

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

DALTON LUIZ BENZ

AVALIAÇÃO DO CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS POR HERBICIDAS EM  
CALDA ARMAZENADA UTILIZANDO ÍNDICES ESPECTRAIS

Uberlândia - MG

2022

DALTON LUIZ BENZ

AVALIAÇÃO DO CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS POR HERBICIDAS EM  
CALDA ARMAZENADA UTILIZANDO ÍNDICES ESPECTRAIS

Trabalho de Dissertação apresentado à  
Universidade Federal de Uberlândia como  
requisito para obtenção do título de, Mestre em  
Produção Vegetal.

Área de concentração: Fitotecnia

Orientador: D. Sc. Cleyton Batista de  
Alvarenga

Coorientador: D. Sc. Edson Aparecido dos  
Santos

Uberlândia - MG

2022

Ficha Catalográfica Online do Sistema de Bibliotecas da UFU  
com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

B479 Benz, Dalton Luiz, 1989-  
2022 AVALIAÇÃO DO CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS POR  
HERBICIDAS EM CALDA ARMAZENADA UTILIZANDO ÍNDICES  
ESPECTRAIS [recurso eletrônico] / Dalton Luiz Benz. -  
2022.

Orientador: Cleyton Batista de Alvarenga.

Coorientador: Edson Aparecido dos

Santos .

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de  
Uberlândia, Pós-graduação em Agronomia.

Modo de acesso: Internet.

Disponível em: <http://doi.org/10.14393/ufu.di.2021.702>

Inclui bibliografia.

Inclui ilustrações.

1. Agronomia. I. Alvarenga, Cleyton Batista de ,1981-,  
(Orient.). II. , Edson Aparecido dos  
Santos ,1983-, (Coorient.). III. Universidade Federal  
de Uberlândia. Pós-graduação em Agronomia. IV. Título.

CDU: 631

Bibliotecários responsáveis pela estrutura de acordo com o AACR2:

Gizele Cristine Nunes do Couto - CRB6/2091

Nelson Marcos Ferreira - CRB6/3074



## UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

Secretaria da Coordenação do Programa de Pós-Graduação em  
Agronomia

Rodovia BR 050, Km 78, Bloco 1CCG, Sala 206 - Bairro Glória, Uberlândia-MG, CEP  
38400-902

Telefone: (34) 2512-6715/6716 - www.ppga.iciag.ufu.br - posagro@ufu.br



### ATA DE DEFESA - PÓS-GRADUAÇÃO

Programa de Pós-Graduação em:	Agronomia				
Defesa de:	Dissertação de Mestrado Acadêmico, 012/2022, PPGAGRO				
Data:	Dezoito de julho de dois mil e vinte e dois	Hora de início:	13:10	Hora de encerramento:	17:10
Matrícula do Discente:	11912AGR006				
Nome do Discente:	Dalton Luiz Benz				
Título do Trabalho:	Avaliação do controle de plantas daninhas por herbicidas em calda armazenada utilizando índices espectrais				
Área de concentração:	Produção Vegetal				
Linha de pesquisa:	Produção Vegetal em Áreas de Cerrado				

Reuniu-se por videoconferência, a Banca Examinadora, designada pelo Colegiado do Programa de Pós-graduação em Agronomia, assim composta: Professores Doutores: Edson Aparecido dos Santos - UFU; Frederico Cássio Moreira Martins - IF Sudeste MG; Mariana Rodrigues Bueno - UFVJM; Cleyton Batista de Alvarenga - UFU orientador do candidato.

Iniciando os trabalhos o(a) presidente da mesa, Dr. Cleyton Batista de Alvarenga, apresentou a Comissão Examinadora e o candidato(a), agradeceu a presença do público, e concedeu ao Discente a palavra para a exposição do seu trabalho. A duração da apresentação do Discente e o tempo de arguição e resposta foram conforme as normas do Programa.

A seguir o senhor(a) presidente concedeu a palavra, pela ordem sucessivamente, aos(às) examinadores(as), que passaram a arguir o(a) candidato(a). Ultimada a arguição, que se desenvolveu dentro dos termos regimentais, a Banca, em sessão secreta, atribuiu o resultado final, considerando o(a) candidato(a):

Aprovado(a).

Esta defesa faz parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre.

O competente diploma será expedido após cumprimento dos demais requisitos, conforme as normas do Programa, a legislação pertinente e a regulamentação interna da UFU.

Nada mais havendo a tratar foram encerrados os trabalhos. Foi lavrada a presente ata que após lida e achada conforme foi assinada pela Banca Examinadora.



Documento assinado eletronicamente por **Cleyton Batista de Alvarenga, Professor(a) do Magistério Superior**, em 18/07/2022, às 17:10, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).

---



Documento assinado eletronicamente por **Edson Aparecido dos Santos, Professor(a) do Magistério Superior**, em 18/07/2022, às 17:12, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).

---



Documento assinado eletronicamente por **Mariana Rodrigues Bueno, Usuário Externo**, em 19/07/2022, às 23:41, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).

---



Documento assinado eletronicamente por **Frederico Cássio Moreira Martins, Usuário Externo**, em 01/08/2022, às 13:15, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).

---



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [https://www.sei.ufu.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](https://www.sei.ufu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **3766867** e o código CRC **BC5D8572**.

---

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a DEUS pelo privilégio de viver e realizar mais essa conquista.

Agradeço à minha família. Por terem me apoiado e me incentivado, sempre com esforços, compreensão e dificuldades para que eu pudesse ter chegado até aqui.

Agradeço ao meu orientador e ao coorientador pela paciência, conselhos, dedicação, esforços, perseverança e dicas quanto à elaboração deste trabalho.

Agradeço ao professor D. Sc. George Deroco Martins pelos ensinamentos e colaboração sobre os aspectos de sensoriamento remoto.

Agradeço em especial ao professor D. Sc. Jair Rocha Prado por ajudar e clarear as ideias desse desafio, pela sua paciência e tempo doado em inúmeras reuniões, sempre com bom humor, motivação e orientação nesta caminhada acadêmica.

Ao meu colega de profissão e amigo Jorge Eduardo Ferreira Cunha pela grande disposição em ajudar com os processamentos de dados deste trabalho e dicas técnicas.

Aos colegas do Centro de Excelência em Mecanização Agrícola (CEMA), por várias capinas de manutenção do experimento e reuniões dos trabalhos em andamento.

Agradeço também, ao coordenador do programa de pós-graduação em agronomia D. Sc. Marcus Vinicius Sampaio, da Universidade Federal de Uberlândia e todos colaboradores, por permitir o meu afastamento em função do meu tratamento de saúde.

Por fim, agradeço aos meus amigos Marlon e Pedro por estarem presentes tornando a trajetória mais leve, com toda troca de informações e bons momentos nesta caminhada.

*“Como seriam venturosos os agricultores, se  
conhecessem os seus bens!”*  
**Públio Virgílio**

## RESUMO

O armazenamento de calda de produtos fitossanitários durante a aplicação ocorre no campo por diversas razões. A permanência no tanque de pulverização pode influenciar a eficácia. O entendimento do tempo e fatores para uso nessas condições requer metodologias de avaliações para tomadas de decisões. Nesse sentido, este trabalho foi conduzido com o objetivo de avaliar o efeito do armazenamento de caldas contendo mistura de herbicidas, na eficácia de controle de plantas daninhas por meio de métodos visuais e de técnicas de sensoriamento remoto. Para isso, foram montados dois experimentos em esquema de parcelas subsubdivididas no tempo com quatro blocos casualizados. No primeiro, foram alocados nas parcelas quatro tipos de calda com herbicida, na subparcela oito épocas de envelhecimento e na subsubparcela sete avaliações de eficácia. No segundo experimento foram alocados nas parcelas quatro doses de uma calda herbicida, na subparcela oito épocas de envelhecimento e na subsubparcela sete avaliações de eficácia. Os dados foram submetidos à análise de variância com os desdobramentos para as interações significativas; aplicou-se a correlação de Pearson das notas visuais com os índices: Índice do Verde Triangular (TGI) no primeiro experimento e Índice de Vegetação de Diferença Normalizada (NDVI) no segundo. Para ambos os experimentos, não houve interação significativa para o envelhecimento das caldas herbicidas, o que favoreceu o armazenamento; o ajuste dos modelos de regressão para o índice TGI na correlação com as notas visuais foi decrescendo ao longo das avaliações, enquanto o índice NDVI foi crescente. Para o segundo experimento, a dose entre metade e máxima recomendada pelos fabricantes da mistura glifosato + dicamba foi suficiente no controle das plantas daninhas. As caldas herbicidas avaliadas foram armazenadas sem prejuízo da eficácia; obteve-se melhores resultados em avaliar o controle químico pelo índice TGI na fase inicial após a aplicação dos herbicidas, enquanto o NDVI se destacou melhor no fim em condições de biomassa variadas de plantas.

**Palavras-chave:** Envelhecimento de calda. Mistura em tanque. NDVI. TGI.

## ABSTRACT

The storage of phytosanitary product spray during application occurs in the field for several reasons. Staying in the spray tank can influence effectiveness. Understanding the timing and factors for use in these conditions requires evaluation methodologies for decision making. In this sense, this work was carried out with the objective of evaluating the effect of storing spray solutions containing a herbicide mixture on the effectiveness of weed control through visual methods and remote sensing techniques. For this, two experiments were set up in a subdivided plot scheme with 4 randomized blocks. In the first, 4 herbicide sprays were in the plots, in the subplot 8 aging seasons and in the subsubplot 7 efficacy evaluations. In the second, 4 doses of a herbicide spray were allocated in the plots, 8 aging seasons in the subplot and 7 efficacy evaluations in the subplot. The data were submitted to analysis of variance with the outcomes for significant interactions; Pearson's correlation of visual scores was applied with the indices: Triangular Green Index (TGI) in the first experiment and Normalized Difference Vegetation (NDVI) in the second experiment was applied. For both experiments, there was no significant interaction for the aging of herbicide sprays, which favors their storage; the adjustment of the regression models for the TGI index in the correlation with the visual grades was decreasing along the evaluations, while the NDVI index was increasing; for the second experiment, the dose between half and maximum recommended by the manufacturers of the mixture glyphosate + dicamba was sufficient to control weeds. The evaluated herbicide sprays were stored without prejudice to effectiveness; better results were obtained in evaluating the chemical control by the TGI index in the initial phase after herbicide application, while the NDVI performed better at the end under different plant biomass conditions.

