

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS
PROREITORIA DE GRADUAÇÃO
ESCOLA POLITÉCNICA
CURSO DE AGRONOMIA**

**EMPREGO DO SENSORIAMENTO REMOTO NO MONITORAMENTO
DE PLANTAS DANINHAS NA CULTURA DA CANA-DE-AÇUCAR**

GABRIEL NETTO NAVES

Goiânia

2023

GABRIEL NETTO NAVES

**EMPREGO DO SENSORIAMENTO REMOTO NO MONITORAMENTO
DE PLANTAS DANINHAS NA CULTURA DA CANA-DE-AÇUCAR**

Artigo apresentado como requisito parcial para composição de média final na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso, do curso de graduação em Agronomia, da Pontifícia Universidade Católica de Goiás, PUC-Goiás.

Orientador: Prof. Me. Rodrigo Martinez Castro

Goiânia

2023


GABRIEL NETTO NAVES

**USO DO SENSORIAMENTO REMOTO NO MONITORAMENTO DE
PLANTAS DANINHAS NA CANA-DE-AÇUCAR**

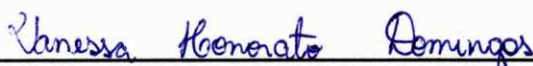
BANCA EXAMINADORA



Presidente – Me. Rodrigo Martinez Castro
Pontifícia Universidade Católica de Goiás



Membro I – Dr. Luiz Carlos Barcelos
Pontifícia Universidade Católica de Goiás



Membro II – Me. Vanessa Honorato Domingos
Pontifícia Universidade Católica de Goiás

Aprovada em 14 / DEZ / 2023.

Sumário

RESUMO	1
ABSTRACT	1
1. INTRODUÇÃO	2
2. OBJETIVOS	3
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	4
3.1 Cana-de-açúcar	4
3.2 Plantas daninhas	5
3.3 Agricultura de precisão	6
4 MATERIAIS E MÉTODOS	8
6 CONCLUSÃO	22
REFERÊNCIAS	23

EMPREGO DO SENSORIAMENTO REMOTO NO MONITORAMENTO DE PLANTAS DANINHAS NA CULTURA DA CANA-DE-AÇUCAR

"USE OF REMOTE SENSING IN MONITORING WEED PLANTS IN SUGARCANE CULTURE"

Gabriel Netto Naves

Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Escola Politécnica e de Artes, Goiânia, GO, Brasil

RESUMO

Como a cana-de-açúcar é uma cultura de grande importância, existem diversos fatores, entre eles a infestação de talhões por plantas daninhas, que podem levar a uma perda significativa em produtividade. Novas tecnologias baseadas na agricultura de precisão vêm sendo desenvolvidas com o intuito de demonstrar a eficácia do uso de imagens de satélites e de drones no monitoramento de plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar, realizando o mapeamento das áreas a serem monitoradas. A utilização do sensoriamento remoto, utilizando de índices RGB, NDVI e imagens de Drone, para que se possa identificar a presença de plantas daninhas. A diferença de coloração apresentada nas imagens obtidas auxilia no processo de monitoramento, e posteriormente uma forma de inspeção local, realizar a identificação das infestações. Apesar da necessidade da inspeção física para identificação das espécies encontradas nas áreas, os índices de assertividade da utilização da plataforma para o apontamento de presença de plantas daninhas obtiveram boa assertividade.

Palavras-chave: NDVI; Vigor Vegetativo; RGB; Satélite; Drone.

ABSTRACT

As sugar cane is a crop of great importance, there are several factors, including the infestation of plots by weeds, which can lead to a significant loss in productivity. New technologies based on precision agriculture have been developed with the aim of demonstrating the effectiveness of using satellite images and drones in monitoring weeds in sugarcane cultivation, mapping the areas to be monitored. The use of remote sensing, using RGB, NDVI indices and Drone images, to identify the presence of weeds. The difference in color shown in the images obtained helps in the monitoring process, and subsequently a form of local inspection, to identify infestations. Despite the need for physical inspection to identify the species found in the areas, the assertiveness indices of using platform to identify the presence of weeds obtained good assertiveness.

Keywords: NDVI; Vegetative Vigor; RGB; Satellite; Drone.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil atualmente é o responsável por quase metade da produção de cana de açúcar no mundo, estimando em 677,6 milhões de toneladas a produção em toneladas da última safra, segundo a (CONAB, 2023), fazendo com que a demanda, competitividade e inovações vão surgindo a cada dia mais, sendo necessário melhorias no processo de produção dos canaviais, sempre buscando sustentabilidade ambiental e econômica.

Aumentar a produtividade no campo é uma preocupação entre os produtores rurais, que vem investido em novas tecnologias e técnicas para que contribuam com a redução dos custos de produção, e que atuem diretamente nos causadores da baixa produtividade no canavial. Dentre os agentes causadores, destacam-se a presença de pragas, doenças e plantas daninhas nas áreas de produção, que interferem diretamente no desenvolvimento das plantas, afetando na qualidade da matéria prima, e comprometendo a longevidade do canavial, além de aumentar os custos de manutenção da lavoura devido às operações para controle. No presente cenário, deve-se dar atenção especial à presença das plantas daninhas, pois acarretam significativos prejuízos quando não manejadas de forma adequada, pois ocorrem competições com a cultura por água, nutrientes e luz (BAIO *et. al.* 1999).

Como a cana-de-açúcar é uma cultura de grande importância, existem diversos fatores, entre eles a infestação de talhões por plantas daninhas, que podem levar a uma perda drástica na sua produtividade. Para tanto, novas tecnologias baseadas na agricultura de precisão vêm sendo desenvolvidas, e aliadas as técnicas tradicionais de controle de plantas daninhas, trazendo ótimos resultados no aumento da produtividade e diminuição dos impactos ambientais.

O mapeamento de plantas daninhas necessita de agilidade devido o dinamismo das suas populações, porém, quando se trata do monitoramento de extensas áreas agrícolas, se tem uma carência de tecnologias e/ou procedimentos de baixo custo operacional e de fácil implementação na rotina dos processos agrícolas, capaz de disponibilizar mapeamentos precisos e atualizados. Esta dificuldade é um dos principais motivos para a adoção

generalizada de manejos químicos baseado na aplicação uniforme de insumos em doses fixas, desconsiderando a variabilidade espacial e a necessidade específica de cada parcela agrícola, aumentando os custos de produção com desperdícios de recursos, e contribuindo com a degradação dos recursos naturais, como solo e água.

A utilização de dados de sensoriamento remoto, sejam eles oriundos de imagens de satélites, para grandes áreas de plantio, ou de imagens obtidas por Drone, para áreas menores, para criar grandes bancos de dados geoespaciais em conjunto com técnicas de Inteligência Artificial (IA), tendem a conduzir o cultivo da cana-de-açúcar a um novo patamar no que se refere a detecção, classificação, mapeamento e controle de plantas daninhas.

Os métodos de monitoramento ainda são dependentes das técnicas de coletas de dados e acompanhamento a campo dos operadores para que sejam verificadas com rapidez e eficiência para o manejo correto quando manifestado e identificado nas áreas produtivas. O sensoriamento remoto satelital se mostra como tecnologia estratégica para contribuir com o aprimoramento do processo de mapeamento e controle agrícola, visto que dispõem de importantes ferramentas para o levantamento, identificação e monitoramento de elementos da superfície terrestre com baixo custo, possibilitando detectar e avaliar as alterações ocorridas. Porém, deve se atentar a importantes fatores, como a adoção de boas práticas agrônômicas, planejamentos corretos, e a utilização de *softwares* e tecnologias para obter um aumento de produtividade da cana e, assim um maior rendimento.

