

Artigo Científico

## Modelos matemáticos aplicado no conforto térmico: um estudo em dois ambientes de condições microclimáticas distintas em Juazeiro do Norte - CE

Mathematical models applied in thermal comfort: A study in two environments of distinct microclimatic conditions in Juazeiro do Norte – CE

Eliezio Nascimento Barboza<sup>1</sup>, João Marcos Pereira de Moraes<sup>2</sup>, Maria Fernanda da Cruz Silva<sup>1</sup>, Ana Millene dos Santos Silva<sup>1</sup>, Eduarda Moraes da Silva<sup>1</sup>, Bruno Barbosa de Oliveira<sup>3</sup>, Agilio Tomaz Marques<sup>4</sup>, João Paulo Borges de Queiroz<sup>5</sup>, Clarice Ribeiro Alves Caiana<sup>6</sup> & Francisco das Chagas Bezerra Neto<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Graduando e graduandos em Engenharia Ambiental e Sanitária, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará. E-mails: eliezio1999@outlook.com, fernandacsilva56@gmail.com, anasantosmillene@gmail.com, eduardamoraisengenharia@gmail.com;

<sup>2</sup>Tecnólogo em Construção Civil e Pós-graduando em Gerenciamento de Obras Universidade Regional do Cariri. E-mail: joaomarcostecnologo@gmail.com;

<sup>3</sup>Mestre em Engenharia Civil e Professor assistente da URCA. Universidade Regional do Cariri, URCA. E-mail: bruno.barbosa@urca.br;

<sup>4</sup>Bacharel em Direito- E-mail: agiliotomaz@hotmail.com;

<sup>5</sup>Graduando em Direito pela Universidade Federal de Campina Grande. E-mail: jpb-queiroz@hotmail.com;

<sup>6</sup>Graduandos em Direito pela Universidade Federal de Campina Grande. E-mail: clariceribeirocaiana@gmail.com; chagasneto237@gmail.com.

**RESUMO:** As cidades brasileiras vêm sofrendo nas últimas décadas diversas modificações, como consequência dessas modificações, destaca-se a formação de um espaço superficial e degradado. Esse crescimento desordenado vem causando mudanças na composição da atmosfera e no clima local. Sendo assim, o presente trabalho tem como objetivo principal verificar dois índices relacionados com o conforto térmico humano: Índice de Calor (IC) e o Índice de Desconforto Térmico (IDT), em dois ambientes de condições microclimáticas diferentes na área urbana da cidade de Juazeiro do Norte/CE. Para a realização da pesquisa, a coleta de dados foi realizada a partir da utilização do aparelho Termo-Higro-Anemômetro digital portátil, durante o período mais quente do ano, com coletas nos meses: agosto, setembro, outubro, novembro e dezembro de 2019. Para os cálculos do Índice de calor (IC) e Índice de desconforto térmico (IDT) foram aplicadas as metodologias de Steadman (1979) e Thom (1959). Os resultados evidenciaram que a presença de arborização desempenha uma função essencial no conforto térmico, agindo consideravelmente nos índices de conforto térmico nos dois ambientes.

**Palavras-chaves:** Climatologia Urbana; Ilhas de Calor; Urbanização; Arborização.

**ABSTRACT:** Brazilian cities have undergone several changes in recent decades, as a consequence of these changes, the formation of a superficial and degraded space stands out. This disordered growth has been causing changes in the composition of the atmosphere and in the local climate. Thus, the main objective of this work is to verify two indices related to human thermal comfort: Heat Index (CI) and Thermal Discomfort Index (RTD), in two environments of different microclimatic conditions in the urban area of the city of Juazeiro do Norte/CE. For the research, data collection was performed using the Thermo-Hygro-Portable Digital Anemometer device, during the hottest period of the year, with collections in the months: August, September, October, November and December 2019. For the calculations of the Heat Index (CI) and Thermal Discomfort Index (RTD), the methodologies of Steadman (1979) and Thom (1959) were applied. The results showed that the presence of afforestation plays an essential role in thermal comfort, acting considerably in the thermal comfort indexes in both environments.

**Keywords:** Urban Climatology; Heat Islands; Urbanization; Afforestation.

### 1. Introdução

As cidades brasileiras vêm sofrendo nas últimas décadas diversas modificações, como consequência dessas

modificações, destaca-se a formação de um espaço superficial e degradado. Esse crescimento desordenado vem causando mudanças na composição da atmosfera e no clima local (COSTA; SILVA; PERES, 2010). O

Aceito para publicação em: 20/04/2020/ Publicado em: 01/04/2020.

crescimento das cidades quando não está aliado ao planejamento ambiental e urbanístico provoca alterações no microclima, dinâmica da atmosfera da região, no ciclo hidrológico, no relevo, na vegetação, fauna (ALBUQUERQUE; LOPES, 2016) e provoca aumento da supressão vegetal para dar lugar aos equipamentos urbanos (LIMA NETO et al., 2010), tendo como consequência a formação de Ilhas de Calor (SANTOS et al., 2013).

