



**II CONPESQ**  
**Congresso de Pesquisa,**  
**Pós-Graduação e Inovação**

Os novos rumos da ciência pós-pandemia

12 a 16 de abril de 2021 Universidade Federal do Cariri - UFCA

**ESTIMATIVA DE ALTERAÇÕES NO ÍNDICE DE VEGETAÇÃO POR DIFERENÇA NORMALIZADA, VIA DADOS ORBITAIS, NA MESORREGIÃO SUL CEARENSE: UMA ANÁLISE PRELIMINAR**

**Maria Natália Marcena dos Santos<sup>1</sup>**

Instituto de Formação de Educadores – IFE/UFCA  
[natalia.marcena@aluno.ufca.edu.br](mailto:natalia.marcena@aluno.ufca.edu.br)  
Programa Institucional de Iniciação Científica e Tecnológica (PIICT)

**Alexandre Vieira Sousa<sup>2</sup>**

Instituto de Formação de Educadores – IFE/UFCA  
[alexandre.sousa@aluno.ufca.edu.br](mailto:alexandre.sousa@aluno.ufca.edu.br)  
Programa Institucional de Iniciação Científica e Tecnológica (PIICT)

**Francineide Amorim Costa Santos<sup>3</sup>**

Instituto de Formação de Educadores – IFE/UFCA  
[francineide.amorim@ufca.edu.br](mailto:francineide.amorim@ufca.edu.br)  
Programa Institucional de Iniciação Científica e Tecnológica (PIICT)

**RESUMO:** Com o auxílio do sensoriamento remoto, pode-se estudar uma determinada área, identificando alterações da cobertura vegetal, que podem ser acarretadas de formas naturais, ou ocasionadas por ações humanas. Nesse contexto, uma importante ferramenta que permite estudos ambientais tem sido o sensoriamento remoto. O presente trabalho tem como objetivo quantificar, para a mesorregião Sul Cearense, uma importante variável para estudos ambientais, o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada, a partir de dados do sensor Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer a bordo do satélite Terra. Os resultados obtidos, ainda preliminares, indicam que o o Índice de Vegetação

<sup>1</sup> Será preenchido pela Comissão após avaliação com as informações dos metadados da submissão

<sup>2</sup> Será preenchido pela Comissão após avaliação com as informações dos metadados da submissão

<sup>3</sup> Será preenchido pela Comissão após avaliação com as informações dos metadados da submissão

por Diferença Normalizada sofreu uma diminuição no período estudado, que corresponde a 4 meses entre as datas do imageamento pelo satélite. No entanto, nossas análises não consideram, ainda, efeitos de degradação ambiental dado o pequeno intervalo de tempo entre as imagens. Porém, é possível associar os valores de o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada a alterações naturais da própria cobertura da superfície, que é composta em sua maior parte pela vegetação da Caatinga, a qual é bastante dependente do regime de chuvas, passando de uma arborização densa, no período chuvoso, apresentando-se rala no período seco. Diante do exposto podemos concluir que o Sensoriamento Remoto, associado ao conhecimento local da região de estudo, apresenta grande potencial para diferenciar as feições da superfície, permitindo o conhecimento do comportamento biofísico daquele ambiente e o alerta para a importância da preservação da vegetação nativa.

**PALAVRAS-CHAVE:** Sensoriamento remoto; Vegetação; Preservação.

**ABSTRACT:** With the help of remote sensing, it is possible to study a given area, identifying changes in vegetation cover, which can be brought about naturally, or caused by human actions. In this context, an important tool that allows environmental studies has been remote sensing. The present work aims at quantifying, for the Southern Ceará mesoregion, an important variable for environmental studies, the Normalized Difference Vegetation Index, based on data from the Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer sensor on board the Terra satellite. The results obtained, still preliminary, indicate that the Normalized Difference Vegetation Index suffered a decrease in the period studied, which corresponds to 4 months between the dates of the satellite images. However, our analyses do not yet consider the effects of environmental degradation given the short time interval between images. However, it is possible to associate the values of the Normalized Difference Vegetation Index with natural alterations of the surface cover itself, which is mostly composed of Caatinga vegetation, which is very dependent on the rainfall regime, going from a dense forestation, during the rainy season, to sparse during the dry season. In view of the above we can conclude that Remote Sensing, associated with local knowledge of the study region, presents great potential for differentiating the surface features, allowing the knowledge of the biophysical behavior of that environment and alerting to the importance of preserving the native vegetation.

**Keywords:** Remote sensing; Vegetation; Preservation.

## 1 INTRODUÇÃO

Segundo pesquisas realizadas sobre a ação humana, os processos antrópicos como as emissões de gases de efeito estufa, têm impactado o equilíbrio climático do planeta através do aquecimento global (IPCC,2013). Tendo em vista que, segundo tais cientistas, a biosfera também tem importante papel na regulação do clima, faz-se necessário levar em conta elementos como a vegetação e as mudanças de uso da terra dentro do contexto das mudanças globais.

Assim, essa temática tão importante não pode ser esquecida na Educação Básica, podendo o estudo da influência da vegetação nativa para a manutenção do equilíbrio do microclima local, ser uma importante via para contextualização dos conteúdos e um apelo na tomada de conscientização ambiental (SANTOS et al, 2018). Ainda de acordo com os referidos autores, alterações na cobertura do solo podem ocasionar mudanças nas trocas energéticas entre a superfície da Terra e a atmosfera, interferindo no clima de uma região e, portanto, na vida de

uma comunidade (SANTOS et al, 2018).

Para o monitoramento da superfície terrestre e dos diferentes padrões de crescimento do uso e ocupação do solo, pode utilizar técnicas de geoprocessamento, o qual é definido como o conjunto de tecnologias com o objetivo de coletar e tratar de informações espaciais (ROSA, 2005). Uma dessas geotecnologias, que permite a obtenção de imagens da superfície terrestre a distâncias remotas, é chamada de Sensoriamento Remoto (SR). No SR as informações são captadas por um sensor a bordo de um satélite, através de medições da radiação eletromagnética que podem ser geradas por meio de fonte naturais, como o Sol, ou por fontes denominadas artificiais, a exemplo do Radar (MENESES; ALMEIDA, 2012).

Com o auxílio do sensoriamento remoto, se pode ter a capacidade de estudar uma determinada área, identificando alterações da cobertura vegetal, que podem ser acarretadas de formas naturais, ou ocasionadas por ações humanas. Os resultados podem ser importantes tanto no âmbito da pesquisa acadêmica como para serem transformados em materiais para a utilização em situações de ensino.

