IJAS INTERNATIONAL JOURNAL OF AGRARIAN SCIENCES - PDVAgro
ISSN: 2764-3425

USO DE SENSORIAMENTO REMOTO GRATUITO NA AGRICULTURA FAMILIAR: ESTUDO DE CASO NA APLICAÇÃO DO NDVI EM UMA ÁREA DE PASTAGEM

USE OF FREE REMOTE SENSING IN FAMILY FARMING: A CASE STUDY ON NDVI APPLICATION IN A PASTURE AREA

DOI: https://doi.org/10.31692/2764-3425/v5i2.840

[1] RIVÃ RIBEIRO DO NASCIMENTO FRANÇA
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, UFRB/CCAAB. rivfrana@yahoo.com.br

[2]KELLY ANSELMO DE SOUZA
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, UFRB/CCAAB. kellysouza_12@hotmail.com

[3]EVERTON LUÍS POELKING
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, UFRB/CCAAB. everton@ufrb.edu.br

RESUMO

A adoção de tecnologias de monitoramento pela agricultura familiar ainda é limitada por restrições financeiras, dificuldades de conectividade e carência de assistência técnica. Nesse contexto, este trabalho teve como objetivo avaliar a aplicação do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI), disponibilizado gratuitamente pela plataforma OneSoil, no monitoramento temporal do vigor vegetativo de uma pastagem em uma propriedade de agricultura familiar localizada no município de Coração de Maria, Bahia. A área estudada possui aproximadamente 7,4 ha e é utilizada para criação de bovinos sob pastejo contínuo, sem rotação das áreas ou controle sistemático da lotação animal. Foram analisadas imagens dos satélites Sentinel-2 processadas pela plataforma entre janeiro de 2024 e janeiro de 2025. O período de monitoramento foi organizado em três quadrimestres, nos quais os valores médios do NDVI foram comparados descritivamente com a precipitação, a soma térmica e as condições de manejo observadas. O NDVI médio diminuiu de 0,62 no primeiro quadrimestre para 0,56 no segundo e 0,50 no terceiro, indicando redução gradual do vigor vegetativo da pastagem. As variações ocorreram simultaneamente a mudanças nas condições climáticas e de manejo, sem que fosse possível estabelecer relações de causa e efeito entre os fatores analisados. O OneSoil demonstrou potencial como ferramenta gratuita de apoio ao monitoramento temporal de pastagens em pequenas propriedades. Entretanto, os mapas de NDVI devem ser complementados por inspeções de campo e interpretados com apoio técnico, uma vez que não permitem diagnosticar isoladamente as causas das alterações do vigor vegetativo.

Palavras-chave: Imagens Sentinel-2. Manejo sustentável. Monitoramento temporal. Pecuária extensiva. Vigor vegetativo.

ABSTRACT

The adoption of monitoring technologies by family farmers remains limited by financial constraints, connectivity difficulties, and insufficient technical assistance. In this context, this study evaluated the application of the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI), freely available through the OneSoil platform, for temporal monitoring of pasture vegetation vigor on a family farm located in the municipality of Coração de Maria, Bahia, Brazil. The study area covers approximately 7.4 ha and is used for cattle production under continuous grazing, without paddock rotation or systematic control of stocking rates. Sentinel-2 satellite images processed by the platform from January 2024 to January 2025 were analyzed. The monitoring period was organized into three consecutive four-month intervals, during which mean NDVI values were descriptively compared with precipitation, thermal sum, and the observed management conditions. Mean NDVI decreased from 0.62 in the first period to 0.56 in the second and 0.50 in the third, indicating a gradual reduction in pasture vegetation vigor. These variations occurred concurrently with changes in climatic and management conditions, although cause-and-effect relationships among the evaluated factors could not be established. OneSoil showed potential as a free tool to support temporal pasture monitoring on small farms. However, NDVI maps should be complemented by field inspections and interpreted with technical support because they cannot independently diagnose the causes of changes in vegetation vigor.

Keywords: Sentinel-2 imagery. Sustainable management. Temporal monitoring. Extensive livestock farming. Vegetation vigor.

INTRODUÇÃO

A agricultura familiar desempenha papel relevante na produção agropecuária e na economia brasileira, mas ainda enfrenta limitações relacionadas à infraestrutura, à assistência técnica, à capacitação e ao acesso às tecnologias de monitoramento e gestão da produção (Souza *et al*., 2019; Silva *et al*., 2023).

Embora a agricultura digital tenha ampliado a disponibilidade de informações para o planejamento das atividades agrícolas, sua adoção permanece desigual, especialmente em pequenas propriedades com recursos financeiros e tecnológicos limitados.

A inserção de tecnologias na agricultura familiar depende não apenas de investimentos e modernização da infraestrutura, mas também da disponibilidade de ferramentas acessíveis e de fácil utilização (Cruz *et al*., 2015; Silva e Santos, 2024). Nesse contexto, smartphones, plataformas digitais e aplicativos de monitoramento podem representar alternativas viáveis aos equipamentos de maior custo. Essa possibilidade está alinhada às diretrizes nacionais de incentivo à inovação, ao planejamento e ao desenvolvimento tecnológico na agricultura familiar estabelecidas pelas Leis nº 11.326/2006 e nº 14.828/2024 (Brasil, 2006; Brasil, 2024).

Entre as tecnologias disponíveis, o sensoriamento remoto permite acompanhar espacial e temporalmente as condições da vegetação reduzindo a necessidade de avaliações contínuas em campo. Um dos indicadores mais empregados para essa finalidade é o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada, NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*), utilizado na elaboração de mapas e no monitoramento de culturas e pastagens (Neto e Danelichen, 2022). O índice é calculado a partir da resposta espectral da vegetação nas regiões do vermelho e do infravermelho próximo, sendo sensível às alterações na densidade, na cobertura e no vigor vegetativo (Albuquerque *et al*., 2019; Crusiol *et al*., 2024).

As imagens dos satélites Sentinel-2 são amplamente utilizadas para o cálculo do NDVI por apresentarem resolução espacial de até 10 m nas bandas do vermelho e do infravermelho próximo, além de frequência de revisita compatível com o monitoramento temporal da vegetação (Leivas *et al*., 2022). Apesar de o NDVI não identificar isoladamente a causa das alterações observadas, suas variações podem indicar áreas com redução de cobertura ou de vigor, subsidiando inspeções em campo e decisões relacionadas ao manejo.

Essa aplicação é particularmente relevante para as pastagens, considerando que aproximadamente 20% do território brasileiro é ocupado por áreas destinadas à pecuária, predominantemente conduzida em sistemas extensivos (Malaquias *et al*., 2019). No município de Coração de Maria, Bahia, cerca de 27.244,75 ha, correspondentes a aproximadamente 71%

da área municipal, são ocupados por pastagens (*Atlas das Pastagens*, 2023). Nessas condições, o monitoramento do vigor vegetativo pode auxiliar na identificação de sinais de degradação e no planejamento da taxa de lotação, dos períodos de descanso e da rotação das áreas.

Entre as plataformas disponíveis, o OneSoil constitui uma alternativa gratuita, acessível por navegador ou smartphone, que disponibiliza mapas e séries temporais de NDVI, além de informações de precipitação e temperatura (OneSoil, 2024). A ferramenta possibilita delimitar talhões e acompanhar as variações temporais da vegetação, apresentando interface relativamente simples para usuários sem formação especializada (Martini e Souza, 2024). Entretanto, suas informações devem ser interpretadas em conjunto com as características da área, as condições climáticas e o manejo adotado, uma vez que o índice não determina, isoladamente, os fatores responsáveis pelas alterações do vigor vegetal.

