

ÍNDICE DE VEGETAÇÃO POR DIFERENÇA NORMALIZADA DO RIACHO JATOBÁ/CE

VEGETATION INDEX BY NORMALIZED DIFFERENCE OF THE JATOBÁ STREAM/CE

Raniel de Aguiar de Freitas¹
Simone Ferreira Diniz²

¹ Universidade Estadual Vale do Acaraú (UVA). E-mail: ranielgeo@gmail.com

² Universidade Estadual Vale do Acaraú (UVA). E-mail: simone_diniz@uvanet.br

RESUMO: O artigo visa analisar a cobertura vegetal da sub-bacia hidrográfica do Riacho Jatobá, no noroeste do Ceará. Como base de análise, utilizou-se imagens de satélite do *Landsat* 8 (2014) e *Landsat* 9 (2022), bandas 4 e 5. Com metodologia qualitativas e quantitativas para análise, interpretação e representação espacial dos dados da matriz espectral. Tendo como objetivo final produzir Índice de Vegetação por Diferença Normalizada, que foi obtido pela razão entre a diferença da média da reflectância do infravermelho próximo (NIR) e do vermelho (R), derivado da subtração e soma dos mesmos canais.

Palavras-chave: Bacia hidrográfica. Mapeamento. Monitoramento. Meio ambiente.

ABSTRACT: This article aims to analyze the vegetation cover of the Jatobá Creek watershed, in the northwest of Ceará. Landsat 8 (2014) and Landsat 9 (2022), bands 4 and 5 were used as the basis for analysis. With qualitative and quantitative methodologies for analysis, interpretation and spatial representation of spectral matrix data. The final objective was to produce a Normalized Difference Vegetation Index, which was obtained by the ratio between the difference between the mean reflectance of the near infrared (NIR) and the red (R), derived from the subtraction and sum of the same channels.

Keywords: Watershed. Mapping. Monitoring. Environment.

Sumário: Introdução – 1 Material e método – 2 Componentes ambientais da sub-bacia hidrográfica do Jatobá – 3 Análise do NDVI – Considerações – Referências.

INTRODUÇÃO

A vegetação desempenha papel importante na manutenção de um sistema ambiental, não é apenas essencial para a sobrevivência de animais e humanos, também, ajuda a regular o clima, controlar a erosão e manter a fertilidade do solo. Quando a vegetação é removida, o impacto das gotas de chuva no solo é muito mais forte, resultando na erosão do solo e no escoamento superficial, isto pode causar danos significativos à paisagem, incluindo perda de solo fértil, destruição de *habitats* e alteração do ciclo hidrológico.

Estes fatores aumentam ainda mais a vulnerabilidade dos solos aos impactos de processos erosivos e em consequência, a destruição da vegetação. Além disso, a retirada da vegetação, também, pode afetar diretamente a biodiversidade, pois reduz o *habitat* natural, isso pode acabar com a alimentação e

o abrigo das espécies, além de diminuir fontes de água, a perda da biodiversidade é preocupante, pois as espécies são fundamentais para o equilíbrio do ecossistema.

Uma das principais causas da degradação ambiental no semiárido é o desmatamento e o sobre pastoreio. A região é caracterizada por uma vegetação sensível e frágil, como a caatinga, que é frequentemente desmatada para a criação de áreas de pastagem para o gado. O aumento da quantidade de cabras, ovelhas e gado contribui para o super pastoreio, uma situação em que não há disponibilidade suficiente de alimento para os animais, levando à degradação do solo e à perda de biodiversidade, além disso, o desmatamento deixa o solo desprotegido, essas práticas humanas insustentáveis têm um impacto significativo na degradação do meio ambiente no semiárido.

O esgotamento dos recursos naturais como resultado da atividade humana leva a uma necessidade contínua de coleta de dados ambientais abrangentes para avaliar os padrões de utilização, ocupação e disposição humana no espaço. Neste sentido, a utilização de imagens obtidas por Sensoriamento Remoto é um importante catalisador para a inovação neste campo, a razão pela qual atrai atenção é devido à combinação de informações oportunas e seu custo relativamente acessível, especialmente quando se busca dados sobre uso e cobertura do solo.

