



Ilhas de Calor Urbana: Influência da Arborização na Amenização Climática em Juazeiro do Norte, Ceará.

Urban Heat Islands: Influence of afforestation on climate mitigation in Juazeiro do Norte, Ceará.

Nathália Cruz Crisostomo¹, Eliezio Nascimento Barboza², Maria Raquel Leite Sampaio³, Francisco das Chagas Bezerra Neto⁴ e Demaira Henrique da Silva⁵

¹Tecnóloga em Saneamento Ambiental pelo CENTEC e graduanda em Engenharia Ambiental pelo Instituto Federal do Ceará (IFCE), Juazeiro do Norte, CE, Brasil. E-mail: nathaliacruzcris@gmail.com.

²Graduando em Engenharia Ambiental pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Juazeiro do Norte, CE, Brasil. E-mail: eliezio10@gmail.com.

³Graduanda em Engenharia Ambiental pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Juazeiro do Norte, CE, Brasil. E-mail: raquelsampaio110@gmail.com.

⁴Graduando em Direito pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Sousa, Paraíba, Brasil. E-mail: chagasneto237@gmail.com.

⁵Especialização em Engenharia Ambiental e professora do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, campus Juazeiro do Norte, Brasil. E-mail: demairasilva@gmail.com

RESUMO - O processo de urbanização alterou os espaços geográficos através da redução da cobertura vegetal e impermeabilização do solo. Com a impermeabilização do solo e retirada de árvores, tem como consequência as alterações nas variáveis climáticas, pois a substituição da cobertura vegetal pela aglomeração de edificações contribui para a formação de ilhas de calor. Sendo assim, é nesse contexto caótico que este artigo se insere, com objetivo analisar como o processo de urbanização em Juazeiro do Norte está influenciando o microclima local, tomando como estudo de caso o Bairro São Miguel (centro da cidade) e a Avenida Virgílio Távora e verificar a formação de ilha de calor. Nesse estudo foi utilizado a metodologia Transectos Móveis, no qual é utilizada um veículo para levantamento das variáveis climáticas em com baixa velocidade para realizar a medição dos dados podendo abrangendo os pontos de interesse nessa pesquisa. Esse estudo foi realizado em agosto de 2019, com coleta de dados em todos os sábados do mês nos horários sinóticos de 9h e 15h, através do auxílio de um Termo-Higro-Anemômetro. Os resultados constataram que a presença de vegetação desempenhou uma função importante na amenização climática na Avenida Virgílio Távora e as características mais urbanizadas do Bairro São Miguel contribuiu para a formação das ilhas de calor.

Palavras-chave: Clima Urbano, Urbanização, Cobertura Vegetal, Nordeste.

ABSTRACT - The urbanization process changed geographic spaces by reducing vegetation cover and waterproofing the soil. With soil waterproofing and tree removal, it has as a consequence changes in climatic variables, because the replacement of vegetation cover by the agglomeration of buildings contributes to the formation of heat islands. Thus, it is in this chaotic context that this article is inserted, with the objective of analyzing how the urbanization process in Juazeiro do Norte is influencing the local microclimate, taking as a case study the Neighborhood São Miguel (city center) and Avenida Virgilio Tartare and check the formation of the island of heat. In this study, the Mobile Transects methodology was used, in which a vehicle is used to survey climate variables at low speed to perform data measurement, covering the points of interest in this research. This study was conducted in August 2019, with data collection on all Saturdays of the month at the synoptic hours of 9am and 3 pm, through the aid of a Term-Higro-Anemometer. The results found that the presence of vegetation played an important role in climate softening on Avenida VirgílioTávora and the more urbanized characteristics of the São Miguel Neighborhood contributed to the formation of the heat islands.

Keywords: Urban Climate, Urbanization, Vegetation Cover, Northeast.

Aceito para publicação em: 08/07/2019.

Rev.Bras. de Gestão Ambiental (Pombal, PB)13(04)36-43, out./dez. 2019.

