

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
CÂMPUS DE CHAPADÃO DO SUL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

FERNANDO HENRIQUE QUEIROZ SOUZA

**ÍNDICES DE VEGETAÇÃO PARA ESTIMAR AS TAXAS DE APLICAÇÃO NA
CULTURA DA SOJA**

CHAPADÃO DO SUL – MS
2018

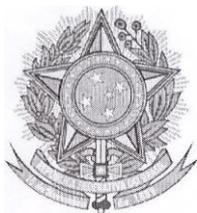
UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
CÂMPUS DE CHAPADÃO DO SUL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

FERNANDO HENRIQUE QUEIROZ SOUZA

**ÍNDICES DE VEGETAÇÃO PARA ESTIMAR AS TAXAS DE APLICAÇÃO NA
CULTURA DA SOJA**

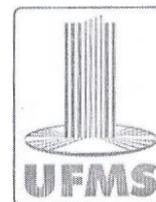
Orientador: Prof. Dr. Fábio Henrique Rojo Baio

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, para obtenção do título de Mestre em Agronomia, área de concentração: Produção Vegetal.



Serviço Público Federal Ministério da Educação
Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

Campus de Chapadão do Sul



CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

DISCENTE: Fernando Henrique Queiroz Souza

ORIENTADOR (A): Prof. (a) Dr. (a) Fabio Henrique Rojo Baio

ÍNDICES DE VEGETAÇÃO PARA ESTIMAR AS TAXAS DE APLICAÇÃO
NA CULTURA DA SOJA

Prof.(a) Dr.(a) Fabio Henrique Rojo Baio

Prof.(a) Dr.(a) Paulo Eduardo Teodoro

Prof.(a) Dr.(a) Marcelo Valentini Arf

Chapadão do Sul, 04 de Maio de 2018.

DEDICO

Aos meus pais, Sra. Dulcena de Cleuza de Queiroz Souza e Sr. Célio Machado de Souza, que sempre me apoiaram em todos os momentos da minha vida tanto nos momentos fáceis como difíceis e que me deram força para seguir sempre em frente e lutar pelos meus objetivos.

Aos meus irmãos Flávio Queiroz de Souza, Dulcelya Mônica Queiroz de Souza e Armando Araújo de Souza, pelo companheirismo, amizade, ensinamentos e incentivo. Ao meu Orientador, Prof. Dr. Fábio Henrique Rojo Baio, pela oportunidade e auxílio em todos os aspectos.

AGRADECIMENTO

Primeiramente a Deus, pela maravilhosa vida que tem me concedido e por sempre iluminar os meus passos.

À Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, campus de Chapadão do Sul, MS e ao Programa de Pós-graduação em agronomia pela oportunidade da realização do curso de mestrado.

A Fundação de Apoio ao Desenvolvimento do Ensino, Ciência e Tecnologia do Estado de Mato Grosso do Sul (FUNDECT) pela concessão da bolsa de estudos.

Ao Prof. Dr. Fábio Henrique Rojo Baio pela convivência diária e por toda orientação, confiança, paciência, oportunidades, incentivos e conselhos que me foram dados durante a pós-graduação.

Aos meus pais Sra. Dulcena Cleuza de Queiroz Souza e Sr. Célio Machado de Souza e aos meus irmãos Armando Araújo de Souza, Flávio Queiroz de Souza e Dulcelya Mônica de Queiroz Souza que sempre me deram apoio, incentivo e confiança.

Ao Dr. Marcelo Valentin Arf e ao Prof. Dr. Paulo Eduardo Teodoro e Prof. Dr. Ricardo Gava, pela participação na banca e contribuição ao trabalho.

A todos os professores do Programa de Pós-graduação em agronomia, pelo conhecimento transmitido.

Aos Técnicos Halisson Cezar Vinci Carlos e Sinomar Moreira Andrade, por sempre estarem me auxiliando em todo âmbito acadêmico.

Aos integrantes do Grupo de Estudos de Agricultura de precisão (GEAP) pelo auxílio na condução do experimento e coleta de dados e pela amizade.

A todas as pessoas que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho, meus agradecimentos.

RESUMO

Souza, Fernando Henrique Queiroz. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul.
ÍNDICES DE VEGETAÇÃO PARA ESTIMAR AS TAXAS DE APLICAÇÃO NA CULTURA DA SOJA.

Professor Orientador: Fábio Henrique Rojo Baio.

O êxito da tecnologia de aplicação de agrotóxico no controle de um alvo depende da recomendação de um volume de aplicação adequado, ou taxa de aplicação. Em um passado recente era comum recomendações em tecnologia de aplicação com altos volumes de aplicações em culturas anuais, assim, a fim de diminuir os custos de produção e elevar a capacidade operacional das aplicações, há uma maior busca por técnicas de redução de volume de água. O objetivo deste estudo foi desenvolver uma equação que indique uma taxa de aplicação de pulverização adequada, com base nas informações dos índices de vegetação (IV's) e de uma deposição relativa esperada para a cultura da soja. O experimento foi realizado nos anos agrícolas 2016/17 e 2017/18, no município de Chapadão do Sul - MS. Um sensor multiespectral passivo Sequoia fez aquisição da reflectância e as informações adquiridas permitiram o cálculo do NDVI e IV NIR/G. O experimento foi constituído por quatro população de plantas (314.000, 370.000, 430.000 e 494.000 plantas ha⁻¹) como parcelas, combinados com quatro taxas de aplicação (40, 70, 100 e 130 L ha⁻¹) como sub-parcelas, com três repetições para cada tratamento. A análise do balanço de massa mediu a deposição nas folhas no estrato médio da planta. Os IV's NDVI e IV NIR/G apresentaram uma função quadrática em relação a deposição. O NDVI e IV NIR/G correlacionaram negativamente com a deposição por pulverização. Quando há aumento destes IV's, é necessário o aumento da taxa de aplicação, para manutenção da deposição no estrato médio das plantas de soja.

Palavra-chave: *Glycine max.* sensor multiespectral. tecnologia de aplicação.

ABSTRACT

Souza, Fernando Henrique Queiroz. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul.
VEGETATION RATES FOR ESTIMATING THE APPLICATION RATE IN SOYBEAN CULTURE.

Author: Fernando Henrique Queiroz Souza.

Adviser: Fábio Henrique Rojo Baio.

The success of pesticide application technology in controlling of a depends on the recommendation of an appropriate application volume, or rate of application. In the recent past it was common recommendations in application technology with high volumes of applications in annual crops, so in order to decrease production costs and increase the operational capacity of the applications, there is a greater search for water volume reduction techniques. The objective of this study was to develop an equation that indicates an adequate spray application rate, based on information on vegetation indices (IV's) and on an expected relative deposition for the soybean crop. The experiment was carried out in the agricultural years 2016/17 and 2017/18, in the municipality of Chapadão do Sul - MS. The passive multispectral sensor Sequoia acquired reflectance and the information acquired allowed the calculation of NDVI and IV NIR/G. The experiment consisted of four plant populations (314,000, 370,000, 430,000 and 494,000 plants ha⁻¹) as plots, combined with four application rates (40, 70, 100 and 130 L ha⁻¹) as subplots with three replications for each treatment. The mass balance analysis measured the deposition on the leaves in the middle stratum of the plant. The IV's NDVI and IV NIR/G presented a quadratic function in relation to the deposition. NDVI and IV NIR/G correlated negatively with spray deposition. When there is an increase in these IV's, it is necessary to increase the rate of application, to maintain deposition in the middle canopy stratum of soybean plants.

Key words: *Glycine max.* multispectral sensor. application technology.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA		PÁGINA
	CAPÍTULO 1	
1	Mapas do NDVI e IV NIR/G no ano agrícola de 2017/2018, segundo as mensurações aos 31 (A e B), 61 (C e D) e 78 (E e F) dias após emergência.....	20
2	Superfície de resposta para a taxa de aplicação (TX) em função da variação dos IV: NDVI e IV NIR/G e da deposição de calda relativa (DEP) para a interação 2016/17 e 2017/18 (A e B).....	23
3	Rede de correlações de Pearson entre as variáveis deposição relativa (DEP), NDVI e IV NIR/G avaliadas na cultura da soja nos anos agrícolas 2016/2017 e 2017/2018.....	26
4	Análise de variáveis canônicas para deposição relativa (DEP), matéria seca (MS), NDVI e IV NIR/G avaliadas na cultura da soja nos anos agrícolas 2016/2017 e 2017/2018.....	27
5	Árvore de decisão para deposição relativa (DEP) em função das variáveis matéria seca (MS), NDVI e IV NIR/G avaliadas na cultura da soja nos anos agrícolas 2016/2017 e 2017/2018.....	28

LISTA DE TABELAS

TABELA

PÁGINA

CAPÍTULO 1

1	Taxa de aplicação, modelo de ponta, velocidade de deslocamento, pressão do sistema, diâmetro mediano volumétrico, índice SPAN e porcentagem de gotas menores que 100 μm	16
2	Razão dos índices de vegetação calculados pelo sensor óptico passivo Sensefly Sequoia.....	18
3	Média da temperatura, velocidade do vento e umidade do ar, durante as pulverizações nos anos de 2016/2017 e 2017/2018.....	19
4	Valores de F calculado para o efeito de anos (A), taxas de aplicação (TX) e sua interação AxTX para as variáveis deposição relativa (DEP), matéria seca (MS), NDVI e IV NIR/G avaliadas na cultura da soja nos anos agrícolas 2016/2017 e 2017/2018.....	21

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1 IMPORTÂNCIA DA CULTURA DA SOJA	3
2.2 AGRICULTURA DE PRECISÃO.....	3
2.3 SENSORIAMENTO REMOTO	4
2.4 ÍNDICE DE VEGETAÇÃO.....	5
2.5 TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO À TAXA VARIÁVEL.....	5
2.6 INJEÇÃO DIRETA DE DEFENSIVOS	6
3 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	8
CAPÍTULO 1 – USO DE SENSOR MULTIESPECTRAL PARA ESTIMATIVA DA TAXA DE APLICAÇÃO NA CULTURA DA SOJA	12
RESUMO.....	12
ABSTRACT.....	12
INTRODUÇÃO.....	13
MATERIAL E MÉTODOS	15
RESULTADOS E DISCUSSÃO	19
CONCLUSÃO	29
REFERÊNCIAS	29
ANEXOS – CAPÍTULO 1.....	33

1 INTRODUÇÃO

A soja tem sido a principal cultura semeada no país, com o maior ganho em área plantada (1,2 milhão de ha). Na região Centro-Oeste, que é a principal região produtora do país, houve incremento de 2,9% em área plantada, em relação ao exercício anterior, e a produção deve ser 4,1% maior que na safra passada, impulsionado pelo desempenho de Mato Grosso, maior produtor nacional de soja. No Mato Grosso do Sul, a produtividade está estimada em aproximadamente 3.485 kg ha⁻¹, sendo responsável por 7,6% da produção nacional (CONAB, 2018).

A estimativa da produtividade para a safra 2017/18 (3.258 kg ha⁻¹) deverá ser a segunda maior média do país. Este ganho em produtividade tem-se obtido por meio de fortes investimentos na pesquisa e desenvolvimento agrícola (CONAB, 2018). Nas últimas décadas, vêm ocorrendo o desenvolvimento de tecnologias e princípios para gerenciar a variabilidade espaço-temporal de atributos da produção, com a finalidade de melhorar a eficiência produtiva e aperfeiçoar o uso de insumos (KEMERER, 2011).

Sabe-se que existem comprimentos de onda que apresentam relação direta com indicadores do potencial produtivo na planta. Isso pode ser observado nas ondas do espectro do vermelho, cuja refletância é menor em condições de maior quantidade de clorofila; e ondas do espectro do infravermelho, cuja refletância é maior quanto maior for o acúmulo de massa seca (MS) da planta (TUCKER, 1979). Com isso a refletância das culturas medidas por sensores pode ser usada para indicar uma taxa de aplicação que garante uma deposição de pulverização precisa nos estratos mais baixos da planta (SCHRÖDER et al., 2000).

Devido à forte e positiva correlação entre índices de vegetação e massa seca, e à necessidade de aumentar a taxa de aplicação em relação ao aumento da massa da planta, os sensores multiespectrais podem ser utilizados para estimar a massa da planta e determinar uma taxa de aplicação de pulverização agrícola usado em culturas anuais (BAIO et al., 2018).

O sucesso da aplicação está diretamente relacionado ao ajuste do volume da calda e parâmetros operacionais (FARINHA et al., 2009). Estes fatores interferem na uniformidade na deposição dos produtos fitossanitários e no aumento de deriva, que são umas das causas da ineficiência no controle do alvo. Por isso, é de extrema importância o estudo destas combinações de recursos utilizados em uma pulverização, de forma a obter maior eficiência e uniformidade de distribuição das gotas sobre o dossel da cultura. Assim objetivou-se desenvolver uma equação que indique uma taxa de aplicação de pulverização

adequada, com base nas informações dos índices de vegetação e de uma deposição relativa esperada para a cultura da soja.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Importância da cultura da soja

O aumento de área plantada e produção está associada ao consumo, crescimento populacional e ao aumento do poder aquisitivo das pessoas, principalmente nos países em desenvolvimento como a China, a Índia e o Brasil. Sua maior liquidez e a possibilidade de melhor rentabilidade em relação a outras culturas fazem com que os produtores se sintam estimulados a continuar apostando na cultura (CONAB, 2018).

A estimativa de produção para 2018 totalizou 112,3 milhões de toneladas, acréscimo de 2,4% em relação à safra de 2017. A área a ser plantada é de 34,5 milhões de hectares, aumento de 1,7% em relação ao ano anterior. Apesar da alta no rendimento médio, houve redução de 4,2%, em decorrência das incertezas climáticas durante o ciclo da cultura (IBGE, 2018).

O pacote tecnológico adotado pelos produtores tem garantido altas produtividades, chegando a valores maiores que 4.920 kg ha⁻¹ (CONAB, 2018). Esse aumento tanto em produção como produtividade destaca o Brasil como maior exportador e segundo maior produtor de soja, sendo responsável por cerca de 32% da produção mundial (CONAB, 2017). A maior parte da produção é destinado à exportação, principalmente na forma de farelo, que é a um dos principais componentes de ração animal.

2.2 Agricultura de precisão

Uma das formas de intensificação da área de cultivo e melhor eficiência no uso de recursos disponíveis é pela aplicação de técnicas de agricultura de precisão (AP). Essas técnicas incluem a utilização de mapas por satélite, piloto automático nas colhedoras, fotografias aéreas, amostragem de solo georreferenciada, aplicação em taxa variada de corretivos e fertilizantes, mapas de colheita, entre outras (ANTUNIASSI et al., 2015). O uso destas técnicas de agricultura de precisão no Brasil, endossa sua posição como produtor mundial de alimentos.

Segundo Pires et al. (2004), a questão mais importante evidenciada pela AP é identificar a variabilidade das áreas agrícolas e fazer com que sejam criadas alternativas de manejo que levem em consideração tal diversidade, buscando tirar proveito delas.

O sistema de agricultura de precisão implica a análise da variabilidade espacial, sendo caracterizado pelas etapas de coleta de dados, gerenciamento da informação, aplicação de insumos a taxa variada e, por fim, a avaliação econômica e ambiental dos resultados. A partir daí, buscam-se as relações de causa e efeito entre a produção e os

fatores; propõem-se estratégias de gerenciamento; e faz-se a aplicação localizada dos insumos e das práticas, visando à correção das anormalidades verificadas (COELHO, 2005; BARBIERI et al., 2008).