Assim, a paisagem é continuamente alterada pelas atividades humanas, a análise de imagens de satélite serve como um método indireto para entender as dinâmicas dos processos econômicos e do crescimento urbano no contexto do Geoprocessamento. É nesta perspectiva que o Sensoriamento Remoto, uma ferramenta tecnológica que possibilita a aquisição de diversos tipos de dados, inclusive imagens da superfície terrestre, se torna importante. As análises são realizadas por meio da utilização de sensores de satélite que captam e registram a energia emitida ou refletida pela superfície.

Ao longo do tempo, uma infinidade de métodos e técnicas foram criados e refinados em relação aos produtos de sensoriamento remoto, especificamente aqueles que dependem de imagens orbitais. Esses métodos e técnicas visam compreender melhor como os recursos naturais estão sendo utilizados pela humanidade, principalmente no que diz respeito aos efeitos ambientais negativos

que surgem a partir das atividades antrópicas, em especial as atividades econômicas.

A utilização de imagens de satélite para fins de mapeamento, planejamento e monitoramento do meio ambiente vem sendo realizada há vários anos. O sensoriamento remoto e o geoprocessamento são geotecnologias importantes no apoio ao levantamento de dados da agricultura, permitindo estudos e a análise das relações ambientais em que uma determinada cultura está inserida. Estas tecnologias são fundamentais para a tomada de decisões, pois possibilitam a identificação de áreas de risco, a previsão de safras e a análise de custos. Além disso, são extremamente úteis para automatizar processos de monitoramento de culturas agrícolas.

Essas tecnologias podem oferecer informações valiosas para o planejamento e a tomada de decisões nas áreas de agricultura e pecuária, propiciando uma gestão eficiente. Neste contexto, o uso de imagens de satélite para análise de vegetação em regiões semiáridas apresenta várias vantagens. Primeiramente, como as imagens de satélite permitem uma cobertura ampla e contínua de grandes áreas, o que é essencial para monitorar a vegetação em áreas extensas e de difícil acesso.

Além disso, as imagens de satélite fornecem dados objetivos e quantificáveis, permitindo uma análise precisa e comparativa da cobertura vegetal ao longo do tempo. Essas imagens, também, podem ser utilizadas para identificar áreas de degradação da vegetação e auxiliar no planejamento de ações de conservação e restauração. Essa tecnologia de sensoriamento remoto tem mostrado uma ferramenta poderosa para o monitoramento e a gestão dos recursos naturais em regiões semiáridas.

Estudos focados na identificação e mapeamento da vegetação frequentemente se baseiam na assinatura espectral distinta que a vegetação possui em comparação com a maioria dos objetos terrestres. Esta abordagem é baseada na suposição de que há uma diferença perceptível na refletância da vegetação e dos elementos de fundo presentes no ambiente circundante. Esses estudos podem ser aplicados na caracterização da vegetação e na detecção de mudanças na cobertura vegetal.

Além disso, a assinatura espectral da vegetação pode ser usada para auxiliar no diagnóstico de problemas fitossanitários. Por exemplo, a assinatura espectral de plantas infestadas por insetos difere da assinatura espectral de plantas saudáveis, possibilitando a identificação de áreas problemáticas, isso permite que os agricultores ajam rapidamente contra pragas e doenças que possam afetar suas safras, além disso, a assinatura espectral também pode ser usada para monitorar o desenvolvimento das culturas.

Um dos métodos mais proeminentes de tratamento e manipulação de imagens digitais que permitem a investigação de informações coletadas por sensores distantes é o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI). Esta técnica permite o reconhecimento da existência da vida vegetal e a análise de sua distribuição espacial e alterações ao longo de um período.

A aplicação do NDVI tem se consolidado como um instrumento útil na avaliação de regiões degradadas. O NDVI utiliza dados de sensoriamento remoto para detectar sinais de estresse e degradação da vegetação. Com essas informações, é possível aplicar medidas de recuperação e correção para melhorar a qualidade das áreas. O NDVI, também, pode ser um indicador de saúde geral para as florestas, com informações essenciais para a análise de impactos ambientais. No entanto, o NDVI, não é uma ferramenta perfeita. Ele pode ser afetado por fatores como: densidade da vegetação, cobertura do solo e altitude. Além disso, as condições meteorológicas podem interferir nos seus resultados.

