



**INSTITUTO
FEDERAL**

Paraíba

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA

CAMPUS PRINCESA ISABEL

CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM GESTÃO AMBIENTAL

MARCELA DA CRUZ CARDOSO

**QUANTIFICAÇÃO DO TEOR DE MATÉRIA ORGÂNICA DO SOLO E
AVALIAÇÃO DE ÍNDICES ESPECTRAIS DE VEGETAÇÃO EM UMA ÁREA
PRESERVADA, EM PRINCESA ISABEL, PARAÍBA.**

PRINCESA ISABEL – PB

2025

MARCELA DA CRUZ CARDOSO

**QUANTIFICAÇÃO DO TEOR DE MATÉRIA ORGÂNICA DO SOLO E
AVALIAÇÃO DE ÍNDICES ESPECTRAIS DE VEGETAÇÃO EM UMA ÁREA
PRESERVADA, EM PRINCESA ISABEL, PARAÍBA**

Trabalho de Conclusão do Curso apresentado ao Curso Superior em Tecnologia em Gestão Ambiental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, *Campus* Princesa Isabel, como requisito necessário para obtenção do título de Tecnóloga em Gestão Ambiental.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Adriana Oliveira Araújo

Coorientador: Prof. Dr. Erickson Melo de Albuquerque

IFPB - Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) – Thiago Cabral CRB15 - 628

C178q

CARDOSO, Marcela da Cruz

Quantificação do Teor de Matéria Orgânica do Solo e Avaliação de Índices Espectrais de Vegetação em uma Área Preservada, em Princesa Isabel, Paraíba.- Princesa Isabel. Marcela da Cruz Cardoso. 2025.31f..

TCC (PDF)

Orientador: Adriana Oliveira Araújo

1. Gestão Ambiental 2. Rotinas Administrativas Solo. 3. Matéria Orgânica.
I. Título II. Marcela da Cruz Cardoso

CDU: 004

Ficha catalográfica elaborada pelo Departamento de Bibliotecas DBIBLIO/IFPB/Reitoria

MARCELA DA CRUZ CARDOSO

**QUANTIFICAÇÃO DO TEOR DE MATÉRIA ORGÂNICA DO SOLO E
AVALIAÇÃO DE ÍNDICES ESPECTRAIS DE VEGETAÇÃO EM UMA ÁREA
PRESERVADA, EM PRINCESA ISABEL, PARAÍBA**

Trabalho de Conclusão do Curso, modelo Artigo Científico, apresentado ao Curso Superior em Tecnologia em Gestão Ambiental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, *Campus* Princesa Isabel, como requisito necessário para obtenção do título de Tecnóloga em Gestão Ambiental e aprovado pela banca examinadora.

Aprovado em: 29 /01/ 2025.

BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente
 **ADRIANA OLIVEIRA ARAUJO**
Data: 12/02/2025 15:28:19-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof.^a Dr.^a Adriana Oliveira Araújo (Orientadora)
Instituto Federal da Paraíba – IFPB

Documento assinado digitalmente
 **ERICKSON MELO DE ALBUQUERQUE**
Data: 12/02/2025 16:56:20-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Erickson Melo de Albuquerque
Instituto Federal da Paraíba – IFPB

Documento assinado digitalmente
 **JOAO ABILIO DINIZ**
Data: 13/02/2025 07:54:53-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. João Abílio Diniz
Instituto Federal da Paraíba – IFPB

A Deus, fonte de minha força e inspiração. Aos meus pais e irmãos, e às irmãs em Cristo, pelo apoio e incentivo constantes. Aos professores e colegas, por contribuírem para minha formação e crescimento. Com gratidão, a todos que fizeram parte desta jornada.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

A Deus, minha eterna luz, abrigo e fortaleza, por ser Ele quem me sustentou em cada etapa deste percurso, renovando minhas forças e me guiando com sabedoria e fé, mesmo nos momentos de maior desafio.

Aos meus pais e irmãos que, mesmo distantes fisicamente, sempre acreditaram em mim e foram meu porto seguro e incentivo incondicional. Cada palavra de apoio e gesto de carinho foram fundamentais para que eu pudesse seguir em frente.

Às minhas irmãs em Cristo da Congregação das Irmãs Missionárias Carmelitas, por me proporcionarem a busca do conhecimento, em especial, agradeço à Irmã Teresinha por abrir as portas do Centro de Capacitação Agrocomunitário (CCA), para a realização da pesquisa de campo.

Aos meus colegas de classe, que compartilharam esta jornada comigo, tornando os desafios mais leves e as conquistas mais significativas. Obrigada pelas trocas de conhecimento e pela amizade que construímos ao longo do caminho.

Aos professores, que não apenas transmitiram conhecimento, mas também inspiraram com suas experiências e dedicação em minha formação durante todo o período em que estive na instituição. Cada ensinamento deixará marcas profundas em minha vida pessoal e profissional.

A minha querida orientadora, Prof.^a Adriana Araújo, a qual tenho grande estima e respeito, pela paciência, comprometimento e orientação precisa em todas as etapas deste trabalho. Sua confiança no meu potencial e suas contribuições foram fundamentais para a realização deste Trabalho de Conclusão de Curso.

Ao meu coorientador, Prof. Dr. Erickson Melo, pelos direcionamentos valiosos, pelas correções minuciosas e pela disposição em compartilhar seu tempo e conhecimento para aprimorar este projeto.

Enfim, agradeço a todas as pessoas que direta ou indiretamente contribuíram e me incentivaram nesta etapa tão importante em minha vida. A todos, minha mais sincera gratidão. Este trabalho é o reflexo de um esforço coletivo, e cada um de vocês tem um papel especial em sua concretização.

Obrigada por acreditarem em mim!

“Aja de modo que os efeitos da tua ação sejam compatíveis com a permanência de uma autêntica vida humana sobre a Terra”.

Hans Jonas

RESUMO

As Áreas Preservadas (AP) desempenham um papel fundamental na conservação ambiental e no equilíbrio ecológico, ajudando a mitigar os efeitos das mudanças climáticas por meio do sequestro de carbono e da estabilização da temperatura e umidade, além de oferecerem serviços ecossistêmicos essenciais, como polinização, proteção contra enchentes e fornecimento de matéria orgânica para o solo. Dessa forma, o presente trabalho teve como objetivo quantificar o teor de Matéria Orgânica do Solo (MOS) e aplicar os índices de vegetação Índice de Diferença Normalizada (NDVI) e CO₂Flux para caracterizar a cobertura vegetal em uma AP no município de Princesa Isabel, Paraíba. O estudo foi realizado no Centro de Capacitação Agrocomunitário, localizado na rodovia BR-426, em Princesa Isabel – PB. Foram coletadas amostras de solo em três pontos aleatórios nos meses de agosto e novembro de 2024, durante o período seco, sendo definidas duas profundidades (0-10 cm e 10-20 cm) para a estimativa do teor de MOS, utilizando o método da calcinação *Loss on Ignition*. O pH do solo foi analisado a fim de obter maior conhecimento sobre a disponibilidade desse nutriente na área estudada. Para a análise estatística, utilizou-se o Microsoft Excel como ferramenta para a obtenção de estatísticas descritivas. A análise dos dados foi realizada por meio da correlação linear de Pearson, aplicada entre as variáveis quantitativas MOS e pH do solo. A aquisição das imagens utilizadas foi realizada a partir da coleção de imagens do satélite Sentinel-2, disponíveis na plataforma Google Earth Engine (GEE). Os índices testados e computados por meio de um script no GEE foram NDVI e CO₂Flux. Os resultados evidenciaram que o teor de matéria orgânica foi maior na primeira camada (0-10 cm), pois é nesse ambiente que ocorre maior interação com as plantas, maior atividade biológica e acúmulo de resíduos vegetais (serrapilheira). Além disso, observou-se uma correlação positiva entre MOS e pH ($r = 0,69$), indicando que esses atributos do solo desempenham papéis interligados no suporte às populações de microrganismos. Os valores de NDVI variaram de 0,01 a 0,78, evidenciando elevada densidade vegetal, com amplo predomínio de floresta densa. Em relação à aplicação dos índices para a obtenção do CO₂Flux, verificou-se a eficiência no sequestro de carbono na AP, com valores variando entre -0,31 e -0,06. As áreas com valor -0,06 apresentaram maior capacidade de sequestro de carbono, enquanto aquelas com valor -0,31 demonstraram baixa absorção de CO₂. Por fim, conclui-se que houve uma interação positiva entre os índices NDVI e CO₂Flux com os teores de matéria orgânica e pH do solo, destacando a dinâmica entre os atributos químicos do solo e a cobertura vegetal.

