



## **SENSORIAMENTO REMOTO E ANÁLISE TEMPORAL DE DADOS NDVI EM ÁREAS DO MACIÇO RESIDUAL DE ÁGUA BRANCA E SEU ENTORNO, SEMIÁRIDO DE ALAGOAS**

### **REMOTE SENSING AND TEMPORAL ANALYSIS OF NDVI DATA IN AREAS OF THE ÁGUA BRANCA RESIDUAL MASSIF AND ITS SURROUNDING, SEMIARID OF ALAGOAS**

### **TELEDETECCIÓN Y ANÁLISIS TEMPORAL DE LOS DATOS DE LA NDVI EN ZONAS DEL MACIZO RESIDUALE DE ÁGUA BRANCA Y ENTORNO, SEMIÁRIDAS DE LAS ALAGOAS**

João Pedro Avelino dos Santos<sup>1</sup>  
Magda Campos Lima<sup>2</sup>  
Raquel Oliveira Alves<sup>3</sup>  
Flávia Jorge de Lima<sup>4</sup>

#### **RESUMO**

Com o advento das geotecnologias, as análises temporais para o uso e cobertura da terra tornaram-se mais eficazes. As novas técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto, auxiliadas pelo imageamento de satélites e outros Sistemas de Informações Geográficas (SIGs), propiciaram o melhoramento para o planejamento e gestão territorial. O Maciço Residual de Água Branca apresenta uma vasta diversidade paisagística, que dentre outras características, pode apresentar áreas potencialmente agricultáveis. Diante do exposto, a pesquisa tem como objetivo principal analisar as modificações ocorridas na cobertura vegetal em áreas do Maciço Residual de Água Branca e entorno nos últimos anos. A metodologia pautou-se na coleta, análise e processamento de dados em ambiente SIG, optando pela utilização do cálculo do NDVI, para as análises de uso e cobertura da terra. Como resultados, foi possível identificar decréscimo da cobertura vegetal ao longo dos anos e um acréscimo de áreas destinadas a pequena agricultura e ao plantio de pastagens, bem como, notou-se que a área de estudo que compreende o Maciço é consideravelmente pouco urbanizada. Por fim, conclui-se que as análises sobre o uso e cobertura da terra constitui um passo importante na promoção de planos de gestão territorial que tenham como premissa o uso da paisagem a partir do entendimento das suas limitações e potencialidades de uso pela sociedade.

**Palavras-chave:** Sensoriamento Remoto, NDVI, Uso e Cobertura da Terra.

<sup>1</sup> Mestrando do Curso de Geografia da Universidade Federal de Alagoas – UFAL. E-mail: pedroavelino42@gmail.com

<sup>2</sup> Mestranda do Curso de Geografia da Universidade Federal de Alagoas – UFAL. E-mail: magdajulia@hotmail.com

<sup>3</sup> Graduanda do Curso de Geografia da Universidade Federal de Alagoas – UFAL. E-mail: oraquel02@gmail.com

<sup>4</sup> Professora do Curso de Geografia da Universidade Federal de Alagoas - UFAL. E-mail: flavia.limageo@gmail.com

## ABSTRACT

With the advent of geotechnologies, temporal analyzes for land use and land cover have become more effective. The new techniques of geoprocessing and remote sensing, aided by the generation of images from satellites and other geographic information systems (GIS), provided the improvement of territorial planning and management. The Água Branca Residual Massif presents a vast landscape diversity, which among other characteristics, can present potentially arable areas. Given the above, the main objective of the research is to analyze the changes in vegetation cover in areas of the Água Branca Residual Massif and surroundings in recent years. A methodology was based on the collection, analysis and processing of data in the GIS environment, opting for the use of the NDVI calculation, for analysis of land use and coverage. As a result, it was possible to identify a decrease in vegetation cover over the years and an increase in areas destined for small agriculture and pasture planting, as well as, it was noted that the study area that comprises the Massif is considerably little urbanized. Finally, it is concluded that the analyzes on land use and coverage constitute an important step in the promotion of territorial management plans that have as premise the use of the landscape based on the understanding of its limitations and potential for use by society.

**Keywords:** Remote Sensing, NDVI, Land Use and Coverage.

## RESUMEN

Con el advenimiento de las geotecnologías, los análisis temporales para el uso y la cobertura del suelo se han vuelto más efectivos. Las nuevas técnicas de geoprociamiento y percepción remota, ayudadas por la generación de imágenes de satélites y otros Sistemas de Información Geográfica (SIG), proporcionaron la mejora para la planificación y gestión territorial. El Macizo Residual de Água Branca presenta una vasta diversidad de paisajística, que entre otras características, puede presentar áreas potencialmente agrícolas. Ante lo expuesto, la investigación tiene como objetivo principal analizar las modificaciones ocurridas en la cobertura vegetal en áreas del Macizo Residual de Água Branca y entorno en los últimos años. La metodología se basó en la recopilación, análisis y procesamiento de datos en ambiente SIG, optando por el uso del cálculo NDVI, para los análisis del uso y cobertura de la tierra. Como resultado, fue posible identificar una disminución en la cobertura vegetal a lo largo de los años y un aumento en las áreas destinadas a la agricultura pequeña y la plantación de pastos, así como, se observó que el área de estudio que comprende el Macizo es considerablemente poco urbanizada. Finalmente, se concluye que los análisis sobre el uso de la tierra y la cobertura de la tierra constituyen un paso importante en la promoción de planes de gestión territorial que tengan como premisa el uso del paisaje a partir del entendimiento de sus limitaciones y potencial de uso por la sociedad.

**Palabras clave:** Percepción Remota, NDVI, Uso y Cobertura de la Tierra.

## INTRODUÇÃO

A preocupação com as questões ambientais demandou a busca por novas estratégias de análises e pesquisas que pudessem contemplar os mais variados temas relacionado ao espaço geográfico. Assim, com o advento das geotecnologias, as análises temporais para o uso e cobertura da terra tornaram-se mais eficazes. As novas técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto, auxiliadas pelo imageamento de satélites e outros Sistemas de

Informações Geográficas (SIGs), propiciaram o melhoramento para o planejamento e gestão territorial.

