

MAPEAMENTO DA TEMPERATURA SUPERFICIAL E SUA CONTRIBUIÇÃO PARA O ESTUDO DO CLIMA URBANO DE EUSÉBIO – CE

Lidia Gomes de Castro*

RESUMO

Eusébio é um dos municípios da Região Metropolitana de Fortaleza que mais atraiu investimentos imobiliários nas últimas décadas, resultando em expansão da área urbana e, conseqüentes, alterações no clima local. O presente artigo teve por objetivo analisar o comportamento da temperatura de superfície do município de Eusébio, localizado na Região Metropolitana de Fortaleza, a fim de identificar a evolução da temperatura superficial em virtude da retirada de vegetação para uso urbano. A metodologia utilizada baseou-se em pesquisa documental e bibliográfica e produção de mapas temáticos de temperatura de superfície e NDVI, tendo como recorte temporal o período de 1999 a 2017. Como resultado obteve-se a distribuição das temperaturas de superfície e da vegetação nos anos analisados. Destaca-se que foram identificadas alterações significativas nos dois parâmetros, onde a temperatura superficial se elevou conforme novos usos foram incrementados a paisagem e o padrão de vegetação regrediu, com destaque para a apropriação da cobertura vegetal pela iniciativa privada.

Palavras-chave: Clima Urbano. Temperatura de Superfície. Geoprocessamento. Especulação Imobiliária.

ABSTRACT

Eusébio is one of the municipalities in the Metropolitan Region of Fortaleza that has attracted the most real estate investments in recent decades, resulting in the expansion of the urban area and, consequently, changes in the local climate. This article aimed to analyze the behavior of the surface temperature in the municipality of Eusébio, located in the Metropolitan Region of Fortaleza, in order to identify the evolution of the surface temperature due to the removal of vegetation for urban use. The methodology used was based on documentary and bibliographic research and the production of thematic maps of surface temperature and NDVI, with a period between 1999 and 2017. As a result, the distribution of surface temperatures and temperatures was obtained. vegetation in the years analyzed. It is noteworthy that significant changes were identified in the two parameters, where the surface temperature rose according to new uses, the landscape was increased and the vegetation pattern regressed, especially for the appropriation of vegetation cover by the private sector.

Keywords: Urban climate. Surface Temperature. Geoprocessing. Real estate speculation.

Data de Submissão:

Data de aprovação:

DOI:

1 INTRODUÇÃO

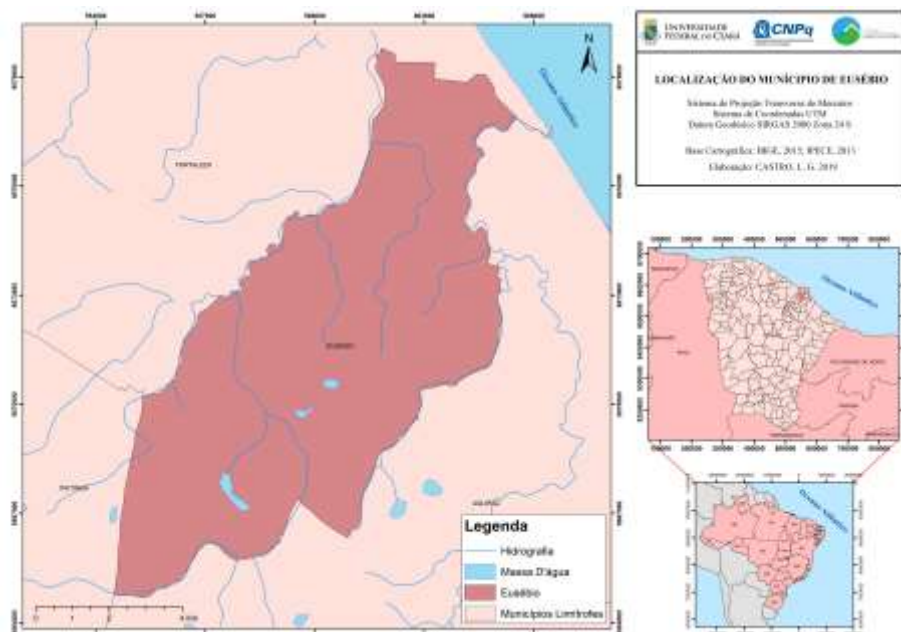
O município de Eusébio faz parte da região metropolitana de Fortaleza, sendo um dos que mais atraiu investimentos imobiliários nas últimas décadas. Fato este, que tem modificado

* Departamento de Geografia, Universidade Federal do Ceará. Email: lidiagomes291@gmail.com.

a configuração espacial do município. Concomitantemente a esta reestruturação socioespacial, surge a discussão em torno da dimensão ambiental. Assim como nos grandes centros urbanos, Eusébio vivencia um processo de urbanização que deixa em segundo plano o ambiente natural. O que antes eram extensas áreas com cobertura vegetal de sítios e chácaras, hoje são grandes condomínios de luxo, vias de acesso, comércios e empresas. Essas modificações na infraestrutura do município além de causarem mudanças sociais e econômicas, também afetam as condições climáticas locais.

Eusébio (Figura 1), anteriormente distrito de Aquiraz, foi elevado à categoria de município no ano de 1987 (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE) e inserido na Região Metropolitana de Fortaleza em 1991, com a Lei no 11.845/1991 (Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada - IPEA, 2015). Está à 18 km em linha reta da capital, possui uma área territorial de 79,005 km² e uma população estimada em 53.618 habitantes no ano de 2019, segundo dados do IBGE. O tipo climático predominante é o tropical quente sub-úmido, com pluviosidade média anual de 1.379,9 mm e temperaturas médias que variam entre 26° e 28° Celsius. Sua altitude gira em torno de 26,5m sobre o nível do mar (Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará - IPECE, 2017).

Figura 1 - Mapa de localização de Eusébio - Ceará.



Fonte: Elaborado pela autora

O município possuía extensas áreas de vegetação, as quais foram retiradas e substituídas por grandes condomínios. Em virtude da implantação desses condomínios, novos

equipamentos foram construídos com o passar dos anos, como shoppings, áreas de lazer, infraestrutura de estradas e indústrias das mais variadas, mudando toda a configuração espacial do município. De acordo com o censo do IBGE de 2000, o número de domicílios no município era de 7.249, e teve um aumento de 42,9% registrado no censo de 2010, onde o total de domicílios bateu o número de 12.702.