Palavras-chave: Atributos químicos. Cobertura vegetal. Sensoriamento remoto.

ABSTRACT

Preserved Areas (PA) play a fundamental role in environmental conservation and ecological balance, helping to mitigate the effects of climate change through carbon sequestration and the stabilization of temperature and humidity. Additionally, they provide essential ecosystem services such as pollination, flood protection, and the supply of organic matter to the soil. Thus, this study aimed to quantify the Soil Organic Matter (SOM) content and apply the vegetation indices Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) and CO₂Flux to characterize the vegetative cover in a PA in the municipality of Princesa Isabel, Paraíba. The study was conducted at the Agrocommunity Training Center, located along the BR-426 highway in Princesa Isabel – PB. Soil samples were collected at three random points in August and November 2024, during the dry season. Two depths (0-10 cm and 10-20 cm) were defined for estimating the SOM content using the Loss on Ignition (LOI) method. Soil pH was also analyzed to gain a better understanding of nutrient availability in the studied area. For statistical analysis, Microsoft Excel was used as a tool for obtaining descriptive statistics. Data analysis was performed using Pearson's linear correlation between the quantitative variables SOM and soil pH. The images used in the study were acquired from the Sentinel-2 satellite image collection, available on the Google Earth Engine (GEE) platform. The indices tested and computed via a script in GEE were NDVI and CO₂Flux. The results showed that organic matter content was higher in the first layer (0-10 cm), as this is the environment where greater plant interaction, higher biological activity, and more significant accumulation of plant residues (litter) occur. Additionally, a positive correlation was observed between SOM and pH ($r = 0.69$), indicating that these soil attributes play interconnected roles in supporting microorganism populations. NDVI values ranged from 0.01 to 0.78, indicating high vegetation density, with a predominance of dense forest. Regarding the application of indices for obtaining CO₂Flux, carbon sequestration efficiency in the PA was observed, with values ranging between -0.31 and -0.06. Areas with a value of -0.06 exhibited a higher carbon sequestration capacity, while those with a value of -0.31 demonstrated lower CO₂ absorption. Finally, it was concluded that there was a positive interaction between the NDVI and CO₂Flux indices with soil organic matter and pH levels, highlighting the dynamic relationship between soil chemical attributes and vegetation cover.

Keywords: Chemical attributes. Vegetation cover. Remote sensing.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Mapa de localização do Centro de Capacitação Agrocomunitário – CCA.....	14
Figura 2 – Processo de coleta das amostras.....	15
Figura 3 – Processo de obtenção da MOS.....	16
Figura 4 – Etapa de peneiramento, medição de pH e pesagem	16
Figura 5 – Caracterização dos índices de vegetação NDVI e CO ₂ flux.....	24

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Teor de MOS	21
Gráfico 2 – Teor de pH nas camadas do solo	22
Gráfico 3 – Correlação MOS x pH.....	23

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

C	Carbono
CO2Flux	Fluxo de Carbono
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
GEE	<i>Google Earth Engine</i>
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
MOS	Matéria Orgânica do Solo
NDVI	Índice de Vegetação por Diferença Normalizada
pH	Potencial Hidrogeniônico

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	12
2 METODOLOGIA	14
2.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	14
2.2 PROCEDIMENTO DA COLETA DE DADOS	15
2.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS DADOS	17
2.4 AQUISIÇÃO E PROCESSAMENTO DAS IMAGENS	17
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	20
3.1 MATÉRIA ORGÂNICA DO SOLO NO FRAGMENTO FLORESTAL.....	20
3.2 POTENCIAL HIDROGENIÔNICO NO SOLO	21
3.3 CORRELAÇÃO M.O X PH.....	22
3.4 NDVI e CO2Flux.....	24
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	27
REFERÊNCIAS.....	28

1 INTRODUÇÃO

O Sistema Brasileiro de Classificação do Solo elucidada o solo como sendo uma coleção de corpos naturais constituídos por partes sólidas, líquidas e gasosas, tridimensionais, dinâmicos, formados por materiais minerais e orgânicos que ocupam a maior parte do manto superficial das extensões continentais do nosso planeta, contendo matéria viva e podendo ser vegetados na natureza onde ocorrem e, eventualmente, terem sido modificados por interferências antrópicas (EMBRAPA, 2006, p. 32).

Segundo Silva (2011), os solos resultam das alterações físicas e químicas dos minerais formadores das rochas, possuindo características específicas conforme o material de origem e do ambiente em que foi formado. Além disso, os solos apresentam 5 (cinco) fatores de formação, os quais são: clima, organismos vivos, tempo, material de origem e relevo, os quais darão aos mesmos graus de evolução e características distintas.

Matéria orgânica do solo (MOS) é um termo utilizado para descrever a fração de adubo natural presente no solo, composto principalmente por resíduos de plantas e animais em diferentes estágios de decomposição, bem como por microrganismos vivos e mortos que habitam o solo (Moraes, 2018).

A quantificação da MOS é relevante devido à sua influência direta na fertilidade do solo. Ela melhora a retenção de água, aprimora a estrutura do solo, aumenta a disponibilidade de nutrientes essenciais para as plantas e estimula a atividade biológica, fatores que juntos contribuem significativamente para a qualidade e produtividade agrícola (Vezzani; Mielniczuk, 2009).

A maior fonte de carbono (C) terrestre está contida na MOS, podendo variar em decorrência dos tipos de uso do solo. Na maioria dos solos minerais, o teor de MOS pode variar de 5 a 50 g.kg nos horizontes minerais (Steverson, 1994; Moreira; Siqueira, 2006).

Nas aplicações de sensoriamento remoto, os cientistas desenvolveram os índices de vegetação para monitorar e quantificar as condições e distribuições espaciais das vegetações, usando os dados digitais de reflectância espectrais da radiação eletromagnética. Os índices de vegetação são obtidos das várias combinações matemáticas das reflectâncias em várias faixas espectrais da radiação eletromagnética (Liu, 2006).

Por sua vez, as Áreas Preservadas são cruciais para a manutenção dos serviços ecossistêmicos, como a proteção dos recursos hídricos, a conservação da biodiversidade e o controle da destruição. Além disso, as AP funcionam como áreas de refúgio para a vegetação nativa, o que pode potencializar o sequestro de carbono.

Neste contexto, o uso de tecnologias de sensoriamento remoto, como a avaliação de índices espectrais de vegetação, tem se destacado como uma ferramenta eficiente para o monitoramento ambiental. Esses índices permitem uma análise precisa da cobertura vegetal e das condições das áreas de preservação, oferecendo informações valiosas sobre o estado de conservação de Áreas Preservadas e a relação entre a vegetação e a dinâmica do carbono. De acordo com Chaves *et al.* (2013), alguns dos principais produtos do SR utilizados no monitoramento dos impactos sobre a flora são os índices de vegetação, estes viabilizando a distinção de diferentes classes de cobertura e uso da terra.

Com base nisso, este trabalho teve como perguntas de partida: Qual é a quantidade de matéria orgânica do solo em uma AP localizada no município de Princesa Isabel – PB? De que maneira os índices espectrais de vegetação podem caracterizar a área de estudo?

Assim, este estudo teve como objetivo geral quantificar o teor de matéria orgânica do solo pelo método da calcinação (*Loss of Ignition*) e aplicar os índices de vegetação: Índice por Diferença Normalizada (NDVI) e CO2Flux na caracterização da cobertura vegetativa em uma Área Preservada no município de Princesa Isabel, Paraíba e como objetivos específicos: 1) Analisar o teor de matéria orgânica do solo em diferentes profundidades; 2) Verificar a influência do potencial hidrogeniônico (pH) do solo na sua disponibilidade de nutrientes; 3) Analisar a cobertura vegetal do solo, através do uso de geotecnologias e técnicas do sensoriamento remoto.