INTRODUÇÃO

O processo de urbanização no Brasil, que se iniciou na segunda metade do século XX, a partir da industrialização e foi intensificado no século XXI tem interferido nos espaços geográficos, substituindo a cobertura vegetal por equipamentos urbanos (ALBUQUERQUE; LOPES, 2016), conseqüentemente aumentando a propagação de calor para a atmosfera.

Esse processo desordenado sem o planejamento ambiental e urbanístico constitui a maneira mais notório da modificação da paisagem natural, alterando de maneira significativa os elementos climáticos (NÓBREGA; VITAL, 2010), resultando na transformação e alteração das superfícies naturais pelos materiais superficiais, ocasionando em uma diferenciação da paisagem urbana que apresenta forma e microclimas heterogêneos (ROMERO et al., 2019).

A alteração no clima urbano mais significativa dos processos de crescimento das cidades é a formação e o desenvolvimento das Ilhas de Calor (SANTOS, 2013). Esse fenômeno é caracterizado pelo o ar e as temperaturas da superfície em áreas urbanizadas serem mais elevados do que nas áreas circundantes (GARTLAND, 2011), sendo uma condição microclimática no qual a temperatura do ar é maior, a umidade relativa do ar é inferior, modificação na velocidade dos ventos e precipitação pluviométricas em ambientes com características urbanizadas em relação às zonas menos urbanizadas (ROMERO et al., 2019), sendo 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 (SANTOS et al., 2013).

Os fatores mais predominantes na alteração do clima urbano são: materiais superficiais, maior rugosidade aerodinâmica das áreas construídas, quantidade de energia calorífica lançada na atmosfera da cidade (HOUGH, 1998), além da geometria dos cânions, que aumenta a radiação por ondas curtas, reduz a perda por radiação de ondas longas e velocidade dos ventos, poluição do ar, aumentando a radiação de onda longa (ROMERO et al., 2019). As características térmicas dos materiais das construções nas cidades contribuem com condução mais rápida de calor que o solo exposto e a vegetação natural (LOMBARDO, 1985).

As cidades são constituídas por materiais escuros que absorvem e armazenam o calor do sol, os cânions urbanos absorvem esse calor proveniente do sol e tendem esse calor, aumentando a temperatura do ar e causando desconforto térmico (GARTLAND, 2011). A autora afirma que os materiais de construção corroboram com o desenvolvimento das ilhas de calor, pois esses materiais possuem alto albedo e não

conseguem dissipar o calor através da evaporação ou evapotranspiração das plantas.

O aumento da pavimentação pode contribuir com o aumento da temperatura do ar e diminuição da umidade relativa do ar, pois os materiais aquecem com a incidência de radiação solar e armazenam em forma de energia térmica e posteriormente libera o calor para o ambiente através do fluxo de calor sensível e radiação ultravioleta (ANANDAKUMAR, 1999).

As implicações mais notórias das alterações no clima urbano são percebidas com efeitos ligados ao conforto térmico Humano. Dentre eles, a diminuição da qualidade do ar, pela queima de combustíveis fósseis e o aumento da temperatura devido a transmissão do calor para o ar, conseqüência da impermeabilização do solo e agrupamento de construções (MONTEIRO, 1976).

Destaca-se a importância da arborização na amenização climática, no qual exercem uma importante função de proteger o solo, facilitar a infiltração precipitação, reduzir o escoamento superficial, além de controlar a poluição atmosférica e reduzir os extremos das temperaturas (ALBUQUERQUE; LOPES, 2016).

As árvores através dos processos ecossistêmicos melhoram a qualidade do ar por meio da absorção do gás carbônico e liberação de oxigênio, além de propiciar sombras, proteção térmica e acústica (MELO; FILHO, 2019) e modifica o clima na mudança do balanço de energia, por meio da absorção do calor em função de seus processos vitais (LOMBARDO, 1985), transformando a energia luminosa em energia química.

A arborização nas cidades é vista como essencial na melhoria do conforto térmico, visto que as áreas arborizadas se aproximam das condições ambientais normais em relação ao meio urbano que apresenta (CARVALHO, 1982).