2. OBJETIVOS

2.1 Geral

Demonstrar a eficácia do uso de imagens de satélites no monitoramento de plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar, através de utilização de plataforma de software Layers by HEMAV e das camadas/ferramentas RGB, NVDI e NDRE, e, das visitas *in loco* com registro fotográfico na área da cultura.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Cana-de-açúcar

A cana-de-açúcar é proveniente do continente asiático e chegou ao Brasil no século XVI, trazida pelos portugueses. Sua origem advém da espécie *Saccharum officinarum* e o cruzamento com outras espécies proporcionaram híbridos naturais que foram utilizados como variedades comerciais até o início do século XIX. A cana-de-açúcar atual é resultante das ações da engenharia genética, que desenvolveu novas cultivares a partir de cruzamentos específicos. Os resultados desses cruzamentos foram recruzados com as espécies iniciais e selecionados como opção para cultivo (SANTANA, 2010).

Segundo a CONAB (2023), a produção de cana-de-açúcar na safra 2023/24 deverá crescer em 4,4% em relação ao ciclo 2022/23, sendo estimada em 677,6 milhões de toneladas. A estatal estima 8,4 milhões de hectares de cana para a colheita, com um rendimento médio de 75.751 quilos por hectare. O aumento é influenciado pelo aumento do rendimento das lavouras, assim como a maior área destinada ao cultivo da cultura atual safra. O Brasil é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar, além de destacar-se como maior produtor e exportador de açúcar e etanol provenientes dessa cultura, tendo a região Centro-Sul como principal produtora.

Devido ao aumento da demanda e maior competitividade da produção de cana-de-açúcar no Brasil, melhorias nos processos de produção agrícola com vistas à sustentabilidade econômica e ambiental configuram-se em temáticas estratégicas a serem abordadas, tendo em vista que o Brasil é responsável por mais de 40% da produção mundial de cana-de-açúcar (FAO, 2015). Molin (2017) traz que o aumento da produtividade no campo é uma preocupação dos produtores rurais, os quais vem investido em novas tecnologias que contribuem na redução dos custos de produção, e que atuem diretamente na minimização de baixas na produtividade do canavial, como: as infestações de pragas, doenças e plantas daninhas nas áreas produtivas, que interferem diretamente no desenvolvimento das plantas, afetam a qualidade da matéria prima, e

comprometem a longevidade do canavial, além de elevar significativamente os custos de manutenção da lavoura devido às operações para controle e erradicação.

3.2 Plantas daninhas

A cana-de-açúcar mesmo sendo muito eficiente na captação de recursos disponíveis para o seu crescimento e desenvolvimento, é afetada, nas fases iniciais de crescimento, pelas plantas daninhas, tanto as consideradas de folhas largas, quanto as de folha estreita (PROCÓPIO *et al.*, 2003). Diversos são os danos que as plantas daninhas podem causar na cultura da cana-de-açúcar, como a redução da longevidade do canavial, aumento no custo da colheita, baixa produtividade de sacarose e colmos, e a criação de um ambiente favorável para pragas e doenças da cana-de-açúcar.

Segundo Vasconcelos *et al.* (2012), plantas daninhas germinam, crescem, desenvolvem e se reproduzem em condições ambientais pouco favoráveis, tais como estresse hídrico, umidade excessiva, temperaturas pouco propícias, fertilidade desfavorável, elevada salinidade, acidez ou alcalinidade. Pelo fato necessitarem dos mesmos fatores de crescimento das plantas cultivadas, a interferência das plantas daninhas torna-se um ponto importante na determinação do crescimento e do desenvolvimento das culturas. (CURY *et al.*, 2012).

Alguns aspectos das plantas daninhas podem torná-las altamente competitivas com a cultura principal. Algumas possuem sementes grandes, com alta quantidade de reserva na semente e poder germinativo, impactando diretamente o potencial de controle, principalmente porque a maioria dos produtos herbicidas não conseguem ou demoram para atingi-las dentro do perfil do solo. Outras plantas daninhas conseguem germinar e crescer em época seca, devido a sua rusticidade, bem adaptadas as alterações ambientais (PEREIRA *et al.* 2011).

Segundo Salomão *et al.* (2020) as plantas daninhas podem influenciar na produção agrícola e caso não forem controladas, ocasionam perdas consideráveis ao rendimento da cultura principal. Aspectos como as oscilações

dos fatores ambientais, variabilidade genética, à adoção de estratégias e táticas de manejo isoladas ou associadas de formas errôneas (uso do mesmo mecanismo de ação de herbicidas), exercem uma elevada pressão de seleção às plantas daninhas, favorecendo o surgimento, adaptação e sobrevivência de biótipos resistentes a algumas moléculas de herbicidas dentro de uma população de plantas daninhas (POWLES e YU, 2010).

O manejo de plantas daninhas nas áreas de cana é feito, normalmente, utilizando herbicidas pré emergentes e pós emergentes seletivos à cultura. Em cana-soca, a deposição da palhada (folhas e ponteiros) que sobra da colheita mecanizada constitui-se em uma forma de controle das plantas daninhas, quando passados aproximadamente 45 dias após o corte, se houver emergência de plantas daninhas, então será realizada uma aplicação dos herbicidas.

3.3 Agricultura de precisão

A agricultura brasileira vem passando por um intenso processo de modernização e especialização dos sistemas produtivos, por consequência, tornando-se cada vez mais competitiva economicamente em escala global. Nesse sentido, verifica-se a necessidade de sistemas agrícolas mais produtivos e mais eficientes na utilização de recursos naturais, capazes de atender às atuais e futuras demandas mundiais por alimentos e energias renováveis (ALEXANDRATOS & BRUINSMA, 2012). Diante deste novo cenário agrícola, a agricultura de precisão tem se tornado uma importante ferramenta destas transformações, aliando os conhecimentos técnicos e as inovações tecnológicas ao gerenciamento e racionalização da utilização dos recursos de produção (CHERUBIN, 2013).

Segundo Kuiawski (2013), a agricultura de precisão pode ser definida como um sistema de gerenciamento da produção, embasado na variabilidade temporal e espacial das áreas agrícolas, visando à maior sustentabilidade, otimização do lucro e, conseqüentemente, redução dos efeitos negativos ao meio ambiente, em razão do uso mais racional dos insumos. De acordo com Santos (2019), a agricultura de precisão está gerando uma revolução na

agricultura convencional, por contemplar a aplicação da tecnologia de informação aos processos produtivos.

A agricultura de precisão demonstra por si só a sua grande importância e necessidade para a população mundial, devido ao fato da sua contribuição positiva para um aumento da produtividade, economia e menor agressividade ao meio ambiente. Isso se dá ao fato de a agricultura de precisão permitir a análise detalhada de cada área, tornando possível determinar as suas necessidades e deficiências, assim como também evitar gastos excessivos de insumos e de recursos hídricos, permitindo um maior lucro por parte do produtor e uma maior preservação dos recursos naturais. (RIBEIRO *et al.*, 2018).