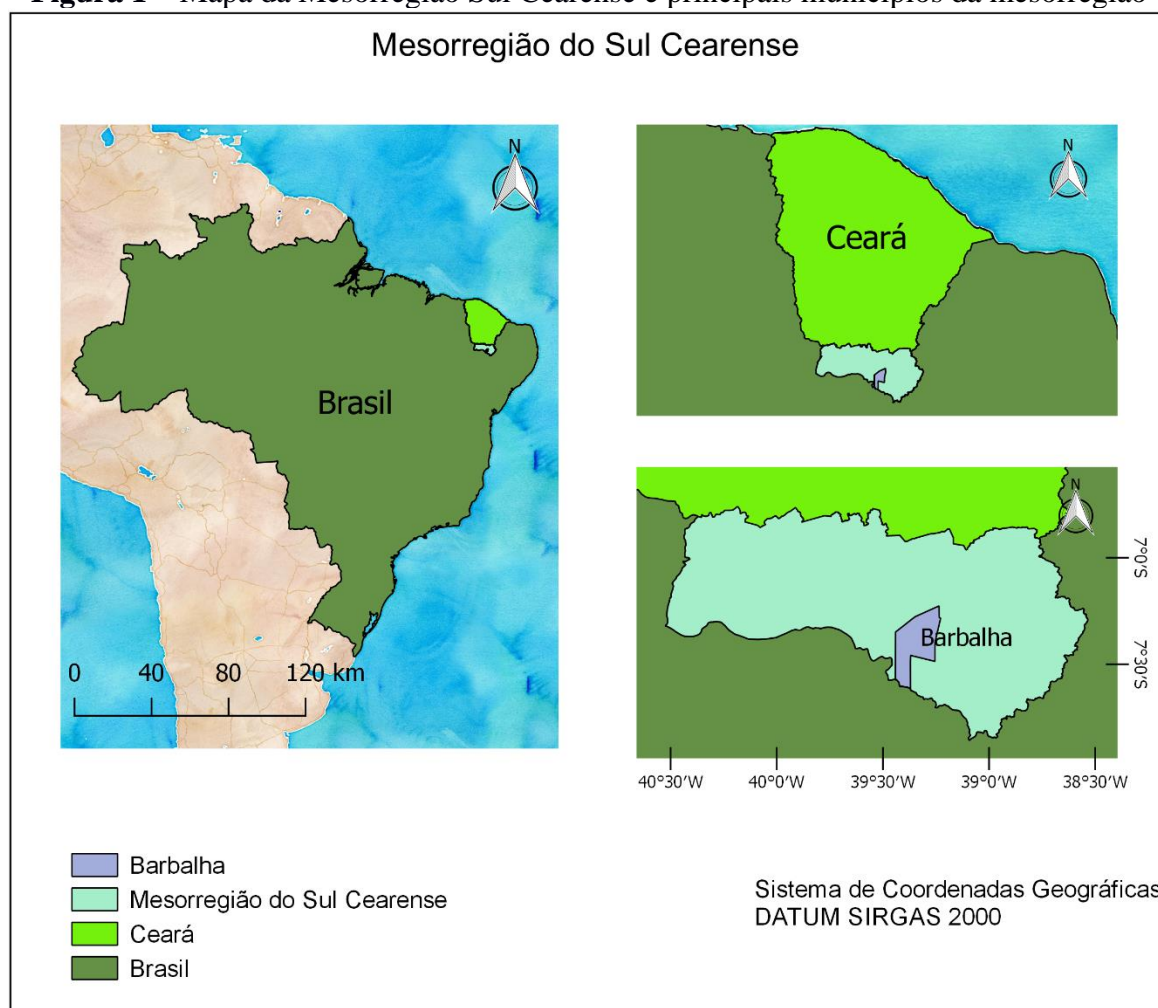
Diante do exposto, o presente trabalho tem como objetivo geral quantificar na forma de imagens, para a mesorregião do Sul Cearense, um índice de vegetação chamado NDVI (Índice de Vegetação por Diferença Normalizada), importante variável para estudo do meio ambiente. Para tal intento, são utilizados dados provenientes do sensor MODIS, (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) a bordo do satélite Terra. Na mesorregião Sul Cearense estão inseridos os campi da UFCA e, também, municípios onde residem estudantes da instituição, assim, os resultados podem ser úteis para contribuir com informações ambientais locais. Tendo em vista a grande mudança pela qual a região vem passando em sua geografia em virtude do avanço do setor imobiliário e obras como a Transposição do Rio São Francisco, que tem aumentado a degradação, essas informações podem trazer subsídios para a conscientização ambiental, no âmbito da educação e também para o alerta a possíveis tomadas de decisões de gestores públicos.

Outros objetivos, que não trataremos aqui, também são alvo do projeto de pesquisa que resultou no presente trabalho, o qual ainda está na metade do seu desenvolvimento. No momento, nos limitamos a apresentar resultados prévios, sem análises detalhadas, mas que serão ponto de partida para novos encaminhamentos até a conclusão do referido projeto.

## **2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**

A área de estudo compreende a Mesorregião Sul Cearense, a qual faz divisa com os estados do Pernambuco (ao sul), da Paraíba (a leste) e do Piauí (a oeste) e com as Mesorregiões Centro Sul e Sertões no estado do Ceará (Figura 1). Segundo o IBGE (2010), tem aproximadamente 876.600 habitantes, dispendo de uma infra-estrutura cortada por uma das estradas federais mais movimentadas do país, a BR-116, além de agregar estradas estaduais pavimentadas ligando-a às demais regiões do Ceará e outros estados. Além disso, o núcleo da Mesorregião é constituído pelos municípios de Crato, Juazeiro do Norte e Barbalha, que formam o Triângulo CRAJUBAR, situados na Região do Cariri cearense, considerada uma das regiões do pólo do Estado do Ceará, com localização no sul do Estado.

**Figura 1** – Mapa da Mesorregião Sul Cearense e principais municípios da mesorregião



**Fonte:** Imagens processadas pela autora utilizando dados do IBGE - arquivo pessoal.

Na primeira fase do projeto de pesquisa foi realizada uma parte mais técnica relativa ao processamento de imagens, onde nos apropriamos de alguns conceitos e técnicas inerentes ao geoprocessamento, ao domínio do *software* (detalhado adiante nesse texto) para manipulação dos dados e ao processo de solicitação e *download* das imagens. Na etapa subsequente foi

estabelecido o período que abrangeria o estudo e quais datas seriam selecionadas. Optou-se por escolher dias para o *download* das imagens que representassem uma época com a vegetação mais vigorosa, devido ao período chuvoso e outra que representasse o período mais seco. As referidas imagens correspondem ao mês de abril – o qual está incluído no período chuvoso e a segunda no mês de agosto, período comumente sem chuvas, quando a vegetação está mais rala. Vale resaltar que para obtenção das imagens utilizou-se como critério a ausência de nuvens na região, as quais são identificadas nas imagens de refletância<sup>4</sup>(que serão detalhadas adiante), utilizadas para o cálculo do NDVI.

Para coleta de dados foi utilizado o sensor MODIS, o qual, está a bordo do satélite Terra (lançado no espaço em dezembro de 1999) e faz parte do programa *Earth Observing System (EOS)*, financiado pelo programa ESE (*Earth Science Enterprises*) da NASA (*National Aeronautics and Space Administration*). As imagens MODIS<sup>5</sup> são adquiridas no formato HDF (Hierarchical Data Format) e utilizou-se o software MRT (*MODIS Reprojection Tool*) com o fim de convertê-las ao formato de imagem (GeoTIFF), para posterior processamento com o programa QGIS. Vale ressaltar que os programas utilizados são gratuitos, assim como as imagens adquiridas.

No pré-processamento as imagens foram todas reprojatadas para os referenciais geodésicos e cartográficos (esses conceitos são de fundamental importância para a parte de manuseio dos dados, mas entendemos que não cabe aqui o detalhamento dos mesmos, para maiores informações pode-se consultar Biblioteca IBGE) recomendados pelo IBGE para a região de estudo. Para essa reprojeção utilizou-se o MRT (*MODIS Reprojection Tool*), alterando a projeção e o formato do produto, como também a montagem de um mosaico de imagens para compor a mesorregião do Sul Cearense. Na Tabela 1 descreve-se os produtos MODIS utilizados no presente trabalho. A escolha desses produtos tem correlação com o tipo de aplicação pretendida, sendo os produtos necessários para estimativa da temperatura da superfície (Ts) e Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI).