Além das problemáticas de saúde humana e conforto térmico, as Ilhas de Calor Urbanas reduzem a qualidade do ar através da acumulação de poluentes nos centros urbanos e elevação das temperaturas, implicando na redução do aproveitamento da ventilação natural das habitações, aumentando a dependência de sistemas artificiais de condicionamento (ROMERO, 2013), elevando os preços de gastos energéticos.

Barboza et al. (2020) e Barboza, Alencar e Alencar (2020) em estudos da importância da arborização em ambientes com arborização e asfaltamento e ambientes sem arborização e sem asfaltamento nos municípios de Barbalha/CE e Missão Velha/CE, respectivamente, demonstraram que apesar do asfaltamento contribuir para o aumento da temperatura média e redução da umidade relativa do ar, as ruas asfaltadas com a presença de arborização são mais confortáveis termicamente do que ruas sem asfaltamento e sem arborização.

Oke et al. (1978) em um estudo demonstraram que as características mais importantes da ilha de calor é sua intensidade, definida como o gradiente entre o máximo da temperatura no ambiente mais urbanizado e

o mínimo da temperatura do ambiente menos urbanizado. Portanto, o maior detalhamento das ilhas de calor pode corroborar para o planejamento urbano e ambiental com objetivo de amenizar sua intensidade.

A cidade de Juazeiro do Norte apresenta um alto crescimento demográfico, espacial, econômico e social, possuindo características que favoráveis ao desenvolvimento e formação da Ilha Urbana de Calor Urbana – ICU (FRANCA, 2016). Nesse sentido, esse estudo tem como objetivo relacionar valores de temperatura e umidade em Juazeiro do Norte, em pontos de ambientes com características distintas na mesma avenida, mais especificamente em um trecho da Avenida Virgílio Távora, no Bairro Pio XXI e na Rua do Cruzeiro, no Bairro São Migue localizado próximo ao centro da cidade.

METODOLOGIA

Descrição da área de estudo

O município está localizado na Bacia Sedimentar do Araripe, ao sul do Estado do Ceará, mais especificamente na região do Cariri, com as coordenadas 7°12'47'' de latitude sul e 39°18'55'' de longitude oeste, situado na carta topográfica Crato (SB.24-Y-D-I). A cidade de Juazeiro do Norte possui população estimada de 274.207 habitantes (IBGE, 2019), tem como limites o município de Crato, a oeste, Barbalha, ao sul, Caririaguá, ao norte, e Missão Velha, a leste (IPECE, 2017).

Segundo os tipos climáticos de Köppen, a classe climática de Juazeiro do Norte é classificada como predominante, a BSW'h', ou seja, Clima Semiárido. A cidade apresenta duas estações climáticas relativamente definidas: uma de chuva e outra de seca.

A bacia hidrográfica do município é a bacia hidrográfica do Alto do Jaguaribe e Salgado (SOUZA, 2018) e tem como principais drenagens os riachos Macacos e Batateira, e como principal reservatório o açude Riacho dos Carneiros. Segundo o Ministério de Minas e Energias – MME (1988) a cidade é dividida em dois compartimentos morfológicos: as formas aplainadas e a sul o relevo de planalto da chapada do Araripe.

Pontos de coleta de dados

Os dois locais definidos para a esse estudo apresentam características de uso e cobertura do solo distintos (figura 1). O ponto da Rua do Cruzeiro está localizado no Bairro São Miguel, no Centro de Juazeiro do Norte e apresenta condições urbanizadas, com presença de muitas edificações, prédios, ruas pavimentadas e grande movimentação de veículos, tendo em vista que a Rua está nas localidades do centro da cidade e próximo a diversas faculdades privadas.

Já o ponto localizado na Avenida Virgílio Távora, no Bairro Pio XXI é uma área menos

urbanizada, com presença de arborização em muitos pontos, com apenas habitações de moradia, com parte da avenida com presença de árvores e arbustos, um ambiente com características mais rural do que a Rua do Cruzeiro, que se localiza do centro da cidade.

Procedimento metodológico

Gartland (2010), cita três metodologias que podem ser utilizadas para identificar e monitorar as ilhas de calor: estações físicas, transectos móveis e técnicas de sensoriamento remoto. Nesse estudo foi utilizado a metodologia Transectos Móveis, é utilizada para levantamento das variáveis climáticas utilizando um carro em com baixa velocidade para realizar a medição dos dados podendo abrangendo os pontos de interesse nessa pesquisa.