Os índices de vegetação envolvem operações algébricas que pertencem a faixas definidas de refletância. Esses índices são frequentemente utilizados pela comunidade científica para verificar e analisar a densidade e cobertura da vegetação, bem como para avaliar como as áreas desmatadas se comportam ao longo do tempo.

Área aqui analisada está localizada na porção Noroeste do estado do Ceará, no alto curso da bacia hidrográfica do rio Coreaú, mais precisamente, no riacho Jatobá, um dos seus afluentes (Figura 1). Essa área específica enquadra-se na carta matricial da SUDENE 24-Y-C-VI (Frecheirinha), correspondendo a uma área de aproximadamente 222,016 km², delimitada parcialmente pelos municípios de Ubajara, Mucambo, Frecheirinha, Coreaú, Ibiapina.

Para cumprir os objetivos do estudo, uma combinação de metodologias qualitativas e quantitativas foram empregadas. Esta abordagem envolveu: análise, interpretação e representação espacial dos dados da matriz espectral com objetivo final de produzir o Índice de Vegetação por meio do processo do NDVI. Este índice é obtido pela razão entre a diferença da média da reflectância do infravermelho próximo (NIR) e do vermelho (R), derivados da subtração e soma dos mesmos canais, dados pela seguinte equação:

$$\text{NDVI} = (\text{NIR} - \text{R}) / (\text{NIR} + \text{R}),$$

Onde: NDVI = Índice de Vegetação por Diferença Normalizada; NIR = banda do infravermelho próximo; R = banda do vermelho. Utilizou-se o software Qgis. 3.30. Primeiro, baixou-se as imagens correspondentes, fez se uma correção atmosférica, posteriormente foram feitos os cálculos com a ferramenta calculadora de campo.

O NDVI funciona medindo a quantidade de luz refletida pelas plantas em diferentes comprimentos de onda. As plantas saudáveis absorvem uma quantidade maior de luz vermelha e refletem mais luz infravermelha próxima. Com base nessa diferença de reflectância, é possível calcular o NDVI e obter informações valiosas sobre a saúde e a densidade da vegetação em uma determinada área.

2 COMPONENTES AMBIENTAIS DA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DO JATOBÁ

Os componentes ambientais da sub-bacia hidrográfica do riacho Jatobá se caracterizam por sua maior parcela abranger a superfície sertaneja, onde é visível ambientes de desmatamentos. Esse processo se intensifica principalmente em regiões onde predomina a agricultura de subsistência e a pecuária, como o semiárido. Esse cenário ocorre devido a extração de recursos minerais.

Há variedade de tipos de solo que variam de rasos (Neossolos Litólicos) a moderadamente profundos (Luvisolos), bem como, áreas com afloramentos rochosos e terrenos pedregosos. A paisagem é caracterizada pela vegetação de caatinga, que apresenta diversas fisionomias florísticas em um terreno relativamente aplainado. O clima nesta área é quente, com padrões de chuva sazonais.

A formação da planície fluvial ocorre quando o rio, ao longo de seu curso, arrasta sedimentos e os deposita nas áreas adjacentes. Esses sedimentos são transportados pela água e depositados quando a velocidade do rio diminui, possibilitando a deposição das partículas, essa deposição gradual acaba gerando uma planície de forma lenta, mas contínua. Portanto, a planície fluvial do riacho Jatobá contém uma extensa área rebaixada das demais, contém depósitos de sedimentos arenosos, presença de vegetação de mata ciliar, que durante seu percurso apresenta áreas propícias à prática de lavouras irrigadas, agropecuária, assim, ambiente perceptível a degradação ambiental (Souza, 2000).

Estão presentes na área estudada *Inselbeg*, que são formados a partir de rochas resistentes à erosão, como granito e gnaisse, que são mais resistentes à erosão do que as rochas ao seu entorno, estas características são o resultado de longos períodos de erosão que acabam por criar formas peculiares. Também, apresenta o planalto da Ibiapaba, que é uma superfície elevada com um front escarpado, dissecado por colinas e cristas, conforme, a vegetação é mais desenvolvida, caracterizada como mata úmida e sub-úmida seca, sendo composto por variedades de árvores, e outras formas de vida vegetal (Souza, 2000).