**Tabela 1** – Descrição dos produtos MODIS utilizados

| <b>Produto</b> | <b>Descrição</b> | <b>Fator multiplicativo</b> | <b>Fator adicional</b> | <b>Resolução espacial</b> | <b>Unidades</b> |
|----------------|------------------|-----------------------------|------------------------|---------------------------|-----------------|
|----------------|------------------|-----------------------------|------------------------|---------------------------|-----------------|

<sup>4</sup>Imagens essas adquiridas na USGS (*U.S. Geological Survey*) através do endereço <https://earthexplorer.usgs.gov/>.

<sup>5</sup> Os dados MODIS selecionados para a pesquisa correspondem aos *tiles* h14v9 e h13v09. <sup>1</sup>Tiles são os retângulos (ou recortes) de “tamanho” 10 x 10 graus que dividem o planeta, para fins de escolha e aquisição dessas imagens, caso a área de interesse esteja inserida em mais de um *tile*, é necessário fazer a junção desses *tiles*, comumente chamada de “mosaico” (SANTOS, et al., 2018).

|         |                           |        |   |        |                   |
|---------|---------------------------|--------|---|--------|-------------------|
| MOD11A2 | Temperatura da Superfície | 0,02   | - | 1000 m | Kelvin ou Celsius |
| MOD09A1 | Refletância da superfície | 0,0001 | - | 500 m  | Adimensional      |

**Fonte:** Adaptado de <http://modis.gsfc.nasa.gov/>.

O Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) - da sigla em inglês *Normalized Difference Vegetation Index*), é um índice que permite fazer análises sobre a cobertura vegetal de uma região. Seu valor varia de “-1” a “1” e, quanto maior o valor, maior e a presença de vegetação. Valores de  $NDVI > 0$  indicam solo ou vegetação, já  $NDVI \leq 0$  indicam água ou neve (ALLEN et al., 2007 apud SANTOS et al., 2018). O cálculo do NDVI é dado pela razão entre as diferenças na refletividade das bandas do infravermelho próximo ( $\rho_{IV}$ ) e do vermelho ( $\rho_V$ ) e a soma delas (Equação 1):

$$IVDN = \frac{\rho_{IV} - \rho_V}{\rho_{IV} + \rho_V} \quad (1)$$

Onde as refletâncias são obtidas de dados do satélite.

Ademais, foi utilizado o software QGIS, para o processamento das imagens MODIS de refletância da superfície, utilizando a calculadora RASTER para inseri-las na Equação 1 e obter o NDVI. Também foram geradas as imagens de Temperatura da superfície, simplesmente aplicando-se o fator de correção conforme a Tabela 1 e efetuando a conversão da escala Kelvin para a escala Celsius.

Com o processamento das imagens podemos utilizá-las tanto no estudo do meio ambiente como fazer uso delas no ensino de física. Um maior número de imagens processadas, assim como as análises ambientais e possíveis formas de utilizá-las para fins de ensino são objetivos na continuação do presente trabalho de pesquisa até a sua finalização.

### 3 REFERENCIAL TEÓRICO

Segundo Moraes (2008) os sensores além de serem dispositivos que possibilitam a detecção da energia eletromagnética que é proveniente de um determinado objeto, possibilita transformar essa energia em um sinal capaz de ser registrado. Com isso, o sensoriamento remoto promove a passagem pela experiência de como ler os dados digitais das imagens e processá-los, com o mínimo necessário da compreensão das funções matemáticas e estatísticas é possível montar mapas digitais temáticos.

Além disso, o sensoriamento remoto utiliza-se de fontes de energia que podem ser naturais ou artificiais como a radiação eletromagnética (REM), uma forma de energia usada no registro das informações que os objetos emitem em direção aos sensores, que são equipamentos instalados a bordo dos satélites, para capturar essa energia. As duas principais fontes de energia eletromagnética aproveitadas pelo sensoriamento remoto são o Sol e a Terra (FLORENZANO, 2011). Diante disso, o sensoriamento remoto pode ser uma forma prática, visual e compreensiva de aplicação na sala de aula, que permite uma formação social, relacionando a educação ambiental de modo “concreto” visualizando efeitos decorrentes da falta ou diminuição de vegetação e os impactos decorrentes. No entanto, como já citado, essa questão será tratada na segunda fase do trabalho.

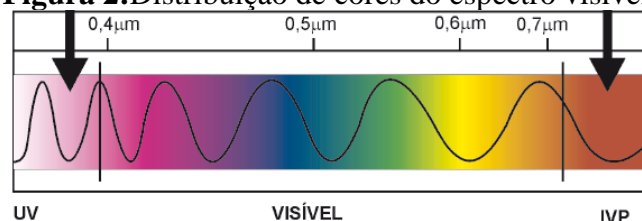
O sensor, que é o instrumento capaz de coletar e registrar a REM refletida ou emitida pelo objeto, que também é denominado alvo, e que representa o elemento do qual se pretende extrair informação” (NOVO; PONZONI, 2005). A radiação que é captada se comporta como ondas, de acordo com o modelo ondulatório da luz, a qual consiste em um campo elétrico e magnético perpendiculares entre si com uma velocidade de propagação (velocidade da luz).

O comprimento de onda caracteriza a REM, representando a distância entre dois pontos com intensidades iguais referentes ao campo eletromagnético. O conjunto de comprimentos de onda que compõem a REM é conhecido como Espectro eletromagnético, o qual é dividido didaticamente em um certo número de regiões espectrais (NOVO; PONZONI, 2005). Ou seja, é o conjunto de intervalo de todos os possíveis comprimentos de onda da radiação eletromagnética. Segundo Batista, Dias (2005)

Após a região do visível, os comprimentos de onda maiores do que  $0,7 \mu\text{m}$  até  $100 \mu\text{m}$  são chamados de infravermelho (IV) que correspondem a mais de 100 vezes a largura da faixa espectral do visível e pode ser dividido em IV refletido e IV emitido ou térmico. O IV refletido vai de  $0,7 \mu\text{m}$  até  $3,0 \mu\text{m}$ . O IV térmico vai de  $3,0 \mu\text{m}$  até  $100 \mu\text{m}$  e é bastante diferente do visível e do IV refletido. Nessa região do espectro, a radiação é emitida da superfície da Terra na forma calor (BATISTA; DIAS, 2005, p.14).

Sendo assim, visível, infravermelho próximo, infravermelho médio e microondas as faixas mais usadas no sensoriamento remoto dos recursos naturais (Figura 2).

**Figura 2:** Distribuição de cores do espectro visível.



Fonte: Moraes (2008).

Para que se conheça as propriedades intrínsecas dos objetos em termos de sua interação com a REM, faz-se necessária a apresentação de mais um conceito importante que é o da Reflectância (NOVO; PONZONI, 2005).

É através da Reflectância que são estudadas as características intrínsecas dos objetos em refletir a REM incidente, pois ela é dependente das suas propriedades físicoquímicas. Este estudo é denominado de estudo do Comportamento espectral de alvos (NOVO;PONZONI, 2005, p.11).

Para o análise da refletancia utiliza-se a variavel NDVI (índice de vegetação por diferença normalizada). “O NDVI é o índice de vegetação mais amplamente usado no processamento de dados de satélite, pois explora as propriedades espectrais da absorção da vegetação nos comprimentos de onda do visível” (LIRA *et al*, 2010, p.158). Seu cálculo utiliza como base a refletância.

A refletância espectral da vegetação verde sadia mostra um evidente contraste entre a região do visível e a região do infravermelho próximo, e quanto maior for o contraste, maior vigor terá a cobertura vegetal (PONZONI *et al.*, 2012, p. 89). A partir do sensoriamento remoto, estima-se o índice de vegetação, através do NDVI, de acordo com os registros dessas duas regiões do espectro eletromagnético.