Para a obtenção dos dados das variáveis climáticas, foi utilizado o aparelho Termo-Higro-Anemômetro digital portátil da marca Instrutherm, modelo THAR-185. Esse aparelho a temperatura em (°C) e umidade relativa do ar (%). Com precisão para temperatura $\pm 0,8$ °C/1,5 °F, para umidade relativa do ar $\pm 3\%$ + 1 dígito. Também foi utilizado um GPS portátil Etrex Vista, para a localização geográfica dos pontos (tabela 1). O Termo-Higro-Anemômetro ficou distante do corpo humano e a do solo para diminuir as influências externas e obter um valor mais confiável.

Foram definidos 7 pontos de coleta das variáveis climatológicas, sendo 3 pontos distribuídos da Rua do Cruzeiro e mais 4 pontos distribuídos em localidades da Avenida Virgílio Távora do bairro. As coletas de dados foram realizadas durante o período mais quente do ano, no mês de agosto, em todos os sábados do mês, com coletas nos dias 03/08/2019, 10/08/2019, 17/08/2019, 24/08/2019 e 31/08/2019, nos horários sinóticos de 9h e 15h.

Após feito as coletas, os resultados obtidos foram tabulados e calculados utilizando-se o aplicativo Excel, onde foi realizado tabelas e gráficos para uma melhor compreensão do comportamento das variáveis climatológicas sob diferentes ambientes distintos no uso e ocupação do solo.

Tabela 1: Localização dos pontos de coleta de dados.

Ponto	Latitude (S)	Longitude (W)
P01	-7.201505	-39.316788
P02	-7.203167	-39.312808
P03	-7.205	-39.307715
P04	-7.206714	-39.303374
P05	-7.209756	-39.301138
P06	-7.212037	-39.296548
P07	-7.212553	-39.291892

Fonte: Autores, 2020.

Os pontos selecionados apresentam características distintas no que se refere o uso e ocupação do solo, além da paisagística. Nos pontos 1, 2 e 3 estão localizados no centro da cidade, na Rua do Cruzeiro, apresentando grandes quantidades de edificações, altos prédios, faculdades e ambiente

comercial. Os pontos 4, 5,6 e 7 estão presentes na Avenida Virgílio Távora, nestes pontos há menos circulação de pessoas, menos prédios e maior quantidade de vegetação, composta por gramíneas, arbustos e árvores próximos dos pontos.

Figura 1: Mapa de localização dos pontos de coleta de dados de variáveis climatológicas.



Fonte: Autores, 2020.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A tabela 2 mostra os valores de temperatura (°C) no período matutino no horário sinótico de 9h para os pontos de coleta de 1 a 7. Nota-se que 5,6 e 7 tiveram valores menores de temperatura durante todo período de estudo, com valores inferiores aos pontos 1,2,3 e 4, que

estão localizados nas proximidades do centro da cidade. O ponto 1 teve valor de temperatura ligeiramente superior ao ponto 2, o ponto 2 obteve valor muito próximo ao ponto 3, mas um pouco maior. O ponto 4 teve valor inferior ao ponto 1, 2 e 3. Os pontos 4, 5, 6 e 7 mostram a ocorrência do fenômeno das ilhas de calor

Análise do Índice de Calor (IC), Índice de Conforto Térmico (IDT) e Índice de Temperatura e Umidade (ITU) na cidade de Iguatu/CE a partir de dados históricos

urbanas, no qual apresentaram valores muito inferiores aos pontos localizados próximos ao centro de Juazeiro.

Tabela 2: Temperatura do ar (°C) no período matutino (9h) na cidade de Juazeiro do Norte para os pontos do estudo no período nos sábados do mês de agosto de 2019.