Apesar da disponibilidade dessas ferramentas, ainda são necessários estudos que demonstrem sua aplicação em condições reais de pequenas propriedades, especialmente no monitoramento de pastagens submetidas ao pastejo contínuo. Avaliar essa utilização pode contribuir para aproximar as tecnologias de sensoriamento remoto da rotina dos agricultores familiares e orientar ações de assistência técnica e extensão rural. Para isso, a capacitação dos usuários e a transferência de conhecimento são fundamentais para transformar as informações digitais em decisões efetivas de manejo (Mendes *et al*., 2020; Salasan *et al*., 2021).

Diante desse contexto, este trabalho teve como objetivo avaliar a aplicação do NDVI disponibilizado gratuitamente pelo OneSoil no monitoramento temporal do vigor vegetativo de uma pastagem conduzida sob pastejo contínuo em uma propriedade de agricultura familiar no município de Coração de Maria, Bahia.

METODOLOGIA DA REVISÃO

A área de estudo está localizada no município de Coração de Maria, Bahia, nas coordenadas geográficas 12°13’24,56’’ S e 38°42’23,96’’ W, a aproximadamente 230 m de altitude. Segundo a classificação de Köppen, o clima local é tropical quente e úmido, com um a três meses secos (Köppen Brasil, 2025). As médias anuais de precipitação, temperatura e umidade relativa do ar são, respectivamente, 1.095 mm, 24,8 °C e 80%.

De acordo com o levantamento exploratório realizado pela Embrapa e pela Sudene

(1973), os solos predominantes no município são classificados, conforme o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos, como Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico e Planossolo.

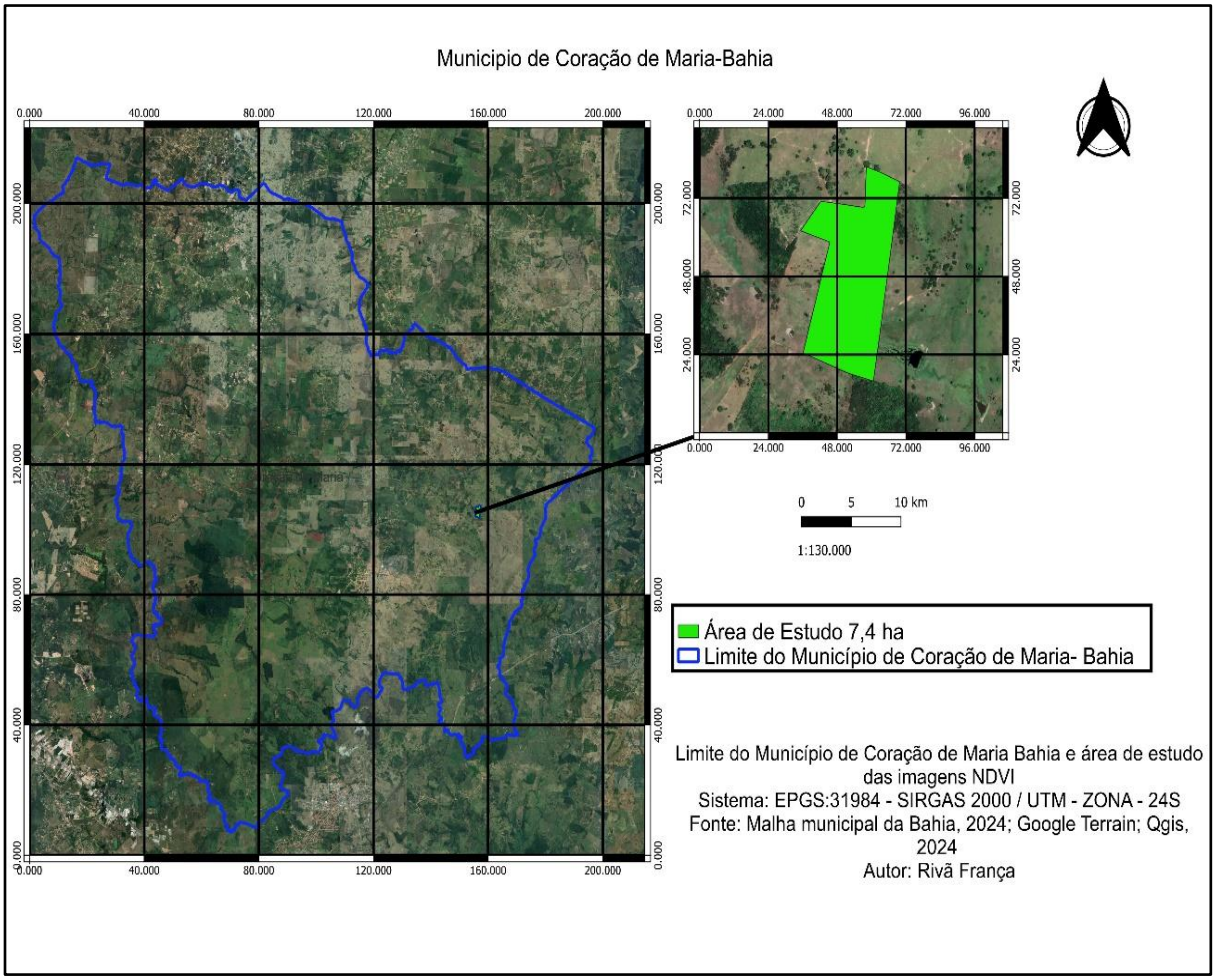
Em 2023, o município de Coração de Maria apresentava 58% de seu território inserido no bioma Caatinga e 42% no bioma Mata Atlântica. Do território municipal, 23,8% correspondiam à vegetação natural e 68,0% às áreas de pastagem. Além disso, 75,3% dos 25.725 ha do município eram destinados ao uso agropecuário (MAPBIOMAS, 2023; INFOSANBAS, 2025).

A área monitorada corresponde a uma pastagem cultivada com aproximadamente 7,4 ha, utilizada para criação de bovinos em sistema de pastejo contínuo. Durante o período avaliado, não havia divisão da área em piquetes, rotação sistemática da pastagem ou controle da taxa de lotação animal. A intensidade de pastejo variava ao longo do tempo, e os intervalos de descanso não eram previamente definidos. A área apresentava sinais visuais de redução do vigor vegetativo, presença de plantas espontâneas, processos erosivos e exposição do solo em determinados períodos.

A localização e a delimitação da propriedade foram realizadas no QGIS 3.28.0 “Firenze”, utilizando-se uma imagem do Google Earth de dezembro de 2020.

A Figura 1 apresenta a localização da área de estudo no município de Coração de Maria, Bahia.

