

CENTRO UNIVERSITÁRIO DE GOIÁS – UNIGOIÁS
PRÓ-REITORIA DE ENSINO PRESENCIAL – PROEP
SUPERVISÃO DA ÁREA DE PESQUISA CIENTÍFICA - SAPC
CURSO DE AGRONOMIA

**GEOPROCESSAMENTO NO PLANEJAMENTO E MONITORAMENTO DA SAÚDE
DA PASTAGEM EM SISTEMA DE PASTEJO ULTRADENSO**

CARLOS EDUARDO BARBOSA BRITO
ORIENTADOR: MARCOS VINÍCIUS ALEXANDRE DA SILVA

GOIÂNIA
JUNHO/2025

CARLOS EDUARDO BARBOSA BRITO

**GEOPROCESSAMENTO NO PLANEJAMENTO E MONITORAMENTO DA SAÚDE
DA PASTAGEM EM SISTEMA DE PASTEJO ULTRADENSO**

Monografia apresentada ao curso de Agronomia do Centro Universitário de Goiás - UNIGOIÁS, como pré-requisito para a obtenção do título de bacharel.

Orientador: Marcos Vinícius
Alexandre da Silva

GOIÂNIA
JUNHO/2025

Dedico este trabalho primeiramente a Deus, que me deu forças para estudar, trabalhar e chegar até aqui e à minha família, em especial a minha mãe, que sempre me deu forças e me apoiou em qualquer circunstância.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Manejo Ultradenso na Agropecuária Kehrlé	11
Figura 2 - Saúde da vegetação conforme os índices do NDVI	15
Figura 3 - Sentinel 2-A (à esquerda) e Sentinel 2-B (à direita)	16
Figura 4 - Comprovante de inscrição da propriedade analisada no CAR	17
Figura 5 - Mapa do Sítio Busca Vida	18
Figura 6 - Cerca elétrica móvel	19
Figura 7 - Imagem aérea da propriedade	19
Figura 8 - Imagem aérea dos piquetes	20
Figura 9 - Imagem aérea dos piquetes	20
Figura 10 - Subdivisão dos piquetes de manejo	21
Figura 11 - Informações gerais sobre os piquetes de manejo	22
Figura 12 - Equação para o cálculo do Nível de Vegetação por Diferença Normalizada	23
Figura 13 - Sub Piquetes de manejo - planejamento da área	24
Figura 14 - Sub Piquetes de manejo - coordenadas	25
Figura 15 - NDVI em 03/10/2024	26
Figura 16 - NDVI em 26/01/2025	27
Figura 17 - NDVI em 15/02/2025	27
Figura 17 - NDVI em 07/03/2025	28

RESUMO

Neste presente trabalho, objetivou-se levantar informações pertinentes acerca do manejo ultradenso de pastagens, tendo em vista que trata-se de uma tecnologia relativamente nova na atividade pecuária, por meio do estudo de informações e artigos de estudiosos e produtores que trabalham com esta estratégia, além de manipular dados reais de uma propriedade que trabalha tal manejo, obtendo contato e informações do produtor e de mapas georreferenciados no QGIS e imagens de satélite, buscando propor estratégias de planejamento e monitoramento do sistema por meio do software. Para isto, foram elaborados mapas com informações geográficas dos piquetes de manejo, indicando pontos para a fixação dos piquetes e os respectivos tempos de permanência dos animais, além de mapas de NDVI - Nível de Vegetação por Diferença Normalizada em diferentes meses do ciclo pecuário da propriedade estudada, a fim de observar o desenvolvimento da pastagem no período. Com a elaboração dos mapas, conclui-se que o geoprocessamento no manejo do sistema trata-se de uma importante ferramenta de gestão, permitindo o planejamento, manipulação e monitoramento dos dados da propriedade, além de concluir que o manejo ultradenso de pastagens é uma estratégia muito importante e que pode trazer grandes resultados, mas que precisa ainda de mais estudos aprofundados e adaptação para cada realidade.

Palavras-chave: NDVI. Pecuária. QGIS. Georreferenciamento. Sentinel.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	7
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	9
2.1. CONTEXTO: INTEGRANDO NOVAS TÉCNICAS E TECNOLOGIAS NO MANEJO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA	9
2.2. FUNDAMENTOS DO PASTEJO ROTACIONADO ULTRADENSO	10
2.3. USO DO SENSORIAMENTO REMOTO JUNTO AO QGIS NA AGROPECUÁRIA	13
3. MATERIAL E MÉTODOS	17
3.1. ESTUDO DA PROPRIEDADE ANALISADA E SOBRE O MÉTODO DE MANEJO	17
3.2. MÉTODOS DE OBTENÇÃO DE IMAGENS, CÁLCULO DO NDVI E MAPEAMENTO DA ÁREA	22
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
5. CONCLUSÃO	30
REFERÊNCIAS	31

1. INTRODUÇÃO

Com o avanço da população, a demanda por alimentos crescente num contexto mundial e a pressão por técnicas menos agressivas ao meio ambiente no decorrer dos anos devido a fatores climáticos incomuns, têm-se buscado uma produção agrícola e pecuária com técnicas cada vez mais eficientes, para que sejam reduzidos tais efeitos no nosso planeta (CORREIA, 2018). Além disso, o uso inadequado do solo, sem o planejamento e manejo apropriado pode levá-lo a improdutividade rapidamente, com danos irreversíveis ao solo e ao meio ambiente (SILVEIRA *et al.*, 2015). Segundo o censo do Atlas das Pastagens da Universidade Federal de Goiás - UFG, 61% das pastagens do Brasil apresentam grau médio ou severo de degradação (PINTO, 2024). Este fato torna-se preocupante tendo em vista que o Brasil é o segundo maior produtor de carne bovina do mundo (17,87% da produção) (EMBRAPA, 2023).

Existem diversas medidas que vêm sendo introduzidas para que seja possível alcançar os objetivos supracitados. Duas delas seriam a busca pela otimização dos espaços já existentes e o uso racional e correto dos insumos agrícolas (ARTUZO *et al.*, 2017). Uma das ferramentas que podem ser utilizadas para facilitar o manejo de diversas áreas é a Agricultura de Precisão por meio do sensoriamento remoto, que permite o acompanhamento das culturas de qualquer localização. Isso permite que se planeje e acompanhe a área de produção, promovendo um uso mais eficiente dos recursos (BASSOI *et al.*, 2019).

O QGIS é um software livre que permite a produção de mapas georreferenciados, além da manipulação, classificação e cálculo dos seus dados. (GUIMARÃES; PIMENTA; LANDAU, 2012, NANNI *et al.*, 2012). Com isso, é possível realizar o planejamento, com o uso de cálculos e delimitações de áreas, linhas e pontos georreferenciados e o monitoramento da área, com o auxílio da integração com imagens atualizadas da superfície terrestre. Essas imagens são fornecidas por meio de satélites, como por exemplo os satélites Sentinel-2 (2A e 2B), que se tratam de um projeto da Agência Espacial Europeia, chamado Copernicus (MARQUES, 2018). Uma aplicação muito importante com a utilização destes satélites na agricultura e na pecuária seria o cálculo do NDVI - Índice de Vegetação por Diferença Normalizada, que mede a saúde da vegetação com o uso de uma equação, e em softwares como o QGIS, essa saúde é representada de maneira georreferenciada. Com isso, é de suma importância a sua aplicação na Agropecuária para que sejam feitos os manejos de forma eficiente com relação a lavoura. (BASSOI *et al.*, 2019).

A cada ano busca-se a implementação de novas técnicas de manejo e novas tecnologias que auxiliem nas tomadas de decisões. Segundo Aline Kehrle (PASTEJO ULTRADENSO, 2022), uma técnica de manejo relativamente nova no Brasil e ainda pouco estudada seria a técnica de Pastejo Ultradenso, que busca uma maior produção animal em uma menor área possível.

Na filosofia do biólogo zimbabuano Allan Savory, ao observar durante anos o comportamento das manadas africanas, onde estas andam em bando e de maneira holística na pastagem, percebeu-se que a forma como os animais se comportavam e pastejavam era importante para o solo, tendo em vista que o pisoteio, estercagem e urina auxiliavam na adubação orgânica do solo (SAVORY; PARSONS, 1980). Conforme citado por Aline Kehrle, (PASTEJO ULTRADENSO, 2022), baseado nesta filosofia, surgiu-se um novo sistema de manejo das pastagens, chamado de “Sistema de Pastejo Ultradenso”, onde o máximo de animais possível é colocado na menor área possível em um curto período de tempo. Neste manejo, acredita-se que além da adubação constante feita pelos animais, pelo fato de estarem em constante movimento, o aproveitamento da pastagem é ainda maior, tendo em vista que os animais não selecionam o pasto e se alimentam até mesmo das plantas daninhas que estejam no local (STARHAWK, 2018). Por ser uma técnica de manejo ainda pouco estudada, é importante que sejam levantadas informações relevantes quanto ao pastejo ultradenso e seus benefícios em aspectos sustentáveis e econômicos, além de buscar integrar o uso da Agricultura de Precisão e o geoprocessamento no monitoramento e planejamento deste sistema, buscando cada vez mais a melhoria nos sistemas de manejo.

Neste presente trabalho, busca-se relacionar os temas apresentados de maneira que se levante informações pertinentes sobre o sistema de pastejo ultradenso, tendo em vista que se trata de um tema ainda pouco abordado no Brasil, além de analisar uma propriedade real que trabalha tal sistema com o auxílio de mapas georreferenciados no software QGIS. Para a análise, além de verificar a eficiência do software para planejar a gestão do sistema em uma propriedade, serão feitos levantamentos referentes a um período de tempo em que os animais são manejados, com o uso de imagens de satélite, utilizando-se os cálculos de NDVI - Nível de Vegetação por Diferença Normalizada, para que se verifique a eficiência deste tipo de manejo e a saúde da pastagem.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 CONTEXTO: INTEGRANDO NOVAS TÉCNICAS E TECNOLOGIAS NO MANEJO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA.