Local/Data	3/8/2019	10/8/2019	17/08/2019	24/08/2019	31/08/2019	Média
P01	34	34.2	34.2	34	35	34.28
P02	33.5	33.7	34	34.5	34.2	33.98
P03	33.9	33.7	34	34	34.1	33.94
P04	32.4	32	31.9	32.4	32.1	32.16
P05	28.6	28.4	28.5	28.9	29	28.68
P06	28.4	28.2	28.7	28.5	28.1	28.38
P07	27.3	27.5	27.4	27.6	27.5	27.46

Fonte: Autores, 2020.

É possível identificar a ilha de calor durante a manhã observando a tabela 2. Os pontos 1, 2 e 3 apresentaram temperaturas médias superiores aos pontos mais distantes do centro. O ponto mais próximo do centro é o ponto 1, no qual teve valor 34.28 °C de temperatura, o ponto mais distante do centro é o ponto 7, onde teve valor de 27.46°C, houve uma diferença de 6.82°C entre esses dois pontos, indicando a presença de ilha de calor urbana.

Isso acontece devido a presença de arborização nos pontos distantes do centro, pois as árvores contribuem com a amenização climática através de suas atividades ecossistêmicas (CARVALHO, 2001). O centro de Juazeiro do Norte apresenta excesso de atividades e pessoas em um espaço limitado, elevado desequilíbrio funcional e estrutural, apresentando alta concentração de ar quente, no qual reduz a evaporação e disseminação de poluentes do meio urbano, intensificando as ilhas de calor urbanas no local. O aumento da concentração de casas, veículos, indústrias e redução da arborização, expondo o solo e consequentemente eleva a taxa da irradiação de calor, reduz a dissipação de poluentes e circulação do ar,

elevando a temperatura dos locais com características mais urbanizadas (LOMBARDO, 1985).

O período vespertino (tabela 3) mostraram um comportamento semelhante ao período matutino, com valores menores para os pontos 4,5,6 e 7 e maiores para os pontos 1,2 e 3. Esse comportamento está relacionado com alta densidade de construções no Bairro São Miguel, tendo em vista que é um ponto com diversos estabelecimentos comerciais, grandes prédios, habitações e alta movimentação de pessoas, além de ser uma área impermeabilizada com asfalto e baixa densidade de áreas verdes, contribuindo para elevação da temperatura no local. Ritter (2009) afirma que a redução das áreas verdes e a impermeabilização do solo, aumenta a condutividade térmica, pois há uma maior absorção de radiação solar, podendo causar diferenças na temperatura superiores a 10,0 °C comparando áreas urbanas e menos urbanizadas.

Nota-se que no período matutino apresenta uma maior intensidade de ilhas de calor do que o período vespertino, a diferença de temperatura entre o ponto 1 e o ponto 7 foi de 6.22 °C, menor que a diferença no período matutino.

Tabela 3: Temperatura do ar (°C) no período vespertino (15h) na cidade de Juazeiro do Norte para os pontos do estudo no período nos sábados do mês de agosto de 2019.

Local/Data	3/8/2019	10/8/2019	17/08/2019	24/08/2019	31/08/2019	Média
P01	34.5	34.5	34.8	35	34.9	34.74
P02	34	34.2	34.4	34.6	34.5	34.34
P03	33.9	34.1	34.3	34.2	34	34.1
P04	32.5	32.4	33	33.5	32.9	32.86
P05	29.9	29.5	29.6	29.8	29.1	29.58
P06	29	29.1	29.2	29	28.7	29
P07	28.2	28.5	28.5	28.6	28.8	28.52

Fonte: Autores, 2020.

Os dados da umidade relativa do ar (%) podem ser observados na Tabela 4. Nota-se a diferença de umidade entre os dois ambientes com características distintas no uso e ocupação do solo.

O ponto 1,2 3 3 localizados no Bairro São Miguel tiveram uma média de aproximadamente 57% de umidade relativa do ar, os demais pontos localizados na Avenida Virgílio Távora foram de aproximadamente 62.5 %. Os pontos no Bairro são Miguel apresentou os menores valores de umidade, podendo ser explicado

pela substituição da cobertura vegetal pela aglomeração de edificações, contribuindo para diminuição da umidade relativa do ar pela impermeabilização de ambientes úmidos (SORRE, 2006).