O sensor MODIS possibilita identificar mudanças globais, que segundo a NASA (2021) desempenha um papel vital no desenvolvimento de modelos de sistemas terrestres interativos, globais e validados, capazes de prever mudanças globais com precisão suficiente para ajudar os formuladores de políticas a tomar decisões mais acertadas sobre a proteção de nosso meio ambiente.

Sabendo que, a presença ou ausência da vegetação pode influenciar o clima regional, como apontam resultados experimentais, alguns dos quais realizados na região Amazônica (NOBRE *et al.* 1991) e que as características da superfície (que pode está vegetada ou não) podem ser detectadas pelas ondas emitidas que são captadas pelos sensores, percebe-se a possibilidade de uma possível interligação entre a Educação Ambiental e o ensino de conteúdos das Ciências a partir do SR. Essa importância, já apontada por SANTOS *et al.*, (2018) é, como já mencionado, o nosso próximo objetivo de estudo.

#### **4 RESULTADOS**

Um dos pontos desejado alcançar no presente trabalho é apresentar mapas e imagens processadas da mesorregião, por meio do sensoriamento remoto como ferramenta do ensino de Física, trabalhando com conteúdos voltados para Educação Ambiental.

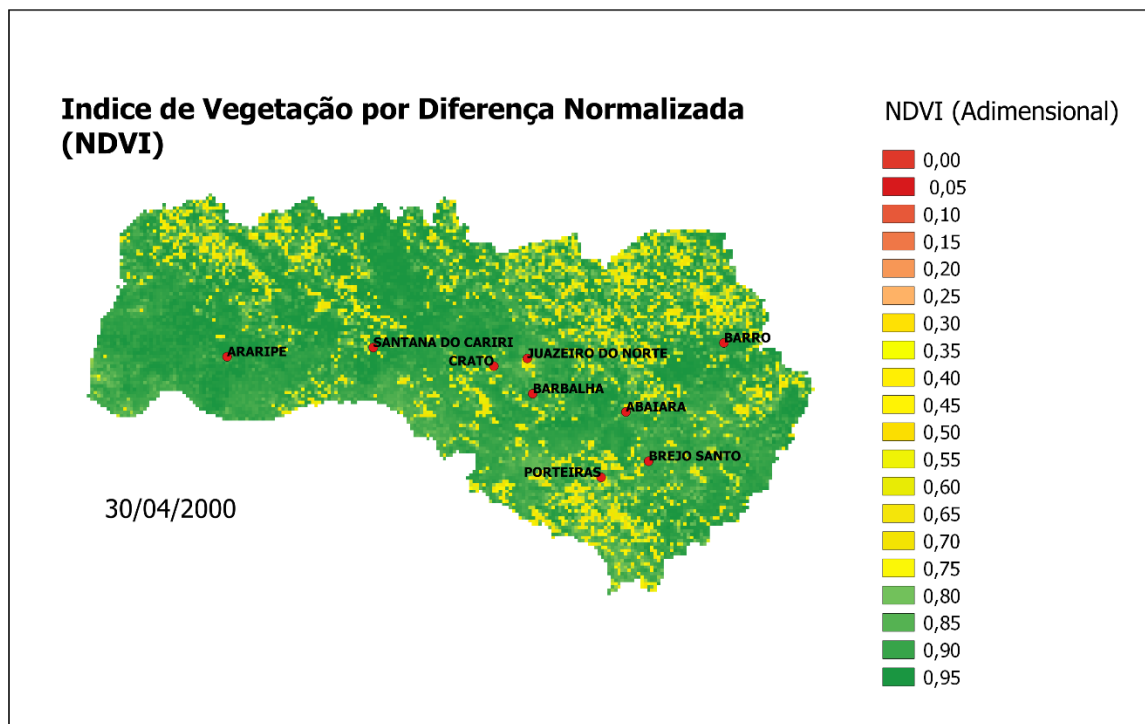
Os resultados preliminares, ainda não conclusivos, das imagens processadas para a Mesorregião Sul Cearense, não tem como objetivo realizar estudos ambientais, referentes à investigação de possíveis causas e consequências do desmatamento. Por enquanto são apenas resultados preliminares do processamento, para dois dias do ano 2000. Uma maior quantidade de imagens, assim como um tratamento estatístico, comporá as próximas etapas do estudo. Também vale ressaltar que as imagens processadas foram uma do mês de abril (período dentro da concentração de chuvas) e outra de agosto (período normalmente sem chuvas). Segundo Sousa *et al.* (2017) a Mesorregião do Sul Cearense apresenta período chuvoso bem definido e mal distribuído, em geral, entre os meses de dezembro a maio, totalizando uma estação chuvosa de seis meses.

Nas Figuras 3 e 4 estão representadas as imagens de NDVI processadas. Observa-se que na Figura 3 os valores de NDVI apresentam-se, em geral, mais elevados do que na Figura 4. Esse fato pode ser devido às datas do imageamento pelo satélite, tendo em vista que no mês de abril devido à época chuvosa, a vegetação de toda a região, em sua maior parte Caatinga, segundo Sá *et al.* (2014) está bem vigorosa.

Assim, concluímos que os valores do NDVI sofreram alterações no período de 4 meses, mas sem levar em conta processos de degradação ambiental nas análises, pois a mesorregião é composta pela vegetação da Caatinga, a qual se torna dependente de chuvas, para uma arborização belíssima, no período chuvoso, e no final com folhas secas.

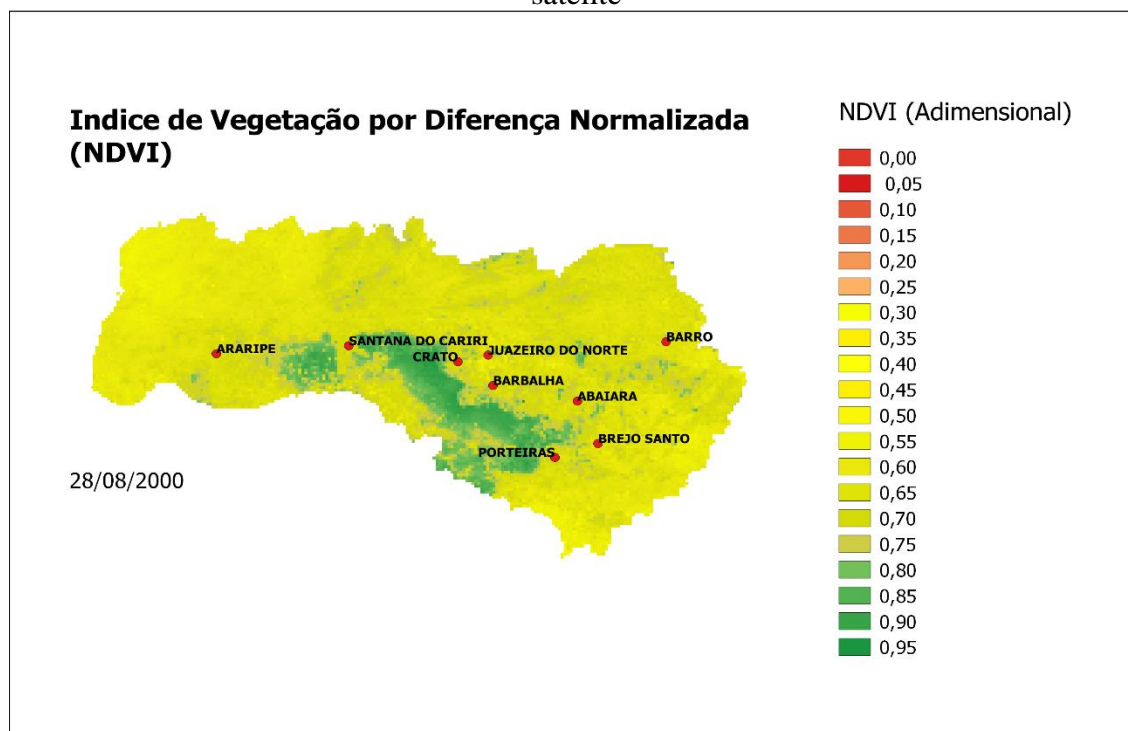
Já na Figura 3, além de observarmos menores valores de NDVI em comparação com a Figura 4, podemos enxergar a delimitação da Floresta Nacional do Araripe (Figura 5), situada na Chapada do Araripe, uma unidade de conservação brasileira, a partir da “mancha” que representa vegetação mais densa, correspondendo a maiores valores de NDVI. É importante chamar atenção, aqui, para o fato de conseguirmos, com uma imagem formada por radiação, distinguir, praticamente, o contorno da Floresta, corroborando com resultados de delimitação traçados de outra forma, como apresentado na Figura 5.