**Keywords:** Aging of syrup. Tank mixing. NDVI. TGI.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b>	Bandas usadas em sensoriamento remoto.	19
<b>Figura 2</b>	Regressões e curvas entre os índices TGI e dias após aplicações das caldas herbicidas.	29
<b>Figura 3</b>	Regressões e curvas entre os índices NDVI e dias após aplicações das caldas herbicidas.	30
<b>Figura 4</b>	Mapa do comportamento do índice TGI com a senescência das plantas daninhas.	33
<b>Figura 5</b>	Mapa do comportamento do índice NDVI com a senescência das plantas daninhas.	34

## LISTA DE TABELAS

<b>TABELA 1</b>	Pontuações de avaliação e correspondentes descrições de fitotoxicidade na escala de EWRC.	16
<b>TABELA 2</b>	Valores conceituais para avaliação visual de controle na escala de SBCPD.	16
<b>TABELA 3</b>	Composição dos quatro tipos de calda com herbicidas, doses e formulação do produto comercial. Cada calda foi submetida a oito períodos de armazenamento (0, 2, 4, 6, 8, 10, 12 e 14 dias) antes da aplicação, totalizando 32 tratamentos	23
<b>TABELA 4</b>	Composição das quatro doses de uma calda com herbicidas e formulação dos produtos comerciais. Cada calda foi submetida a oito períodos de armazenamento (0, 2, 4, 6, 8, 10, 12 e 14 dias) antes da aplicação, totalizando 32 tratamentos	24
<b>TABELA 5</b>	Escala de avaliação visual de controle das plantas daninhas através de herbicidas.	26
<b>TABELA 6</b>	Análise de variância das avaliações dias após a aplicação com variável resposta os índices TGI, para as caldas herbicidas e períodos de armazenamento.	27
<b>TABELA 7</b>	Análise de variância das avaliações dias após a aplicação com variável resposta os índices NDVI, para as doses das caldas herbicidas e períodos de armazenamento.	28
<b>TABELA 8</b>	Teste de Teste de Scott-Knott para o desdobramento de Herbicidas dentro de cada avaliação dias após a aplicação.	30
<b>TABELA 9</b>	Modelos de linhas de dispersão dos pontos entre a correlação de Pearson ( $p < 0,005$ ) das notas visuais em função dos índices TGI.	31
<b>TABELA 10</b>	Modelos de linhas de dispersão dos pontos entre a correlação de Pearson ( $p < 0,005$ ) das notas visuais em função dos índices NDVI.	32
<b>TABELA 11</b>	Teste de Scott-Knott para o desdobramento de doses dentro de cada avaliação dias após a aplicação.	34

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>12</b>
<b>2. REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>14</b>
2.1. Manejo de plantas daninhas .....	14
2.2. Tecnologia de aplicação .....	15
2.3. Avaliação visual da fitotoxicidade dos herbicidas.....	16
2.4. Índices de vegetação .....	18
2.5. Armazenamento de caldas fitossanitárias .....	20
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>21</b>
3.1. Local de instalação .....	21
3.2. Instalação do experimento .....	22
3.3. Estudo fitossociológico.....	22
3.4. Esquema experimental.....	22
3.4.1. Experimento 1.....	23
3.4.2. Experimento 2.....	24
3.5. Modo de preparo das caldas .....	24
3.6. Equipamento de aplicação .....	25
3.7. Índices TGI e NDVI .....	25
3.8. Eficácia de controle .....	26
3.9. Análises Estatísticas.....	26
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>27</b>
<b>5. CONCLUSÕES.....</b>	<b>35</b>
REFERÊNCIAS.....	36
APÊNDICE A - DOSAGEM DOS HERBICIDAS EM PÓS EMERGÊNCIA E PERÍODOS DE ARMAZENAMENTO DE CALDA DO EXPERIMENTO 1.....	39
APÊNDICE B - DOSES DA MISTURA HERBICIDA EM PÓS EMERGÊNCIA E PERÍODOS DE ARMAZENAMENTO DE CALDA DO EXPERIMENTO 2.....	40
APÊNDICE C – SORTEIO DOS TRATAMENTOS DO EXPERIMENTO 1 .....	41
APÊNDICE D – SORTEIO DOS TRATAMENTOS DO EXPERIMENTO 2 .....	42

## 1. INTRODUÇÃO

A utilização de herbicidas nas lavouras é de grande importância no manejo de plantas daninhas e uma ferramenta para garantir boas produções. Conforme Christoffoleti et al., (2006) as plantas daninhas interferem de forma negativa nas culturas, causando queda de produção por competirem pelos recursos limitantes do meio, liberar substâncias alelopáticas e ainda hospedar pragas e doenças comuns das culturas.

Cada produto, utilizado via pulverização, possui características intrínsecas após ser diluído em água para uso. O armazenamento de calda por período superior àquele da pulverização ainda é assunto pouco comentado e de grande importância. No campo a parada da pulverização ocorre com certa frequência por problemas de ordem técnica dos equipamentos, questões operacionais e até aquelas relacionadas ao clima. Fatores comuns e de difícil previsibilidade fazem com que o aplicador armazene a calda por períodos superiores a horas e até dias dentro do tanque.

Para facilitar a logística, alguns produtores têm o hábito de fazer o abastecimento dos pulverizadores com a calda previamente preparada em reservatórios pipa. Assim, torna-se importante a determinação de um período de tempo para cada calda herbicida, armazenada no tanque, a fim de manter as características ideais e a eficácia dos produtos. Soma-se a isso, as misturas de produtos em tanque, o que é comum atualmente no campo. O tempo de armazenamento pode influenciar não apenas na eficácia de um produto, mas também, nas questões relacionadas à compatibilidade de produtos quimicamente e fisicamente diferentes (RAMOS & DURIGAN, 1998).

À medida que tecnologias avançam para produção das lavouras em geral, a exigência de se produzir mais em menores áreas força aos produtores a aderirem às tecnologias que otimizem, facilitem e reduzam o tempo de mão-de-obra. Diante disso, o sensoriamento remoto surge como tecnologia capaz de propor ferramentas que auxiliem no diagnóstico de inúmeras características agrônômicas. Por meio da captura de imagens é possível a extração de índices que reportam a variabilidade espectral de superfícies no campo. Os índices podem indicar respostas de uma planta quando submetida a um tratamento, ou ainda, reportar sua variação quando exposta a diversas condições ambientais (ASSIS, 2019).

Segundo Fomaggio e Sanches (2017), os índices de vegetação são obtidos a partir de formulações matemáticas que utilizam dados espectrais da radiação eletromagnética refletida em maior parte no intervalo dos comprimentos de onda do espectro óptico (400 a 2.500 nm). Com tais valores, realiza-se estimativas e avaliações que permitem ser relacionadas à

parâmetros biofísicos, como exemplo, a porcentagem de cobertura do solo das avaliações visuais feitas para avaliar a eficácia de uma calda herbicida aplicada em campo. Em meio aos diversos índices, o índice de verde triangular (TGI) tem se destacado por ser de maior acessibilidade. Este índice utiliza sinais de reflectância na região de comprimentos de onda do verde, azul e vermelho e permite inferir sobre a concentração de clorofila nas folhas com base na área de um triângulo. Essas variáveis podem ser observadas na maioria das câmeras digitais. O índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI), necessita de sensores que captam os comprimentos de onda na faixa do vermelho e do infravermelho próximo, sendo assim utiliza de câmeras com maior custo. O NDVI tem sido obtido com frequência por meio de aeronaves remotamente pilotadas.

A partir da obtenção dos dados os índices podem ser relacionados às características agrônômicas a fim de facilitar e acelerar os trabalhos de campo, o que eleva a eficiência nas tomadas de decisão de diversos aspectos na produção agrícola. Nesse sentido o presente trabalho teve por objetivo avaliar o efeito do armazenamento de caldas contendo mistura de herbicidas, na eficácia de controle de plantas daninhas por meio de métodos visuais e de técnicas de sensoriamento remoto.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1. Manejo de plantas daninhas

As plantas daninhas presentes em uma área de produção agrícola têm grande importância, pois impactam diretamente na produtividade e aumentam o custo para o seu controle. Pode se dizer que quanto maior é a permanência dessas plantas na área e o dano causado nas culturas de interesse, aumenta-se o grau de importância. Segundo Bandeira et al. (2018), essa medida pode ser representada numericamente a partir do valor de um índice, que leva em consideração a frequência, a densidade e a abundância expressa em porcentagem; para tanto, estudos são necessários para uma boa avaliação, a fim de se quantificar e identificar as espécies presentes e definir uma medida de controle.

Em áreas de campo, a ocorrência de plantas daninhas é regra e, o principal método de controle utilizado é o químico, onde produtos sintetizados com grande eficácia e baixo custo são aplicados nas plantas daninhas ou no solo. A utilização de herbicidas é indispensável nos sistemas de produção agrícola, pois, os produtos possibilitam um controle de forma econômica e assertiva, bem como facilitam questões operacionais, melhoram a logística e a consistência dos resultados (RAMOS & DURIGAN, 1998).

Outro aspecto relacionado ao uso de herbicidas para controlar plantas daninhas é a mistura em tanque. Tal ação se faz necessária devido à grande variedade de espécies de plantas daninhas presentes em uma área, entre Poaceae, Cyperaceae, Asteraceae, em estágios diferentes, com mecanismos de resistência ou reprodução diferentes etc. Nesse sentido, a mistura de tanque deve ser seletiva à cultura, o que se exige mais critério. De acordo com Maciel et al. (2020), a seletividade ao herbicida é importante somente para a cultura de interesse e tal característica é considerada quando não há danos significativos ao cultivo. Porém, diante de uma mistura de tanque, muitos fatores interferem nas características da calda, cita-se: pH, produto, lipofilicidade, temperatura etc. Assim, apesar de claras e concisas as informações nas bulas, ao realizar misturas corre-se o risco de haver alterações nas propriedades físicas e químicas da solução, o que pode ser potencializado pelo tempo de armazenamento.

Segundo Basso et al. (2018), uma grande dificuldade no manejo de plantas daninhas com uso de herbicidas é a utilização de produtos adequados para obter controle e, quando há misturas, efeito sinérgico. Além disso, evitar o problema de fitotoxicidade nas lavouras, o que pode provocar diminuição no rendimento ou na qualidade. Por fim, é fundamental rotacionar os mecanismos de ação dos herbicidas, pois o uso repetitivo promove pressão de seleção sobre

biótipos resistentes que podem inviabilizar o uso de determinado produto. As misturas de tanque podem auxiliar na diminuição da pressão de seleção.

Portanto, para obter êxito no manejo de plantas daninhas, um conjunto de fatores devem ser observados que se referem às plantas presentes, aos herbicidas escolhidos, aos fatores ambientais e a tecnologia de aplicação.

## **2.2. Tecnologia de aplicação**

Quando se aplica produtos fitossanitários no campo, os objetivos buscados são obter o máximo de eficiência, otimizar a relação custo benefício e reduzir os impactos ambientais. Na preparação da calda, algumas variáveis sobre as características físico-químicas devem ser consideradas: tensão superficial, condutividade elétrica e pH (Cunha et al., 2017). Tais fatores influenciam diretamente no comportamento do efeito final, assim, uma calda herbicida armazenada pode sofrer alterações, principalmente se houver mistura de um ou mais produtos.

Segundo Cunha et al. (2017), o pH de uma calda herbicida é fundamental, pois governa a dissociação dos produtos e interfere diretamente na movimentação do ingrediente ativo na planta. Quanto à qualidade da água utilizada no preparo da calda, o pH ideal de uso é próximo ao neutro. Menciona-se também a dureza da água; que se refere à presença de altos teores de sulfatos, bicarbonatos, cloretos e nitratos de cálcio e magnésio, bem como sais dissolvidos. A presença de Íons, como  $Fe^{+3}$  e  $Al^{+3}$  pode reagir com o herbicida e reduzir sua eficácia assim como elevados teores de argila e/ou de materiais orgânicos o fazem. O material disperso na calda ainda reduz a vida útil do pulverizador e de seus componentes, especialmente as pontas. A tensão superficial influencia na retenção e adesividade da calda na superfície foliar e a densidade influencia no processo de formação da gota juntamente com a condutividade elétrica.

Durante a pulverização dos herbicidas ou das misturas, o tipo de ponta, a pressão e a velocidade de trabalho e os dados meteorológicos devem ser cuidadosamente gerenciados a fim de se fazer uma boa deposição da gota, principalmente quando existe uma barreira física formada pelo dossel da própria cultura (Cunha et al., 2016a).

No campo é importante um bom preparo dos equipamentos para evitar problemas, deve-se observar se estão limpos os filtros de sucção, se existe furos ou dobras nas mangueiras, o desgaste causado por eventuais sujeiras dos componentes reguladores de pressão, conferir se a bomba possui vazamentos e se está lubrificada, se as pontas utilizadas estão danificadas ou desgastadas e se os filtros utilizados são adequados. Por fim após conferir todos os itens, calibra-se o equipamento a fim de que as pontas trabalhem na mesma vazão e atinjam o alvo

igualmente. Diante de inúmeras variáveis que podem influenciar na eficácia dos produtos fitossanitários, o armazenamento de calda ou envelhecimento é mais um fator a ser observado.

Segundo Ramos et al. (2019), a ordem de adição dos produtos no preparo da calda precisa ser respeitada para evitar problemas de incompatibilidade, durante e até mesmo após a aplicação e assim ter uma homogeneização efetiva para tanto faz-se necessário um sistema de agitação constante para que os produtos não depositem no fundo do tanque.