Segundo os estudos de Santos et al. (2013), ilhas de calor é um dos fenômenos que melhor representam as alterações climáticas causadas por modificações e crescimento do espaço urbano, já que essas alterações implicam no aquecimento diurno dos materiais usados na construção civil e sua dissipação durante a noite. Os autores, complementam ao afirmar que os principais meios para a formação das ilhas de calor, são o grande fluxo de veículos, a diminuição dos ventos causados pelos edifícios, a substituição do solo natural por material asfáltico ou concreto.

Gartland (2011) afirma que as ilhas de calor é um fenômeno formado pela presença de materiais de construção civil que absorvem o calor e retêm mais a radiação solar e cita a importância da arborização para amenizar essa problemática, que as árvores por meio da evapotranspiração transforma a energia luminosa em vapor de água, regularizando a temperatura ambiental. Esse fenômeno climático é uma anormalidade térmica no qual a temperatura nos ambientes urbanizados é maior que nas áreas menos urbanizadas (LOMBARDO, 1985).

O processo de urbanização diminui as áreas naturais e retirada de cobertura vegetal atua de forma intensa no conforto térmico e bem-estar da população, e a partir do processo de urbanização, as variáveis climatológicas em diferentes locais podem ser diferentes de forma altamente significativa, gerando mudanças nas sensações térmicas (SARAIVA, 2016). Condições climáticas urbanas impróprias constituem perda da qualidade de vida da população (LAMBERTS et al., 1997). Bernatzky (1980) afirma que as cidades se tornaram um meio artificial, tendo em vista que às propriedades dos materiais que constituem as superfícies foram modificadas, como: retirada da cobertura vegetal e os diversos tipos de poluições nas cidades.

Há diversos fatores que podem contribuir para as mudanças climáticas, um dos principais fatores é a concentração relativamente de fontes de calor nas cidades, como: como veículos, indústrias e construções. De acordo com os estudos de Lombardo (1985), as características térmicas dos materiais das construções nas cidades contribuem com condução mais rápida de calor que o solo exposto e a vegetação natural, fornecendo uma maior diferença de conforto térmico entre essas duas regiões. Somado a isso, a autora mostrou que nos locais com maior superfície vegetal e próximos de rios, lagos e mares as temperaturas são mais agradáveis.

O acréscimo da temperatura nas cidades por meio das adulterações da cobertura superficial, como exemplo a impenetrabilidade dos solos como construções civis, pavimentos e retirada de árvores, em consonância com o crescimento caótico provoca modificações no clima urbano, acarretando a redução de penetração da água das chuvas no solo natural, redução da umidade nesses ambientes, modificações das velocidades de ventos e

repartição da vegetação natural (DUARTE; SERRA, 2003).

Existem diversas estratégias para diminuir os efeitos altamente prejudiciais do desconforto térmico, as medidas mais competentes que requerem mudanças no clima das cidades é o aumento das áreas verdes, como: ruas arborizadas, parques, bosques, jardins públicos (SOLECKIA et al., 2005). Isso acontece devido as características das árvores, que pelo processo de evapotranspiração elas agem nos efeitos do clima local, amenizando o desconforto térmico (DIMOUDI et al., 2003). A incidência solar é interceptada através das árvores e o vento natural, onde é refrescado ao entrar em contato com as folhas das árvores e realizar trocas por convecção (SILVA et al., 2016).

Sendo assim, a amenização dos impactos negativos da urbanização no clima urbano e no conforto térmico, diversos estudos apontam que os parques ecológicos nas cidades têm um melhor conforto térmico que os locais mais afastados, demonstrando a importância da vegetação para amenizar os desconfortos térmicos no meio urbano. A vegetação é parte complementar das paisagens urbanas e altera as propriedades climatológicas provocadas pelo processo rápido da urbanização, podendo acarretar vários efeitos benéficos ao meio urbano (CAVALCANTE, 2007).

Tyrväinen et al. (2005) mostram em seu estudo que a vegetação e os cursos de água atuam na temperatura do local e na umidade relativa do ar, diminuindo a temperatura e aumentando a umidade. A radiação solar pode causar diversos efeitos negativos ao meio urbano, logo a cobertura vegetal é um dos principais elementos atenuadores dessa problemática e ainda pode colaborar com um equilíbrio no balanço das energias nas cidades (PAULA, 2004).