**Figura 3** - NDVI para a mesorregião Sul Cearense, obtida com o processamento dos dados de satélite



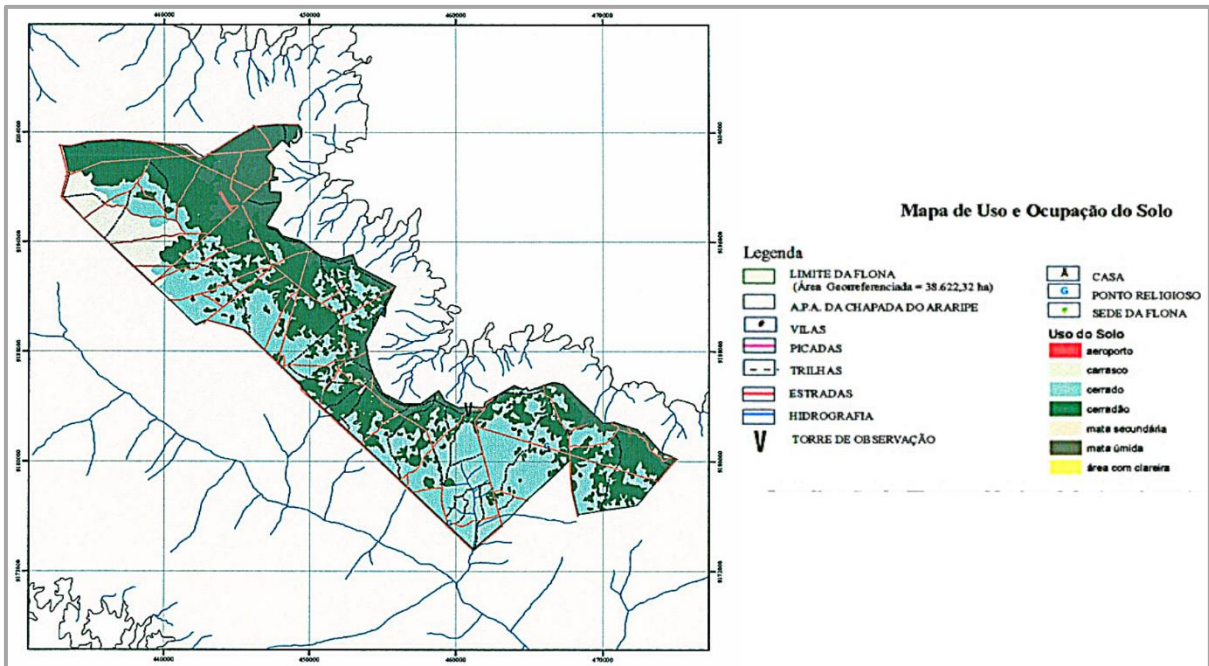
Fonte: Imagens processadas pela autora - arquivo pessoal.

**Figura 4** - NDVI para a mesorregião Sul Cearense, obtida com o processamento dos dados de satélite



Fonte: Imagens processadas pela autora - arquivo pessoal.

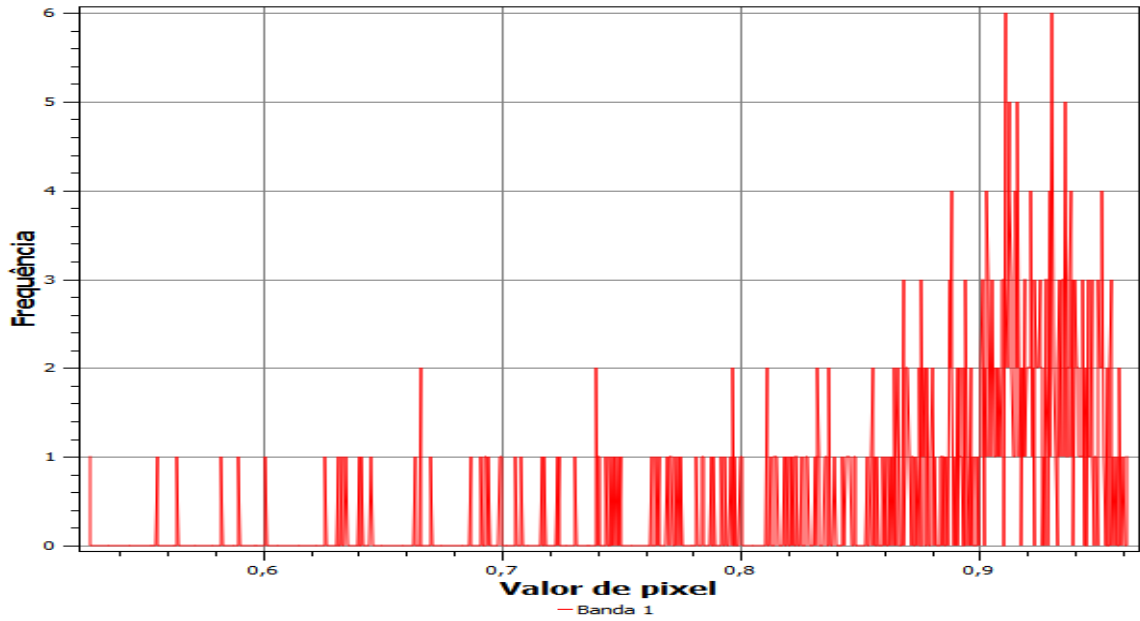
**Figura 5:** Delimitação da Floresta Nacional do Araripe



Fonte: Adaptado de: ([www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/docs-planos-de-manejo/flona\\_araripe\\_pm\\_sum1.pdf](http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/docs-planos-de-manejo/flona_araripe_pm_sum1.pdf)).