Considera-se que tais investimentos em infraestrutura contribuíram para o crescimento do município, porém ressalta-se a necessidade de um desenvolvimento que tenha por base a dimensão ambiental, pois a modificação intensa e contínua dos componentes da paisagem natural pode gerar muitos problemas para a qualidade de vida dos residentes, principalmente, no âmbito climático.

As áreas com cobertura vegetal agem como reguladoras e atenuadoras da temperatura dentro da realidade urbana, sendo essenciais para a cidade e para os cidadãos. Este aspecto é importante ser visto, pois a realidade urbana tende a transformar estes espaços em outras estruturas, estas por sua vez, acabam por suprimir a vegetação.

A retirada de cobertura vegetal do solo e a pavimentação das vias contribuem para o escoamento mais acelerado da água da chuva, o que diminui a evaporação e evapotranspiração, fenômenos contribuintes para o resfriamento da superfície terrestre. Esses fatores influenciam no aumento de temperatura superficial, uma vez que a superfície urbana construída/pavimentada, absorve o calor mais facilmente durante o dia e libera durante a noite. (GARTLAND, 2010, p. 20)

De acordo com Monteiro e Mendonça (2011, p. 93) “o clima constitui-se numa das dimensões do ambiente urbano e seu estudo tem oferecido importantes contribuições ao equacionamento da questão ambiental”. Com isso, têm-se a necessidade de aprofundamento dos estudos relacionados ao clima urbano, mesmo em cidades menores, uma vez que a urbanização é crescente em todo o país.

A utilização do sensoriamento remoto tem sido uma metodologia bastante utilizada no estudo de clima urbano na atualidade. Pires e Ferreira Junior (2015, p. 7421), destacam que o sensoriamento remoto possibilita a obtenção de informações sobre a temperatura superficial, considerando que essa metodologia proporciona “em tempo sincronizado uma densa rede de dados de temperatura de áreas sobre a superfície terrestre, além de permitir o monitoramento e o estudo multitemporal das mesmas”.

As informações termiais de superfície podem ser usadas para projetos de implantação de áreas verdes e arborização urbana nos locais de temperatura superficial mais elevada e formação de ilhas de calor, a fim de melhorar as condições de conforto térmico dos cidadãos.

O uso de ferramentas das geotecnologias tem contribuído sobremaneira nos estudos climáticos como é o caso do processamento de imagens de satélite para elaboração de mapas de Temperatura Superficial Terrestre (TST) e *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI). Tais imagens possibilitam comparações temporais e espaciais que permitem a visualização das modificações que podem ocorrer com a retirada da cobertura vegetal para a construção de condomínios e da infraestrutura para atender a demanda urbana.

Diante do exposto, este trabalho busca entender a realidade climática do município em questão, tendo por base as modificações no uso e ocupação do solo, principalmente das alterações da cobertura vegetal e avanços das formas urbanas, e ainda, identificar por meio do geoprocessamento, os pontos de maior variação na temperatura superficial entre os anos 1999 e 2017, visando dar suporte ao planejamento urbano e à educação ambiental para este e demais municípios com características semelhantes.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Clima urbano e Ilhas de Calor

O clima das cidades caracteriza-se por temperaturas mais elevadas ocasionadas por construções de residências, vias, tráfego de veículos, além de indústrias que lançam gases poluentes na atmosfera. A retirada da cobertura vegetal, que é responsável pelo controle da umidade e da ventilação e o aterramento de corpos d'água completam as causas que geram “a destruição de um microclima existente e a criação de novos microclimas complexos que dependem do projeto, da densidade e da função da construção” (Barry e Chorley, 2013, p. 406).

Monteiro e Mendonça afirma que, “o clima urbano é um sistema que abrange o clima de um dado espaço terrestre e sua urbanização” (2011, p. 19). Jensen (2009, p. 288), traz noções a respeito das ilhas de calor urbanas, destacando que as mesmas são resultado do “desflorestamento e substituição da superfície e do solo por materiais não-evaporativos e não-porosos, como asfalto e concreto”

O fenômeno de Ilha de calor se estabelece nos ambientes urbanos, que diferentemente de áreas rurais, apresentam menos cobertura vegetal e mais estruturas artificiais. Tais características definem pontos no urbano em que as temperaturas do ar se tornam mais elevadas e conseqüentemente causa maior desconforto térmico para o ser humano. Gartland (2010, p. 11), enumera cinco características inerentes às ilhas de calor, destacando que,

[...] ilhas de calor são geralmente mais quentes após o pôr do sol, quando comparadas às áreas rurais e mais frescas após o amanhecer [...] As temperaturas do ar são elevadas em consequência do aquecimento das superfícies urbanas, uma vez que superfícies artificiais absorvem mais calor do sol do que a vegetação natural [...] diferenças nas temperaturas do ar e na superfície são realçadas quando o dia está claro e calmo [...] ilhas de calor tendem a ser mais intensas conforme o crescimento das cidades [...] Ilhas de calor também apresentam ar mais quente na camada limite, uma camada de ar de até 2.000 m de altura [...].

Apesar de existir relação entre temperatura do ar e temperatura de superfície, Gartland (2010, p. 11) destaca que esta última apresenta índices bem mais variantes ao longo do dia e tem mais interferência no ar em dias claros e calmos. Nesse sentido, compreende-se que a interferência da TST sobre as Ilhas de calor se estabelece diferentemente entre uma região e outra. No caso do município de Eusébio, essa interferência pode ser possível devido à sua localização geográfica e características climáticas favoráveis, principalmente no período seco, compreendido entre os meses de julho e dezembro. Uma forma de amenizar os efeitos das ilhas de calor sobre as cidades, é a preservação e implantação de árvores e vegetação, que, de acordo com Gartland (2010, p. 64), através da evapotranspiração convertem energia solar em água evaporada ao invés de calor e ainda promovem sombras para as superfícies protegendo-as do calor do sol e mantendo-as frescas reduzindo o calor armazenado por elas. Deste modo, há soluções para que sejam atrelados crescimento econômico-urbano com meio ambiente, de forma que se haja o mínimo de impactos possíveis.