### 2.3.Avaliação visual da fitotoxicidade dos herbicidas

A fitotoxicidade causada pela aplicação dos herbicidas pode ser avaliada de forma visual utilizando-se de escalas numéricas como a escala do Conselho Europeu de Pesquisa de Erva Daninha (EWRC, 1964) em que as pontuações na escala variam de 1 (ausência de sintomas) a 9 (morte da planta) (Tabela 1). E ainda, a escala da Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas (SBCPD, 1995), sendo considerada 0% plantas com ausência de sintomas de fitointoxicação e 100% plantas mortas (Tabela 2).

Tabela 1: Pontuações de avaliação e correspondentes descrições de fitotoxicidade na escala de EWRC.

ID	Descrição da fitotoxicidade
1	Sem danos.
2	Pequenas alterações (descoloração, deformação) visível em algumas plantas.
3	Pequenas alterações (clorose e ondulação) visíveis em várias plantas.
4	Descoloração forte ou razoável deformação, sem necrose.
5	Necrose de algumas folhas, acompanhada de deformação em folhas e brotos.
6	Redução do tamanho das plantas, enrolamento das folhas e necrose.
7	Mais de 80% das folhas destruída.
8	Danos extremamente graves, deixando pequenos áreas verdes nas plantas.
9	Morte da planta.

Fonte: EWRC (1964). IE: Índice de avaliação

Tabela 2 : Valores conceituais para avaliação visual de controle na escala de SBCPD.

% de controle ou injúria	Descrição conceitual
100-90	Controle excelente, sem efeito sobre a cultura
89-80	Controle bom, aceitável para a infestação da área

79-40	Controle moderado, insuficiente para a infestação
39-10	Controle deficiente ou inexpressivo
<10	Ausência de controle

Fonte: SBCPD, 1995.

Com o propósito de definir o melhor intervalo para avaliação da dessecação química Lima et al., (2019) realizaram avaliações aos 7, 14, 21 e 28 dias após aplicarem do herbicida em plantas de braquiária. Ao se realizar uma mistura de herbicidas é interessante gerar um número maior de avaliações para se observar o efeito da interação ao logo dos dias após a aplicação, conforme sugerido por Werlang & Silva, (2002).

Para avaliar as espécies de plantas daninhas presentes em uma área, o estudo fitossociológico é uma solução para a identificação que pode ser realizado por diferentes metodologias, como o exemplo proposto por Braun-Blanquet (1979), que considera duas etapas, sendo a primeira analítica, onde há a descrição da estrutura da comunidade vegetal e avaliação de parâmetros semi-qualitativos como densidade ou abundância, frequência, cobertura. E a segunda etapa chamada de sintética, ocorre comparação analógica de inventários pelas técnicas dos quadros (ou ordenação) e a elaboração do sistema fitossociológico. Outras variáveis podem ser calculadas a partir desse levantamento como os parâmetros fitossociológicos propostos por Mueller-Dombois & Ellenberg (1974): frequência, frequência relativa, densidade, densidade relativa, abundância, abundância relativa e índice de importância relativa. A importância de se fazer essa prática em campo refere-se ao manejo adequado a fim de entender a biologia e os fenômenos causados para obter uma produção sustentável.

Os sintomas visíveis e os eventos metabólicos derivados da ação de um herbicida sobre a planta é denominado de modo de ação, compreender como esses agentes biológicos funcionam e os sintomas de fitotoxicidade que causam se faz importante para utilizá-los de forma correta. De acordo com Oliveira et al. (2011), em seu livro de Biologia e Manejo de Plantas Daninhas, os herbicidas mimetizadores de auxina como o Dicamba e o 2-4 D causam inicialmente epinastia das folhas e pecíolos, seguido de deformações nas nervuras e no limbo foliar, paralisação do crescimento de raízes, tumores no caule e por fim morte lenta, de 3 a 5 semanas após aplicação. Já os herbicidas inibidores de fotossistema I, como o diquat, poucas horas após a aplicação na presença de luz, verifica-se severa injúria nas folhas das plantas tratadas (necrose do limbo foliar), sintomas iniciais evoluem para murcha e manchas necróticas em um a três dias após a aplicação. Em contraste com outros herbicidas, o glifosato, do grupo

de inibidores da EPSPs, já causa toxicidade de forma lenta, com gradual aparecimento de clorose e necrose, causando morte da planta após dias ou semanas.

## 2.4. Índices de vegetação

Os estudos sobre sensoriamento remoto começaram a expandir na época em que Rouse et al. (1973) utilizaram dos recursos e satélites da NASA para o monitoramento do efeito da onda verde e identificar os fenômenos naturais que caracterizam o início das estações de primavera e verão, quando observaram que características biofísicas da vegetação, como biomassa verde e conteúdo de umidade estavam correlacionados com a radiação eletromagnética refletida. A partir desse trabalho foram desenvolvidos os índices de vegetação, dentre eles o Índice de Vegetação de Diferença Normalizada NDVI se destaca por ser muito utilizado; este utiliza basicamente os canais espectrais do vermelho e infravermelho, o qual pode ser calculado da seguinte forma: (Equação 1).

$$NDVI = \frac{(IVP - R)}{(IVP + R)} \quad (1)$$

NDVI: índice de vegetação de diferença normalizada;

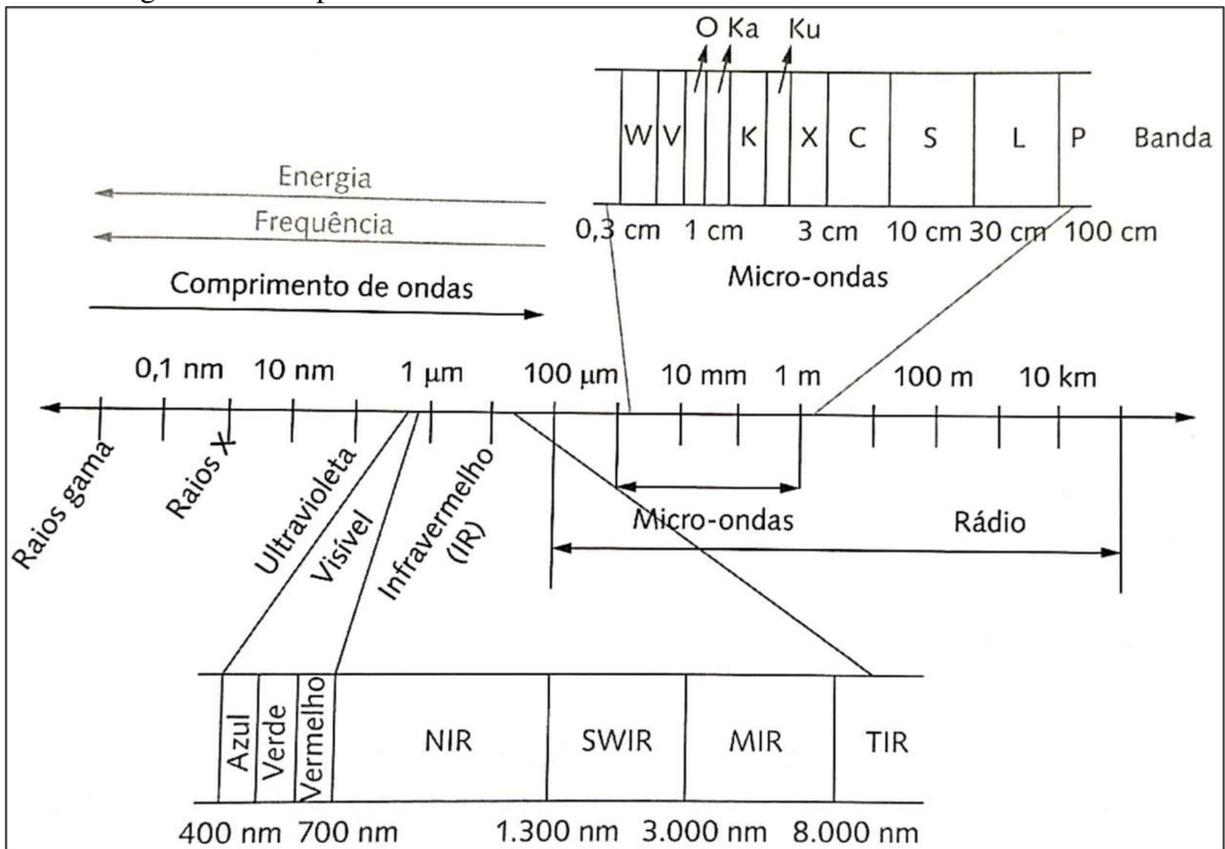
IVP: infravermelho próximo;

R: vermelho.

A região do espectro na faixa do vermelho quando tem baixa reflectância, indica que a planta absorveu a maior parte, característica de estar com alta atividade fotossintética, já o infravermelho próximo é relacionado ao mesófilo foliar que reflete quando a planta está sadia; sendo assim, é um indicativo para avaliar o vigor da vegetação (Costa et al., 2020b).

Desenvolvido por Hunt Jr et al. (2011), o índice de verde triangular (TGI), com base na área de um triângulo, estima a concentração de clorofila nas folhas com os sinais de reflectância na região do vermelho, verde e azul, com comprimentos de onda de 400-700 nm, estes delimitam seus vértices em função da multiplicação direta (Figura 1).

Figura 1 – Comprimentos de onda e bandas usadas em sensoriamento remoto



Fonte: Formaggio et al., (2017)

Presente na maioria das câmeras, o sensor CMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor) foram estudados por McKinnon e Hoff (2017) os comprimentos de onda típicos. Normalizado pelo sinal verde, o cálculo do TGI é expresso de acordo com a (Equação 2).

$$\text{TGI} = G - 0,39 \times R - 0,61 \times B \quad (2)$$

TGI: Triangular Greenness Index

G: reflectância no canal espectral do verde;

R: reflectância no canal espectral do vermelho;

B: reflectância no canal espectral do azul.

Para se avaliar a senescência de plantas daninhas com a aplicação de um herbicida por meio do sensoriamento remoto, converte-se um número digital para um índice; segundo Jensen (2009), existem mais de 20 índices de vegetações sendo usados, porém alguns possuem

características biofísicas únicas, enquanto outros possuem informações equivalentes, a sua utilização permite aplicações variadas como por exemplo: avaliação de deficiência de nitrogênio no algodoeiro realizado por Motomiya et al., (2009), os autores usaram o NDVI e encontraram tendências crescentes ao longo de 9 avaliações para índice de área foliar, índice de clorofila e altura de plantas; enquanto a relação entre os valores obtidos na faixa do espectro vermelho e infravermelho próximo tiveram comportamento inverso. Polidori (2020) utilizou o sensoriamento remoto com imagens de satélite de alta resolução temporal para observação da dinâmica dos ambientes tropicais; o autor ainda cita que a abordagem para o monitoramento por sensoriamento remoto deve levar em consideração a variedade dos fenômenos dinâmicos, que refere-se às mudanças na superfície da terra em escalas espaciais e temporais em que os aspectos mais considerados estão relacionados com os comportamentos radiométricos e geométricos.

## **2.5. Armazenamento de caldas fitossanitárias**

Atualmente as pulverizações de herbicidas estão inseridas em um pacote de atividades muitas vezes sincronizadas com as práticas de trabalho da propriedade. Por isso, condições de chuvas, equipamentos, pessoal, pragas, doenças e plantas daninhas, além das próprias características das culturas, fazem com que a grande maioria dos herbicidas sejam aplicados na forma de misturas de tanque (REF). Além disso, o grande número de variáveis no campo, e a dificuldade de gestão operacional, faz com que muitos operadores deixem a calda armazenada por períodos de horas e até dias no tanque (REF). Isto pode ocasionar problemas como incompatibilidade e redução da atividade do herbicida (PETTER et al., 2012). Ainda, o armazenamento de calda fitossanitária não é esclarecido em bulas e a mistura de produtos dificulta muito no entendimento do que ocorre com uma calda armazenada.

