

IDENTIFICAÇÃO DE ILHAS DE CALOR E O PLANEJAMENTO URBANO: ESTUDO DE CASO NA CAPITAL DO RIO GRANDE DO NORTE

Autor(1): Vinícius Navarro Varela Tinoco

Filiação institucional: Universidade Federal de São Carlos

E-mail: navarrotinoco@gmail.com

Autor(2): Rogério Taygra Vasconcelos Fernandes

Filiação institucional: Universidade Federal Rural do Semi-Árido

E-mail: rogerio.taygra@ufersa.edu.br

Autor(3): Francisco Nélio da Silva Junior

Filiação institucional: Universidade Federal Rural do Semi-Árido

E-mail: chico_nelio@hotmail.com

RESUMO: Tendo em vista a problemática da gentrificação em torno dos conjuntos habitacionais, das ilhas de calor urbanas que se formam nas cidades e os problemas de saúde pública que estas podem causar, o presente trabalho teve como objetivo a análise das ilhas de calor da cidade do Natal-RN, por meio de um estudo de caso, analisando as áreas planejadas que são os conjuntos habitacionais. A metodologia utilizada localizou os principais conjuntos da cidade e realizou cálculo de temperatura da superfície com correção atmosférica por meio de imagens de satélite Landsat 8 e técnicas de geoprocessamento. Foi possível localizar ilhas de calor em volta dos conjuntos, sustentando o fato que a gentrificação desordenada é um dos fatores mais contundentes no aumento de temperatura urbana.

Palavras-chave: Temperatura urbana, Conjuntos habitacionais, Sensoriamento remoto.

GT – “8”: “Geotecnologias e análise espacial no espaço urbano”

Orientação: Prof. Dr. Almir Mariano de Sousa Junior

1. INTRODUÇÃO

1.1. ORDENAMENTO TERRITORIAL

Diversos são os instrumentos utilizados para definir as metas de ocupação da malha urbana para mais diversos usos, sejam habitacionais, comerciais ou industriais, e também, para os locais que não devem ser ocupados, como zonas de proteção ambiental ou de arquitetura histórica preservada. Os planos diretores das cidades, nas formas de leis ou decretos, são os responsáveis por integrar a sociedade ao planejamento urbano e garantir ordenamento territorial que deve ter diversos fins: elencar propostas de desenvolvimento e ordenamento urbano; visar a sustentabilidade; controlar o crescimento desordenado; e buscar o uso eficiente e eficaz dos recursos do estado voltados para obras de moradia, preservação e infraestrutura urbana, por meio de normas na ordem pública e de interesse social (BARBOSA, SILVA & LISTON, 2010).

Porém, a obrigatoriedade de planos diretores para cidades com mais de 20 mil habitantes é uma iniciativa realizada a partir da constituição federal brasileira (1988), quando já havia uma ocupação espontânea e desordenada na maioria das cidades urbanas do Brasil, gerando questões sociais que iriam ficar profundamente enraizadas no cenário daquela malha urbana.

A grande densidade populacional produzida pela ocupação desordenada dos centros urbanos torna-se preocupante, de forma que uma massa populacional pode não dispor dos meios de subsistência quando concentradas demais. Este fator gera um crescimento das camadas pobres e miseráveis dentro do tecido social na mesma proporção de crescimento da malha urbana infra-estruturada ou até maior que esta. Engels (1988) defende que a indiferença brutal entre os indivíduos gera uma guerra social, onde as individualidades são levadas ao extremo como forma de sobrevivência. No contexto onde camadas com poder aquisitivo e de sobrevivência tão diferentes dividem naturalmente o mesmo espaço urbano, é necessária a intervenção do Estado para mitigar, até pelas frentes de planejamento urbano, as desigualdades sociais.

A gentrificação é o processo natural de ocupação de uma área urbana em torno de uma ação de ocupação concentrada ou atividade econômica. Essa ocupação pode ocorrer de forma ordenada, no caso de ações voltadas para moradias industriais ou temporárias, ou desordenada, sendo estas mais comuns, quando ocorrem movimentações de populações e ocupações irregulares em torno de uma área recém loteada ou urbanizada para o desenvolvimento de atividades industriais. Guilherme (2018) indica que o movimento do capital é um dos grandes

causadores do desordenamento social por meio da gentrificação, movimentando os extratos mais carentes da sociedade para locais sem infraestrutura de moradia.

Dado os múltiplos contextos de ocupação urbana, dois podem se destacar: a ocupação planejada e de interesse social que ocorre por meio da criação de conjuntos habitacionais, por vezes realizada nas zonas mais distantes e periféricas das cidades; e a gentrificação natural em volta destes conjuntos, esta, de forma natural e desordenada, gerando problemas da ordem social e de infraestrutura. A cidade se molda em volta das diversas formas como as ocupações ordenadas ou não acontecem, e tais fatores impactam profundamente também em questões ambientais nos meios em que a cidade se insere (MEDEIROS, 2007).

1.2. TEMPERATURA URBANA E A SAÚDE PÚBLICA

Conforto térmico pode ser o estado mental obtido fisiologicamente quando os mecanismos biológicos termorregulatórios são minimamente ativados, ou estado psicológico em que a percepção é de satisfação com o ambiente térmico. Do ponto de vista da saúde humana, condições estressantes de desconforto térmico levam à sobrecarga no sistema termorregulador e ao comprometimento da saúde das pessoas. A compreensão de fenômenos relacionados ao clima urbano consequentes da urbanização crescente em diversas partes do mundo deve ser levada em consideração para o planejamento urbano (AULICIEMS, 1997).

Pesquisas realizadas por Laschewski e Jendritzky (2002), avaliaram condições da exposição da população a temperatura percebida e a relação com a mortalidade em um intervalo de 30 anos, de 1968 a 1997. Foi notada uma associação entre o pico em temperaturas máximas, que foi mais correlacionada com eventos fatais do que as temperaturas mínimas. Notou-se que depois dos dias de máxima nas regiões urbanas mais quentes, levava de 4 a 5 dias para picos de mortes por causas respiratórias e de 7 a 14 dias para mortes por causas circulatórias.

Diversas pesquisas na área de clima e saúde em contextos urbanos apoiam a afirmação de que existe associação direta do conforto térmico nas cidades e sua influência na saúde humana, fazendo com que este tópico deva ser observado nas esferas da saúde e do planejamento urbano (SILVA, RIBEIRO e SANTANA, 2014).