Tabela 4: Umidade relativa do ar (%) no período matutino (9h) na cidade de Juazeiro do Norte para os pontos do estudo no período nos sábados do mês de agosto de 2019.

Local/Data	3/8/2019	10/8/2019	17/08/2019	24/08/2019	31/08/2019	Média
P01	55.1	54.9	55.3	54.9	54.2	54.88
P02	57	57.1	57.1	57.5	57.4	57.22
P03	58	57.5	58.6	58.3	59	58.28
P04	60	59.6	59.2	59.8	60.2	59.76
P05	65.1	62.4	63.4	64.1	66.2	64.24
P06	63.1	60.4	61.3	62.34	62.1	61.848
P07	65	62.5	63	64	66	64.1

Fonte: Autores, 2020.

No período vespertino (Tabela 5), o comportamento da umidade relativa do ar é semelhante à do período matutino, à medida que a temperatura nos pontos aumenta, a umidade relativa do ar diminui, pois são inversamente proporcionais. A umidade relativa do ar dos pontos no Bairro São Miguel apresentou-se como menor devido as características do local, como exemplo

o solo impermeabilizado e ausência de vegetação, com consequência diminui as taxas de evapotranspiração das plantas que tem como função manter a umidade do ar estável.

Tabela 5: Umidade relativa do ar (%) no período vespertino (15h) na cidade de Juazeiro do Norte para os pontos do estudo no período nos sábados do mês de agosto de 2019.

Local/Data	3/8/2019	10/8/2019	17/08/2019	24/08/2019	31/08/2019	Média
P01	50	50.4	50.1	51.2	52	50.74
P02	54.1	53.1	52.9	52.8	54	53.38
P03	56.2	56.8	57.4	57.1	56.9	56.88
P04	57.6	57.9	58.6	58.1	57.8	58
P05	58.8	58.1	59.3	59	58.8	58.8
P06	60.3	60	60.2	60	61.5	60.4
P07	62	61.1	61.1	60.6	62.6	61.48

Fonte: Autores, 2020.

No período da tarde a umidade relativa do ar continua menor nos pontos do Bairro São Miguel e maior na Avenida Virgílio Távora, o que torna os ambientes próximos do centro mais desconfortáveis

termicamente do que os pontos 5, 6 e 7, que estão relativamente distantes e apresentam maior vegetação e menor adensamento urbano.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir da análise dos resultados, observa-se que os valores de temperatura apresentaram maior no período vespertino, comparando com o período matutino. Os pontos que apresentaram menores valores de umidades e maiores valores de temperatura foram nos pontos 1, 2 e 3, localizados no Bairro São Miguel, nos pontos 4, 5, 6 e 7 os valores de temperaturas foram menores e os valores de umidade relativa do ar foi maior, o que é benéfico para o conforto térmico humano.

É notório a ilha de calor nos dois ambientes. Esse fenômeno é intensificado pela presença de arborização nos pontos distantes do centro, pois as árvores contribuem com a amenização climática, e no Bairro São Miguel os valores foram característicos de ambientes urbanizados, a substituição da cobertura vegetal pela aglomeração de habitações, prédios, comércios, faculdades e grande movimentação de veículos e pessoas.

O processo de urbanização gerou uma ilha de calor no Bairro São Miguel e a influência da urbanização, aumentando os valores de temperatura, diminuindo a umidade relativa do ar e diminuindo o conforto térmico humano, influenciando diretamente na qualidade de vida da população e no microclima urbano.