As aplicações de herbicidas no controle de plantas daninhas são dependentes das condições de tempo da região, bem como outros produtos utilizados na produção agrícola. Dessa forma, pesquisar sobre armazenamento de caldas é um fator importante para conseguir o objetivo de boa eficiência e garantir que o gasto de tempo, recursos financeiros e mão-de-obra reflitam em produtividade. Pesquisas relacionadas ainda são pouco realizadas, dois trabalhos foram feitos com uso de envelhecimento de calda na década de 90; o primeiro Ramos & Durigan (1998) feito com herbicidas em pós-emergência e o segundo pelos mesmos autores Ramos & Durigan (1999), em ambos, concluíram que as caldas utilizadas poderiam ser armazenadas sem a perda de sua eficiência por pelo menos 30 dias.

Ferreira et al. (2019) avaliando o efeito do período de armazenamento na tensão superficial e densidade das caldas utilizando glyphosate, clethodim 2,4-D, IOP e Assist, concluíram que o armazenamento por até 8 dias não gera alterações na tensão superficial e na densidade de pulverização. Schortgen e Patton (2019), concluíram em estudo que o controle de ervas daninhas por 2,4-D depende da dureza da água, da mistura e da inclusão de adjuvante, mas não do tempo de armazenamento da solução de pulverização. Ainda destacam que, esta informação proporciona aos aplicadores maior flexibilidade de tempo, pois mudanças nas condições climáticas podem exigir o atraso na aplicação e o prolongamento do armazenamento das misturas. Embora as misturas de herbicidas sejam eficazes após vários dias de armazenamento, a volatilização da amônia pode aumentar com o tempo e causar aroma desagradável, assim os aplicadores que desejam armazenar misturas de herbicidas devem considerar o pH da água de pulverização para menos de 7,5 a fim de eliminar a transformação.

Outros fatores devem ser levados em conta quando se manipula o uso de produtos fitossanitários na produção agrícola, além de pensar em estudar sobre o envelhecimento, as características físico-químicas podem sofrer alterações que reduzam a eficiência. Embora seja comum, porém, não é recomendado o uso de 5 ou mais tipos de produtos em uma aplicação. Nesse contexto, Rakes et al. (2017) utilizaram 12 produtos fitossanitários para avaliar suas propriedades dentre eles inseticidas, fungicidas e herbicidas e não houve incompatibilidade entre os produtos testados, contudo, cada caso em especial deve seguir as avaliações para evitar problemas.

### **3. MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1. Local de instalação**

O presente trabalho foi realizado na área experimental do Campus Monte Carmelo, pertencente a Universidade Federal de Uberlândia, com altitude média de 980m em relação ao nível do mar, sob as coordenadas geográficas Latitude:18°43'23.83"S Longitude: 47°31'24.48"O. O solo da área foi caracterizado como Latossolo Vermelho distrófico. De acordo com a classificação de Köppen (1948), o clima da região é do tipo Aw – tropical quente úmido, com inverno frio (15/16°C) e seco. As médias anuais de precipitação e temperatura são de 1.400 mm e 23 °C, respectivamente, segundo o Instituto Nacional de Meteorologia (EMBRAPA, 2017).

### 3.2. Instalação do Experimento

Os dois experimentos foram conduzidos sob sistema de cultivo convencional, na safra 2019/20 entre setembro e abril. Para tal a área foi gradeada e nivelada utilizando uma grade. Após a emergência das plantas daninhas, as parcelas foram demarcadas em 3 x 5m, e assim que as plantas daninhas emergiram, as parcelas foram demarcadas. Cada parcela tinha dimensões de 3 x 5m, equivalente a 15 m<sup>2</sup>, e como área útil foi considerado 15m<sup>2</sup>. As parcelas foram separadas espacialmente por uma distância de 1,0 m entre as parcelas e os blocos com 2,5m entre si, conforme Apêndice A e B. Foram realizadas capinas regulares entre parcelas e entre blocos para manter limpo, a fim de facilitar o processamento das imagens.

### 3.3. Estudo fitossociológico

As plantas daninhas presentes na área foram identificadas e quantificadas conforme método fitossociológico Braun-Blanquet, (1979); o método consiste em avaliar 12 áreas aleatórias de 1m<sup>2</sup> cada. As principais espécies que receberam os tratamentos foram: trapoeraba (*Commelina benghalensis*), capim-colchão (*Digitaria sanguinalis*), capim-pé-de-galinha (*Euleusine indica*), Caruru (*Amaranthus viridis*), beldroega (*Portulaca oleracea*), Corda-de-violão (*Ipomoea triloba* e *I. nil*), falsa-serralha (*Emilia fosbergii*), poaia-branca (*Richardia brasiliensis*), Mamona (*Ricinus comunis*) e leiteiro (*Euphorbia heterophylla*).

### 3.4. Delineamento experimental

Ambos experimentos tiveram como objetivo avaliar a eficácia de controle de plantas daninhas em função de diferentes combinações de misturas de herbicidas em tanque, doses e períodos de armazenamento de calda. Todavia a metodologia de avaliação de controle (meio de métodos visuais e técnicas de sensoriamento remoto) foi diferente nos dois experimentos, conforme detalhado no item 3.7.

Ainda foi feito na área para cada bloco uma testemunha, onde não foram aplicados herbicidas, utilizada somente para fins de observação, não sendo então computadas nas análises estatísticas, pois resultaria em um adicional que inviabilizaria processar a análise dos dados. Isso devido a não existir modelo matemático com adicional em esquema de parcelas subdivididas.

### 3.4.1. Experimento 1

O experimento foi conduzido em delineamento de blocos casualizados com quatro repetições em esquema de parcelas subsubdivididas no tempo 4x8x7. No qual, o fator da parcela foi correspondente à quatro composições de calda (Tabela 3), o fator da subparcela aos oito períodos de armazenamento de calda (0, 2, 4, 6, 8, 10, 12 e 14 dias) e o fator da subsubparcela foi equivalente às sete épocas de avaliações (1, 3, 5, 7, 9, 28 e 35 dias após a aplicação dos herbicidas - DAA), totalizando 32 tratamentos. Os detalhes de cada tratamento podem ser consultados no APÊNDICE A.

Tabela 3- Composição dos quatro tipos de calda com herbicidas, doses e formulação do produto comercial. Cada calda foi submetida a oito períodos de armazenamento (0, 2, 4, 6, 8, 10, 12 e 14 dias) antes da aplicação, totalizando 32 tratamentos.

Tipo de Calda	Herbicida(s)	Dose (g i.a. ha <sup>-1</sup> )	Formulação
1	glifosato <sup>1</sup>	1736	SC
2	glifosato + 2,4D <sup>2</sup>	1736 + 1612	SC
3	glifosato + dicamba <sup>3</sup>	1736 + 624	SC
4	glifosato + diquate <sup>4</sup>	1736 + 500	SC

<sup>1</sup>62% de Sal potássico de N-(fosfometil) glicina e 50% de equivalente ácido; <sup>2</sup>80,6% de sal de dimetilamina de (2,4-diclorofenoxi) ácido acético (2,4-D) e 67% de equivalente ácido; <sup>3</sup>48% de ácido 3,6-dicloro-anísico; <sup>4</sup>20% de 9,10-dihydro-8a, 10a-diazoniaphenanthrene.

Foi destinado para cada bloco uma testemunha, onde não foi aplicado herbicidas somente para fins de observação, não computadas nas análises estatísticas, pois resultaria em um adicional que inviabilizaria rodar a análise dos dados. Isso devido a não existir modelo matemático com adicional em esquema de parcelas subsubdivididas.

As caldas começaram a ser preparadas no dia 20/09/2019 e foram sendo descartadas mantendo as descritas no intervalo do experimento até a data da aplicação que foi feita no dia 05/12/2019, as condições meteorológicas durante as aplicações foram monitoradas utilizando um termo-hidro-anemômetro marca Kestrel (Creek Circle Boothwyn, PA, EUA), modelo 4000, os valores de temperatura, umidade relativa do ar e velocidade do vento variaram respectivamente entre 23,3 a 27,6 °C, 32 a 65,2% e 4,32 a 15,12 km h<sup>-1</sup>, respectivamente.

### 3.4.2. Experimento 2

O experimento foi conduzido em delineamento de blocos casualizados com quatro repetições em esquema de parcelas subsubdivididas no tempo 4x8x7. No qual, o fator da parcela foi correspondente à quatro doses da composição de uma calda (Tabela 4), o fator da subparcela aos oito períodos de armazenamento de calda (0, 2, 4, 6, 8, 10, 12 e 14 dias) e o fator da subsubparcela foi equivalente às sete épocas de avaliações (1, 3, 5, 7, 9, 14, e 28 dias após a aplicação dos herbicidas - DAA), totalizando 32 tratamentos. Os detalhes de cada tratamento podem ser consultados no APÊNDICE B.

Tabela 4- Composição das quatro doses de uma calda com herbicidas e formulação dos produtos comerciais. Cada calda foi submetida a oito períodos de armazenamento (0, 2, 4, 6, 8, 10, 12 e 14 dias) antes da aplicação, totalizando 32 tratamentos

Tipo de Calda	Herbicida(s)	Dose (g i.a. ha <sup>-1</sup> )	Formulação
1	glifosato <sup>1</sup> + dicamba <sup>2</sup>	434+480	SC
2	glifosato + dicamba	868 + 528	SC
3	glifosato + dicamba	1736 + 624	SC
4	glifosato + dicamba	2170 + 720	SC

<sup>1</sup>62% de Sal potássico de N-(fosfonometil) glicina e 50% de equivalente ácido; <sup>2</sup>48% de ácido 3,6-dicloro-anísico; <sup>4</sup>20% de 9,10-dihydro-8a, 10a-diazoniaphenanthrene.

As caldas começaram a ser preparadas no dia 14/02/2020 e foram sendo descartadas mantendo as descritas no intervalo do experimento até a data da aplicação que foi feita no dia 13/03/2020, as condições meteorológicas foram monitoradas utilizando um termo-hidroanemômetro (modelo 4000) da marca Kestrel (Creek Circle Boothwyn, PA, EUA) os valores de temperatura, umidade relativa do ar e velocidade do vento variaram respectivamente entre 26 a 29 °C, 50 a 65% e 4,32 a 12,6 km h<sup>-1</sup>, respectivamente.

### 3.5. Preparação das caldas de aplicação

Nos dois experimentos, a água foi coletada de poço artesiano e as caldas preparadas foram armazenadas em garrafas pet de 2L equivalente a um volume de calda de 200 L ha<sup>-1</sup>.

Para o primeiro experimento as caldas começaram a ser preparadas 20/09/2019 e continuaram a ser preparadas de dois em dois dias com duração de armazenamento máxima de 14 dias. No segundo experimento o preparo das caldas começou no dia 14/02/2020 e continuaram a ser preparadas de quatro em quatro dias com duração máxima de 28 dias de armazenamento. As garrafas pet de 2 L foram pintadas de preto e identificadas com o número do tratamento, data e horário de preparo e acondicionadas no laboratório com temperatura média de 25°C até o momento da aplicação, que foi realizado no último dia de armazenamento. O pH da água em todas as coletas se manteve em torno de 6,3. Foi utilizado um pHmetro de mão, marca PHTEK (Curitiba, Paraná, Brasil).

### **3.6. Equipamento de aplicação**

Foi utilizado um pulverizador costal pressurizado (CO<sub>2</sub>), marca Herbicat (Catanduva, São Paulo, Brasil), equipado com barra de aplicação de 3 metros, composta por 6 pontas espaçadas em 0,5 metros. As pontas de aplicação foram do tipo leque (modelo AD-IA) da marca Magnojet (Ibati, Paraná, Brasil), com ângulo de abertura de 110°, e vazão nominal de 0,76 L min<sup>-1</sup> a 291,3 kPa, gerando gotas extremamente grossas segundo o fabricante, foi utilizado durante os experimentos na pressão de 255 kPa. Adotou-se uma velocidade de aplicação de 4,56 km h<sup>-1</sup>.