2.3 Sensoriamento remoto

Dados obtidos por sensores remotos têm sido utilizados como ferramenta auxiliar nessa nova estratégia de gerenciamento que considera a variabilidade espacial dos fatores que interferem na produtividade das culturas. Sensoriamento remoto (SR) é uma técnica de coleta de informações à distância, por meio de fotografia aérea, radar aéreo ou imagem de satélites. O SR é muito utilizado em aplicações relativas a características da vegetação. Neste campo são realizados diversos estudos e aplicações, principalmente em da abrangência de áreas agrícolas e de sua dinâmica temporal (JOHANN et al., 2012; VICTORIA et al., 2012; VICENTE et al., 2012).

Segundo Novo (1998), os sensores remotos são dispositivos capazes de registrar a radiação eletromagnética. A principal fonte dessa energia utilizada no sensoriamento remoto é gerada pelo sol, que é expressa em termos de comprimento de ondas, espectro eletromagnético, dividido em regiões ou faixas e suas respectivas características. Segundo Steinvall et al. (2013), o sensor passivo, como câmeras multiespectrais, mede a energia refletida do alvo que foi emitido do sol. Já os sensores ativos multiespectrais têm sua própria fonte de luz e seu sensor mede a energia refletida do dossel da cultura.

Dessa forma índices de vegetação podem ser estimados aplicando sensores multiespectrais passivos ou ativos, instalados em diversas plataformas, como satélites, aviões ou a bordo de máquinas agrícolas. Nesse sentido o desenvolvimento de Veículos Aéreos Não-Tripulados (VANT's) vem se firmando como uma importante opção na agricultura de precisão, visto que a utilização e a aplicação de novos conhecimentos no meio rural auxiliam o produtor a identificar estratégias que possam aumentar a eficiência no gerenciamento da agricultura, maximizando a rentabilidade das colheitas e tornando o agronegócio mais competitivo (ALONÇO et al., 2005).

Para aplicação de sensoriamento remoto em estudos de culturas agrícolas, tem-se feito uso extensivo dos índices de vegetação para avaliar a reflectância do dossel, pois estes são combinações entre bandas espectrais que servem para realçar as feições de vegetação e também minimizar efeitos do solo, angulares e atmosféricos (EIPHANIO et al., 1996). Segundo Moges et al. (2004), índices vegetativos da diferença normalizada baseados nas reflectâncias do vermelho (NDVI) e verde (GNDVI) são comumente utilizados para avaliar o status nutricional das plantas e da biomassa e a concentração de nutrientes.

2.4 Índice de vegetação

O Índice de Vegetação Diferença Normalizada (NDVI) é o índice de vegetação mais conhecido dentre vários índices de vegetação espectrais. Jensen (2009) cita que por meio da utilização de índices de vegetação pode-se determinar outros parâmetros agrônômicos tais como: índice de área foliar, porcentagem de cobertura verde, teor de clorofila, biomassa verde, entre outros. Segundo Meneses et al. (2012), o NDVI é considerado um bom indicador de biomassa da vegetação caso o terreno apresente boa cobertura vegetal.

Solari (2006) aponta que plantas, de maneira geral, apresentam baixa refletância e transmitância de radiação na faixa visível do espectro (400 a 700 nm), devido à forte absorção pelos pigmentos fotossintéticos (clorofila), principalmente na faixa do azul (~450 nm) e vermelho (~660 nm). Por outro lado, há uma grande refletância e transmitância na região do infravermelho próximo (~700 a 1400 nm), sendo influenciada pela estrutura interna das folhas (EITEL et al., 2008), principalmente em função da ausência de absorção pelos pigmentos e dispersão do mesófilo das folhas (WOOLLEY, 1971). Segundo Minolta (1989), a espectrometria óptica é baseada na premissa de que pigmentos como a clorofila absorvem a radiação nos comprimentos de onda dentro do espectro do visível e refletem a radiação no infravermelho.

Nesse sentido, índices de vegetação de bandas estreitas (R750/550 e R750/700), podem ser considerados bons indicadores de clorofila em dosséis, dessa forma, pode-se dizer que os IV's possuem grande potencial para estimar o conteúdo de pigmentos fotossintéticos em dosséis agrícolas (FERRI et al., 2004).

2.5 Tecnologia de aplicação à taxa variável

Atualmente, a aplicação de fertilizantes e insumos em taxa variável (VRT) é considerada uma das principais formas de se reverter gastos com investimento em lucro. Segundo Baio et al. (2015) com a utilização desta tecnologia, pode-se diminuir significativamente a dose e o volume aplicado, acarretando em um menor custo de produção. Dessa forma deve-se recomendar uma dose para cada zona de manejo, levando em conta a fenologia da planta, ao invés de se utilizar doses uniformes em um mesmo talhão, onde pode haver plantas em diferentes estádios de desenvolvimento.

A aplicação de insumos em taxa variável pode ser governada por mapas de recomendação, os quais caracterizam a variabilidade espacial na aplicação de insumos (MAPA, 2013). A recomendação pode ser feita a partir de mapas de índice de vegetação ou da fertilidade do solo. A forma mais rápida e prática de se obter estes mapas é pelo uso de sensores acoplados em máquinas, coletando dados durante aplicações no ciclo das

culturas. Daughtry et al. (1984), em um estudo envolvendo variáveis biofísicas, características espectrais e produtividade para as culturas do milho, algodão e soja, afirmam que o NDVI foi altamente correlacionado com o índice de área foliar. Assim, ao se mapear os dados do índice de vegetação em um talhão seria possível inferir sobre a variabilidade espacial da altura de plantas, volume foliar, ou até mesmo sobre o estágio de desenvolvimento, influenciando diretamente na dose e no volume de aplicação do insumo.

O objetivo do uso destas tecnologias de aplicação de agrotóxicos é colocar a quantidade certa de ingrediente ativo no alvo, com a máxima eficiência e da maneira mais econômica possível, afetando, o mínimo possível, o meio ambiente (MATTHEWS, 2002). Levando em conta que a eficácia de produtos fitossanitários diminuí durante o processo de aplicação (HALL, 1993). Isso ocorre pelo fato de que cada cultura apresenta uma arquitetura foliar característica, que interfere na penetração das gotas no dossel vegetativo (BERNI et al., 1999).

Com isso, verifica-se a importância da realização de estudos específicos para determinação de técnicas de aplicação, que permitam uma maior eficiência na pulverização de produtos fitossanitários, proporcionando uma maior deposição de calda nos estratos inferiores das plantas. Avaliações da deposição de calda são empregadas nas pesquisas de tecnologia de aplicação, como instrumento para desenvolver e melhorar técnicas de aplicação de defensivos (PALLADINI, 2000).

2.6 Injeção direta de defensivos

A aplicação de defensivos baseada no conceito de mapeamento pode ser realizada por sistemas simples, efetuando somente o controle no local de aplicação (PAICE et al., 1996; ANTUNIASSI & GADANHA JÚNIOR, 2000). Porém com este sistema não é possível a variação da dosagem do defensivo, que somente pode ser realizada por sistemas mais sofisticados, com pulverizadores equipados com módulos de injeção direta (CHRISTOFOLETTI, 2004; FIGUEIREDO, 2003).

Nesses tipos de pulverizadores, o herbicida e a água são mantidos em recipientes separados. De acordo com a localização das plantas invasoras, através de mapas de recomendação ou com a utilização de sensores, o herbicida é injetado e misturado ao diluente numa determinada concentração dada de acordo com o tipo da planta infestante (TIAN, 2002; KOCHER, 1998).

Esse tipo de sistema traz economia de herbicida, reduz tanto o impacto ambiental como a exposição do operador ao produto químico e permite misturar vários tipos de herbicidas de maneira automatizada (SHIRATSUCHI et al., 2003; STEWARD, 2000), com

isso tem-se a possibilidade da seleção automática, em tempo real, da dosagem de defensivos para cada local específico e a possibilidade do controle de injeção de herbicidas diferentes em uma mesma aplicação (QIU et al., 1998). No entanto este sistema apresenta desvantagens em sua aplicação, como no tempo de retardo, que é o tempo que o sistema leva para entregar a mistura em uma determinada concentração aos bicos de pulverização e não- uniformidade da mistura (CROWE, 2005).

3 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALONÇO, A. dos S. et al. Desenvolvimento de um veículo aéreo não tripulado (VANT) para utilização em atividades inerentes à agricultura de precisão. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 35., 2005, Canoas. **Anais...** Jaboticabal: Associação Brasileira de Engenharia Agrícola, 2005. 1 CD-ROM.
- ANTUNIASSI, U. R.; BAILO, F. H. R.; SHARP, T. C. Agricultura de Precisão. In: ABRAPA – Associação Brasileiro dos Produtores de Algodão. (Org.). **Algodão no Cerrado do Brasil**. 3ªed. Brasília: Eleusio Curvelo Freire, p.767-806, 2015.
- ANTUNIASSI, U. R.; GADANHA JUNIOR, C. D. Aplicação localizada de produtos fitossanitários. In BORÉM, A.; GIÚDICE, M. P. del.; QUEIROZ, D. M. de; MANTOVANI, E. C.; FERREIRA, L. R.; VALLE, F. X. R. do; GOMIDE, R. L. (Ed.). **Agricultura de Precisão**. Viçosa: UFV, cap. 8, p. 181-202, 2000.
- BAIO, F. H. R.; LEAL, A. J. F.; NEVES, D. C.; SOUZA, H. B.; GASPARELLI, D. L. Resposta imediata: Aplicação localizada de insumos em taxa variável em si já é um grande avanço tecnológico para as lavouras. **Cultivar Máquinas**, v. 8, n. 154, p. 12-18, 2015.
- BAIO, F. H. R.; SILVA, E. E.; SOUZA, M. A. V.; SOUZA, F. H. Q.; ZANIN, A. R. A.; TEODORO, P. E. Vegetation indices to estimate spray application rates of crop protection products in corn. **Agronomy Journal**. DOI: 10.2134/agronj2017.12.0718.
- BARBIERI, D. M.; MARQUES JÚNIOR, J.; PEREIRA, G. T. Variabilidade espacial de atributos químicos de um Argissolo para aplicação de insumos à taxa variável em diferentes formas de relevo. **Engenharia Agrícola**, v. 28, n. 4, p. 645-653, 2008.
- BERNI, R.F.; MACHADO, V.O.F.; COSTA, G.R.; BARATA, G.; PAULA, R.S. Avaliação da cobertura de gotas provocada por diferentes bicos de pulverização na cultura do milho e do feijão. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 29, n. 1, p. 49-52, 1999.
- CHRISTOFOLETTI, J. C. Direto no alvo. **Revista Cultivar Máquinas**, n. 34, p. 7-10, 2004.
- COELHO, A. M. **Agricultura de precisão: manejo da variabilidade espacial e temporal dos solos e culturas**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2005. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPMS/18887/1/Doc_46.pdf>. Acesso em: 16 de abril de 2018.
- CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira: grãos** – safra 2017/2018, v. 5, n. 7, p.144, 2018.
- CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Conjuntura de soja – 2017/18**, maio de 2017. Brasília, 2017. Disponível em: <

setoriais-tematicas/documentos/camaras-setoriais/soja/2017/39a-ro/app_soja_39ro_conjuntura.pdf>. Acesso em: 12 de abril de 2018.

CROWE, T. G.; DOWNEY, D.; GILES, D. K.; SLAUGHTER, D. C. An electronic sensor to characterize transient response of nozzle injection for pesticide spraying. **Transactions of ASAE**, v. 48, n. 1, p. 73-82, 2005.

DAUGHTRY, C. S. T.; GALLO, H. P.; BIEL, L. L.; KANEMASU, E. T.; ASRAR, G.; BLAD, B. L.; NORMAN, J. M.; GARDNER, B. R. Spectral estimative of agronomic characteristics of crops. In: SYMPOSIUM OF MACHINE PROCESSING OF REMOTE SENDED DATA. **Proceedings**... Lafayette: Purdue University, p. 348-55, 1984.

EITEL, J. U. H.; LONG, D. S.; GESSLER, P. E.; HUNT, E. R. Combined spectral index to improve ground-based estimates of nitrogen status in dryland wheat. **Agronomy Journal**, v. 100, n. 6, p. 1694-1702, 2008.

EPIPHANIO, J. C. N.; GLERIANI, J. M.; FORMAGGIO, A. R.; RUDORFF, B. F. T. Índices de vegetação no sensoriamento remoto da cultura do feijão. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 31, n. 6, p. 445-454, 1996.

FARINHA, J. V.; MARTINS, D.; COSTA, N. V.; DOMINGOS, V. D. Deposição da calda de pulverização em cultivares de soja no estádio R1. **Ciência Rural**, v. 39, n. 6, p. 1738-1744, 2009.

FERRI, C. P.; FORMAGGIO, A. R.; SCHIAVINATO, M. A. Índices hiperespectrais de vegetação para a determinação do conteúdo de clorofila em dosséis de soja [*Glycine max* (L.) Merrill]. **Brazilian Journal of Plant Physiology (online)**, v. 16, n. 3, p.131-136, 2004. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1677-04202004000300002>.

FIGUEIREDO, Z. N. **Desenvolvimento e avaliação de um sistema de injeção para aplicação localizada de defensivos**. 127 f. Tese (Doutorado) Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2003.

HALL, F.R. Application to plantation crops. In: MATTHEWS, G.A.; HISLOP, E.C. **Application technology for crop protection**, Wallingford: CAB, p. 187-213, 1993.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **IBGE prevê safra de grãos 6,8% menor em 2018**, janeiro de 2018. Disponível em: <<https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/19474-ibge-preve-safra-de-graos-6-8-menor-em-2018.html>>. Acesso em 12 de abril de 2018.

JOHANN, J. A.; ROCHA, J. V.; DUFT, D. G.; LAMPARELLI, R. A. C. Estimation of summer crop areas in the state of Paraná, Brazil, using multitemporal EVI/Modis images. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, n. 9, p. 1270-1278, 2012.

JENSEN, J. R. **Sensoriamento remoto do ambiente: uma perspectiva em recursos terrestres**. São José dos Campos: Parêntese, p. 604, 2009.

KEMERER, A. **Procedimientos para la delimitacion de zonas de manejo mediante imagenes satelitales**. Instituto Nacional de Tecnologia Agropecuária, Ciudad Autonoma, Buenos Aires, p. 85, 2011.

KOCHER, M. F.; LANY, Y.; CHENZ, C.; SMITH, J. A. Opto electronic sensor system for rapid evaluation of planter seed spacing uniformity. **Transactions of the ASAE**, v. 41, n. 1, p. 237-245, 1998.

MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Agricultura de precisão / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. Secretaria de Desenvolvimento Agropecuário e Cooperativismo. – Brasília: Mapa/ACS, 2013.

MATTHEWS, G. A. The application of chemicals for plant disease control. In: WALLER, J. M.; LENNÉ, J. M.; WALLER, S. J. **Plant pathologist's pocketbook**, London: CAB, p. 345-353, 2002.

MENESES, P. R.; ALMEIDA, T.; ROSA, A. N. C. S.; SANO, E. E.; SOUZA, E. B.; BAPTISTA, G. M. M.; BRITES, R. S. **Introdução ao processamento de imagens de sensoriamento remoto**. Brasília: UnB, p. 266, 2012.