Conforme ocorre o crescimento da população e a demanda por alimentos, insumos e demais produtos provenientes da agricultura aumenta, observa-se que os recursos naturais começam a ficar cada vez mais escassos (MOLIN; AMARAL; COLAÇO, 2015). Com isso, deve-se tentar produzir cada vez mais em menores áreas, por meio da implementação de novas tecnologias de manejo e estratégias de produção, aproveitando ao máximo os recursos naturais para uma produção agrícola com o uso reduzido de agrotóxicos e com a redução da abertura de áreas, evitando o desmatamento e seus impactos na fauna e flora.

Para lidar com o desafio de produzir alimentos de maneira sustentável e atender à crescente demanda populacional, que deve aumentar em 2 bilhões até 2050, a agricultura do futuro precisará elevar a produtividade, otimizando cada fase do ciclo de produção (BASSOI *et al.*, 2019). Neste contexto, sabe-se que cada vez mais a produção agrícola deve ser otimizada, a fim de reduzir os impactos ambientais e sociais, além de garantir a segurança alimentar da população.

Um dos pontos mais importantes para o agronegócio tem sido a questão da sustentabilidade na produção agrícola e pecuária, devido a necessidade de se minimizar cada vez mais os impactos causados quanto à erosão e poluição do solo, da água e do ar. Com isso, as empresas e os produtores têm buscado novas tecnologias e métodos sustentáveis, seja por pressão da opinião pública, ou ainda por conta da competitividade no mercado (MANGABEIRA; ROMEIRO, 2007). Este fator “competitividade”, diz respeito ao fato de que as empresas devem se adaptar cada vez mais para conseguirem se manter no mercado frente às outras empresas, adotando medidas sustentáveis e tecnológicas.

Do ponto de vista da concorrência, competitividade se define como a capacidade de crescer e se desenvolver em mercados novos ou em expansão (FARINA, 1999). Relacionando este fator ao agronegócio, observa-se que se trata de um mercado em constante crescimento, e que ao mesmo tempo utiliza cada vez mais recursos naturais, causando uma certa “pressão” por adaptação, adotando novas medidas de produção.

Conforme os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) das Nações Unidas (ONU), é essencial abordar dezessete pontos-chaves globais até 2030 para garantir um futuro mais sustentável. Como os mais importantes com relação a agricultura e a segurança alimentar, podemos citar: “fome zero e agricultura sustentável” (ODS 2), “consumo e

produção sustentáveis” (ODS 12) e “ação contra a mudança global do clima” (ODS 13) (RESENDE, PINTO, LETA, 2021). Estes objetivos da ONU trazem à tona a importância de se adotar novas medidas e tecnologias para que a agricultura caminhe de forma sustentável. Com uma visão para o futuro, o agronegócio tem buscado cada vez mais implementar tecnologias e manejos de áreas agropecuárias, visando não só o aumento da renda da propriedade, mas também a otimização de seus recursos, buscando maior produção em uma menor área.

Para o futuro, espera-se que o processo de produção deva integrar tanto conhecimentos agronômicos, quanto grandes bases de dados (Big Data), satélites, veículos e máquinas não tripuladas, softwares e plataformas que guardam informações em nuvem (BASSOI *et al.*, 2019). Relacionando estes conceitos de conhecimentos agronômicos (manejos) e as tecnologias que surgem para auxiliar nesses manejos, as ferramentas supracitadas surgem como grandes alternativas para a agricultura sustentável e mais lucrativa, tanto no planejamento da área, quanto no seu monitoramento durante a safra, proporcionando diminuição da tendência da elevação de custos na operação, redução na mão de obra e proporcionando a conservação dos recursos naturais e a produção de alimentos mais seguros.

2.2 FUNDAMENTOS DO PASTEJO ROTACIONADO ULTRADENSO

Segundo o ATLAS das Pastagens (PINTO, 2024), O Brasil é ocupado por 177.294.874,984 hectares de pastagem (20,87% do território brasileiro), e destes, 109.579.310 são classificados com um grau de degradação intermediário ou severo (61% das áreas de pastagens), indicando um aumento em comparação ao ano de 2018, quando o percentual de pastagens degradadas era de 52% (RESENDE, PINTO, LETA, 2021). Diante de tais informações, observa-se a importância de se adotar novas medidas que reduzam este processo de degradação das pastagens brasileiras e conseqüentemente, aumentem a produção pecuária no nosso território.

Sistemas intensivos na produção pecuária ainda enfrentam hoje grandes problemas com relação ao bem-estar animal, sustentabilidade e aspectos relacionados à segurança alimentar (CORREIA, 2018). Neste contexto, buscam-se também tecnologias que prezam pelo bem-estar animal e ao mesmo tempo, garantam a segurança alimentar da sociedade e a sustentabilidade.

A pecuária regenerativa parte da proposição de que grande parte do impacto ambiental e a degradação do solo e das pastagens está mais ligada ao manejo que o homem exerce nos

animais e nas pastagens do que na atividade propriamente dita (RESENDE, PINTO, LETA, 2021). A partir desta ideia, têm se buscado implementar cada vez mais novos sistemas e manejos que possam ajudar a recuperar as pastagens sem que atrapalhe a produção, e pelo contrário, aumente a produção e produtividade da propriedade.

Conforme citado por Aline Kehrle (PASTEJO ULTRADENSO, 2022), uma das mais importantes produtoras que atua atualmente com o sistema de pastejo rotacionado ultradenso no território Brasileiro, a técnica é inspirada na filosofia do biólogo e na época guarda florestal zimbabuano Allan Savory. A filosofia de Savory no desenvolvimento deste sistema de pastejo se baseia na observação do comportamento das manadas africanas, que seria o manejo holístico das pastagens (também chamado de “mob grazing”), e neste sistema, ao invés dos animais se tornarem devastadores, tornam-se regeneradores do solo e das pastagens (STARHAWK, 2018). Na figura 1 logo abaixo, observa-se a aglomeração dos animais na Agropecuária Kehrle.



Figura 1 - Manejo Ultradenso na Agropecuária Kehrle

Fonte: Extraído de Rotacionado ultradenso, você nunca viu isso antes! (2021, 00min47seg).

Após anos observando as manadas africanas, Savory reconheceu a importância dos cascos dos animais e da importância deles estarem em constante movimento dentro do seu sistema, produzindo ainda mais urina e mais esterco, favorecendo a manutenção das pastagens

e do solo (SAVORY; PARSONS, 1980). Sabe-se que a urina e o esterco bovino são muito importantes para o solo, tendo em vista que fornecem minerais e nutrientes de maneira orgânica.

Conforme citado por Aline Kehrlé, outro importante fator que surge com a implementação do sistema de pastejo ultradenso seria a presença de besouros-rola-bosta (*Onthophagus gazella*) em grandes quantidades, devido à estercação em excesso (PASTEJO ULTRADENSO, 2022). Os besouros-rola-bosta são agentes de suma importância para a manutenção do solo em termos físicos e químicos, indicando a presença de matéria orgânica. Em termos químicos seria pelo fato de que ao escavar o solo e levar as fezes frescas para os seus túneis, eles acabam depositando de forma indireta os nutrientes no perfil mais profundo do solo. E em relação a qualidade física, com a abertura destes túneis, eles acabam deixando o solo mais poroso, propiciando a passagem de ar e de água dentro do solo (DOS SANTOS, 2023).

Segundo Frederico Nunes (PASTEJO[...], 2024), são diversas as vantagens do sistema ultradenso, como: maior produção em UA's por hectare, eficiência de colheita do pasto, adubação intensiva do solo com a estercação e melhor vigor da pastagem devido ao descanso dos piquetes. Em contrapartida, como desvantagens temos que o ganho de peso médio diário dos animais neste tipo de sistema é menor quando comparado a um sistema convencional onde os animais podem selecionar. Além disso, alguns profissionais como o Zootecnista José Neuman questionam quanto ao bem-estar animal (Pastejo Ultradenso: o que precisamos entender, 2025). Todavia, o sistema ultradenso promove maior rapidez no giro dos animais, melhor recuperação da pastagem e aumenta a capacidade de apascentamento e consequentemente, maior produção animal (em número de cabeças).

Torna-se necessário ajustar a taxa de lotação, e junto a isto, a pressão dos animais sobre a pastagem, fazendo com que a forragem do solo seja dividida em três partes: a primeira seria para a nutrição dos animais, a segunda depositada no solo como matéria orgânica devolvida ao solo e a terceira seria a parte remanescente da pastagem, a fim de permitir a perpetuação da planta, mantendo sua base e favorecendo o próximo ciclo de crescimento (RESENDE, PINTO, LETA, 2021). O pastejo rotacionado ultradenso também busca a eficiência de corte dos animais ao se alimentarem da pastagem, aproveitando o máximo possível da forragem, sem deixar nem mesmo as plantas daninhas, tendo em vista que estes animais não conseguem selecionar o alimento (FORRAGICULTURA E PASTAGENS, 2022).

Segundo o pastor de animais Jelnácio Freire Santos “JERRI” (100 novilhas [...], 2025), o manejo ultradenso na propriedade de Frederico Nunes em Nerópolis-GO é feito com

a rotação dos animais nos sub piquetes com trocas de 10 a 12 vezes no dia em tempos médios de 45 minutos a 1 hora em cada piquete, dependendo de sua necessidade. Trata-se de um manejo simples, com trocas que levam apenas 2 minutos para rotacionar os animais. Com isto, conforme citado por Gi Bettin, percebe-se que trata-se de um manejo fácil, porém complexo, pois envolve conhecimento acerca de comportamento animal, pastagens, solo, clima e outras diversas variáveis (PASTEJO[...], 2024).