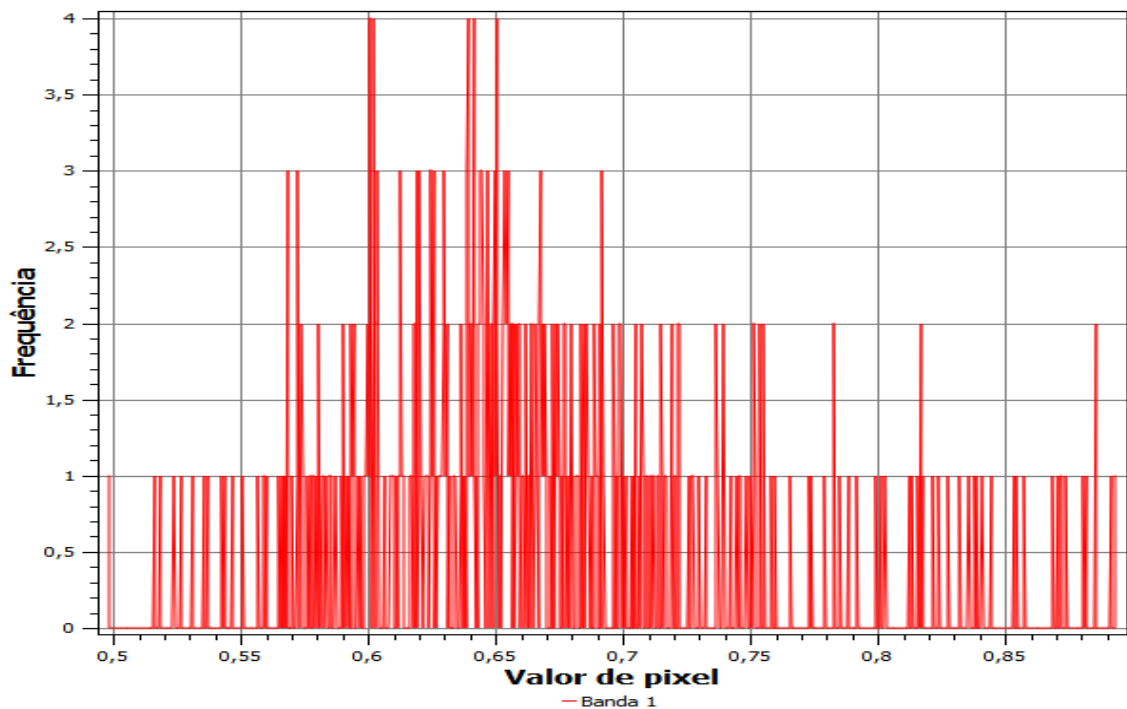
Com os histogramas das imagens (Figuras 6 e 7) possibilita-se conferir os valores, assim como, observar a frequência com que esses mesmos valores aparecem, possibilitando a criação da escala adequada para visualização das imagens a partir da observação dos valores mínimo e máximo. Para as Figuras 3 e 4 foi criada uma única escala, manualmente, com intervalos iguais de 0,05, possibilitando uma melhor definição das feições da imagem e facilitando a comparação entre as mesmas. Podemos conferir, a partir do histograma da Figura 4 que a maior concentração de valores mais altos de NDVI é deslocada para a direita, enquanto na Figura 5 apresenta-se deslocada para a esquerda, indicando uma maior frequência de valores mais baixos. Resultados esses que podem, como já mencionado, ser observado apenas olhando pra as imagens das Figuras 3 e 4.

**Figura 6** – Histograma da Figura 3



Fonte: Autoria própria: Captura de tela – QGIS.

**Figura 7**– Histograma da Figura 4



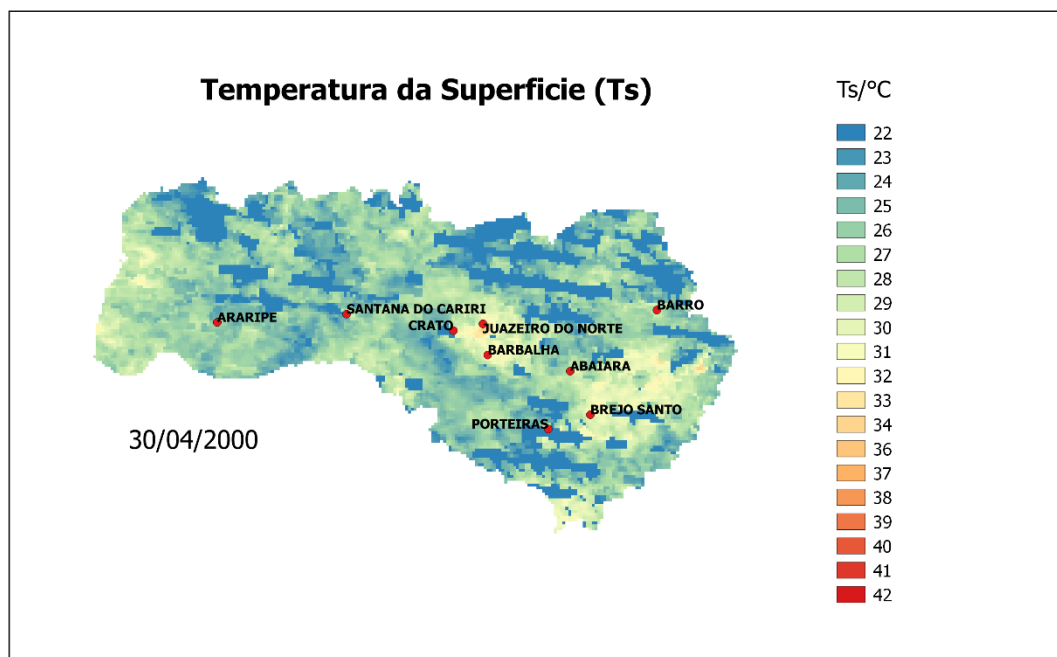
Fonte: Autoria própria-Captura de tela – QGIS.

Podemos observar ainda, a partir dos resultados do NDVI (Figura 4), que mesmo na época seca, a Floresta Nacional do Araripe apresenta altos valores de NDVI com relação ao seu entorno. Uma análise que associe os valores de NDVI com os valores de temperatura podem evidenciar a correlação negativa existente entre essas duas variáveis, como pode ser percebido pela nas Figura 8 e 9 (temperatura da superfície), apresentando maiores valores de temperatura

para áreas de menor NDVI e vice-versa. Essa condição fica mais evidente na Figura 9, por se tratar de uma época mais seca. Essa importante característica, registrada a partir dos dados do sensor MODIS, evidencia que a região da Floresta Nacional do Araripe, mesmo em épocas mais quentes apresenta temperaturas menores que o seu entorno.