### **3.7. Índices TGI e NDVI**

Para obtenção das imagens foi utilizado drone modelo Phantom 4 Pro, fabricante DJI (Shezhen, China), com autonomia média de voo de 30 minutos, peso de 1.375 gramas, equipado com câmera de sensor CMOS 1 com 20 megapixels e GPS integrado; sensor modelo Mapir Survey 3 fabricante Mapir (San Diego, EUA), com peso de 60 gramas, GPS integrado e operando nos canais do vermelho, verde e infravermelho próximo do espectro eletromagnético.

No primeiro experimento foi correlacionado juntamente com as notas visuais dos avaliadores, o índice TGI, da tecnologia de imagens, obtidos a partir do ortomosaico; no segundo experimento as notas visuais foram correlacionadas com o índice NDVI. Para obtenção dos dados utilizou-se o programa MCC (Mapir Câmera Control, 2020) para o pré processamento com a finalidade de fazer a correção atmosférica e transformação de número digital para porcentagem de reflectância; a montagem do ortomosaico foi feita no Agisoft Photoscan (Agisoft, L. L. C., 2014) o qual foi utilizado nuvem densa e modelo digital de

elevação como subprodutos por fim o processamento final para obtenção dos índices registradas as imagens e feita a estatística zonal para cada parcela foi no programa Qgis (QGIS Development Team, 2020).

### 3.8.Eficácia de controle

Para o experimento 1, as avaliações foram realizadas aos 1, 3, 5, 7, 9, 28 e 35 DAA. Para o experimento 2 foram 7 avaliações: 1, 3, 5, 7, 9, 14, e 28 DAA. A avaliação foi realizada por três avaliadores, em ambos, realizados pela média das notas de três avaliadores treinados dentro de uma escala que varia de 0 a 100% (Tabela 5) e pela obtenção de imagens aéreas com uso de aeronave remotamente pilotada.

Tabela 5 - Escala de avaliação visual de controle das plantas daninhas após aplicação de herbicidas.

Índice	% de controle	Descrição do nível de controle
1	91-100	Excelente
2	81-90	Muito bom
3	71-80	Bom
4	61-70	Suficiente
5	41-60	Regular
6	0-40	Nenhum ou pobre

Fonte: Filho & Christoffoleti (2013).

### 3.9.Análises Estatísticas

As análises estatísticas foram realizadas com o software R (R Core Team, 2021). Os dados atenderam aos testes de pressuposições de normalidade dos resíduos pelo teste de Shapiro-Wilk. Para verificar a homogeneidade das variâncias foi aplicado o teste de Oneillmathews a 5% de significância. Posteriormente, os dados foram submetidos a análise de variância com os desdobramentos foram feitas as análises de regressões; para todas as avaliações de eficácia visuais fez-se as correlações com os índices TGI e NDVI obtidos por sensoriamento remoto e calculou-se o índice de correlação de Pearson.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Sobre o armazenamento de calda para os dois experimentos após feitas as análises de variância (Tabelas 6 e 7), pôde-se observar que não houve interações significativas, o que se torna um ponto favorável ao uso no campo sem que haja a perda da eficiência. Resultados semelhantes foram encontrados por Stewart et al., (2009), que trabalharam mantendo a solução por 1, 3 e 7 dias em mistura, quatro herbicidas de pré-emergência e cinco de pós-emergência na cultura do milho. Observações feitas também por Ramos & Durigan, (1998) que testaram o efeito prolongado de 4 herbicidas de pós-emergência em um intervalo de 5 em 5 até a duração de 30 dias.

Tabela 6. Análise de variância das avaliações dias após a aplicação com variável resposta os índices TGI, para as caldas herbicidas e períodos de armazenamento.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BLOCO	3	0,000062	0,000021	0,534	0,6703
HERBICIDA (H)	3	0,003866	0,001289	33,200	0,0000*
erro 1	9	0,000349	0,000039		
ARMAZENAMENTO (A)	7	0,000084	0,000012	0,563	0,7841
HxE	21	0,000697	0,000033	1,554	0,0815
erro 2	84	0,001794	0,000021		
AV_DAA	6	0,014178	0,002363	185,991	0,0000*
AV_DAAxH	18	0,015823	0,000879	69,191	0,0000*
AV_DAAxA	42	0,000357	0,000008	0,668	0,9468
AV_DAAxAxH	126	0,001654	0,000013	1,033	0,3950
erro 3	576	0,007318	0,000013		
Total corrigido	895	0,046181			
CV 1 (%) =	167,79				
CV 2 (%) =	124,46				
CV 3 (%) =	96,00				
Média geral:	0,0037129	Número de observações:	896		

FV: Fontes de Variação; GL: Graus Liberdade; SQ soma dos quadrados; QM quadrado médio; \* significativo (P>0,05) pelo teste F.

Houve interação significativa entre as avaliações visuais de controle *in locu* e o índice TGI (Tabela 6). Com o desdobramento da interação entre as avaliações referentes aos índices TGI e as caldas herbicidas, pode-se observar sobre o comportamento quanto ao tempo de ação e eficiência na dessecação. Como o índice TGI é formado pelas três bandas do visível, Azul, Verde e Vermelho; caracteriza-se que o azul e o vermelho são sensíveis à clorofila A e B, o verde à pigmentação e o vermelho, isoladamente, à senescência do vegetal, ou seja, o índice TGI reúne todas essas condições. Esses parâmetros agrônômicos possivelmente apresentaram mudanças com as aplicações das caldas herbicidas, por isso, houve uma variação dos índices TGI (FORMAGGIO; SANCHES, 2017).

Tabela 7. Análise de variância das avaliações dias após a aplicação com a variável resposta os índices NDVI, para as doses das caldas herbicidas e envelhecimento.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BLOCO	3	0,018786	0,006262	1,129	0,3882
DOSE (D)	3	0,310175	0,103392	18,633	0,0003*
erro 1	9	0,049939	0,005549		
ENVELHECIMENTO (E)	7	0,038610	0,005516	0,924	0,4920
DxE	21	0,094915	0,004520	0,758	0,7607
erro 2	84	0,501185	0,005966		
AV_DAA	6	6,345444	1,057574	3158,914	0,0000*
AV_DAAxD	18	0,112255	0,006236	18,628	0,0000*
AV_DAAxE	42	0,014837	0,000353	1,055	0,3804
AV_DAAxExD	126	0,042133	0,000334	0,999	0,4916
erro 3	576	0,192839	0,000335		
Total corrigido	895	7,721119			
CV 1 (%) =	21,67				
CV 2 (%) =	22,47				
CV 3 (%) =	5,32				
Média geral:	0,3437172	Número de observações:	896		

FV: Fontes de Variação; GL: Graus Liberdade; SQ soma dos quadrados; QM quadrado médio; \* significativo (P>0,05) pelo teste F.

A Figura 2D, mostra que inicialmente logo no primeiro dia de avaliação, os valores de índices TGI altos representam maior percentual de controle, comportamento esperado devido ao herbicida diquate por ter um translocação nas células próximas ao contato e manteve um controle até 30 dias aproximadamente, tendo declinado após esta época; já para os demais herbicidas (Figuras 2A, 2B e 2C) por serem sistêmicos levaram cerca de 5 dias para causarem efeito; é possível observar queda do controle em todos os gráficos (Figura 2), esse fato é devido ao interior das parcelas experimentais terem emergidas novas ervas daninhas em função do período de avaliação, obrigatoriamente para ambos os experimentos resulta em um maior TGI e NDVI, pois, há aumento de área foliar e biomassa, fato também observado para o NDVI a partir de 15 DAA (Figura 3), o que ocasionou um mascaramento não revelando de fato o efeito real dos dados obtidos por imagem. Conforme os dias passaram, os locais onde houve diminuição de NDVI e TGI denota-se uma eficácia das caldas herbicidas, pois houve uma redução da biomassa e índice de área foliar, em contrapartida, onde ocorreu aumento dos valores, representaram baixa eficácia das caldas herbicidas, significando que a vegetação ou as plantas daninhas daquele local estavam com alto vigor vegetativo.

Ao verificar a eficiência das quatro caldas herbicidas do experimento 1 com o teste de Scott-Knott aplicado com (p<0,05) (Tabela 8), pode se observar que aos 28 dias após a aplicação, todas se comportaram de formas iguais, com isso pode se deduzir que foram eficientes na dessecação, porém, algumas misturas levaram um pouco mais de tempo para o controle, a partir do quinto dia a calda de glifosato + 2,4D se pronunciaram melhores em todas as avaliações; vale ressaltar que para elaborar as parcelas experimentais foi esperado que as

plantas daninhas cobrissem o solo a fim de que os índices obtidos pudessem caracterizar de forma gradativa o efeito dos herbicidas, sendo assim, as plantas daninhas presentes estavam maiores e vigorosas.

Figura 2 - Regressões e curvas entre os índices TGI e dias após aplicações das caldas herbicidas.