3.3.1 Monitoramento de lavouras e plantas daninhas

A identificação e o monitoramento de plantas daninhas são necessários, pois cada espécie apresenta seu potencial de estabelecimento e sua agressividade, sendo sua interferência diferente entre as culturas. A identificação correta de plantas daninhas permite compactuar com o seu manejo integrado de e ainda monitorar as espécies tolerantes na área (LIMA *et al.*, 2009).

O uso de tecnologias geoespaciais está cada vez mais avançado nas práticas de controle de plantas daninhas, plantas essas que normalmente se iniciam por apenas alguns pontos do campo e alastram por talhões inteiros, e se faz necessário a criação manual de um mapa preciso da cobertura de plantas daninhas para uma pulverização precisa dos herbicidas. Os drones além de outras modalidades de fotos em tempo real podem coletar imagens e dados de todo o campo para criar um mapa preciso da cobertura de plantas daninhas que mostra onde os produtos químicos são necessários (ROSLIM *et al.* 2021).

Muitas atividades de gerenciamento nas lavouras, são otimizadas com o uso dos drones, pois o sensoriamento remoto e todas aspectos obtidos de informações aumentam muito a eficiência das aplicações de mão-de-obra e materiais, com reduzido custo financeiro na agricultura de precisão (BANSOD *et al.*, 2017). Inoue (2020) indica que um dos mais vantajosos aspectos do sensoriamento remoto por satélite é a capacidade de adquirir dados de imagem de alta resolução em grandes áreas rapidamente. É possível a aquisição de

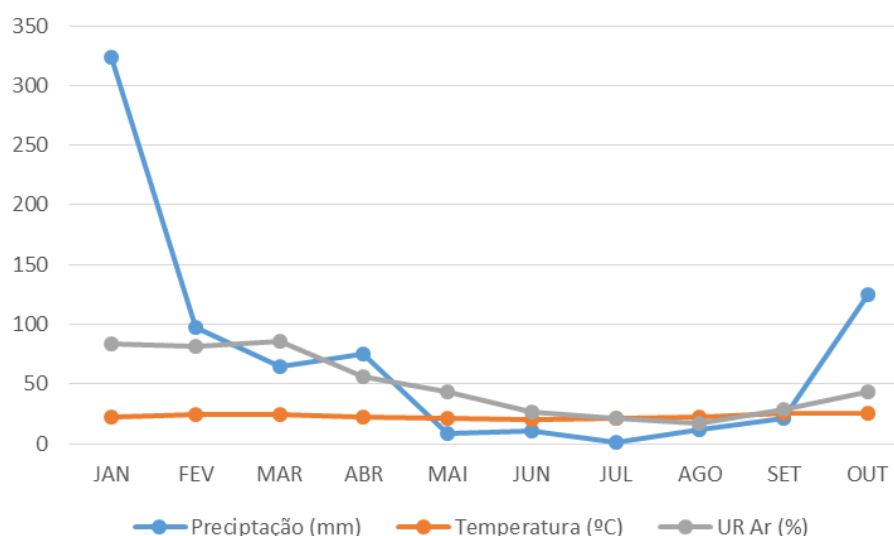
imagens coloridas ou imagens multiespectrais, assim como a formulação de mapas simples de índices espectrais, como Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI).

Uma das limitações que o sensoriamento remoto ainda enfrenta é a nebulosidade, a qual, em períodos de chuvas, não permitem que os satélites realizem imagens nítidas para uma leitura adequada, o que acaba sendo um empecilho em determinadas épocas do ano na qualidade do monitoramento realizado. Sendo assim, nos períodos nebulosos, as imagens de drone complementam o serviço a ser executado nas áreas.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi realizado no período de janeiro a outubro de 2023, no noroeste do Estado de Minas Gerais, em diversas propriedades rurais de uma microrregião específica, mais precisamente no município de João Pinheiro, na região do Vale do Rio do Paracatu, coordenadas 17°04'23.9"S 46°05'01.3"W, uma região de zona climática tropical A, com tipo climático AW, segundo a classificação de Köppen (Figura 1). Ao longo do ano, se tem uma amplitude térmica de 13°C a 32°C, em região com topografia regular e altitude entre 600 e 620 metros, ainda caracterizada como planalto pertencente ao bioma do cerrado, com solo do tipo Latossolo Vermelho, de teor médio de argila.

Figura 1 – Dados climáticos referentes ao período entre Janeiro e Outubro. João Pinheiro. MG – 2023



O processo de monitoramento foi realizado em uma área total de 562,13 hectares, subdividida em 16 talhões não homogêneos (Tabela 1), de fazendas diferentes, todos de “cana soca” (2º a até 12º corte), plantados com as seguintes cultivares: SP801842, IACCTC078008, IACSP955094, RB867515, RB855156, RB966928, RB92579, CTC4, CTC9001, CTC9003.

Tabela 1 – Informações dos talhões monitorados em João Pinheiro. MG – 2023

Talhão	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Área (ha)	30,9	20,4	5,1	4,9	54,7	5,1	23,7	26,3	25,3	21,3	59,3	28,9	62	52,9	70,2	71,1

As variedades já utilizadas nas áreas eram tipos comerciais de amplo uso, desenvolvidas em diversos programas presentes no país, como o Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), o Centro de Tecnologia Canavieira (CTC), a Rede Interuniversitária de Desenvolvimento do Setor Sucroalcooleiro (Ridesa) e algumas universidades federais. Em geral, possuem características semelhantes, com boa brotação de soca, bom fechamento de entrelinhas, boa aptidão a colheita mecânica, maturação média e são pouco exigentes em condições e nutrição do solo, mas não são as variedades especificamente, objetivos deste estudo.

Foram utilizados cinco sistemas de irrigação nos canaviais monitoradas: Pivô Central, pivô linear, pivô rebocável, gotejamento subterrâneo e por carretel “hidroroll”, além de áreas de sequeiro. Os pivôs variaram em Lâmina Alta (30 a 60 mm³ por irrigação) e Lâmina Baixa (10 a 30 mm³ por irrigação). As lâminas de água aplicadas variaram de no mínimo 10mm nos períodos de lâmina baixa menor, para até 60mm nos períodos das maiores lâminas altas. A única lâmina média que teve regra diferente foi a do carretel “hidroroll”, que aplicou lâmina média de 20mm. Todas as lâminas foram aplicadas em acordo com a situação hídrica identificadas pelo monitoramento das áreas. As adubações e demais conduções da cultura seguiram o padrão das áreas e não foram monitorados neste experimento.