De acordo com Frederico Nunes (PASTEJO[...], 2024), durante os manejos e trocas de piquetes, o fornecimento de água para os animais é possibilitado com a utilização de bebedouros móveis, onde a todo momento é fornecido água fresca para estes animais. A qualidade da água é de suma importância quando relacionada ao ganho de peso diário dos animais, tendo em vista que os animais, ao consumirem água fresca, acabam aumentando o consumo, devido ao conforto térmico.

A forrageira *Urochloa decumbens* (Syn. *Brachiaria decumbens*) é uma das mais utilizadas no Brasil, devido às suas características estruturais, resistência, boa flexibilidade quanto às falhas de manejo, dentre outras características. Quando bem manejada, essa forrageira pode oferecer boa capacidade de lotação e bons desempenhos (MENEZES *et al.*, 2022). Devido a sua flexibilidade de manejo e valor nutritivo, a *Urochloa decumbens* trata-se de uma boa opção para o manejo ultradenso, devido a pressão dos animais sobre a pastagem.

Concluiu-se por meio de estudos que a altura de pré-pastejo dos animais com a utilização da forrageira *Urochloa decumbens* é de 20 cm, com altura de saída de 10 cm e em sistemas de lotação contínua (como é o caso do sistema ultradenso), recomenda-se que a altura de saída dos animais do pasto seja de 15 cm, para que não ocorram prejuízos ao desempenho animal e a rebrota da pastagem (MENESES *et al.*, 2022).

2.3 USO DO SENSORIAMENTO REMOTO JUNTO AO QGIS NA AGROPECUÁRIA.

Desde a época da colonização, existem registros do uso de georreferenciamento pelos seres humanos, embora de forma mais primitiva, com o auxílio de mapas cartográficos que exigiam uma interpretação mais aprofundada por parte dos navegadores (ROSA, 1996). O uso de softwares para as diversas áreas da agricultura e na pecuária vem se popularizando, trazendo facilidade no planejamento e análise de dados dos objetos e/ou áreas de estudo, objetivando mais precisão, ganho de tempo, maior produção e produtividade, diminuição do uso exagerado de recurso (MOLIN; AMARAL; COLAÇO, 2015).

O Quantum Gis ou QGIS é um software livre e de código aberto que suporta diversos dados vetoriais, matriciais e diversos bancos de dados, além de permitir o uso de plug-ins que auxiliam em diversos campos para a projeção, análise, edição e geração de mapas imprimíveis de diversos tipos (GUIMARÃES; PIMENTA; LANDAU, 2012, HOFFMANN *et al.*, 2012).

Uma das funções mais importantes do software QGIS seria a visualização de dados espaciais, que são feitos a partir de informações geográficas, que mostram os objetos do mundo real como casas, montanhas, estradas e no caso da agropecuária, áreas de produção, que podem ser abstraídos com critérios pré-definidos e armazenados em banco de dados, que são chamados de SIG (Sistema de Informações Geográficas) (CASTILLO; SANTOS, 2016). Dentre estes dados espaciais, o QGIS permite a visualização de dados. Com isto, a utilização do QGIS é simples, permitindo mapear, monitorar, analisar e editar geograficamente a cobertura do solo e o uso da terra (PEREIRA, OLIVEIRA, GUIMARÃES, 2018).

O QGIS permite principalmente a utilização e visualização de camadas vetoriais, que seriam a representação de objetos geométricos em forma de pontos, polígonos e linhas, e também as camadas raster, que seriam camadas vetoriais de diversos polígonos (CASTILLO; SANTOS, 2016). Uma camada raster é composta por uma ou mais bandas. Cada banda representa uma matriz de valores. Por exemplo, uma imagem colorida, como uma foto aérea, é um raster que combina faixas vermelhas, azuis e verdes. Em certos casos, uma camada raster pode incluir uma paleta, onde os valores raster correspondem às cores armazenadas nessa paleta. (QGIS, 2022).

Outra técnica muito utilizada para a melhoria da produção agrícola e pecuária seria o sensoriamento remoto, relacionada à Agricultura de Precisão, que trata-se do monitoramento da superfície terrestre com o uso dos sensores remotos, que permitem que sejam obtidas informações da área que se deseja sem que ocorra contato físico (RODRIGUES *et al.*, 2022). Uma das aplicações desta tecnologia seria o cálculo de NDVI, que seria um índice que mede a saúde da vegetação, mediante de uma equação linear (MARQUES, 2018).

O Cálculo do NDVI é feito com a seguinte equação: $NDVI = \rho_{NIR} - \rho_{RED} / \rho_{NIR} + \rho_{RED}$, onde ρ_{NIR} seria a reflectância da superfície da região do infravermelho próximo e o ρ_{RED} seria da região do vermelho invisível (GREGO *et al.*, 2019).

O uso dessas tecnologias de sensoriamento remoto são de muito interesse agrícola, permitindo que uma área de produção possa ser monitorada e planejada, com o intuito de tomar melhores decisões na produção, permitindo estimar produtividades, detectar pragas e doenças e verificar o estado de saúde da lavoura, podendo revolucionar a forma como a agricultura é feita, aumentando a eficiência da utilização de recursos (MARQUES, 2018).

Para o manejo de pastagens não é diferente da agricultura, tendo em vista que por meio do método de sensoriamento remoto, pode-se observar a saúde e evolução das pastagens em diferentes períodos, medindo a eficiência de manejo.

O NDVI - Normalized Difference Vegetation Index ou Índice de Vegetação por Diferença Normalizada, é um índice que mede os níveis de clorofila da superfície, com a refletância do infravermelho próximo por parte da clorofila (ZARCO-TEJADA *et al.*, 2012 apud MARQUES, 2012). Este índice apresenta uma escala de medida linear entre -1 e 1 , sendo que o valor mais 1 indica a presença de vegetação e o valor mais próximo de -1 indica a presença de solos descobertos, rochas ou alvos abióticos (RODRIGUES; RODRIGUES, 2012). A figura 2 mostra os valores do NDVI relacionados à saúde da vegetação, que varia entre -1 e 1 , sendo: -1 até 0 , indicando uma vegetação com menor vigor ou ausência da vegetação; de 0 a $0,33$ indica uma vegetação com algum tipo de deficiência; de $0,33$ a $0,66$ indica uma vegetação moderadamente sadia e de $0,66$ até 1 , indica uma vegetação mais vigorosa, sendo destacada pelas cores vermelha até o verde mais escuro.

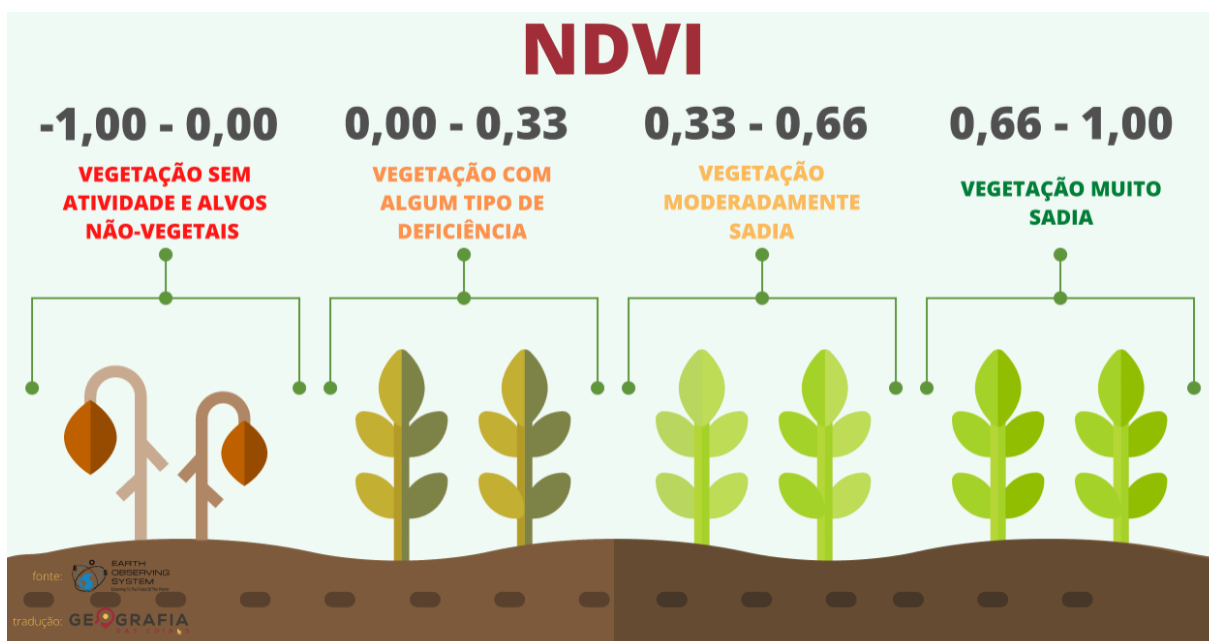


Figura 2 - Saúde da vegetação conforme os índices do NDVI.

Fonte: EOS Data Analytics (2024. Adaptado).