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.
- ANANDAKUMAR, K. A study on the partition of net radiation into heat fluxes on a dry asphalt surface. **Atmospheric Environment**, v. 33, n. 24-25, p. 3911-3918, 1999.
- BARBOZA, Eliezio Nascimento et al. Influência da arborização nas variáveis climáticas em ruas com e sem asfaltamento na cidade de Barbalha-CE/Influence of arborization on climate variables in streets with and without asphalt in the city of Barbalha-CE. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 1, p. 980-986, 2020.
- BARBOZA, Eliezio Nascimento; SILVA ALENCAR, Gislaine Souza; DE ALENCAR, Francisco Hugo Hermógenes. Influência do asfaltamento nas variáveis de conforto térmico em ruas de Missão Velha-CE/Influence of asphalt on heating comfort variables in Missão Velha-CE streets. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 1, p. 599-607, 2020.
- CARVALHO, Márcia Monteiro de. **Clima urbano e vegetação: estudo analítico e prospectivo do Parque das Dunas em Natal**. 2001. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Norte.
- CARVALHO, Maria Eliza Cazonatto. As áreas verdes de Piracicaba. Dissertação (Mestrado em Geografia). Universidade Estadual Paulista. Rio Claro, 1982.
- FRANCA, Guilherme Lemos. Condições climáticas em Juazeiro do Norte-CE: A Formação de Ilha de Calor. **ID ON LINE REVISTA MULTIDISCIPLINAR E DE PSICOLOGIA**, v. 10, n. 31, p. 259-278, 2016.
- GARTLAND, Lisa. **Ilhas de calor: como mitigar zonas de calor em áreas urbanas**. Oficina de Textos, 2011.
- HOUGH, Michael. **Naturaleza y ciudad: planificación urbana y procesos ecológicos/Cities and natural process**. Gustavo Gili, 1998.
- IBGE. **Panorama da cidade de Juazeiro do Norte**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ce/juazeiro-do-norte/panorama>. Acesso em: 18 jan. 2020.
- IPECE. **Perfil Municipal 2017 Barbalha**. Disponível em: https://www.ipece.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/45/2018/09/Barbalha_2017.pdf. Acesso em: 18 jan. 2020.
- LOMBARDO, M. A. **Ilha de calor nas metrópoles: o exemplo de São Paulo**. São Paulo: Hucitec, 1985.
- MELO, Rafael Rodolfo; DE LIRA FILHO, José Augusto; JÚNIOR, Francisco Rodolfo. Diagnóstico qualitativo e quantitativo da arborização urbana no bairro Bivar Olinto, Patos, Paraíba. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, v. 2, n. 1, p. 64-80, 2019.
- MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIAS. **DIAGNÓSTICO DO MUNICÍPIO DE JUAZEIRO DO NORTE**. Disponível em: Acesso em: http://rigeo.cprm.gov.br/xmlui/bitstream/handle/do_c/16281/Rel_Juazeiro%20do%20Norte.pdf.pdf?sequence= 18 jan. 2020.
- NÓBREGA, Ranyére Silva; DE BAKKER VITAL, Luis Augusto. Influência da urbanização sobre o microclima de Recife e formação de Ilha de Calor (Influence of urbanization on the climate of Recife and development of Heat Island). **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 3, n. 3, p. 151-156, 2010.
- OKE, Arvin et al. Lateralization of norepinephrine in human thalamus. **Science**, v. 200, n. 4348, p. 1411-1413, 1978.

RITTER, Michael E. The physical environment: An introduction to physical geography. **Date visited July**, v. 25, p. 2008, 2006.

RODRÍGUEZ-AVIAL LLARDENT, Luis. Zonas verdes y espacios libres en la ciudad. 1982.

ROMERO, M. et al. Mudanças Climáticas e Ilhas de Calor Urbanas. 1 ed. Brasília, Distrito Federal: Editora: *ETB*, 2019.

ROMERO, Marta Adriana Bustos. Correlação entre o microclima urbano e a configuração do espaço residencial de Brasília. **Fórum Patrimônio: Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável**, v. 4, n. 1, 2013.

SANTOS, Flávia Maria et al. Análise do clima urbano de Cuiabá-MT-Brasil por meio de transectos móveis. **Paranoá: cadernos de arquitetura e urbanismo**, n. 11, p. 45-54, 2013.

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.

SORRE, Max. Objeto e método da climatologia. **Revista do departamento de geografia**, v. 18, n. 18, p. 89-94, 2006.

SOUSA, Sostenes Gomes et al. Análise temporal do comportamento da precipitação pluviométrica na Região Metropolitana do Cariri (Ce), Brasil. **Revista Geográfica de América Central**, v. 2, n. 63, p. 319-340, 2019.