O SIG pode ser entendido com um sistema computacional de alta capacidade, capaz, dentre outras funções, de armazenar, processar, analisar, visualizar e representar dados georreferenciados, em forma de mapas (LANG & BLASCHKE, 2009; FLORENZANO, 2011).

De acordo com Lang e Blaschke (2009), os SIGs são capazes de fornecer informações valiosas para auxiliar nos projetos complexos de planejamento e no desenvolvimento de cenários ambientais. Desta forma, Augusto (2016) ressalta que o SIG é o tipo de sistema que melhor auxilia o Geoprocessamento.

Augusto (Op. Cit.), destaca que o uso de imagens de satélite em conjunto com os SIGs e o Sensoriamento Remoto, vêm contribuindo de forma efetiva para a integração e análises mais complexas, se apresentando como excelentes auxiliaadores para a tomada de decisões em relação às questões ambientais.

Para Florenzano (2011), o Sensoriamento Remoto apresenta-se como uma tecnologia que permite obter imagens, e outros tipos de dados, da superfície terrestre, por meio da captação e do registro da energia refletida ou emitida pela superfície, por meio dos sensores de satélites localizados em volta da Terra.

Um dos mais importantes satélites atuantes em órbita terrestre é o *LANDSAT-8*. De acordo com Araújo (2016), este satélite surgiu nos últimos anos da década de 1960, como parte do Programa de Levantamento de Recursos Terrestres da agência especial norte-americana (NASA), conjuntamente com outras agências federais americanas. Ainda segundo este autor, a operacionalização do primeiro satélite, de uma série de oito, se deu em 1972 e a última ocorreu em 2013 com o lançamento do *Landsat-8*. Segundo Novo (2008), o programa *LANDSAT* possui o mais longo e mais completo registro de informações espaciais sobre a superfície terrestre, sendo de grande contribuição para os estudos espaciais, principalmente quando se tratando das mudanças globais que ocorrem no planeta Terra.

Santiago et. al. (2009) destacam que as técnicas de Sensoriamento Remoto aliadas a determinados SIGs, são fundamentais para a análise do uso e cobertura da terra, pois são capazes de avaliar as mudanças ocorridas na paisagem ao longo dos anos.

Para Lima et. al. (2017), o Sensoriamento Remoto é capaz de quantificar e qualificar diversos parâmetros biofísicos da vegetação, como “o índice de área foliar, biomassa e sua produtividade, porcentagem de cobertura do solo, atividade fotossintética e a caracterização e monitoramento de áreas com vegetação” (p.1).

Dentre as várias técnicas de processamento de imagens por meio de sensores remotos utilizadas para a avaliação da mudança do uso do solo, destacam-se os índices de vegetação. De acordo com Brito Neto et. al. (2008), estes índices proporcionam a análise da diferenciação existente entre solo e vegetação, e conseguem agregar informações de duas bandas espectrais em apenas uma. Santiago et. al. (2009) ressaltam que dentre os diversos índices de vegetação existentes, os mais utilizados são o Índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI), o Índice de vegetação ajustado ao efeito do solo (SAVI) e o Índice de área foliar (IAF).

Tendo em vista a diversidade paisagística presente no Maciço Residual de Água Branca e entorno, envolvendo clima, litologia, solos e vegetação, apresentando características fitogeográficas diferenciadas do contexto semiárido nordestino, do tipo brejo de altitude, revelando ambientes com maiores índices de umidade e temperaturas mais baixas, devido a topografia elevada, constituindo-se em espaços de exceção, torna-se de suma importância o estudo dos processos superficiais a partir desses condicionantes e das análises do uso e cobertura da terra, para o planejamento e gestão de cenários ambientais.

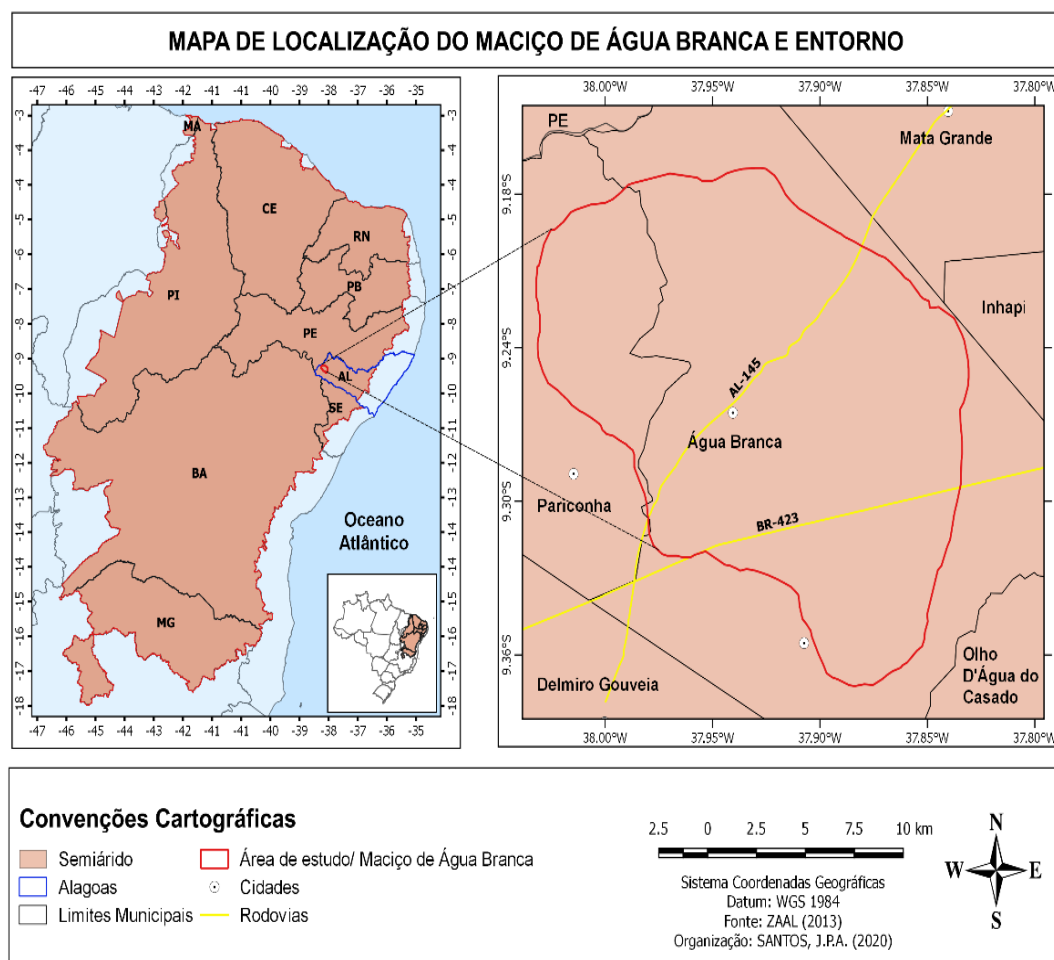
Desta forma, Souza (2014) chama a atenção para a grande riqueza da biodiversidade nesses enclaves de floresta úmida (brejos de altitude), com grande acervo florístico e faunístico, e potencialmente agricultáveis, que ocorrem em espaços isolados que precisam ser encontrados, estudados e protegidos, e salienta sobre a importância de preservá-los, pois, sofrem sérios problemas devido a ocupação e ao uso desordenado dos recursos naturais.