2 METODOLOGIA

2.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi realizado no Centro de Capacitação Agrocomunitário (Figura 1), situado na BR 426, em Princesa Isabel, PB, nas coordenadas geográficas $7^{\circ}41'48''S$ e $37^{\circ}55'04''W$, próximo ao Açude dos Jerônimos. A instituição, administrada pelas Irmãs Missionárias Carmelitas, oferece uma variedade de atividades voltadas para o desenvolvimento social, ambiental e educativo, tanto para a comunidade local quanto para visitantes. Entre as iniciativas destacam-se as trilhas ecológicas, que promovem o contato com a natureza e o aprendizado sobre a biodiversidade local, além de intercâmbios com escolas de ensino fundamental, médio e superior, que favorecem o compartilhamento de experiências educacionais. O centro também funciona como um espaço de convivência, oferecendo ambientes adequados para recreação e para a realização de encontros formativos, que podem ter caráter religioso, com atividades voltadas à espiritualidade, ou social, buscando promover a integração e fortalecer os laços comunitários.

Figura 1 – Mapa de localização do Centro de Capacitação Agrocomunitário – CCA



Fonte: Elaborado pela autora (2024).

O município de Princesa Isabel localiza-se à latitude 7°44'17"S e à longitude 37°59'42"W, com altitude de 683 metros, a cerca de 420 km de distância da capital do estado, João Pessoa. A população do município, segundo o recente censo demográfico, é de 21.114 habitantes (IBGE, 2022).

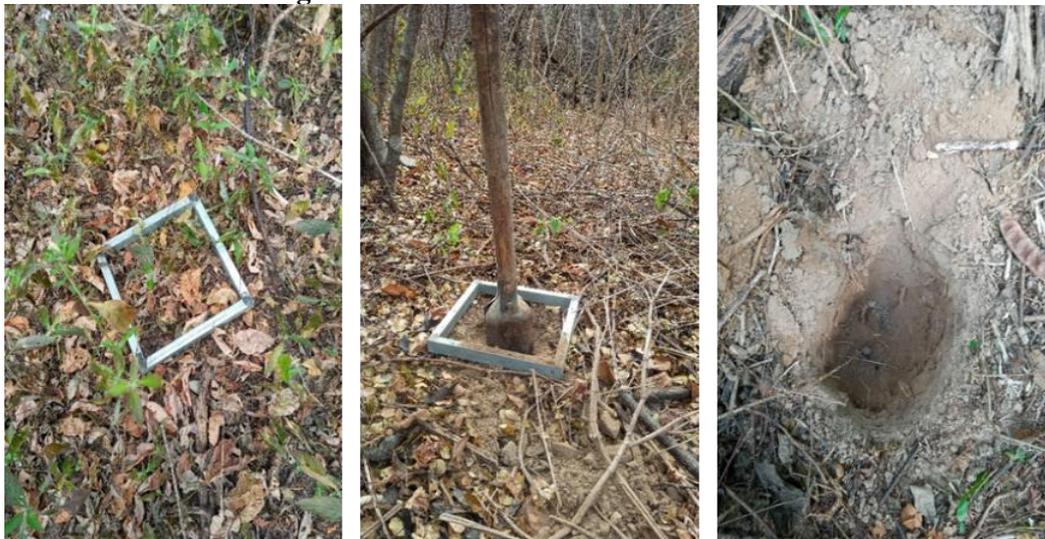
Segundo Beltrão *et al.* (2005), a vegetação é de pequeno porte, típica de caatinga xerofítica, onde se destaca a presença de cactáceas, arbustos e árvores de pequeno a médio porte. O solo é classificado como Argissolo vermelho-amarelo que são solos caracterizados pela presença de horizonte B textural, com cores vermelho-amarelas e textura argilosa, abaixo de um horizonte A ou E de cores mais claras e textura arenosa ou média, ocorrendo em maior destaque nos estados do Ceará, Bahia, Rio Grande do Norte e Paraíba (EMBRAPA, 2018).

2.2 PROCEDIMENTO DA COLETA DE DADOS

As coletas de solo foram realizadas com o auxílio de um trado manual e um amostrador em três pontos aleatórios nos meses de agosto e novembro de 2024, no período seco. Foram realizadas seis coletas ao todo, sendo três na profundidade de 0 cm – 10 cm e três na profundidade de 10 cm – 20 cm em 3 pontos aleatórios (Figura 2), os quais foram georreferenciados utilizando o aplicativo CR Campeiro 7.

As amostras foram coletadas nestas profundidades para fins do conhecimento da fertilidade do solo, sendo que se trata de uma área preservada há mais de trinta anos, a qual é fundamental para a conservação da biodiversidade e dos recursos naturais, como também gera benefícios, tais como a proteção do solo contra erosão e a regulação do clima.

Figura 2 – Processo de coleta das amostras



Fonte: A autora (2024).

Após a coleta em campo, as amostras foram acondicionadas em sacos plásticos, devidamente etiquetadas e encaminhadas ao laboratório de química para processamento e análises. Estas amostras com estrutura deformada foram secas ao ar, destorroadas e passadas em peneira com malha de 2 mm para obtenção da terra fina seca ao ar (TFSA) para as análises químicas e físicas de caracterização do solo (EMBRAPA, 1997).

Para a determinação da quantificação da matéria orgânica presente nos solos, é utilizado o Método da Calcinação “*Loss of Ignition*”, que se baseia na utilização da mufla à temperatura de 500°C (Soares; Xavier, Amarante, 2009).

Na Figura 3 é demonstrado o processo de obtenção de MOS. Inicialmente são pesadas cerca de 100g de cada amostra do solo, previamente secas a 105°C na estufa e, posteriormente, aproximadamente 4g de cada amostra são levadas à mufla aquecida a 500°C por 4h. Através da razão entre o peso da fração calcinada das amostras e o peso do solo seco em estufa a 105°C obtém-se o teor de MOS conforme Davies (1974).

Figura 3 – Processo de obtenção da MOS



Fonte: A autora (2024).

As amostras foram pesadas em uma balança digital com uma sensibilidade de 0,001 gramas e foi posteriormente realizada a medição única de potencial hidrogeniônico do solo (pH), descrito no manual de métodos de análise de solo (EMBRAPA, 1997). A Figura 4 demonstra o processo de análise das amostras.

Figura 4 – Etapa de peneiramento, medição de pH e pesagem



Fonte: A autora (2024).

2.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS DADOS

Foi utilizado o Microsoft Excel como ferramenta para a obtenção de estatísticas descritivas, as quais, segundo Marconi & Lakatos (2009), objetivam representar, de forma concisa, sintética e compreensível, a informação contida num conjunto de dados. Esta tarefa, que adquire grande importância quando o volume de dados for grande, concretiza-se na elaboração de tabelas e de gráficos, e no cálculo de medidas ou indicadores que representam convenientemente a informação contida nos dados.

Para o tratamento dos dados, foi utilizada a correlação linear de Pearson, definida por Levine *et al.* (2016, p. 137), como aquela que:

[...] mede a força relativa da relação linear entre duas variáveis numéricas. Os valores para o coeficiente de correlação se estendem desde -1 , para uma correlação negativa perfeita, até $+1$, para uma correlação positiva perfeita. Perfeita, nesse caso, significa dizer que, se os pontos fossem desenhados em um gráfico de dispersão, todos esses poderiam ser interligados (Levine *et al.*, 2016, p. 137).

2.4 AQUISIÇÃO E PROCESSAMENTO DAS IMAGENS

A primeira etapa consistiu na aquisição das imagens utilizadas da coleção de dados do satélite Sentinel-2, presentes na plataforma Google *Earth Engine* (GEE). O Sentinel-2 fornece imagens óticas de alta resolução para os serviços terrestres, tais como imagens da vegetação, da cobertura do solo e da água, das vias navegáveis interiores e das zonas costeiras.

Os índices testados e computados por meio de um *script* no GEE foram: Índice de

Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) e CO2Flux. As imagens utilizadas foram datadas de 27 de agosto de 2024, por serem do mesmo mês da primeira coleta de solo.