1.3. ILHAS DE CALOR

Ilhas ou manchas de calor constituem-se por um aumento de temperatura concentrado em centros urbanos, reflexo da substituição do ambiente natural com alta capacidade de absorção da energia solar pelo ambiente antropomorfizado, com materiais não porosos e

asfálticos, comuns à construção civil, que evitam a reflexão da radiação infravermelha. O conceito de ilhas de calor urbanas é um fenômeno proporcional ao processo de intervenção antrópica e urbanização característicos do século XX quando a população realiza êxodo rural, fixando-se nas cidades. Estas não se encontravam com planos urbanos ou ambientais para o recebimento das mesmas, que acabaram por realizar seu assentamento de forma desordenada. Portanto, áreas com maiores populações concentradas ou com menores coberturas vegetais possuem tendência a temperaturas mais elevadas durante os dias e as noites (BIAS, 2003).

As características dos materiais utilizados nas construções e, principalmente, pavimentações urbanas são os principais fatores que influem fisicamente na presença das ilhas de calor nas cidades. A refletividade é a característica física definida pela razão entre a energia eletromagnética refletida por um objeto ou material e a energia eletromagnética total incidente nele. A energia não refletida pode ser calculada como absorvida ou transmitida, que pode ser posteriormente liberada com diferentes comprimentos de onda e na forma de calor (BORGES, 2017, p.01).

Por fim, Jensen (2009) explica que as manchas de calor são geradas em áreas urbanas como consequências diretas do desflorestamento desenfreado e conseqüentemente das substituições das superfícies naturais do solo por materiais sintéticos não porosos.

1.4. SENSORIAMENTO REMOTO E AS MISSÕES LANDSAT

Sensoriamento remoto é a tecnologia e a ciência capaz de estudar remotamente a superfície geográfica do planeta. Vários satélites compreendem diferentes espectros da radiação visível e não visível. Estas, quando manipuladas e estudadas profundamente, podem trazer diversas informações que são utilizadas ao redor do mundo: imagens de satélite no espectro visível, previsões do tempo, movimentos de massas de ar, análises de vegetações agrícolas, monitoramento do desflorestamento, temperatura da superfície, entre inúmeras outras aplicações. O conjunto de satélites fabricados por uma nação ou conjunto de nações são denominados de missões orbitais. A missão Landsat já lançou 8 satélites ao passar dos anos e algumas de suas imagens são disponibilizadas gratuitamente pela NASA pesquisadores e estudantes da área (HERNANDEZ, FRANCO e TEIXEIRA, 2015)

As tecnologias de sensoriamento remoto estão avançando a passos largos para driblar as problemáticas próprias da área. A atmosfera, por exemplo, é um dos fatores de ruído para as imagens multiespectrais que buscam analisar as características do solo. Dentre os principais

efeitos causados pela interferência atmosférica, estão a diminuição da faixa de valores digitais registrados pelo sensor, diminuição do contraste entre superfícies adjacentes e alteração do brilho de cada ponto da imagem. Autores como Pavão (2016) propõem metodologias de correção atmosférica, ou seja, cálculos com bandas multiespectrais para minimizar os efeitos da interferência inerente. Para isso, são necessárias todas as informações próprias dos equipamentos e seus posicionamentos no exato momento do registro das imagens, os chamados dados orbitais, que podem ser obtidos por fontes de dados das organizações que disponibilizam as próprias imagens.

1.5. OBJETIVOS

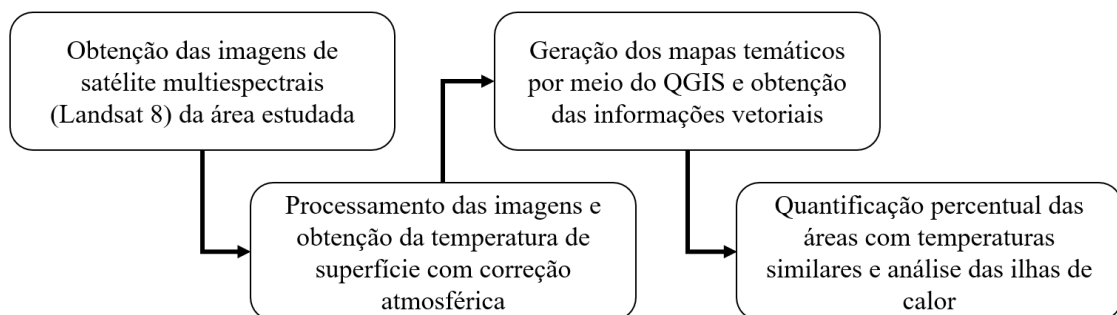
Tendo em vista o contexto de ocupação da malha urbana nas cidades do Brasil, a presença de conjuntos habitacionais como forma de mitigar o déficit habitacional, e os malefícios que as ilhas de calor podem causar à saúde pública, o presente trabalho busca analisar a temperatura da superfície de uma cidade com conjuntos habitacionais e apresentar os dados das áreas em forma numérica para posterior análise dos resultados. A partir disto, será investigada a relação entre o planejamento urbano e a presença de ilhas de calor.

2. METODOLOGIA

O presente trabalho irá analisar a temperatura da superfície da cidade do Natal-RN por meio de imagens multiespectrais do satélite Landsat 8 e verificar, a partir da vetorização dos conjuntos habitacionais tomados como áreas de ocupação territorial ordenada, a presença de ilhas de calor urbanas.

A sequência a ser apresentada no trabalho encontra-se no fluxograma apresentado na Figura 01.

Figura 01. Fluxograma de Trabalho



Fonte: Autoria própria (2022).

2.1. CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

Esta pesquisa apresenta um procedimento metodológico de caráter quantitativo quanto ao procedimento de medições das áreas geográficas em que se apresentam as temperaturas definidas por faixas de calor.

Já quanto aos procedimentos de identificação geográfica das áreas que apresentam ilhas de calor, a metodologia apresenta-se como uma análise vetorial dos espaços, buscando correlações entre as localizações dos conjuntos habitacionais e as ilhas de calor.