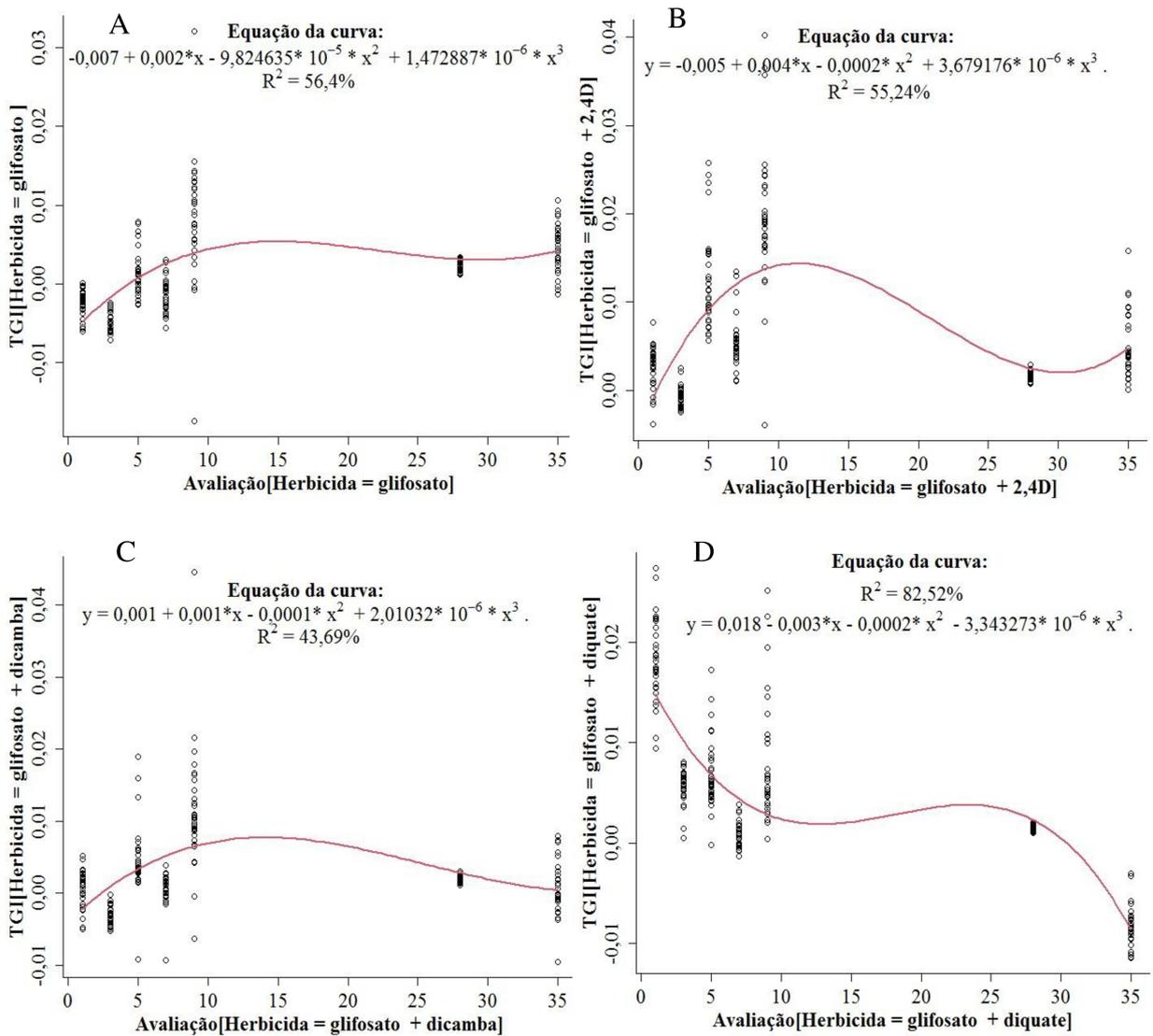


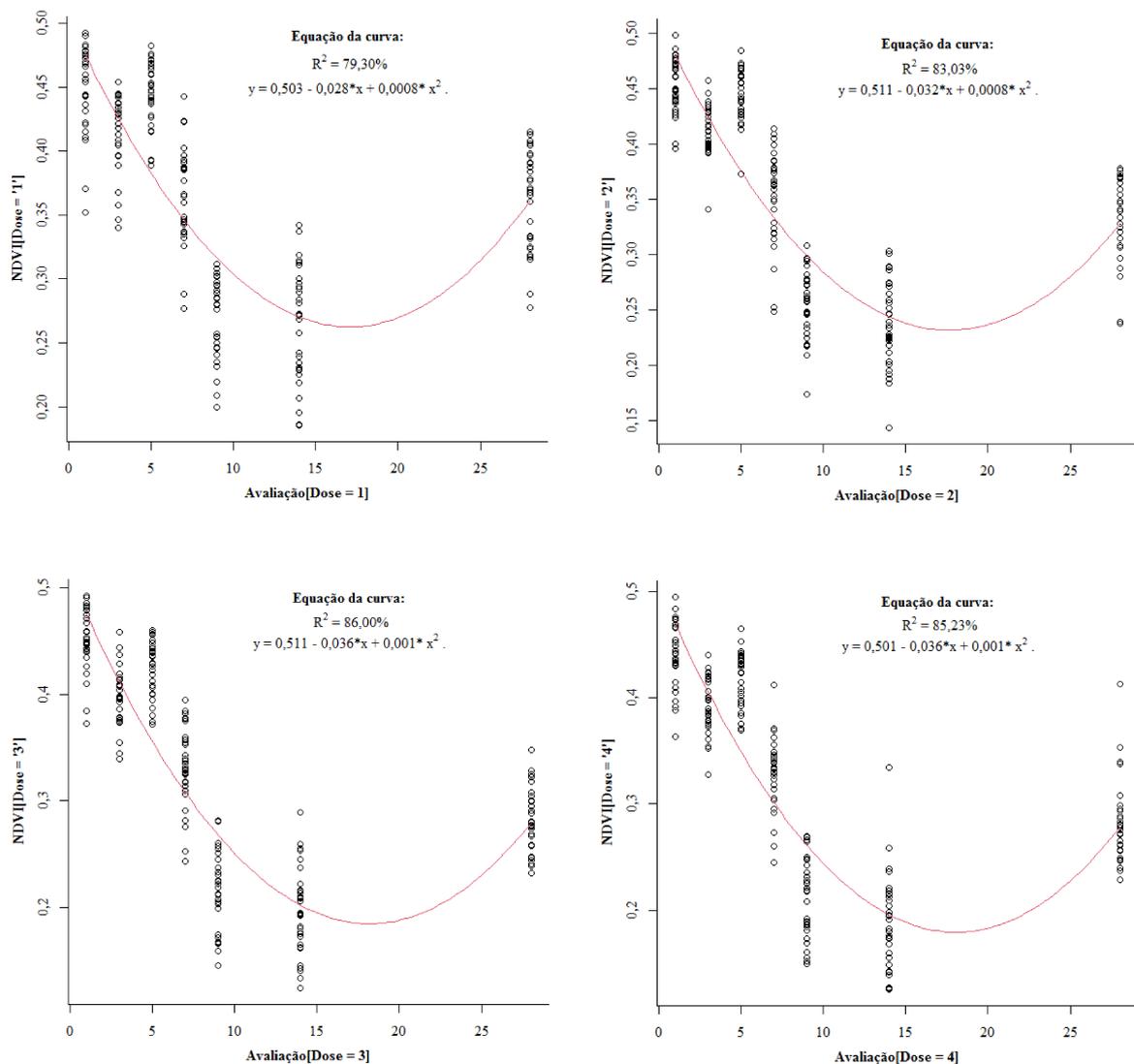
Tabela 8 - Teste de Scott-Knott para o desdobramento de Herbicidas dentro de cada avaliação dias após a aplicação

Herbicidas <sup>(1)</sup>	Dias após a aplicação (DAA)						
	1	3	5	7	9	28	35
glifosato (1736)	-0,002458 d	-0,004765 d	0,001472 d	-0,001476 c	0,008335 c	0,002495 a	0,004499 a
glif. + 2,4D (1736 + 1612)	0,002626 b	-0,000862 b	0,012376 a	0,005474 a	0,019666 a	0,001693 a	0,005123 a
glif. + Dicamba (1736 + 624)	0,000628 c	-0,002935 c	0,004581 c	0,000684 b	0,011292 b	0,002171 a	0,000750 b
glif. + diquate (1736 + 500)	0,018329 a	0,005634 a	0,006859 b	0,000897 b	0,007666 c	0,001507 a	-0,008297 c

(1) Dosagens em g i.a. ha<sup>-1</sup>

Médias seguidas por letras minúsculas diferem entre si numa mesma coluna, pelo teste de Scott-Knott a (p<0,05).

Figura 3 - Regressões e curvas entre os índices NDVI e dias após aplicações das caldas herbicidas.



Para validar as informações obtidas fez-se a correlação de Pearson entre os índices TGI no experimento 1 (Tabela 9) e NDVI no experimento 2 (Tabela 10), com a média das notas

visuais dos três avaliadores quanto ao percentual de dessecação (Tabela 5); observa-se que para o NDVI o ajuste dos modelos foram melhorando de forma crescente ao longo do tempo nas avaliações, já para o TGI foi em sentido oposto; somente para a avaliação 35 dias após a aplicação houve a interferência do surgimento de novas plantas daninhas no interior das parcelas experimentais. Ao analisar os dois índices, quanto maior o valor do TGI, maior é o estado de senescência, biomassa e índice de área foliar, o mesmo pode ser aplicado ao NDVI. Em relação as bandas do visível, isoladamente, quanto menores os valores do azul e vermelho, maior é a absorção da radiação eletromagnética, ou seja, maior a taxa fotossintética; quanto maior o valor do vermelho, maior é o amarelecimento das folhas; quanto maior o verde, maior taxa de pigmentação, ou seja, maior é a tonalidade verde das folhas; levando-se em conta essas informações, pelo custo das câmeras que captam o índice TGI serem inferiores às que captam os índices NDVI para avaliar senescência na fase inicial torna-se viável economicamente.

Tabela 9 - Modelos de linhas de dispersão dos pontos entre a correlação de Pearson ( $p < 0,005$ ) das notas visuais em função dos índices TGI.

<b>Avaliações (DAA)</b>	<b>Modelo</b>	<b>R2 (%)</b>	<b>Pearson</b>	<b>P-Valor</b>
<b>1</b>	$y=8,815+1829,689x$	80,59	0,898	0,000003
<b>3</b>	$y=31,32+3472,28x$	88,54	0,941	0,000003
<b>5</b>	$y=38,52+690,63x$	14,89	0,386	0,000009
<b>7</b>	$y=51,09+1529,20x$	36,05	0,600	0,000000
<b>9</b>	$y=46,84+440,87x$	22,04	0,469	0,001469
<b>28</b>	$y=30,15+14321,64x$	7,44	0,273	0,001831
<b>35</b>	$y=48,39+4363,47x$	74,06	0,861	0,000003

Fonte: O autor.

O TGI é um índice que considera a multiplicação direta de três comprimentos de onda na faixa do vermelho (R), verde (G) e azul (B); esses três espectros podem ser medidas indiretas da taxa fotossintética da planta ou da sua clorofila, quanto maior o valor de reflectância menor é a taxa fotossintética, ou seja, foram absorvidos, porém, não considera-se biomassa e índice de área foliar; já o NDVI considera apenas os comprimentos de onda na faixa do vermelho (R) e infravermelho próximo (IVP) que são os espectros visíveis e respondem melhor a alguma deficiência fotossintética que a planta tem (HUNT JR et al., 2013).

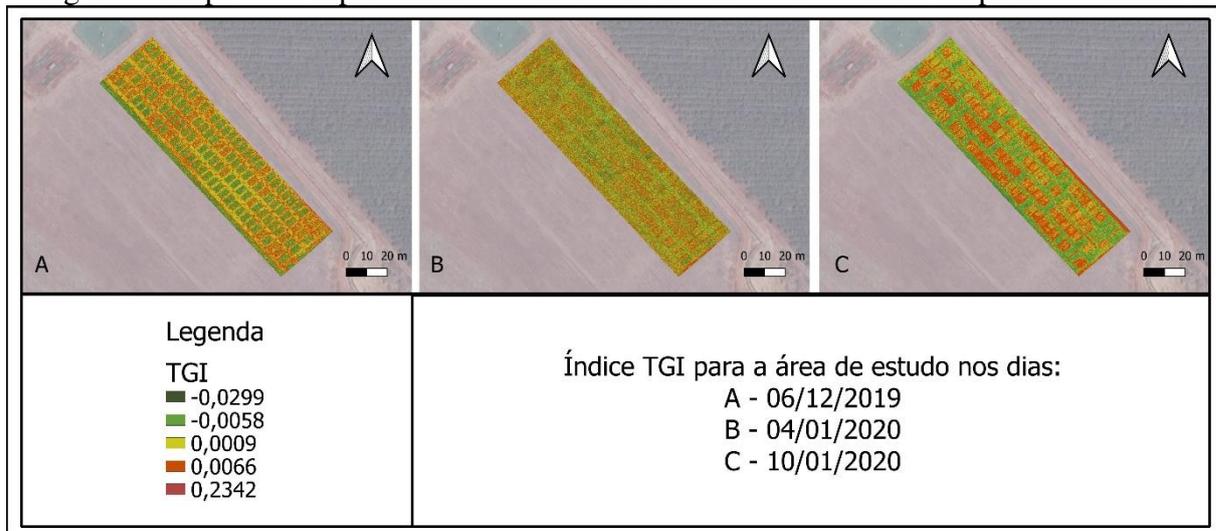
Tabela 10 - Modelos de linhas de dispersão dos pontos entre a correlação de Pearson ( $p < 0,005$ ) das notas visuais em função dos índices NDVI.

<b>Avaliações (DAA)</b>	<b>Modelo</b>	<b>R2 (%)</b>	<b>Pearson</b>	<b>P-Valor</b>
<b>1</b>	$y=48,39+4363,47x$	1,52	0,123	0,165400 ns
<b>3</b>	$y=81,26-126,51x$	17,16	-0,414	0,387845 ns
<b>5</b>	$y=127,5-179,9x$	26,02	-0,510	0,000000
<b>7</b>	$y=111,3-153,7x$	29,46	-0,543	0,000000
<b>9</b>	$y=106,7-181,5x$	38,01	-0,616	0,000000
<b>14</b>	$y=105,7-155,6x$	44,74	-0,669	0,000003
<b>28</b>	$y=151,8-266,6x$	56,23	-0,750	0,000000

Fonte: O autor.