Devido às condições climáticas, como precipitação média anual elevada e temperatura média anual baixa, a área apresenta condições ideais para o desenvolvimento de variedades de formas de vida vegetal. Esta diversidade de vegetação, também, é um indicador da elevada fertilidade do solo, que é uma importante fonte de nutrientes para as plantas.

A maior parte do Nordeste brasileiro é composta o por rochas do embasamento pré-cambriano, fazendo parte da Província Borborema, a geologia local é constituída por rochas que vão desde a era paleoproterozóica à era cenozoica. Neste sentido, a paisagem geográfica da região é caracterizada por domínios morfoestruturais distintos. Esses domínios consistem em antigos terrenos de consolidação, escudos ou crátons compostos de consolidação intrusiva pré-cambriana, bem como uma bacia sedimentar levemente deformada, além disso, existem áreas com depósitos sedimentares cenozoicos.

A sub-bacia do riacho Jatobá está localizada na região semiárido, é característico desta região acúmulo significativo de chuvas nos meses de janeiro a maio e o restante dos meses com pouca ou nenhuma chuva, além de irregular tanto

no tempo, quanto no espaço, estas características climáticas da região semiárida tornam a sub-bacia do riacho Jatobá vulnerável a eventos climáticos extremos, como secas. A respeito das chuvas, estas são influenciadas por diversos sistemas atmosféricos que afetam o tempo e o clima local, podendo ser de pequena, médio e grande escala, a zona de convergência intertropical (ZCIT) é um significativo sistema atmosférico presente na região.

Manifesta-se como uma faixa de nuvens circundando o cinturão equatorial, resultante da convergência dos ventos alísios dos hemisférios norte e sul. Presença de complexos convectivos de mesoescala (CCM) formada por condições locais, por determinadas variáveis ocorrendo precipitação intensa e linhas de instabilidades (LI), esse conjunto de linhas atuam como formadoras de nuvens, além dos sistemas atmosféricos. Os oceanos Pacífico e Atlântico exercem grande influência no clima da região e se define como o fenômeno de superfície do mar, como o *El niño*, que ocorre quando há um aumento anormal da temperatura das águas superficiais do Pacífico e, a *La niña*, fenômeno completamente contrastante caracterizado pelo resfriamento das águas do Pacífico (Ferreira; Melo, 2005).

A presença de vegetação em áreas semiáridas tem significado imenso para a viabilidade, a longo prazo, do ecossistema. Ele desempenha função fundamental na mitigação da erosão do solo e na prevenção da perda de água, além de servir como um *habitat* crucial para várias espécies de animais. No entanto, a extensão da cobertura vegetal pode diferir significativamente com base nas condições climáticas distintas e na composição do solo da região específica.

Em relação às unidades fitoecológicas, foram verificados dados que indicam que a área possui predominância de diversas categorias de vegetação, como caatinga do cristalino que é o tipo de vegetação típica de superfície sertaneja. Este tipo de vegetação é caracterizado por arbustos esparsos, tipicamente de menor porte, com cerca de dois metros de altura. É comum a presença de cactáceas dispersas em solo raso e pedregoso, comumente encharcado durante a estação chuvosa, também, a caducifolia espinhosa, costuma apresentar três estratos: arbóreo, arbustivo e herbáceo com presença de solos profundos.

Mata seca do sedimentar são áreas características de altitudes elevadas, vegetação densa e alta, com característica paisagística diferente das demais áreas do semiárido, contém solos profundos, apresentação das principais espécies de

flora presente. Mata úmida do sedimentar ocupa as áreas mais elevadas dos topos, encostas das serras úmidas e planaltos sedimentares como as que estão presentes no planalto da Ibiapaba.

Os atributos e qualidades distintas dos solos estão ligados à sua gênese e desenvolvimento. Esses atributos são resultados do impacto coletivo do clima, organismos, material de origem, relevo e tempo. Eles desempenham papel significativo na diversificação de profundidade e granulometria, cor, textura e espessura das camadas do solo, que desempenham papel crucial na determinação de fatores, como, por exemplo: capacidade de infiltração do solo, capacidade de suporte da vegetação e manejo eficaz do uso da terra (Crispim, 2011).