Existem modelos matemáticos para a quantificação do conforto térmico, são os índices de calor (IC) e de desconforto térmico (IDT). Segundo Cavalcante et al. (2017) o índice de calor está relacionado com níveis de alerta diversos sintomas fisiológicos, com IC menor que 27°C, não há nenhum risco; com IC de 27 a 32°C, risco de atenção; com IC de 32 a 41,1°C, muito cuidado; com IC de 41,1 a 54°C há perigo; com IC maior que 54°C há extremo perigo, com possibilidade de insolação e Acidente Vascular Cerebral (AVC). Silva et al., (2009) *apud* Cavalcante et al. (2017) relaciona o Índice de Desconforto Térmico (IDT) com o nível de conforto térmico. Segundo os autores, IDT < 14,9 é desconfortável; 15,0 < IDT < 19,9 é confortável; 20,0 < IDT > 26,4 é parcialmente confortável e IDT > 26,5 é desconfortável.

Nesse contexto, o presente artigo tem como objetivo verificar o comportamento dos índices relacionados com o conforto térmico humano em duas áreas de condições microclimáticas diferentes na área urbana da cidade de Juazeiro do Norte/CE, mas localizados geograficamente próximos: Parque Ecológico das Timbaúbas e o Bairro Pirajá, ambos localizados na cidade de Juazeiro do Norte, Ceará.

## 2. Metodologia

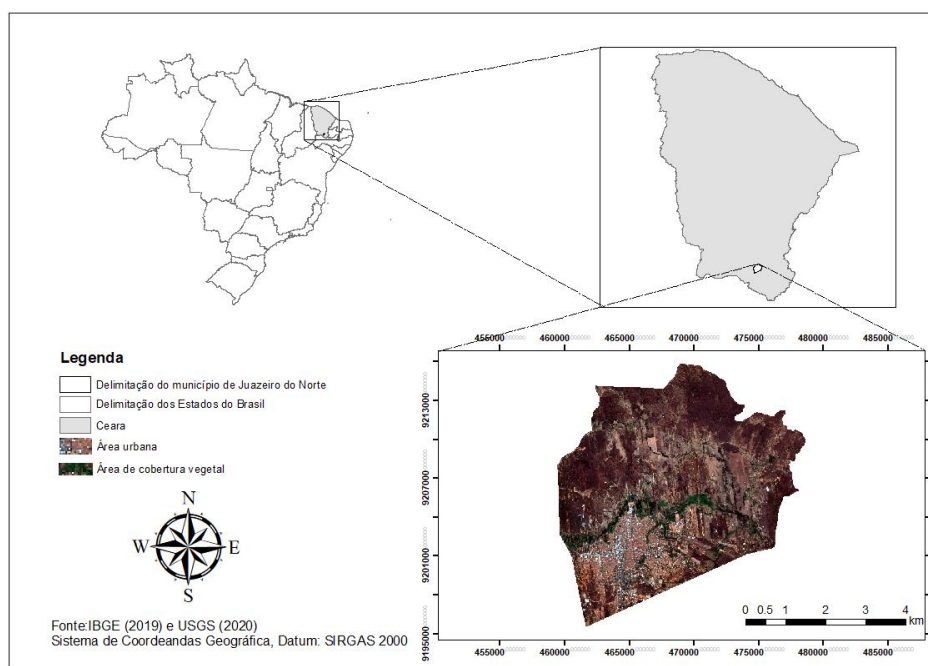
Do ponto de vista da sua natureza, esse trabalho trata de uma pesquisa básica, pois objetiva qualificar e quantificar o conforto térmico em ambientes no qual ainda

não há estudos. Pela perspectiva de abordagem, é uma pesquisa quantitativa, pois há uso de equações matemáticas e uso de estatística aplicada para quantificar o conforto térmico através de índices. Analisando os objetivos, essa pesquisa é exploratória. Em relação aos procedimentos técnicos, é uma pesquisa do tipo experimental, tendo em vista a seleção do ambiente de estudo com a seleção das variáveis a ser estudado, no caso as variáveis climatológicas.

## 2.2 Descrição da área de estudo

A cidade de Juazeiro do Norte – CE (Figura 1) está localizada geograficamente na Região Metropolitana do Cariri, no sul do estado do Ceará, entre as coordenadas geográficas: 7°12'47" S e 39°18'55" W, com altitude média de 377,3 metros (LEITE et al., 2020; SILVA et al., 2020; MORAIS et al., 2020). O município tem como cidades limítrofes: Crato ao oeste, Barbalha ao sul, Cariri ao norte e Missão Velha ao leste. A maior parte de Juazeiro do Norte é urbana, com taxa de urbanização de 95,3% (IPECE, 2017). A área da cidade é de 248,832 km<sup>2</sup>, população estimada é de 274.207 habitantes e a densidade demográfica de Juazeiro do Norte é de 1.004,45 hab/km<sup>2</sup> (IBGE, 2019).