Os satélites Sentinel-2 (2A e 2B) foram desenvolvidos pela Agência Espacial Europeia (ESA) como parte do Programa Copernicus. Seu objetivo é observar a superfície da terra, atuando como uma ferramenta de apoio em diversos serviços, como o monitoramento das mudanças na cobertura do solo, a gestão de desastres naturais e monitoramento das florestas, possuindo resolução temporal de 5 dias e resolução espacial de 10m , sendo um dos

mais utilizados devido a sua precisão, só não sendo mais preciso do que as imagens atuais do local (MARQUES, 2018). Abaixo, a figura 3 mostra a representação dos satélites Sentinel 2-A e 2-B:

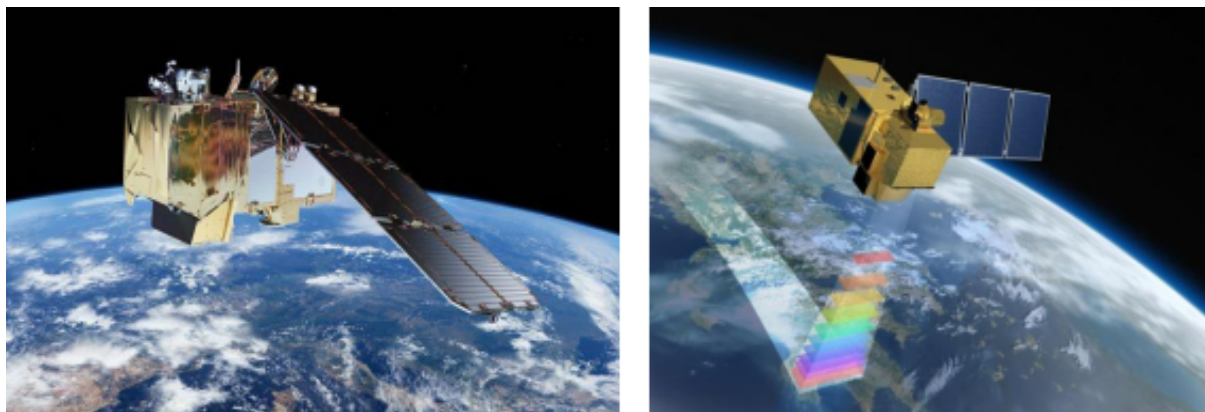


Figura 3 – Sentinel-2A (à esquerda) e Sentinel 2-B (à direita)

Fonte: European Space Agency (2017).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 ESTUDO DA PROPRIEDADE ANALISADA E SOBRE O MÉTODO DE MANEJO.

O presente trabalho foi integralmente conduzido de maneira remota com o auxílio do software de geoprocessamento e mapeamento QGIS em sua versão mais recente (versão 3.34.10), além do auxílio com imagens do Google Earth dentro do próprio software, por meio de um plug-in que correlaciona as duas ferramentas.

A propriedade escolhida para a realização do trabalho é localizada na cidade de Nerópolis-GO, a cerca de 36,6 quilômetros da capital e está inscrita sobre o CAR de matrícula nº GO-5214507-A03C464158EE4C4495C3662E94001D27, conforme a consulta (figura 4):

Demonstrativo da Situação das Informações Declaradas no CAR			
Situação do Cadastro:	Ativo		
Registro de Inscrição no CAR:	GO-5214507-A03C464158EE4C4495C3662E94001D27		
Condição Externa:	Aguardando análise		
Dados do Imóvel Rural			
Área do Imóvel Rural:	18,67 ha	Data da Inscrição:	12/04/2016
Módulos fiscais:	0,93	Data da Última Retificação:	-
Município / UF:	Nerópolis (GO)		
Coordenadas Geográficas do Centróide:	Lat: 16°29'05,42" S Long: 49°08'33,3" O		

Figura 4 – Comprovante de inscrição da propriedade no CAR.

Fonte: SICAR (2024).

A área em questão está cadastrada em posse do Zootecnista, Msc. em Zootecnia e consultor técnico Frederico Nunes, fundador da 3F Consult, que presta treinamentos e consultorias sobre o método de pastejo ultradenso. A escolha da propriedade foi devido ao fato de que este produtor utiliza em sua própria fazenda o método de pastejo ultradenso, levantando estudos e obtendo bons resultados com o método. A fazenda, que possui um total de 18,67 hectares, apresenta estrutura com sede, estradas, bom relevo, com poucas curvas de nível e toda sua área dedicada ao manejo dos animais a pasto. Dentre estas áreas, em azul, destacam-se os piquetes onde os animais são manejados no sistema de pastejo rotacionado ultradenso, que somam 15 hectares, conforme o mapa abaixo (figura 5):

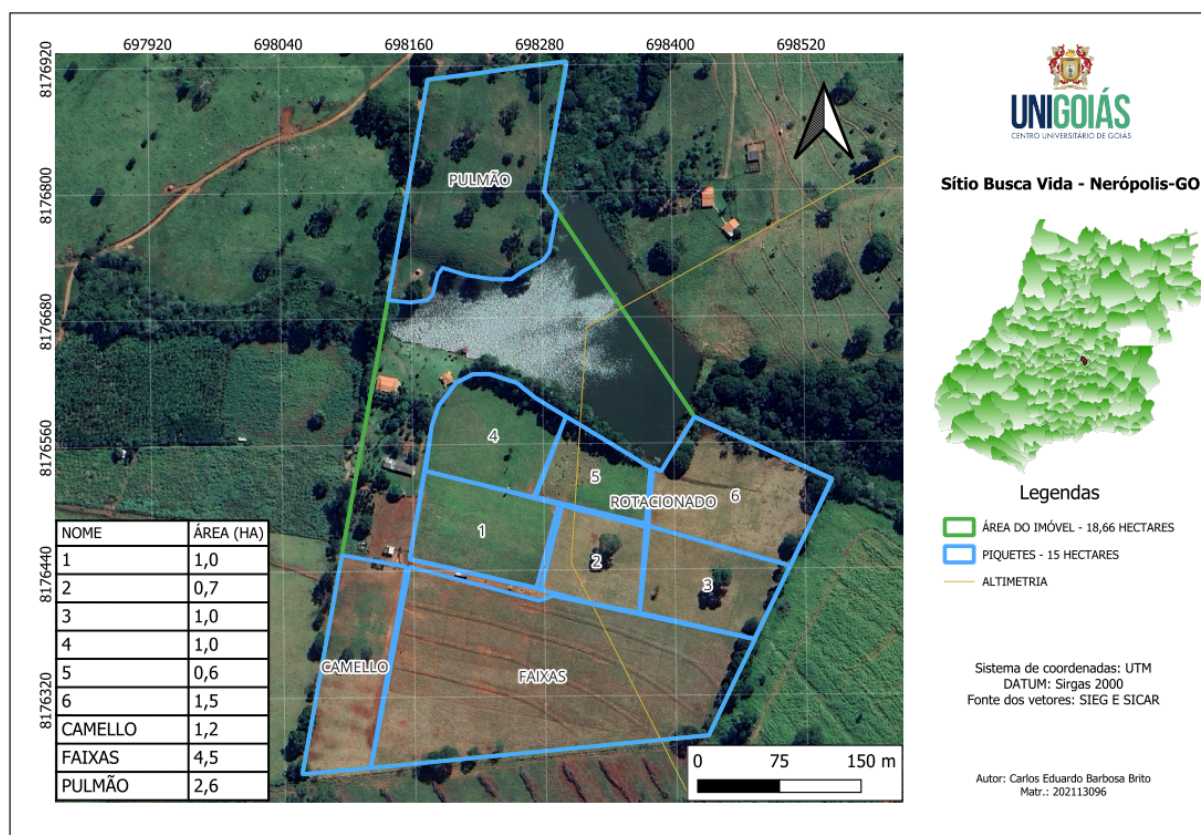


Figura 5 - Mapa do Sítio Busca Vida

De acordo com o mapa e informações repassadas pelo próprio produtor, observa-se que a propriedade é dividida em 4 áreas de manejo, sendo elas a área denominada “Pulmão” (Por ter um formato semelhante a de um pulmão), que possui 2,5 hectares, a área “faixas” (onde ocorre o pastejo em faixas), que possui 5 hectares, a área “Camello” (em que a variedade plantada é a Camello), que possui 1,5 hectare e mais 6 piquetes, denominados de “rotacionado”, que possuem 6 hectares no total.

Atualmente o produtor trabalha com 100 novilhas em sua área. Uma novilha equivale a 0,5 U.A. (unidade animal). Considerando a área dos piquetes do produtor de 6 hectares, sendo que cada piquete possui em torno de 1 hectare, resulta em um total de 50 U.A. por hectare instantâneo no piquete. Em pastos convencionais, essa taxa de lotação geralmente fica em torno de 4 U.A's por hectare. Ou seja, neste sistema na propriedade são apascentados um número de animais 12 vezes maior do que se fosse utilizado o sistema convencional.

No manejo destes animais, é utilizada a cerca elétrica móvel, que funciona como uma ferramenta que permite a troca de piquetes de maneira facilitada, controlando a altura de entrada e saída dos animais com relação a pastagem. Com isto, os animais “obedecem” as limitações de tempo de permanência e altura do pasto, que seria de 20 cm na entrada e, no

mínimo, 10 cm de saída para permitir a rebrota da pastagem. Outro fato é que com certo tempo, rapidamente os animais passam a se acostumar com a cerca, e respeitam a delimitação de maneira uniforme, acostumando-se também com o tempo de permanência destes animais. Quanto à água a ser fornecida para os animais, são utilizados bebedouros móveis. A imagem abaixo (figura 6) mostra o manejo dos animais com a cerca elétrica móvel:



Figura 6 - Cerca elétrica móvel

Fonte: 3F Consult (2024).

Logo abaixo, na figura 7, na imagem aérea da propriedade pode-se observar os animais pastejando na área denominada “rotacionado”



Figura 7 - Imagem aérea da propriedade

Fonte: 3F Consult (2024).

A seguir, nas figuras 8 e 9, pode-se observar a diferença entre os níveis de altura da pastagem nos diferentes piquetes, onde o manejo é realizado de maneira controlada, com o principal intuito de preservar a pastagem e possibilitar melhor eficiência de colheita.



Figura 8 - Imagem aérea dos piquetes

Fonte: 3F Consult (2024)



Figura 9 - Imagem aérea dos piquetes

Fonte: 3F Consult (2024).

Dentro de cada piquete, ocorre a subdivisão destes piquetes em áreas menores, que são controladas conforme a necessidade do animal e de recuperação do pasto. O boiadeiro passa com os animais em cada subpiquete em um tempo que pode variar de 40 minutos a 1 hora. Após a passagem dos animais, o piquete descansa por 35 a 40 dias até que se recupere a pastagem. Na imagem abaixo (figura 10), observa-se o exemplo da subdivisão em um dos piquetes (área faixas) em 29 partes:



Figura 10 - Subdivisão dos piquetes de manejo

Fonte: 3F Consult (2024).