Por meio de consulta ao material do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SIBCS, 2013), verificou-se uma variedade de classes de solos, sendo representados pelos Argissolos Vermelho-Amarelo, Argissolos vermelho, Neossolos litólicos e Latossolos Amarelos. Os solos na sub-bacia hidrográfica do riacho Jatobá é formada por Argissolos que dividem em Argissolos Vermelho-Amarelo e Argissolos Vermelho. Os Argissolos Vermelho-Amarelo são solos minerais não hidromórficos, com horizonte A ou E, argila de alta ou baixa atividade, a principal característica em destaque é a morfologia, presença de um horizonte B textural abaixo de um horizonte A ou E (Diniz, 2010).

Argissolos Vermelho, um tipo de solo com evolução pedogenética avançada, são altamente significativos na agricultura. Esses solos possuem maior fertilidade natural, boas condições físicas e relevos mais suaves, tornando-os aptos para uso agrícola, são solos com saturação por bases na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B.

Presença de Neossolo Litólicos, solos com características de solos rasos, texturas argilosas bastante suscetíveis a erosão, esses solos apresentam boa capacidade de retenção de água, o que é fundamental em regiões semiáridas, além disso, a presença de nutrientes e minerais no solo, como cálcio, magnésio e fósforo, contribuem para o desenvolvimento das plantas, podendo ser eutrófico ou distrófico no que diz respeito a fertilidade, no entanto, esses solos apresentam baixa capacidade de armazenamento de nutrientes e são propícios à salinização, o que pode prejudicar o seu desenvolvimento vegetal. Por isso, é importante serem manejados com cuidado para preservar a sua fertilidade.

Os Latossolos amarelos, são solos que estão amplamente espalhados por todo o país e são acompanhados por relevos planos, suave e ondulados. Sua natureza profunda e bem drenada, os torna um candidato ideal para o crescimento de culturas agrícolas, a argila compõe a maior parte de sua constituição mineral, o que lhes confere excelentes propriedades físicas. Os Latossolos Amarelos são conhecidos por sua notável fertilidade, mas sua suscetibilidade à erosão é uma ameaça potencial. É fundamental entender que o manejo adequado desses solos é fundamental para evitar sua degradação.

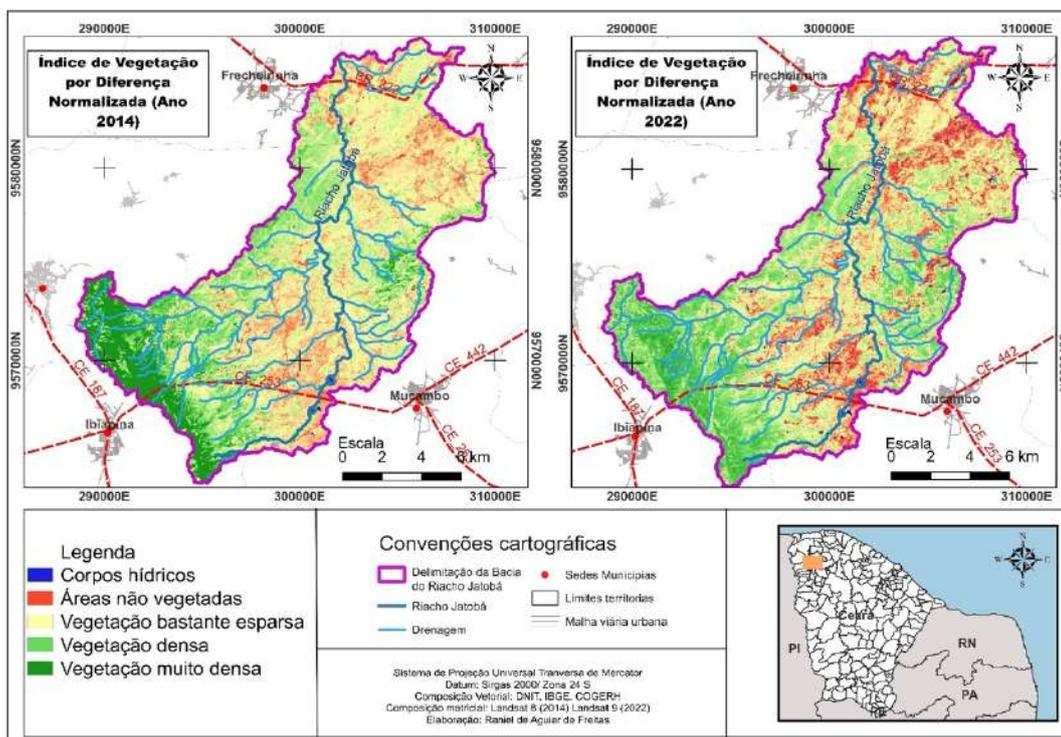
Esses solos se distinguem notavelmente por seus níveis elevados de saturação de alumínio e capacidade limitada de troca catiônica. Além disso, os Latossolos Amarelos são marcados pela presença de uma camada subsuperficial fortemente ligada, o que contribui para sua alta coesividade. Esses solos são normalmente encontrados em regiões com clima tropical, onde altas temperaturas e chuvas intensas contribuem para o processo de intemperismo (SIBCS, 2013).