Figura 1: Mapa de localização de Juazeiro do Norte.



Fonte: Autores, 2020.

O clima da cidade Tropical Quente Semiárido e Tropical Quente Semiárido Brando, possuindo temperatura média de 24 a 26 °C e período chuvoso de janeiro a maio (IPECE, 2017). A cidade de Juazeiro apresenta duas estações climáticas relativamente definidas: uma de chuva e outra de seca (LIMA, 2012). Segundo os tipos climáticos de Köppen, a classe climática de Juazeiro do Norte é classificada como predominante, a BSW'h', ou seja, Clima Semiárido. Essa classe climática caracteriza-se por pouco tempo de estação chuvosa.

Os meses chuvosos de aproximadamente 4 meses (janeiro-abril) e muito tempo de seca de 8 meses (maio-dezembro). O mês que tem maior dispersão dos valores de precipitação é em fevereiro, com média que é 79.18 mm. O mês que há menos dispersão é em dezembro, tendo em vista que seu valor é 79.12 e a média é 79.18 (BARBOZA et al., 2019).

O relevo de Juazeiro na maior parte territorial apresenta elevações suaves com baixa declividade, movimento incessante por drenagens rasas que estabelece leitos espaçosos e encostas rebaixadas (LIMA; RIBEIRO, 2012). Segundo o Ministério de Minas e Energias – MME (1998) a cidade de Juazeiro do Norte é basicamente

dividida em dois compartimentos morfológicos: as formas aplainadas e a sul o relevo de planalto da chapada do Araripe e os solos predominantes são divididos em dois: os aluviais e podzólicos, com a vegetação predominante é a de caatinga arbórea e de cerrado.

Os dois pontos determinados para a realização da pesquisa exibem características distintas de uso e ocupação do solo. Os pontos do Pirajá estão localizados às margens da Avenida Ailton Gomes e a Avenida Castelo Branco. Nessa localidade é predominantemente de estabelecimentos comerciais e apartamentos, possui condições urbanizada com grande presença de habitações circundadas de ruas com ausência de cobertura vegetal, grande circulação de pessoas e veículos e pouca arborização.

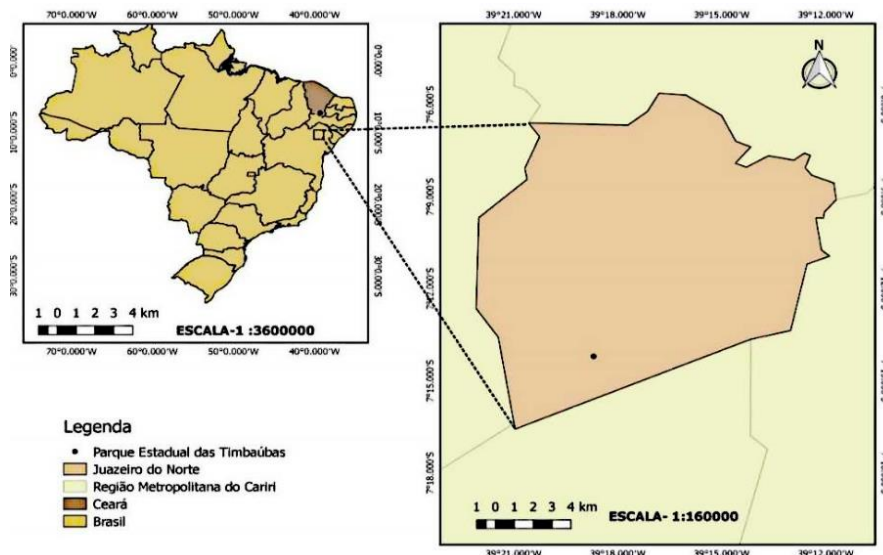
O Parque Ecológico das Timbaúbas foi criado pelo decreto de Lei Municipal nº 1.038 de 23/03/1995 (SEMACE, 2010). O Parque Ecológico das Timbaúbas tem como finalidade recuperar a Várzea das Timbaúbas e proteger os mananciais, ocupando 634,50 hectares, aproximadamente 6.345.000 m<sup>2</sup>, numa faixa de terra ao longo dos rios Salgadinho e Timbaúbas (SEMACE, 2010).

O parque está localizado nas coordenadas 7°14'13.55" Sul e 39°18'45.33" oeste (TEIXEIRA et al., 2017).

