também demonstra eficácia ao permitir correlação com os dados fornecidos pelas estações climatológicas, fornecendo uma distribuição geográfica mais abrangente dessas temperaturas.

Desse modo um estudo integrado de monitoramento de temperatura do ar, por meio de dados climatológicos de estações e de dados de temperatura da superfície por meio de bandas termais de satélites gratuitos, associados à aplicação de índices bioclimáticos de conforto térmico, podem ser eficazes na revelação sobre a sensação térmica a qual a população está submetida, trazendo informações extremantes

importantes para a sociedade como um todo, e para o planejamento urbano e rural de municípios naturalmente quentes, muito comuns nas áreas mais baixas do semiárido pertencentes à depressão sertaneja, à exemplo da região do Seridó potiguar aqui representada pelos municípios de Caicó e Cruzeta.

REFERÊNCIAS

- ABSABER, A. N.. **Os domínios de natureza no Brasil:** potencialidades paisagísticas. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003.
- ALONSO, J., CALBET, J. A. L., NIELSEN, B.. Metabolic and thermodynamic responses to dehydration-induced reductions in muscle blood flow in exercising humans. **The Journal of physiology**, v.520, n.2, p.577-589, 1999. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1469-7793.1999.00577.x>
- AYOADE, J. O.. **Introdução à climatologia para os trópicos.** 12 Ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007.
- AMBRIZZI, T.. **Cenários regionalizados de clima no Brasil e América do Sul para o Século XXI:** Projeções de clima futuro usando três modelos regionais. Relatório 3. Brasília: MMA, 2007.
- APRÍGIO, T. R. M.; FARIA, R. M.; LUCENA, R. L.; SOUZA, S. F. F.; CARDOZO, A. S.; SILVA, A. D. G.. Mapeamento da aridez no estado do Rio Grande do Norte. In: SOUZA, L.; PINHEIRO; A. G.. **Geografia física e as mudanças globais.** Fortaleza: UFC, 2019.
- ASHRAE. American Society of Heating, Refrigerating and AirConditioning Engineers. **Fundamentals.** Atlanta: Inc, 2009.
- BLAZEJCZYK, K.; EPSTEIN, Y.; JENDRITZKY, G.; STAIGER, H.; TINZ, B.. 2012. Comparison of UTCI to selected thermal indices. **International Journal of Biometeorology**. v.56, p.515-535, 2012. DOI: v <https://doi.org/10.1007/s00484-011-0453-2>
- CABRAL, J. B.; LUCENA, R. L.; SILVA, H. J. F.; REIS, J. S.; RODRIGUES, D. T.. Considerações Sobre a Evapotranspiração Estimada Pelo Algoritmo SEBAL no Semiárido Brasileiro. **Revista de geociências do Nordeste**, v.7, p.45-51, 2021.
- CAMACHO, R. G. V.; MEGURO, M.. **Estudo fitofisiográfico da Caatinga do Seridó:** Estação Ecológica do Seridó, RN. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2001.
- CARVALHO, T.; MARA, L. S.. Hidratação e nutrição no esporte. **Rev. bras. med. esporte**, v.16, n.2, p.144-148, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1517-86922010000200014>
- COELHO, A. L. N.; CORREA, W. S. C.. Temperatura de Superfície Celsius do Sensor TIRS/Landsat-8: metodologia e aplicações. **Revista Geográfica Acadêmica**, v.7, n.1, p.31-45, 2013.
- FROTA A. B., SCHIFFER S. R.. **Manual de conforto térmico:** arquitetura, urbanismo. 5 ed. São Paulo: Studio Nobel, 2001.
- GOMES, Y. B., CARACRISTI, I.. Clima urbano e percepção térmica dos moradores das pequenas cidades do Semiárido: uma análise da cidade de Forquilha (CE). **Revista Homem, Espaço e Tempo**, v.13, n.2, 2020.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Divisão regional do Brasil em mesorregiões e microrregiões geográficas.** Rio de Janeiro: IBGE; 1990.
- JENSEN, J. R.. **Sensoriamento Remoto do Ambiente:** uma perspectiva em recursos terrestres. São José dos Campos: Parentese, 2009.
- LAMBERTS, R.; XAVIER, A. A. P.. **Conforto e Stress térmico.** Atualizado por: GOULART, Solange. Florianópolis: LabEEE, 2008.
- LUCENA, R. L.; STEINKE, E. T.. Fatores geográficos e padrões de circulação atmosférica como base à compreensão do clima semiárido quente da região Nordeste. **Revista Workshop Internacional sobre Água no Semiárido Brasileiro**, v.1, p.1-7, 2015.
- 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, J. B.; STEINKE, E. T.. Comportamento hidroclimatológico do estado do Rio Grande do Norte e do município de Caicó. **Revista Brasileira de Meteorologia**, n.33, p.485-496, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1590/0102-7786333008>
- LUCENA, R. L.; CABRAL, J. B.; STEINKE, E. T.. Índices de (des) conforto humano em um município de clima semiárido. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v.13, p.3287, 2020. DOI: <https://doi.org/10.26848/rbfg.v13.07.p3287-3303>
- MATZARAKIS, A.; MAYER, H.. The extreme heat wave in Athens in July 1987 from the point of view of human biometeorology. **Atmospheric Environment**, v.25, n.2, p.203-211, 1991. DOI: [https://doi.org/10.1016/0957-1272\(91\)90055-J](https://doi.org/10.1016/0957-1272(91)90055-J)
- MEDEIROS, A. I. V.; MORAIS, C. S.; SILVA, A. S.; FARIA, R. M.; LUCENA, R. L.. A influência do uso do solo no conforto humano: Uma perspectiva urbana e rural em Caicó, município de clima semiárido quente do Nordeste Brasileiro. In: SANTOS, F.. **Geografia no Século XXI.** Belo Horizonte: 2019.
- MONTEIRO, C. A. F.. Teoria e Clima Urbano: um projeto e seus caminhos. In: MONTEIRO, C. A. F.; MENDONÇA, F.. **Clima Urbano.** São Paulo: Contexto, 2003.
- NUNES, E.. **Geografia física do Rio Grande do Norte.** Natal: Imagem Gráfica, 2006.