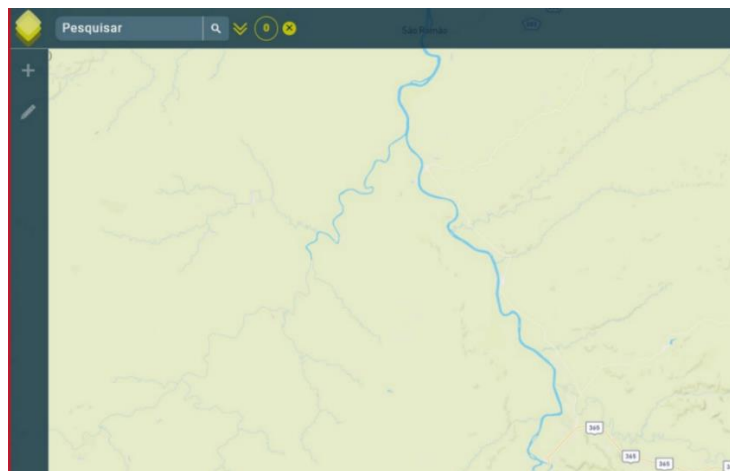
I. Plataforma de monitoramento

Para a realização das atividades digitais de monitoramento, foi utilizada a plataforma “Layers By HEMAV”, ou apenas “Layers” neste trabalho, um software em plataforma de origem espanhola, da empresa Hemav Technology - S.L.. O processo iniciou-se com a divisão das áreas em talhões, que através de arquivos “.SHP” (shapefiles), já existentes na base de dados da propriedade (oriundo dos trabalhos efetuados nos anos anteriores), foram cadastradas as geometrias específicas e respectivamente nomeadas para uma visualização mais detalhada da propriedade monitorada. As áreas não possuem um tamanho mínimo ou máximo para serem digitalizadas, porém há uma limitação da plataforma de software em que os talhões menores do que três hectares apresentam maior dificuldade de visualização pelo operador, o que acarreta dificuldade nas verificações e utilização do sistema.

Na plataforma, a primeira etapa do trabalho, foi a de cadastrar as geometrias e criar um banco de dados, alimentado com as informações específicas da cultura (data de corte, a variedade, o estágio de corte e o tamanho da área), e com as informações dos talhões associados aquelas respectivas geometrias, disponibilizados pelos produtores das áreas. Essas informações juntadas na Layers, permitem que se possa relacionar com uma imagem de satélite, os dados de verificação de possível anomalia (plantas daninhas no caso), e ainda tem a função de visualmente e espacialmente, permitir identificar

áreas e seus atributos. As imagens utilizadas foram obtidas do satélite “Sentinel II”, possuindo resolução espacial de 10 metros por pixel.

Figura 2 – Layout geral da plataforma de monitoramento Layers



Dentre as funcionalidades que a plataforma apresenta estão as diversas camadas de visualização do mesmo talhão para que se faça análises sobre a área (imagem), dentre as quais, as mais usadas na verificação da presença de plantas daninhas estão as camadas de RGB, NDVI e NDRE, que serão validadas dentro de uma metodologia da própria plataforma e que auxilia na tomada de decisões, indicando com mais de uma tela a presença de planta daninha. Na análise para detecção de plantas daninhas através da plataforma utilizando das três camadas supracitadas, é necessário primeiramente observar a data de corte do canal para identificar qual o estágio fenológico da cultura, para assim se associar a imagem visualizada pelas camadas.

A verificação dos talhões foi iniciada pela camada RGB (sistema de cores primárias, sendo R - vermelho, G – verde, B - azul) através da qual se realizaram identificações visuais (técnicos e operadores humanos treinados para isso) e baseadas no padrão das cores visíveis ao olho humano, e, ainda pelo qual se visualizou a foto/imagem do canal e interpretou-se as informações visíveis. Dentre as cores do espectro RGB, a verde tem o papel de destacar, colorindo mais ou menos intensamente, as áreas afetadas por plantas daninhas nas imagens, ou seja, locais nos talhões com intensa infestação das daninhas aparecerão com cor verde mais intensa.

Posteriormente a utilização das informações visíveis (RGB), foram ativados os recursos das camadas de NDVI, sigla em inglês para “índice de vegetação por diferença normalizada”, ou seja, é um indicador do vigor, principalmente vegetativo e dos níveis de clorofila, da planta. Os indicadores de NDVI são calculados por meio da comparação dos valores de absorção e reflexão de luz vermelha e infravermelha, sendo que uma planta saudável absorve ativamente a luz vermelha e reflete a luz infravermelha próxima, enquanto ocorre exatamente o oposto em uma planta doente, deficiente, ou que está passando por algum nível de stress agrônômico. Com o uso do recurso NDVI Layers, foram visualizados tons que vão do marrom ao azul (Figura 3) e são classificados por uma tabela, na qual os índices vão de 0,0 a 1,0 (representados por cor marrom para solo e cor azul intenso para alto vigor vegetativo).

Figura 3 – Escala de cores representativas ao NDVI Layers.



Ainda como último recurso, utilizado em casos específicos de diferenciação da informação, utilizou-se o NDRE, abreviação da sigla “Normalized Difference Red Edge”, ou seja, um índice de vegetação utilizado para mensurar o teor de biomassa da cultura, principalmente pela atividade da clorofila das plantas. As plantas daninhas, que devido as suas características de rápido crescimento comparado a cultura, apresentam índice de clorofila mais cedo, apresentando cores próximas de verde ou azul na imagem NDRE. Todos os talhões foram ainda monitorados com uma visita *in loco*, sendo que foram utilizados dois métodos possíveis: visita presencial de um técnico que realiza diretamente o registro fotográfico das áreas e alvos, e, a utilização de pequenas aeronaves não tripuladas, ou “drones”, que sobrevoam e fotografam/filmam as áreas e alvos, a altura de 45 m em relação ao solo.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao se carregar os talhões na plataforma, inicialmente visualizou-se a área total monitorada, conforme a Figura 4, sendo os 16 talhões que totalizam a área de 562,13 ha, através de imagem RGB, a qual permitiu uma visualização inicial já com a identificação de vegetação, e características de solo e palhada na área. A imagem geral da área monitorada serviu também de auxílio no planejamento a ser realizado, permitindo ainda o planejamento do deslocamento entre as áreas para envio de visitas.

Figura 4 – Visão geral da área monitorada e talhões delimitados - Plataforma Layers. João Pinheiro. MG – 2023



Cada talhão aparecia com sua geometria delimitada por borda na cor amarela, e os pontos em formato de gota, identificando sua localização, que contém ainda as informações individuais de cada área, como seu tamanho em hectares, data de corte, estágio de corte, variedade, cultura plantada e safra atual (Figura 5), as quais auxiliam o processo de monitoramento e a identificação das imagens e das características das áreas a serem trabalhadas.

Figura 5 – Informações dos talhões individualmente vinculadas a cada geometria.



Na fase inicial de desenvolvimento da cultura, todos talhões com até 90 dias após a data de corte, por ainda estarem em início de rebrota, apresentam uma quantidade menor de biomassa, o que facilita a identificação de plantas daninhas, visto que essas possuem um desenvolvimento mais rápido que a cultura da cana, assim se destacando nas imagens verificadas e inspecionadas. Para as imagens utilizadas no trabalho (pixel com dez metros), o NDVI Layers registrou os baixos índices vegetativos da cultura (menor biomassa), mostrando solo e linhas de cultura em cores vermelhas, em conjunto, momento nos quais a informação de plantas daninhas tende a aparecer com destaque em cores verdes nas imagens. À medida em que o canavial cresce e se desenvolve, sua coloração NDVI passa para tons amarelos a verdes (escala da Figura 3) e as plantas daninhas são estimadas como manchas nos tons de azul.

Kuva *et.al.* (2003), observaram um período ideal para o controle das plantas daninhas na cana-de-açúcar após o corte, compreendido no denominado período total de prevenção a interferência (PTPI), em que se deve manter a cultura “limpa” por 138 dias, sem a interferência de plantas daninhas, para que não haja queda em sua produção, atividade muito facilitada pela plataforma e o uso das imagens.