O parque apresenta grandes áreas arborizadas e estão localizadas 11 fontes naturais, que são responsáveis por 70% do abastecimento da cidade com água potável (SEMACE, 2010). O Parque Natural das Timbaúbas (Figura 2) é a maior área verde e única de preservação

permanente da cidade e tem uma ampla importância para a sustentabilidade urbana de Juazeiro do Norte, por ter a capacidade de proporcionar benefícios para uma boa qualidade de vida para a população (NASCIMENTO; ROCHA; NASCIMENTO, 2015).

**Figura 2:** Mapa de localização do Parque ecológico das Timbaúbas.



Fonte: Teixeira et al. (2017).

### 2.3 Procedimentos metodológicos

Para a concretização da pesquisa foram definidos dois pontos representativos das condições microclimáticas urbanas: Parque Ecológico das Timbaúbas e o bairro Pirajá. Foram definidos 12 subpontos de coleta das variáveis climatológicas, sendo 6 subpontos distribuídos aleatoriamente no interior do Parque Ecológico Timbaúbas e mais 6 subpontos distribuídos de forma aleatória em localidades do bairro Pirajá, sendo 3 subpontos na Avenida Castelo Branco e mais 3 subpontos na Avenida Ailton Gomes, ambas localizadas no Bairro Pirajá.

A coleta de dados foi realizada durante o período mais quente do ano, com coletas de dados nos seguintes meses: agosto, setembro, outubro, novembro e dezembro de 2019. As coletas dos dados climáticos se iniciaram no 28 de setembro de 2019 e teve encerramento no dia 28 de dezembro de 2019, com coletas de manhã (entre 8:00 e 9:00 horas) e outra à tarde (entre 14:00 e 15:00 horas), com coletas realizadas no último sábado do mês.

Para a obtenção dos dados das variáveis climatológicas, foi utilizado o aparelho Termo-Higro-Anemômetro digital portátil da marca Instrutherm, modelo THAR-185. Esse aparelho mede a velocidade do vento em (m/s), temperatura em mínima e máxima em (°C) e umidade relativa do ar (%). Com precisão para velocidade do ar é de ±2% + 1 dígito, para temperatura ±0,8 °C/1,5 °F, para umidade relativa do ar ±3% + 1 dígito. Também foi utilizado um GPS portátil Etrex Vista.

Através dos dados obtidos nas coletas das variáveis climatológicas, foram realizados os cálculos de IC e IDT com resultados da temperatura do ar (°C) e umidade relativa do ar (%). Será utilizado a metodologia

de Steadman (1979) para o cálculo do índice de calor (Equação 1). A fórmula é representada pela equação abaixo, onde o IC é o índice de calor, o T é a temperatura em °C e UR é a umidade relativa do ar em %:

Equação 1:

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

Será utilizado a metodologia de Thom (1959) para realizar o cálculo do Índice de Desconforto Térmico – IDT (Equação 2) em que o índice é função da temperatura máxima e umidade relativa do ar. Esse índice é comumente utilizado para quantificar o “stress” térmico. A fórmula é representada pela equação abaixo, onde IDT é o índice de desconforto térmico, T é a temperatura em °C e UR é a umidade relativa do ar em %:

Equação 2:

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

### 3. Resultados e Discussão

O índice de calor (IC) está diretamente relacionado ao conforto térmico humano, valores elevados desse índice podem representar sérios problemas a saúde humana. Constatou-se que, a partir dos valores das médias das variáveis climatológicas temperatura e umidade e dos índices durante o período de agosto a dezembro de 2019, que no mês com maior IC e IDT no Parque Ecológico (Figura 3) ainda é inferior ao menor IC e IDT no Pirajá

Modelos matemáticos aplicado no conforto térmico: um estudo em dois ambientes de condições microclimáticas distintas em Juazeiro do Norte - CE

(Figura 4), destacando a importância dos parques para a melhoria de qualidade de vida, visto que esses índices estão relacionados com problemas de saúde (Tabela 1).

Destaca-se os valores dos índices no bairro Pirajá, ultrapassando 40 °C e apresentando-se com alto