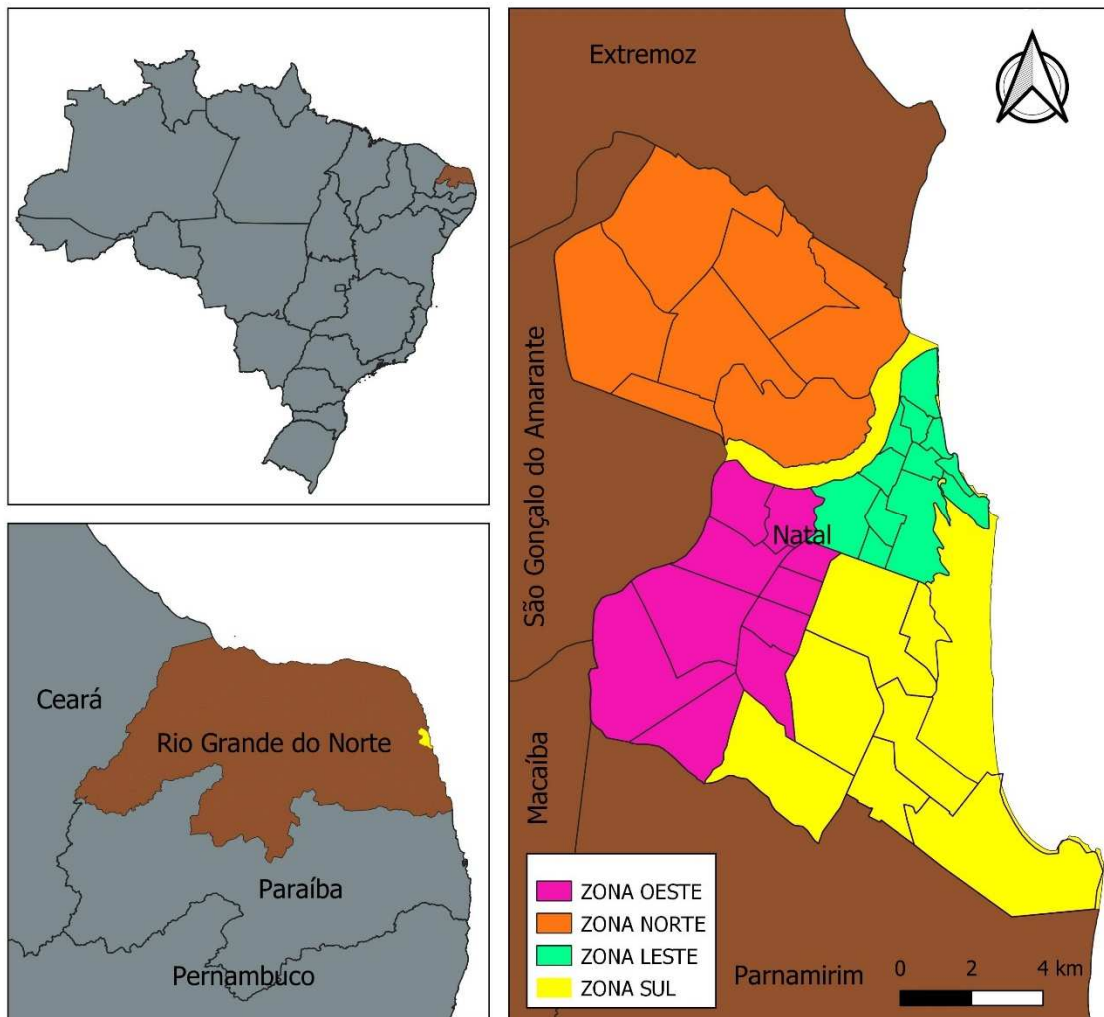
Por fim, a pesquisa pode ser classificada com os procedimentos como estudo de caso, que visa conhecer o porquê da incidência das temperaturas pelo tecido urbano da cidade do Natal-RN.

2.2. ÁREA DE ESTUDO

O último Censo Demográfico realizado no Brasil data do ano de 2010 e foi realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2010). O Rio Grande do Norte é um estado litorâneo do Nordeste brasileiro, possuindo 3.168.027 habitantes, dos quais 22% se encontram em zonas rurais e 78% residem nas zonas urbanas. Natal é a capital do estado, encontra-se no litoral leste, fazendo fronteira com o município de extremos a Norte, São Gonçalo do Amarante a Noroeste, Macaíba a Sudoeste e Parnamirim ao Sul, todos fazendo parte da zona metropolitana do Natal, e sendo banhado no seu litoral Leste pelo Oceano Atlântico.

Possuindo 803.739 habitantes, tornando-a a cidade com maior população do estado, a cidade é dividida de acordo com o seu Plano Diretor (Lei Complementar N°082, 2007) em 4 zonas administrativas (norte, sul, leste e oeste) e em 36 bairros, como apresentado na Figura 02.

Figura 02. Área de estudo: Natal-RN.



Fonte: Autoria própria (2022).

O município do Natal foi escolhido pois o mesmo já foi objeto de trabalho no núcleo de pesquisa e extensão Acesso à Terra Urbanizada, constatando a presença de diversos núcleos urbanos consolidados em volta de conjuntos habitacionais construídos da década de 80 até os dias atuais. O objetivo do artigo busca este contexto de ordenamento e desordenamento territorial causado pela construção planejada de conjuntos habitacionais e da gentrificação da ocupação natural que ocorre em volta destes.