MINOLTA. **Manual for chlorophyll meter SPAD 502**. Osaka: Minolta, p. 22, 1989.

MOGES, S. M.; RAUN, W. R.; MULLEN, R. W.; Freeman, K. W.; Johnson, G. V.; Solie, J. B. Evaluation of green, red and near infrared bands for predicting winter wheat biomass, nitrogen uptake, and final grain yield. **Journal of Plant Nutrition**, v. 27, n. 8, p. 1431-1441, 2004.

NOVO, E. M. L. M. **Sensoriamento Remoto: Princípios e aplicações**. São Paulo: Edgar Blucher, p. 308, 1998.

PAICE, M. E. R.; MILLER, P. C.; LANE, A. G. The response characteristics of a patch spraying system based of injection metering. **Aspects of Applied Biology**, n. 48, p. 41-48, 1997.

PALLADINI, L. A. **Metodologia para avaliação da deposição em pulverizações**. 2000. 111p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2000.

- PIRES, J. L. F.; CUNHA, G. R.; PASINATO, A.; FRANCA, S.; RAMBO, L. **Discutindo agricultura de precisão: aspectos gerais**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, p. 18, 2004. (Documentos Online; 42). Disponível em: <http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p_do42.htm>. Acesso em: 16 de abril de 2018.
- QIU, W.; WATKINS, G. A.; SOBOLIK, C. J.; SHEARER, S. A. A feasibility study of a direct injection for variable rate herbicide application. **Transactions of the ASAE**, v. 41, n. 2, p. 291-299, 1998.
- SCHRÖDER, J. J.; NEETESON, J. J.; OENEMA, O.; STRUIK, P. C. Does the crop or the soil indicate how to save nitrogen in maize production? Reviewing the state of the art. **Field Crops Research**, v. 66, n. 2, p. 277-278, 2000.
- SHIRATSUCHI, L. S.; CHRISTOFFOLETI, P. J.; FONTES, J. R. A. **Aplicação Localizada de Herbicidas**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2003. (Documentos, n. 91).
- SOLARI, F. **Developing a crop based strategy for on-the-go nitrogen management in irrigated cornfields**. 2006. 157 p. Thesis (PhD) - University of Nebraska, Lincoln, 2006.
- STEINVALL, O.; CHEVALIER MET.; GUSTAFSSON, O. Active and passive short-wave infrared and near-infrared imaging for horizontal and slant paths close to ground. **Applied Optics**, v. 52, n. 20, p. 4763-4778, 2013.
- STEWART, B. L.; HUMBURG, D. S. Modeling the raven SCS-700 chemical injection system with carrier control with sprayer simulation. **Transactions of the ASAE**, v. 43, n. 2, p. 231-245, 2000.
- TIAN, L. Development of a sensor-based precision herbicide application system. **Computers and Electronics in Agriculture**, v. 36, n. 2-3, p. 133-149, 2002.
- TUCKER, C. J. Red and photographic infrared linear combination for monitoring vegetation. **Remote Sensing Environment**, v. 8, n. 2, p.127-50, 1979.
- VICENTE, L. E.; GOMES, D.; VICTORIA, D. C.; GARÇON, E. A. M.; BOLFE, E. L.; ANDRADE, R. G.; SILVA, G. B. S. NDVI temporal series from the SPOT Vegetation sensor and SAM algorithm applied to sugarcane mapping. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, n. 9, p. 1270-1278, 2012.
- VICTORIA, D. C.; PAZ, A. R.; COUTINHO, A. C.; KASTENS, J.; BROWN, J. C. Cropland area estimates using Modis NDVI time series in the state of Mato Grosso, Brazil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, n. 9, p. 1270-1278, 2012.
- WOOLLEY, J. T. Reflectance and transmittance of light by leaves. **Journal of Plant Physiology**, v. 47, n. 5, p. 656-662, 1971.

1 **CAPÍTULO 1 – USO DE SENSOR MULTIESPECTRAL PARA ESTIMATIVA DA TAXA**
2 **DE APLICAÇÃO NA CULTURA DA SOJA**

3
4 **USE OF MULTISPECTRAL SENSOR FOR ESTIMATION OF THE APPLICATION**
5 **RATE IN SOYBEAN CULTURE**
6

7 **RESUMO:** Há uma busca por técnicas de redução de volumes de calda, que garantam uma
8 determinada deposição nos estratos inferiores da cultura, a fim de diminuir os custos de produção e
9 elevar a capacidade operacional das aplicações. O objetivo deste estudo foi desenvolver uma equação
10 que indique uma taxa de aplicação de pulverização adequada, com base nas informações dos índices
11 de vegetação (IV's) e de uma deposição relativa esperada para a cultura da soja. O experimento foi
12 realizado nos anos agrícolas 2016/17 e 2017/18, no município de Chapadão do Sul - MS. O sensor
13 multiespectral passivo Sequoia fez aquisição da reflectância e as informações adquiridas permitiram
14 o cálculo do NDVI e IV NIR/G. O experimento foi constituído por quatro população de plantas
15 (314.000, 370.000, 430.000 e 494.000 plantas ha⁻¹) como parcelas, combinados com quatro taxas de
16 aplicação (40, 70, 100 e 130 L ha⁻¹) como sub-parcelas, com três repetições para cada tratamento. A
17 análise do balanço de massa mediu a deposição nas folhas no estrato médio da planta. Os IV's NDVI
18 e IV NIR/G apresentaram uma função quadrática em relação a deposição. O NDVI e IV NIR/G
19 correlacionaram negativamente com à deposição por pulverização. Quando há aumento destes IV's,
20 é necessário o aumento da taxa de aplicação, para manutenção da deposição no estrato médio das
21 plantas de soja.

22
23 **Palavra-chave:** *Glycine max*, índice de vegetação, tecnologia de aplicação.

24
25 **ABSTRACT:** There is a search for techniques of reduction of volumes of syrup, that guarantee a
26 certain deposition in the inferior strata of the culture, in order to reduce the costs of production and

27 to raise the operational capacity of the applications. The objective of this study was to develop an
28 equation that indicates an adequate spray application rate, based on information on vegetation indices
29 (IV's) and on an expected relative deposition for the soybean crop. The experiment was carried out
30 in the agricultural years 2016/17 and 2017/18, in the municipality of Chapadão do Sul - MS. The
31 passive multispectral sensor Sequoia acquired reflectance and the information acquired allowed the
32 calculation of NDVI and IV NIR/G. The experiment consisted of four plant populations (314,000,
33 370,000, 430,000 and 494,000 ha⁻¹ plants) as plots, combined with four application rates (40, 70, 100
34 and 130 L ha⁻¹) as subplots, with three replicates for each treatment. The mass balance analysis
35 measured the deposition on the leaves in the middle canopy stratum of the plant. The IV's NDVI and
36 IV760 / 550, presented a quadratic function in relation to the deposition. NDVI and IV NIR/G
37 correlated negatively with spray deposition. When there is an increase in these IV's, it is necessary to
38 increase the rate of application, to maintain deposition in the middle stratum of soybean plants.

39

40 **Key words:** *Glycine max*, vegetation index, application technology.

41

42

INTRODUÇÃO

43

44 A tecnologia de aplicação é entendida como um conjunto de conhecimentos científicos que
45 proporcionam uma correta colocação do produto no alvo em quantidade necessária. Para a obtenção
46 do sucesso na pulverização agrícola, principalmente quando se trata de controle químico, não basta
47 apenas o conhecimento sobre os aspectos relacionados a biologia da planta ou intrínsecos ao produto,
48 mas deve-se atentar ao processo de aplicação, como forma de garantir uma maior eficiência, com
49 economia e segurança.

50 Já foram comuns recomendações de altas taxas de aplicação em culturas anuais, muitas vezes,
51 ocasionando perdas por deriva e escorrimento. Verifica-se que existe uma maior busca por técnicas
52 de redução de volume de água, que deverá ser incrementada nas regiões de grande potencial agrícola,

53 principalmente nas regiões com disponibilidade irregular desse insumo, onde as técnicas de baixo
54 volume deverão ser priorizadas, otimizando o sistema produtivo (Baio et al., 2015). Com isso pode-
55 se ter o desenvolvimento de várias tecnologias e princípios para melhorar o desempenho de atributos
56 de produção, com a finalidade de melhorar a eficiência produtiva e aperfeiçoar o uso de insumos.
57 Existe pretensão de redução na taxa de aplicação, visando à diminuição dos custos além de aumentar
58 a capacidade de campo operacional dos pulverizadores (Ferreira et al., 2010; Baio et al., 2018), além
59 da diminuição dos riscos de perdas por escorrimento (Bueno et al., 2013).

60 A partir dos dados coletados pelos sensores multiespectrais, podendo estes serem ativos ou
61 passivos, podem-se obter alguns índices de vegetação (IV's), que podem ser correlacionados a
62 diversas variáveis das plantas. Os sensores passivos medem a energia refletida do alvo que foi emitido
63 do sol, enquanto os sensores ativos têm sua própria fonte de luz e seu sensor mede a energia refletida
64 do dossel da cultura (Souza et al., 2017).

65 Entre os IV's, o NDVI (índice de vegetação pela diferença normalizada) possui uma maior
66 correlação com a altura de planta (Raper e Varco, 2015), enquanto os de bandas estreitas (R750/550
67 e R750/700), podem ser considerados bons indicadores de clorofila em dosséis, dessa forma, pode-se
68 dizer que os IV's possuem grande potencial para estimar o conteúdo de pigmentos fotossintéticos em
69 dosséis agrícolas (Ferri et al., 2004).

70 Diante da necessidade de se manter uma eficiência de aplicação de acordo com o
71 desenvolvimento e aumento da massa da planta, os sensores multiespectrais podem ser utilizados para
72 estes fins em culturas anuais. Sensores ópticos estimam a reflectância das plantas escaneadas, que
73 estão altamente correlacionadas com a massa das plantas (Groff et al., 2013). Estes sensores de dossel
74 é um dispositivo útil para a identificação da variabilidade da massa seca em áreas de produção,
75 permitindo alta eficiência na aplicação de nutrientes em taxa variáveis (Amaral e Molin, 2014).

76 O objetivo deste estudo foi desenvolver uma equação que indique uma taxa de aplicação de
77 pulverização adequada, com base nas informações dos IV's e de uma deposição relativa (DEP)
78 esperada para a cultura da soja.

MATERIAL E MÉTODOS

79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100
101
102
103
104

O trabalho foi conduzido na área experimental da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), no município de Chapadão do Sul – MS, com as coordenadas 18°46'26,98" S 52°37'28,58" O, e altitude de 810 m durante os anos agrícolas de 2016/2017 e 2017/2018.

O delineamento experimental utilizado foi em parcela subdividida, constituído de quatro populações de plantas (14; 16,5; 19,8 e 22,6 plantas m⁻¹) como parcelas, estimando populações de 314.500, 370.000, 430.000 e 494.000 plantas ha⁻¹ respectivamente, combinados com quatro taxas de aplicação (40, 70, 100 e 130 L ha⁻¹) como subparcelas, totalizando 12 tratamentos e 48 parcelas experimentais, com três repetições para cada tratamento. As parcelas experimentais possuíam dimensões de 2,7 x 8,0 m e eram compostas por 6 linhas de semeadura, sendo considerado a área útil apenas as quatro linhas centrais, descartando as fileiras das extremidades (bordaduras).

A semeadura direta foi realizada no mês de novembro em ambos os anos, com a cultura da soja (*Glycine max*), cultivar Brasmax Desafio RR - 8473RSF. Para isso, utilizou-se uma semeadora adubadora Jumil (JM3060PD) de 9 linhas, com espaçamento de 0,45 m. Neste momento foram aplicados 335 kg ha⁻¹ do formulado NKP 5-25-15.

Foram realizadas quatro avaliações de massa seca (MS) e deposição foliar (DEP) no primeiro ano agrícola e três no segundo. No ano de 2016/2017 as avaliações foram realizadas aos 32, 61, 78 e 93 dias após emergência (DAE) e no ano 2017/2018 aos 32, 61 e 78 DAE, todas em diferentes estádios fenológicos da cultura da soja. Coletaram-se três plantas, ao acaso, por parcela para a avaliação da MS e colocadas em sacos de papel, secados em estufa a 105°C durante 48 h para estabilização da umidade e, posteriormente, pesados. Os resultados representam médias das três plantas avaliadas por parcela.

A análise da deposição das diferentes taxas de aplicação foi realizada por meio da técnica de balanço de massas (Baio et al., 2016), aplicando soluções de calda contendo quatro concentrações do corante industrial amarelo de tartrazina FDC-5 (6.200, 3.542, 2.480, 1.907 mg L⁻¹, para as taxas de

105 aplicação de 40, 70, 100 e 130 L ha⁻¹, respectivamente), a fim de manter a mesma quantidade de
 106 corante ha⁻¹.

107 As pulverizações foram realizadas por meio do pulverizador costal pressurizado por CO₂ da
 108 Herbicat (Herbicat, Catanduva, Brasil), com 3 m de barra e seis pontas distanciadas a 0,5 m. Na
 109 pulverização foi mantida uma distância constantemente de 0,5 m entre o dossel da cultura e as pontas
 110 de pulverização. O padrão do tamanho de gotas planejado foi de gotas médias, com 250 µm de
 111 diâmetro mediano volumétrico (DMV).

112 As pontas utilizadas nas aplicações das caldas foram do tipo leque TT 110015 e TT 11001, do
 113 fabricante Teejet (Springfield, EUA), pois ambas são de um modelo de ponta contendo pré-câmara,
 114 a qual possui uma maior homogeneidade do espectro de gotas geradas, ou uma menor amplitude
 115 relativa (SPAN), proporcionando a pulverização de uma maior quantidade de gotas de diâmetros
 116 semelhantes às desejadas. As aplicações foram realizadas com alteração da pressão de trabalho e da
 117 velocidade de deslocamento para obtenção das taxas de aplicação programadas. Durante a aplicação
 118 em cada parcela foi mantida a velocidade constante (Tabela 1).

119

120 **Tabela 1.** Taxa de aplicação, modelo de ponta, velocidade de deslocamento, pressão do sistema,
 121 diâmetro mediano volumétrico, índice SPAN e porcentagem de gotas menores que 100 µm

Ponta	Taxa de aplicação (L ha ⁻¹)			
	40		100	
	Teejet TT 11001	Teejet TT 11001	Teejet TT 110015	Teejet TT 110015
Velocidade (m s ⁻¹)	2,33	1,33	1,67	1,28
Pressão (KPa)	100	100	210	210
DMV (µm)	279,30	279,30	236,80	236,80
SPAN	1,42	1,42	1,24	1,24
> 100 µm (%)	8,17	8,17	3,32	3,32

122 *DMV – Diâmetro mediano volumétrico; Índice SPAN: Amplitude relativa

123

124 O tamanho de gota, SPAN e a porcentagem de gotas menores que 100 µm geradas pelas pontas
 125 selecionadas foram aferidas pelo analisador de partículas por difração laser modelo Spraytec, da
 126 Malvern (Malvern, Inglaterra), segundo a metodologia utilizada por Baio et al. (2015).