Após a obtenção dos dados base, foram lançados na plataforma os dados inerentes à cultura e sua condução (Tabela 2), que associados aos talhões, contém ainda o sistema de irrigação de cada um, dados de extrema importância na análise conjunta do monitoramento. Nesta fase, a plataforma gera

automaticamente “Id’s” (ou identificadores), que são vinculados exclusivamente a cada um dos talhões monitorados.

Tabela 2 – Informações dos talhões disponibilizadas pelos produtores.

João Pinheiro. MG – 2023

Talhão	ID	Corte	Variedade	Sistema de Irrigação
1	16554	10º	SP801842	Sequeiro
2	24790	10º	RB867515	Sequeiro
3	24787	2º	IACCTC078008	Pivô Central
4	24789	10º	RB867515	Sequeiro
5	24917	10º	RB855156	Pivô Central
6	24951	2º	IACSP955094	Sequeiro
7	29268	9º	RB867515	Carretel
8	29269	7º	RB966928	Pivô Central
9	29271	8º	IACSP955094	Pivô Linear
10	29272	8º	RB867515	Pivô Linear
11	29273	9º	RB867515	Pivô Central
12	33327	11º	SP801842	Pivô Central
13	39218	6º	RB92579	Pivô Central
14	39219	12º	SP801842	Pivô Central
15	39220	7º	SP801842	Pivô Central
16	39221	7º	RB867515	Pivô Central

A partir deste momento, iniciou-se o processo de acompanhamento ativo das áreas, ou seja, o monitoramento através da plataforma. Esse processo fora realizado de cinco em cinco dias, por ser esse o intervalo entre as passagens do satélite *Sentinel-II* pelo local, gerando as imagens atualizadas. A cada novo ciclo satelital, foi disponibilizado para a plataforma as imagens das áreas contendo as informações RGB (e demais camadas multiespectrais), que permitem visualização da vegetação presente na área, e demarcação das áreas de infestação encontradas pelo operador técnico e a plataforma.

Identificando a presença de tonalidades mais fortes da coloração verde (padrão RGB), há segundo o método da plataforma, uma possível presença de plantas daninhas, quando então foi selecionada a visualização da camada NDVI para aprofundar, em segunda etapa, a identificação daquelas. As áreas anteriormente verificadas com um verde mais escuro (presença de biomassa), passam a apresentar tonalidade entre verde e azul (NDVI), enquanto o restante

da área se encontra em tonalidades de marrom a vermelho, neste último caso indicações de espaços livres de plantas daninhas ou então com baixa infestação. Em casos específicos, como do talhão de ID 29268, foi utilizado também a camada NDRE, pois na fase em que se encontrava a cultura, o NDVI da infestação não se diferenciava de forma nítida, porém, devido a característica da espécie invasora, Mamona (*Ricinus communis*), ser de folha larga, apresentou maiores índices de clorofila na camada NDRE.

Figura 6 – Imagens RGB (à esquerda) e NDVI (centro) indicando presença de plantas daninhas no talhão ID 29269. João Pinheiro. MG – 2023



A Figura 6 mostra que o talhão de ID 29269 (26,3 ha total), apresentou durante o monitoramento, uma parcela de área igual a 1,0 ha de infestação, totalizando 3,8% da área do talhão, que continha maior indicação de vigor na camada RGB, imagem à esquerda, com cores em verde mais escuro na região nordeste do pivô, demonstrando um maior crescimento vegetativo, e com áreas em marrom claro indicando a presença de solo na região central do pivô. Com o indicador NDVI (imagem ao centro da Figura 6), ao recolorir a imagem, foi possível confirmar, nas cores vermelho e amarelo, solo e baixo vigor vegetativo, respectivamente em grande parte do talhão, e a área de reboleira indicada na cor verde a nordeste do pivô, confirmando, segundo a ferramenta, aquela área de infestação. Ao se realizar a verificação a campo, neste caso por meio de visita técnica com registro fotográfico (Figura 6 - imagem à direita), se confirmou a infestação, indentificando a presença de Grama-seda (*Cynodon dactylon*).

Nos talhões com presença de daninhas que se alastravam de forma agrupada (as chamadas reboleiras), foi mais fácil a identificação nas imagens de satélites (plataforma e os filtros utilizados), pois ao ocuparem o espaço existente

entre linhas de cultura, não ocorre a leitura de solo, demonstrando ainda uma maior quantidade de biomassa, não organizada em linhas como a cultura. Coleti *et. al.* (1997) estimaram perdas de até 23 toneladas por hectare com a infestação de diversas espécies de *Brachiaria* e outras gramíneas, o que evidencia a importância do monitoramento nas áreas, principalmente em início de rebrota, para que se possa realizar um manejo adequado e no tempo correto, a fim de evitar tais perdas.

Figura 7 - Imagens RGB (à esquerda) e NDVI (centro) indicando presença de plantas daninhas no talhão ID 24951. João Pinheiro. MG – 2023



Pela análise da Figura 7, na imagem à esquerda, se vê o resultado do talhão ID 24951, de 5,1 ha, exposta segundo o padrão RGB, na qual pode-se notar em quase toda a área a coloração em tons de marrom mais claro, representando a exposição do solo e/ou solo e palhada. Na parte nordeste da imagem, foi possível identificar uma mancha em tons de verde escuro, representando crescimento vegetal, e, sabendo-se as informações do talhão, pode-se assumir inicialmente como uma área ou de infestação de daninhas ou de algum crescimento maior da própria cultura. Para verificação, foram ativados os filtros NDVI (imagem ao centro), pelo qual a recoloração em tons de vermelho, amarelo e verde, representavam uma maior escala do índice de vegetação (tons verdes), confirmaram um crescimento vegetal localizado numa única região do talhão, de possível reboleira de invasores na macha nordeste. A confirmação do resultado veio após a visita *in loco*, com o registro fotográfico (imagem à direita), em que pessoalmente foi possível verificar a infestação indicada pelo software de monitoramento, identificada como plantas de Carrapicho-rasteiro (*Acanthospermum australe*), em 0,45 ha identificados pela plataforma.

Devido a infestação identificada ser de uma espécie de planta de folha larga, e se alastrar em forma de reboleira, o índice de NDVI realiza a leitura de uma maior quantidade de vigor vegetativo naquele local, confirmando tanto a presença das daninhas pela coloração quanto pela desuniformidade da macha, bem distinto das linhas da cultura.

Figura 8 - Imagens RGB (à esquerda) e NDVI (centro) indicando presença de plantas daninhas no talhão ID 29272. João Pinheiro. MG – 2023



Na Figura 8 se visualizou que o talhão de ID 29272 (21,3 ha de área total) apresentou parcela de área igual a 1,02 ha (4,8% da área do talhão) que continha maior indicação de vigor e crescimento vegetativo na camada RGB, imagem à esquerda, com cores em verde mais escuro, em faixa agrupada, na lateral à direita do talhão, e com maior parte da área em marrom claro (presença de solo e palhada). Com o indicador NDVI, da imagem ao centro, foi verificada em quase todo o talhão uma coloração marrom (solo), o que se diferenciou da faixa evidenciada na cor vermelha (imagem ao centro da Figura 8), a qual confirmou pela ferramenta, a infestação. Posteriormente, foi realizada a visita *in loco* por “voo de drone” a 45m de altura, para inspeção fotográfica que gerou imagem à direita, e possibilitou a visualização de infestação por daninhas nas entrelinhas da cultura, visto que na mesma imagem é possível identificar linhas da cultura com e sem infestação na região leste da imagem à direita.