2.3. MATERIAIS E MÉTODOS

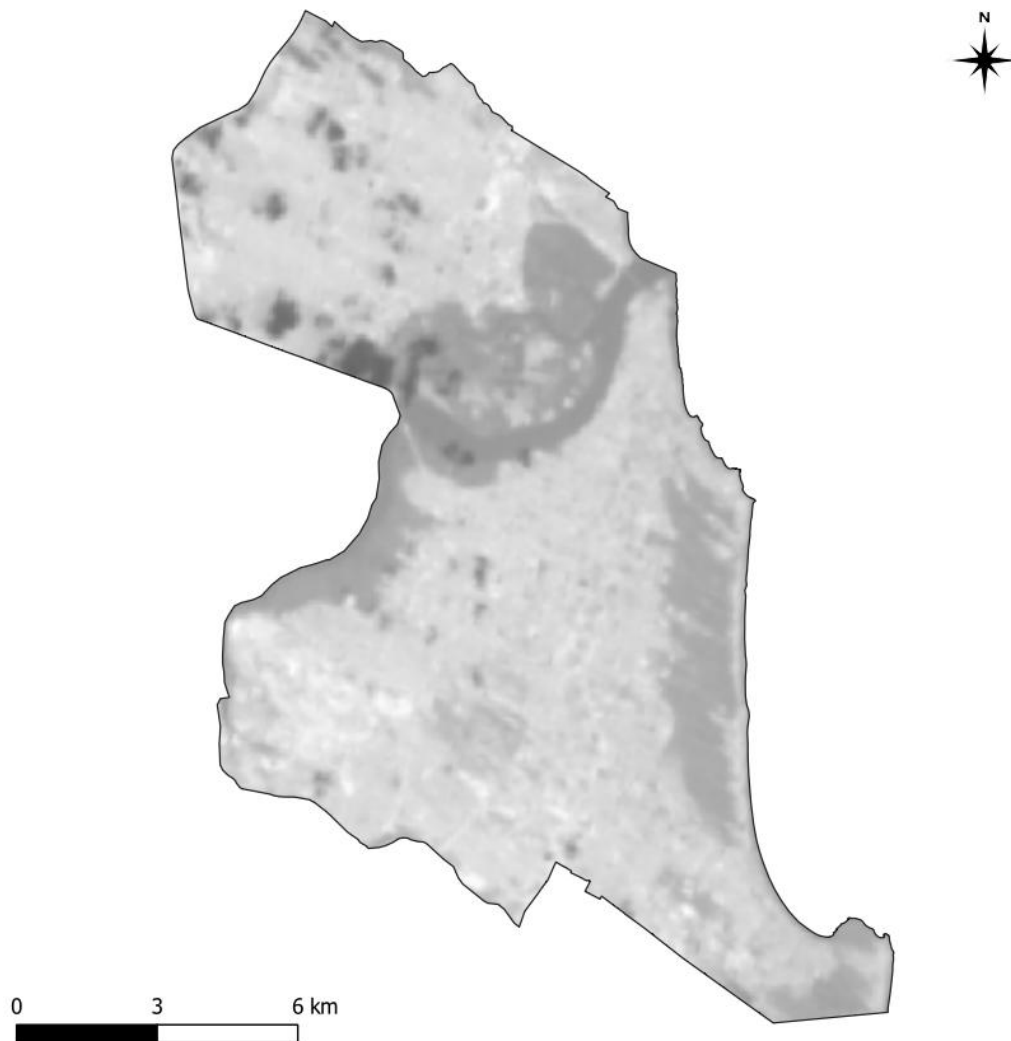
Para análise da temperatura da superfície da cidade do Natal, serão utilizadas imagens de satélite multiespectrais e um cálculo de temperatura de superfície, porém, com correção atmosférica proposto por Pavão (2016) para driblar os problemas da interferência atmosférica

na radiância registrada pelos sensores do satélite que são comuns em trabalhos de geoprocessamento.

Das 8 missões Landsat que houveram e têm suas imagens disponibilizadas gratuitamente para fins de pesquisa, será utilizado o Landsat 8, sendo uma das missões mais recentes, disponibilizando os dados mais atualizados. Para Pavão (2016), um dos principais diferenciais deste satélite em detrimento da linha anterior iniciada pelo Landsat 5, é a maior resolução espacial das bandas dedicadas a energia termal, sendo a banda 10 e banda 11 do sensor *Thermal Infrared Sensor* dedicados para este fim, uma maior resolução radiométrica e a alteração dos intervalos de leitura espectral dedicados as bandas da região do espectro visível, infravermelho, infravermelho próximo e curto.

Para realizar a aquisição de imagens multiespectrais da área, é utilizada a ferramenta EarthExplorer do United States Geological Survey (USGS), um sistema criado em 1879 no intuito de associar ciência e tecnologia e que possui seus bancos com diversas imagens históricas de satélite voltados para pesquisas na área de geoprocessamento (USGS, 2020). Nesta ferramenta, foi possível selecionar: a área a ser estudada, a cidade do Natal; a data a ser estudada, escolhendo os meses mais quentes ou mais representativos da temperatura dos anos de 2015 até o ano atual; as imagens de quais satélites seriam consideradas na pesquisa, selecionando “Collection 1 – Level 1” do Landsat 8, por ser a de maior qualidade; e fatores extra como a cobertura de nuvens da imagem, para buscar uma imagem clara e com o mínimo de interferência atmosférica para visualização da temperatura da superfície. Os dados baixados também vêm com os metadados, ou seja, informações do satélite e orbitais necessárias ao processamento dos dados do satélite. A Figura 03 apresenta a imagem da banda 10, termal, do satélite Landsat 8.

Figura 03. Banda 10 – termal do Landsat 8.



Fonte: USGS (2022).

As imagens de satélite adquiridas são entendidas como números digitais – DN, dimensionados e calibrados que representam os dados da imagem multiespectral em forma de um arquivo raster. Os sensores Operational Land Imager – OLI e Thermal Infrared Sensor – TIRS do Landsat 8 é disponibilizado em um formato inteiro sem sinal de 17 bits, com pixel inferior a 30 metros.

Para realizar a correção atmosférica são necessários outros dados orbitais, como padrões de radiância emitida e recebida da superfície, e a transmissividade atmosférica a serem utilizadas nos cálculos de correção atmosférica. Para isso, a NASA disponibiliza um site de livre acesso com tais informações a serem coletadas de acordo com ano, mês, dia, hora, minuto,

latitude e longitude da imagem de satélite, informações disponíveis nos seus metadados. Também podem ser requeridos fatores micrometeorológicos como umidade relativa do ar ou posição solar.

O software utilizado para o processamento destas imagens foi o QGis (versão 3.16.9 with GRASS), software de Sistemas de Informação Geográfica, por meio da sua calculadora de Raster. O passo a passo da metodologia de correção atmosférica apresentada por Pavão (2016) e utilizada no presente trabalho se mostra nas Equações 01 a 07 abaixo:

$$L_{toa} = M_L \cdot Q_{cal} + A_L \quad \text{Calculado para a banda 10. Eq. 01}$$

$$\rho_{toa} = \frac{M_\rho \cdot Q_{cal} + A_\rho}{\text{sen}(\theta_{SE})} \quad \text{Calculados para a banda 4 e 5. Eq. 02}$$

$$NDVI = \frac{\rho_{iv} - \rho_v}{\rho_{iv} + \rho_v} \quad \text{Eq. 03}$$

$$FC = \left(\frac{NDVI - NDVI_{\min}}{NDVI_{\max} - NDVI_{\min}} \right)^2 \quad \text{Eq. 04}$$

$$\begin{aligned} \varepsilon_0 = \varepsilon_v \cdot FC + \varepsilon_g \cdot (1 - FC) \cdot (1 - 1,174 \cdot FC) \\ + 1,7372 \cdot FC \cdot (1 - FC) \end{aligned} \quad \text{Eq. 05}$$

$$L_T = \frac{L_{toa} - L_u - (1 - \varepsilon_0)L_d}{\varepsilon_0 \cdot \tau} \quad \text{Eq. 06}$$

$$T_S = \frac{K_2}{\ln\left(\frac{K_1}{L_t} + 1\right)} - 273.15 \quad \text{Eq. 07}$$