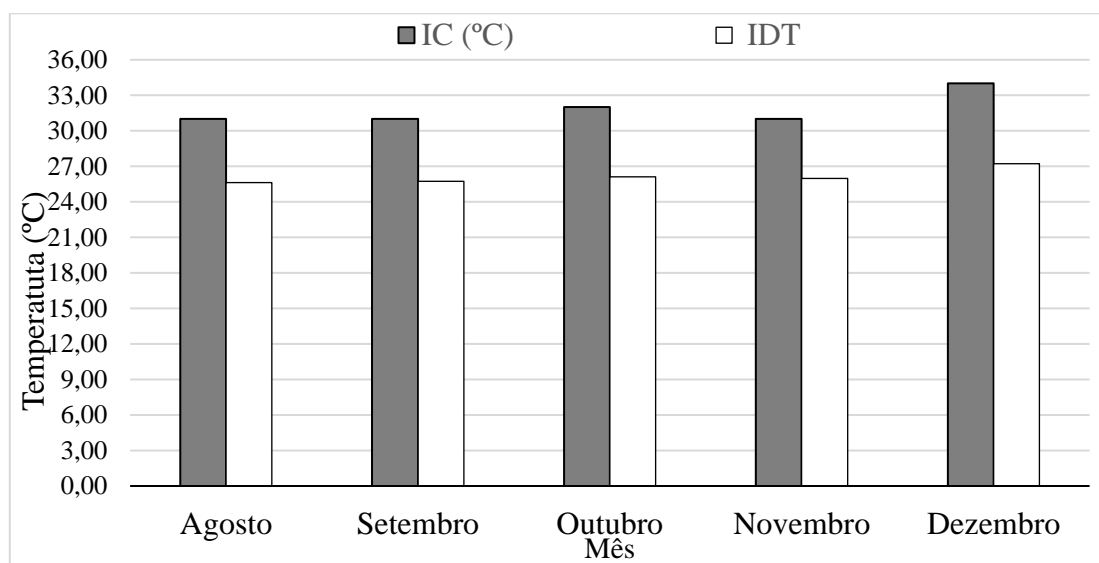
nível de perigo (Tabela 1), muito cuidado e perigo, podendo causar sérios danos à saúde pública, como: possibilidade de câimbras, esgotamento, insolação, Acidente Vascular Cerebral e entre outros.

**Tabela 1:** Relação do IC com possíveis sintomas fisiológicos.

IC	Nível de perigo	Síndrome de calor
< 27 °C	Ausência	Ausência
27 - 32 °C	Atenção	Fadiga
32 - 41 °C	Muito cuidado	Esgotamento e insolação
41 - 54 °C	Perigo	Esgotamento, insolação, possibilidade de AVC
> 54 °C	Extremo perigo	Insolação e AVC eminente

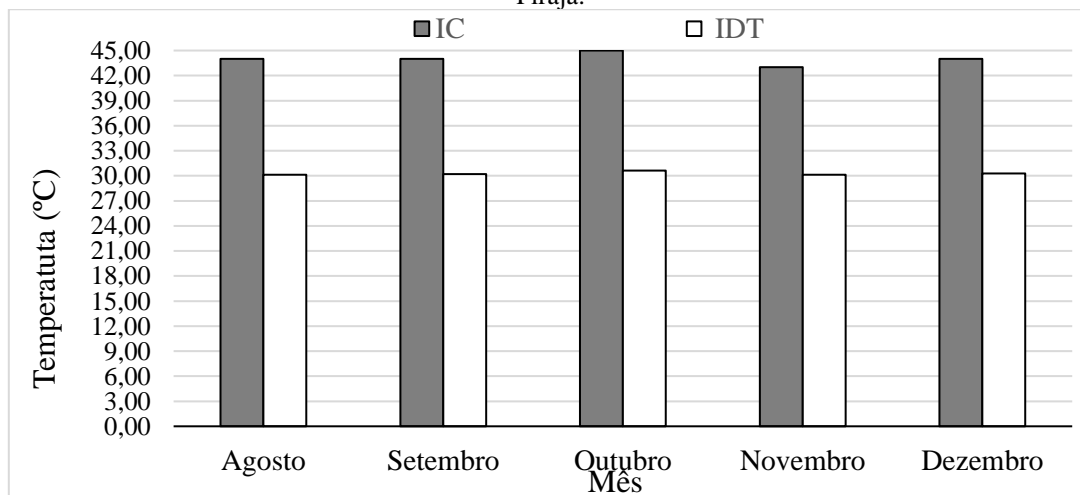
Fonte: *National Weather Service Eather Forecast Office – NOAA* citado por Queiroga (2019).

**Figura 3:** Média do Índice de Calor (IC) e Índice de Desconforto Térmico (IDT) durante o intervalo de estudo no Parque Ecológico das Timbaúbas.



Fonte: Autores, 2020.

**Figura 4:** Média do Índice de Calor (IC) e Índice de Desconforto Térmico (IDT) durante o intervalo de estudo no Pirajá.



Fonte: Autores, 2020.

O IDT apresentou-se como valor muito elevado no bairro Pirajá (Figura 4) e baixo no Parque (Figura 3), com valores maiores que 30 °C no Pirajá e no Parque apenas nos meses

de outubro e dezembro ultrapassou 26 °C. Segundo Silva et al. (2009) *apud* Cavalcante et al. (2017), há desconforto térmico para valores maiores que 26,5° C. Portanto, os

resultados apontam que houve desconforto térmico para a população em todos os meses desse estudo e houve desconforto térmico apenas no mês de dezembro nos

pontos do Parque Ecológico, segundo a metodologia de Silva et al. (2009).