O NDVI foi proposto por Rouse e colaboradores (1974) e é bastante utilizado até hoje para diversas finalidades, como detecção de áreas cobertas por vegetação e estimativas de biomassa, verificação do vigor e produção de culturas, estimativas de cobertura vegetal, dentre outras (Abreu Coutinho, 2014; Paruelo *et al.* 2000).

Para o cálculo do NDVI são empregadas as bandas do vermelho (V), utilizada pela vegetação durante o processo de fotossíntese, e do infravermelho (IV), refletida durante o mesmo processo. O índice é calculado com base na relação entre as reflectâncias (ρ) do vermelho (V) e do infravermelho próximo (IV) e seu valor varia entre -1 e 1. Quanto maior esse valor, maior a atividade fotossintética da vegetação (Eq. 1).

$$NDVI = \frac{\rho_{IV} - \rho_V}{\rho_{IV} + \rho_V} \quad \text{Eq. 1}$$

O mapeamento da vegetação utilizando o NDVI permite estimar a sua biomassa e consequentemente relacioná-lo ao estoque de carbono (Coltri *et al.*, 2009).

Para determinar o CO2Flux foi necessário realizar os cálculos de NDVI, Índice de Refletância Fotoquímica (PRI) e Índice de Refletância Fotoquímica reprogramado para valores positivo (sPRI). O PRI (Eq. 2) foi estabelecido para aferir a eficácia fotossintética empregando as bandas de reflectância nos comprimentos de onda do azul (B) e do verde (G) (Moreira *et al.*, 2005).

$$PRI = (\rho_B - \rho_G) / (\rho_B + \rho_G) \quad \text{Eq. 2}$$

O PRI expressa a relação entre as bandas do verde e azul e, segundo Rahman *et al.* (2000), pode ser relacionado com a eficiência do uso da luz no processo fotossintético. Salienta-se, porém, que os dados de PRI devem ser reescalados para valores positivos, gerando um novo índice, o sPRI (Eq. 3). O índice sPRI possui o mesmo significado do PRI, mas é representado em uma escala variável entre 0 e 1 para ficar com a mesma escala do NDVI.

$$sPRI = \frac{PRI + 1}{2} \quad \text{Eq. 3}$$

Por sua vez, o CO2Flux é a integração do índice de reflectância fotoquímica, ou PRI,

que representa a eficiência do uso da luz na fotossíntese, com o NDVI (Rahman *et al.*, 2000), que representa o vigor da vegetação fotossinteticamente ativa, o que possibilitaria integrar as feições de absorção decorrentes do sequestro de carbono. A esse índice integrado, Baptista (2003) chamou de CO2Flux (Eq. 4).

$$CO2 Flux = sPRI \times NDVI \quad \text{Eq. 4}$$

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados referentes à análise descritiva dos atributos do solo nas camadas de 0 – 10 cm e 10 – 20 cm são apresentados nos valores médios da MOS e de pH do solo, respectivamente, na Tabela 1.

Tabela 1 – Valores médios de % MOS e pH nas duas camadas de solo avaliadas

Profundidade 0-10cm	% MOS	pH
P1	28,75	8,99
P2	26,19	8,78
P3	31,78	7,34
Profundidade 10-20cm	% MOS	pH
P1	27,46	6,66
P2	26,16	5,35
P3	27,20	4,52

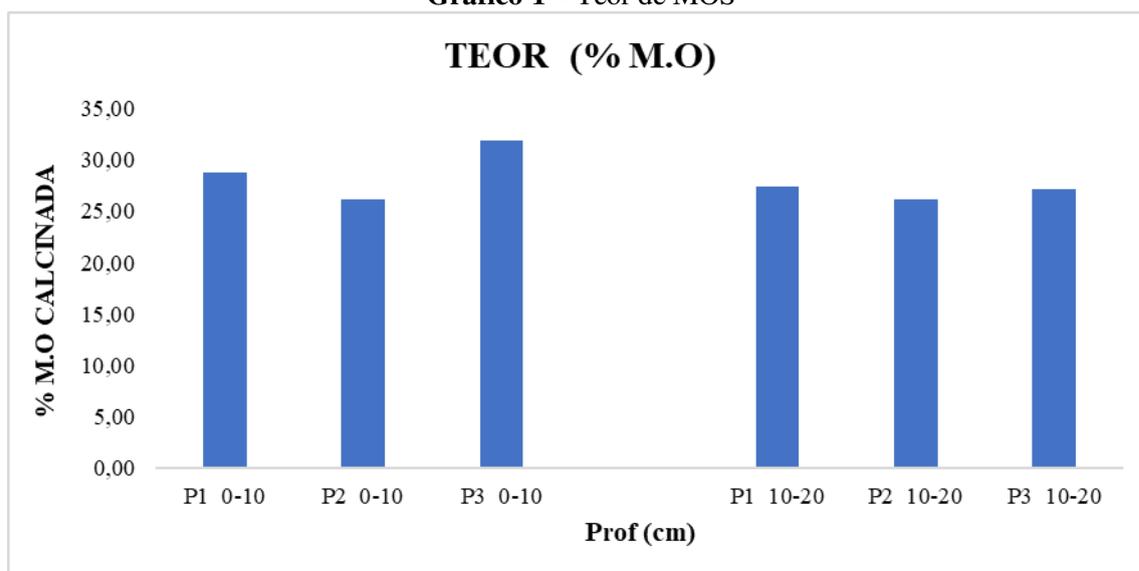
Fonte: A autora (2024)

3.1 MATÉRIA ORGÂNICA DO SOLO NO FRAGMENTO FLORESTAL

Por meio dos resultados obtidos, foi possível evidenciar que o teor de matéria orgânica na primeira camada (0-10cm) foi maior. Isto pode ser explicado por diversos motivos relacionados à dinâmica do acúmulo de MOS, tais como a interação com as plantas, maior atividade biológica (organismos decompositores: minhoca, insetos) e acúmulo de resíduos vegetais (serrapilheira). Há presença de formas de vida em toda extensão do solo, porém é nessas áreas que os seres vivos se tornam mais abundantes e ativos (Philippot *et al.*, 2013).

Devido ao acúmulo de matéria orgânica proveniente da cobertura florestal, as camadas que recebem maior aporte desse material orgânico são as superficiais. Isso justifica o fato de o teor de carbono orgânico total variar, diminuindo conforme a profundidade (Locatelli *et al.*, 2011; Ozório *et al.*, 2019).

No Gráfico 1 é possível corroborar tal assertiva, pois o teor de MOS diminuiu na camada de 10-20 cm.

Gráfico 1 – Teor de MOS

Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Além da variação em profundidade, as propriedades físicas do solo e a micro e macrofauna edáfica atribuem modificações pela matéria orgânica, maior reservatório de carbono no solo. Isso também é verificado nas concentrações de carbono orgânico presente no solo, que podem reduzir ou aumentar com a presença de alguns organismos (Vicente *et al.*, 2019; Huang; González; Zou, 2020).