PINA, M. F.; SANTOS, S. M.. **Conceitos básicos de Sistemas de Informação Geográfica e Cartografia aplicados à saúde**. Brasília: OPAS, 2000.

ROCHA, R. L.; SILVA, F. D. S.; COSTA, R. L.; GOMES, H. B.; GOMES, H. B.; SILVA, M. C. L.; PINTO, D. D. C.; HERDIES, D. L.; CABRAL, J. B.; DIAZ, O. P.. Mudança de Longo Prazo e Regionalização da Evapotranspiração de Referência no Nordeste Brasileiro. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.35, p.891-902, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/0102-77863550126>

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

SÁ, I. B.; SILVA, P. C. G.. **Semiárido brasileiro: pesquisa, desenvolvimento e inovação**. Petrolina: EMBRAPA Semiárido, 2010.

SILVA, N. R.. **Avaliação do conforto térmico**. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia de segurança do trabalho) - Universidade Santa Cecília, Santos, 2007.

STEINKE, V. A.; STEINKE, E. T.; SAITO, C. H.. Estimativa da temperatura de superfície em áreas urbanas em processo de consolidação: reflexões e experimento em Planaltina-DF. **Revista Brasileira de Climatologia**, v.6, p. 37-56, 2010. DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/abclima.v6i0.25604>

SUPING, Z.; GUANGLIN, M.; YANWEN, W. L. J.. Study of the relationships between weather conditions and the marathon race, and os meteorotropic affects on distance runners. **International Journal of Biometeorology**. v.36. p.63-68, 1992. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF01208915>

ZANTER, K.. **Landsat 8 (L8) Data Users Handbook**. South Dakota: Department of the Interior U.S. Geological Survey, 2019.

A CBPC – Companhia Brasileira de Produção Científica (CNPJ: 11.221.422/0001-03) detém os direitos materiais desta publicação. Os direitos referem-se à publicação do trabalho em qualquer parte do mundo, incluindo os direitos às renovações, expansões e disseminações da contribuição, bem como outros direitos subsidiários. Todos os trabalhos publicados eletronicamente poderão posteriormente ser publicados em coletâneas impressas sob coordenação da **Sustenere Publishing**, da Companhia Brasileira de Produção Científica e seus parceiros autorizados. Os (as) autores (as) preservam os direitos autorais, mas não têm permissão para a publicação da contribuição em outro meio, impresso ou digital, em português ou em tradução.