Onde: L_{toa} é a radiância ($\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{sr}^{-1} \cdot \mu\text{m}^{-1}$) no topo da atmosfera (*top of atmosphere*), M_L é o fator multiplicativo ($\text{RADIANCE_MULT_BAND_10} = 3.3420\text{E-}04$) e A_L é o fator aditivo ($\text{RADIANCE_ADD_BAND_10} = 0.10000 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{sr}^{-1} \cdot \mu\text{m}^{-1}$) de correção da radiância disponíveis no documento de metadados que acompanha as imagens de satélite, e Q_{cal} são os valores quantizados e calibrados padrão dos pixels da banda 10; ρ_{toa} é a reflectância no topo da atmosfera (*top of atmosphere*), M_ρ é o fator multiplicativo ($\text{REFLECTANCE_MULT_BAND_4} = 2.0000\text{E-}05$ e $\text{REFLECTANCE_MULT_BAND_5} = 2.0000\text{E-}05$) e A_ρ é o fator aditivo ($\text{REFLECTANCE_ADD_BAND_4} = -0.100000$ e $\text{REFLECTANCE_ADD_BAND_5} = -0.100000$) de correção de reflectância disponíveis no

documento de metadados, Q_{cal} são os valores quantizados e calibrados padrão dos pixels da banda 4 e 5, e $sen(\theta_{SE})$ é o seno do ângulo zenital disponível no arquivo de metadados (SUN_ELEVATION = 61.90682358 graus); NDVI é o fator de correlação para índice de vegetação, ρ_{iv} é a reflectância da banda do infravermelho próximo e ρ_v é a reflectância da banda do vermelho; Sendo NDVI máximo possível igual a um (01), e o NDVI mínimo possível igual a um negativo (-01), têm-se a fórmula do fator de cobertura (FC); ϵ_0 é a emissividade da superfície, ϵ_v é a emissividade da vegetação (de valor 0.985 por Pavão, 2016), ϵ_g é a emissividade do solo (de valor 0.960 por Pavão, 2016); L_T é a Radiância Espectral corrigida ($W.m^{-2}.sr^{-1}.\mu m^{-1}$), L_u, L_d, τ são a radiância emitida pela superfície ($W.m^{-2}.sr^{-1}.\mu m^{-1}$), a radiância recebida pela superfície ($W.m^{-2}.sr^{-1}.\mu m^{-1}$) e a transmissividade da atmosfera, obtidas a partir do site de correção atmosférica da NASA (respectivamente, 3.66, 5.49 e 0.57); T_s é a Temperatura da Superfície (Graus Celsius), K1 e K2 correspondem a constantes termais para banda 10 espectral do infravermelho termal apresentadas nos metadados (K1_CONSTANT_BAND_10 = 774.8853 $W.m^{-2}.sr^{-1}.\mu m^{-1}$ e K2_CONSTANT_BAND_10 = 1321.0789 Kelvin).

Depois de calculado o raster da temperatura de superfície, o mesmo pode ser classificado em temperaturas com intervalos de 1°C para representação por meio do QGIS e para posterior cálculo das áreas de cada temperatura correspondente. A paleta de cores escolhida (*Spectral*) facilita a identificação visual das ilhas de calor, usando cores mais quentes e avermelhadas para maiores temperaturas e cores mais frias e azuladas para menores temperaturas.

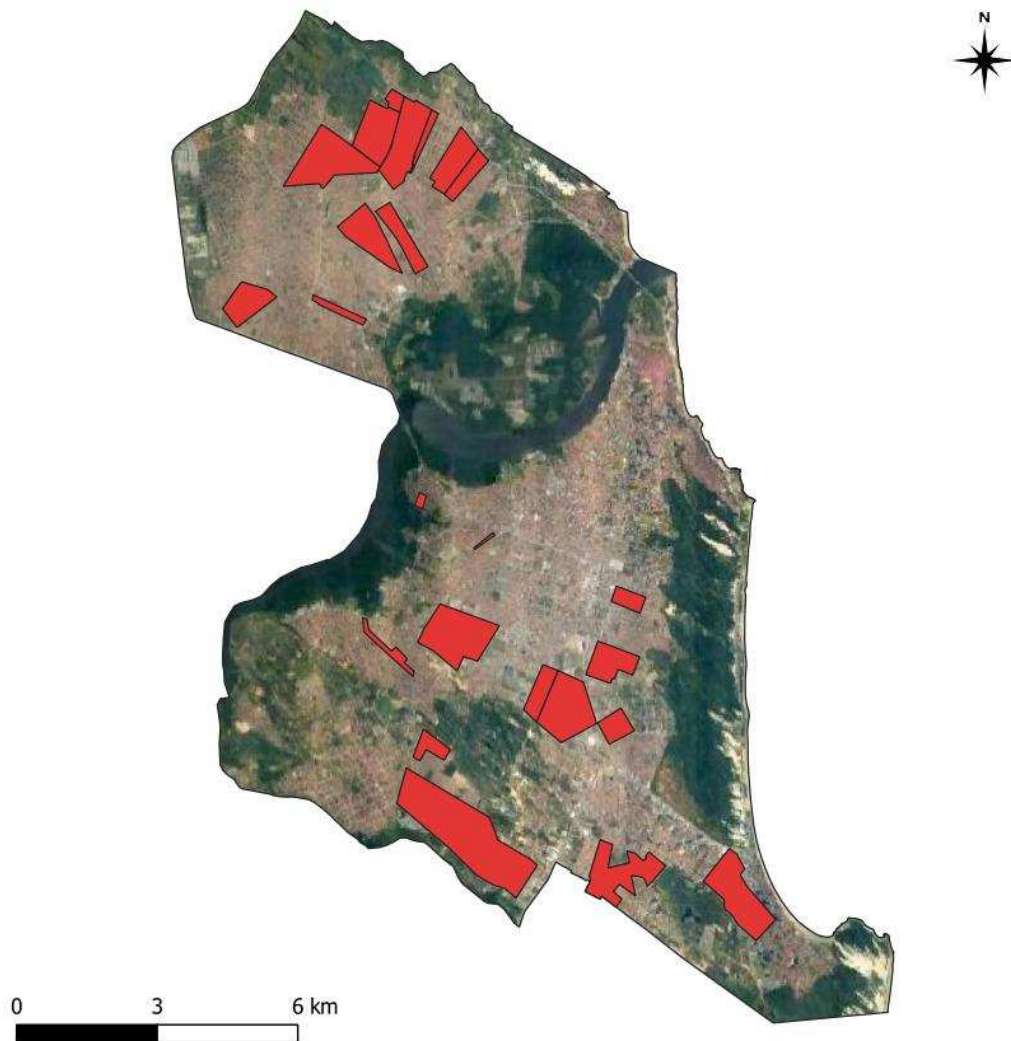
Por fim, a partir dos dados no Núcleo de pesquisa e extensão Acesso à Terra Urbanizada (2022) e do trabalho de Guilherme (2018), foi possível realizar a vetorização dos conjuntos habitacionais da cidade do Natal pelo QGIS.