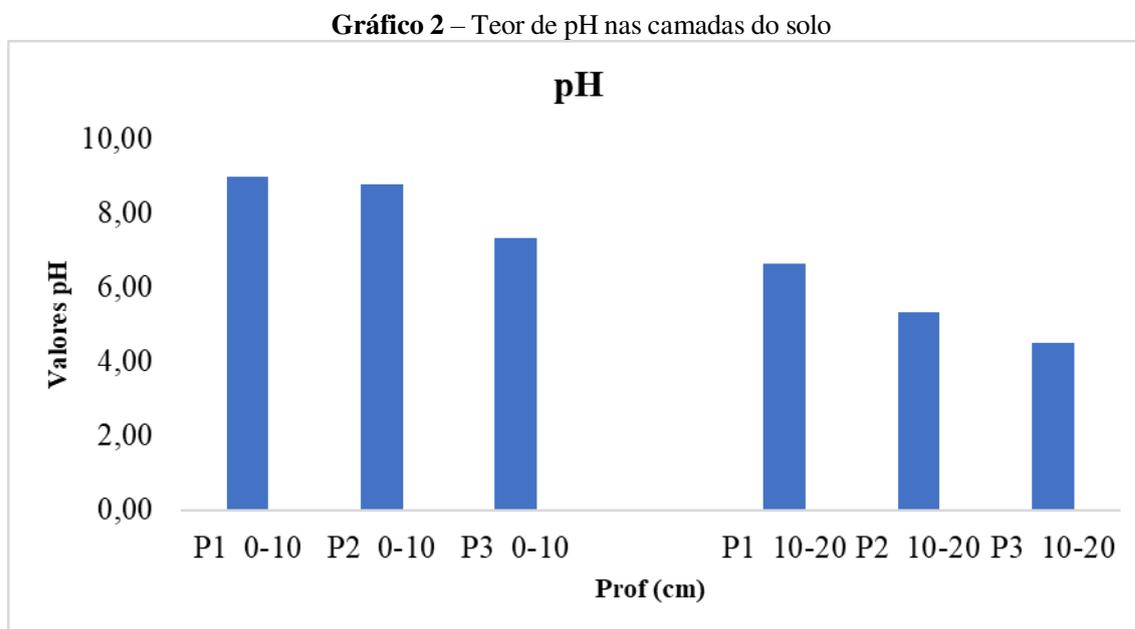
3.2 POTENCIAL HIDROGENIÔNICO NO SOLO

A análise dos teores médios de pH revelou uma diferença significativa entre as camadas de solo investigadas. Na camada de 0-10 cm, os teores médios de pH foram determinados como básico, já a camada de 10-20 cm indicou um pH ácido. A distribuição deste nutriente ao longo do perfil do solo aponta que o pH básico encontra-se na camada superficial do solo e o pH ácido na camada subsuperficial do solo. Para as profundidades, percebe-se que no geral o pH tendenciou a uma redução com o aumento da profundidade.

No Semiárido, em geral, os solos são moderadamente ácidos a moderadamente alcalinos (pH em água entre 5,3 e 8,3). Porém, em situações localizadas, tanto em função do material de origem como da drenagem local, os solos podem apresentar reação fortemente ácida (pH < 5,3) ou até mesmo fortemente alcalina (pH > 8,3) (Araújo Filho *et al.*, 2022).

O pH do solo é um dos fatores que mais influencia a disponibilidade de nutrientes às plantas. Valores ótimos de pH variam entre 6,0 e 6,5. Neste intervalo, ocorre a disponibilidade

máxima de macronutrientes, bem como se limita a disponibilidade máxima dos micronutrientes e se reduz a acidez do solo (Malavolta; Vitti; Oliveira, 1997).



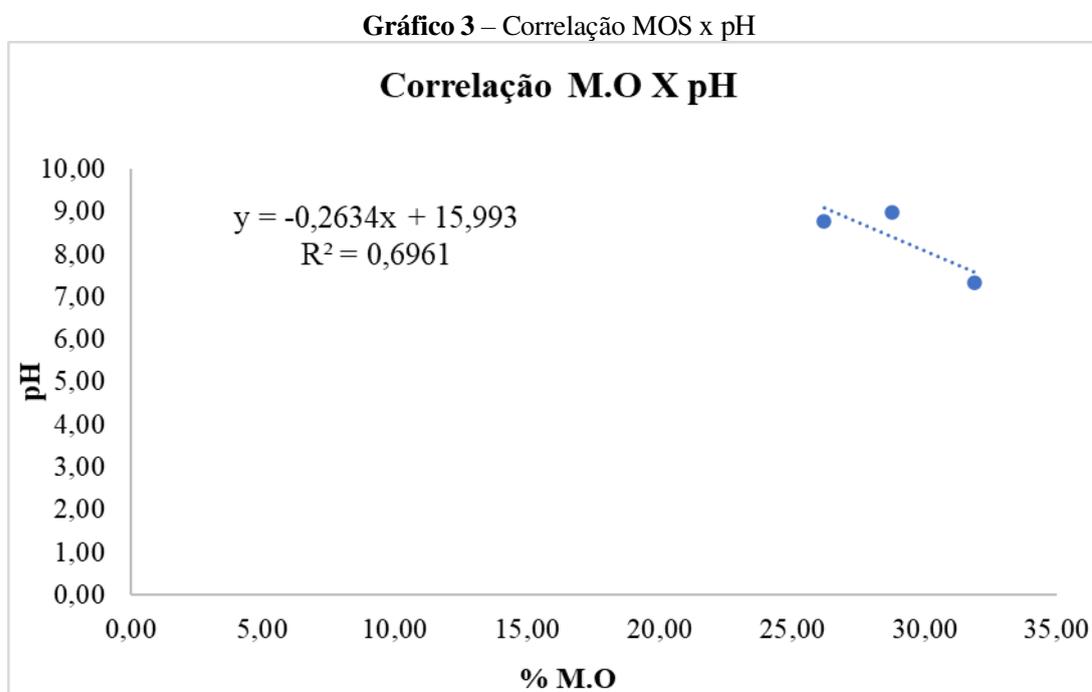
Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Neste sentido, segundo os resultados obtidos, pode-se dizer que a APP se encontra com uma boa disponibilidade deste nutriente. Segundo Moreira *et al.* (2013) descrevem que para avaliar a acidez do solo é necessário conhecer o pH do solo e a quantidade de alumínio. O termo pH define a acidez ou alcalinidade relativa de uma solução. A escala de pH cobre uma amplitude de 0-14. Um valor de pH igual a 7 é neutro. Ainda segundo os autores valores abaixo de 7 são ácidos e acima de 7 são básicos. A maioria dos solos produtivos varia entre os valores de pH 4 e 9.

3.3 CORRELAÇÃO MOS X pH

Os resultados da análise de correlação linear de Pearson (r) entre MOS e pH apresentaram correlação positiva, isto significa dizer que os valores se aproximaram de 1, ($R^2 = 0,69$). Para Cohen (1988), valores entre 0,10 e 0,29 podem ser considerados pequenos; escores entre 0,30 e 0,49 podem ser considerados médios; e valores entre 0,50 e 1 podem ser interpretados como grandes. Dancy e Reidy (2006) apontam para uma classificação ligeiramente diferente: $r = 0,10$ até 0,30 (fraco); $r = 0,40$ até 0,6 (moderado); $r = 0,70$ até 1 (forte). Seja como for, o certo é que quanto mais perto de 1 (independente do sinal), maior é o

grau de dependência estatística linear entre as variáveis. No gráfico 3, são apresentados os resultados da correlação entre MOS e pH do solo.



Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Esses resultados confirmaram que a MOS se correlacionou positivamente com o pH ($r = 0,69$). Isso pode ser explicado, na maioria das vezes, por estes atributos do solo desempenharem papéis interligados no suporte às populações dos microrganismos. A matéria orgânica, por exemplo, é uma importante fonte de nutriente para estes microrganismos (Andrade, 2020).

Com relação ao pH, Ebeling *et al.* (2008) afirmam que quanto maior o conteúdo de carbono, maior tenderá a ser a acidez do solo. Isto significa dizer que a presença de matéria orgânica no solo tende a melhorar a neutralidade ou reduzir a acidez do solo.

Portanto, através dos resultados obtidos, foi possível concluir que a MOS e pH são dois componentes críticos da saúde do solo, os quais estão intimamente interligados com a M.O, que atua como um agente de ligação, ajudando a criar agregados do solo que melhoram a estrutura e a porosidade do solo. Isso, por sua vez, influencia o pH do solo ao afetar a disponibilidade de nutrientes e a atividade dos microrganismos do solo.