Conforme demonstra Penã *et. al.* (2015), o uso de aeronaves remotamente pilotadas (Drones) para monitoramento e identificação de plantas daninhas, em comparação ao uso de imagens como as de satélites, são mais eficazes já que podem operar em variadas altitudes, mesmo em dias nublados,

forneendo uma melhor resolução espacial de todo o campo. Porém, ao se relacionar tais informações com os resultados obtidos no presente trabalho, foi possível notar que apesar da identificação de infestação na área, não foi possível identificar as espécies presentes, a partir dessa altura de voo e qualidade de imagens obtidas.

Realizados o monitoramento e posteriormente as inspeções, juntamente com todas as informações associadas aos talhões, se obteve a Tabela 3, na qual além do número ID, foram parametrizados o modo de inspeção (drone ou visita técnica) e seu resultado, as plantas daninhas identificadas, além da área da infestação em cada talhão.

Tabela 3 – Resultados de monitoramento e inspeções

ID	Modo de inspeção	Resultado de inspeção	Planta daninhas identificadas (Nome científico)	Área de Daninha Estimada (ha)	Área de Daninha Identificada (ha)
16554	Drone	Positivo	Não identificada	0,09	0,09
24790	Visita	Positivo	Capim-marmelada (<i>Urochloa plantaginea</i>)	0,31	0,31
24787	Visita	Positivo	Capim-colonião (<i>Panicum maximum</i>)	0,17	0,17
24789	Visita	Positivo	Capim-marmelada (<i>Urochloa plantaginea</i>)	0,31	0,31
24917	Drone	Positivo	Não identificada	0,07	0,07
24951	Visita	Positivo	Carrapicho-rasteiro (<i>Acanthospermum australe</i>)	0,45	0,45
29268	Visita	Positivo	Mamona (<i>Ricinus communis</i>)	0,44	0,44
29269	Visita	Positivo	Gramma-seda (<i>Cynodon dactylon</i>)	1	1
29271	Visita	Positivo	Gramma-seda (<i>Cynodon dactylon</i>)	0,94	0,94
29272	Drone	Positivo	Não identificada	1,02	1,02
29273	Visita	Negativo	Não identificada	0,55	-
33327	Visita	Negativo	Não identificada	0,57	-
39218	Drone	Positivo	Não identificada	4,45	4,45
39219	Visita	Positivo	Capim-camalote (<i>Rottboellia exaltata</i>)	5,87	5,87
39220	Visita	Positivo	Capim-braquiaria (<i>Brachiaria decumbens</i>)	7,18	7,18
39221	Visita	Positivo	Capim-braquiaria (<i>Brachiaria decumbens</i>)	4,22	4,22
Total	-	-	10	27,64	26,52

Dos 16 talhões monitorados, todos foram apontados pela plataforma, com áreas com infestação de plantas daninhas. Através das inspeções *in loco*, foram identificadas presença de daninhas em 14 deles, obtendo 87,5% de assertividade da ferramenta utilizada para o monitoramento, confirmado pelas inspeções (Tabela 3), em relação ao número de talhões infestados. Dos 562,13 ha monitorados, foram estimados através da plataforma a infestação de 27,64 ha com plantas daninhas, dos quais, 26,52 ha foram confirmados nas

verificações realizadas por visitas e imagens de drone, totalizando 95,9% de assertividade com relação à área infestada.

Nos talhões que receberam inspeções por visitas *in loco*, foi possível, além de confirmar as informações obtidas nas verificações através do software da plataforma, identificar as espécies das plantas daninhas. Nas verificações realizadas por meio de voos com drone, após o monitoramento através das imagens de RGB e NDVI, foi constatado a presença de plantas daninhas, porém sem a identificação da espécie, devido a qualidade da imagem obtida e altura da imagem realizada.

Na Figura 9, se apresenta uma das áreas em que não foram identificadas daninhas na inspeção *in loco*. A visita e o registro fotográfico verificou que a área apontada como sendo uma infestação positiva, se tratava de uma área de intercessão entre dois pivôs, que estava recebendo dupla lâmina de irrigação e um desenvolvimento acelerado da cultura, apresentando tonalidades diferentes no RGB e NDVI, que erroneamente (neste caso) evidenciavam possível presença de daninhas. Já no outro talhão (ID 33327) em que não foi confirmada a presença de plantas daninhas na visita *in loco*, verificou a ocorrência de uma brotação desuniforme na área, também por problemas na irrigação.

Figura 9 - Imagens RGB (à esquerda) e NDVI (centro) indicando “falsa” presença de plantas daninhas no talhão ID 29273. João Pinheiro. MG – 2023



As informações a respeito do sistema de irrigação utilizado em cada um dos talhões foram disponibilizadas pelos produtores, para que se obtivesse uma melhor compreensão do respectivo manejo hídrico. Visto que a umidade é um dos pontos fundamentais no desenvolvimento da cultura, devido a necessidade

de água da planta em regiões com baixo índice pluviométrico, se utilizam sistemas de irrigação para atingir a quantidade necessária da cultura, o que, não obstante, através da umidade, há o surgimento de plantas daninhas, evidenciando mais a necessidade do monitoramento constante. Silva *et. al.* (2001) diz que as plantas daninhas, além de formarem banco de sementes, se desenvolvem em condições favoráveis e adversas, com isso, em épocas que se realizara maior irrigação por necessidade da cultura, devemos realizar o monitoramento das plantas daninhas com maior intensidade e frequência.

Foi perceptível que nas áreas de intercessão dos talhões 1, 2, 3 e 4, apresentaram infestação de plantas daninhas nas proximidades da bordadura do talhão, todas com bordas irrigadas por pivô central e cuja irrigação pode tornar um ambiente mais propício à proliferação de plantas daninhas. Segundo Velini & Negrisoli (2000), a amplitude térmica no solo e o excesso de umidade na palhada da cana, influenciaram diretamente na germinação de algumas espécies de plantas daninhas.

Realizados os monitoramentos remotos e as inspeções, foi perceptível que as plantas daninhas da família Poaceae foram as mais fáceis de identificação por meio da plataforma, devido a suas características fisiológicas de crescimento e proliferação, mais adensadas e formando “manchas” que foram visualizadas no monitoramento. As verificações realizadas com um prazo de intervalo proposto de cinco dias, aumentaram a oportunidade de realização de combate mais eficaz das plantas daninhas, além de permitir a identificação em nível de espécie, muito relevante ao seu combate por tratamento químico.

O monitoramento realizado de forma remota pode auxiliar na celeridade do processo de identificação e combate das plantas daninhas, atuando ainda no período de brotação e antes do perfilhamento da cana, apresentando possibilidade de ação precoce no controle das plantas daninhas presentes. Além disso, também de forma remota, foi possível acompanhar a eficácia dos tratamentos realizados nos talhões (assunto não abordado diretamente neste trabalho), tanto para eficiência do manejo quanto para monitorar possíveis casos de fitotoxicidade na cultura.