As principais configurações do computador utilizado para a execução do processamento das imagens, vetorização dos conjuntos e obtenção dos resultados do presente trabalho, são: Processador AMD Ryzen 9 5950X; Memória RAM de 64GB; Placa de Vídeo AMD Radeon™ RX 6800 XT; Placa Mãe TUF GAMING X570 – PLUS; e SSD de 3 TERABYTE.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A partir da vetorização dos conjuntos habitacionais, foi possível realizar a Figura 04 para que fosse posteriormente analisadas as suas localizações com relação a presença de ilhas de calor.

Figura 04. Localização dos conjuntos habitacionais na cidade do Natal.

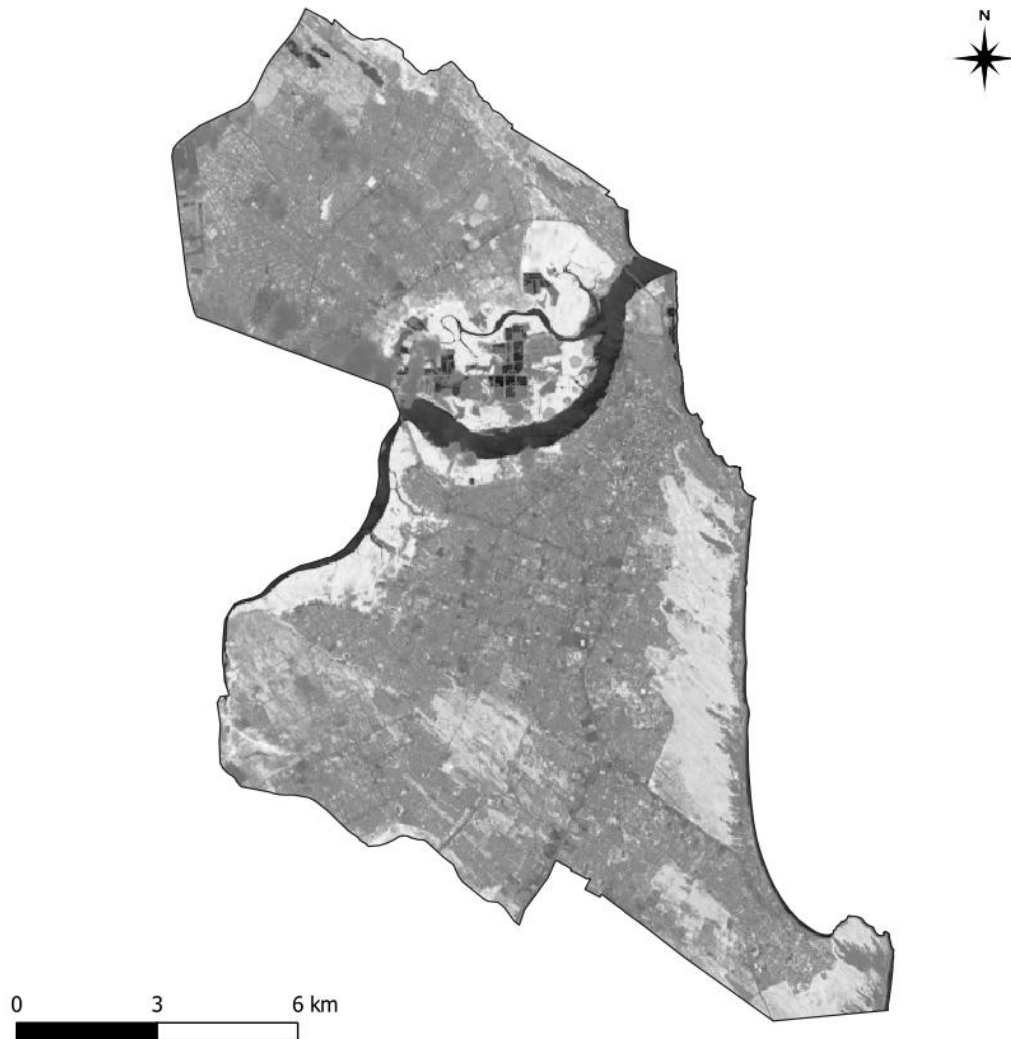


Fonte: Autoria própria (2022).

É possível constatar de início que a maioria dos conjuntos habitacionais foram construídos longe da área mais central a leste, por se tratar de uma área comercial de valores fundiários mais elevados, gerando uma marginalização destes empreendimentos em volta da cidade.

Posteriormente, foi analisado, a partir da Figura 05, os valores obtidos do índice de vegetação NDVI, onde as regiões mais escuras indicam os locais com maior incidência de urbanização ou corpos hídricos e, conseqüentemente, as regiões mais claras indicam os locais com maior presença de vegetação de todo tipo e de solo natural não antropomorfizado.

Figura 05. Análise do índice de vegetação NDVI.