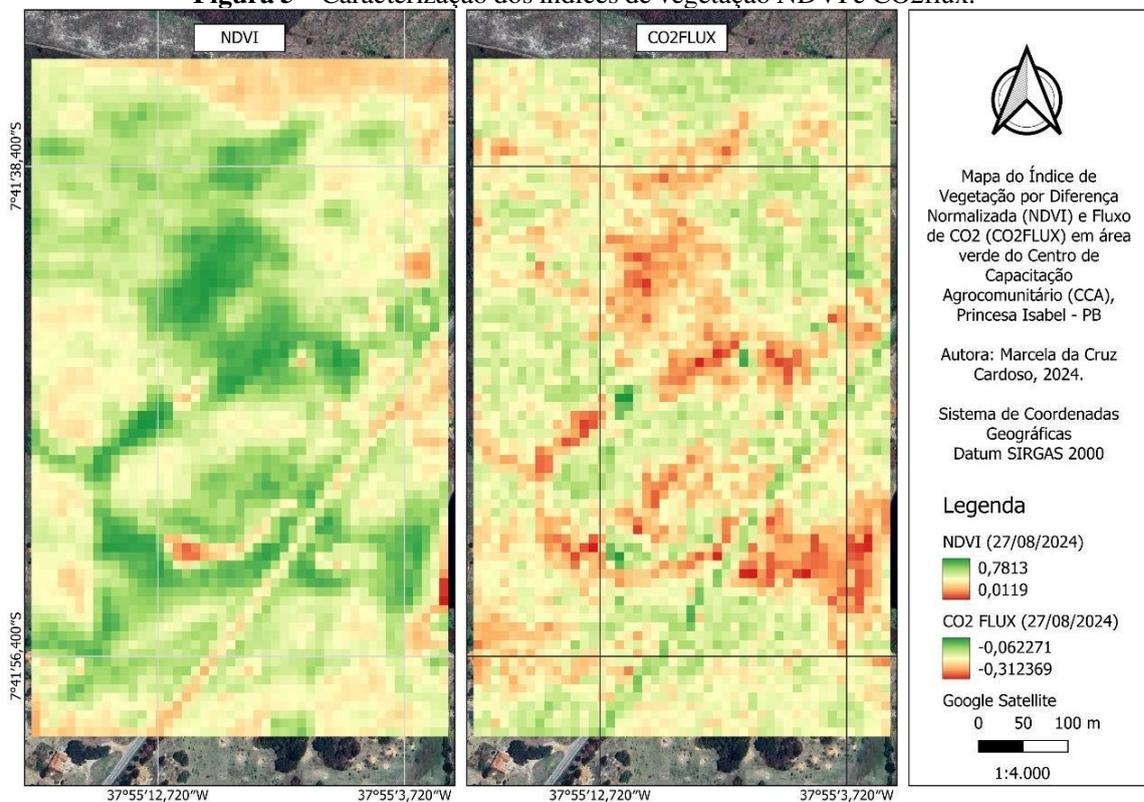
Um coeficiente de correlação positivo indica que, à medida que a matéria orgânica do solo aumenta, o pH tende a aumentar também, enquanto um coeficiente de correlação negativo sugere o oposto. Ademais, a relação entre MOS e pH na área estudada desempenha um papel

importantíssimo na fertilidade e produtividade do solo. Entender essa correlação pode contribuir para a inserção de práticas sustentáveis de manejo do solo e garantir a saúde de longo prazo dos ecossistemas edáficos da APP.

3.4 NDVI e CO2Flux

Os resultados dos processamentos foram um mapa com a distribuição espacial de valores de NDVI e CO2flux na área analisada no município de Princesa Isabel (Figura 5).

Figura 5 – Caracterização dos índices de vegetação NDVI e CO2flux.



Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Os resultados apresentados na Figura 5 para o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI), demonstraram que quanto mais próximo de 1 mais densa é a vegetação (Lima; Carvalho, 2018), enquanto o valor 0 (zero) ou próximo de 0 (zero) indica superfície não vegetada ou com pouca vegetação respectivamente. Assim, pode-se observar que os valores do NDVI gerados variaram de 0,01 a 0,78. Isto implica dizer que a maior parte da área estudada apresentou elevada densidade vegetal, onde se nota amplo predomínio de floresta densa.

A escala de cores que vai do vermelho (valores mais baixos) ao verde (valores mais altos) indicou que, com relação aos índices de vegetação, quanto maior o valor, mais vigorosa é a vegetação.

Os valores de NDVI nas proximidades dos pontos onde foram coletadas as amostras apresentaram boa relação sendo que se mostraram bastante significativas, pois quando o NDVI está próximo de 1, isso geralmente significa que a vegetação está saudável, o que pode ser atribuído a um solo rico em matéria orgânica e com pH adequado.

Em analogia às espécies vegetais cultivadas, onde existe uma relação direta da densidade da vegetação com o NDVI (Lopes *et al.*, 2011), podemos inferir que os valores desse índice para vegetação de Caatinga preservada variam em função da área foliar, uma vez que, para o intervalo de tempo em estudo, não é possível verificar um aumento expressivo na densidade de plantas e se tratando de uma área preservada há mais de 30 anos, pode-se esperar que exista uma estabilidade vegetacional da comunidade de plantas neste estado de preservação. Outros trabalhos verificaram, para florestas decíduas, boa correlação entre parâmetros da vegetação e sua resposta espectral (Wang *et al.*, 2005; Barbosa *et al.*, 2006).

A partir da aplicação dos índices para a obtenção do CO₂Flux foi possível identificar, a partir do mapa, a eficiência de sequestro de carbono na APP (Figura 5), que apresentaram variação entre -0,31 e -0,06. Sendo que as áreas em verde que tiveram valor -0,06 são as mais fotossinteticamente ativas, ou seja, elas indicam uma maior capacidade de sequestro de carbono. Já as áreas em vermelho e amarelo (-0,31) são as que representam uma baixa absorção de CO₂ na área estudada. Pereira *et al.* (2020), utilizando resultados de CO₂flux afirmam que áreas com maiores densidades florestais são mais eficientes no processo de sequestro de carbono.

Nos pontos em que foram coletadas as amostras foi possível identificar que houve um teor significativo de CO₂, sugerindo que o solo está funcionando como um sumidouro de carbono. Isso é geralmente um bom sinal por significar que o solo está armazenando mais carbono do que está liberando, o que pode estar relacionado à presença de matéria orgânica.

Em resumo, a relação entre o teor de CO₂, alta matéria orgânica e pH equilibrado sugere que o solo da área estudada proporciona um ambiente saudável, com boa disponibilidade de nutrientes e promove a sustentabilidade dos ecossistemas à sua volta.

As florestas tropicais brasileiras sazonalmente secas possuem um papel conhecido no sequestro de CO₂, contudo, ainda há necessidade de levantamentos aperfeiçoados e detalhados sobre cada região. Uma das formas de conhecer as diferentes formações florestais, principalmente as de difícil acesso, é por meio da aplicação dos índices de vegetação, os quais

são obtidos por meio de imagens de sensoriamento remoto (Mendes *et al.*, 2020; Pereira *et al.*, 2020; Mendes *et al.*, 2021).

Os índices de vegetação NDVI e CO2Flux foram eficientes e apontaram que a AP possui um bom fluxo de carbono, considerando o alto potencial na realização da fotossíntese, além de abrigar uma vegetação densa e obter um bom desempenho no armazenamento de CO2.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos neste estudo indicaram que a Área Preservada investigada apresenta condições favoráveis em termos de matéria orgânica e pH do solo, evidenciando a importância do manejo adequado e da proteção ambiental para a manutenção da qualidade do solo.

A significativa concentração de matéria orgânica observada sugere que a cobertura vegetal da área desempenha um papel essencial no fornecimento de nutrientes e na melhoria da estrutura do solo, contribuindo para a estabilidade ecológica do ecossistema. Além disso, o pH do solo, situado em uma faixa ideal para a maioria dos processos biogeoquímicos, destaca o papel da vegetação nativa na regulação das condições químicas do solo e na promoção da biodiversidade local.

A análise dos índices de vegetação NDVI e CO₂Flux revelou condições satisfatórias de cobertura vegetal e dinâmica de carbono, reforçando a capacidade da APP de atuar como um reservatório de carbono e contribuir para a estabilidade climática local.

A relação positiva entre os índices NDVI e CO₂Flux com os teores de matéria orgânica e o pH do solo destaca a interação dinâmica entre os atributos químicos do solo e a cobertura vegetal da área estudada.