Ao se alertar o produtor com possíveis anomalias de presença de plantas daninhas, pode-se também identificar os causadores de tais infestações, como irrigações realizadas de forma incorreta, com excesso de água ou déficit hídrico na região, o que ao depender do ambiente, puderam ser apontados como promotores da proliferação de plantas daninhas. Ao utilizar o sensoriamento remoto para o monitoramento agrícola, no caso em monitoramento das plantas daninhas, se conseguiu estimar também a porcentagem da anomalia presente nas áreas dos talhões, além de uma visão ampla de onde se encontram os focos das infestações (e até suas espécies), auxiliando assim na tomada de decisões do produtor, e traçando estratégias de combate a aplicações químicas a serem realizadas, o que otimizou o manejo.

6 CONCLUSÃO

A plataforma se mostrou eficaz no monitoramento das plantas daninhas, conseguindo estimar as áreas infestadas de maneira célere, além de estimar com elevada precisão as áreas infestadas, monitorando-as. Apesar das funcionalidades que o monitoramento de forma remoto ofereceu, foi necessário o uso das verificações *in loco* para confirmação das informações prévias.

A utilização de índices RGB e NDVI proporcionaram uma diferenciação de coloração nas imagens, facilitando a identificação e até a confirmação de áreas afetadas por daninhas, embora ainda houvesse a necessidade de realizar visitas de um técnico pessoalmente para confirmar os dados e identificar espécies de plantas, a plataforma demonstrou boa assertividade na detecção da presença de plantas daninhas.

Todos os 16 talhões monitorados foram marcados com alguma área de infestação, segundo a plataforma, e, foram estimadas 27,64 ha de plantas daninhas, que após realizadas as verificações *in loco* por visitas e voos de drone, se pode confirmar a presença de daninhas em 14 talhões (87,5%), e em 26,52 há (95,9% da área infestada na plataforma).

REFERÊNCIAS

ALEXANDRATOS, N.; BRUINSMA J. **World Agriculture Towards 2030/2050 - The 2012 Revision**. Disponível em: Acesso em: 20 set. 2023.

BAIO, F.H.R.; BALASTREIRE, L.A. **Aplicação localizada de defensivos, um importante conceito da agricultura de precisão**. Piracicaba: ESALQ/USP, 1999. 76p.

BANSOD, B.; SINGH, R.; THAKUR, R.; SINGHAL, G. **A comparision between satellite based and drone based remote sensing technology to achieve sustainable development: A review**. Journal of Agriculture and Environment for International Development, v. 111, n. 2, p. 383-407, 2017

CONAB – COMPANHIA BRASILEIRA DE ABASTECIMENTO. **Levantamento para acompanhamento da safra – Séries históricas**. Brasília, CONAB, 2023 Disponível em: www.conab.gov.br – Acesso em: 15 set. 2023.

CHERUBIN, Maurício Roberto et al. **Eficiência de malhas amostrais utilizadas na caracterização de atributos químicos em latossolos manejados com agricultura de precisão**. 2013.

COLETI, J. T. et al. **Brachiaria pode provocar sérios danos nos canaviais**. Inf. Coopercitrus, n. 132, p. 34-35, 1997.

CURY, J. P. et al. **Acúmulo e partição de nutrientes de cultivares de milho em competição com plantas daninhas**. Planta Daninha, v. 30, p. 287-296, 2012.

FAO – ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA AGRICULTURA E ALIMENTAÇÃO. **Perspectivas Agrícolas no Brasil: desafios da agricultura brasileira 2015-2024**. 2015. Disponível em: <https://www.fao.org.br/download/PA20142015CB.pdf>. Acesso em: 5 out 2023.

INOUE, Y. **Satellite-and drone-based remote sensing of crops and soils for smart farming**–a review. Soil Science and Plant Nutrition, v. 66, n. 6, p. 798-810, 2020.

KUIAWSKI, Amanda Carolina Marx Bacellar et al. **Utilização de Técnicas de agricultura de precisão no manejo e controle de plantas daninhas**. 2013.

KUVA, M. A. et al. **Períodos de interferência das plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar. II – Capim-braquiária (Brachiaria decumbens)**. Planta Daninha, Viçosa-MG, v. 19, n. 3, p. 323-330, dez. 2001.

KUVA, M.A. et al. **Períodos de interferência das plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar: III - capim-braquiária (Brachiaria decumbens) e capim-colônio (Panicum maximum)**. Planta daninha, Viçosa-MG, v. 21, n. 1, abr., 2003.

LIMA, J.M., C.A. SILVA, M.B. ROSA, J.B. SANTOS, T.G. OLIVEIRA, M.B. SILVA. 2009. **Prospecção fitoquímica de *Sonchus oleraceus* e sua toxicidade sobre o microcrustáceo *Artemia salina***. *Planta Daninha*. 27: 7-11.

MOLIN, José P. **Agricultura de precisão: números do mercado brasileiro**. *Boletim Técnico*, v. 3, p. 7, 2017.

PEÑA, J. M., TORRES-SÁNCHEZ, J., SERRANO-PÉREZ, A., CASTRO, A. I. & LÓPEZ-GRANADOS, F. (2015). **Quantifying efficacy and limits of unmanned aerial vehicle (UAV) technology for weed seedling detection as affected by sensor resolution**. *Sensors*, 15(3), 5609-5626.

PEREIRA, F.; VERZIGNASSI, J.; ARIAS, E.; CARVALHO, F. T.; SILVA, P. E. **Controle de plantas daninhas em pastagens**. *Embrapa Gado de Corte- Documentos (INFOTECA-E)*, 2011.

POWLES, STEPHEN B.; YU, QIN. **Evolution in action: plants resistant to herbicides**. *Annual review of plant biology*, v. 61, p. 317-347, 2010.

PROCÓPIO, S.O.; SILVA, A.A.; VARGAS, L.; FERREIRA, A.F. **Manejo de Plantas Daninhas na Cultura da Cana-de-açúcar**. Viçosa, MG. 2003. 150p.

RIBEIRO, J. M. P. et al. **The adoption of strategies for sustainable cities: A comparative study between Seattle and Florianopolis legislation for energy and water efficiency in buildings**. *Journal of Cleaner Production*, v. 197, p. 366–378, 2018

ROSLIM, M. H. M.; JURAIMI, A. S.; CHE'YA, N. N.; SULAIMAN, N.; MANAF, M. N. H. A.; RAMLI, Z.; MOTMAINNA, M. **Using remote sensing and an unmanned aerial system for weed management in agricultural crops: A review**. *Agronomy*, v. 11, n. 9, p. 1809, 2021.

SANTANA, A. L. **Cana-de-açúcar**. 2010. Disponível em: <http://www.infoescola.com/plantas/cana-de-acucar>. Acesso em: 16 set. 2023.

SANTOS, Claiton et al. **Monitoramento aéreo e diagnóstico de plantas daninhas de difícil controle no sudoeste goiano**. 2019.

SALOMÃO, P. E. A.; FERRO, A. M. S.; RUAS, W. F. **Herbicides in Brazil: a brief review**. *Research, Society and Development*, [S. l.], v. 9, n. 2, 2020.

VASCONCELOS, M. C. C.; SILVA, A. F. A.; LIMA, R. S. **Interferência de Plantas daninhas sobre plantas cultivadas**. *Agropecuária científica no semiárido*, v. 8, n. 1, p. 1-6, jan - mar, 2012.

VELINI, E. D.; NEGRISOLI, E. **Controle de plantas daninhas em cana crua**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 22., 2000, Foz do Iguaçu. Anais. Foz do Iguaçu: SBCPD, 2000. p.148-164.