**Tabela 2:** Nível de desconforto térmico em função do IDT.

IDT	Nível de desconforto
<14.9 °C	Desconfortável
15 - 19.9 °C	Confortável
20 - 26.4 °C	Conforto parcial
> 26.5 °C	Desconfortável

Fonte: Silva et al. (2009) *apud* Cavalcante et al. (2017).

Os valores dos dois índices no Pirajá são considerados pela literatura como altos e baixos no Parque, expondo a importância da arborização na amenização climática e na qualidade de vida da população, além de ser importantes em decisões no planejamento ambiental e urbanístico de uma cidade.

#### 4. Conclusões

Diante dos resultados das análises, conclui-se que o processo acentuado de urbanização na cidade de Juazeiro do Norte pode alterar as condições microclimáticas, visto que houve uma diferença significativa no Índice de Calor e de desconforto térmico nos dois ambientes distintos no uso e ocupação do solo. Os pontos localizados geograficamente no Parque Ecológico das Timbaúbas apresentaram valores.

Isso acontece devido a presença de vegetação e corpo aquático no Parque e ausência total de vegetação e arborização no bairro Pirajá. A presença de árvores foi fundamental para a melhoria das variáveis no Parque e sua ausência para o alto desconforto térmico no Pirajá. A arborização é fundamental para amenizar os efeitos negativos da urbanização e melhoria das variáveis climáticas.

#### 5. Referências

ALBUQUERQUE, Marcos Machado; LOPES, Wilza Gomes Reis. Influência da vegetação em variáveis climáticas: estudo em bairros da cidade de Teresina, Piauí. **Raega-O Espaço Geográfico em Análise**, v. 36, p. 38-68, 2016.

BARBOZA, Eliezio Nascimento et al. Análise de precipitações pluviométricas entre 1974-2009 no município de Juazeiro do Norte, Ceará. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental**, v. 13, n. 4, p. 20-26, 2019.

BERNATZKY, Aloys. **Tree Ecology and Preservation**. 1. ed. New York: Elsevier Scientific Pub. Co, 1980. p. 20-136.

CAVALCANTE, F. M. S.; BRUNO, I.; FIGUEREDO, M. L. **Análise Do Índice De Calor E Desconforto Térmico Na Cidade De Caicó-RN**. n. 83, 2017.

CAVALCANTE, M. R. C. **Avaliação da qualidade térmica de três praças em Maceió, Alagoas – Três**

estudos de caso. 195 f. Dissertação (Mestrado em Dinâmicas do Espaço Habitado, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2007.

COSTA, Douglas; SILVA, Helio Ricardo; PERES, Leonardo de F. Identificação de ilhas de calor na área urbana de Ilha Solteira-SP através da utilização de geotecnologias. **Engenharia Agrícola**, p. 974-985, 2010.

DIMOUDI, Argiro; NIKOLOPOULOU, Marialena. Vegetation in the urban environment: microclimatic analysis and benefits. **Energy and buildings**, v. 35, n. 1, p. 69-76, 2003.

DUARTE, Denise Helena Silva; SERRA, Geraldo Gomes. Padrões de ocupação do solo e microclimas urbanos na região de clima tropical continental brasileira: correlações e proposta de um indicador. **Ambiente construído**, v. 3, n. 2, p. 7-20, 2003.

GARTLAND, Lisa. **Ilhas De Calor - Como Mitigar Zonas De Calor Com Áreas Urbanas**. 1. ed. São Paulo: Oficina De Textos, 2011. p. 11-69.

IBGE. **Panorama da cidade de Juazeiro do Norte**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ce/juazeiro-do-norte/panorama>. Acesso em: 3 set. 2019.

IPECE. **Perfil Municipal 2017 Juazeiro do Norte**. Disponível em: [https://www.ipece.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/45/2018/09/Barbalha\\_2017.pdf](https://www.ipece.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/45/2018/09/Barbalha_2017.pdf).

LAMBERTS, R. et al. Building Bioclimatology in Brazil. In: **14 th International Conference on Passive and Low Energy Architecture**. PLEA. 1997. p. 203-208.

LEITE, Iane Mota Landim et al. Avaliação do desempenho de sistemas estruturais de edificações habitacionais em Juazeiro do Norte, Ceará. **Research, Society and Development**, Itabira, v. 9, n. 7, p. e627974606, maio 2020. ISSN 2525-3409.