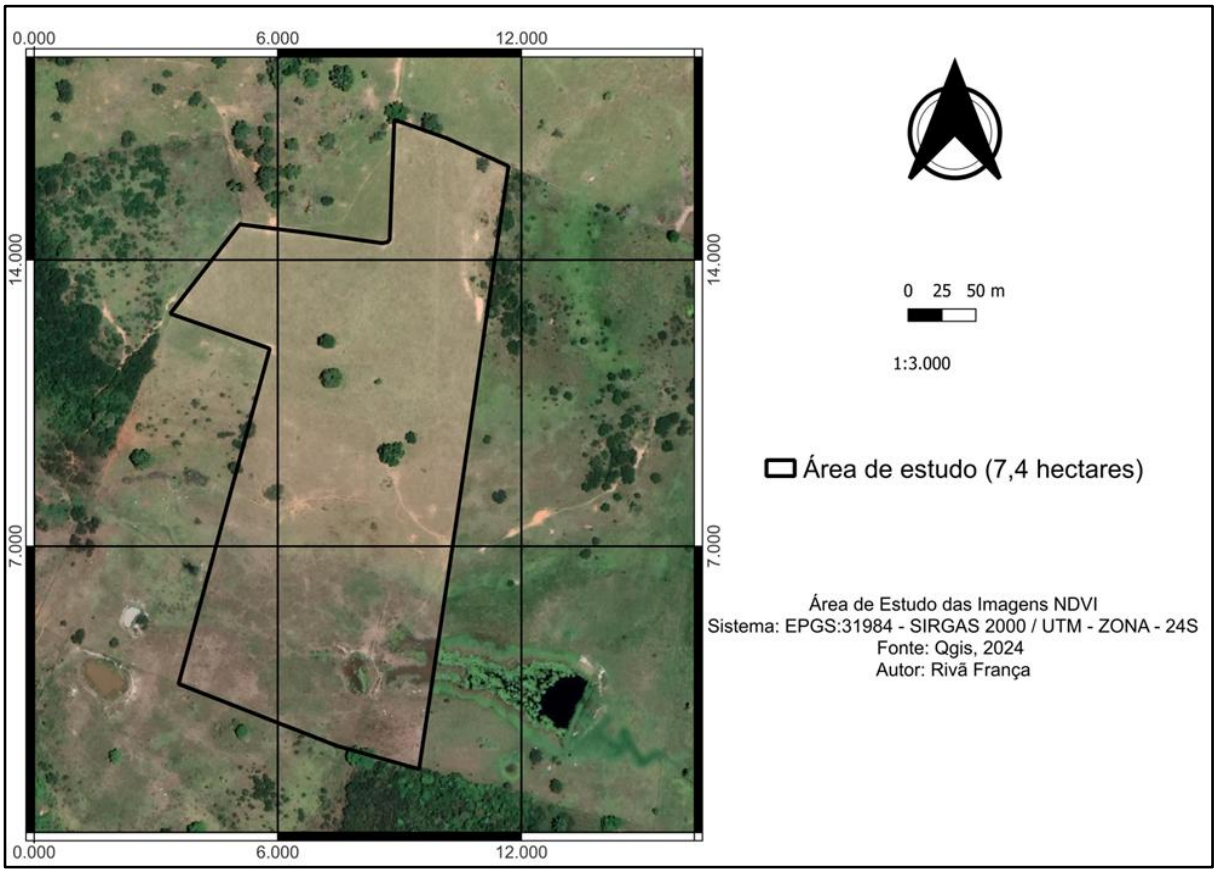
Figura 1: Localização do município de Coração de Maria, Bahia, e delimitação da área de pastagem monitorada.



Fonte: Elaboração própria (2025). A área monitorada, com aproximadamente 7,4 ha, está destacada em verde, e o limite do município de Coração de Maria, Bahia, está representado pela linha azul.

A Figura 2 apresenta o detalhamento da área de estudo, delimitada por linha preta, permitindo visualizar sua localização e sua distribuição espacial.

Figura 2: Detalhamento da área de estudo em uma escala de 1:3.000.



Fonte: Elaboração própria (2025), com base em imagem do Google Earth de dezembro de 2020. A área de pastagem monitorada, com aproximadamente 7,4 ha, está delimitada pela linha preta.

Aquisição e análise dos dados de sensoriamento remoto

O vigor vegetativo da pastagem foi avaliado por meio do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI), disponibilizado pelo aplicativo OneSoil web. A plataforma utiliza imagens dos satélites Sentinel-2, pertencentes ao programa Copernicus, com resolução espacial de até 10 m nas bandas do vermelho e do infravermelho próximo e frequência de revisita de aproximadamente cinco a dez dias, dependendo da localização e da disponibilidade de imagens sem cobertura de nuvens.

O período de monitoramento estendeu-se de 10 de janeiro de 2024 a 19 de janeiro de 2025 e foi dividido em três quadrimestres: 10 de janeiro a 14 de maio de 2024; 14 de maio a 21 de setembro de 2024; e 21 de setembro de 2024 a 19 de janeiro de 2025. As datas-limite foram definidas de acordo com a disponibilidade de imagens na plataforma, razão pela qual os períodos não corresponderam exatamente a 120 dias.

Foram selecionadas duas imagens em cada quadrimestre, totalizando seis imagens no período de monitoramento. A seleção foi realizada entre as imagens disponibilizadas pelo

OneSoil dentro de cada intervalo analisado. Foram excluídas as cenas cuja cobertura de nuvens sobre a área de estudo impedisse a visualização e a interpretação do vigor vegetativo.

O aplicativo OneSoil processou automaticamente as bandas B4, correspondente à região do vermelho, e B8, correspondente ao infravermelho próximo. O NDVI foi calculado pela plataforma conforme a Equação 1:

$$\text{NDVI}=\frac{NIR-Red}{NIR+Red} \quad (1)$$

em que *NIR* corresponde à reflectância no infravermelho próximo, obtida pela banda B8, e *Red* corresponde à reflectância na região do vermelho, obtida pela banda B4.

Os valores médios de NDVI foram fornecidos automaticamente pelo OneSoil para a área delimitada e para os períodos selecionados. A plataforma também forneceu os dados de precipitação acumulada e soma térmica para cada quadrimestre. Esses valores foram transcritos diretamente dos gráficos gerados pelo aplicativo e organizados no Microsoft Excel para elaboração das figuras e da tabela de síntese.

A soma térmica, apresentada pela plataforma como graus-dia acumulados, é calculada a partir da média entre as temperaturas máxima e mínima diárias, subtraída da temperatura-base da cultura.

O NDVI varia de −1 a +1. Valores próximos de zero são geralmente associados a superfícies com pouca ou nenhuma cobertura vegetal, como solo exposto, enquanto valores positivos mais elevados indicam maior cobertura de biomassa e vigor vegetativo (e os valores negativos?). Para fins de interpretação descritiva neste estudo, foram adotadas três classes: baixo vigor (NDVI < 0,30), vigor médio (0,30 ≤ NDVI ≤ 0,60) e alto vigor (NDVI > 0,60).

A área foi analisada de modo a representar as condições reais do sistema de pastejo contínuo adotado na propriedade. A análise apresentou caráter temporal e descritivo, concentrando-se nas variações do NDVI ao longo dos três quadrimestres e em sua comparação com a precipitação acumulada, a soma térmica e as condições de manejo observadas. Não foram realizadas análises estatísticas de correlação nem avaliações diretas de biomassa, produtividade forrageira ou umidade do solo. Dessa forma, as relações entre o NDVI, as variáveis climáticas e o manejo foram interpretados como associações descritivas, sem estabelecimento de relações de causa e efeito.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise da área de estudo ao longo do período de monitoramento evidenciou uma redução progressiva dos valores médios de NDVI, indicando diminuição do vigor vegetativo da pastagem. Passos (2021), em seus estudos sobre o uso do NDVI para monitoramento da degradação, concluiu que esse índice é um indicador eficaz do estado de conservação das pastagens.