APÊNDICE

Figura 1 - Imagens RGB (à esquerda) e NDVI (centro) indicando presença de plantas daninhas nos talhões. João Pinheiro. MG – 2023

ID 16554



MONITORAMENTO - RGB - 08/06/2023



MONITORAMENTO - NDVI - 08/06/2023

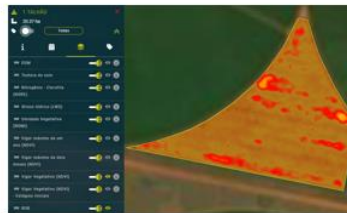


VERIFICAÇÃO: DRONE - 06/07/2023

ID 24790



MONITORAMENTO - RGB - 03/07/2023



MONITORAMENTO - NDVI - 03/07/2023



VERIFICAÇÃO: LOCAL - 21/09/2023

ID 24787



MONITORAMENTO - RGB - 03/07/2023



MONITORAMENTO - NDVI - 03/07/2023

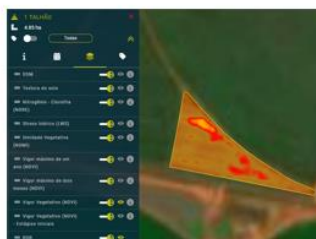


VERIFICAÇÃO: LOCAL - 21/09/2023

ID 24789



MONITORAMENTO - RGB - 03/07/2023



MONITORAMENTO - NDVI - 03/07/2023

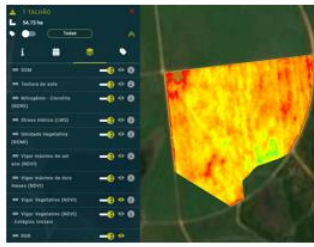


VERIFICAÇÃO: LOCAL - 21/09/2023

ID 24917



MONITORAMENTO - RGB - 23/06/2023

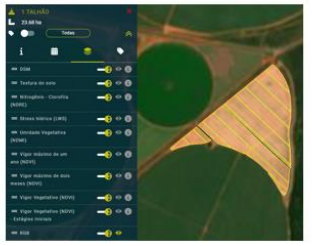


MONITORAMENTO - NDVI - 23/06/2023

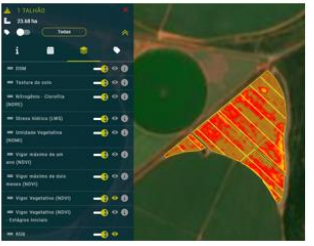


VERIFICAÇÃO: DRONE - 28/06/2023

ID 29268



MONITORAMENTO - RGB - 23/07/2023

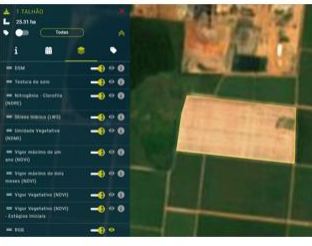


MONITORAMENTO - NDVI - 23/07/2023

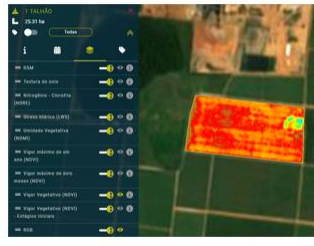


VERIFICAÇÃO: LOCAL - 21/09/2023

ID 29271



MONITORAMENTO - RGB - 23/07/2023

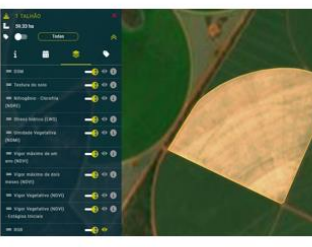


MONITORAMENTO - NDVI - 23/07/2023

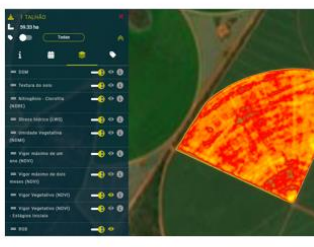


VERIFICAÇÃO: LOCAL - 21/09/2023

ID 29273



MONITORAMENTO - RGB - 23/07/2023

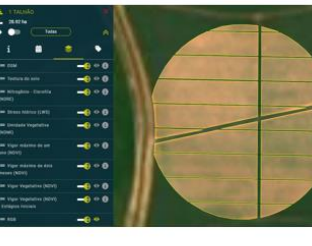


MONITORAMENTO - NDVI - 23/07/2023

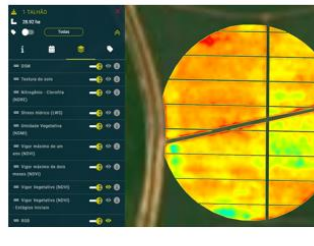


VERIFICAÇÃO: LOCAL - 21/09/2023

ID 33327



MONITORAMENTO - RGB - 07/08/2023

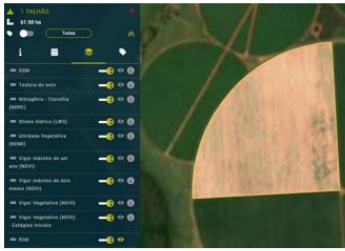


MONITORAMENTO - NDVI - 07/08/2023

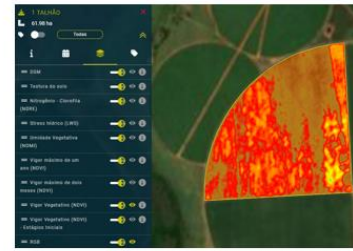


VERIFICAÇÃO: LOCAL - 21/09/2023

ID 39218



MONITORAMENTO - RGB - 01/09/2023



MONITORAMENTO - NDVI - 01/09/2023

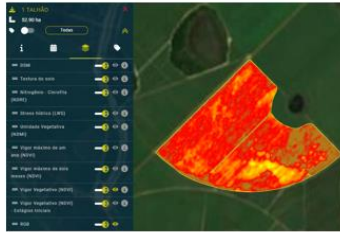


VERIFICAÇÃO: DRONE - 08/09/2023

ID 39219



MONITORAMENTO - RGB - 01/09/2023

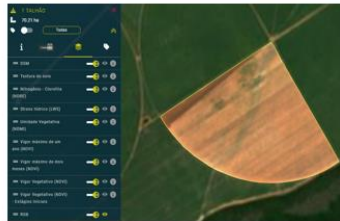


MONITORAMENTO - NDVI - 01/09/2023

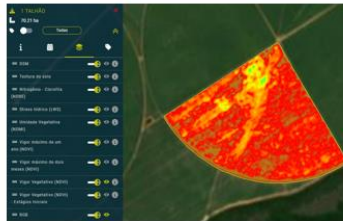


VERIFICAÇÃO: LOCAL - 21/09/2023

ID 39220



MONITORAMENTO - RGB - 01/09/2023

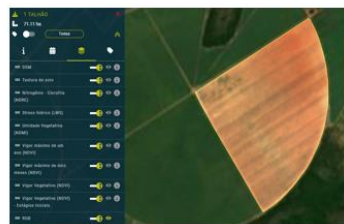


MONITORAMENTO - NDVI - 01/09/2023



VERIFICAÇÃO: LOCAL - 21/09/2023

ID 39221



MONITORAMENTO - RGB - 01/09/2023



MONITORAMENTO - NDVI - 01/09/2023



VERIFICAÇÃO: LOCAL - 21/09/2023