127 O padrão do tamanho de gotas pretendido foi de 250 μm de DMV, pois embora na prática
128 também se utilize na soja gotas mais finas ou mais grossas em algumas situações específicas, é a
129 classe do tamanho de gota mais utilizada na cultura. O índice SPAN está relacionando a
130 homogeneidade ou heterogeneidade da população de gotas, de acordo com seu valor, sendo a
131 população mais homogênea quando menor for seu valor. Os resultados obtidos da porcentagem de
132 gotículas menores que 100 μm , também é de extrema importância, principalmente durante o processo
133 de aplicação da calda, isso porque estas menores gotas são mais propensas a perdas por deriva. A
134 propensão à deriva agrícola pode ser expressa simplesmente pela fração total das gotas pulverizadas
135 menores que 100 μm , assim, quanto maior esse percentual, maior a ocorrência de deriva (Arvidsson
136 et al., 2011).

137 A temperatura, velocidade do vento e a umidade foram monitoradas para minimizar as
138 interferências do ambiente. Nesse monitoramento dos parâmetros meteorológicos, um termo-
139 higrômetro da Instrutemp, modelo TH802A, foi utilizado durante as aplicações para as leituras da
140 temperatura máxima, mínima e umidade relativa do ar, e um anemômetro digital portátil da
141 Instrutherm, modelo AD-250, para determinar a velocidade do vento.

142 Após a pulverização com o corante amarelo de tertrazina, foi realizada a coleta de um trifólio
143 amostral do estrato médio de três plantas diferentes em cada parcela, de modo que fossem coletadas
144 sem contato direto com a folha para que não houvesse contaminação. O material coletado foi
145 ensacado, identificado e em seguida levado para o laboratório, tendo em vista que o material quando
146 exposto por um longo período ao sol pode sofrer degradação. O marcador amarelo tartrazina
147 apresentaram estabilidade em cinco horas de exposição solar (Pinto et al., 2007). Assim, esse período
148 foi suficiente para a coleta amostral das folhas nas parcelas experimentais.

149 Cada saco plástico, contendo as amostras, recebeu 30 mL de água destilada e em seguida
150 levados à mesa agitadora orbital, modelo TE – 145 da Tecnal (Piracicaba, Brasil), onde
151 permaneceram por um período de dez minutos com 150 rotações por minuto. Após esse processo, a
152 solução de cada amostra foi levada ao espectrofotômetro modelo SP-22 da Bioespectro (Curitiba,

153 Brasil), onde foram realizadas as leituras com absorvância em 427 nm, para assim determinar a
 154 concentração final de cada amostra, e as folhas já lavadas foram submetidas ao medidor de área foliar
 155 portátil CI-203 (CID, Tecnal, Piracicaba, Brasil).

156 Para o cálculo dos IV's (Tabela 2) foi utilizado o Vant (Veículo Aéreo Não Tripulado) de asa
 157 fixa Sensefly eBee RTK, com controle autônomo de voo. O eBee foi equipado com o sensor
 158 multiespectral passivo Sensefly Sequoia o qual fez aquisição da reflectância nos comprimentos de
 159 onda do verde (550 nm), vermelho (660 nm), *red edge* (735 nm) e infravermelho (790 nm). As
 160 informações adquiridas nesses comprimentos de ondas permitiram o cálculo dos índices de vegetação
 161 utilizados. O sobrevoo da área foi realizado a 150 m de altitude local, permitindo uma resolução
 162 espacial nas imagens de 0,160 m. As imagens foram mosaicadas e ortorretificadas pelo programa
 163 computacional Pix4Dmapper. Os mapas de IV e mapas de prescrição foram processados pelo
 164 programa de sistemas de informações geográficas (SIG) ESRI ArcGis 10.5.

165

166 **Tabela 2.** Razão dos índices de vegetação calculados pelo sensor óptico passivo Sensefly Sequoia

Sigla do Índice de Vegetação	Índice de Vegetação	Equação	Referências Bibliográficas
IV NIR/G	Índice de vegetação do infravermelho e do verde	(R_{NIR} / R_{GREEN})	Gitelson e Merzlyak (1997)
NDVI	Índice de vegetação pela diferença normalizada	$(R_{NIR} - R_{RED} / R_{NIR} + R_{RED})$	Rouse et al. (1973)

167 *IV: Índice de vegetação; R: Reflectância no comprimento de onda

168

169 Após a obtenção dos resultados, foi realizada uma análise conjunta para as variáveis: DEP,
 170 NDVI, IV NIR/G e MS. Os dados foram submetidos a análise de variância. Foram gerados gráficos
 171 de superfície de resposta a partir do programa SigmaPlot versão 11 (Systat Software, Inc., San Jose,
 172 CA, USA). Foi realizada a análise de variáveis canônicas e estimadas as correlações de Pearson entre
 173 as variáveis com o software Rbio (Bhering, 2017). Para expressar graficamente a relação funcional
 174 entre as estimativas dos coeficientes de correlações foi utilizada a rede de correlações, em que a

175 proximidade entre os nós (traços) é proporcional ao valor absoluto da correlação entre esses nós.
 176 Como forma de estudar a inter-relação entre as variáveis estudadas e as taxas de aplicação foi
 177 realizado a análise da árvore de decisão.

179 RESULTADOS E DISCUSSÃO

181 Durante as aplicações foram realizadas o monitoramento das condições climáticas, para isso
 182 foram realizadas diversas leituras da temperatura, velocidade do vento e umidade do ar no momento
 183 de cada aplicações. Os resultados apresentados são as médias encontradas em cada aplicação em seu
 184 respectivo ano de cultivo (Tabela 3). As condições climáticas foram consideradas adequadas nos
 185 momentos das aplicações, pois apresentaram temperatura menor que 30°C, umidade relativa do ar
 186 superior a 50% e velocidade do vento entre 3 e 10 km h⁻¹ (Antuaniassi, 2012).

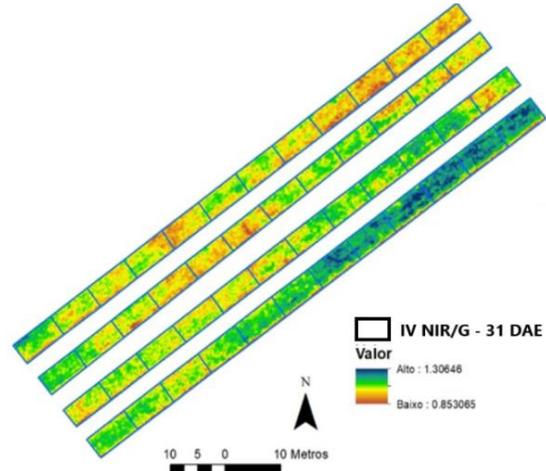
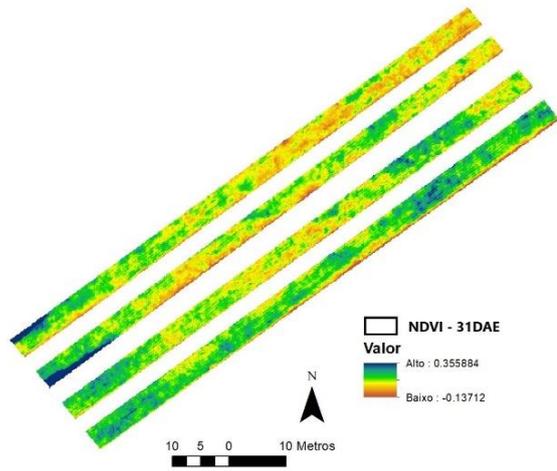
187
 188 **Tabela 3.** Média da temperatura, velocidade do vento e umidade do ar, durante as pulverizações nos
 189 anos de 2016/2017 e 2017/2018

	2016/17			2017/18		
	Temp. (°C)	Vel. do vento (km h ⁻¹)	UR (%)	Temp. (°C)	Vel. do vento (km h ⁻¹)	UR (%)
1° Aplicação	27	5,7	57	28	6,8	62
2° Aplicação	26	4,3	68	27	5,6	73
3° Aplicação	28	6,7	62	29	4,8	57
4° Aplicação	29	5,5	59	-	-	-

190
 191 Após a mensuração dos dados dos IV's foram desenvolvidos mapas dos índices de vegetação
 192 conforme os dias após emergência (Figuras 1A, 1B, 1C, 1D, 1E e 1F). Os mapas de mensuração dos
 193 IV's demonstram as diferenças vegetativas no crescimento das plantas de soja. Com isso em uma
 194 mesma avaliação nota-se que houve diferentes índices de vegetação gerados pelo sensor passivo. Nos
 195 mapas, verifica-se a evolução do NDVI e IV NIR/G nas parcelas na cultura da soja, demonstrando as
 196 diferenças entre as quantidade de massa vegetal.

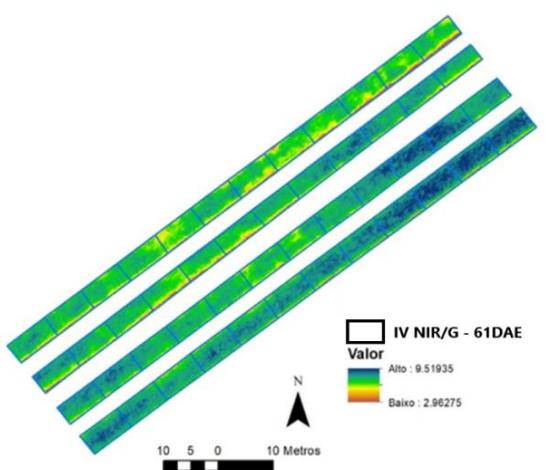
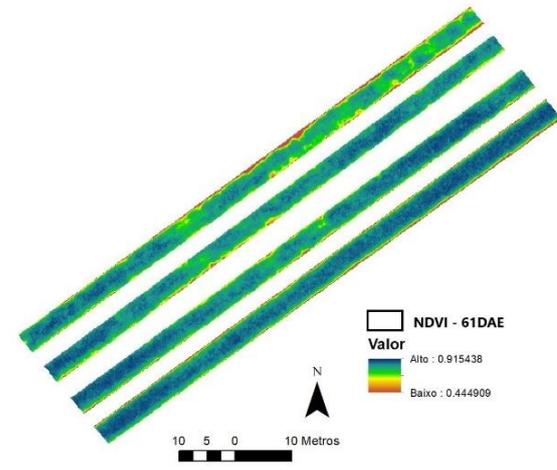
197

198



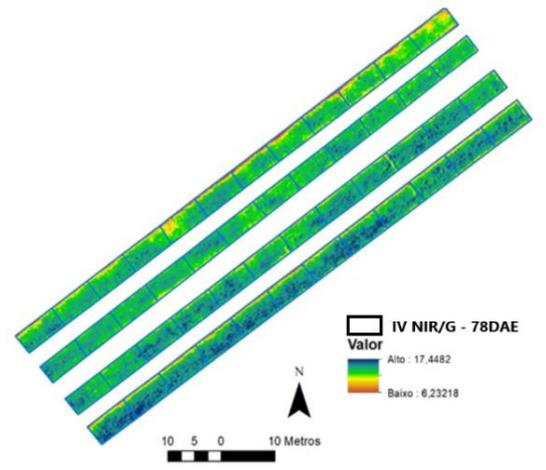
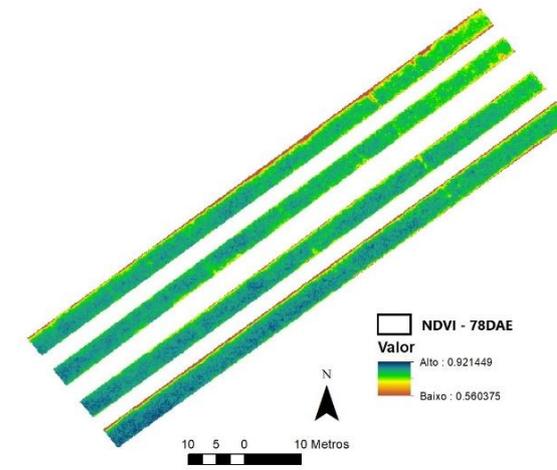
199

200



201

202



203

204

Figura 1. Mapas do NDVI e IV NIR/G no ano agrícola de 2017/2018, segundo as mensurações aos 31 (A e B), 61 (C e D) e 78 (E e F) DAE

205 Os IV's aumentam seu valor conforme o desenvolvimento da sua biomassa, como pode-se notar
 206 nos mapas. Isso ocorre de acordo com os padrões de refletância ao longo da estação de crescimento,
 207 revelando uma grande quantidade de informações sobre as mudanças nos comprimentos de onda do
 208 visível e do infravermelho próximo (NIR), que influenciam nos calculos destes índices. Conforme a
 209 planta inicia seu desenvolvimento, há um rápido aumento nos valores NIR, enquanto que os
 210 comprimentos de onda visíveis diminuem, com isso nota-se que os valores detes índices tendem a
 211 aumentar, até que, a planta entre em senescência.

212 A Tabela 4 apresenta a análise de variância das variáveis resposta avaliadas. Observa-se que o
 213 efeito de ano e taxa de aplicação foi significativo para as variáveis DEP, MS, NDVI e IV NIR/G. Os
 214 gráficos de superfície de resposta foram confeccionados, em razão dos resultados significativos da
 215 interação entre os dois anos de cultivo e as taxas de aplicação.

216

217 **Tabela 4.** Valores de F calculado para o efeito de anos (A), taxas de aplicação (TX) e sua interação
 218 A x TX para as variáveis deposição relativa (DEP), massa seca (MS), NDVI e IV NIR/G avaliadas
 219 na cultura da soja nos anos agrícolas 2016/2017 e 2017/2018

Fontes de variação	DEP	MS	NDVI	IV NIR/G
Anos (A)	121,07*	38,18*	168,56*	7,46*
Taxa de aplicação (TX)	34,95*	4,21*	4,58*	6,45*
A x TX	9,34*	4,93*	20,92*	3,70*
Coefficiente de variação (%)	12,45	10,18	0,38	2,32

220 *: significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

221

222 Os maiores valores do coeficiente de variação (CV) da DEP e MS encontrados, podem estar
 223 associados à metodologia utilizada em campo e a fatores adversos encontrados, principalmente aos
 224 fatores ambientais, que mesmo minimizados ainda causam variação na qualidade e eficiência das
 225 aplicações. Em experimento de deposição de pulverização na cultura do milho, maiores valores de
 226 CVs também foram encontrados para DEP, em função das pulverizações em diferentes estágios de
 227 crescimento, o que causou variação na qualidade e uniformidade da aplicação (Baio et al., 2018). Para

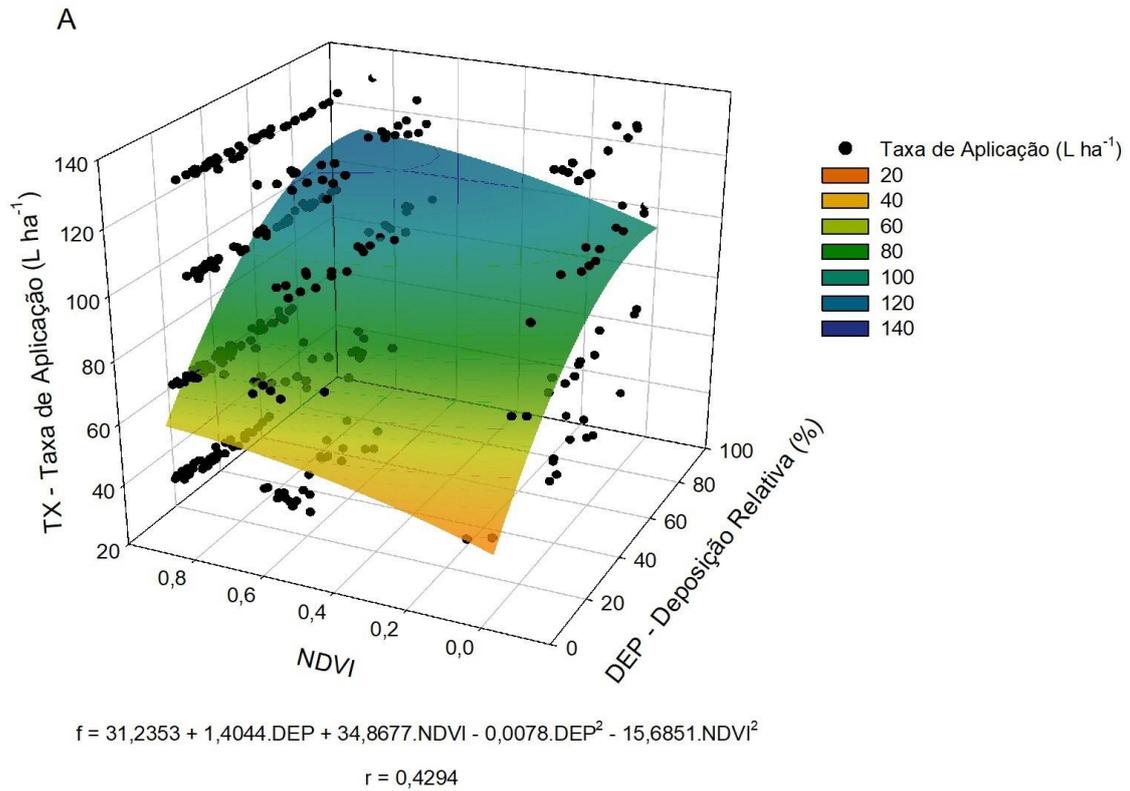
228 experiências em campo, CVs abaixo de 20% podem ser considerados baixos dentro dos padrões
229 estatísticos (Pimentel Gomes, 1990).