Os dados do ortomosaico de onde se extraíram os índices TGI (Figura 4), mostram 3 avaliações do experimento 1 com as respectivas datas; com 1 dia após aplicação dos tratamentos (Figura 4A), com 30 dias (Figura 4B) e com 36 dias (Figura 4C). De forma visível observa-se em todos os blocos que algumas parcelas experimentais encontram-se avermelhadas (Figura 4A) com índices altos e as mesmas parcelas 36 dias após a aplicação encontram-se esverdeadas nas regiões periféricas na ponta esquerda e ponta direita (Figura 4C); característica ocasionada pelo herbicida diquate por ser de contato e agir rápido próximo às células do mesófilo foliar, causou redução rápida da fotossíntese e senescência, porém, como as plantas daninhas estavam grandes e vigorosas, se recuperaram e tornaram-se parcelas verdes novamente; tais parcelas experimentais podem ser conferidas no sorteio dos tratamentos (Apêndice – C). As demais parcelas observa-se a mesma diferença, pois refere-se aos tratamentos com o herbicida dicamba, com 24h foi registrado murchamento das plantas daninhas devido ao fenômeno epinastia celular que é causado.

Figura 4: Mapa do comportamento do índice TGI com a senescência das plantas daninhas



Fonte: O autor.

O IVP é uma medida indireta da biomassa, pois o seu valor refletido, refere-se ao mesófilo foliar, assim o índice NDVI nessa condição de avaliar a senescência causada pela aplicação dos herbicidas fez uma relação entre biomassa e fotossíntese. Como as parcelas experimentais possuíam plantas daninhas com folha larga e folha estreita, com baixa e alta eficiência fotossintética e biomassa variada, ocorreu essa característica do ajuste dos modelos de regressão, onde inicialmente as plantas possuíam reflectâncias variadas (Tabela 10); a medida que os herbicidas faziam efeito esses valores tornavam-se mais semelhantes, pois, para plantas mortas com a cor esbranquiçadas existe uma constante pela alta reflectância na faixa do R, G e B e não reflete no IVP; nessa linha de raciocínio o NDVI funciona muito bem quando trata-se somente uma espécie, dessa forma foram característicos os ajustes dos modelos de regressão caminharem em sentidos opostos para o índice TGI (Tabela 9), também pode ser visto que aos 35 dias após a aplicação o ajuste do modelo voltou a ficar melhor, pois novas plantas daninhas já haviam nascido no interior das parcelas experimentais (NOVO, 2010). Essa relação inversa foi observada por Trentin, Trentin e Saldanha (2019) ao avaliarem a relação entre a biomassa de vegetação nativa campestre e dados de sensoriamento remoto orbital, onde observaram que o NDVI foi proporcional à medida das coletas em campo; diferente para as bandas do visível (azul e vermelho), fato ocasionado devido à medida que a biomassa se desenvolve, a reflectância no infravermelho aumenta e no vermelho em especial é absorvida em função da fotossíntese.

Portanto, o desdobramento das doses das caldas em misturas dos herbicidas glifosato e dicamba em cada avaliação dos índices NDVI (Tabela 11), demonstraram que a dose 3 (entre

a metade e a máxima recomendada) foi suficiente no controle das plantas daninhas existentes se igualando-se à dose máxima.

Tabela 11. Teste de Scott-Knott para o desdobramento de doses dentro de cada avaliação dias após a aplicação.

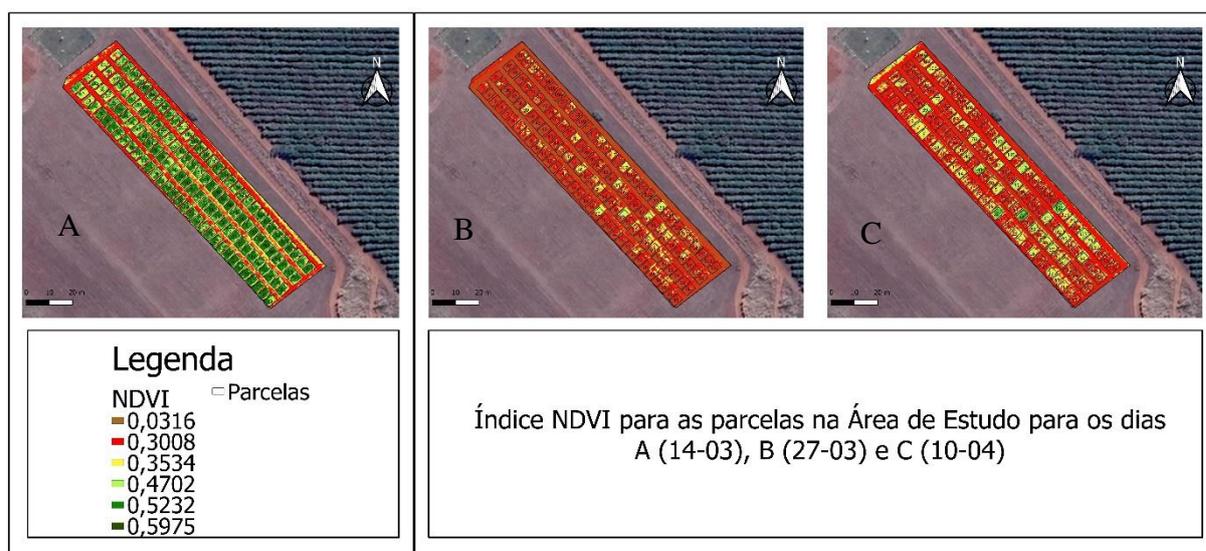
Herbicidas <sup>(1)</sup>	Dias após a aplicação (DAA)						
	1	3	5	7	9	14	28
glif. + dicamba (434 + 480)	0.450981 ab	0.414759 b	0.446124 b	0.367144 c	0.270784 c	0.265166 c	0.363889 c
glif. + dicamba (868 + 528)	0.453855 ab	0.413682 b	0.443111 b	0.350259 b	0.254280 b	0.237422 b	0.330561 b
glif. + dicamba (1736 + 624)	0.448479 ab	0.400566 a	0.423018 a	0.332190 a	0.218232 a	0.195903 a	0.282480 a
glif. + dicamba (2170 + 720)	0.441346 a	0.394253 a	0.417270 a	0.328426 a	0.209993 a	0.188321 a	0.281591 a

(2) Dosagens em g i.a. ha<sup>-1</sup>

Médias seguidas por letras minúsculas diferem entre si numa mesma coluna, pelo teste de Scott-Knott a ( $p < 0,05$ ).

A (Figura 5) obtida do ortomosaicos de onde extraíram-se os índices NDVI, mostra 3 avaliações do experimento 2 com as respectivas datas, com 1 dia após aplicação dos tratamentos (Figura 5A), com 14 dias (Figura 5B) e com 28 dias (Figura 5C); de forma visual notam-se que as parcelas das doses mínima e metade recomendadas pelos fabricantes foram ocupadas por novas plantas daninhas comparadas com a dose entre a metade e máxima e a máxima dose, assim possibilitaram um controle melhor. A posição do sorteio das parcelas experimentais do experimento 2 pode ser conferida (Apêndice D).

Figura 5: Mapa do comportamento do índice NDVI com a senescência das plantas daninhas



Fonte: O autor.

## 5. CONCLUSÕES

As caldas herbicidas do presente trabalho permitiram ser armazenadas sem prejuízo da perda de eficácia na dessecação de plantas daninhas até 28 dias de armazenamento.

A dose entre a metade e a máxima recomendada pelos fabricantes da calda herbicida em mistura de glifosato + dicamba foi suficiente para controle das plantas daninhas avaliadas.

O índice TGI é eficiente para avaliar injúrias causadas na fase inicial em relação a senescência das plantas daninhas, já o NDVI funcionou melhor na avaliação final em condições de biomassa variadas de plantas.

Ainda que o sensoriamento remoto fornece informações da variabilidade espectral, não pode ser utilizado para condições isoladas.

## REFERÊNCIAS

- ADEGAS, F.S; OLIVEIRA, M.F; VIEIRA, O.V; PRETE, C.E.C; GAZZIERO, D.L.P; VOLL, E. Levantamento fitossociológico de plantas daninhas na cultura do girassol. **Planta daninha**, v. 28, n. 4, p. 705-706, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-83582010000400002>
- AGISOFT, L. L. C. (2014). **Agisoft Photoscan Pro**. St. Petersburg, Russia. Disponível em: <http://www.agisoft.com>
- ASSIS, P. H. de S. Mapeamento de parâmetros agronômicos do cafeeiro a partir de imagens tomadas por aeronave remotamente pilotada. Disponível em: <<http://repositorio.ufu.br/handle/123456789/27665>> Acesso em 10 de dez de 2020.
- BASSO, F. J. M.; GALON, L.; FORTE, C. T.; AGAZZI, L. R.; NONEMACHER, F.; PERIN, G. F.; FIABANI, R. C.; WINTER, F. L. Manejo de plantas daninhas em milho RR® com herbicidas aplicados isoladamente ou associados ao glyphosate. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v. 17, n. 2, p. 148-157, 2018. DOI: <https://doi.org/10.5965/223811711722018148>
- BANDEIRA, A.da S.; LIMA, R. da S.; TEIXEIRA, E. C.; NUNES, R. T. C.; NOVAIS, V. R. de; SOUZA, U. O., PÚBLIO JR., E. **Levantamento fitossociológico de plantas daninhas na cultura do feijão-caupi**. *Revista Cultura Agronômica*, v. 27, n. 2, p. 327-340, 2018. DOI: <https://doi.org/10.32929/2446-8355.2018v27n2p327-340>
- BRAUN-BLANQUET, J. *Fitossociologia: bases para el estudio de las comunidades vegetales*. Madri: H. Blume, 1979. 820 p.
- CHRISTOFFOLETI, P.J.; BORGES, A.; NICOLAI, M.; CARVALHO, S.J.P.; LÓPEZ-OVEJERO, R.F.; MONQUERO, P.A. Carfentrazone-ethyl aplicado em pós-emergência para o controle de *Ipomea spp.* e *Commelina benghalensis* na cultura d cana-de-açúcar. **Planta daninha**, v. 24, n. 1, p. 83-90, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-83582006000100011>
- COSTA, L.; NUNES L., AMPATZIDISL, Y. A new visible index (vNDVI) for estimating NDVI values on RGB images utilizing generic algorithms. **Computers and Electronics in Agriculture**, v.172, 2020b. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compag.2020.105334>
- CUNHA, J. P. A. R da; MARQUES, R. S.; ALVES, G. S. Deposição da calda na cultura da soja em função de diferentes pressões de trabalho e pontas de pulverização. **Revista Ceres**, v. 63, n.6, p. 761-768, 2016a. DOI: <https://doi.org/10.1590/0034-737X201663060003>
- CUNHA, J. P. A. R. da; MARQUES, R. S.; ALVES, G. S. Deposição da calda na cultura da soja em função de diferentes pressões de trabalho e pontas de pulverização. **Revista Ceres**, v. 63, n. 6, p. 761-768, 2016b. DOI: <https://doi.org/10.1590/0034-737X201663060003>
- CUNHA, J. P. A. R da; ALVES, G. S.; MARQUES, R. S. Tensão superficial, potencial hidrogeniônico e condutividade elétrica de caldas de produtos fitossanitários e adjuvantes. **Revista Ciência Agronômica**, v. 48, n. 2, p. 261-270, 2017. DOI:10.5935/1806-6690.20170030

EMBRAPA. Centro de Pesquisas Florestais. Clima. Disponível em: <<http://www.cnpf.embrapa.br/pesquisa/efb/clima.htm>>. Acesso em: 10 de dezembro 2020.

EWRC - European Weed Research Council. Report of the 3rd and 4rd meetings of EWRC. Committee of Methods in Weed Research, **Weedsearch**, v.4, n.1, p. 88, 1964.

FERREIRA, L. A. I. ; PRECIPITO, L. M. B. ; SILVA, A. S. ; ROMANO, G. ; LUCIANETTI, A. A. F. ; OLIVEIRA, R. B. Características físicas de caldas de pulverização em simulação de armazenamento. In: **Simpósio Internacional de Tecnologia de Aplicação, 2019**, Campo Grande/MS. IX SINTAG - Simpósio Internacional de Tecnologia de Aplicação. Botucatu/SP: FEPAF, 2019. v. 9.