3 ANÁLISE DO NDVI

Dentre as classes identificadas e apresentados, para a análise do NDVI, foi considerada a mudança na cobertura da vegetação, entre o ano de 2014 e o ano de 2022. Período que revela claramente que as ações humanas têm grande impacto sobre o meio ambiente, pois a expansão da agricultura, a urbanização e o uso da vegetação contribuíram para a diminuição da área verde. As classes que serão discutidas são: corpos hídricos, áreas não vegetadas, vegetação bastante esparsas, vegetação densa, vegetação muito densa.

Discutindo as classes selecionados da (Figura 2), os corpos hídricos estão direcionados a rios, lagos e açudes por apresentarem valores de NDVI baixos ou negativos, que normalmente, são associados a essas superfícies, pois refletem uma quantidade mínima de luz infravermelha. Esses valores de NDVI baixos ou negativos indicam a ausência, ou presença mínima de vegetação nessas áreas. Corpos d'água, como rios, lagos e represas, possuem propriedades espectrais distintas que os tornam facilmente distinguíveis em mapas NDVI, a razão por trás disso está na maneira única como a água interage com a radiação eletromagnética.

Figura 2 - NDVI da sub-bacia hidrográfica do riacho Jatobá (em 2014 e em 2022)



Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Observa-se que no espectro do infravermelho próximo, onde a vegetação reflete uma quantidade significativa de luz, os corpos d'água exibem valores NDVI baixos ou negativos, esses valores são observados em corpos d'água e são resultados de suas características espectrais. Uma das formas mais comuns de corpos de água natural em regiões semiáridas são os rios e riachos e, são essenciais para a sobrevivência da flora, fauna e humanos nessas áreas. No entanto, devido ao clima semiárido, os rios e riachos, nessas regiões, podem passar por períodos de escassez de água e a disponibilidade de água nos rios e riachos pode diminuir significativamente, afetando a vida aquática e a utilização da água para fins humanos, como irrigação e abastecimento (Nascimento, 2012).

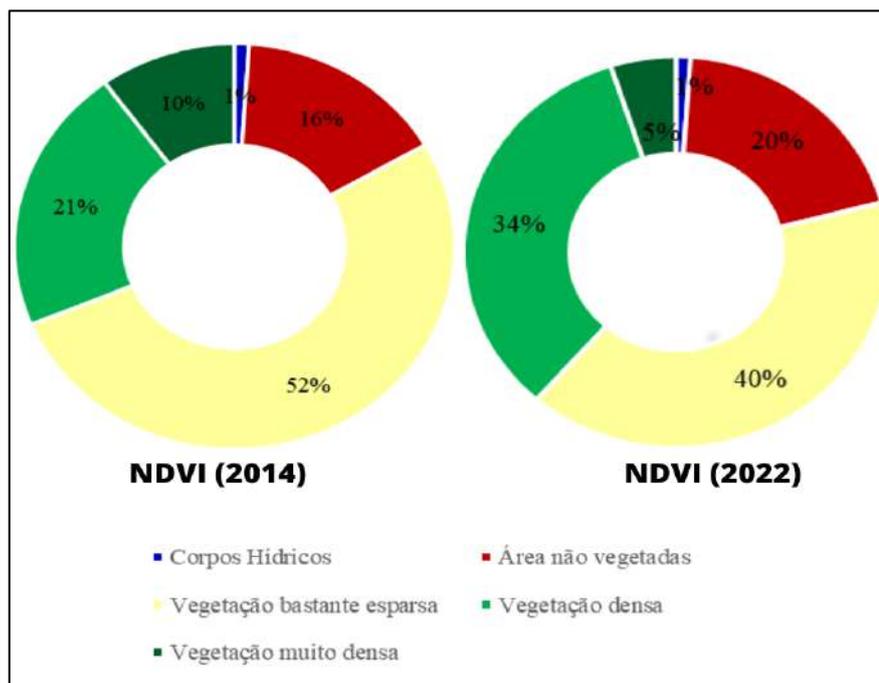
A classe de áreas não vegetadas corresponde os solos expostos, áreas desprovidas de vegetação, afloramentos de rochosos, áreas com culturas em estágios iniciais de desenvolvimento, também, se enquadram nessa classe por apresentarem padrão bem esparsa de cobertura do solo, também, inseridas as áreas degradadas tanto pela erosão quanto pelo uso agrícola, os aterros e as áreas em fase de preparo do solo para plantio.