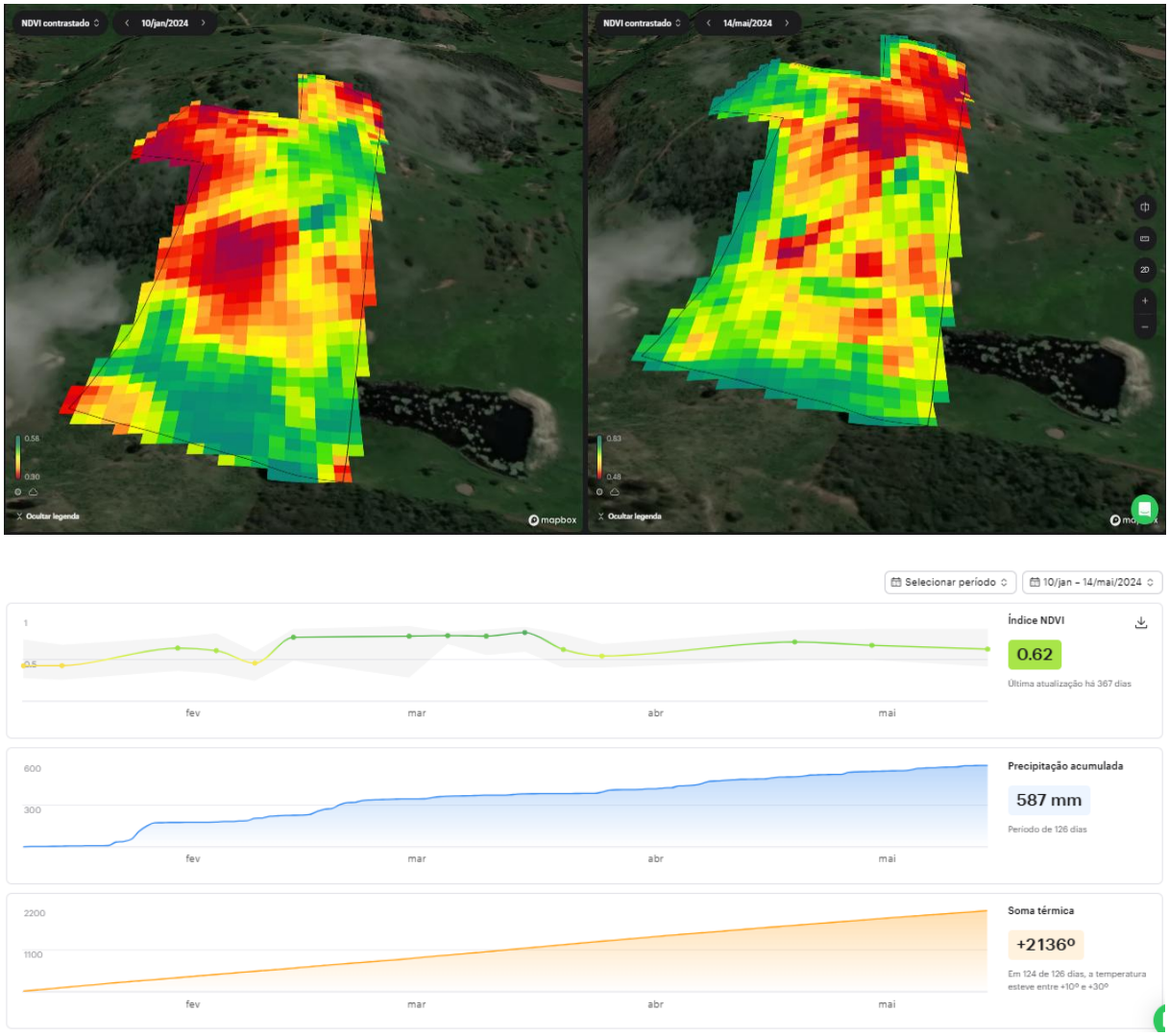
No município de Coração de Maria, Bahia, aproximadamente 17.825,35 ha de pastagens, correspondentes a 69,29% dessas áreas, apresentam alto vigor vegetativo. As áreas classificadas como vigor médio e baixo representam, respectivamente, 27,87% e 2,85% (MAPBIOMAS, 2023). Embora esses dados indiquem predominância de pastagens com alto vigor no município, também evidenciam a existência de áreas que demandam acompanhamento quanto à possível redução da cobertura vegetal.

A adoção de tecnologias de monitoramento agrícola ainda ocorre de maneira desigual no Brasil. Souza *et al.* (2019) apontam que a região Centro-Norte da Bahia, onde se localiza Coração de Maria, apresenta baixos níveis de adoção tecnológica na agricultura familiar, em contraste com as regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste, que registram níveis médios a altos. Araújo e Clementino (2024), ao analisarem 20 artigos publicados entre 2013 e 2023, também observaram que, embora o Nordeste concentre número expressivo de estudos sobre tecnologias aplicadas à agricultura familiar, o acesso a essas inovações ainda é limitado, principalmente pela insuficiência de financiamento e assistência técnica.

Nesse contexto, plataformas gratuitas, como o OneSoil, podem representar uma alternativa para o acompanhamento de lavouras e pastagens em pequenas propriedades. Apesar da facilidade de acesso, sua utilização requer conectividade, capacitação básica e, quando possível, apoio técnico para a interpretação das informações. Ogliari *et al.* (2019), ao avaliarem pastagens submetidas a diferentes taxas de lotação, verificaram que a variabilidade das medidas de NDVI permitiu identificar diferenças na estrutura do dossel, demonstrando a sensibilidade do índice para o monitoramento de áreas forrageiras.

A Figura 3 apresenta os mapas de NDVI e os gráficos de precipitação acumulada e graus-dia fornecidos pelo OneSoil para o primeiro quadrimestre, compreendido entre 10 de janeiro e 14 de maio de 2024. Foram analisadas duas imagens selecionadas entre as cenas disponíveis no período, excluindo-se aquelas cuja cobertura de nuvens impedisse a visualização e a interpretação da área de estudo.

Figura 3: Variação espaço-temporal do NDVI associada à precipitação e aos graus-dia acumulados no período de 10 de janeiro a 14 de maio de 2024 (1º quadrimestre).



Fonte: OneSoil (2025). Mapas e gráficos representativos da distribuição espacial e temporal do NDVI, da precipitação acumulada e dos graus-dia no primeiro quadrimestre.

Nas imagens selecionadas para o primeiro quadrimestre, os valores de NDVI variaram de 0,30 a 0,58 em janeiro e de 0,48 a 0,83 em abril. A transição de pixels em tonalidades vermelhas e amarelas para tons verdes indica aumento do vigor e da cobertura vegetal em parte da área monitorada. O NDVI médio do quadrimestre foi de 0,62, sendo classificado como alto vigor vegetativo de acordo com os limites adotados neste estudo.