É no sentido da subdivisão dos piquetes que se percebe o grande apascentamento de animais. Conforme citado anteriormente, o produtor possui 100 novilhas, que equivalem a 50 U.A.'s. Considerando a área em destaque no canto inferior direito, que possui 1.500 m² (ou ainda 0,15 hectares), dividindo-se a quantidade de U.A. pela área (em hectares), ficará uma lotação instantânea de 333 U.A.'s por hectare. Em alguns casos, essa lotação pode ultrapassar até 1.000 U.A.'s/HA, regulando o tamanho do piquete com a cerca móvel.

Conforme informações do produtor, os animais são manejados entre os meses de novembro e maio (época das águas em Goiás), onde concomitante o pasto possui maior desenvolvimento. Nas áreas dos 6 piquetes e no módulo faixas em que foram analisados neste trabalho, o produtor tem utilizado a *Brachiaria Decumbens* atualmente. O quadro a seguir, fornecido pelo produtor Frederico Nunes possui informações acerca das variedades utilizadas em cada piquete, área, PB (proteína bruta), FDN (fibra em detergente neutro), NDT

(Nutrientes digestíveis totais, TAF (taxa de acúmulo de forragem em kg/ha/dia) e TAF kg MS total (TAF multiplicado pela área (ha)). Abaixo, na figura 11, pode-se observar as informações:



Figura 11 - Informações gerais sobre os piquetes de manejo

Fonte: 3F Consult (2025).

3.2 MÉTODOS DE OBTENÇÃO DE IMAGENS, CÁLCULO DO NDVI E MAPEAMENTO DA ÁREA.

As imagens de satélite em suas respectivas bandas de cores foram obtidas pelo site da Copernicus, que é um programa desenvolvido pela Agência Espacial Europeia - ESA. Este programa tem como objetivo oferecer imagens gratuitas de diversos satélites (também chamados de sensores remotos) que estão em órbita (MARQUES, 2018). Um destes satélites é o Sentinel-2A, lançado no ano de 2015 e que foi utilizado para a obtenção das imagens para a análise. A escolha deste satélite em específico seria pelo motivo de que sua principal aplicação seria para o monitoramento da vegetação e do solo, com resolução espacial de 10 metros de muita qualidade e com atualização de suas imagens a cada 5 dias, garantindo a continuidade de análises e monitoramentos (MACARIO, 2015). Com isto, este satélite garante que as análises sejam feitas durante todo o período de manejo em que se deseja observar (no caso, entre os meses de novembro a maio, período em que o produtor maneja seus animais).

Antes de tudo, dentro do software do QGIS, foram organizados os vetores da propriedade (retirados do site do SICAR, por meio dos shapes cadastrados) e os piquetes e

subpiquetes que foram analisados, a fim de elaborar um mapa que planeja o tempo de permanência dos animais e descanso de cada piquete, para que haja uma melhor organização e consequentemente, maior eficiência do método.

Foram baixadas no site da Copernicus imagens do tipo raster referentes aos meses de outubro de 2024 a março de 2025, com imagens das datas de 03/10/2024, 26/01/2025, 15/02/2025 e 07/03/2025, observando-se o crescimento da pastagem dentro dos piquetes de acordo com a rotação dos animais, a fim de acompanhar a saúde daqueles piquetes que estão em período de descanso, para verificar se o vigor da vegetação se mantém após as rotações com o método de pastejo holístico. Foi avaliado também o aproveitamento da pastagem pelos animais, que é um dos princípios do método de pastejo ultradenso, analisando se os piquetes foram consumidos por completo conforme é pregado como um dos pontos mais importantes da utilização do método. Para isso, foram incluídas as camadas do tipo raster, no qual foi feita a combinação das bandas, verde e infravermelho (obtidas do site da Copernicus) pela ferramenta de mosaico para camadas raster do software. Após esta etapa, na calculadora raster foram feitas as medidas dos comprimentos das bandas verdes por meio da seguinte equação: $NDVI = \rho_{NIR} - \rho_{RED} / \rho_{NIR} + \rho_{RED}$, onde ρ_{NIR} seria a reflectância da superfície da região do infravermelho próximo e o ρ_{RED} seria da região do vermelho invisível (GREGO *et al.*, 2019). Os resultados da equação, que variam de -1 a 1 (sendo que quanto mais próximo de -1 indica a ausência de vegetação ou vegetação não saudável e mais próximo de 1 indica a vegetação mais vigorosa), foram automaticamente representados dentro do software, colorindo o mapa em uma escala entre verde, vermelho e amarelo (tal operação é feita com a opção de mosaico) e mediante uma barra de escala ilustrativa para cada um dos mapas a fim de compará-los. A equação é representada conforme a figura 12 abaixo:

$$NDVI = \frac{NIR - Red}{NIR + Red}$$

Figura 12 – Equação para o cálculo do Nível de Vegetação por Diferença Normalizada

Fonte: ResearchGate (2020).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para um maior planejamento da rotação dos animais, o primeiro mapa demonstra o tamanho do sub piquete (já dividido de acordo com a necessidade prevista) e o tempo de permanência médio dos animais por dia. Este mapa auxilia o pastor no manejo dos animais em determinados períodos, podendo ser ajustado de acordo com a necessidade dentro do QGIS. Com o auxílio do mapeamento, pode ser feito o planejamento de retorno e saída dos animais em cada piquete, correlacionando com os índices de NDVI, de acordo com a necessidade, observando aqueles que estão com os menores e maiores índices de vegetação. Os piquetes foram dispostos conforme a figura 13 abaixo:

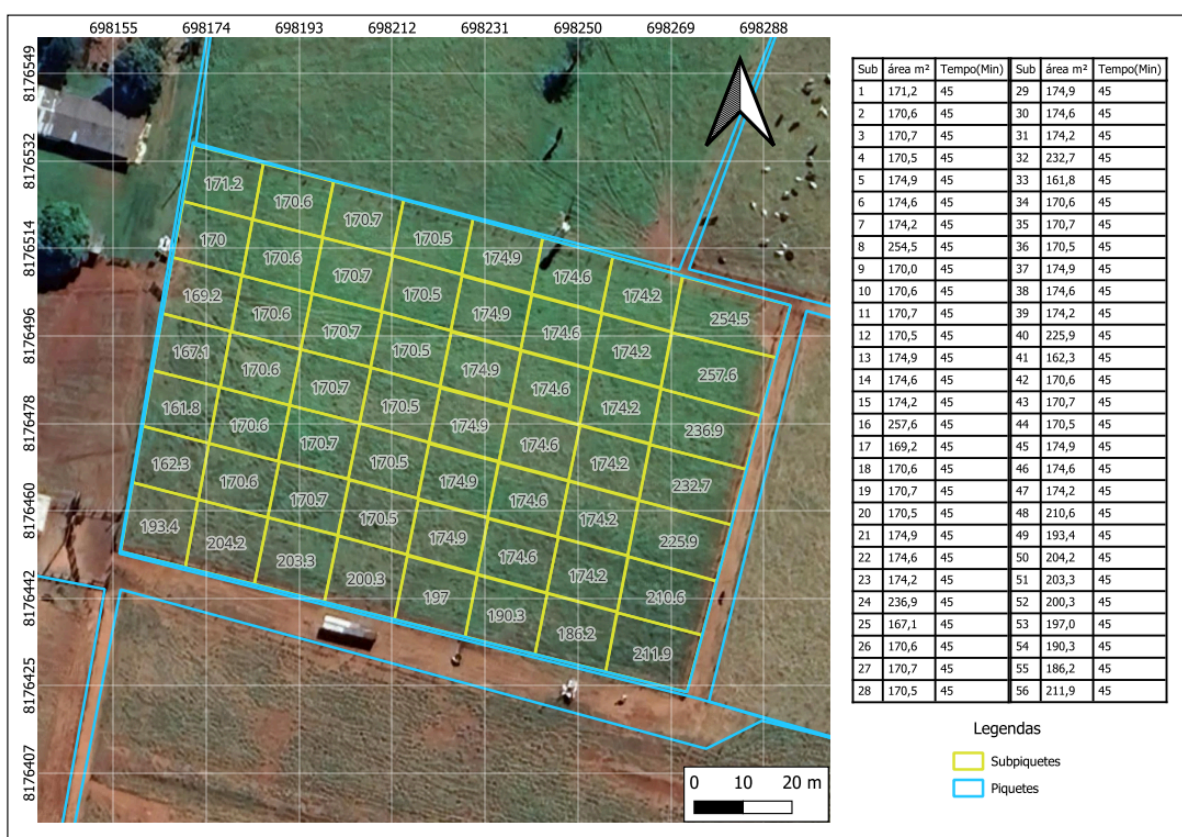


Figura 13 – Sub Piquetes de manejo - planejamento da área

Já o segundo mapa traz em suas legendas as coordenadas dos vértices onde devem ser colocadas as estacas que separam os piquetes com a cerca elétrica. Neste contexto, integrando-se o mapeamento ao uso do GPS, o pastor ainda teria uma maior precisão durante o manejo, colocando as estacas nos vértices de acordo com o planejamento do tamanho da área em questão, tendo em vista que o QGIS pode gerar arquivos de formatos compatíveis com o GPS, indicando as coordenadas já preestabelecidas anteriormente no planejamento.