Diante do exposto, a pesquisa tem como objetivo principal analisar as modificações ocorridas na cobertura vegetal e uso do solo nos últimos anos, afim de contribuir com o planejamento ambiental e as políticas de gestão pública sobre o uso dos espaços.

## **DISCUTINDO O TEMA**

A área de estudo compreende o Maciço Residual de Água Branca e seu entorno, distribuída na porção oeste do Estado de Alagoas, limitando-se ao norte com Mata Grande e Tacaratu (PE), ao sul com Delmiro Gouveia e Olho D'água do Casado, a leste com Inhapi, e a oeste com Pariconha (Figura 1). Possui uma altitude média em torno de 570 m, porém em certas localidades esses valores podem ultrapassar os 700m, e as coordenadas geográficas estão em 9°15'43'' latitude sul e 37°56'16'' longitude oeste, situando-se na mesorregião do Sertão Alagoano e microrregião Serrana do Sertão Alagoano (MASCARENHAS et al, 2005).

Figura 1. Mapa de localização do Maciço Residual de Água Branca e seu entorno



Fonte: ZAAL (2013). Organização: SANTOS, J.P.A. (2020).

O clima é um fator determinante para o Maciço de Água Branca, pois, o mesmo é o regulador dos processos morfogênicos atuantes sobre a região. É marcante sua presença, principalmente nas áreas de brejo, onde tem-se maiores índices de umidade do ar, devido ao fator orográfico, sobretudo no setor a barlavento (BARROS, VAREJÃO-SILVA e TABOSA, 2012).

Embora no sertão alagoano predomine o clima semiárido, parte da área apresenta características fisionômicas diferenciadas, devido a sua posição na superfície. Segundo Barros et. al. (2012), no extremo Oeste do estado ocorrem áreas de exceção mais úmidas devido a influência orográfica, caracterizando-se como espaços de exceção (Brejos de Altitude) no contexto semiárido (SANTOS & DIAS et al. 2017). Dentre os municípios que circundam o Maciço, Água Branca e Mata Grande são os que apresentam temperaturas mais baixas e

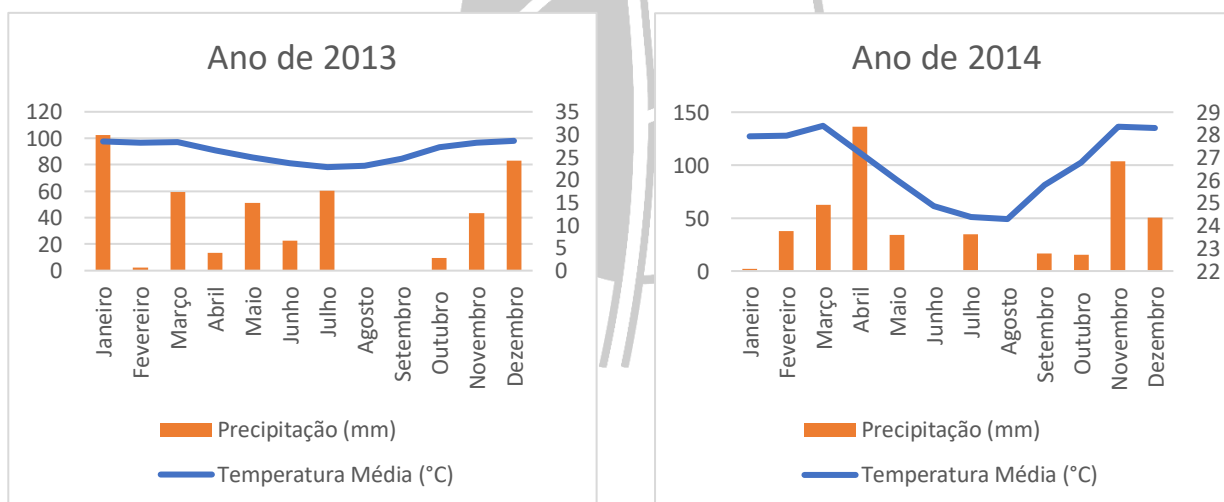
características fitogeográficas diferenciadas devido a topografia elevada, e onde estão os brejos de altitude do sertão alagoano.