As áreas de solo expostas são altamente vulneráveis à erosão, pois a camada superior do solo, que seria normalmente protegida pela vegetação, fica exposta ao impacto direto da chuva, vento e outros agentes erosivos. Sem a cobertura vegetal, a água da chuva pode escorrer rapidamente pela superfície do solo, levando consigo a camada fértil e os nutrientes essenciais para o crescimento das plantas.

Classes de vegetação bastante esparsa está associando as áreas de pastagem e vegetação de caatinga aberta, caracterizada pela presença de plantas xerófitas, adaptadas a ambientes com pouca disponibilidade de água. Nesta vegetação, é comum encontrar espécies de cactos, como o mandacaru (*Cereus jamacaru*), xiquexique (*Pilosocereus gounellei*) e árvores de pequeno a médio porte. Estas espécies têm adaptações especiais para sobreviver em condições de seca, como a capacidade de armazenar água em suas estruturas e a presença de folhas reduzidas ou transformadas em espinhos para diminuir a perda de água por transpiração (Sousa; Paula, 2019).

A vegetação densa formada por vegetação de mata seca e caducifólia espinhosa (Caatinga Arbórea) é encontrada na encosta de serras ou em formação de altitudes moderadas a altas, este tipo de floresta é caracterizado por suas árvores resistentes e espinhosas que podem suportar o clima e as condições da região. Essa categoria de vegetação é em sua maioria caducifólias, o que significa que perdem suas folhas durante a estação seca e as regeneram durante a estação chuvosa.

A vegetação muito densa é composta pela floresta tropical pluvio-nebular (mata úmida do sedimentar) pode ser encontrada em altitudes de aproximadamente 600 metros. Esse complexo de vegetação é considerado remanescente da Mata Atlântica (Fernandes, 1990). As condições ambientais dessas áreas são propícias para a perpetuação das características perenes desse tipo de vegetação. Geograficamente, encontra-se predominantemente nas regiões mais altas das serras cristalinas e nas altas encostas das regiões norte do Planalto da Ibiapaba. As classes estão distribuídas de acordo (Figura 3), considerando os anos de 2014 e 2022.

Figura 3 - Análise comparativos dos dados de NDVI (nos anos de 2014 e 2022)

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Pelos dados aferidos, percebe-se que as áreas de recursos hídricos permaneceram estagnadas em torno de 1% em ambos os anos, indicando que não houve grandes mudanças na disponibilidade de recursos hídricos na área. No entanto, a área não vegetada teve aumento de 16% em 2014 para 20% em 2022, uma tendência preocupante. Isso indica que o solo está se tornando estéril, o que pode levar a vários problemas ambientais, como erosão do solo, desertificação e perda de biodiversidade.

A vegetação bastante esparsa apresentou redução de 52% em 2014 para 40% em 2022, indicando que a área está ficando menos verde. Isso pode ser atribuído a vários motivos, como desmatamento, urbanização e mudanças climáticas. A vegetação densa, por outro lado, testemunhou um aumento de 21% em 2014 para 34% em 2022, o que é um desenvolvimento positivo, vegetação bastante densa no ano de 2014 obteve 10% e em 2022 5% de sua área.