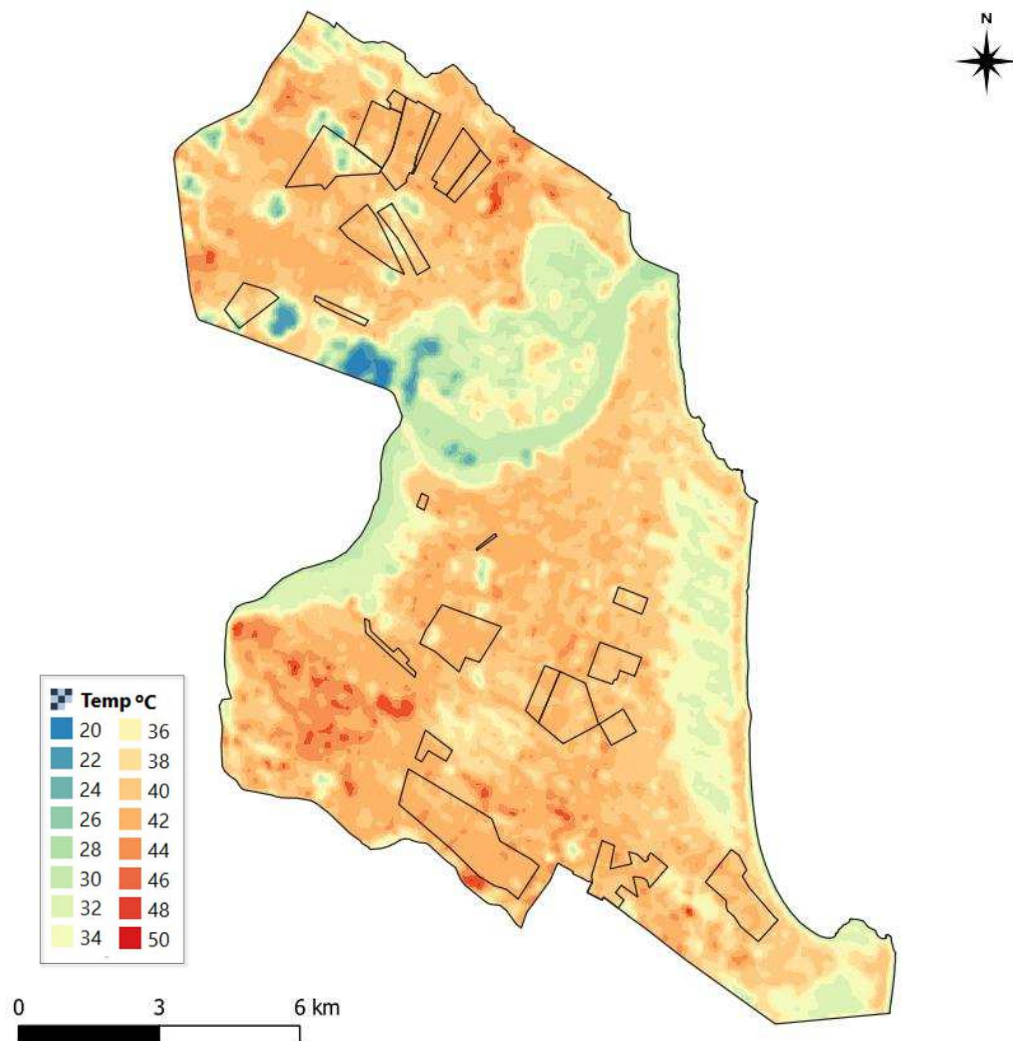


Fonte: Autoria própria (2022).

O NDVI auxilia também a entender como as vegetações das praias, rios e zonas de proteção ambiental podem ajudar no entendimento das ilhas de calor urbanas.

Por fim, a Figura 06 mostra o gráfico da temperatura de superfície com correção atmosférica para a cidade do Natal, com temperaturas variando de 20 a 48 graus Celsius. Também foram plotados os conjuntos habitacionais na presente representação.

Figura 06. Temperatura de superfície em graus Celsius.



Fonte: Autoria própria (2022).

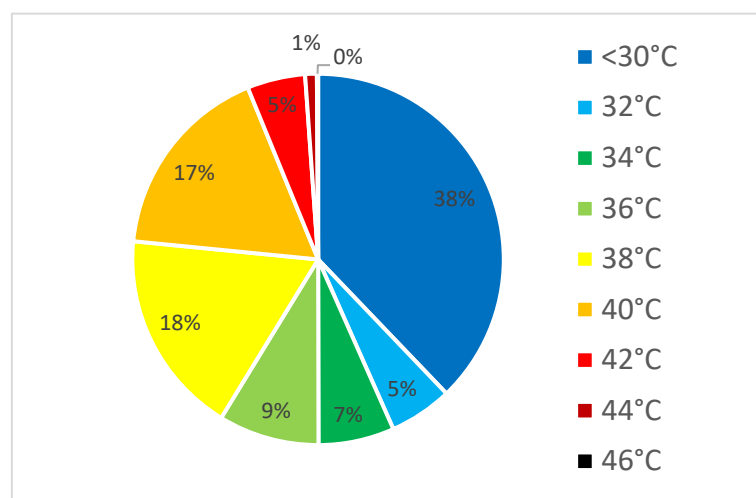
A partir da análise, é possível detectar visualmente as áreas da cidade divididas por sua temperatura.

Nota-se inicialmente, ao comparar o NDVI com a temperatura da superfície, que as zonas com vegetação e os corpos hídricos são as que possuem as menores temperaturas, enquanto as zonas urbanas são as com maiores temperaturas, caracterizando as ilhas de calor.

Não só isso mas, visualmente, em volta dos conjuntos habitacionais, locais com propensão a núcleos urbanos irregulares e não planejados, ocorrem os picos de máxima temperatura, reafirmando que as ilhas de calor urbana mais severas se dão pelo processo de gentrificação e ocupação desordenada.

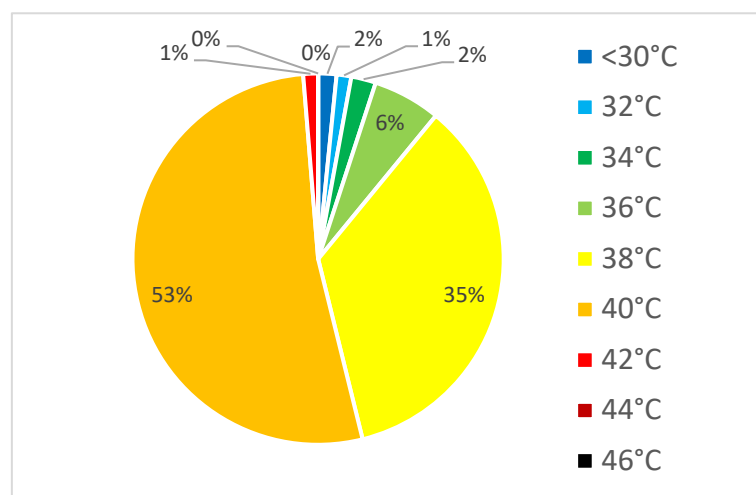
As Figuras 07 e 08 abaixo mostram a distribuição percentual das áreas em relação à cidade inteira do Natal e apenas das áreas internas aos conjuntos habitacionais.