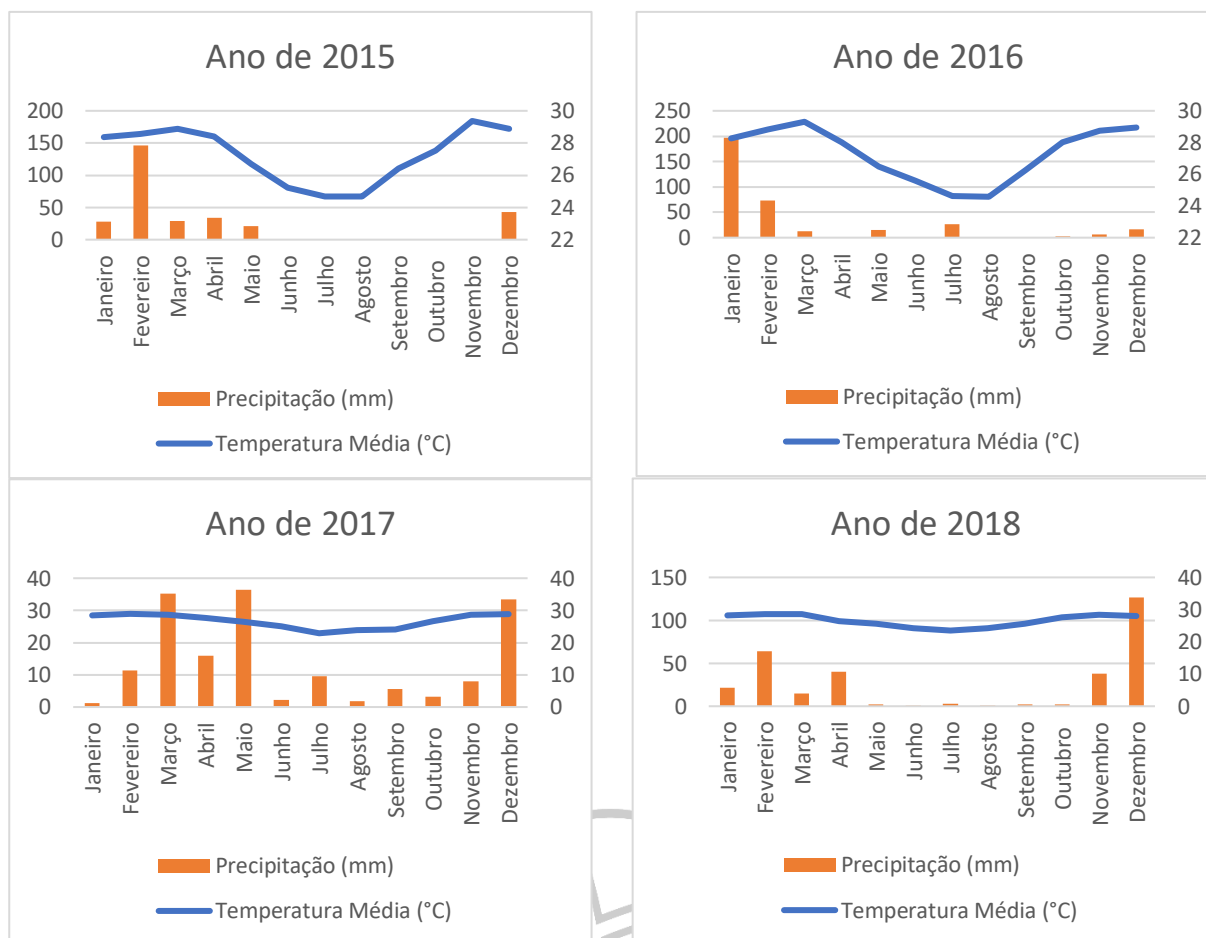
De acordo com dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2018), as temperaturas médias do ar ficam em torno de 23°C, enquanto as médias pluviométricas apresentam índices entre 400 mm e 600 mm (BARROS, VAREJÃO-SILVA e TABOSA, 2012), podendo alcançar precipitações médias anuais de aproximadamente 1000 mm nas partes mais elevadas do maciço (EMBRAPA, 2013).

Ao analisar climogramas para buscar entender a composição climática em Água Branca, MELO (2014) observou que em anos de *El Niño*, a seca nessa região é ainda mais acentuada, precipitando menos do que o normal, restringindo esse regime de chuvas aos meses de junho e julho, sendo os meses de setembro a março os mais secos. Por outro lado, em anos de *La Niña* se modifica a situação, ocorrendo um aumento no período de chuvas (março a julho) e uma diminuição no período de estiagem (setembro a fevereiro), ressaltando que o volume pluviométrico ultrapassa a casa dos 800 mm.

Com o intuito de verificar a distribuição de chuvas no Maciço de Água Branca e nas áreas adjacentes, foram confeccionados climogramas referentes a série histórica que compreende os anos de 2013 a 2018. (Figura 2).

Figura 2. Climogramas dos anos de 2013 a 2018





Fonte: Agritempo

Conforme demonstram os climogramas, ocorrem oscilações nas precipitações e uma relativa estabilidade na frequência das temperaturas durante os anos. As temperaturas médias anuais do ar permaneceram entre 22, 23 °C. Observou-se ainda, que nos anos iniciais dessa série histórica (2013-2014), os índices pluviométricos apresentaram valores anuais que ultrapassaram os 600 mm, demonstrando uma certa regularidade de chuva entre os meses, de acordo com Melo (2019), a resposta para essas condições favoráveis de chuvas podem estar associada a alguns fenômenos climáticos como a influência do dipolo do atlântico, relaxamento da situação anticiclônica, aumento da temperatura da água do mar e maior evapotranspiração.