Esta ferramenta pode ser utilizada em todos os piquetes, a fim de obter todas as coordenadas de cada ponto, podendo ainda ser útil também no manejo de adubação, caso este seja necessário. Os pontos e as coordenadas dos vértices estão dispostas conforme a figura 14:

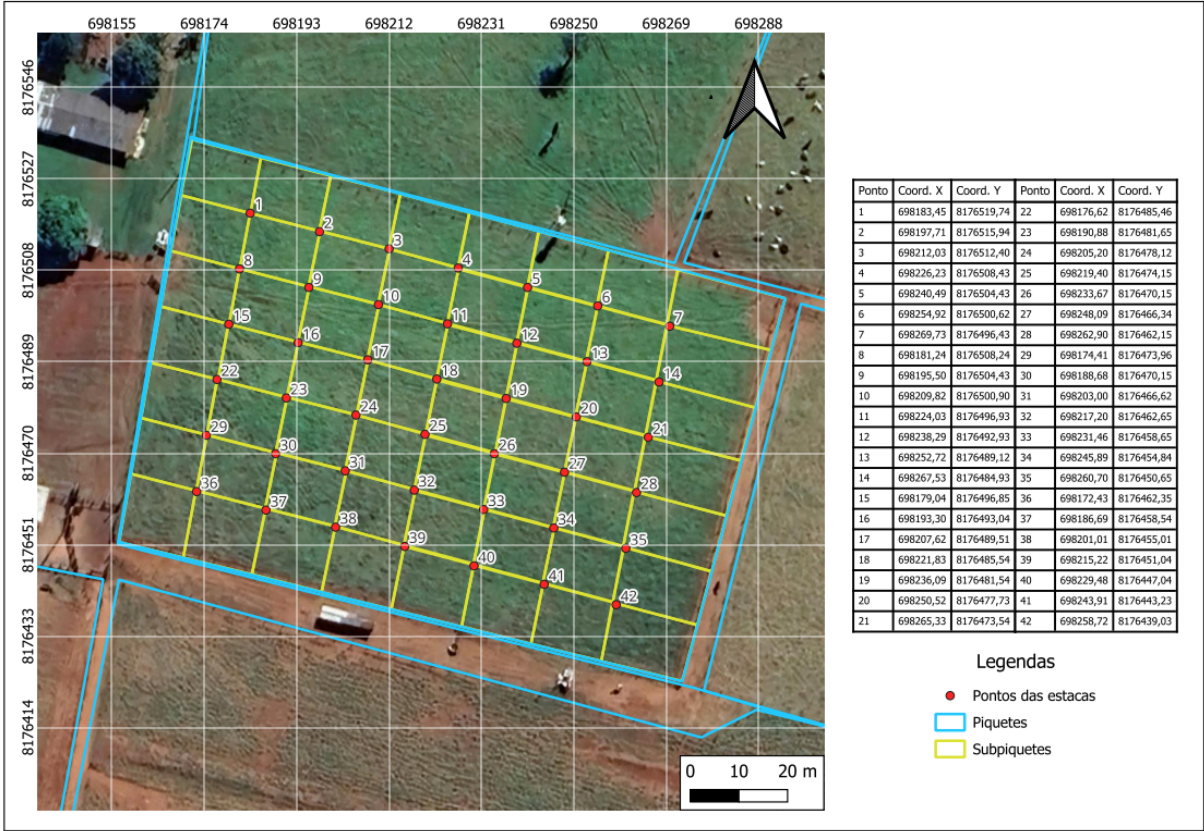


Figura 14 – Sub Piquetes de manejo - coordenadas

O primeiro mapa de NDVI a seguir (figura 15) mostra a pastagem em toda a área na data de 03/10/2024. Nota-se que nesta data ainda estávamos em período de seca e que a área estava praticamente toda sem pastagem.

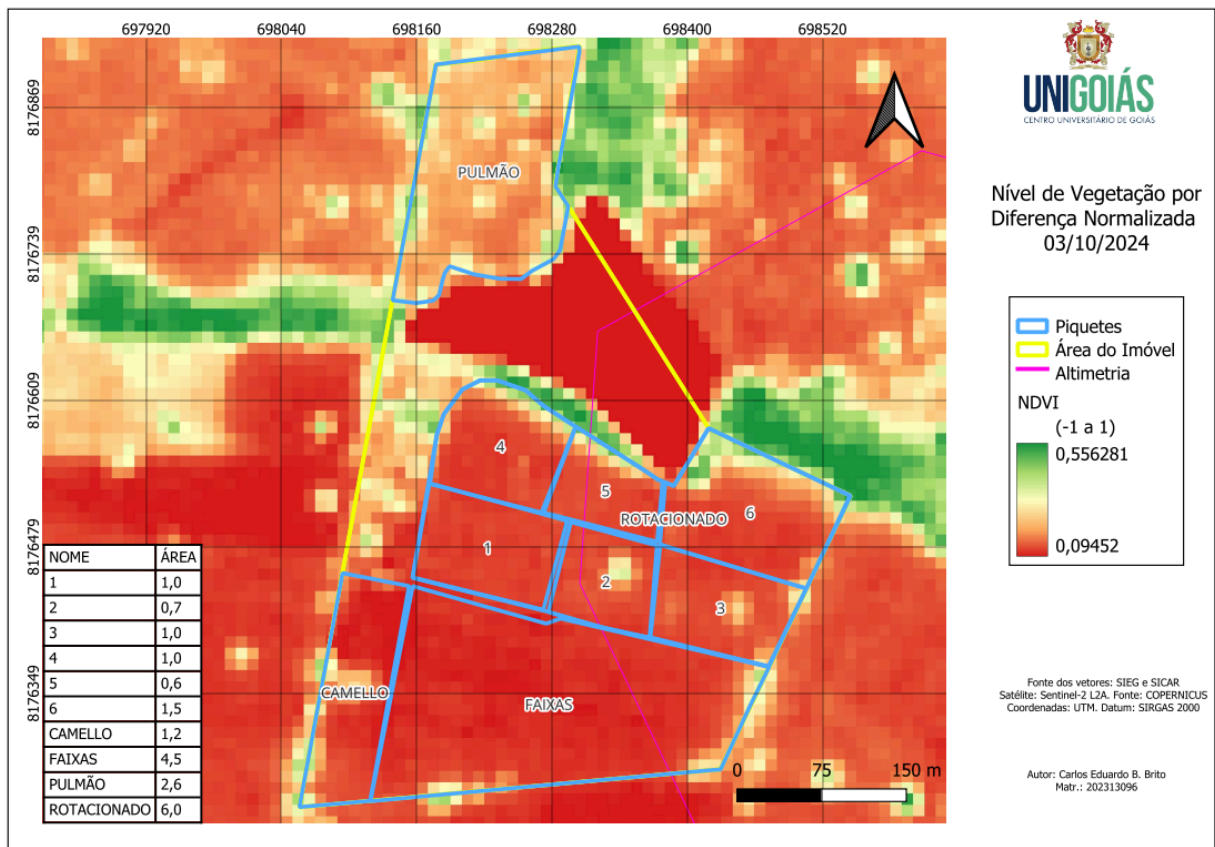


Figura 15 - NDVI em 03/10/2024

Já no segundo e terceiro mapa de NDVI (Figura 16 e Figura 17), tendo como base a data 26/01/2025 e 15/02/2025 (diferença de 20 dias aproximadamente), pode-se perceber uma grande evolução do pasto, e ainda que os piquetes 1, 2 e 4 (rotacionado) e “camello” estão consumidos em partes, o que indica a rotação dos animais nestas áreas em 26/01/2025. No mapa da data de 15/02/2025, observa-se que os piquetes do rotacionado tiveram uma boa evolução nos índices da pastagem, enquanto os animais eram manejados na área “Faixas”. Ressalta-se que a área “Pulmão”, onde o sistema é convencional, funciona como uma área de comparativo para o estudo do sistema, onde percebe-se que os índices de vegetação são inferiores aos piquetes onde ocorre o sistema ultradenso.