2.2 Geoprocessamento na análise térmica e vegetacional

É possível diagnosticar o aumento de temperatura superficial em determinados pontos do município estudado a partir do processamento de imagens de satélite por meio do sensoriamento remoto, uma vez que a superfície do solo urbano, com seus materiais construtivos, reflete maior ou menor quantidade de energia. De acordo com Gartland (2010, p. 41), “o sensoriamento remoto pode ser usado para medir as temperaturas e outras características de superfícies, como por exemplo, coberturas, pavimentos, vegetação e solo nu, por meio da medição de energia refletida e emitida a partir deles”.

As imagens de satélite, obtidas pelo sensoriamento remoto, “além de servirem como dados vitais para pesquisas, são também extremamente eficientes para ajudar as comunidades a visualizarem seus problemas de ilhas de calor”, destaca Gartland (2010, p.215).

O sensoriamento remoto possibilita dentre diversas opções, a obtenção de informações sobre a temperatura superficial, considerando que essa metodologia proporciona “em tempo sincronizado uma densa rede de dados de temperatura de áreas sobre a superfície terrestre, além de permitir o monitoramento e o estudo multitemporal das mesmas” (Pires e Ferreira JR.,

2015, p. 7421).

Wang *et al.* (2003 *apud* PACHECO *et al.*, 2014) afirmam que o uso de mapas NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) possibilitam comparações espaciais e temporais da atividade fotossintética terrestre, facilitando, assim, o monitoramento sazonal, interanual e variações de longo prazo dos parâmetros estruturais, fonológicos e biofísicos da vegetação.

Julien e Sobrino (2009 *apud* PACHECO *et al.*, 2014) em estudo sobre determinação de parâmetros superficiais para umidade do solo e mudanças na superfície, utilizaram o NDVI e TST (Temperatura Superficial Terrestre). Pacheco *et al.* (2014, p. 120), afirma que,

Os resultados apresentados por esses autores mostram a diminuição do NDVI em algumas regiões e aumento em determinados locais, além de um aumento na temperatura da superfície maior que 2,5 °C, evidenciando que as áreas áridas e semiáridas se tornaram mais áridas.

Segundo Almeida *et al.* (2015, p. 2047),

A fraca correlação encontrada entre temperatura de superfície e o NDVI se deve ao fato de quanto mais for a área de cobertura vegetal maior será o valor do NDVI e menor será o valor da TST. Devido a esta relação entre a TST e o NDVI, as mudanças no uso e cobertura do solo têm um impacto indireto sobre a TST e nos valores do NDVI.

Nesse sentido, o NDVI e a TST, são utilizados neste trabalho com o intuito de evidenciar a degradação da cobertura vegetal do solo e as alterações na temperatura superficial do município de Eusébio em escala temporal, diagnosticando a evolução ou regressão em alguns pontos evidentes.

2.3 A dinâmica imobiliária e crescimento populacional em Eusébio - CE

A dinâmica imobiliária na Região Metropolitana de Fortaleza (RMF), principalmente do município de Eusébio, teve impulso a partir dos anos 2000, com a substituição de sítios e casas de veraneio por condomínios horizontais, transformando-o ao longo do tempo, em um município bastante urbanizado. Conforme Nogueira (2011, p. 57), “é nesse período que se verifica o crescimento da atuação de novos empreendedores imobiliários no município, com elevado poder de intervenção sobre a produção do seu espaço”.

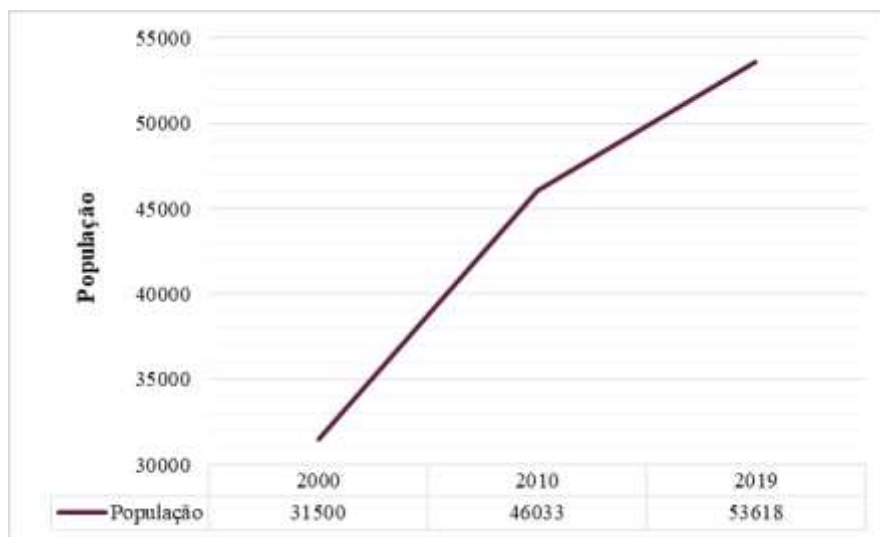
A especulação imobiliária no município cresceu conforme as atividades relacionadas ao meio rural, como a agricultura, deram espaço à venda de loteamentos. É nas décadas de 1970 e 1980, principalmente, “que empreendedores imobiliários fragmentaram grandes glebas e terrenos anteriormente destinados à produção agrícola, objetivando sua comercialização, sobretudo para construção de sítios e chácaras” (Nogueira, 2011, p. 45).

Segundo Nogueira (2011, p. 58),

Antes da década de 2000 as ofertas imobiliárias em Eusébio eram caracterizadas, especialmente, por terrenos não edificadas - com baixo valor agregado - e por chácaras e sítios destinados a práticas de veraneio, na atualidade, além da comercialização desses imóveis, as unidades residenciais em condomínios e loteamentos fechados - com elevado valor de troca - tornaram-se os principais produtos que distinguem a dinâmica imobiliária no município.

De acordo com o censo realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), em 2000 o município de Eusébio apresentou um total de 31.500 habitantes, já para 2019, a estimativa é de 53.618 habitantes, 41,2% acima do número anterior, observado no início das construções de condomínios no município (Gráfico 1).