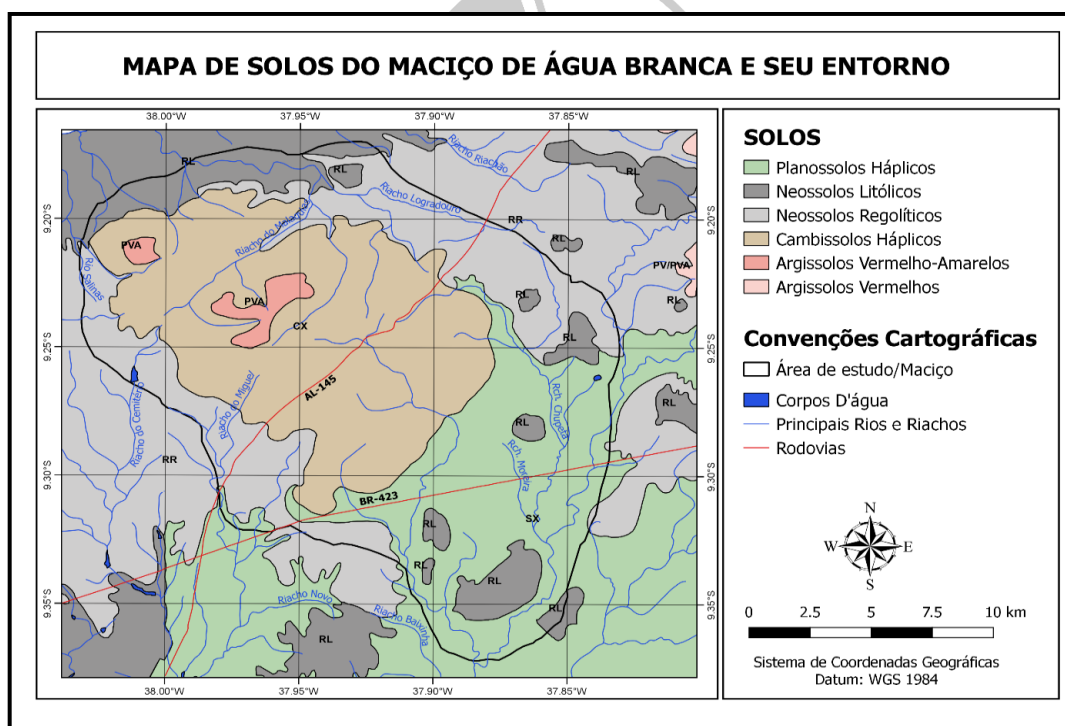
Os anos subsequentes apresentaram uma diminuição das precipitações, embora manteve-se uma considerável regularidade de chuvas entre os meses. Com destaque para os anos de 2015 e 2017, que apresentaram valores pluviométricos médios anuais com pouco mais de 400 mm. Especificamente sobre o ano de 2015, Melo (2019) destaca a atuação do fenômeno intertropical *El Niño*. Segundo a autora, a escassez de chuvas neste ano está relacionada com a forte circulação anticiclônica, acarretando em períodos secos (inverno/primavera) e períodos pouco chuvosos (verão/outono).

Tratando-se da geomorfologia da área de estudo, Melo (2014) destaca que as feições de relevo podem ser organizadas em modelados de denudação e modelados de acumulação. Em estudo recente, Santos et. al. (2019) identificaram sete feições geomorfológicas no Maciço de Água Branca e entorno, sendo elas: superfície de cimeira, encostas dissecadas e conservadas, pedimentos, inselbergues, plainos aluviais e colinas dissecadas.

O Maciço de Água Branca encontra-se estruturado geologicamente em rochas do Complexo Belém do São Francisco (ortognaisses e migmatitos), Suíte Intrusiva Chorrochó, Plúton Água Branca (leucogranitóides), Plúton sem denominação e Plúton Xingó (granodioritos com biotita ou muscovita, granada e biotita granitos) (BRITO NEVES et al, 2009).

Com base nas informações disponibilizadas pelo Zoneamento Agroecológico de Alagoas (ZAAL, 2013), no Maciço de Água Branca e seu entorno podem ser observadas seis classes de solos (planossolos háplicos, neossolos litólicos, neossolos regolíticos, cambissolos háplicos, argissolos vermelho-amarelos e argissolos vermelhos) como demonstra o mapa a seguir (Figura 3).

**Figura 3.** Mapa de Solos do Maciço de Água Branca e entorno



Fonte: ZAAL, 2013. Organização: SANTOS, J.P.A (2020).

Assim como o relevo, a vegetação é bastante expressiva na área de estudo, a mesma é fundamental pois desempenha um papel muito importante, como reguladora da umidade e temperatura nessa região (RIBEIRO, 2011).



Embora a vegetação predominante na região semiárida do Nordeste brasileiro seja a Caatinga, Cavalcanti (2010) chama a atenção para a especificidade da vegetação encontrada nos ambientes de exceção, no caso dos Brejos de Altitude, onde podem ser encontradas espécies que estão adaptadas a um contexto climático diferente, expostas á condições de maior umidade, onde podem ser encontradas florestas caducifólias ou subcaducifólias.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

Os procedimentos metodológicos utilizados para realização desta pesquisa foram organizados da seguinte forma: a) Coleta, análise e processamento de dados cartográficos para serem trabalhados em ambiente SIG; b) Realização de trabalhos de campo na área de estudo para o reconhecimento da paisagem.

A priori, foi organizado todo o material cartográfico pré-existente e necessário para a elaboração do banco de dados georreferenciado sobre o Maciço de Água Branca e seu entorno. Em seguida, para a elaboração dos mapas de uso e cobertura da terra, foram utilizadas as imagens orbitais do satélite *LANDSAT-8*, por meio do sensor *OLI/TIRS C1 Level-1*, obtidas no site do serviço geológico norte-americano United States Geological Survey (USGS), disponíveis na plataforma *EarthExplore*, referente aos anos de 2013 a 2018. A razão para a escolhas dessas imagens foi o pequeno percentual de recobrimento de nuvens e, principalmente, analisar modificação da cobertura vegetal no período seco e chuvoso.

Para a realização do estudo do uso e cobertura da terra no Maciço de Água Branca, optou-se pela utilização do cálculo do NDVI, pois, de acordo com Ponzoni e Shimabukuro (2009), é um índice amplamente utilizado em estudos de variados segmentos, a exemplo, em estudos de culturas agrícolas, florestais e climáticos.

Para a realização do cálculo NDVI, foram utilizadas as bandas 4 e 5 do espectro eletromagnético, referentes ao vermelho (RED) e ao infravermelho próximo (NIR). Os valores do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada foram alcançados por meio da equação ( $NDVI = \frac{NIR-RED}{NIR + RED}$ ), que resultou na classificação de seis classes de imagens espectrais: área urbana/recursos hídricos, pastagens, solo exposto, pequena agricultura, vegetação semi densa (arbustiva) e vegetação densa. O software utilizado foi o QGIS 2.18.