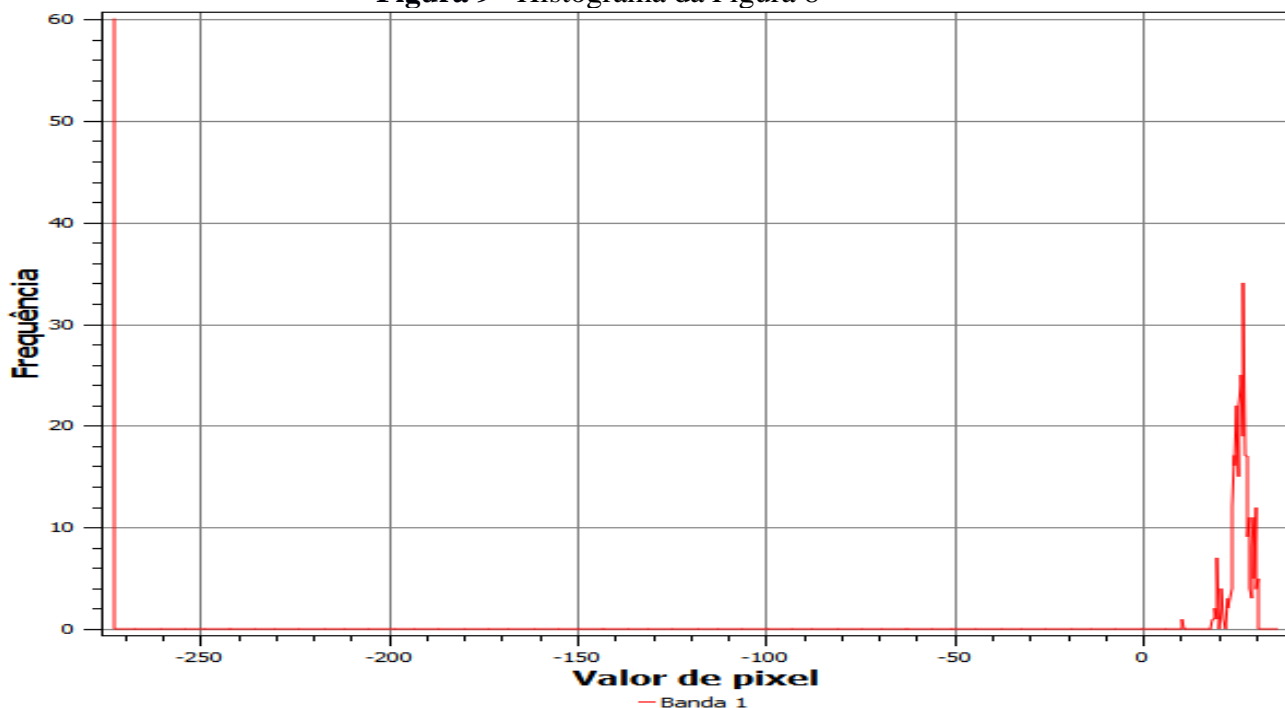
Para apresentação das imagens de Temperatura da superfície ( $T_s$ ), também foi criada uma única escala, manualmente, com intervalos iguais de 1 °C, possibilitando uma melhor definição das feições da imagem e facilitando a comparação entre as mesmas. Um olhar mais detalhado para a Figura 8 nos permite ainda algumas inferências a partir da análise de sua legenda em cores, que indica a temperatura em graus Celsius, e do histograma da imagem, (Figura 9). A imagem apresenta pontos com valores negativos (Figura 9), os quais estão aparecendo na tonalidade azul a Figura 8 devido a criação da escala não contemplar valores de temperatura abaixo de 22. Esses valores negativos parecem como endo zero na imagem bruta do sensor, porém, com a transformação para celsius, eles passam a ficar negativos ( $T_{kelvin} = T_{celcius} - 273,15$ ). Os valores zero, no entanto, não correspondem a valor real de temperatura e sim a possíveis falhas na hora do imageamento do sensor. Nas etapas posteriores do estudo essa imagem pode ser substituída ou comparada a outra em datas próximas para ajudar nessa investigação.

**Figura 8**–  $T_s$  para a mesorregião Sul Cearense, obtida com o processamento dos dados de satélite



**Fonte:** Imagens processadas pela autora - arquivo pessoal.

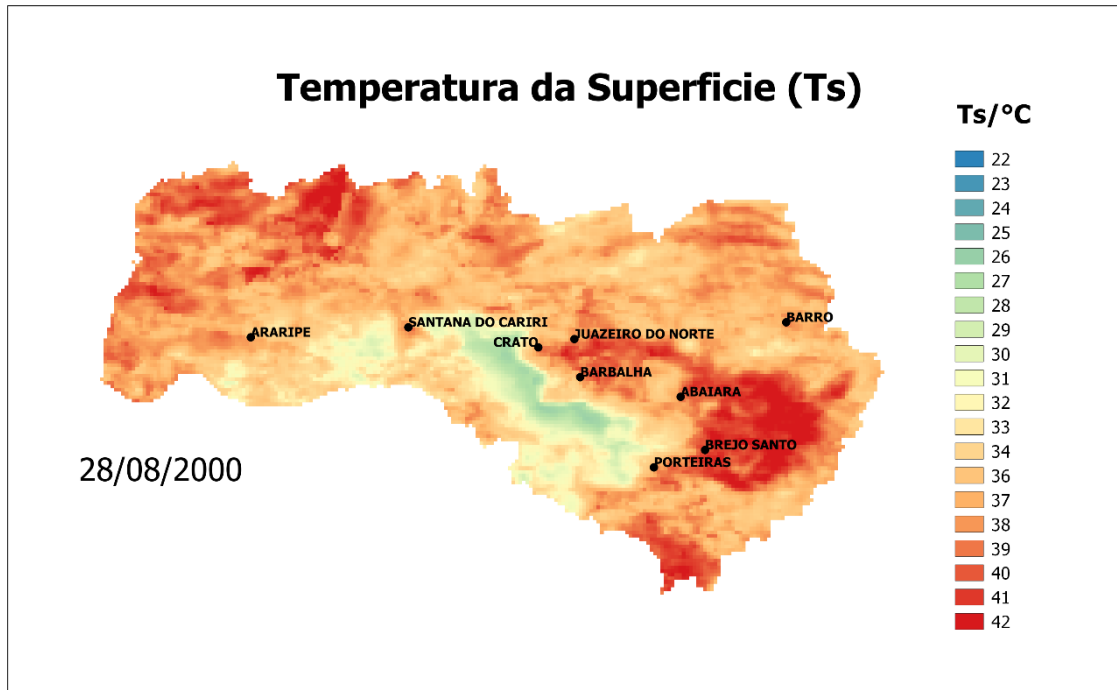
**Figura 9**– Histograma da Figura 8



Fonte: Autoria própria: Captura de tela – QGIS.

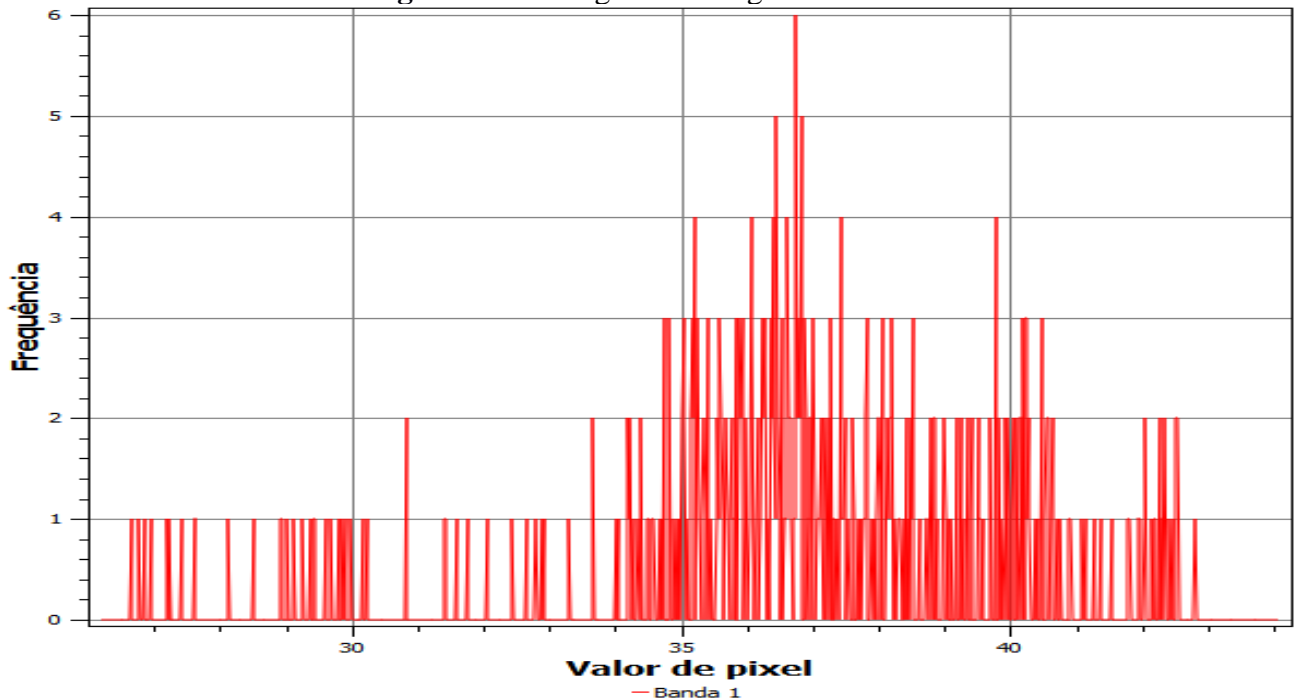
Apesar do “imprevisto”, na Figura 10 a legenda em cores indica também a temperatura em Celsius variando no intervalo de 1 °C, com cores azuladas indicando regiões mais frias e cores vermelhas as regiões mais quentes. Analisando a região azul e os municípios em seu entorno e comparando com a Figura 4, verificamos que se trata da presença da Floresta Nacional do Araripe. Diante disso, conseguimos identificar tanto a floresta quanto as áreas urbanas habitadas e possivelmente degradadas. E percebemos que ao redor da Floresta Nacional do Araripe a temperatura se apresenta mais elevada nos municípios em destaque, provavelmente correspondendo as áreas urbanas desses municípios.