CONSIDERAÇÕES

O uso de ferramentas para o processamento de imagens de satélite, especificamente o NDVI, mostrou-se bastante eficiente e preciso para a

identificação da cobertura vegetal da bacia hidrográfica do riacho Jatobá. Dessa maneira, foi possível elaborar um material importante para análise ambiental da área estudada, onde os níveis, ou índices de cobertura vegetal representam as reais condições de conservação e de degradação ambiental dessa área.

Espera-se, portanto, que este trabalho sirva de subsídio para estabelecer medidas de preservação, conservação e recuperação das áreas degradadas, assim como, subsídio para o planejamento ambiental da área em questão, apregoada nos preceitos da sustentabilidade, o que é essencial nas medidas para recuperar os recursos naturais, conservar os ecossistemas e promover a qualidade de vida dos moradores de uma região.

Essas ações são cruciais para a sustentabilidade e para atingir esses objetivos, é fundamental o envolvimento de todas as partes interessadas, incluindo poder público, organizações da sociedade civil e moradores da região. Os envolvidos devem, por meios participativos, garantir que suas vozes sejam ouvidas e que as ações propostas sejam efetivas e impactantes. Porém, é importante lembrar que a responsabilidade por essas medidas recai sobre todos. Ou seja, a realização de ações que contribuam para a conservação dos recursos naturais e a promoção de uma melhor qualidade de vida, também, é de responsabilidade individual.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio com a concessão de bolsa de estudo e ao Mestrado Acadêmico em Geografia da Universidade Estadual Vale do Acaraú.

REFERÊNCIAS

Crispim, A. B. **Sistemas ambientais e vulnerabilidades ao uso da terra no vale do rio Pacoti - CE**: subsídios ao Ordenamento territorial. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2011. Disponível em: https://www.uece.br/wp-content/uploads/sites/60/2011/05/andrea_dissertacao.pdf. Acesso em: 20 set. 2022.

Diniz, S. F. **Caracterização Fisiográfica e Pedológica da região Norte do Estado do Ceará**. 2010, Tese (doutorado). Universidade Estadual Paulista (UEP), Rio Claro, 2010. Disponível em:

https://bdtd.ibict.br/vufind/Record/UNSP_08a3c6f1521d4b10bd48bd39cb3541fa. Acesso em: 20 dez. 2022.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos - SIBCS**, 2013. Disponível em: <https://www.embrapa.br/solos/sibcs>. Acesso em: 20 dez. 2022.

Fernandes, A. B. P. **Estudo fitogeográfico do Brasil**. Fortaleza: Stylus Comunicações, 1990. Disponível em: <https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/institutodebotanica/1990/01/estudo-fitogeografico-do-brasil/>. Acesso em: 20 dez. 2022.

Ferreira, A. G; Mello, N. G. da. S. Principais sistemas atmosféricos atuantes sobre a região Nordeste do Brasil e a influência dos oceanos Pacífico e Atlântico no clima da região. **Revista Brasileira de Climatologia**, vol. 1, nº 1, 2005. Disponível em: <https://ojs.ufgd.edu.br/index.php/rbclima/article/view/13436/6861>. Acesso em: 23 ago. 2022.

Nascimento, F. R. Os recursos hídricos e o trópico semiárido brasileiro. **GEO-graphia**, v. 14, n. 28, p. 82-109, 2012. Disponível em: <https://periodicos.uff.br/geographia/article/view/13644>. Acesso em: 23 set. 2022.

Sousa. F. C; Paula D. P. de. Análise de perda do solo por erosão na bacia hidrográfica do rio Coreaú (Ceará-Brasil). *Revista Brasileira de Geomorfologia (Online)*, São Paulo, v.20, n.3, (Jul-Set) p.491-507, 2019. Disponível em: <https://rbgeomorfologia.org.br/rbg/article/view/1393/386386446>. Acesso em: 23 ago. 2022.

Souza, M. J. N. Bases Naturais e Esboço do Zoneamento Geoambiental do Estado do Ceará. In: Souza, M. J. N.; Moraes, J. O.; Lima, L. C. *Compartimentação territorial e gestão regional do Ceará, Parte I*. Fortaleza: FUNCEME, p. 8-31, 2000.