230 Os IV's apontaram menores valores de CV e comportamentos similares. Isso está relacionado
231 principalmente aos valores de NDVI, que apresentam uma maior dispersão de valores nos primeiros
232 estádios, o que indica que à medida que o desenvolvimento da cultura continua, a variabilidade do
233 NDVI diminui (Beneduzzi et al., 2017).

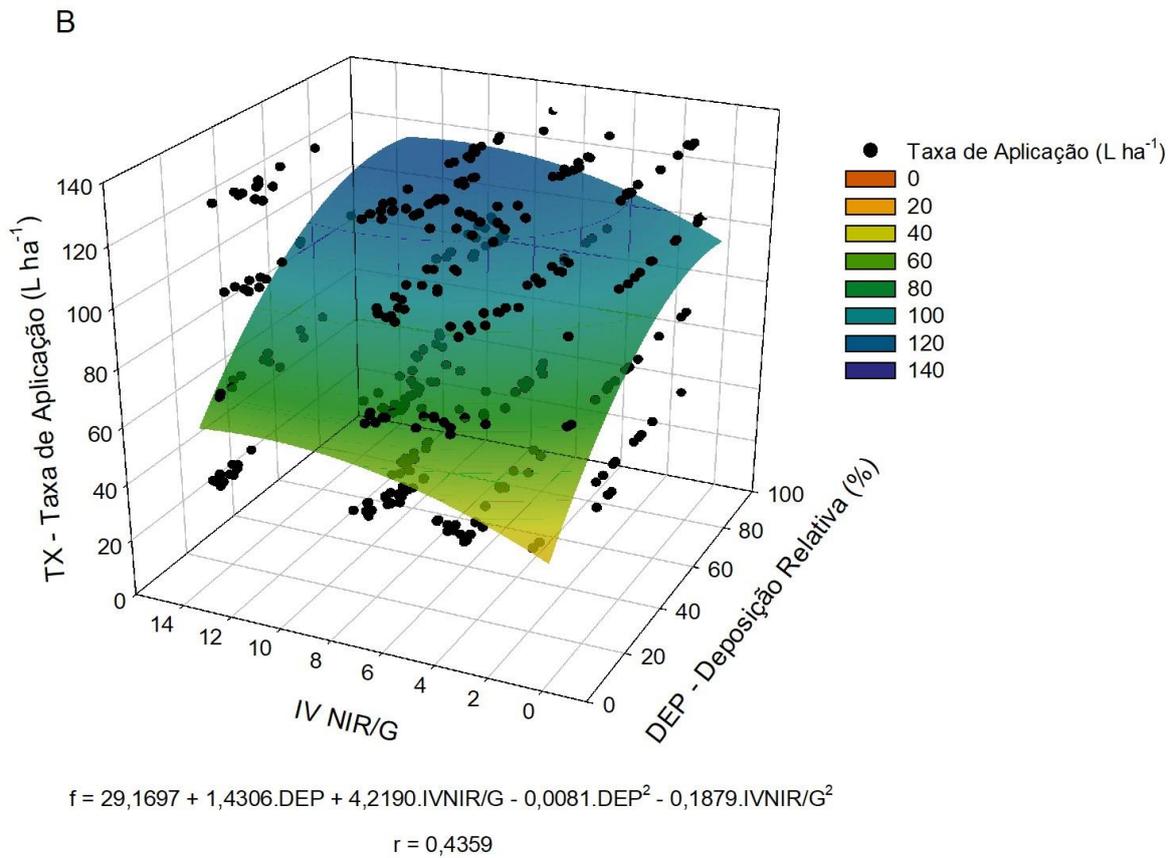
234 Na Figura 2, verifica-se que a taxa de aplicação (TX) de calda nas folhas do estrato médio da
235 soja possui função quadrática quando relacionada aos índices NDVI e IV NIR/G e à taxa de aplicação.
236 O uso do sensor multiespectral Sensefly Sequoia ao mensurar o NDVI e o IV NIR/G, proporcionou
237 ajuste estatístico, com coeficientes próximos, sendo 0,42 e 0,43, respectivamente.

238 Nota-se uma grande diferença de valores entre os índices. Isso está associado ao fato de que
239 mesmo ambos estarem relacionados as bandas do infravermelho próximo e visível, o IV NIR/G é
240 calculado a partir da faixa do verde (550 nm), enquanto que o NDVI a faixa do vermelho (670). Com
241 isso observamos os resultados do NDVI variam de -1 a 1 (Figura 2A), onde os valores mais próximos
242 de 1 representam áreas com maiores quantidades de vegetação fotossinteticamente ativa, enquanto os
243 valores mais próximos de -1 representam áreas com menor quantidade de vegetação e maior presença
244 de solo exposto (Rissini et al., 2015).

245 O mesmo fato pode ser considerado para o IV NIR/G, onde seus resultados variaram de 0 a 15
246 (Figura 2B), onde os maiores valores deste índice estão associados a maiores quantidades de massa
247 vegetal. Com isso, de acordo com o desenvolvimento da cultura, sua massa vegetal tende a aumentar,
248 como observado com os valores do NDVI e IV NIR/G.



249



250

251 **Figura. 2** Superfície de resposta para a taxa de aplicação (TX) em função da variação dos IV: NDVI
 252 e IV NIR/G e da deposição de calda relativa (DEP) para a interação 2016/17 e 2017/18 (A e B)

253 O IV é obtido por transformação dos valores de reflectância espectral obtidos em comprimentos
254 de onda específicos espectro eletromagnético (Baio et al., 2018). Isso pode ser explicado, pois as
255 plantas, de maneira geral, apresentam baixa reflectância e transmitância de radiação na faixa visível
256 do espectro (400 a 700 nm), devido à forte absorção pelos pigmentos fotossintéticos (clorofila)
257 (Solari, 2006). Por outro lado, há uma grande reflectância e transmitância na região do infravermelho
258 próximo (~700 a 1400 nm) (Eitel et al., 2008). Dessa forma, os dois comprimentos de onda que
259 apresentam relação direta com variáveis na planta, como indicadores do potencial produtivo, são:
260 ondas do espectro do vermelho, cuja reflectância é menor em condições de maior quantidade de
261 clorofila (Tucker, 1979); ondas do espectro do infravermelho, cuja reflectância é maior conforme o
262 acúmulo de massa seca (MS) da planta. Sendo assim, com o aumento dos valores do NDVI, maiores
263 as diferenças entre a reflectância do infravermelho com o vermelho, o que indica maior quantidade
264 de clorofila e MS e, conseqüentemente, maior o potencial produtivo da planta (Rissini et al., 2015).
265 Resultados semelhantes foram encontrados na cultura do algodão, onde valores de NDVI foram
266 positivamente correlacionados com o número de ramos da planta durante as estações de produção
267 (Souza et al., 2017).

268 Mantendo-se uma taxa de aplicação constante, conforme o desenvolvimento da planta, os
269 valores de IV aumentaram, com isso menores valores de deposição foram encontrados. Isso ocorreu,
270 pois independente da taxa de aplicação com índices de vegetação maiores, haverá um maior volume
271 de biomassa na planta, com isso as gotas geradas têm uma maior dificuldade de atingirem o estrato
272 médio das plantas de soja, ficando assim a maioria retida na região do ápice.

273 Com isso à medida em que os valores dos IV's aumentaram, houve uma necessidade do
274 aumento da taxa de aplicação, para que assim se mantenha uma manutenção da DEP, ou seja para
275 que a planta atinja uma porcentagem ideal de recuperação da calda aplicada. Isso ocorre devido aos
276 IV's serem correlacionados positivamente com a biomassa da planta. Em trabalho realizado na cultura
277 do milho, valores de massa seca apresentaram tendências semelhantes das superfícies de resposta,
278 quando o IV foi analisando (Baio et al., 2018). Segundo esses mesmos autores com o aumento da

279 MS, houve a necessidade de aumentar a taxa de aplicação para se manter a deposição. Com isso
280 podemos observar que há uma correlação positiva entre a biomassa da planta e a massa seca.

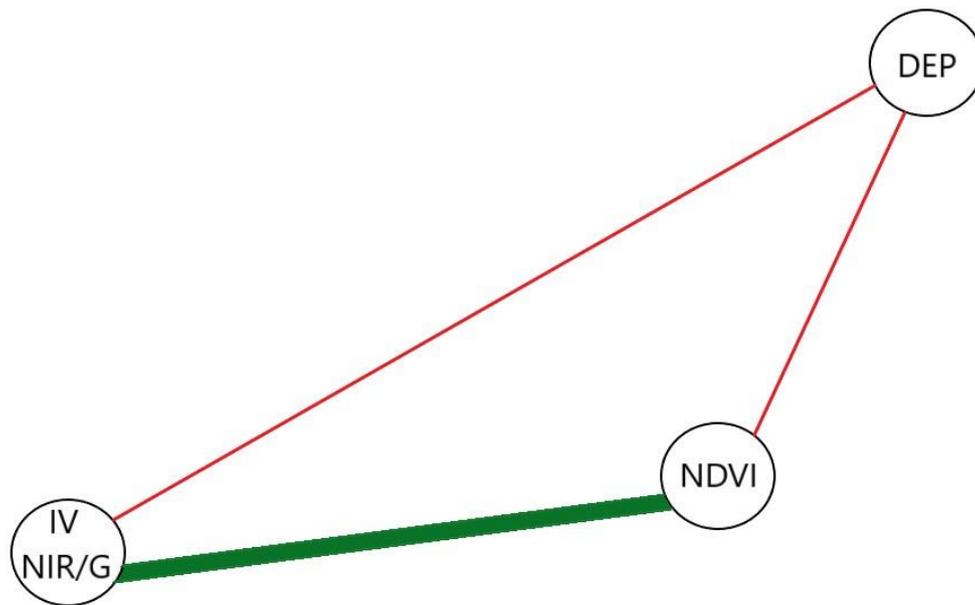
281 Neste mesmo sentido, quando o IV for baixo, pode-se reduzir a taxa de aplicação aumentando-
282 se a capacidade de campo operacional do pulverizador, sem comprometer a deposição (Baio et al.,
283 2018). O uso de menores volumes aumenta a autonomia e a capacidade operacional dos
284 pulverizadores e diminui o risco de perdas por escorrimento (Rodrigues et al., 2011). Estes mesmos
285 autores reportaram que na aplicação com menor volume houve aumento do rendimento operacional,
286 devido à redução na frequência de abastecimento.

287 Foi observado por Decaro Junior (2013) que ao se reduzir o volume de aplicação de 400 para
288 46 L ha⁻¹ em um ensaio para o controle de *Leucoptera coffeella* na cultura do café, houve maior
289 recuperação do agrotóxico depositado nas folhas da planta. O autor associa esse fato às perdas por
290 escorrimento quando se utiliza maior volume de aplicação.

291 Em experimento de deposição de calda aplicada em volumes reduzidos no algodão, menores
292 valores do depósito foliar, contendo traçador, foram encontrados no estrato superior da planta do
293 algodoeiro quando utilizou-se pulverizações de maior volume de aplicação (Camolese e Baio, 2016).
294 Segundo estes mesmos autores isso é explicado, pois ao se utilizar altas taxas de aplicação, no estrato
295 superior da cultura pode, em teoria, ocasionar escorrimento da calda da superfície foliar, porém ao se
296 avaliar depósitos foliares no extrato inferior da planta, o aumento destas taxas causou o aumento da
297 DEP.

298 Assim, as equações apresentadas para as interações entre taxa de aplicação (TX), deposição
299 relativa (DEP) em função dos IV's NDVI e IV NIR/G, podem ser utilizadas para a determinação da
300 taxa de aplicação na cultura da soja de acordo com a necessidade de deposição de calda no estrato
301 médio das plantas.

302 Pela rede de correlações gerada a partir da matriz de correlações de Pearson, observa-se que
303 correlações positivas foram destacadas na cor verde, enquanto as negativas foram representadas em
304 vermelho (Figura 3).