**Figura 10**– Ts para a mesorregião Sul Cearense, obtida com o processamento dos dados de satélite



Fonte: Autoria própria: Imagens processadas pela autora - arquivo pessoal.

**Figura 11**– Histograma da Figura 5



Fonte: Captura de tela – QGIS.

Nas figuras acima podemos constatar os menores valores de NDVI e maiores valores da Ts para as regiões urbanas, provavelmente mais quentes. Isso ocorre, pois onde temos mais vegetação a energia proveniente do Sol (radiação de onda curta) é distribuída de forma “igualitária” na evaporação da água, fotossíntese (processos esses físicos e biofísicos), destinando menor quantidade ao aquecimento do solo, ao contrário do que ocorre nas áreas

urbanas onde a maior parte da radiação solar recebida é utilizada para aquecer a superfície e acaba retornando para a atmosfera sob a forma de radiação de onda longa (calor), aumentando a temperatura do ar.

Resultados como os descritos acima, utilizando o Sensoriamento remoto, podem gerar material auxiliar para os conteúdos envolvendo a Física ou as Ciências Naturais, entre eles os mecanismos de transmissão de calor (condução, convecção e irradiação), o efeito estufa, ondas eletromagnéticas, entre outros. E tudo isso envolvendo a realidade local dos estudantes. Esse é um dos nossos objetivos para a continuação desse trabalho.

## **5 CONCLUSÕES**

Diante do exposto podemos concluir que o sensoriamento remoto, além de ser uma ferramenta utilizada no geoprocessamento de uma forma geral, pode ser utilizada para uma determinada área de estudo associando-se o conhecimentos à realidade local daquele ambiente, o que facilita a investigação e a interpretação dos dados obtidos com processamento. Com a produção de mapas e imagens, gerar variáveis de interesse como o NDVI, além de permitir o conhecimento do comportamento biofísico de uma determinada região, permite chamar atenção para a função da vegetação nativa, alertando para a importância da preservação ambiental.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradecemos o financiamento do Programa Institucional de Iniciação Científica e Tecnológica (PIICT) na modalidade PIBIC da Universidade Federal do Cariri viabilizando realização da pesquisa.

## **REFERÊNCIAS**

BATISTA, G. T.; DIAS, N. W. **Introdução ao sensoriamento remoto e processamento de imagens**. São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2005-04-02. (INPE ePrintsid.inpe.br/ePrint@80/2005/04.01.14.06).

FLORENZANO, T. G. **Iniciação em Sensoriamento Remoto**. São Paulo: Oficina de Textos, 3ª edição, 128p. 2011.

GOMES, A. R. **projeção de crescimento urbano utilizando imagens de satélite**. 1995. 89 p. Monografia (Graduação em Ecologia) – Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1995.

IBGE. **Acesso e uso de dados geoespaciais.** Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=2101675>. Acesso em: 21 jan. 2021.

IPCC. (2013). **Summary for Policymakers.** In: STOCKER, T.F., et al., editores. Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 2013. Acesso em 25 nov., 2018, [https://www.ipcc.ch/pdf/assessmentreport/ar5/wg1/WGIAR5\\_SPM\\_brochure\\_en.pdf](https://www.ipcc.ch/pdf/assessmentreport/ar5/wg1/WGIAR5_SPM_brochure_en.pdf).

SÁ, Iêdo Bezerra *et al.* Mapeamento da desertificação da mesorregião Sul do Ceará com base na cobertura vegetal e nas classes de solos. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Pernambuco, v.07, n.3, p.572-583, ago/set. 2014. Disponível em: [www.ufpe.br/rbgfe](http://www.ufpe.br/rbgfe). Acesso em: 20 jan.2021.

LIRA, Daniel Rodrigues de; ARAUJO, Maria do Socorro Bezerra de; SA, Everardo Valadares de; SAMPAIO, Barretto; SILVA, Hewerton Alves da. Mapeamento e Quantificação da Cobertura Vegetal do Agreste Central de Pernambuco Utilizando o NDVI. **Revista Brasileira de Geografia Física** 03 (2010) 157-162.

LORENZZETTI, J. A. **Princípios Físicos do Sensoriamento Remoto.** São Paulo: Blucher,2015.

MENESES, P. R. Princípios do Sensoriamento Remoto. In: MENESES, P. R.; ALMEIDA, T de. **Introdução ao Processamento de Imagens de Sensoriamento Remoto.** Brasília: UNB/CNPQ, 2012, p.1-31.

MORAES, C. E. Fundamentos de Sensoriamento Remoto. In: DI MAIO et al. **Sensoriamento Remoto: Formação Continuada de Professores.** Curso Astronáutica e Ciências do Espaço. Agencia Espacial Brasileira, 2008, p.3-12.

NASA – MODIS, disponível em: <https://modis.gsfc.nasa.gov/about/>. Acessado em fevereiro de 2021.

NOVO, E. M. L. D. M.; PONZONI, Flávio Jorge. **Apostila introdução ao sensoriamento remoto**, INPE, São José dos Campos,2001.

NOBRE, C.A.; SELLERS, P.J.; SHUKLA, J. Amazonian deforestation and regional climate change. **Journal of Climate**, v.4, p.957–987, 1991.

ROSA, ROBERTO. **Geotecnologias na Geografia aplicada.** Revista do Departamento de Geografia, Uberlândia, 2005.

SARAIVA, A. G. S. **análise multitemporal do uso do solo e dos níveis de degradação das terras do município de boa Vista-pb utilizando dados de sensoriamento remoto e SIG.** 2009. 98 f.Monografia (Curso Superior de Tecnologia em Geoprocessamento)– Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, João Pessoa, 2009.

SANTOS, F. A. C. *et al.* TEXTOS DE APOIO AO PROFESSOR DE FÍSICA: Sensoriamento Remoto (SR) como forma de contextualização e prática da Educação Ambiental na disciplina

de Física. **Instituto de Física – UFRGS**, Rio Grande do Sul, v. 29, n. 3, p. 5-105, 2018.

SOUSA, R. F. **Terras agrícolas e o processo de desertificação em municípios do semi-árido paraibano**. 2007. 180 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2007.

SOUZA, César Lincoln Oliveira De et al.. Variabilidade interanual da precipitação na mesorregião do sul do ceará. **Anais II CONIDIS...** Campina Grande: Realize Editora, 2017. Disponível em: <https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/33942>. Acesso em: 20/02/2021.