No mesmo período, a precipitação acumulada foi de 587 mm e a soma térmica fornecida pelo OneSoil atingiu 2.136 °C·dia. A maior disponibilidade hídrica e o acúmulo de graus-dia ocorreram simultaneamente aos maiores valores de NDVI observados no primeiro quadrimestre. Entretanto, considerando o caráter descritivo do estudo, não é possível

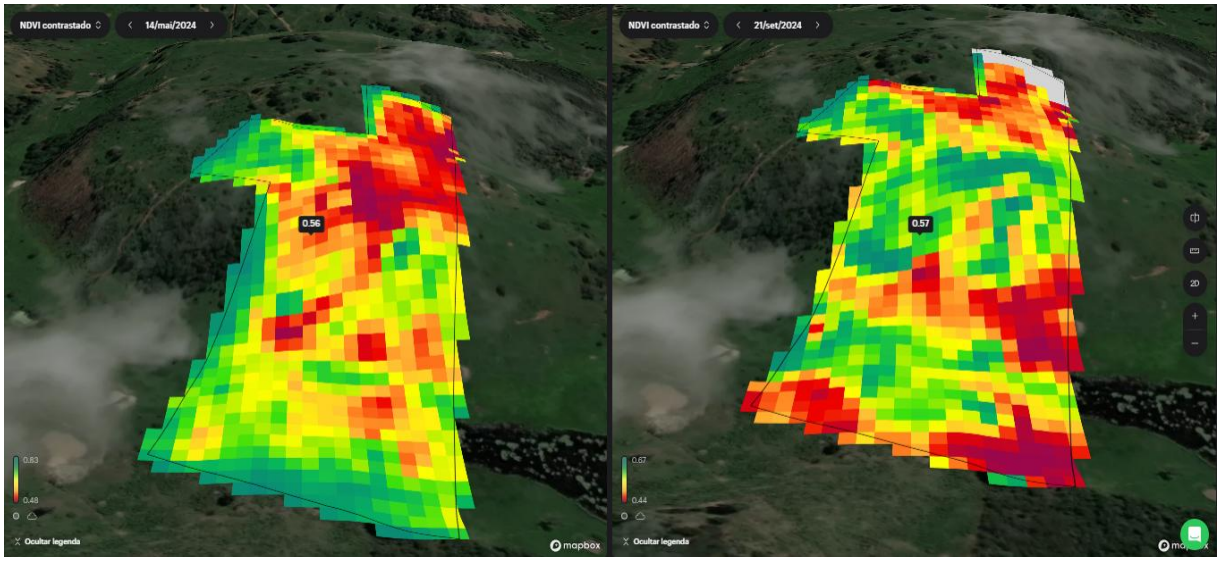
determinar isoladamente a influência da precipitação ou da temperatura sobre o comportamento do índice.

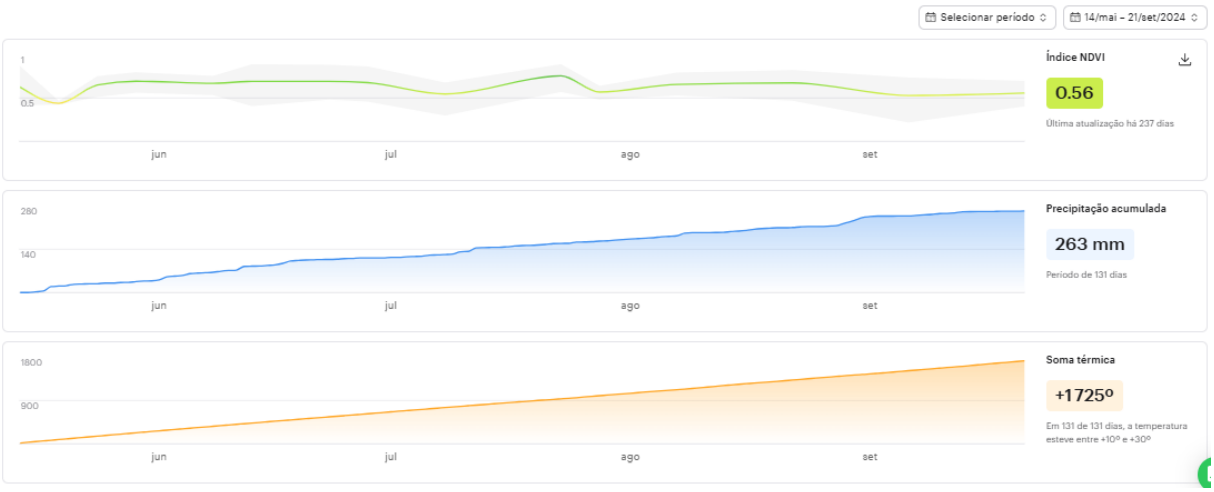
Serrano *et al.* (2024) destacam que a utilização de dados gratuitos do Sentinel-2 pode auxiliar o monitoramento de pastagens e apoiar decisões relacionadas ao manejo. Lima (2023), ao investigar a estimativa de biomassa em pastagens por meio do NDVI, ressaltou que a resposta do índice pode ser influenciada por características como a altura da vegetação. Esses resultados demonstram que a interpretação do NDVI deve considerar tanto as condições ambientais quanto a estrutura do dossel.

De acordo com Júnior e Adese (2004), a formação de biomassa em pastagens está relacionada à atividade fotossintética e depende, entre outros fatores, da disponibilidade de água e nutrientes. Os autores também destacam que a intensidade e a frequência de desfolha, assim como as variações de temperatura, interferem no crescimento da vegetação. Essas informações contribuem para compreender os fatores que podem influenciar a resposta espectral das pastagens, embora a biomassa e a atividade fotossintética não tenham sido medidas diretamente no presente estudo.

A Figura 4 apresenta a análise temporal do segundo quadrimestre, compreendido entre 14 de maio e 21 de setembro de 2024.

Figura 4: Variação espaço-temporal do NDVI associada à precipitação e aos graus-dia acumulados no período de 14 de maio a 21 de setembro de 2024 (2º quadrimestre).