Figura 07. Distribuição das áreas em relação às temperaturas da cidade do Natal.



Fonte: Autoria própria (2002).

Figura 08. Distribuição das áreas em relação às temperaturas dos conjuntos habitacionais da cidade do Natal.



Fonte: Autoria própria (2002).

Por mais que exista um maior percentual de área com menores temperaturas na análise da cidade inteira, fator explicado pela presença do rio, áreas verdes e do litoral em volta de

toda a cidade, é possível ver que as temperaturas superiores a 40°C, as que causam o maior desconforto térmico, estão mais presentes fora dos conjuntos habitacionais, mostrando que estas áreas planejadas podem estar cumprindo com os percentuais mínimos de áreas verdes previstos nos planos de urbanização.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foi possível, a partir da metodologia aqui apresentada, avaliar a presença das ilhas de calor e, a partir das análises aqui feitas, chegar a conclusão de que sua incidência ocorrem em grande parte em volta dos conjuntos habitacionais, ou seja, núcleos urbanos informais que se consolidam em volta das áreas planejadas.

O presente trabalho pode embasar políticas públicas urbanas e ambientais, como por exemplo a definição de áreas de preservação em locais que já possuem altas temperaturas e auxiliar no planejamento arbóreo e ambiental da cidade.

Recomenda-se que trabalhos futuros apliquem a mesma metodologia em cidades com características diferentes, completamente planejadas e completamente não planejadas, pra analisar suas diferenças, e também, façam análises históricas da temperatura conforme passam os anos para correlacionar a instalação de núcleos urbanos com a formação de ilhas de calor urbanas.

5. REFERÊNCIAS

AULICIEMS, Andris. Comfort, Clothing and Health in RUSSEL, Thompson D. and ALLEN, Perry (eds) Applied Climatology Principles and Practice. Routledge: London, 1997.

BARBOSA, Agoncilio Correia; SILVA, Cleiuda Paes da; LISTON, Rose Franco Seco Cristiani. GESTÃO PÚBLICA E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL: A IMPORTÂNCIA DA IMPLANTAÇÃO DE PLANO DIRETOR NO ATO DE CRIAÇÃO DE UM MUNICÍPIO. Revista Científica de Ajes, v.1, n.1, 2010. ISSN: 21775923.

BIAS, E. S., BAPTISTA, G. M. M., LOMBARDO, M. A. Análise do Fenômeno de Ilhas de Calor Urbanas, por meio da combinação de dados LandSat e Ikonos. Anais XI SBSR, Belo Horizonte, Brasil, 05-10 abril 2003, INPE, p.1741-1748. Disponível em: http://marte.sid.inpe.br/col/ltid.inpe.br/sbsr/2002/09.12.18.52/doc/14_005.pdf.

BORGES, Felipe Parreira de Faria. Análise de Ilhas de Calor Urbanas por Geoprocessamento no Distrito Federal. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso - Universidade de Brasília, Brasília, 2017.

BRASIL. [Constituição (1988)]. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Brasília, DF: Presidência da República, [2016]. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Constituicao.htm. Acesso em: 27 jun. 2022.

ENGELS, Friedrich. Situação da Classe Trabalhadora na Inglaterra. São Paulo: Global, 1988.

GUILHERME, Elisabete Ferreira da Silveira. Produção do espaço urbano no bairro Planalto - Natal (RN): atuação do capital incorporador - 2005-2017. 2018. 259f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Centro de Ciências Humanas, Letras e Artes, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2018.

GUILHERME, Elisabete Ferreira da Silveira. Produção do espaço urbano no bairro Planalto - Natal (RN): atuação do capital incorporador - 2005-2017. 2018. 259f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Centro de Ciências Humanas, Letras e Artes, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2018.

HERNANDEZ, Fernando Braz Tangerino; FRANCO, Renato Alberto Momesso; TEIXEIRA, Antônio Heriberto de Castro. Uso do satélite Landsat 8 na determinação da produtividade da água em bacia hidrográfica com predomínio do uso agrícola da cana-de-açúcar. (2015). Anais XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, João Pessoa-PB.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo Brasileiro de 2010. Rio de Janeiro: IBGE, 2012.

JENSEN, J. R. Sensoriamento Remoto do Ambiente: uma perspectiva em recursos terrestres. Editora Parêntese, São José dos Campos, SP, 2009.

LASCHEWSKI, Gudrun; JENDRITZKY, Gerd. (2002) Effects of the thermal environment on human health: an investigation of 30 years of daily mortality data from SW Germany. Climate Research, 2002, vol. 21, p. 91-103.

MEDEIROS, Sara Raquel Fernandes Queiroz de. A casa própria: sonho ou realidade? : um olhar sobre os conjuntos habitacionais em Natal. 2007. 113 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional; Cultura e Representações) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2007.

NATAL, Prefeitura Municipal do. Lei nº 082, de 21 de junho de 2007. Dispõe sobre o Plano Diretor de Natal e dá outras providências. Natal: DOMNatal, 2007.

PAVÃO, V. M. Efeitos da correção atmosférica em imagens Landsat 8 e diferentes modelos de radiação solar global na estimativa do saldo de radiação superficial. 2016. 61 f. Dissertação (Pós-Graduação em Física Ambiental) - Universidade de Mato Grosso, Belo Horizonte, 2016.

SILVA, Edelci Nunes da; RIBEIRO, Helena; SANTANA, Paula. CLIMA E SAÚDE EM CONTEXTOS URBANOS: UMA REVISÃO DA LITERATURA. REVISTA BIBLIOGRÁFICA DE GEOGRAFÍA Y CIENCIAS SOCIALES, Universidad de Barcelona, v. XIX, n. 1092, 30 set. 2014. ISSN: 1138-9796.

USGS. Who we are. Disponível em: <https://www.usgs.gov/about/about-us/who-we-are>. Acesso em: 03 maio 2020.