Gráfico 1 – Crescimento populacional em Eusébio – 2000 a 2019



Fonte: IBGE/Censo Demográfico 2000-2010 e Estimativa 2019. Elaborado pela autora.

Com a especulação imobiliária, novas formas de uso e ocupação do solo surgiram, como a construção de empresas, shoppings, comércios, escolas, vias de acesso, dentre vários equipamentos que desfazem a paisagem rural e dão lugar à paisagem urbana. Segundo Silveira (2012, p. 114), houve “aumento da massa edificada construída em decorrência da implantação de inúmeros condomínios contíguos, ou seja, dispostos de forma exaustiva e consumindo grande percentual de áreas verdes”.

O fato é que essa prática pode contribuir para modificações na atmosfera urbana. De acordo com Silveira (2012, p. 114), tal prática pode gerar

implicações negativas ao microclima local, em virtude do suprimento da vegetação existente para edificação de habitações quase conjugadas, que aproveitam quase todo o potencial construtivo do terreno, prejudicando as trocas de calor entre a edificação e o ambiente.

Todas essas modificações implicaram diretamente no clima da cidade, o qual consiste em um sistema dinâmico que muda constantemente conforme os equipamentos e formas de uso e ocupação do solo que nele se estabelecem.

3 MATERIAL E MÉTODO

A pesquisa é de caráter descritivo e explicativo, uma vez que há a necessidade de uma avaliação e experimentação do objeto de estudo. Foram realizadas pesquisas bibliográficas, elaboração da base cartográfica, coleta de imagens do Google Earth e coleta de fotografias correspondentes aos pontos mais expressivos.

Para execução do presente trabalho, foi feito o levantamento prévio de dados e informações sobre o município de Eusébio por meio de materiais digitais relacionados às características históricas, ambientais, econômicas e estruturais, tais como o portal da prefeitura de Eusébio, notícias de jornal (Diário do Nordeste), IBGE e IPECE.

Foram elaborados mapas de localização do município, mapas de Temperatura Superficial Terrestre (TST) e Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI). As imagens de satélite foram coletadas no site do *United States Geologic Survey*, optando pelos satélites 5 e 8, da série Landsat. As imagens correspondentes ao Landsat 8 apresentavam os sensores TIRS e OLI, e as bandas utilizadas foram a 5, 4 e 10 (bandas do vermelho, infravermelho e infravermelho térmico, e as imagens Landsat 5, sensor TM, sendo as bandas utilizadas 3, 4 e 6 (bandas do vermelho, infravermelho e infravermelho térmico) na órbita 216/63, do município de Eusébio. Foram avaliados os anos 1999, 2001, 2015 e 2017, sendo as imagens referentes aos meses de julho (ano de 1999) e agosto (os demais anos analisados). Trabalhou-se o período seco, devido à baixa cobertura de nuvens que possibilitou a melhor visualização das imagens de satélite e não interferiu nos resultados dos mapas.

Os mapas produzidos têm como recorte temporal o período de 1999 a 2017, que se refere ao início das construções dos condomínios e a recente estrutura do município. Foi utilizado o software ArcGis 10.4, para o processamento das imagens, obtendo o cálculo de TST e NDVI e, posterior, confecção dos mapas apresentados. Os dados de urbanização, aspectos socioeconômicos e dados cartográficos em formato shapefile, foram adquiridos na base de dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

Para a elaboração de mapas TST e NDVI, as imagens de satélite foram processadas de acordo com as etapas a seguir.

Obtenção da radiância espectral do Landsat 5:

(I)

$$L_{\lambda} = \left(\frac{L_{max\lambda} - L_{min\lambda}}{Q_{cal\ max} - Q_{cal\ min}} \right) * (Q_{cal} - Q_{cal\ min}) + L_{min\lambda}$$

Onde:

L_{λ} = Radiância espectral

Q_{cal} = Valor quantizado e calibrado do pixel em nível de cinza (DN)

$Q_{cal\ min}$ = Valor mínimo do pixel em níveis de cinza (DN=1)

$Q_{cal\ máx}$ = Valor máximo do pixel em níveis de cinza (DN=255)

$L_{min\lambda}$ = Radiância espectral mínima

$L_{máx\lambda}$ = Radiância espectral máxima

Obtenção da radiância espectral do Landsat 8:

(II)

$$L_{\lambda} = M_L Q_{cal} + A_L$$

Onde:

L_{λ} = Radiância espectral ($W/m^2 \cdot sr \cdot \mu m$)

M_L = Fator multiplicativo de redimensionamento da banda

Q_{cal} = Valor quantizado e calibrado do pixel em nível de cinza (DN)

A_L = Fator aditivo de redimensionamento da banda (0.1000)

Para a obtenção dos índices de vegetação, foi utilizada a seguinte fórmula:

(III)

$$Float(NIR - RED) / Float(NIR + RED)$$

Onde:

Float: Função matemática

NIR: Faixa espectral do infravermelho próximo

RED: Faixa espectral do vermelho

Obtenção da temperatura de superfície em Kelvin:

(IV)

$$T = \frac{K_2}{\ln\left(\frac{K_1}{L_{\lambda}} + 1\right)}$$

Onde:

T = Temperatura de superfície terrestre

K_1 = Constante de calibração 1 da banda termal

K_2 = Constante de calibração 2 da banda termal

L_{λ} = Radiância espectral ($W/m^2 \cdot sr \cdot \mu m$)

Por fim, realizou-se a conversão das imagens em temperaturas Kelvin para graus Celsius através da fórmula "TK" - 273.15. A partir disso, foram feitas as análises entre os

valores das TSTs e NDVI entre os anos estudados comparando-as entre si e realizou-se o estudo de cada ponto de maior modificação.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir dos mapas de TST (Figura 2), verificou-se que as temperaturas de superfície sofreram alterações significativas entre os anos analisados. Observa-se que para julho de 1999, durante o início do processo de construção de empreendimentos, as TSTs na maior parte do município oscilaram entre 23°C e 25°C, sendo a região sudoeste e a região limite com Fortaleza as que apresentaram TST menor que 23°C. Houveram pontos isolados de maior temperatura os quais apresentaram TST entre 25°C e 29°C, localizados em áreas que posteriormente vieram a dar lugar a grandes condomínios, empresas e infraestrutura espalhados por toda área municipal.