Por fim, recomenda-se realizar estudos adicionais que aprofundem o conhecimento sobre o potencial dessa AP, incluindo o monitoramento sazonal dos índices NDVI e CO₂Flux e a análise de outros atributos químicos e biológicos do solo. Essas investigações poderão fornecer uma compreensão mais abrangente sobre a saúde do ecossistema, subsidiando práticas de manejo e conservação que assegurem a preservação dessas áreas. Assim, será possível fortalecer os papéis ambientais e os serviços ecossistêmicos proporcionados por estes, ambientes promovendo maior qualidade ambiental para o planeta e reafirmando a importância da preservação dessas áreas.

REFERÊNCIAS

- ABREU, K. M. P.; COUTINHO, L. M. Sensoriamento remoto aplicado ao estudo da vegetação com ênfase em índice de vegetação e métricas da paisagem. **Revista Vértices**, v. 16, n. 2010, p. 173-198, 2014. DOI: <https://doi.org/10.5935/1809-2667.20140012>
- ANDRADE, F. M. C. **Caderno dos Microrganismos Eficientes (E.M.):** Instruções práticas sobre uso ecológico e social do EM. 3. ed. Viçosa-MG: Universidade Federal de Viçosa/Departamento de Fitotecnia, 2020. Disponível em: <https://vilavelha.ifes.edu.br/images/stories/biblioteca/sala-verde-virtual/agroecologia-permacultura-e-educacao-alimentar/caderno-dos-microorganismos-eficientes-diagramado.pdf>. Acesso em: 4 out. 2024.
- ARAUJO FILHO, J. C. de *et al.* **Solos do Semiárido:** características e estoque de carbono. *In:* GIONGO, V.; ANGELOTTI, F. (ed.). **Agricultura de baixa emissão de carbono em regiões semiáridas:** experiência brasileira. Brasília, DF: Embrapa, 2022. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1150132/1/Solos-do-semiarido-2022.pdf>. Acesso em: 1 out. 2024.
- BAPTISTA, G. M. M. Validação da Modelagem de sequestro de carbono para ambientes tropicais de cerrado, por meio de dados Aviris e Hyperion. **Anais [...]** Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), v. 11, Belo Horizonte – MG; São José dos Campos – SP: INPE, 2003. Disponível em: http://marte.dpi.inpe.br/col/ltid.inpe.br/sbsr/2002/09.07.21.45/doc/10_002.pdf. Acesso em: 4 out. 2024.
- BARBOSA, H. A.; HUETE, A. R.; BAETHGEN, W. E. A 20-year study of NDVI variability over the Northeast Region of Brazil. **Journal of Arid Environments**, v. 67, n. 2, p. 288-307, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2006.02.022>
- BELTRÃO, B. A. *et al.* (Org.). **Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea, estado de Paraíba, diagnóstico do município de Princesa Isabel.** Recife: CPRM, 2005. Atlas Digital dos Recursos Hídricos Subterrâneos. Disponível em: <https://rigeo.sgb.gov.br/handle/doc/16286?mode=full>. Acesso em: 28 set. 2024.
- CHAVES, I. de B. *et al.* (2013). Índices espectrais, diagnóstico da vegetação e da degradação da Caatinga da Bacia do Rio Taperoá-PB. *In:* SILVA, B. B. da. (Org.). **Aplicações ambientais brasileiras de geoprocessamento e sensoriamento remoto.** Campina Grande: EDUFPG, 2013. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/977328/1/CAPLIVROTAPEROAPB.pdf>. Acesso em: 19 set. 2024.
- COHEN, J. **Statistical power analysis for the behavioral sciences.** Hillsdale, NJ, Erlbaum, 1988.
- COLTRI, P. P. *et al.* Utilização de índices de Vegetação para Estimativas não Destrutivas da Biomassa, Estoque e Sequestro de Carbono no Cafeeiro Arábica. **Anais [...]** Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), v. 14, 2009, Natal – RN; São José dos Campos – SP: INPE, 2009. Disponível em: <http://marte.sid.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@80/2008/11.17.15.21/doc/121-128.pdf>. Acesso em: 23 nov. 2024.

DANCEY, C.; REIDY, J. **Estatística sem Matemática para Psicologia**: Usando SPSS para Windows. Porto Alegre: Artmed, 2006.

DAVIES, B. E. Loss-on-ignition as an estimate of soil organic matter. **Soil Science Society of America Proceedings**, n. 38, p. 347-353, 1974. DOI: <http://dx.doi.org/10.2136/sssaj1974.03615995003800010046x>

EBELING, A. G. *et al.* Relação entre acidez e outros atributos químicos em solos com teores elevados de matéria orgânica. **Bragantia**, Campinas, v. 67, n. 2, p. 429-439, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0006-87052008000200019>

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisas de Solos. **Manual de métodos de análises de solo**. 2 ed. Rio de Janeiro: Embrapa, 1997. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/330804/1/Manualdemetodosdeanalisedesolo2ed1997.pdf>. Acesso em: 3 out. 2024.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 5. ed., rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2018. Disponível em: [https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/338818/1/sistemabrasileirodecassificacaodossolos2006.pdf](https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/338818/1/sistemabrasileirodeclassificacaodossolos2006.pdf). Acesso em: 16 nov. 2024.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA-SPI, 2006. 306 p. Disponível em: <https://www.agrolink.com.br/downloads/sistema-brasileiro-de-classificacao-dos-solos2006.pdf>. Acesso em: 16 nov. 2024.

HUANG, W.; GONZÁLEZ, G. e ZOU, X. Earthworm abundance and functional group diversity regulate plant litter decay and soil organic carbon level: a global meta-analysis. **Applied Soil Ecology**, v. 150, n. 103473, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.apsoil.2019.103473>

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades**. 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/pb/princesa-isabel.html>. Acesso em: 10. dez. 2024.

LEVINE, D. M. *et al.* **Estatística**: teoria e aplicações usando Microsoft Excel em português. 7 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2016.

LIMA, L. B; CARVALHO, H. D. S. A evolução de vegetação e água como indicadores da ocorrência de desmatamento na APA Serra Branca/Raso da Catarina em Jeremoabo-BA. *In: Anais [...]* XIX Encontro Nacional de Geógrafos, João Pessoa, 2018, 1-11,2018. Disponível em: <https://www.eng2018.agb.org.br/arquivo/downloadpublic>. Acesso em: 30 set. 2024.

LIU, W. T. H. **Aplicações de sensoriamento remoto**. 1. ed. Campo Grande: Ed. UNIDERP, 2006.

LOCATELLI, M. *et al.* Matéria orgânica, densidade e porosidade do solo submetido à trituração de capoeira em Porto Velho, Rondônia. **Anais [...]** XXXIII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, Center Convention, Uberlândia/MG, 31 de julho a 05 de agosto de 2011. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/897661/1/23421.PDF>.

Acesso em: 30 set. 2024.

LOPES, H. L. *et al.* Espacialização da umidade do solo por meio da temperatura da superfície e índice de vegetação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental** [Internet], v. 15, n. 9, p. 973–980, set. 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1415-43662011000900014>

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2.ed. Piracicaba: Potafós, 1997.

MARCONI, M. A; LAKATOS, E. M. **Técnicas de pesquisa: planejamento e execução de pesquisas, amostragens e técnicas de pesquisas, elaboração e interpretação de dados**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

MENDES, K. R. *et al.* Assessment of SITE for CO₂ and Energy Fluxes Simulations in a Seasonally Dry Tropical Forest (Caatinga Ecosystem). **Forests**, v. 12, n. 1, p. 86, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3390/f12010086>

MENDES, K. R. *et al.* Seasonal variation in net ecosystem CO₂ exchange of a Brazilian seasonally dry tropical forest. **Scientific Reports**, v. 10, n. 1, 1-16, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-020-66415-w>

MORAES, J. L. **Fracionamento químico da matéria orgânica de solos sob diferentes sistemas de manejo**. 2018. 16 p. TCC (Bacharelado em Agronomia) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano, Campus Petrolina Zona Rural, Petrolina - PE, 2018. Disponível em: <https://releia.ifsertao-pe.edu.br/jspui/handle/123456789/420>. Acesso em: 28 set. 2024.

MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. 2. ed. Lavras: Editora UFLA, 2006.