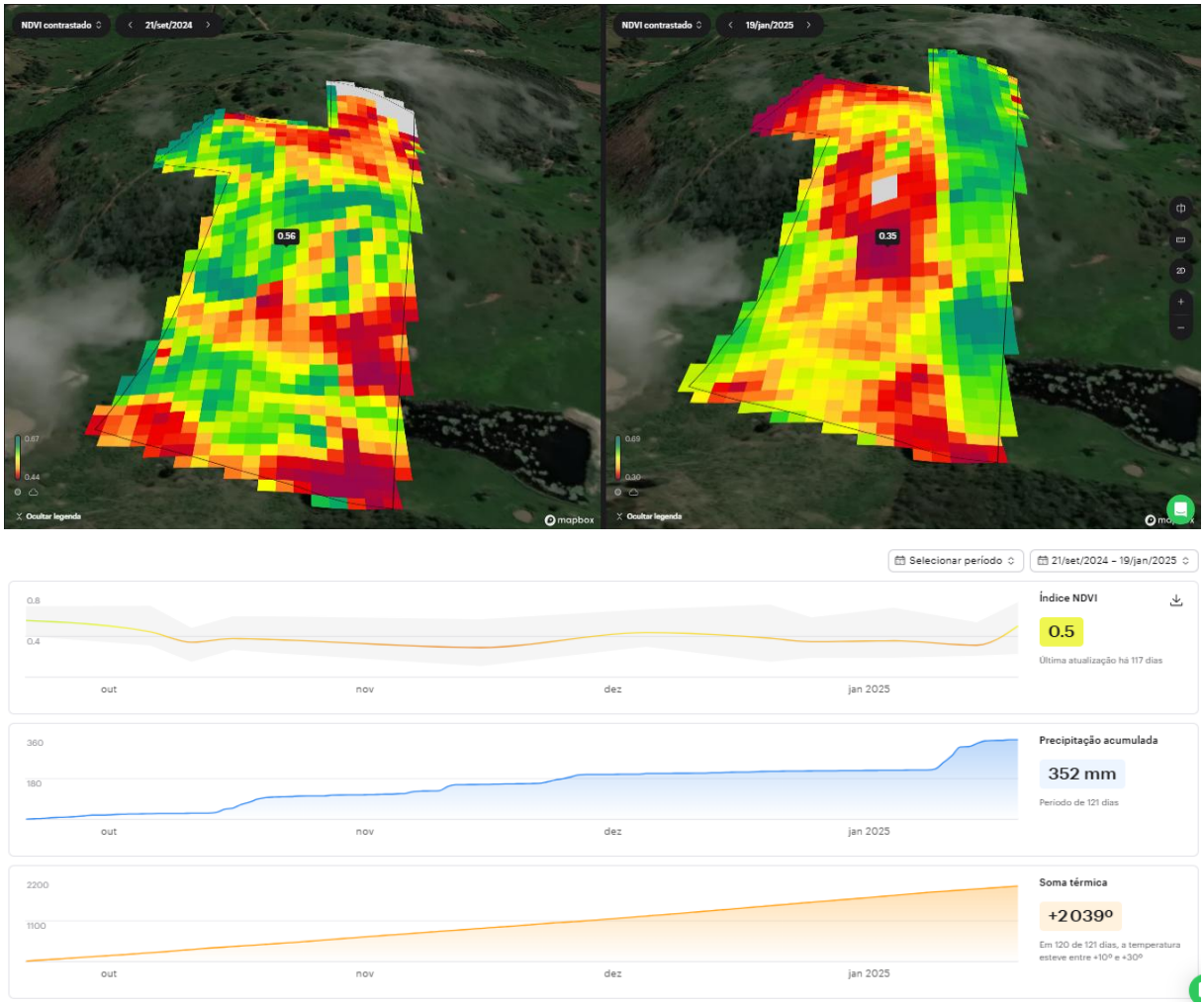
Fonte: OneSoil (2025). Mapas e gráficos representativos da distribuição espacial e temporal do NDVI, da precipitação acumulada e dos graus-dia no segundo quadrimestre.

Durante o segundo quadrimestre, o NDVI médio foi de 0,56, permanecendo na faixa classificada como vigor vegetativo médio. A precipitação acumulada foi de 263 mm e apresentou distribuição relativamente uniforme ao longo do período, conforme o gráfico disponibilizado pelo OneSoil. A soma térmica atingiu 1.725 °C·dia. Essas condições ocorreram simultaneamente à manutenção do NDVI na faixa de vigor médio, mas não permitem determinar isoladamente a influência de cada variável sobre o comportamento do índice.

Barbieri *et al.* (2013), ao avaliarem pastagens naturais submetidas a diferentes frequências de pastejo, observaram diferenças na resposta espectral relacionadas à presença de material vegetal verde e ao acúmulo de material seco. Os resultados apresentados pelos autores demonstram que alterações na estrutura e na composição do dossel podem interferir nos valores obtidos por sensoriamento remoto. No presente estudo, entretanto, não foram realizadas avaliações diretas da quantidade de matéria verde, material seco ou rebrota. Dessa forma, o NDVI médio de 0,56 indica a condição de vigor vegetativo da pastagem no período, mas não permite identificar isoladamente o processo responsável por sua manutenção.

No terceiro quadrimestre, compreendido entre 21 de setembro de 2024 e 19 de janeiro de 2025, observou-se aumento da proporção de pixels em tonalidades vermelhas e amarelas nas imagens de NDVI. Esse padrão sugere redução do vigor e da cobertura vegetal, além da possível ocorrência de áreas com maior exposição do solo. O NDVI médio foi de 0,50, o menor valor registrado entre os períodos analisados, embora ainda permanecesse na faixa classificada, neste estudo, como vigor vegetativo médio (Figura 5).

Figura 5: Variação espaço-temporal do NDVI associada à precipitação e aos graus-dia acumulados no período de 21 de setembro de 2024 a 19 de janeiro de 2025 (3º quadrimestre).



Fonte: OneSoil (2025). Comparação da distribuição espacial do NDVI ao longo do terceiro quadrimestre, evidenciando as variações temporais do vigor vegetativo da pastagem.

A precipitação acumulada no terceiro quadrimestre foi de 352 mm, com maior concentração das chuvas no final do período, conforme o gráfico fornecido pelo OneSoil. A soma térmica atingiu 2.039 °C·dia. A distribuição irregular da precipitação, o acúmulo de graus-dia e as condições de pastejo contínuo ocorreram simultaneamente à redução do NDVI médio. Entretanto, os dados obtidos não permitem determinar a contribuição isolada de cada fator para a diminuição do vigor vegetativo.

Embora o OneSoil tenha permitido identificar a variação temporal do vigor da pastagem, os resultados devem ser interpretados considerando as limitações da plataforma e das imagens de satélite. Martini e Souza (2024) destacam que, apesar da interface acessível e da possibilidade de gerar históricos de NDVI por talhão, o aplicativo apresenta limitações relacionadas à resolução espacial e às culturas disponíveis. Além disso, o NDVI indica alterações na cobertura e no vigor vegetativo, mas não permite determinar isoladamente se essas

alterações foram causadas por déficit hídrico, intensidade de pastejo, deficiência nutricional, pragas ou outros fatores. Por isso, os mapas devem ser utilizados como ferramenta de apoio à inspeção de campo, e não como diagnóstico independente.

A Tabela 1 sintetiza os valores médios de NDVI, precipitação acumulada e soma térmica nos três quadrimestres. O NDVI diminuiu de 0,62 para 0,56 e, posteriormente, para 0,50. Essa redução ocorreu em uma área conduzida sob pastejo contínuo, sem rotação e sem controle sistemático da taxa de lotação animal. Contudo, devido ao caráter descritivo do estudo, não é possível atribuir isoladamente a variação do NDVI às condições de manejo ou às variáveis climáticas.

Tabela 1: Síntese do vigor vegetativo (NDVI), da precipitação acumulada e da soma térmica ao longo de três quadrimestres consecutivos na área de estudo (2024–2025).

Quadrimestre	Período	Dias de Avaliação	NDVI Médio	Precipitação (mm)	Soma Térmica (°C .dia)	Avaliação Geral
1° quadrimestre	10/jan a 14/mai/2024	126	0,62	587 mm	(+2.136°C)	**Alto vigor vegetativo**
2° quadrimestre	14/mai a 21/set/2024	131	0,56	263 mm	(+1.725°C)	**Vigor vegetativo médio**
3° quadrimestre	21/set a 19/jan/2025	121	0,50	352 mm	(+2.039°C)	**Vigor vegetativo médio; menor NDVI entre os perí-odos analisados**

Fonte: Elaboração própria, com base nos dados fornecidos pelo OneSoil (2025). **NDVI médio:** valor médio do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada fornecido pelo OneSoil para a área e o período avaliados; **precipitação acumulada:** total de chuva registrado no quadrimestre, em milímetros; **soma térmica:** graus-dia acumulados fornecidos pela plataforma, expressos em °C·dia.