## **RESULTADOS E DISCUSSÕES**

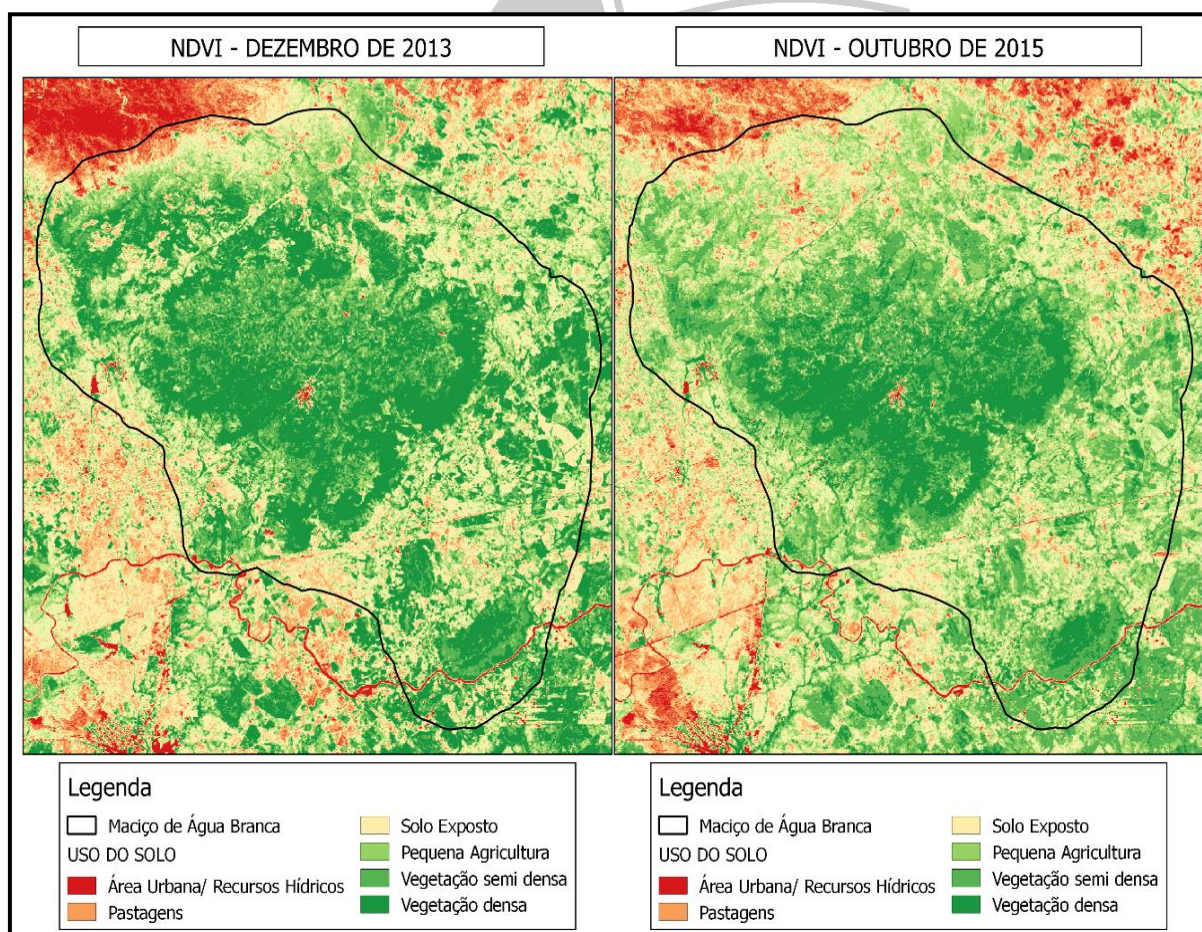
Segundo Ponzoni e Shimabukuro (2009), o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI), foi proposto inicialmente por Rouse e colaboradores em 1973, por meio de uma Razão simples para o intervalo de -1 a 1. Ainda conforme os autores, essa normalização

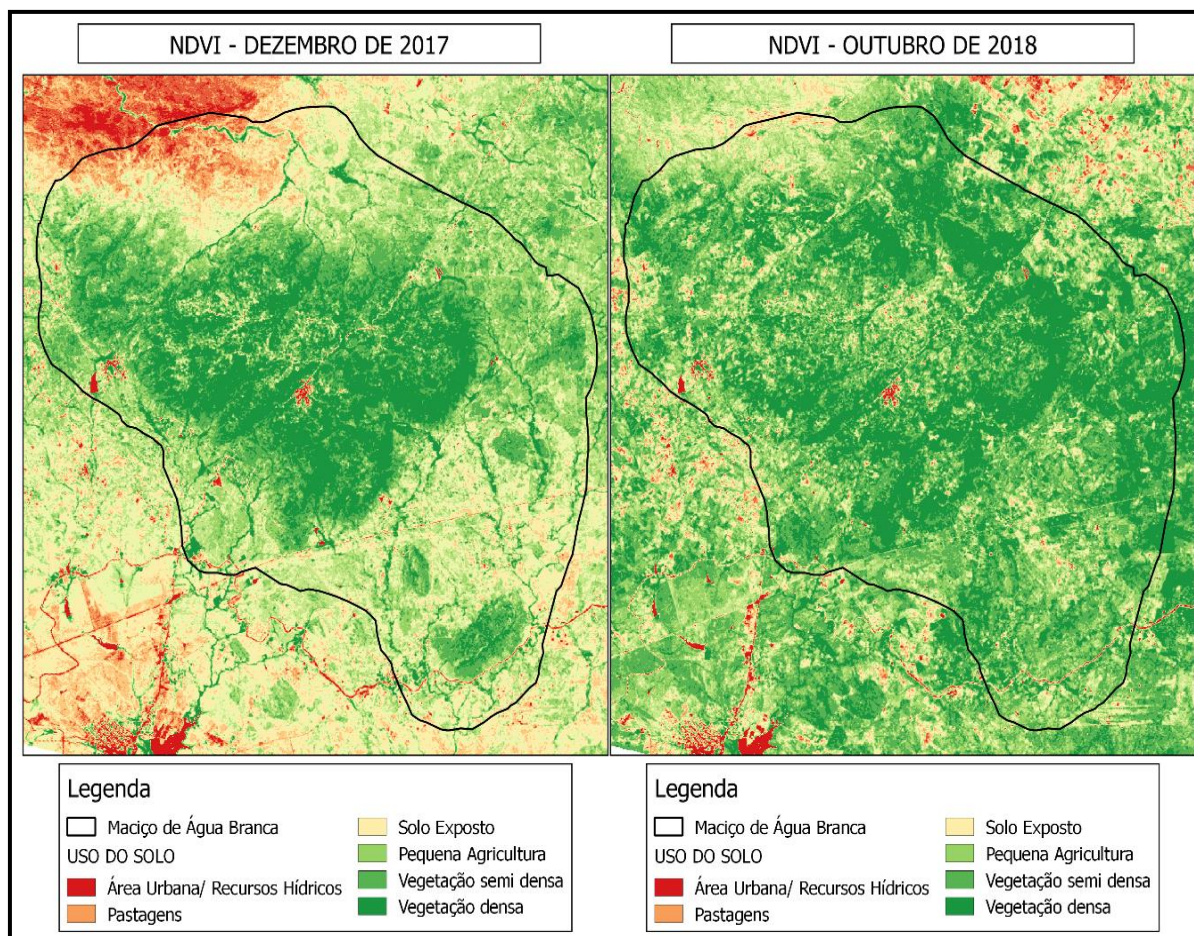
refere-se à relação entre os valores espectrais de duas bandas, infravermelho próximo e vermelha. Em outras palavras, o NDVI pode ser entendido com um indicador sensível da quantidade e condição da vegetação (LIMA et. al., 2017).