MOREIRA, F. M.S. *et al.* **O ecossistema solo: componentes, relações ecológicas e efeitos na produção vegetal**. Lavras: Ed. UFLA, 2013.

MOREIRA, M. A. **Fundamentos do sensoriamento remoto e metodologias de aplicação**. 3. ed. atual. ampl. Viçosa: Ed. UFV, 2005.

OLIVEIRA, L. G. L. *et al.* Estudo da variabilidade de índices de vegetação através de imagens do ETM+ /LANDSAT 7. **Anais [...]** Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis, Brasil, 21-26 abril de 2007. Florianópolis: INPE, 2007. Disponível em: <http://marte.sid.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@80/2006/11.18.02.36/doc/5995-6002.pdf>. Acesso em: 28 set. 2024.

OZÓRIO, J. M. B. *et al.* Estoque de carbono e agregação do solo sob fragmentos florestais nos biomas Mata Atlântica e Cerrado. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais** [online], v.53, p. 97-116, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.5327/Z2176-947820190518>

PARUELO, J. *et al.* Estimation of primary products of subhumid range lands from remote sensing date. **Applied Vegetation Science**, v. 3, n. 2, p. 189-195, 2000. DOI: <http://dx.doi.org/10.2307/1478997>

PEREIRA, L. C. *et al.* Fluxo de CO₂ e os índices de vegetação do Parque Nacional das Nascentes do Rio Parnaíba, Piauí, Brasil. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 13, n. 7, p. 3585-3601, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.26848/rbgf.v13.07.p3585-3601>

PHILIPPOT, L. *et al.* Going back to the roots: the microbial ecology of the rhizosphere. **Nature Reviews Microbiology**, v. 11, p. 789–799, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/nrmicro3109>

RAHMAN, A. F. *et al.* Modeling CO₂ flux of boreal forests using narrow-band indices from AVIRIS imagery. **Anais [...] AVIRIS Workshop Proceedings**, JPL/NASA, Pasadena, Califórnia, 2000.

ROUSE, J. W. *et al.* Monitoring vegetation systems in the great plains with ERTS. **Anais [...] Proceeding of ERTS-1 Symposium**. Earth Resources Technology Satellite – 1 Symposium, 3, 1973. NASA, United States, n. 3. p. 309-317, 1973.

SILVA, A. S. da. Solos urbanos. *In*: GUERRA, A. J. T. **Geomorfologia urbana**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011. Cap. 2.

SOARES, N. L.; XAVIER, J. R. M.; AMARANTE, C. B. Influência das variáveis massa e temperatura na determinação da matéria orgânica do solo. **Anais [...] IV Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte e Nordeste de Educação Tecnológica**, Belém – PA, 2009. **Society of America Proceedings**, n. 38, p. 347-353, 1974. DOI: <http://dx.doi.org/10.2136/sssaj1974.03615995003800010046x>

STEVERSON, F. J. **Humus chemistry: genesis, composition, reactions**. 2. ed. New York: John Willey, 1994.

VEZZANI, F. M.; MIELNICZUK, J. Uma visão sobre qualidade do solo. **Revista brasileira de ciência do solo**, v. 33, p. 743-755, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832009000400001>

VICENTE, L. C. *et al.* Organic carbon within soil aggregates under forestry systems and pasture in a southeast region of Brazil. **Catena**, v. 182, n. 104139, p. 1-6, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.catena.2019.104139>

WANG, Q. *et al.* On the relationship of NDVI with leaf area index in a deciduous forest site. **Remote sensing of environment**. v. 94, n. 2, p. 244-255, 2005. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.rse.2004.10.006>



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA
CAMPUS PRINCESA ISABEL

ATA 2/2025 - CCSTGA/DDE/DG/PI/REITORIA/IFPB

Aos 29 dias do mês de janeiro de 2025, com início às 19:00h e término às 20:30h, a discente **MARCELA DA CRUZ CARDOSO**, matrícula 202214010001, apresentou, como parte dos requisitos para a obtenção do grau de Tecnólogo em Gestão Ambiental, o Trabalho de Conclusão de Curso intitulado **QUANTIFICAÇÃO DO TEOR DE MATÉRIA ORGÂNICA DO SOLO E AVALIAÇÃO DE ÍNDICES ESPECTRAIS DE VEGETAÇÃO EM UMA ÁREA DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE (APP) NO MUNICÍPIO DE PRINCESA ISABEL, PARAÍBA**, que foi apresentando *de forma presencial*, tendo sido avaliado pela seguinte banca examinadora:

Orientador (a): Prof. Dra. Adriana Oliveira Araújo

Examinador(a) 1 (Interno): Prof. Dr. Erickson Melo de Albuquerque

Examinador (a) 2 (Interno): Prof. Dr. João Abílio Diniz

Obtendo o seguinte resultado:

BANCA EXAMINADORA	NOTA 1 Texto Escrito	NOTA 2 Resultado Científico	NOTA 3 Defesa
ORIENTADOR	100	100	100
EXAMINADORA 1	100	100	100
EXAMINADOR 2	100	100	100
MÉDIA PARCIAL (MP)	100	100	100
MÉDIA FINAL (MF)	$MF = \frac{MP(NOTA\ 1) + MP(NOTA\ 2) + MP(NOTA\ 3)}{3} = 100$		
SITUAÇÃO	(X) Aprovado(a) (Nota \geq 70,0)	() Reprovado(a) (Nota $<$ 70,0)	

OBSERVAÇÕES:

A partir desta data, caso tenha sido aprovado (a), o (a) discente terá 30 (trinta) dias corridos para fazer as modificações exigidas pela banca examinadora e entregar a versão final do trabalho conforme as exigências estabelecidas pela instituição. Caso tenha reprovado, o (a) discente deverá apresentar uma nova versão respeitando-se o que regem as Normas Didáticas do Ensino Superior do IFPB.

LISTA DE PRESENTES:

Edimar Antas de Sousa

Pedro Barros dos Santos

Cícero Antônio de Souza

Luiz Filipe Queiroz Barbosa

Irmã Maria Célia Romão da Silva

Irmã Edileide de Oliveira

Irmã Teresinha Bezerra

Artur Moisés Gonçalves Lourenço

Janaína Porfírio da Silva

Evely Adriely Gomes da Silva

José Roque da Silva

NOSSA MISSÃO: *Ofertar a educação profissional, tecnológica e humanística em todos os seus níveis e modalidades por meio do Ensino, da Pesquisa e da Extensão, na perspectiva de contribuir na formação de cidadãos para atuarem no mundo do trabalho e na construção de uma sociedade inclusiva, justa, sustentável e democrática.*

VALORES E PRINCÍPIOS: *Ética, Desenvolvimento Humano, Inovação, Qualidade e Excelência, Transparência, Respeito, Compromisso Social e Ambiental.*

Documento assinado eletronicamente por:

- **Adriana Oliveira Araujo**, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 31/01/2025 19:18:51.
- **Erickson Melo de Albuquerque**, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 31/01/2025 21:46:34.
- **Joao Abilio Diniz**, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 03/02/2025 16:23:54.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 31/01/2025. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifpb.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código 663197
Verificador: d340938d4b
Código de Autenticação:



	INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA
	Campus Princesa Isabel - Código INEP: 25282930
	Br 426, S/N, Zona Rural / Sítio Barro Vermelho, CEP 58755-000, Princesa Isabel (PB)
	CNPJ: 10.783.898/0007-60 - Telefone: (83) 3065.4901

Documento Digitalizado Ostensivo (Público)

Entrega de TCC

Assunto:	Entrega de TCC
Assinado por:	Marcela Cardoso
Tipo do Documento:	Ata
Situação:	Finalizado
Nível de Acesso:	Ostensivo (Público)
Tipo do Conferência:	Cópia Simples

Documento assinado eletronicamente por:

- **Marcela da Cruz Cardoso, DISCENTE (202214010001) DE TECNOLOGIA EM GESTÃO AMBIENTAL - PRINCESA ISABEL**, em 18/02/2025 22:48:18.

Este documento foi armazenado no SUAP em 18/02/2025. Para comprovar sua integridade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifpb.edu.br/verificar-documento-externo/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 1396997

Código de Autenticação: 215fbc191e