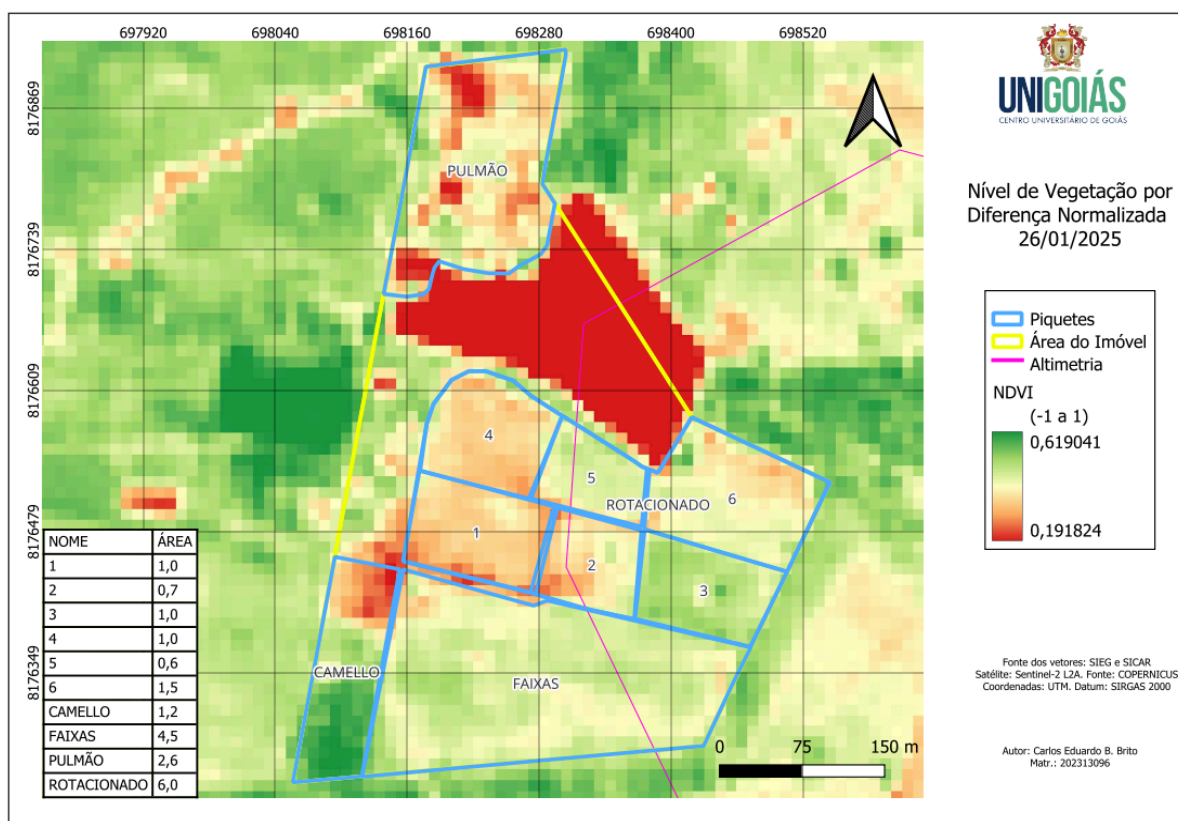


Figura 16 - NDVI em 26/01/2025

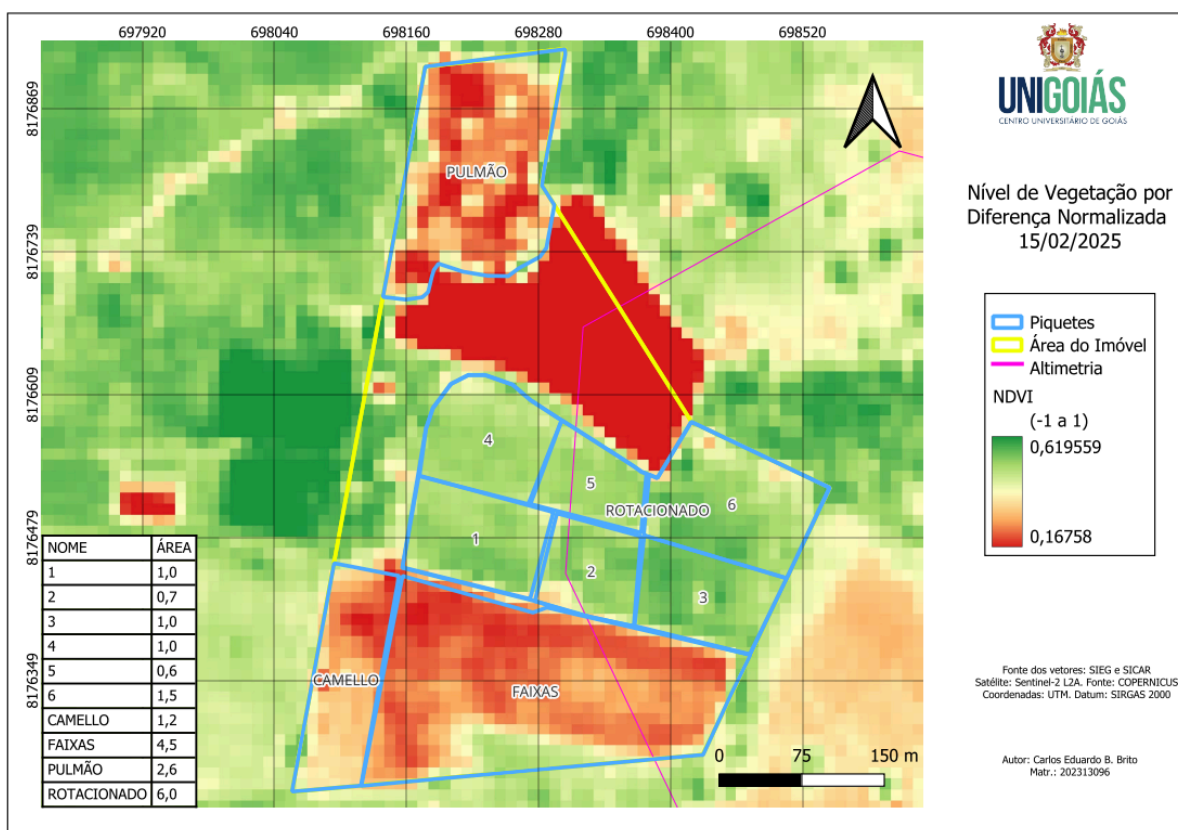


Figura 17 - NDVI em 15/02/2025

Por fim, no quarto e último mapa de NDVI, referente a data mais recente de 07/03/2025, observa-se que o índice de vegetação na área “faixas” já estava maior em comparação ao mês anterior, enquanto os piquetes 1,2 e 4 da área “Rotacionado” possuíam menores índices, indicando que os animais consumiram parte daquela vegetação.

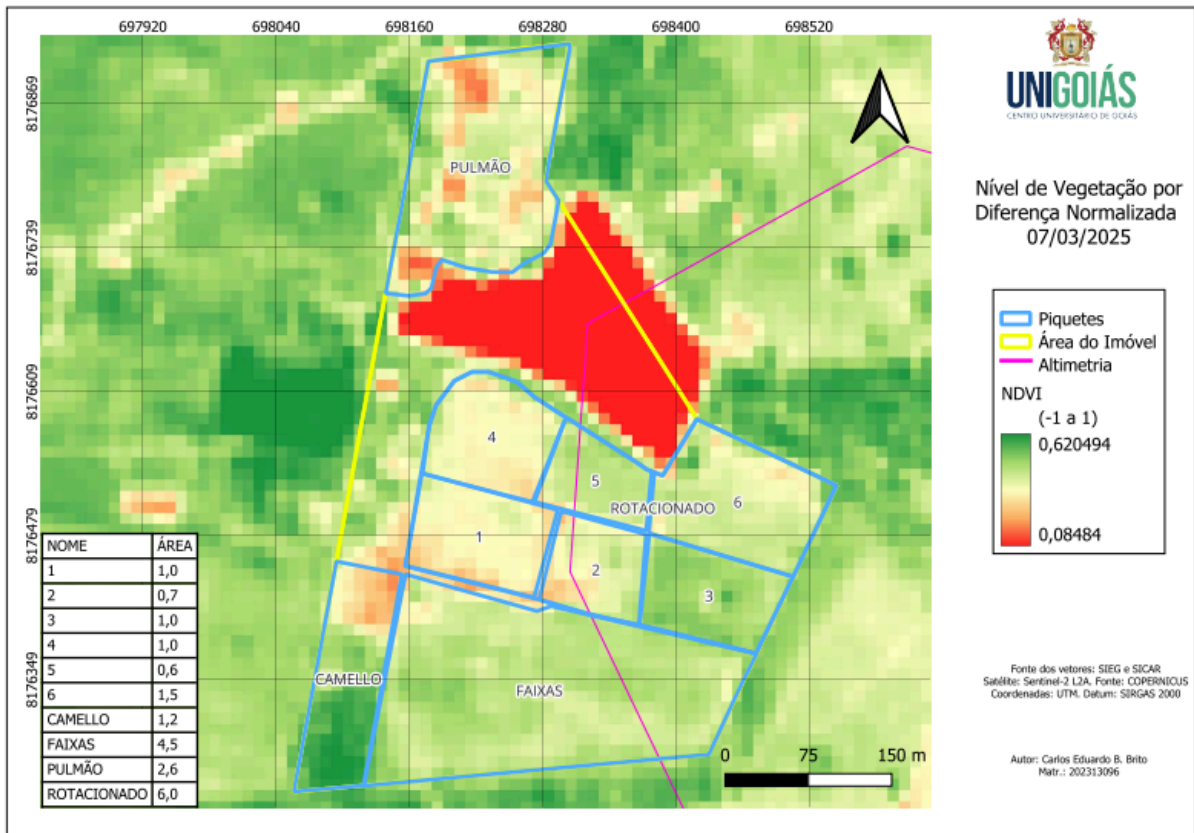


Figura 18 - NDVI em 07/03/2025

Neste último mapa, é nítido a evolução da pastagem com relação aos meses anteriores, evidenciando a eficiência da rebrota em sistemas de pastejo ultradenso. Conforme Frederico Nunes (100 novilhas [...], 2025), isso provavelmente ocorreu devido à eficiência da colheita dos animais neste tipo de manejo, que permite a rebrota em níveis melhores do que nos períodos anteriores, devido também à adubação orgânica que ocorre intensamente no manejo devido às fezes e urina dos animais que constantemente é despejada no solo.

O pastejo ultradenso segue principalmente as 4 leis de André Voisin, que foi um foi um cientista, biólogo e agrônomo francês (conhecido principalmente por desenvolver os princípios da pastagem racional) um sistema de manejo de pastagens baseado em princípios científicos e fisiológicos. Estas leis foram chamadas de "Leis do Pastoreio Racional", que buscam maximizar a produção de forragem, preservar a saúde do solo e das plantas, garantir o bem-estar animal e manter a sustentabilidade do sistema produtivo (VOISIN, 1959).

Em uma das leis de André Voisin (lei do repouso máximo) cita-se que para que uma pastagem possa oferecer o máximo rendimento, é necessário deixar um tempo suficiente para que a planta reponha suas reservas energéticas e complete seu ciclo de rebrota antes de ser pastejada novamente, ou seja, não se deve pastejar antes do ponto ótimo de rebrota da planta. (VOISIN, 1959). No sistema ultradenso da propriedade analisada, onde se segue este princípio, percebe-se na análise dos mapas a eficiência da rebrota com o passar dos dias, com o aumento dos índices de NDVI nas áreas que foram consumidas anteriormente.

Outra lei de Voisin seguida dentro do sistema no Sítio Busca Vida seria a “lei da ocupação mínima”, onde o tempo de ocupação de uma parcela deve ser suficientemente curto para que o animal não pasteje o rebrote da planta. Isso evita que os animais comam brotos tenros que acabaram de crescer, o que prejudica a planta (VOISIN, 1959). Com as análises dos mapas, podemos perceber em um comparativo que os resultados são satisfatórios quanto ao rebrote da pastagem, isto provavelmente ocorre pois o tempo de permanência dos animais no piquete são curtos, evitando que os animais comam o rebrote, respeitando o limite mínimo de altura de saída da pastagem.