Em agosto de 2001, houve uma distribuição termal bastante alterada, com o aumento de classes de TSTs mais elevadas que no ano de 1999, destaque para as compreendidas entre 25°C e 27°C e observou-se uma diminuição nas áreas com temperaturas abaixo de 25°C. Os pontos com maiores temperaturas registrados no ano de 1999 se repetiram em maior escala local.

No mapa de agosto de 2015, foi possível destacar intensa modificação nos padrões de temperatura superficial em relação aos anos anteriores. As áreas com TST abaixo de 25°C são mínimas, e os pontos que se apresentaram com maiores TSTs nos anos anteriores ganharam maiores proporções e novos pontos equivalentes surgiram na região centro-norte do município, atenuando as temperaturas acima de 27°C.

Em agosto de 2017, em todo o município observa-se a presença de regiões com TST acima dos 29°C, tais áreas também cresceram em escala com o passar dos anos. Quando sobreposto o mapa de agosto de 2017 às imagens de satélite do Google Earth (Figura 4), é possível diagnosticar do que se tratam esses pontos de maior TST.

Para as datas posteriores as alterações visualizadas foram ainda maiores, com destaque para as temperaturas de superfície entre 27°C e 29°C, observa-se também a consolidação de pontos de temperaturas extremas maiores que 29°C.

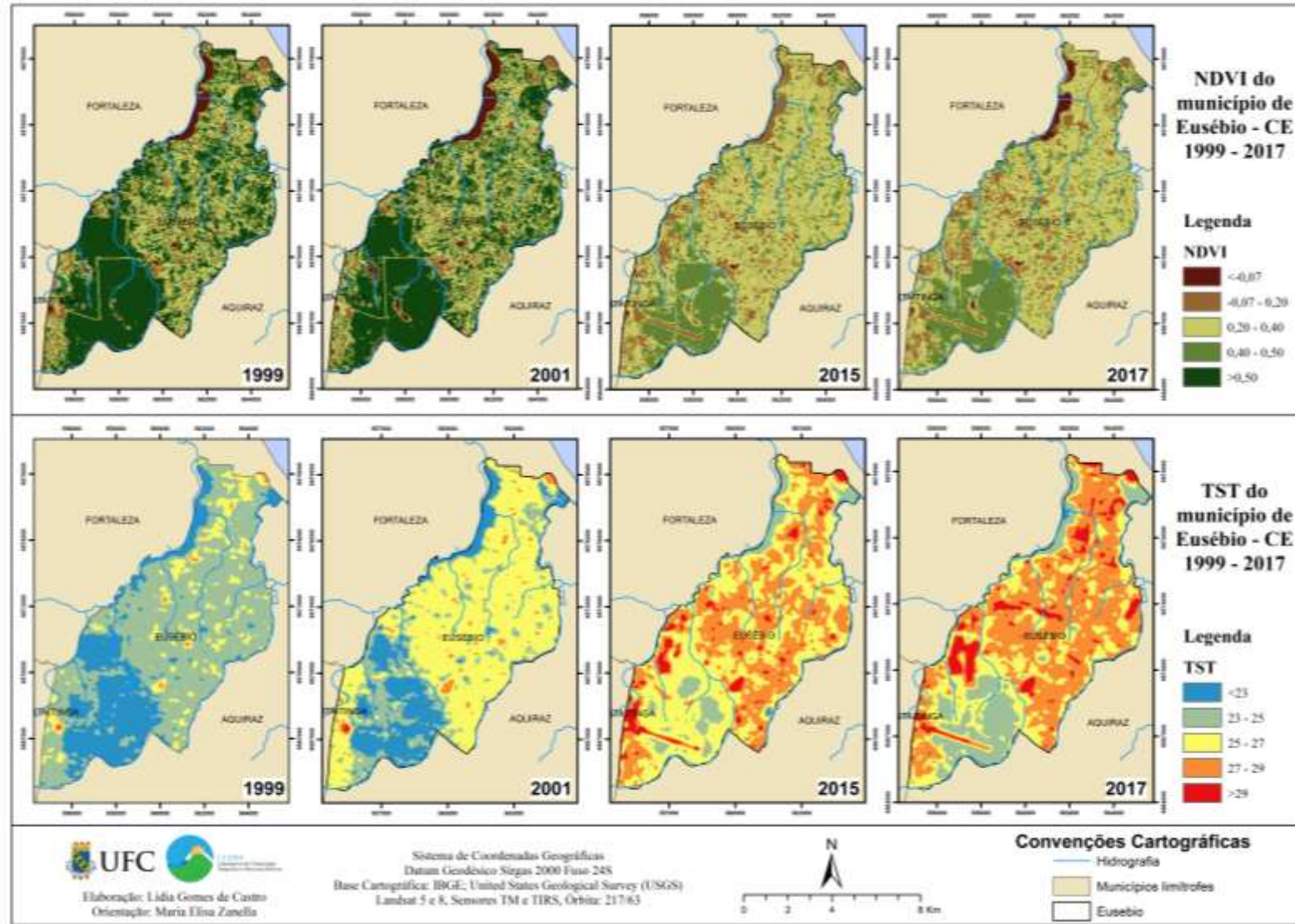
O padrão de vegetação corrobora com os dados de temperatura obtidos (Figura 2). No ano de 1999, maior parte do município, sobretudo na região sudoeste, apresenta-se valor máximo de densidade vegetacional para a classificação estabelecida, que é maior que 0,50. Destaca-se que áreas com ausência de vegetação associadas aos corpos hídricos, como a

Lagoa da Precabura (ao noroeste), e pequenos vazios urbanos registram NDVI menos acentuado.

Em agosto de 2001, o padrão vegetacional não apresenta acentuadas modificações em relação à 1999. Já no mês de agosto de 2015, é nítida a mudança em diversos pontos do município, os quais localizam-se exatamente nas mesmas áreas que nos mapas de TST, os mesmos apresentaram baixos níveis de densidade vegetacional, abaixo de 0,20. Em agosto de 2017, tais locais aumentaram suas áreas e os padrões mais densos de vegetação são escassos, prevalecendo espaços com NDVI abaixo de 0,40.