Ponzoni e Shimabukuro (2009), ressaltam que os valores do NDVI que se apresentarem mais próximos de 1, equivalem a áreas com maiores quantidades de vegetação fotossinteticamente ativa, e o oposto acontece com os valores mais próximos de -1, apresentando áreas com menos vegetação. Lima et. al. (2017) salientam ainda que, nos espaços que apresentam água ou nuvens os valores são sempre menores que 0 (zero).

Com o auxílio de técnicas de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto e outros Sistemas de Informações Geográficas, foram confeccionados mapas de uso e cobertura da terra, com o intuito de verificar as modificações ocorridas na vegetação e contribuir com as análises sobre o uso do solo nessa região, onde foram estabelecidas as seguintes classes: área urbana/recursos hídricos, pastagens, solo exposto, pequena agricultura, vegetação semi densa e vegetação densa (Figura 4).

Figura 4. Mapa de Uso e Cobertura da Terra em áreas do Maciço de Água Branca e seu entorno nos anos de 2013, 2015, 2017 e 2018.





As imagens foram selecionadas de acordo o baixo percentual de recobrimento de nuvens na área de estudo, para melhor precisão das informações e destaque dos períodos secos e chuvosos.

Fonte: *LANDSAT-8*. Organização: SANTOS, J.P.A. (2020).

Com base nas imagens obtidas, percebe-se que a áreas de vegetação densa e semi densa apresentaram decréscimo na cobertura vegetal ao longo dos anos, embora no ano de 2018 os índices de vegetação se mostraram maiores. Percebeu-se também que os maiores índices de precipitações ocorrem nas partes mais elevadas do Maciço, o que consequentemente faz com que essas áreas sejam naturalmente mais vegetadas. É importante frisar, que mesmo sendo um ano pouco chuvoso, conforme o climograma referente ao ano de 2018 (Figura 2), verificou-se um período de precipitações concentradas, principalmente entre os meses de outubro e dezembro deste ano, o que explica os valores elevados da vegetação para o cálculo NDVI na respectiva imagem.

Em contrapartida, pode ser observado um acréscimo das áreas de solo exposto, pastagens e pequena agricultura. O aumento de áreas de solos expostos pode estar associado aos vários desmatamentos e queimadas que ocorrem nessa região. Os anos de 2015 e 2017 foram anos relativamente mais secos, o que culminou no aumento de áreas expostas.

*Revista Homem, Espaço e Tempo*, nº 14, volume 1, p. 164-177, Jan/Dez/2020.

ISSN: 1982-3800

Especificamente em 2015, têm-se a influência do fenômeno *El Niño* (MELO, 2014). A expansão das áreas agricultáveis pode ter relação com o Projeto do Canal do Sertão, pois o mesmo bordeja áreas do Maciço, e, conseqüentemente, com a realização do Projeto, a utilização dos recursos hídricos tornou-se relativamente mais acessível, o que pode ter beneficiado a expansão das propriedades nas proximidades do Canal. Agricultura da área de estudo é basicamente de subsistência, praticada manualmente por moradores locais, embora em algumas propriedades pôde-se observar o uso de alguns aparatos tecnológico. Em 2018, muitos agricultores aproveitaram o bom período chuvoso para ampliar seus plantios. É importante frisar ainda, que a maioria das áreas do Maciço não são urbanizadas, como demonstrado no mapa de uso e cobertura da terra.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

As análises sobre o uso e cobertura da terra constitui um passo importante na promoção de planos de gestão territorial que tenham como premissa o uso da paisagem a partir do entendimento das suas limitações e potencialidades de uso pela sociedade.

A partir do mapeamento de uso e cobertura da terra foi possível identificar decréscimo da cobertura vegetal ao longo dos anos e um acréscimo de áreas destinadas a pequena agricultura e ao plantio de pastagens, bem como, notou-se que a área de estudo que compreende o Maciço é consideravelmente pouco urbanizada.

Com base no exposto, espera-se que as informações contidas neste trabalho, de caráter exploratório, contribuam com o planejamento das políticas públicas do município de Água Branca, bem como com o desenvolvimento de outros estudos que tenham como foco compreender a evolução da paisagem em contexto de Brejo de Altitude e de áreas controladas por processos de semiaridez, historicamente marcadas pelo exaustivo processo de degradação da cobertura vegetal do solo.

## REFERÊNCIAS

ARAÚJO, E. B. B. **Análise espaço temporal com o suporte em geotecnologias da área de proteção ambiental Bonfim-Guaraibas/RN**. 46f. Trabalho de Conclusão de Curso – Centro de Tecnologia - Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2016.

AUGUSTO, R. C. **A Cartografia de Paisagens e a perspectiva geossistêmica como subsídios ao planejamento ambiental**. Ver. Tamoios, São Gonçalo (RJ), ano 12, n. 1, 2016, p. 144-153.