LIMA NETO, Everaldo Marques et al. Arborização de ruas e acessibilidade no bairro centro de Curitiba-PR. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, v. 5, n. 4, p. 40-56, 2019.

Modelos matemáticos aplicado no conforto térmico: um estudo em dois ambientes de condições microclimáticas distintas em Juazeiro do Norte - CE

LIMA, G. G.; RIBEIRO, Simone Cardoso. Geomorfologia e paisagem do município de Juazeiro do Norte/CE: relações entre a natureza semiárida e os impactos antrópicos. **Revista Geonorte**, v. 2, p. 520-530, 2012.

LOMBARDO, M. A. **Ilha de calor nas metrópoles: o exemplo de São Paulo**. São Paulo: Hucitec, 1985.

MME. **DIAGNÓSTICO DO MUNICÍPIO DE JUAZEIRO DO NORTE**. Disponível em: [http://rigeo.cprm.gov.br/xmlui/bitstream/handle/doc/16281/Rel\\_Juazeiro%20do%20Norte.pdf.pdf?sequence=1](http://rigeo.cprm.gov.br/xmlui/bitstream/handle/doc/16281/Rel_Juazeiro%20do%20Norte.pdf.pdf?sequence=1). Acesso em: 26 set. 2019.

MORAIS, João Marcos Pereira et al. Analysis of constructive pathologies: A case study in a school in the city of Juazeiro do Norte, Ceará, Brazil. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 7, p. 559974421, 2020.

MORAIS, João Marcos Pereira et al. Analysis of lean construction philosophy in a development in the municipality of Juazeiro do Norte, Ceará State, Brazil. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 7, p. 183973799, 2020.

NASCIMENTO, Diego Coelho; ROCHA, Gledson Alves; NASCIMENTO, Verônica Salgueiro. Parque Ecológico das Timbaúbas: Um paradoxo na relação homem-natureza em Juazeiro do Norte (CE). **Boletim Goiano de Geografia**, v. 35, n. 2, p. 339-358, 2015.

PAULA, Roberta Zakia Rigitano de et al. **A influência da vegetação no conforto térmico do ambiente construído**. 2005.

QUEIROGA, Daniel Queiroga et al. **Índice de calor e desconforto térmico humano nas condições de ambiente natural em Patos, PB, Brasil**. 2019.

SANTOS, Taciana O. dos et al. Influence of urbanization on land surface temperature in Recife city. **Engenharia Agrícola**, v. 33, n. 6, p. 1234-1244, 2013.

SARAIVA, A. L. B. D. C; VALE, C. C. D; ZANELLA, Maria Eliza. Comportamento dos Elementos Climáticos nos Municípios de Mossoró (RN) e os Impactos na Saúde Humana. **Geointerações**, Rio Grande do Norte, v. 1, n. 1, p. 87-105, jun./2017.

SEMACE. **Parque Ecológico das Timbaúbas**. Disponível em: <https://www.semace.ce.gov.br/2010/12/09/parque-ecologico-das-timbaubas/>. Acesso em: 2 set. 2019.

SILVA, Maria do Socorro Vieira et al. Profile of construction industry workforce in Juazeiro do Norte, Brazil. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 7, 2020.

SOLECKIA, W. C.; ROSENZWEIGB, C.; PARSHALLB, L.; POPEC, G.; CLARKC, M.; COXA, J.; WIENCKED, M. **Mitigation of the heat island effect in urban New**

**Jersey**. *Environmental Hazards*, Oxford, v. 6, p. 39-49, 2005.

STEADMAN, Robert G. The assessment of sultriness. Part I: A temperature-humidity index based on human physiology and clothing science. **Journal of applied meteorology**, v. 18, n. 7, p. 861-873, 1979.

TEIXEIRA, Lidiane Marinho et al. Parques Urbanos Do Cariri: Estudo sobre a percepção ambiental do Parque Municipal Ecológico das Timbaúbas (Juazeiro Do Norte–Ce) e Parque Estadual Sítio Fundão (Crato–Ce). In: II CONIDIS, 2016, Campina Grande. **Anais Eletrônicos**. Disponível em: [https://editorarealize.com.br/revistas/conidis/trabalhos/TRABALHO\\_EV074\\_MD1\\_SA9\\_ID1361\\_02102017222145.pdf](https://editorarealize.com.br/revistas/conidis/trabalhos/TRABALHO_EV074_MD1_SA9_ID1361_02102017222145.pdf). Acessado em 21/08/2019.

THOM, Earl Crabill. The discomfort index. **Weatherwise**, v. 12, n. 2, p. 57-61, 1959.

TYRVÄINEN, Liisa et al. Benefits and uses of urban forests and trees. In: **Urban forests and trees**. Springer, Berlin, Heidelberg, 2005. p. 81-114.