A área de maior vegetação e concomitantemente menor temperatura superficial está associada a uma extensa com cobertura vegetal densa no sudoeste do município, a mesma vem sendo alterada para o incremento de equipamentos urbanos de iniciativa privada, a exemplo da Fábrica Fortaleza no Km 18 da Br-116 (Figura 3), implantada em 1980 no município (Nogueira, 2016, p. 171), na qual observa-se nos mapas uma feição em formato retangular bastante expressiva quanto ao aumento de temperatura no ano de 2017, e do Condomínio Fechado Cidade Alpha, com área total de 1800.00 m² (Nogueira, 2016, p. 171), também localizado às margens da Br-116, caracterizado pelas feições de lotes nos mapas, que também se mostram mais evidentes em relação aos seus arredores (Figura 4).

Figura 2 – Evolução da Temperatura de Superfície Terrestre e Comportamento da Vegetação nos anos analisados.



Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 3 - Fábrica Fortaleza, Br-116 - Km 18, Eusébio - CE



Fonte: Silas Lima, Google Earth, 2019.

Figura 4 – Lotes Condomínio Cidade Alpha – Eusébio - CE



Fonte: Diário do Nordeste, Google Imagens. 2019.

Observa-se nos mapas (Figura 2) que há relação estreita entre a retirada de vegetação e o aumento de temperatura superficial do município. Dessa forma, dentre as modificações que podem ocorrer devido ao uso da terra, destaca-se o aumento da temperatura da superfície terrestre que trata de um parâmetro que se constitui do fluxo de calor dado, em relação à quantidade de radiação absorvida e emitida pelos corpos dispostos no espaço geográfico (AYOADE, 2001). Deste modo, observa-se uma tendência de aumento das temperaturas

(Tabela 1), conforme o município altera sua paisagem urbana a partir de novos usos do solo que se estabelecem.

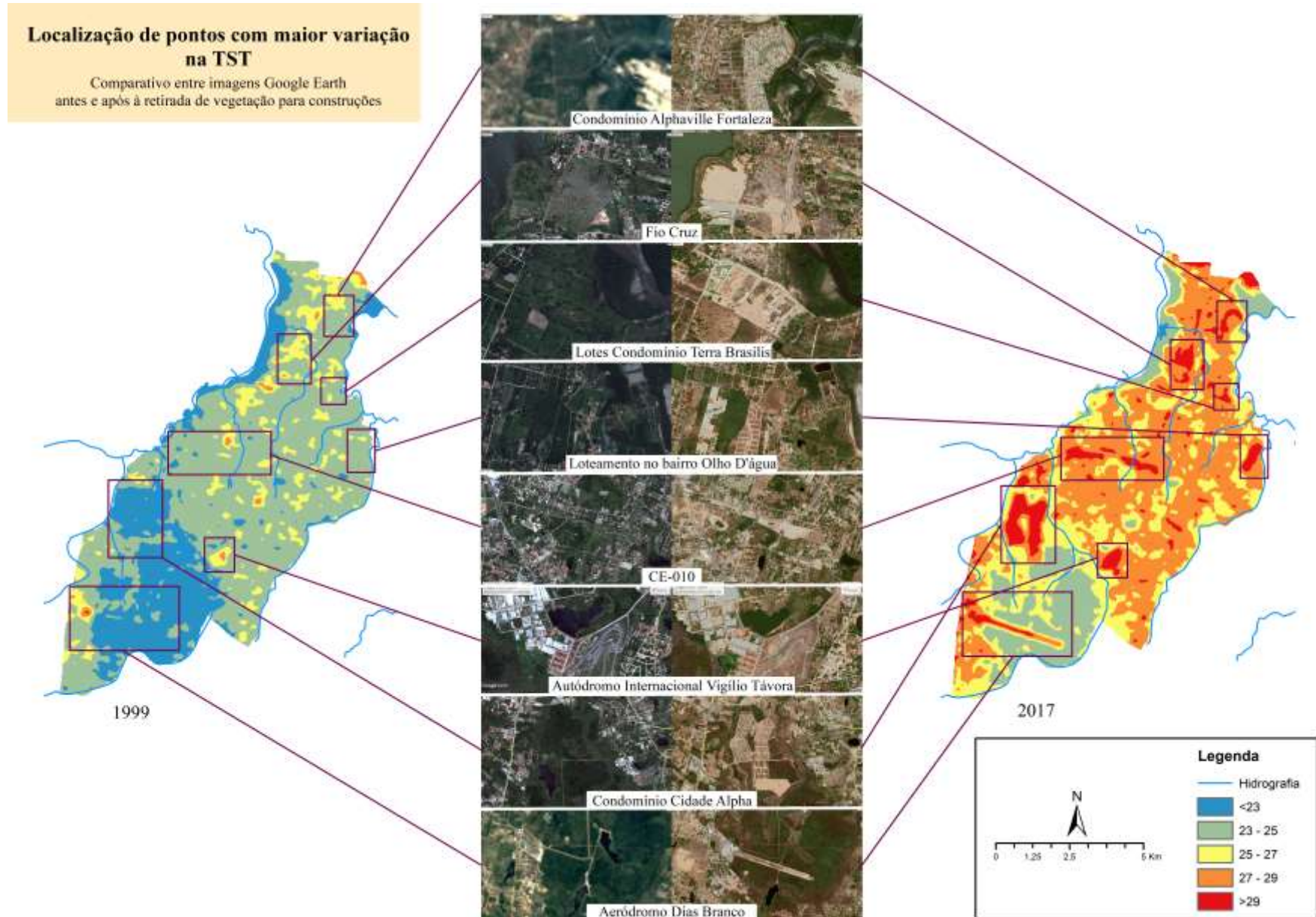
Tabela 1 – Amplitude Térmica dos anos analisados

Ano	Menor T°	Maior T°	Amplitude
1999	21°C	29°C	8°C
2001	20°C	32°C	12°C
2015	20°C	31°C	11°C
2017	23°C	32°C	9°C

Fonte: Elaborado pela autora.