305

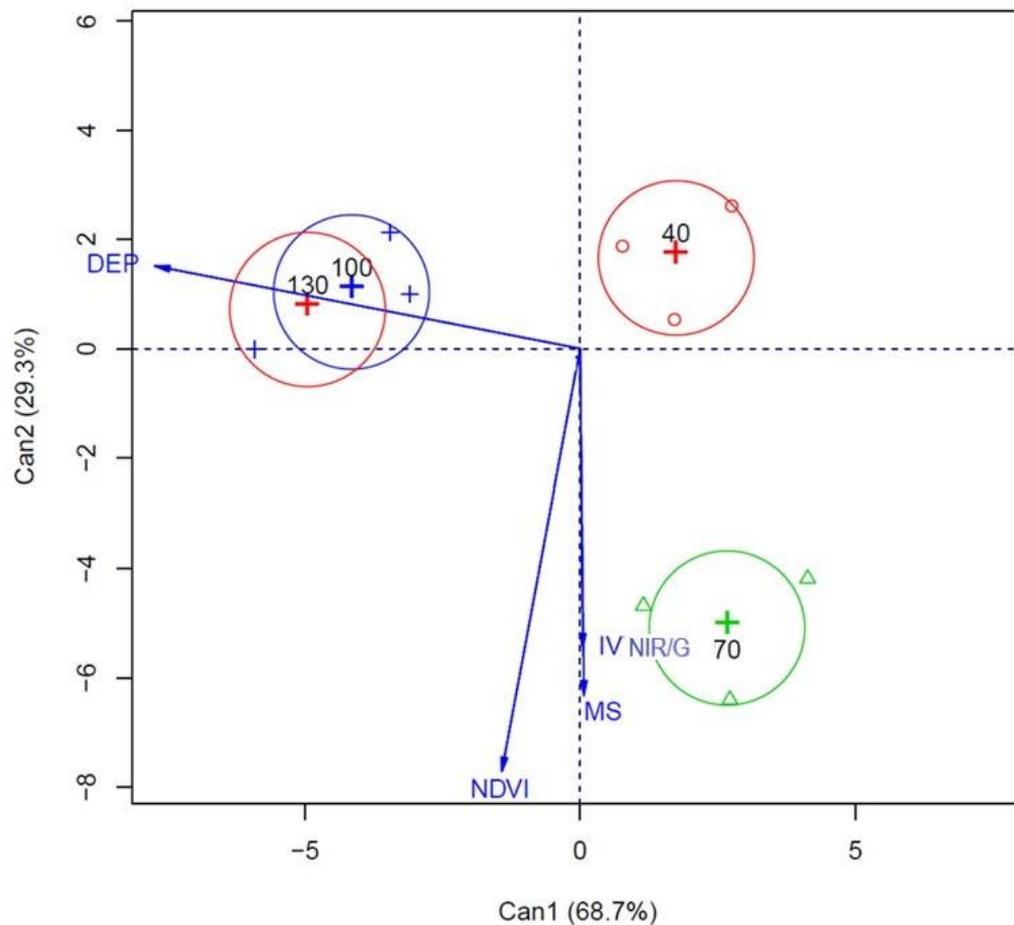
306 **Figura 3.** Rede de correlações de Pearson entre as variáveis deposição relativa (DEP), NDVI e IV
 307 NIR/G avaliadas na cultura da soja nos anos agrícolas 2016/2017 e 2017/2018

308

309 Verifica-se que há uma correlação positiva entre os IV's (NDVI e IV NIR/G), na interação dos
 310 anos, sendo está de maior magnitude, como pode ser observado pela espessura da linha que os ligam.
 311 Já os valores da deposição de calda apresentaram correlação negativa para os respectivos mapeamentos
 312 dos índices de vegetação, ilustrando que quando há maior massa vegetal em função dos maiores
 313 valores de IV's mensurados, menores as deposições de calda naqueles locais.

314 Essa correlação negativa entre a deposição e os IV's pode ser explicada, pois conforme se
 315 aumentou o NDVI e IV NIR/G, a deposição diminuiu, isso em função das partículas de gomas ficarem
 316 em sua maioria retidas no primeiro terço da planta. Em experimento de deposição da taxa de aplicação
 317 em cultivares de soja, verificou-se que depósitos no estrato superior da planta, eram quase três vezes
 318 maiores do que nos estratos médios e inferiores (Baio et al., 2016). Resultados semelhantes foram
 319 encontrados por Boschini et al. (2008) em experimentos de deposição na cultura da soja, onde
 320 observou-se que a deposição nos estratos médio e inferior na planta de soja, foi significativamente
 321 menor em comparação com o estrato superior independentemente da taxa de aplicação utilizada.

322 A análise de variáveis canônicas é uma técnica da estatística multivariada, que maximizam a
 323 variação entre tratamentos em relação à variação residual. Neste trabalho a análise foi utilizada para
 324 verificar a contribuição de cada variável para a diferença entre as taxas de aplicação (Figura 4). Para
 325 representação dos scores em um gráfico bidimensional é necessário que a porcentagem de variância
 326 retida nas duas primeiras variáveis canônicas seja superior a 80% (Mingoti, 2005). Neste estudo, a
 327 variância acumulada nas duas primeiras variáveis canônicas foi de 98%, o que possibilita sua
 328 interpretação de forma precisa.



329

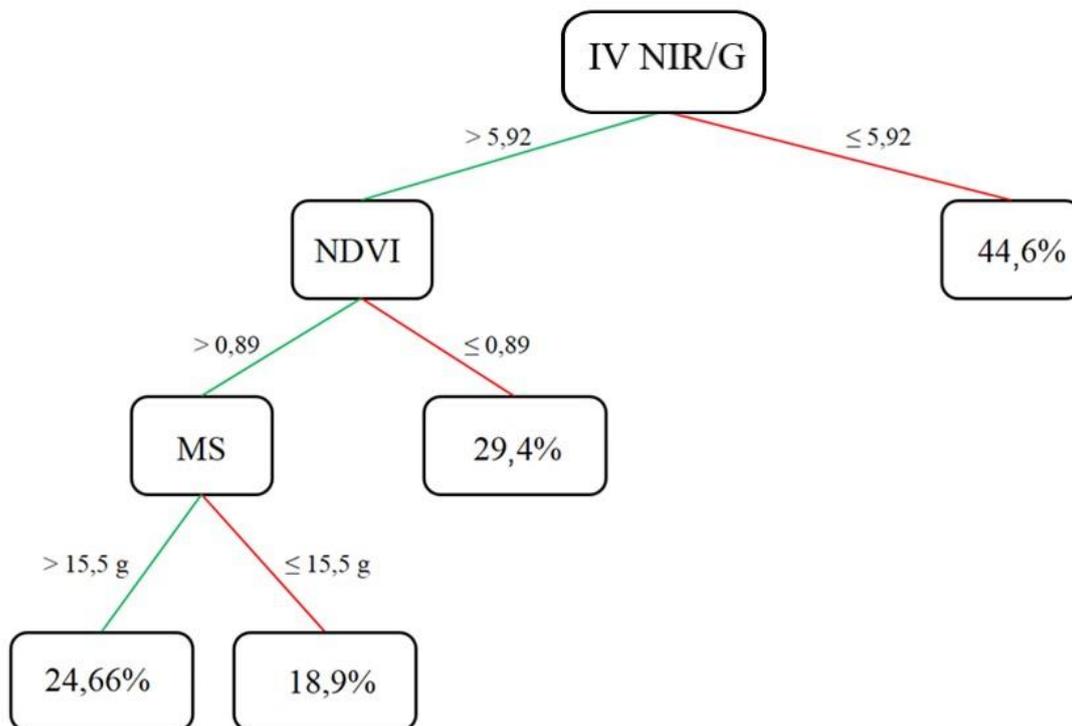
330 **Figura 4.** Análise de variáveis canônicas para deposição relativa (DEP), massa seca (MS), NDVI e
 331 IV NIR/G avaliadas na cultura da soja nos anos agrícolas 2016/2017 e 2017/2018

332

333 A partir dos autovetores pode-se verificar que maiores taxas utilizadas (100 e 130 L ha⁻¹), não
 334 sofreram influência dos índices de vegetação, mas influenciaram diretamente a DEP, que as
 335 diferenciou das demais taxas utilizadas. Estas taxas apresentaram resultados de deposição

336 semelhantes, sendo assim a maior taxa de aplicação pode ter causado perdas por escorrimento na
 337 planta, levando em consideração que a taxa de 100 L ha⁻¹ foi considerada a mais adequada para a
 338 aplicação na cultura soja em todos estádios fenológicos mapeados. Resultados similares foram
 339 encontrados (Baio et., 2018), que mostra que a deposição contribuiu diretamente para diferenciar a
 340 taxa de aplicação de 100 L ha⁻¹, das demais (40, 60 e 80 L ha⁻¹). A taxa de 70 L ha⁻¹ pode ser
 341 considerada crítica para as aplicações, pois foi é muito influenciada pela variabilidade dos índices de
 342 vegetação. Observou-se que a taxa de aplicação de 40 L ha⁻¹ não influenciou na deposição da calda
 343 de aplicação no estrato médio da cultura da soja e nem sofreu influência dos índices de vegetação.

344 A utilização da árvore de decisão oferece uma maneira simples de minerar classes e várias
 345 outras informações extremamente úteis que são extraídas em valores de atributos de conjuntos de
 346 dados, apresentando elevado grau de comprometimento. No caso deste estudo a árvore modela a
 347 deposição em função dos IV's e massa seca (Figura 5).



348
 349 **Figura 5.** Árvore de decisão para deposição relativa (DEP) em função das variáveis massa seca (MS),
 350 NDVI e IV NIR/G avaliadas na cultura da soja nos anos agrícolas 2016/2017 e 2017/2018

352 Nesse sentido, ao avaliar o IV NIR/G, ocorreram duas situações: se o IV NIR/G for menor ou
353 igual que 5,92, a DEP será de 44,6%; caso o valor for maior que 5,92, o NDVI deverá ser avaliado
354 como próximo item para tomada de decisão. Em sequência à análise dos níveis, se o NDVI apresentar
355 valor maior que 0,89 a DEP será de 29,4%, caso contrário dever-se analisar a massa seca. Na
356 avaliação da MS, caso seu valor seja maior ou igual a 15,5 a DEP será 18,9, e se menor que 15,5, a
357 DEP será de 24,66%.

358

359

CONCLUSÃO

360

361 A deposição de calda no terço médio da cultura da soja apresentou uma função quadrática
362 positiva quando relacionada aos índices de vegetação estudados e à taxa de aplicação.

363 O NDVI e IV NIR/G correlacionaram-se negativamente com a deposição por pulverização no
364 terço médio da planta de soja.

365 Com o aumento dos índices de vegetação, tem-se a uma necessidade do aumento da taxa de
366 aplicação para a manutenção da deposição de calda no estrato médio das plantas de soja.

367

368

REFERÊNCIAS

369

370 Amaral LR, Molin JP (2014). The effectiveness of three vegetation indices obtained from a canopy
371 sensor in identifying sugarcane response to nitrogen. *Agronomy Journal*, 106(1):273-280. DOI:
372 <http://dx.doi.org/10.2134/agronj2012.0504>.

373 Antuniassi, UR (2012) Tecnologia de aplicação: Conceitos básicos, inovações e tendências. In:
374 Tomquelski GV. et al., editors, Publicações Fundação Chapadão: Soja e Milho 2011/2012. 5 ed.
375 Chapadão do Sul: Fundação Chapadão. cap. 16, p113-139.

376 Arvidsson T, Bergström L, Kreuger J (2011). Spray drift as influenced by meteorological and
377 technical factors. *Pesticide Management Science*, 67(5):586-598.

- 378 Baio FHR, Antuniassi UR (2015). Pulverização automática. *Cultivar Máquinas* 8(1):16-18.
- 379 Baio FHR, Leal AJF, Neves DC, Souza HB, Gasparelli DL (2015). Resposta imediata: Aplicação
380 localizada de insumos em taxa variável em si já é um grande avanço tecnológico para as lavouras.
381 *Cultivar Máquinas*, 8(2):12-18.
- 382 Baio FHR, Neves DC, Souza HB, Leal AJF, Leite, RC, Molin JP, Silva SP (2018). Variable rate
383 spraying application on cotton using an electronic flow controller. *Precision Agriculture*. DOI:
384 <https://doi.org/10.1007/s11119-018-9564-7>.
- 385 Baio FHR, Pettenan AL, Camolese HS, Francischetti GRR (2016). Evaluation of spray deposits with
386 twin flat tip with air induction in two soybean stages. *Idesia*, 34(4):43-48.
- 387 Baio FHR, Scarpin IM, Silva EE (2015). Papel hidrossensível e alternativo fotográfico em ensaios de
388 deposição de gotas. *Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas*, 9(4):339-347.
- 389 Baio FHR, Silva EE, Souza MAV, Souza FHQ, Zanin ARA, Teodoro PE (2018). Vegetation indices
390 to estimate spray application rates of crop protection products in corn. *Agronomy Journal*. DOI:
391 [10.2134/agronj2017.12.0718](https://doi.org/10.2134/agronj2017.12.0718).
- 392 Beneduzzi HM, Souza EG, Bazzi CL, Schenatto K (2017). Temporal variability in active reflectance
393 sensor-measured ndvi in soybean and wheat crops. *Engenharia Agrícola*, 37(4):771-781.
- 394 Bhering, LL (2017). Rbio: a tool for biometric and statistical analysis using the R platform. *Crop*
395 *Breeding and Applied Biotechnology*, 17(2):187-190.
- 396 Boschini L, Contiero RL, Macedo Júnior EK, Guimarães VF (2008). Avaliação da deposição da calda
397 de pulverização em função da vazão e do tipo de bico hidráulico na cultura da soja. *Acta Scientiarum*
398 *Agronomy*, 30(2):171-175.
- 399 Bueno MR, Alves GS, Paula ADM, Cunha JPAR (2013). Volumes de calda e adjuvante no controle
400 de plantas daninhas com Glyphosate. *Planta Daninha*, 31(3):705-713.
- 401 Camolese HS, Baio FHR (2016). Deposição de calda aplicada em volume reduzido no período
402 noturno na cultura do algodoeiro. *Revista Agrarian*, 9(34):365-373.

- 403 Decaro junior, ST (2013). Avaliação de um pulverizador de volume ultra baixo na cultura do café
404 para o controle de *Leucoptera coffeella* (Lepidoptera: Lyonetiidae). Mestrado. Dissertação.
405 Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária-UNESP, Jaboticabal.
- 406 Eitel JUH, Long DS, Gessler PE, Hunt ER (2008). Combined spectral index to improve ground-based
407 estimates of nitrogen status in dryland wheat. *Agronomy Journal*, 100(6):1694-1702.
- 408 Ferreira MC, Alandia RL, Carvalho GFG, Baggio MV (2010). Determinação de área foliar e retenção
409 de líquido por folhas de café em pulverização a alto volume. *Nucleus*, 7(1):277-284.
- 410 Ferri CP, Formaggio AR, Schiavinato MA (2004). Índices hiperespectrais de vegetação para a
411 determinação do conteúdo de clorofila em dosséis de soja [*Glycine max*(L.) Merrill]. *Brazilian Journal*
412 *of Plant Physiology* (online), 16(3):131-136. DOI: [http://dx.doi.org/10.1590/S1677-](http://dx.doi.org/10.1590/S1677-04202004000300002)
413 [04202004000300002](http://dx.doi.org/10.1590/S1677-04202004000300002).
- 414 Gitelson AA, Merzlyak MN (1997). Remote estimation of chlorophyll content in higher plant leaves.
415 *International Journal of Remote Sensing*, 18(12):291298.
- 416 Pimentel Gomes, F (1990). Curso de estatística Experimental. 467. Escola Superior de Agricultura
417 Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- 418 Groff EC, Nanni MR, Povh, FP, Cezar E (2013). Características agrônômicas associadas com índices
419 de vegetação medidos por sensores ativos de dossel na cultura da soja. *Semina: Ciências Agrárias*,
420 34(2):517-526. DOI: 10.5433/1679-0359.2013v34n2p517.
- 421 Mingoti, SA (2005). Análise de dados através de métodos de estatística multivariada. 295. Editora
422 UFNG, Belo Horizonte
- 423 Raper TB, Varco JJ (2015). Canopy-scale wavelength and vegetative index sensitivities to cotton
424 growth parameters and nitrogen status. *Precision Agriculture*, 16(1):62-76. DOI:10.1007/s11119-
425 014-9383-4.
- 426 Pinto JR, Loeck, AE, Souza RT, Louzada RS (2007). Estabilidade à exposição solar dos traçantes
427 azul brilhante e amarelo tartrasina utilizados em estudos de deposição de pulverização. *Revista*
428 *Brasileira de Agrociência*, 13(1):105-107.