Os resultados sintetizados na Tabela 1 reforçam o potencial do NDVI como ferramenta de monitoramento temporal do vigor vegetativo, permitindo acompanhar as alterações ocorridas na pastagem e compará-las descritivamente com a precipitação, a soma térmica e as condições de manejo observadas. As variações dessas condições ocorreram simultaneamente às mudanças nos valores de NDVI, mas as possíveis associações precisam ser confirmadas por avaliações de campo e análises específicas.

O acompanhamento realizado também demonstra a possibilidade de monitorar temporalmente uma pastagem utilizando uma plataforma gratuita e de fácil acesso. Essa aplicação é particularmente relevante para a agricultura familiar, segmento em que a adoção de

tecnologias ainda é limitada por restrições financeiras, baixa assistência técnica, dificuldades de conectividade e carência de capacitação (Souza *et al*., 2019; Silva e Santos, 2024). Nesse sentido, ferramentas acessíveis por smartphone podem reduzir parte das barreiras econômicas relacionadas ao monitoramento agrícola, embora não eliminem a necessidade de suporte técnico para a interpretação das informações.

A aplicabilidade da ferramenta depende da capacidade do usuário de interpretar os mapas e relacioná-los às condições observadas em campo. Nesse processo, ações de capacitação, assistência técnica e extensão rural são fundamentais para transformar as informações geradas pelas plataformas digitais em decisões de manejo (Mendes *et al*., 2020; Salasan *et al*., 2021). Assim, a principal contribuição do OneSoil para a agricultura familiar não está apenas na gratuidade do acesso, mas também na possibilidade de orientar o acompanhamento da pastagem, a identificação de áreas prioritárias para inspeção e o planejamento de práticas como ajuste da lotação, rotação e descanso das áreas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao longo dos três quadrimestres analisados, observou-se redução progressiva do NDVI médio, de 0,62 no primeiro quadrimestre para 0,56 no segundo e 0,50 no terceiro, indicando diminuição gradual do vigor vegetativo da pastagem.

Os objetivos propostos foram alcançados, uma vez que o OneSoil possibilitou acompanhar temporalmente as variações do vigor vegetativo e comparar, de forma descritiva, o comportamento do NDVI com a precipitação acumulada, os graus-dia e as condições de manejo observadas. As variações climáticas e aspectos como a ausência de períodos definidos de descanso, de rotação da área e de controle sistemático da lotação animal podem estar relacionados à redução do vigor vegetativo. Entretanto, não foi possível determinar isoladamente a contribuição de cada fator nem estabelecer relações de causa e efeito entre as variáveis analisadas.

O NDVI também não permite diagnosticar diretamente as causas das alterações observadas, devendo seus resultados ser complementados por inspeções e avaliações de campo. Ainda assim, o OneSoil demonstrou potencial como ferramenta gratuita de apoio ao monitoramento temporal de pastagens em propriedades de agricultura familiar, permitindo identificar áreas com alterações no vigor vegetativo e orientar inspeções e decisões relacionadas ao manejo.

A utilização efetiva da plataforma depende de acesso à internet, capacitação dos usuários e, quando possível, assistência técnica para a interpretação das informações. Dessa

forma, o OneSoil pode contribuir para aproximar as tecnologias de sensoriamento remoto da realidade das pequenas propriedades e apoiar o planejamento de práticas voltadas ao manejo e à conservação das pastagens.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, A. M.; RIBEIRO, J. R. C.; SALES, M. C. L. A aplicação do índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI) para análise da degradação ambiental da área de influência direta do açude castanhão. **Revista da Casa da Geografia de Sobral**. Sobral, CE, Dossiê: Estudos da Geografia Física do Nordeste brasileiro. V.21, n.2, p. 674-685. Set. 2019. Disponível em: <https://rcgs.uvanet.br/index.php/RCGS/article/view/602/428>. Acesso em: 26 maio. 2025.

ARAÚJO, T. M. F.; CLEMENTINO,V. D. R. Análise do uso de inovações tecnológicas pela agricultura familiar: Uma revisão sistemática de literatura. **Revista de estudos interdisciplinares.** Campinas, SP. V.6, n.3, p. 1-25. Jan./ dez. 2024. Disponível em: <Vista do ANÁLISE DO USO DE INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS PELA AGRICULTURA FAMILIAR >. Acesso em: 23 maio. 2025.

BARBIERI, D. W.; KUPLICH, T. M.; MOREIRA, A.; MARTINS, R. F.; QUADROS, F. L. F.; BARBIERI, C. W. ANAIS DO XVI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 13 a 18 de abril de 2013, Foz do Iguaçu-PR **Avaliação de diferentes tipos de manejo de pastagem natural utilizando valores de reflectância coletados com espectrorradiômetro**. Paraná: SBSR, 2013. Disponível em: <Instruções aos Autores de Trabalhos para o X Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto>. Acesso em: 23 maio. 2025.

BRASIL. **Lei nº 11.326, de 24 de julho de 2006.** Estabelece as diretrizes para a formulação da Política Nacional da Agricultura Familiar e Empreendimentos Familiares Rurais. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 25 jul. 2006. Disponível em: <Lei nº 11.326>. Acesso em: 26 maio. 2025.

BRASIL. **Lei nº 14.828, de 20 de março de 2024.** Altera a Lei nº 11.326, de 24 de julho de 2006, que estabelece as diretrizes para a formulação da Política Nacional da Agricultura Familiar e Empreendimentos Familiares Rurais. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 21 mar. 2024. Disponível em: <L14828>. Acesso em: 26 maio. 2025.

CRUSIOL, L. G. T. *et al*. **50 anos do NDVI: desmistificando o índice e ponderando sua utilização para o monitoramento da soja na era digital**. Londrina, PR: Embrapa Soja 2024. Disponível em: <Infoteca-e: 50 anos do NDVI: desmistificando o índice e ponderando sua utilização para o monitoramento da soja na era digital.>. Acesso em: 22 maio. 2025 setembro. 2024.

CRUZ, L. E. C.; FILIPPINI, J.; PILLON, C. N. In: V ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E PÓS-GRADUAÇÃO DA EMBRAPA CLIMA TEMPERADO. **A Inclusão da**

agricultura de precisão na agricultura familiar. Pelotas, RS: Embrapa, 2015. Disponível em: <V-Iniciacao-Cientifica-com-capa.pdf>. Acesso em: 26 maio. 2025.

EMBRAPA.; SUDENE. **Levantamento exploratório Reconhecimento dos solos do estado da Bahia**. Escala 1:1.000.000. Rio de Janeiro: EMBRAPA-SNLCS; Recife: SUDENE, 1973. Disponível em: <solosne.cnps.embrapa.br/index.php?link=ba>. Acesso em: 27 maio. 2025.

INFOSANBAS. **Coração de Maria-BA.** [S.l.]: Infosanbas, [2023?]. Disponível em: <Coração de Maria - BA - Infosanbas>. Acesso em: 27 maio. 2025.

JÚNIOR, D. N.; ADESE, B. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM. **Acúmulo de Biomassa na Pastagem**. 2004. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2004. p. 85–104. Disponível em: <Microsoft Word - Acumulo de biomasa na pastagen_FINAL>. Acesso em: 27 maio. 2025.