Quando comparadas as fotos de satélite antes e depois das construções (Figura 5), é perceptível as mudanças no uso do solo e principalmente na presença de áreas vegetadas. Os pontos onde houveram maiores modificações na temperatura superficial estão relacionados a áreas onde foram construídos condomínios, dentre os quais pode-se destacar o Condomínio horizontal Cidade Alpha e Alphaville Fortaleza; loteamentos, como o Terra Brasilis e outro localizado no bairro Olho D'água; a Fundação Oswaldo Cruz; e, vias e estradas, como o Aeródromo Dias Branco, o Autódromo Vigílio Távora e a CE-010. Tais construções caracterizam temperaturas superficiais maiores nos anos de 2015 e 2017 quando comparadas aos anos de 1999 e 2001 devido a retirada de vegetação.

Figura 5 – Comparativo entre imagens Google Earth antes e após a retirada de vegetação para construções.



Fonte: Elaborado pela autora.

A variabilidade climática ao longo do ano no município estudado pode explicar determinadas feições presentes nos mapas e nas imagens de satélite, devido a reação da vegetação ao regime de chuvas que varia de ano para ano e são evidenciadas nas imagens processadas.

Para entender melhor as causas destas variações na TST, é necessário conhecer como se comportam os parâmetros climáticos no município, sobretudo a precipitação, devido a influência direta desta na umidade do solo e no porte da vegetação. Deste modo, ao verificar a precipitação nos anos analisados, observa-se que os valores estiveram sempre próximos a normal estabelecida para cada ano, com pequenas variações. Os anos de 1999 e 2015, foram os que apresentaram maiores variações negativas nos valores pluviométricos, e o ano de 2001, o que apresentou maior acumulado, contudo, quando comparados as cartas termiais, não existe uma relação direta que nos permita afirmar que anos mais chuvosos geraram temperaturas de superfície menores, do mesmo modo, que anos menos chuvosos não geraram maiores temperaturas, visto a realidade do ano de 1999.

Tabela 2 – Precipitação Média Anual do Município de Eusébio nos anos de 1999, 2001, 2015 e 2017

Ano	Normal (mm)	Observado (mm)	Desvio Padrão
1999	1402.2 mm	1269.4 mm	-9.9%
2001	1402.2 mm	1609.3 mm	14.3%
2015	1402.2 mm	1357.0 mm	- 3.6%
2017	1402.2 mm	1479.7 mm	5.1%

Fonte: Portal Hidrológico do Ceará. Organizado pela autora. 2019.

Portanto, infere-se que as mudanças na configuração da paisagem do município foram as principais responsáveis por tais alterações na condição termal local que sofreu modificações intensas no período de 1999 a 2017, com a visualização de pontos extremos de temperatura associados diretamente a alocação de empreendimentos privados e infraestrutura urbana em detrimento de espaços verdes.

Houveram variações no padrão da vegetação, onde nos anos de 1999 e 2001, esta apresenta maior vigor, com destaque para o delineamento da área verde situada ao sul do município. Em comparação a esses, os anos de 2015 e 2017, são significativos para demonstrarem a regressão do padrão de vegetação local, sobretudo no delineamento da área verde supracitada.

Observa-se que o município de Eusébio, ao longo dos anos, alterou sua paisagem e aos poucos se consolidou como um espaço urbano, em detrimento do rural, afetando diretamente

o clima a partir das alterações na temperatura de superfície terrestre. Este parâmetro nos indica o grau de calor emitido pela superfície urbana, sendo assim, essa pode afetar diretamente a distribuição dos demais elementos constituintes do clima, sobretudo, a temperatura do ar, portanto, considera-se que as modificações na TST, refletem diretamente no aumento da temperatura do ar e conseqüentemente, no conforto térmico urbano de Eusébio.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O município de Eusébio nas duas últimas décadas apresentou modificações intensas em sua paisagem, corroborada pela descentralização da ocupação urbana na capital e sua redistribuição para a região metropolitana. Esta mudança no comportamento da ocupação urbana, principalmente pela população de maior poder aquisitivo e indústrias, ocasionou alterações significativas no padrão construtivo, que teve reflexos diretos no clima local.

Estas alterações verificadas a partir dos mapas de temperatura nos indicam que as temperaturas de superfície se elevaram conforme novos usos e formas de ocupação foram sendo incrementadas a paisagem urbana. A paisagem modificada pelo urbano e principalmente pelo vetor imobiliário atraiu as classes média e alta em busca de uma moradia que fosse de fácil acesso a capital Fortaleza e que ao mesmo tempo fosse agradável de viver, longe dos grandes congestionamentos e poluição. Porém, ao longo dos anos, no ritmo que se encontra o processo de urbanização do município para atender a demanda de habitantes, é estimável que o município se torne uma extensão da capital, com equipamentos de serviços e edificações semelhantes.

Diante disso, este trabalho é ferramenta inicial para o estudo mais aprofundado do conforto térmico no município de Eusébio, carecendo de instrumentais metodológicos em campo, para a análise da temperatura do ar e verificação da correlação desta com a TST. A partir deste estudo, é possível um aprofundamento no planejamento urbano e ambiental para este e outros municípios com características semelhantes.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, A. J. P. *et al.* **Relação entre o Índice de Vegetação e a Temperatura de Superfície na estimativa e identificação das ilhas de calor na cidade de Maceió-AL. Anais XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR**, João Pessoa-PB, Brasil, 2015. Disponível em: <<http://www.dsr.inpe.br/sbsr2015/files/p0406.pdf>>. Acesso em: 10 mai 2018.

AYOADE, J. O. **Introdução à climatologia para os trópicos**. 6.ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001.

BARRY, R. G. CHORLEY, R. J. **Atmosfera, tempo e clima**. 9. ed. Porto Alegre, Bookman. 2013.

DIÁRIO DO NORDESTE. **Alphaville 3: 2ª fase tem Valor Geral de Vendas de R\$ 40,5 mi**. Disponível em:

<<https://diariodonordeste.verdesmares.com.br/editorias/negocios/alphaville-3-2-fase-tem-valor-geral-de-vendas-de-r-40-5-mi-1.1862891>>. Acesso em: nov de 2019.