FORMAGGIO, A. R.; SANCHES, I. D. **Sensoriamento Remoto em agricultura**. São Paulo: Oficina de textos, 2017. 288p.

HUNT JR, E. R.; DORAISWAMY, P. C.; MCMURTREY, J. E.; DAUGHTRY, C. S.T.; PERRY, E. M. ; AKHMEDOV, B. A visible band index for remote sensing leaf chlorophyll content at the canopy scale. **International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation**, v. 21, p. 103-112, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jag.2012.07.020>

JENSEN, J. R. **Sensoriamento Remoto do Ambiente: uma perspectiva em recursos terrestres**. São José dos campos: Parêntese, 2009. 598p.

LIMA, S. F.; PEREIRA, L. S.; SOUSA, G. D. de; OLIVEIRA, G. S. de; JAKELAITIS, A. Suppression of *Urochloa brizantha* and *U. ruziziensis* by glyphosate underdoses. **Revista Caatinga**, v.32, n. 3, p. 581-589, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1983-21252019v32n302r>

MACIEL, C. D. de G.; VARGAS, B. B. de; HELVIG, E. O.; MATIAS, J. P.; RESENDE, J. T. V. de; LUSTOSA, S. B. C. Influence of tank mixtures herbicides in pre-emergence of the chia crop. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 7, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i7.3669>

MARQUES, D. B. Qualidade de água e períodos de armazenamento de calda herbicida para dessecação.2019. Disponível em: <http://repositorio.bc.ufg.br/tede/handle/tede/9293> Acesso em 06 de maio de 2022.

MCC (2020). **Mapir Câmera Control**. San Diego, USA. Disponível em: <https://www.mapir.camera>

MCKINNON, T., HOFF, P., 2017. **Comparing RGB-based vegetation índices with NDVI for drone based agricultural sensing**. Disponível em: <https://www.docslides.com/slides/rgb-vegetation-indices-agribotix.html> Acesso em 11 de nov de 2020.

MOTOMIYA, A. V. DE A. ; MOLIN, J. P. ; CHIAVEGATO, E. J. Utilização de sensor ótico ativo para detectar deficiência foliar de nitrogênio em algodoeiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.13, n.2, p.137-145, 2009. DOI:<https://doi.org/10.1590/S1415-43662009000200005>

MUELLER-DOMBOIS, D.; ELLEMBERG, H. **Aims and methods of vegetation**. Ecology. New York: John Willey & Sons, 1974. 547 p

NOVO, E. M. L. de M. **Sensoriamento Remoto: Princípios e Aplicações**. 4. ed. São Paulo: Edgard Blucher Ltda., 2010. 387 p.

OLIVEIRA JÚNIOR, R. S. de; CONSTANTIN, J.; INOUE, M. H. **Biologia e manejo de plantas daninhas**. Curitiba: Omnipax, 2011. 348 p.

PETTER, F.A.; SEGATE, D.; PACHECO, L.P.; ALMEIDA, F.A.; ALCANTARA NETO, F. Incompatibilidade física de misturas entre herbicidas e inseticidas. **Planta Daninha**, v.30, n.2, p.449- 457, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-83582012000200025>

QGIS Development Team (2020). **QGIS Geographic Information System**. Open Source Geospatial Foundation Project. Disponível em: <http://qgis.osgeo.org>

RAKES, M.; GRÜTZMACHER, A.D.; PAZINI, J.B.; PASINI R.A.; SCHAEGLER C.E. Physicochemical compatibility of agrochemical mixtures in spray tanks for paddy field rice crops. **Planta daninha**, v. 35, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-83582017350100090>

RAMOS, H. H; DURIGAN J.C. Efeito do armazenamento de calda na eficácia de herbicidas aplicados em: 1 pós-emergência. **Planta daninha**, v. 16, n. 2, 1998. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-83581998000200011>

RAMOS, H. H; DURIGAN J.C. Efeito do armazenamento de calda na eficácia de herbicidas aplicados em pré-emergência (Parte II). **Planta daninha**, v. 17, n. 1, 1999. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-83581999000100002>

RAMOS, M. F. T.; SANTOS, R. T. da S.; GRIESANG, F.; ALMEIDA, D. P.; FERREIRA, M. da C. Does the sequence of addition of herbicide and adjuvants to the spray solution influence sicklepod control? **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 86, p. 1–7, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1590/1808-1657000542018>

R Core Team (2021). **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Disponível em: <https://www.R-project.org/>.

ROUSE, J.W.; HAAS, R.H.; SCHELL, J.A.; DEERING, D.W. *Monitoring vegetation systems in the great plains with ERTS*. In: **Third ERTS Symposium, Proceedings**, NASA SP-351, NASA, Washington, DC, v. 1, p. 309-317, 1973.

SCHORTGEN, G. P.A; PATTON, A. Weed control by 2,4-D dimethylamine depends on mixture water hardness and adjuvant inclusion but not spray solution storage time. **Weed Technology**. v 34, n 1, p. 107 – 116, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1017/wet.2019.117>

SOCIEDADE BRASILEIRA DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS (SBCPD). **Procedimentos para instalação, avaliação e análise de experimentos com herbicidas**. Londrina, 1995. 42 p

STEWART, C. L.; NURSE, R. E.; COWBROUGH, M.; SIKKEMA, P. H. How long can a herbicide remain in the spray tank without losing efficacy? **Crop Protection**, v. 28, n. 12, p.1086-1090, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2009.05.003>

TRENTIN, C. B.; TENTIN, A. B.; SALDANHA, D. L. Relação entre a biomassa da vegetação campestre nativa e dados de sensoriamento remoto orbital. **GEOgraphia**, vol. 21, n.45, p. 98-106, 2019. DOI: <https://doi.org/10.22409/GEOgraphia2019.v21i45.a14187>

WERLANG, R.C.; SILVA, A.A. Interação de Glyphosate com Carfentrazone-ethyl. **Planta daninha**, Viçosa, v. 20, n. 1, p. 93-102, 2002. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-83582002000100013>

### APÊNDICE A - DOSAGEM DOS HERBICIDAS EM PÓS EMERGÊNCIA E PERÍODOS DE ARMAZENAMENTO DE CALDA DO EXPERIMENTO 1

Nº	Tratamentos		
	Herbicida(s)	Dose (g i.a. ha <sup>-1</sup> )	Período de armazenamento (dias)
01	glifosato	1.736	00
02	glifosato	1.736	02
03	glifosato	1.736	04
04	glifosato	1.736	06
05	glifosato	1.736	08
06	glifosato	1.736	10
07	glifosato	1.736	12
08	glifosato	1.736	14
09	glifosato + 2,4D	1736 + 1612	00
10	glifosato + 2,4D	1736 + 1612	02
11	glifosato + 2,4D	1736 + 1612	04
12	glifosato + 2,4D	1736 + 1612	06
13	glifosato + 2,4D	1736 + 1612	08
14	glifosato + 2,4D	1736 + 1612	10
15	glifosato + 2,4D	1736 + 1612	12
16	glifosato + 2,4D	1736 + 1612	14
17	glifosato + dicamba	1736 + 624	00
18	glifosato + dicamba	1736 + 624	02
19	glifosato + dicamba	1736 + 624	04
20	glifosato + dicamba	1736 + 624	06
21	glifosato + dicamba	1736 + 624	08
22	glifosato + dicamba	1736 + 624	10
23	glifosato + dicamba	1736 + 624	12
24	glifosato + dicamba	1736 + 624	14
25	glifosato + diquate	1736 + 500	00
26	glifosato + diquate	1736 + 500	02
27	glifosato + diquate	1736 + 500	04
28	glifosato + diquate	1736 + 500	06
29	glifosato + diquate	1736 + 500	08
30	glifosato + diquate	1736 + 500	10

31	glifosato + diquate	1736 + 500	12
32	glifosato + diquate	1736 + 500	14
33	Testemunha	-	00

Fonte: O autor.

**APÊNDICE B - DOSES DA MISTURA HERBICIDA EM PÓS EMERGÊNCIA E PERÍODOS DE ARMAZENAMENTO DE CALDA DO EXPERIMENTO 2**

Nº	Tratamentos		
	Herbicidas	Dose (g i.a. ha <sup>-1</sup> )	Período de armazenamento (dias)
01	glifosato + dicamba	434 + 480	00
02	glifosato + dicamba	434 + 480	04
03	glifosato + dicamba	434 + 480	08
04	glifosato + dicamba	434 + 480	12
05	glifosato + dicamba	434 + 480	16
06	glifosato + dicamba	434 + 480	20
07	glifosato + dicamba	434 + 480	24
08	glifosato + dicamba	434 + 480	28
09	glifosato + dicamba	868 + 528	00
10	glifosato + dicamba	868 + 528	04
11	glifosato + dicamba	868 + 528	08
12	glifosato + dicamba	868 + 528	12
13	glifosato + dicamba	868 + 528	16
14	glifosato + dicamba	868 + 528	20
15	glifosato + dicamba	868 + 528	24
16	glifosato + dicamba	868 + 528	28
17	glifosato + dicamba	1.736 + 624	00
18	glifosato + dicamba	1.736 + 624	04
19	glifosato + dicamba	1.736 + 624	08
20	glifosato + dicamba	1736 + 624	12
21	glifosato + dicamba	1736 + 624	16
22	glifosato + dicamba	1736 + 624	20
23	glifosato + dicamba	1736 + 624	24
24	glifosato + dicamba	1736 + 624	28
25	glifosato + dicamba	2170 + 720	00
26	glifosato + dicamba	2170 + 720	04
27	glifosato + dicamba	2170 + 720	08
28	glifosato + dicamba	2170 + 720	12
29	glifosato + dicamba	2170 + 720	16
30	glifosato + dicamba	2170 + 720	20
31	glifosato + dicamba	2170 + 720	24
32	glifosato + dicamba	2170 + 720	28
33	Testemunha	-	00

Fonte: O autor.

APÊNDICE C – SORTEIO DOS TRATAMENTOS DO EXPERIMENTO 1

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
BLOCO 4	27	4	19	28	2	1	8	11	15	21	25	22	26	5	23	24	16	9	6	14	7	3	32	33	17	13	12	20	18	10	29	31	30
BLOCO 3	17	19	23	9	21	16	28	20	24	6	2	31	10	18	4	33	30	25	7	1	22	8	29	11	32	3	13	5	15	14	27	28	12
BLOCO 1	30	5	28	23	25	4	13	29	33	18	10	21	9	16	27	3	2	24	14	26	8	1	6	11	32	7	12	17	15	20	31	22	19
BLOCO 2	17	31	14	27	29	9	19	23	30	3	4	28	16	8	11	10	24	12	15	18	7	2	33	21	22	1	20	6	26	5	32	25	13

Obs: Numeração conforme (APÊNDICE A)

Escala gráfica:

Fonte: O autor.

## APÊNDICE D – SORTEIO DOS TRATAMENTOS DO EXPERIMENTO 2

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
BLOCO 1	1	14	2	04	26	22	19	32	16	25	23	36	08	3	10	5	18	7	17	31	29	26	27	33	15	11	21	8	9	13	12	28	24
BLOCO 4	32	19	18	27	30	5	22	26	13	15	31	33	29	14	21	3	17	25	6	16	23	20	24	1	9	8	4	11	28	7	10	2	12
BLOCO 2	3	5	11	17	21	6	18	31	26	28	24	15	9	22	29	19	14	4	27	10	30	33	23	2	8	7	1	13	16	25	32	20	12
BLOCO 3	16	29	31	7	19	9	1	2	26	6	14	15	28	16	22	17	21	25	30	33	32	12	3	11	27	8	24	26	4	13	5	23	18

Obs: Numeração conforme (APÊNDICE B)

0 5 10 20 50

Escala gráfica:

Fonte: O autor.