BARROS, A.H.C.; ARAÚJO FILHO, J.C. de; SILVA, A.B. da; SANTIAGO. G.A.C.F. **Climatologia do Estado de Alagoas**. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento n.211. Recife: Embrapa Solos, 2012, 32p.

BRITO NETO, R. T. et. al. **Determinação de valores físicos de imagens TM/Landsat-5 utilizando a linguagem legal para obter índices de vegetação.** II Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação. Anais; Recife – PE, 2008.

BRITO NEVES, B. B.; VAN SCHMUS, W. R.; KOZUCH, M.; SANTOS, E. J. PETRONILHO, L. **A Zona Tectônica de Teixeira Terra Nova – ZTTN – Fundamentos da Geologia Regional e Isotópica.** Geol. USP Sér. Científica, v.5 (1), 2009, p. 57-80.

CAVALCANTI, L. C. S. **Geossistemas no Estado de Alagoas: uma contribuição aos estudos da natureza em geografia.** 2010. 137f. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Pernambuco, Recife.

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos.** 3.ed. Brasília, 2013. 353p.

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

LANG, S.; BLASCHKE, T. **Análise da paisagem com SIG.** São Paulo: Oficina de Textos. 2009. 424p

LIMA, D. R. M. DLUGOSZ, F. L. IURK, M. C. PERSK, V. A. **Uso de NDVI e SAVI para caracterização da cobertura da terra e análise temporal em imagens rapideye.** Revista Espacios, v. 38, n 36, 2017, 7p.

MASCARENHAS, J. C. BELTRÃO, B. A. SOUZA JUNIOR, L. C. **Projeto Cadastro de Fontes de Abastecimento por Água Subterrânea do Estado de Alagoas.** 22f. (Diagnóstico do Município de Água Branca). CPRM: Recife, agosto/2005.

MELO, R. F. T. **Evolução geomorfológica em bases paleoclimáticas do maciço estrutural de Água Branca - al.** Tese (Doutorado em Geografia) – Depart. de Ciências Geográficas, Programa de Pós Graduação em Geografia, Universidade Federal de Pernambuco, Recife - PE, 2019. 197p.

MELO, R. F.T. **Evolução dos depósitos de encosta no leque Malaquias e lagoa das pedras no entorno do maciço estrutural da Serra de Água Branca.** 2014. 155 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Centro de Filosofias e Ciências Humanas, Departamento de Geografia, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2014.

NOVO, E. L. M. **Sensoriamento Remoto. Princípios e Aplicações.** Editora Blucher, 3 ed., São Paulo, 2008.

PONZONI, F. J., SHIMABUKURU, Y.E. **Sensoriamento remoto no estudo da vegetação. São José dos Campos:** A. Silva Vieira, 2009. 127 p.

RIBEIRO, L. F. B. **Processos Exógenos na Elaboração do Relevo.** In: Dinâmica do Relevo: Quantificação de Processos Formadores. Org., HACKSPACHER, P. C. São Paulo: Editora UNESP, p. 53-87, 2011.

SANTIAGO, M.M.; ALVES da Silva, H.; OLIVEIRA, T.H; GALVINCIO, J.D. **Análise da Cobertura Vegetal Através dos Índices de Vegetação (NDVI, SAVI e IAF) no Entorno da**

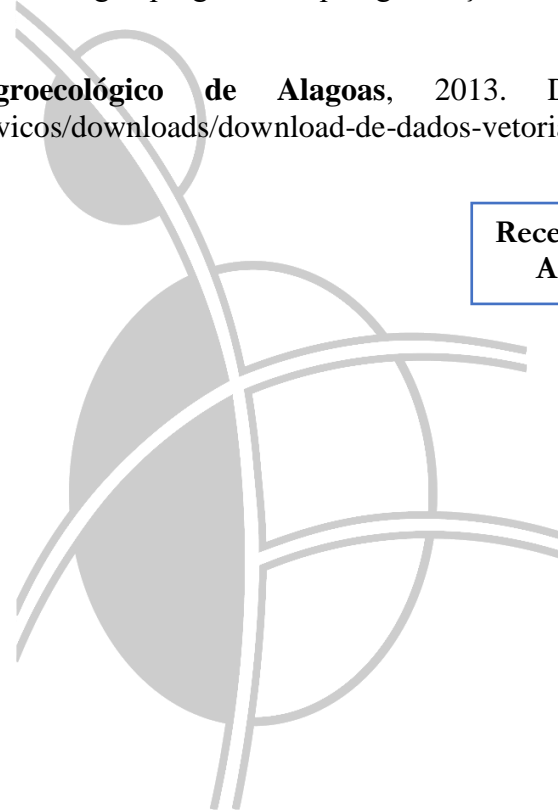
**Barragem do Botafogo-PE.** In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 14, 2009, Natal. Anais... São José dos Campos: INPE, 2009, p. 3003-3009.

SANTOS, J. P. A.; SILVA, A. F.; SILVA, C. V.; SANTOS, W. V.; LIMA, F. J. **Caracterização geomorfológica do maciço de Água Branca e seu entorno: uma primeira aproximação.** Rev. REGNE, Vol. 5, N° Especial, (2019).

SANTOS, L. F. L. DIAS, M.S. SILVA, D. G. **Análise da influência climática antrópica na dinâmica do uso da terra na bacia do riacho Piancozinho PE/PB.** Anais II CONIDIS. v.1. Editora Realize, Campina Grande, 2017.

SOUZA, Guilherme Marques de. **Modelagem ambiental para a delimitação de brejos de altitude com estudo de casos para os maciços da Aratanha, Maranguape, Juá e Conceição – estado do Ceará.** 139p. Dissertação de mestrado acadêmico – Universidade Estadual do Ceará, Centro de Ciências e Tecnologia, programa de pós-graduação em Geografia, Fortaleza, 2014.

ZAAL. **Zoneamento Agroecológico de Alagoas,** 2013. Disponível em: <<http://www.ima.al.gov.br/servicos/downloads/download-de-dados-vetoriais/>> Acesso em Jul. de 2018.



Recebido: 29/04/2020  
Aceito: 23/07/2020