- 429 Rissini ALL, Kawakami J, Genú AM (2015). Índice de vegetação por diferença normalizada e
430 produtividade de cultivares de trigo submetidas a doses de nitrogênio. *Revista Brasileira de Ciências*
431 *do solo*, 39(6):1703-1713.
- 432 Rodrigues EB, Saab OJGA, Gandolfo MA (2011). Cana-de-açúcar: avaliação da taxa de aplicação e
433 deposição do herbicida glyphosate. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental*, 15(1):90-
434 95.
- 435 Solari F (2006). Developing a crop based strategy for on-the-go nitrogen management in irrigated
436 cornfields. PhD thesis, University of Nebraska.
- 437 Rouse JW, Haas RH, Schell JA, Deering DW (1973). Monitoring vegetation systems in the great
438 plains with ERTS. In: *earth resources technology satellite*, 1(1):309-317. DOI:
439 <http://dx.doi.org/10.1016/j.compag.2016.04.016>.
- 440 Souza HB, Baio FHR, Neves DC (2017). Using passive and active multispectral sensors on the
441 correlation with the phenological indices of cotton. *Engenharia Agrícola*, 37(4):782-789.
- 442 Tucker, CJ (1979). Red and photographic infrared linear combination for monitoring vegetation.
443 *Remote Sensing Environment*, 8(2):127-50.

ANEXOS – CAPÍTULO 1

REVISTA ENGENHARIA AGRÍCOLA

Desde 1972, sendo o principal veículo editorial de caráter técnico-científico da Associação Brasileira de Engenharia Agrícola (SBEA), a revista Engenharia Agrícola (EA) tem a missão de publicar artigos científicos, artigos técnicos e artigos de revisão inéditos, em inglês, na área de Engenharia Agrícola, fomentando a divulgação do conhecimento prático e científico e divulgando soluções a problemas afins da área, sendo classificada com conceito “B1” na CAPES.

Todos os artigos publicados na revista Engenharia Agrícola, do volume 24 em diante, estão disponíveis no endereço http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_issues&pid=01006916&lng=pt&nrm=iso, com acesso livre e irrestrito. Os artigos publicados na forma impressa podem ser encontrados, em acervo, na sede da revista Engenharia Agrícola, para consulta. Do volume 24 em diante (2004), a revista passou a ser publicada na forma de CDROM (ISSN 1808-4389), o que possibilitou evolução na qualidade de apresentação dos artigos, com a inserção de figuras e gráficos coloridos, aumento do número de páginas e de artigos publicados, redução dos custos de publicação e de distribuição, facilitando, também, a inserção da mesma na FAPESP (SciELO), FAO (AGORA – Access to Global Online Research in Agriculture, AGRIS – International Information System for the Agricultural Sciences and Technology), AGROBASE (CENAGRI - Coordenadoria Geral de Informação Documental Agrícola), SUMÁRIOS.ORG (Sumários de Revistas Brasileiras), CAB INTERNATIONAL (International Center for Agriculture and Biosciences), THOMSON REUTERS (Web of Science, Science Citation Index e Journal Citation Reports) diminuindo o tempo de publicação. O propósito de pagamento via PayPal deve-se ao processo de internacionalização da revista. Quando um artigo é submetido por autores estrangeiros, há a necessidade de um sistema que possa viabilizar o pagamento desses trabalhos.

De acordo com o ESTATUTO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, no CAPÍTULO VII - Dos Congressos e Publicações, Parágrafo Único, a revista se regerá pelo estatuto da SBEA e por Regulamento Próprio, conforme demonstrado abaixo:

INSTRUÇÕES AOS AUTORES

1. Diretrizes Gerais

Os manuscritos podem ser submetidos em português, espanhol e inglês, por meio do Sistema Eletrônico de Editoração de Revistas – SciELO (<http://submission.scielo.br/index.php/eagri/>). O Comitê Editorial verifica se o artigo está no escopo da revista, se segue RIGOROSAMENTE AS NORMAS para submissão e se há ocorrência de PLÁGIO. O artigo poderá ser reformulado se estiver fora das normas e será recusado nos outros casos.

O autor responsável pela submissão deverá, primeiramente, preencher TODOS os campos do metadados e enviar uma mensagem para contato.sbea@gmail.com assumindo a responsabilidade pelos demais autores, se houver, autorizando a tramitação, obedecendo ao Artigo 5º da Lei no 9.610, que trata do Direito Autoral (vide item 4, ao final deste tópico).

O autor responsável pela submissão deverá enviar também para contato.sbea@gmail.com um ofício assinado por ele, em PDF, afirmando que o manuscrito não foi publicado e nem está sendo submetido para publicação em outro(s) meio(s) de divulgação de qualquer natureza (vide item 4, ao final deste tópico).

Depois de aceitos, os trabalhos submetidos em português e espanhol deverão ser **OBRIGATORIAMENTE** traduzidos para o inglês por **EMPRESAS INDICADAS PELO COMITÊ EDITORIAL**. Os manuscritos submetidos em inglês deverão ser revisados pelas mesmas empresas.

Em seguida, os artigos aceitos passarão por diagramação e última revisão por parte dos autores (prova). Quando recusado, o manuscrito será arquivado, podendo os autores, a partir daí, encaminharem o trabalho a outro periódico.

1.1. Tradução e revisão

A tradução dos artigos submetidos em português e espanhol e a revisão dos artigos submetidos em inglês serão pagas pelos autores diretamente às empresas indicadas pelo Comitê Editorial.

As empresas de tradução ou revisão indicadas são:

- American Journal Experts (<https://www.aje.com/en/services/translation>)
- Elsevier (<http://webshop.elsevier.com/languageservices/>)
- Quality Centro de Idiomas (monicamdestefani@hotmail.com)
- STTA - Serviços Técnicos de Tradução e Análises (<http://stta.com.br/>)

2. Normas para configuração do manuscrito 2.1

Configuração

- O manuscrito deve ter no máximo cinco autores;

- Não inserir os nomes e as identificações dos autores;
- O número máximo de laudas é 20;
- O texto completo pode apresentar figuras coloridas ou não (fotografias, gráficos, diagramas, etc.) e tabelas. O tamanho do arquivo gravado aceito pelo sistema de submissão é de até 2,0 MB. Arquivos maiores não serão gravados no sistema.
- As grandezas devem ser expressas sempre e unicamente em unidades do Sistema Internacional de Unidades (SI) e grafadas sempre de acordo com as normas de apresentação dos símbolos das unidades do SI
(<https://www.nist.gov/sites/default/files/documents/pml/div684/fcdc/sp330-2.pdf>)
- Texto em editor MSWord 2010 ou superior ou totalmente compatível com esse editor;
- Tamanho do papel: A4 (21 x 29,7 cm);
- Espaçamento entre linhas: 2,0;
- Tipo de letra para o texto: Times New Roman, tamanho 12;
- Tipo de letra para cabeçalho/rodapé: Times New Roman, tamanho 9;
- Margens: 2 cm em todos os lados do papel;
- Inserir numeração de páginas;
- Inserir numeração contínua de linhas nas páginas;
- Parágrafo de 1,0 cm;
- Tamanho máximo do arquivo: 2,0 MB;
- Os autores deverão ser os mesmos que foram cadastrados no sistema quando da submissão do manuscrito. Não poderão ser mudados, a não ser com expressa autorização escrita de cada um dos autores originais. Cada nome deverá ser seguido por um número em sobrescrito, em sequência. Abaixo dos nomes, separado por dois espaços, uma lista com a ordem numérica referente a cada autor. Nessa lista, os números vêm primeiro em sobrescrito e na frente de cada número, em texto normal, deverá constar do autor para correspondência, a instituição e um endereço de e-mail definitivo, e dos demais autores, somente a instituição.

2.2 Categoria

Os artigos podem ser da seguinte natureza:

2.2.1 Artigo científico

Refere-se a relato de pesquisa original, com hipótese bem definida, prestigiando assuntos inovadores. Deve incluir Título, Resumo, Palavras-chave, Introdução, Material e Métodos, Resultados e discussão, Conclusões e Referências.

Todos os itens deverão ser destacados em letras maiúsculas e negrito.

Título: Centralizado, deve ser claro e conciso, permitindo pronta identificação do conteúdo do trabalho, procurando-se evitar palavras do tipo: análise, estudo e avaliação.

Resumo: O texto, contendo no máximo 14 linhas, deve iniciar-se na mesma linha do item, ser claro, sucinto e, obrigatoriamente, explicar o(s) objetivo(s) pretendido(s), procurando justificar sua importância (sem incluir referências), os resultados e as conclusões mais expressivos. Abaixo devem aparecer as *Palavras-chave* (seis no máximo, procurando-se não repetir palavras do título) escritas em letras minúsculas, em ordem alfabética e separadas por vírgula.

Introdução: Devem ser evitadas divagações, e se concentrando no assunto que levará o leitor a entender o objetivo do trabalho. Para isso, deve-se utilizar principalmente de bibliografia recente (últimos 5 anos e periódicos indexados) e apropriada para formular os problemas abordados e a justificativa da importância do assunto, deixando muito claro o(s) objetivo(s) do trabalho, utilizando no máximo 50 linhas.

Material e métodos: Dependendo da natureza do trabalho, a caracterização da área experimental deve ser inserida, tornando claras as condições em que a pesquisa foi realizada. Quando os métodos forem os consagradamente utilizados, apenas a(s) referência(s) bastará (ão); caso contrário, é necessário apresentar descrição dos procedimentos utilizados, adaptações promovidas, etc. Unidades de medidas e símbolos devem seguir o Sistema Internacional de Unidades.

Resultados e discussão: Os resultados obtidos e analisados deverão ser confrontados com os da literatura apresentada na Introdução e com outras pertinentes à área do trabalho, e discutidos à luz dos conhecimentos consagrados, concordando ou discordando desses com explicações científicas e ou técnicas, mas destacando principalmente a importância e a originalidade desses dados. A redação desse item deve ser elaborada não apenas relatando que os resultados obtidos concordam com ou discordam de os resultados obtidos por outros pesquisadores, mas também, de forma clara e concisa, procurar explicar por que os resultados foram esses e por que concordam ou discordam dos apresentados na literatura.

Conclusões: Devem basear-se exclusivamente nos resultados do trabalho. Evitar a repetição dos resultados em listagem subsequente, buscando, sim, confrontar o que se obteve, com os objetivos inicialmente estabelecidos. As conclusões devem ser escritas de forma clara, direta e concisa, facilitando a interpretação do artigo, sem necessidade de consultar outros itens do mesmo.

Agradecimento(s): Agradecimentos a pessoas e/ou a instituições devem ser inseridos, se for o caso, após as conclusões, de maneira sucinta.

1. Diretrizes Gerais

Os manuscritos podem ser submetidos em português, espanhol e inglês, por meio do Sistema Eletrônico de Editoração de Revistas – SciELO (<http://submission.scielo.br/index.php/eagri/>). O Comitê Editorial verifica se o artigo está no escopo da revista, se segue **RIGOROSAMENTE AS NORMAS** para submissão e se há ocorrência de **PLÁGIO**. O artigo poderá ser reformulado se estiver fora das normas e será recusado nos outros casos.

O autor responsável pela submissão deverá, primeiramente, preencher **TODOS** os campos do metadados e enviar uma mensagem para contato.sbea@gmail.com assumindo a responsabilidade pelos demais autores, se houver, autorizando a tramitação, obedecendo ao Artigo 5º da Lei no 9.610, que trata do Direito Autoral (vide item 4, ao final deste tópico).

O autor responsável pela submissão deverá enviar também para contato.sbea@gmail.com um ofício assinado por ele, em PDF, afirmando que o manuscrito não foi publicado e nem está sendo submetido para publicação em outro(s) meio(s) de divulgação de qualquer natureza (vide item 4, ao final deste tópico).

Depois de aceitos, os trabalhos submetidos em português e espanhol deverão ser **OBRIGATORIAMENTE** traduzidos para o inglês por **EMPRESAS INDICADAS PELO COMITÊ EDITORIAL**. Os manuscritos submetidos em inglês deverão ser revisados pelas mesmas empresas.

Em seguida, os artigos aceitos passarão por diagramação e última revisão por parte dos autores (prova). Quando recusado, o manuscrito será arquivado, podendo os autores, a partir daí, encaminharem o trabalho a outro periódico.

2. Taxas

2.1. Valor das taxas de tramitação e publicação

A taxa de tramitação é R\$ 110,00 (cento e dez reais)

A taxa de publicação dos artigos aceitos é R\$ 310,00 (trezentos e dez reais), porém se o primeiro autor for associado da SBEA e estiver em dia com a anuidade, a taxa é R\$ 90,00 (noventa reais).

2.2 pagamento

Aguarde o contato da revista para efetuar o pagamento das taxas utilizando as seguintes

opções: 2.2.1. Depósito ou transferência bancária

Para esta forma de pagamento, as taxas podem ser pagas na seguinte conta corrente:

Nome: Associação Brasileira de Engenharia Agrícola

Banco: Banco do Brasil

Agência: 0269-0

Conta corrente: 33242-9

Os comprovantes de pagamento deverão ser enviados de forma legível para contato.sbea@gmail.com

2.2.2. Pagamento eletrônico

Outra opção de pagamento é através do sistema PagueSeguro.

Acesse o site da revista (<http://revista.sbea.org.br>) e siga os procedimentos necessários, conforme descritos no “Tutorial”.

2.3. Considerações sobre pagamento de taxas e comprovantes de pagamento

Uma vez designado à avaliação, o valor pago não será ressarcido em caso de cancelamento e/ou recusa do trabalho.

Tendo em vista que a Associação Brasileira de Engenharia Agrícola - SBEA é uma associação civil de direito privado, de cunho técnico-científico e sem fins lucrativos, não emite Nota Fiscal, apenas Recibo. Notas de Empenho não garantem a publicação do artigo.

2.2. Tradução e revisão

A tradução dos artigos submetidos em português e espanhol e a revisão dos artigos submetidos em inglês, serão pagas pelos autores diretamente às empresas indicadas pelo Comitê Editorial.

As empresas de tradução ou revisão indicadas são:

- American Journal Experts (<https://www.aje.com/en/services/translation>)
- Elsevier (<http://webshop.elsevier.com/languageservices/>)
- Quality Centro de Idiomas (monicamdestefani@hotmail.com)
- STTA - Serviços Técnicos de Tradução e Análises (<http://stta.com.br/>)

3. Normas para configuração do manuscrito

3.1 Configuração

- O manuscrito deve ter no máximo cinco autores;
- Não inserir os nomes e as identificações dos autores;
- O número máximo de laudas é 20;
- O texto completo pode apresentar figuras coloridas ou não (fotografias, gráficos, diagramas, etc.) e tabelas. O tamanho do arquivo gravado aceito pelo sistema de submissão é de até 2,0 Mb. Arquivos maiores não serão gravados no sistema.
- As grandezas devem ser expressas sempre e unicamente em unidades do Sistema Internacional de Unidades (SI) e grafadas sempre de acordo com as normas de apresentação dos símbolos das unidades do SI
(<https://www.nist.gov/sites/default/files/documents/pml/div684/fcdc/sp330-2.pdf>)
- Texto em editor MSWord 2010 ou superior ou totalmente compatível com esse editor;
- Tamanho do papel: A4 (21 x 29,7 cm);
- Espaçamento entre linhas: 2,0;
- Tipo de letra para o texto: Times New Roman, tamanho 12;
- Tipo de letra para cabeçalho/rodapé: Times New Roman, tamanho 9;
- Margens: 2 cm em todos os lados do papel;
- Inserir numeração de páginas;
- Inserir numeração contínua de linhas nas páginas;
- Parágrafo de 1,0 cm;
- Tamanho máximo do arquivo: 2,0 Mb;

- Os autores deverão ser os mesmos que foram cadastrados no sistema quando da submissão do manuscrito. Não poderão ser mudados, a não ser com expressa autorização escrita de cada um dos autores originais. Cada nome deverá ser seguido por um número em sobrescrito, em sequência. Abaixo dos nomes, separado por dois espaços, uma lista com a ordem numérica referente a cada autor. Nessa lista, os números vêm primeiro em sobrescrito e na frente de cada número, em texto normal, deverá constar do autor para correspondência, a instituição e um endereço de e-mail definitivo, e dos demais autores, somente a instituição.