KOPPEN BRASIL. **Classificação climática de Köppen para os municípios brasileiros**. [S.l.]: GitHub Pages, 2025. Disponível em: <https://koppenbrasil.github.io/>. Acesso em: 27 maio. 2025.

LEIVAS, J.; TEIXEIRAS, A. H. C.; TAKEMURA, C.; GARÇON, E. A. In: **Análise da dinâmica temporal de índices de vegetação NDVI, EVI, SAVI e IRECI através de imagens Sentinel-2a e modis.** Editora científica digital, 2022. Cap.25, p.332-343. Ciências Agrárias: O avanço da Ciência no Brasil. Disponível em: <220709585.pdf>. Acesso em: 23 maio. 2025.

LIMA, C. S. **Uso do NDVI para estimativa da biomassa de pastagens de inverno no município de Vacaria-RS**. 2023. 51f. Dissertação (Mestrado Profissional em Agricultura de Precisão). Universidade Federal de Santa Maria (UFMS). Santa Maria, RS, 2023. Disponível em:<repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/30610/DIS_PPGAP_2023_LIMA_CAROLINE.pdf?sequence=1&utm_source=chatgpt.com>. Acesso em: 27 maio. 2025.

MALAQUIAS, F. S. S.; TEIXEIRA, L. M. S.; PARENTE, L. P.; FERREIRA, L. G. F. ANAIS DO XIX SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 14 a 17 de abril de 2019, Santos-SP. **Atlas digital das pastagens brasileiras: dados e informações sobre a maior classe de uso da terra do brasil**. São Paulo: SBSR, 2019. Disponível em: < [anais do xix simpósio brasileiro de sensoriamento remoto] atlas digital das pastagens brasileiras: dados e informações sobre a maior classe de uso da terra do brasil | Galoá Proceedings >. Acesso em: 26 maio. 2025.

MAP BIOMAS. **Território 31935**. Plataforma MapBiomas Brasil. [S.l.]: MapBiomas, 2023. Disponível em: <Plataforma - MapBiomas Brasil>. Acesso em: 27 maio 2025.

MARTINI, L. C. P.; SOUZA, M. Geotecnologias de acesso livre aplicáveis à agricultura familiar de precisão. **Revista Brasileira de Geomática**. Curitiba, PR. v. 12, n. 2, p. 197-218, jul./dez. 2024. Disponível em: <Geotecnologias de acesso livre aplicáveis à agricultura familiar de precisão | Martini | Revista Brasileira de Geomática>. Acesso em: 26 maio. 2025.

MENDES, J.; PINHO, T. M.; SANTOS, F. N.; SOUSA, J. J.; PERES, E.; CUNHA, J. B.; CUNHA, M.; MORAIS, R. Aplicações para Smartphones Visando Práticas de Agricultura de Precisão Uma Revisão Sistemática. **Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI)**:

Agronomia. Basileia, Suíça. v.10, ed.6, jun. 2020. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2073-4395/10/6/855>. Acesso em: 22 maio. 2025.

NETO, F. S. S.; DANELICHEN, V, H, M. Estudo do Uso de Índices de Vegetação nas Culturas do Brasil. **Uniciencias**, v.26, n.2, 2022, p.100-107. Jun. 2022. Disponível em: <Vista do Estudo do Uso de Índices de Vegetação nas Culturas do Brasil >. Acesso em: 22 maio. 2025 setembro. 2024.

OGLIARI, D. G. P.; FORTANA, D. C.; BREMM, C.; CARVALHO, P. C. F. ANAIS DO XIX SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 14 a 17 de abril de 2019, Santos-SP. **NDVI como indicador de diferenças na estrutura da vegetação em pastagens naturais do bioma pampa.** São Paulo: SBSR, 2019. Disponível em: <[anais do xix simpósio brasileiro de sensoriamento remoto] ndvi como indicador de diferenças na estrutura da vegetação em pastagens naturais do bioma pampa | galoá proceedings>. Acesso em: 23 maio. 2025.

ONE SOIL. **OneSoil Website**. 2024. Disponível em: <https://OneSoil.ai>. Acesso em: 26 maio. 2025.

PASSOS, A. O. **Índices de Reflectância, NDVI e EVI como Indicadores de Níveis de Degradação das Pastagens Tropicais.** 2021. 55f. Tese (Doutorado em Agronomia – Ciência do Solo). Universidade Estadual Paulista (UNESP). São Paulo, SP, 2021. Disponível em:<https://repositorio.unesp.br/server/api/core/bitstreams/70ab6dbb-2762-4ce6-a650-27f2f7361cfb/content >. Acesso em: 22 maio. 2025.

SALASAN, C.; KOUTSOURIS, A.; KARAMPELA, S.; VÉR, A. Agriculture knowledge transfer and delivery supported by digital technologies for remote learning and problem solving. **Scientific Journal Published by School of Economics and Business Mongolian University of Life Sciences**. [s.l.]. v.12, [s.n], p. 11-17, 2021. Disponível em: <https://www.researchg ate. net/publication/357736921_Agriculture_knowledge_transfer_and_delivery_supported_by_digital_technologies_for_remote_learning_and_problem_solving>. Acesso em: 27 maio. 2025.

SERRANO, J.; SHAHIDIAN, S.; PAIXÃO, L.; SILVA, J. M.; PANIÁGUA, L. L. Avaliação da Qualidade de Pastagens por meio de NDVI Obtido por Sensoriamento Remoto: Um estudo de validação no ecossistema silvo-pastoril mediterrâneo. **Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI)**. Agricultura. Basileia, Suíça. v.14, ed.8, agos. 2024. Disponível em: <Pasture Quality Assessment through NDVI Obtained by Remote Sensing: A Validation Study in the Mediterranean Silvo-Pastoral Ecosystem>. Acesso em: 22 maio. 2025.

SILVA, H.; SANTOS, L. L. A contribuição da tecnologia da informação na agricultura para o desenvolvimento sustentável. **Revista Ciência & Trópico**. [s.l.]. Creative Commons - Atribuição 4.0 Internacional. v.48, n.2, p.191-210. Dez. 2024. Disponível em: <Vista do A contribuição da Tecnologia da Informação na Agricultura para o Desenvolvimento Sustentável>. Acesso em: 26 maio. 2025.

SILVA, R. P.; SANTOS, G. R.; VIAN, C. E. F. Agricultura familiar: Perda de mercados e sinais de mudanças na pauta produtiva. **Ipea-RADAR: Agricultura**. Brasília, DF, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. v.1, n.73, p.19-24. Ago. 2023. Disponível em: <Radar_73_ Art3 _Agricultura_familiar.pdf>. Acesso em: 25 Maio. 2024.

SOUZA, P. M.; FORNAZIER, A.; SOUZA, H. M.; PONCIANO, N. J. Diferenças regionais de tecnologia na agricultura familiar no Brasil. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasilia, DF. V.57, n.4, p. 594-617. Out-Dez. 2019. Disponível em: <scielo.br/j/resr/a/3fR Gp 9DWRgFwKKqj59BT85J/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 22 maio. 2025 setembro. 2024. *Atlas das Pastagens*, 2023. UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS. Goiânia: UFG, 2023. Disponível em: <https://atlasdaspastagens.ufg.br/map>. Acesso em: 26 maio 2025.

Submetido em: 01.08.2026
Aceito em: 07.10.2026
Publicado em:13.11.2026
Avaliado pelo sistema *double blind review*