Segundo Aline Kehrle (PASTEJO ULTRADENSO, 2022), em sua área de aproximadamente 5.000 hectares, já se trabalha este sistema há aproximadamente 7 anos, e os resultados quanto a melhora na rebrota e eficiência de colheita são satisfatórios. No Sítio Busca Vida, onde o proprietário Fred Nunes trabalha seus animais, apesar de ser uma área com 18 hectares, além da maior produção animal em um espaço menor, frequentemente tem se registrado essas melhorias na qualidade pastagem, que pôde ser observada nos mapas de NDVI elaborados.

5. CONCLUSÃO

Com a realização do presente trabalho, pode-se concluir que a utilização do geoprocessamento por meio do QGIS para o manuseio dos dados trata-se de uma ferramenta gratuita de grande importância, devido ao fato de que, com tal ferramenta podemos mensurar não só as delimitações da propriedade como também realizar cálculos das áreas, planejar a utilização de cada piquete e, conforme foi feito no trabalho, manusear imagens de satélite com a manipulação de suas cores, por meio da composição das bandas espectrais, possibilitando a verificação da saúde da vegetação com os índices de NDVI - Índice de Vegetação por Diferença Normalizada. Tal índice que não se aplica somente a pecuária (como foi feito no trabalho para medir a saúde da pastagem) mas também a outras diversas funções, como a agricultura, por exemplo, a vista de que a cor verde é destacada nos mapas, o que possibilita de maneira remota a adoção de estratégias de agricultura de precisão para a áreas de lavoura.

Quanto ao método de pastejo ultradenso, pode-se concluir que a utilização deste tipo de manejo trata-se de uma grande estratégia tecnológica para a produção pecuária no Brasil, tendo em vista que combina conhecimentos acerca do solo, pastagem e comportamento animal, trazendo benefícios para o solo, reduzindo a necessidade de adubação, regenerando a pastagem e possibilitando a produção animal em maiores escalas e em menores espaços. Todavia, tal tecnologia deve ser adequada para a realidade de cada propriedade e para a capacidade de investimento e manejo de cada produtor. Outro fator importante a se destacar é que para o futuro de tal tecnologia, deve-se buscar levantar estudos acerca do bem-estar animal, que é um ponto ainda questionado por outros especialistas e produtores do setor.

REFERÊNCIAS

- AGROSELECTIONS. Pastejo Ultradenso | Agro do Futuro - Episódio 07. Youtube, 05/06/2024 . Disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=4OfNUEzsFJw>. Acesso em 15/03/2025.
- AGROPECUÁRIA KEHRLE. Rotacionado ultradenso, você nunca viu isso antes!. Youtube, 03/08/2021. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=515DUDrFXyw>. Acesso em 15/03/2025.
- BASSOI, Luís Henrique *et al.* Agricultura de precisão e agricultura digital. 2019.
- CALEGARI, Bárbara B.; DELAPIEVE, Maria Laura S.; SOUSA, Leandro M. Tutorial para preparação de mapas de distribuição geográfica. **Boletim Sociedade Brasileira de Ictiologia**, v. 118, p. 15-30, 2016.
- CASTILLO, Felicia DE LUCIA; SANTOS, Celso Alberto SAIBEL. Visualização de dados em Sistemas de Informação Geográfica: uma revisão sistemática da literatura. **Revista ESPACIOS** | Vol. 37 (Nº 19) Año 2016, 2016.
- CORREIA, Carlos Filipe Silva. Produção Extensiva de Animais: uma ferramenta de gestão do território. 2018. Dissertação de Mestrado. Universidade do Porto (Portugal).
- DE OLIVEIRA RESENDE, Leonardo; PINTO, Luís Fernando Guedes; LETA, Filippo Fernando Bouzon. A pecuária regenerativa no contexto brasileiro. **AgroANALYSIS**, v. 41, n. 1, p. 24-25, 2021.
- DOS SANTOS, I. M. Besouro-rola-bosta: um parceiro do equilíbrio ambiental. 2023.
- EUROPE SPACE SENTINEL'S. Europe Space Agency Kids. 28/04/2017. Disponível em: https://www.esa.int/kids/en/learn/Earth/Climate_change/Europe_s_space_Sentinels. Acesso em: 27/09/2024.
- FAQ NDVI: Tudo o que você precisa saber sobre o índice. EOS Data Analytics, 22/03/2024. Disponível em: <https://eos.com/blog/ndvi-faq-all-you-need-to-know-about-ndvi/>. Acesso em: 27/09/2024.
- FARINA, Elizabeth Maria Mercier Querido. Competitividade e coordenação dos sistemas agroindustriais: a base conceitual. O agribusiness do leite no Brasil, 1999.
- FORRAGICULTURA E PASTAGENS. PASTEJO ULTRADENSO. Youtube, 04/08/2022. Disponível em: https://www.youtube.com/live/JQST_16xA7c?si=SHGM9iWyxaf29wHJ. Acesso em 16/09/2024.
- GUIMARÃES, D. P.; PIMENTA, F. M.; LANDAU, E. C. A integração Google Earth-SIG-Servidor de mapas e o monitoramento ambiental. 2012.
- GREGO, Celia Regina *et al.* Definição de zonas de manejo em cana-de-açúcar usando séries temporais de NDVI derivados do satélite Sentinel-2A. 2019.

HOFFMANN, Geovano Pedro; BORELLI, Rossana Maira; NANNI, Arthur Schmidt. O uso de geotecnologias livres: QGIS e EpiCollect no levantamento de dados em geociências. Geofocus: **Revista Internacional de Ciencia y Tecnología de la Información Geográfica**, n. 21, p. 10, 2018.

MANGABEIRA, JA de C.; ROMEIRO, Ademar Ribeiro. Agroecologia na perspectiva da economia ecológica: contribuições para a promoção do desenvolvimento rural sustentável. 2007.

MACÁRIO, CG do N. *et al.* Integrando dados Raster à plataforma da Embrapa de dados de recursos naturais dos biomas brasileiros: avaliação do uso da extensão PostGIS Raster. 2015

MARQUES, Francisco José Mendonça. Utilidade agrônômica dos índices NDVI e NDWI obtidos por imagem dos satélites Sentinel-2: estudos de caso nas culturas de trigo, brócolo e arroz. 2018. Dissertação de Mestrado. Universidade de Évora.

MENESES, Guilherme Lobato *et al.* *Urochloa decumbens* (Syn. *Brachiaria decumbens*). JAYME, Diogo Gonzaga; GONÇALVES, Lúcio Carlos; RAMIREZ, Matheus Anchieta; MENEZES, Rafael Araújo de. Gramíneas forrageiras tropicais. Belo Horizonte, MG: FEPE, 2022., 2022.

MOLIN, José Paulo; DO AMARAL, Lucas Rios; COLAÇO, André. Agricultura de precisão. Oficina de textos, 2015.

PINTO, de Siqueira Alexandre *et al.* Atlas das Pastagens, 2024. Disponível em: <https://atlasdaspastagens.ufg.br/map>.

PEREIRA, Luís Flávio; GUIMARÃES, Ricardo Morato Fiúza; OLIVEIRA, Raphael Rivadávia Mendes. Integrando geotecnologias simples e gratuitas para avaliar usos/coberturas da terra: QGIS e Google Earth Pro. **Journal of Environmental Analysis and Progress**, p. 250-264, 2018.

Formula used to calculate the normalized difference vegetation index (NDVI). RESEARCHGATE. 2020. Disponível em: https://www.researchgate.net/figure/Formula-used-to-calculate-the-normalized-difference-vegetation-index-NDVI_fig2_342413913. Acesso em: 20/11/2024.

RODRIGUES, Hellem Cristina Teixeira *et al.* NDVI e SAVI como ferramentas de monitoramento das modificações no uso e ocupação do solo no sudoeste paraense. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 1, p. e47611122583-e47611122583, 2022.

RODRIGUES, Mikael T.; RODRIGUES, Bruno T. Aplicação do índice da vegetação por diferença normalizada (NDVI) em imagens CBERS 2B no município de Botucatu-SP. **Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas**, v. 6, n. 3, p. 139-147, 2012.

ROSA, Roberto; BRITO, Jorge Luis Silva. Introdução ao geoprocessamento: sistema de informação geográfica. Universidade Federal de Uberlândia, 1996.

SAVORY, Allan; PARSONS, Stanley D. The Savory grazing method. **Rangelands Archives**, v. 2, n. 6, p. 234-237, 1980.

SICAR - IMÓVEIS. 2025. Disponível em:
<https://consultapublica.car.gov.br/publico/imoveis/index>. Acesso em 25/11/2024.

STARHAWK. Magia, visão e ação. **Revista do Instituto de Estudos Brasileiros**, n. 69, p. 52-65, 2018.

TVAGRO - A P. 100 novilhas em 15 ha - pastejo adensado. Youtube, 29/12/2024. Disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=jXxo9Sp24Bo>. Acesso em 26/03/2025.

USANDO CAMADAS RASTER. QGIS Documentation, 2022. Disponível em:
https://docs.qgis.org/3.16/pt_BR/docs/pyqgis_developer_cookbook/raster.html. Acesso em 19/09/2024.

VOISIN, Andre. **Grass productivity**. 1959.

ZARCO-TEJADA, Pablo J.; USTIN, S. L. Modeling canopy water content for carbon estimates from MODIS data at land EOS validation sites. In: IGARSS 2001. Scanning the Present and Resolving the Future. Proceedings. IEEE 2001 **International Geoscience and Remote Sensing Symposium** (Cat. No. 01CH37217). IEEE, 2001. p. 342-344.