3.2 Categoria

Os artigos podem ser da seguinte natureza:

3.2.1 Artigo científico

Refere-se a relato de pesquisa original, com hipótese bem definida, prestigiando assuntos inovadores. Deve incluir Título, Resumo, Palavras-chave, Introdução, Material e Métodos, Resultados e discussão, Conclusões e Referências.

Todos os itens deverão ser destacados em letras maiúsculas e negrito.

Título: Centralizado, deve ser claro e conciso, permitindo pronta identificação do conteúdo do trabalho, procurando-se evitar palavras do tipo: análise, estudo e avaliação.

Resumo: O texto, contendo no máximo 14 linhas, deve iniciar-se na mesma linha do item, ser claro, sucinto e, obrigatoriamente, explicar o(s) objetivo(s) pretendido(s), procurando justificar sua importância (sem incluir referências), os resultados e as conclusões mais expressivos.

Abaixo devem aparecer as Palavras-chave (seis no máximo, procurando-se não repetir palavras do título) escritas em letras minúsculas, em ordem alfabética e separadas por vírgula.

Introdução: Devem ser evitadas divagações, e se concentrando no assunto que levará o leitor a entender o objetivo do trabalho. Para isso, deve-se utilizar principalmente de bibliografia recente (últimos 5 anos e periódicos indexados) e apropriada para formular os problemas abordados e a justificativa da importância do assunto, deixando muito claro o(s) objetivo(s) do trabalho, utilizando no máximo 50 linhas.

Material e métodos: Dependendo da natureza do trabalho, a caracterização da área experimental deve ser inserida, tornando claras as condições em que a pesquisa foi realizada. Quando os métodos forem os consagradamente utilizados, apenas a(s) referência(s) bastará(ão); caso contrário, é

necessário apresentar descrição dos procedimentos utilizados, adaptações promovidas, etc. Unidades de medidas e símbolos devem seguir o Sistema Internacional de Unidades.

Resultados e discussão: Os resultados obtidos e analisados deverão ser confrontados com os da literatura apresentada na Introdução e com outras pertinentes à área do trabalho, e discutidos à luz dos conhecimentos consagrados, concordando ou discordando desses com explicações científicas e ou técnicas, mas destacando principalmente a importância e a originalidade desses dados. A redação desse item deve ser elaborada não apenas relatando que os resultados obtidos concordam com ou discordam de os resultados obtidos por outros pesquisadores, mas também, de forma clara e concisa, procurar explicar por que os resultados foram esses e por que concordam ou discordam dos apresentados na literatura.

Conclusões: Devem basear-se exclusivamente nos resultados do trabalho. Evitar a repetição dos resultados em listagem subsequente, buscando, sim, confrontar o que se obteve, com os objetivos inicialmente estabelecidos. As conclusões devem ser escritas de forma clara, direta e

concisa, facilitando a interpretação do artigo, sem necessidade de consultar outros itens do mesmo.

Agradecimento(s): Agradecimentos a pessoas e/ou a instituições devem ser inseridos, se for o caso, após as conclusões, de maneira sucinta.

Referências: No texto (Introdução, Material e Métodos e Resultados e Discussão) devem ser citadas apenas as referências essenciais. Pelo menos 50% das referências devem ser dos últimos 5 anos e 90% das referências deverão ser de artigos científicos e/ou técnicos de periódicos com corpo editorial e indexados. Os 10% restantes se não forem de artigos científicos, deverão ser apenas de dissertações, teses ou livros. Evitar citações de resumos, trabalhos de conclusão de curso, trabalhos não publicados, boletins técnicos e comunicação pessoal. Casos excepcionais deverão ser justificados e serão analisados pelo Comitê Editorial. As citações no texto deverão aparecer em letras minúsculas, seguidas da data, conforme abaixo:

Souza & Silva (2014), ou ainda (Souza & Silva, 2014); existindo outras referências do(s) mesmo(s) autor(es) no mesmo ano (outras publicações), isso será identificado com letras minúsculas (a, b, c)

após o ano da publicação: Souza & Silva (2014a), ou ainda (Souza & Silva, 2014a). Quando houver três ou mais autores, no texto será citado apenas o primeiro autor seguido de et al., mas na listagem bibliográfica final os demais nomes também deverão aparecer. Na citação de citação (deve ser evitada), identifica-se a obra diretamente consultada; o autor e/ou a obra citada nesta é assim indicado: Silva (2006) citado por Pessoa (2013).

Na listagem das referências citadas (item Referências) incluir apenas as mencionadas no texto e em tabelas e figuras, aparecendo em ordem alfabética e em letras maiúsculas. A seguir, estão apresentados alguns exemplos:

Periódicos

Pruski FF, Rodrigues RG, Pruski PL, Nunes AA, Rego FS (2016) Extrapolation of regionalization equations for long-term average flow. *Engenharia Agricola* 36(5):830-838.

Com DOI (Digital Object Identifier)

Pruski FF, Rodrigues RG, Pruski PL, Nunes AA, Rego FS (2016) Extrapolation of regionalization equations for long-term average flow. *Engenharia Agricola* 36(5):830-838. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1809-4430-Eng.Agric.v36n5p830-838/2016>

Livros Obra completa, autorada

Hoffman, GJ (2007) Design and operation of farm irrigation systems. Michigan, American Society of Agricultural and Biological Engineering, 2 ed. 863p.

Obra completa, com paginação específica (forma preferida)

Hoffman, GJ (2007) Design and operation of farm irrigation systems. Michigan, American Society of Agricultural and Biological Engineering, 2 ed. p140-160.

Livro com autor institucional

FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations (2016) The state of food and agriculture: climate change, agriculture and food security. FAO, 190p.

Livro com autor institucional, com paginação específica (forma preferida)

FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations (2016) The state of food and agriculture: climate change, agriculture and food security. FAO, p50-60.

Livro completo, editado

Lamm FR, Ayars JE, Nakayama FS (eds) (2006) Microirrigation for crop production – Design operation and management. Elsevier, 642p.

Capítulo de livro ou um artigo parte de um livro

Buckleiter GW (2007) Irrigation system automation. In: Adamsen F, Hook J, Cardon G, Letey J, Lascano RJ, Sojka RE (eds). Irrigation of agricultural crops. American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science Society of America, p181-194.

Anais de congressos, simpósios, workshops (devem ser evitadas)

Hagel H, Hoffmann C, Doluschitz, R (2014) Mathematical programming models to increase land and water use efficiency in semiarid NE-Brazil. In: World Conference in Computers in Agriculture. San Jose, International Commission of Agricultural Engineering, Proceedings...

Teses (devem ser evitadas)

Schiavone DF (2016) heat mass transfer in ballet switch grass for storage and bioconversion applications. PhD Thesis, Lexington University of Kentuck, College of Engineering.

Documentos cartográficos (mapa, fotografia aérea, imagem de satélite, imagem de satélite digital)

BRASIL e parte da América do Sul: mapa político, escolar, rodoviário, turístico e regional. São Paulo: Michalany, 1981. 1 mapa, color, 79 cm x 95 cm. Escala 1:600.000.

Patentes

Norman LO (1998) Lightning rods. US Patent 4,379,752, 9 Sept 1998.

Documentos on line

Doe J (1999) Title of subordinate document. In: The dictionary of substances and their effects. Royal Society of Chemistry. Available: [http://www.rsc.org/dose/title of subordinate document](http://www.rsc.org/dose/title%20of%20subordinate%20document). Accessed Oct 19, 2016.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento (2017) Levantamento da safra de grãos, café, cana-de-açúcar e laranja (área plantada, produtividade e produção). CONAB. Available: <http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1253>. Accessed Jun 13, 2017.

Figuras e tabelas: Em qualquer parte do texto do manuscrito ilustrações, gráficos e fotografias devem ser inseridos com o título de “Figura” e quadros e tabelas serão sempre “Tabela”. - Figuras: apresentadas com tamanho, resolução e detalhes suficientes para a composição final, preferivelmente na mesma posição do texto, podendo ser coloridas. O título e outras informações contidas na Figura deverão ser, no conjunto, autoexplicativos, para que não seja necessário recorrer a qualquer parte do texto para entender a figura. Gráficos: podem apresentar partes coloridas, sendo os eixos x e y e as divisões de escala, em cor preta, com 1/2 pt de espessura das linhas, e títulos e valores nesses eixos devem ser grafados com o mesmo tipo e tamanho de letras contidas no texto (Times New Roman 12). Os gráficos não devem conter bordas e linhas de grade e a legenda deve ser colocada na posição inferior do mesmo. As linhas das curvas ou barras e dos pontos referentes aos dados obtidos, não devem ser colocados com cores claras, como amarelo, azul claro, marrom claro, que dificultam, em fundo branco, a perfeita distinção desses. A numeração da Figura deve ser sucessiva e em algarismos arábicos. Fotografias: podem ser coloridas. Tabelas: as tabelas devem sempre ser elaboradas utilizando a ferramenta de tabelas do Microsoft Word ou outro “software” compatível e devem ser colocadas na página em posição retrato, evitando tabelas extensas e dados supérfluos, privilegiando-se dados médios; adequar seus tamanhos ao espaço útil do papel e colocar, na medida do possível,

apenas linhas contínuas horizontais no cabeçalho principal da tabela e na última linha fechando a tabela. Linhas verticais não devem aparecer. Assim como nas Figuras o título e outras informações contidas na tabela, devem ser concisas mas autoexplicativas (não deverá ser necessário recorrer ao texto para entender completamente a tabela). Resultados apresentados em Tabelas não devem ser repetidos em Figuras e vice-versa.

Equações: Todas as equações que fizerem parte do texto deverão ser alinhadas com o parágrafo e numeradas, como segue:

$$y = a x + b \quad (1)$$

em que, y - velocidade,

$m s^{-1}$; a - coeficiente

angular; x - rotação, $rad s^{-1}$,

e. b - coeficiente linear.

Equações mais complexas deverão ser elaboradas com a ferramenta “Equação” do editor de texto Word, mantendo o mesmo tipo e o mesmo tamanho da fonte do texto (Times New Roman – 12).

2.2.2 Artigo Técnico

Deverá retratar avanços em teorias, metodologias e técnicas, sem apresentação de hipótese. Quando se tratar de estudo de caso, as conclusões devem apresentar proposições. Deve ser redigido em linguagem técnica, de fácil compreensão, sobre assuntos de interesse para a Engenharia Agrícola, por autor (es) que demonstre(m) experiência sobre o assunto tratado, permitindo orientação para os diferentes usuários da Engenharia Agrícola. Somente justificase a apresentação de artigos que tragam contribuição sobre o assunto e não simplesmente casos pessoais ou de interesse restrito. Com maior liberdade de estilo do que em artigos científicos, os artigos técnicos devem, na maioria das vezes, conter os seguintes itens: Título, Resumo, Palavras-Chave, Introdução, Descrição do Assunto, Conclusões e Referências.

Cabeçalho: ARTIGO TÉCNICO deve aparecer no cabeçalho da primeira página, em letras maiúsculas, sublinhadas, negritadas, centralizadas e espaçadas de 1,1 cm da margem superior.

Título, Resumo, Palavras-chave, devem seguir as mesmas normas descritas para artigo científico relatadas no item 2.2.1.

Introdução: deve conter breve histórico, esclarecendo a importância, o estágio atual do assunto, apoiando-se em revisão bibliográfica, e deixar claro o objetivo do artigo.

Descrição do Assunto: com diferentes títulos que podem ser divididos em subitens, deve-se discorrer sobre o assunto, apontando-se as bases teóricas, trazendo experiências e recomendações, discutindo e criticando situações, baseando-se ao máximo em bibliografia e normas técnicas sobre o assunto.

Conclusões: quando couberem, devem ser redigidas de forma clara e concisa, coerentes com o(s) objetivo(s) estabelecido(s). Não devem ser uma simples reapresentação de outros parágrafos do artigo.

2.2.3 Artigo de Revisão

É a apresentação, **exclusivamente a pedido do Conselho Editorial da revista**, de um estudo, reunindo, analisando e discutindo o estado da arte e propondo perspectivas futuras sobre um assunto de importância para a Engenharia Agrícola. Tal estudo deverá estar baseado em ampla pesquisa bibliográfica, permitindo compilação dos conhecimentos existentes. Embora com maior liberdade de estilo do que em artigos científicos, os artigos de Revisão devem conter os seguintes itens: Título, Resumo, Palavras-Chave, Introdução, Revisão, Conclusões e Referências. Para a redação desse trabalho de revisão, devem ser seguidas as mesmas orientações para composição de artigos científicos, com as seguintes particularidades:

Cabeçalho: ARTIGO DE REVISÃO deve aparecer no cabeçalho da primeira página em letras maiúsculas, sublinhadas, negritadas, centralizadas e espaçadas de 1,1 cm da margem superior.

Introdução: deve conter breve histórico, situando a importância, o estágio atual do assunto e o objetivo da revisão.

Revisão: seguir as normas de citação da revista. Se necessário, pode ser dividida por assuntos em subitens. A redação deve ser crítica e não apenas mera exposição dos assuntos; deve apresentar sequência lógica por ordem de assuntos e/ou cronológica. Sempre que possível, deve conter uma análise comparativa dos trabalhos sobre o assunto tratado.

Conclusões: devem ser apresentadas de forma clara e concisa, coerentes com o(s) objetivo(s) estabelecido(s). Não devem ser uma simples reapresentação de parágrafos da revisão.

4. Modelos de termos de responsabilidade e declaração de originalidade do artigo

Abaixo, estão os modelos das declarações que o autor responsável deve enviar à contato.sbea@gmail.com, por ocasião da submissão do manuscrito.

Autorização da tramitação:

Autorização da tramitação: Eu, “_____”, estou ciente de minha autoria do manuscrito intitulado “_____”, bem assumo a responsabilidade pelos demais autores listados a seguir sobre a tramitação do referido manuscrito na revista Engenharia Agrícola, obedecendo ao Artigo 5o da Lei no 9.610, que trata do Direito Autoral.

Autores:

_____, _____, _____, _____

Declaração de originalidade:

Declaro que o artigo _____ é de natureza científica, é original e não foi submetido a outro periódico, quer seja em partes ou em sua totalidade. Declaro ainda que uma vez publicado na Revista Engenharia Agrícola, o mesmo jamais será submetido por mim ou pelos demais autores a qualquer outro periódico. Através deste instrumento, nos autores cedemos os direitos autorais do referido Artigo a Revista de Engenharia Agrícola, obedecendo ao artigo 50 da lei 9.610 que se trata dos direitos autorais.

ASSINATURAS

A revista Engenharia Agrícola é publicada sob acesso aberto e, portanto, seus artigos são livres para serem lidos, copiados e disseminados para propósitos educacionais.

A revista on-line tem acesso aberto e gratuito.

Todo o conteúdo do periódico, exceto onde está identificado, está licenciado sob uma Licença Creative Commons.