IBGE. **Panorama. Eusébio**. 2019. Disponível em:

<<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ce/eusebio/panorama>>. Acesso em: 2 out 2019.

_____. **População residente. Eusébio**. 2000. Disponível em:

<https://ww2.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2000/universo.php?tipo=31o/tabela13_1.shtm&paginaatual=1&uf=23&letra=E>. Acesso em: 21 jan 2019.

_____. **Número de domicílios. Eusébio**. 2000. Disponível em:

<<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ce/eusebio/pesquisa/43/3028?ano=2000>>. Acesso em: 2 out 2019.

_____. **Número de domicílios. Eusébio**. 2010. Disponível em:

<<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ce/eusebio/pesquisa/43/3028?ano=2010>>. Acesso em: 2 out 2019.

GARTLAND, L. **Ilhas de calor: Como mitigar zonas de calor em áreas urbanas**. São Paulo. Oficina de textos. 2010.

Google Earth. **Fotos**. Disponível em:

<<https://lh5.googleusercontent.com/p/AF1QipPwP0xzYlnjNKZ9xxBZlkmUR6HfFX8jWr6U1MQS=h1440>>. Acesso em: nov de 2019.

IPEA. **Governança Metropolitana no Brasil**. Região Metropolitana de Fortaleza. 2015. Disponível em:

<http://www.ipea.gov.br/redeipea/images/pdfs/governanca_metropolitana/150928_relatorio_arranjos_fortaleza.pdf>. Acesso em: 9 out 2019.

IPECE. **Perfil municipal 2017 Eusébio**. 2018. Disponível em:

<http://www.ipece.ce.gov.br/perfil_basico_municipal/2017/Eusebio.pdf>. Acesso em: 10 jun 2018.

INMET. **Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa (BDMEP)**. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>>. Acesso em: 25/01/2019.

JENSEN, J. R. **Sensoriamento Remoto do Ambiente: Uma Perspectiva em Recursos Terrestres**. 2 -ed. Editora Parêntese. São José do Campos - SP. 2009. Disponível em:

<<https://profes.com.br/arquivos/gabriela.garcia/livro-sensoriamento-remoto-do-ambiente-jensen/download>>. Acesso em: 12 jun 2018.

M. DIAS BRANCO. **Histórico**. Disponível em: <<http://ri.mdiasbranco.com.br/a-companhia/historico/>>. Acesso em: 9 out 2019.

MONTEIRO, C. A. F. MENDONÇA, F. **Clima Urbano**. 2 ed. Editora Contexto. 2011.

NOGUEIRA, C. M. L. **Expansão metropolitana e dinâmica imobiliária: O município de Eusébio no contexto da Região Metropolitana de Fortaleza (RMF)**. 2011. Dissertação (Pós-graduação em Geografia) - Centro de Ciências, Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2011. Disponível em:
<http://www.repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/7775/1/2011_dis_cmlnogueira.pdf>. Acesso em: 11 jun 2018.

NOGUEIRA, C. M. L. **Expansão metropolitana e novos negócios imobiliários na alvorada do século XXI**. 2016. Tese (Doutorado em Geografia) - Centro de Ciências, Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2016. Disponível em: <<http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/30283>>. Acesso em: 21 jan 2020.

PIRES, E. G.; FERREIRA JUNIOR, L. G. F. **Mapeamento da Temperatura de Superfície a partir de imagens termais dos satélites Landsat 7 e Landsat 8. Anais XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR**, p. 7421-7428. João Pessoa-PB, 25 a 29 de abril de 2015. Disponível em: <<http://www.dsr.inpe.br/sbsr2015/files/p1671.pdf>>. Acesso em: 16 abr 2018.

PACHECO, A. P. *et al.* **Desertificação: contextualização e sensoriamento remoto. Estudos Geológicos** vol. 24(2). 2014. Disponível em: <www.ufpe.br/estudosgeologicos>. Acesso em: 7 mai 2018.

PORTAL HIDROLÓGICO DO CEARÁ. **Portal das chuvas no estado do Ceará**. Disponível em: <<http://www.hidro.ce.gov.br/municipios/chuvas-diarias>>. Acesso em: 25/01/2019.

SILVEIRA, A. E. G. **Impactos socioambientais na implantação dos loteamentos fechados e condomínios horizontais no município de Eusébio, Ceará**. 2012. Dissertação (Mestrado em Meio Ambiente e Desenvolvimento) - Centro de Ciências, Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2012. Disponível em:
<http://www.repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/16274/1/2012_dis_aegsilveira.pdf>. Acesso em: 11 jun 2018.

AGRADECIMENTOS

Gratidão à Deus, meu refúgio de fé e proteção. Aos meus pais, Liduína e Barroso, pelo apoio em minhas escolhas e por serem meus exemplos de vida através de seus ensinamentos. Aos meus irmãos, Lorena e Caiky, por estarem sempre presentes.

Ao meu namorado, Germano, pelos seus conselhos para a vida e por tornar a caminhada mais leve. À minha querida amiga Luana, por me dar forças em todas as circunstâncias da vida e por me trazer alegria nos momentos difíceis.

À minhas amigas de graduação, Sarah, Beatriz, Suiane, Ruth, Leilane e Evelyn pela alegria de compartilhar todos os momentos dessa experiência geográfica na qual crescemos juntas. A todos os professores e professoras do departamento de Geografia da UFC, por compartilharem seus valiosos conhecimentos e pelos ensinamentos para a vida profissional.

À minha orientadora e amiga, Elisa Zanella, pelas oportunidades a mim confiadas, pela sua dedicação, incentivo, suporte e conhecimento construído ao longo deste e de outros trabalhos.

Ao Laboratório de Climatologia Geográfica e Recursos Hídricos, por me dar suporte ao longo desta e de outras pesquisas e pelas amizades construídas, em especial ao Júnior, Mairla, Larissa, Ligia, Amanda, Jéssica e Robério.

Por fim, agradeço à UFC, instituição na qual foi possível o meu crescimento intelectual e humano, onde tive inúmeras experiências gratificantes e apoio por meio de bolsas e auxílios que me permitiram dedicação exclusiva ao estudo. Ao CNPq, pelo suporte financeiro através da bolsa de iniciação científica e pela oportunidade de aprimorar meus conhecimentos científicos.