

**Imagens aéreas na avaliação da qualidade da cobertura conforme o manejo do solo**

Esmael Lopes dos Santos<sup>1</sup>, Smaylla El Kadri Ceccatto<sup>2\*</sup>, Gabriel Gazoni da Penha<sup>3</sup>, Nicolas Bastos Almeida<sup>4</sup>, Luiz Felipe Antunes de Almeida<sup>5</sup>

<sup>1,3,4</sup> Centro Universitário da Fundação Assis Gurgacz, Cascavel - PR

<sup>2</sup> Universidade Estadual de Londrina, Rodovia Celso Garcia Cid - Pr 445 Km 380 Londrina, PR

<sup>5</sup> Universidade Estadual de Maringá, DAG, Departamento de Agronomia, Maringá - PR

\*Autor correspondente: elsantos@fag.edu.br

Artigo enviado em 02/09/2019, aceito em 14/05/2020

**Resumo:** Sistema Plantio Direto, para ser considerado conservacionista, deve ter o mínimo revolvimento, manutenção de plantas vivas o maior período possível na área, cobertura morta permanente e diversificação de culturas. O objetivo do trabalho foi a utilização de imagens aéreas na avaliação da qualidade da cobertura conforme o manejo do solo. A unidade experimental foi composta por quatro parcelas (imagens de ortomosaico) selecionadas de duas áreas: área 1: avaliada antes da semeadura do milho (A1A) e após a semeadura do milho (A1B); Área 2: não escarificada (A2A) e escarificada (A2B). Em cada área estudada, os tratamentos foram distribuídos ao acaso, seguindo delineamento experimental em quadrado latino. As taxas de cobertura do solo obtidas pelo Software Siscob e algoritmos (MPRI) foram submetidos à análise de variância (Teste F,  $p < 0,05$ ). Nas quatro imagens obtidas processadas em MPRI a cobertura do solo foi maior quando não houve semeadura do milho. Nas imagens processadas pelo software Siscob houve diminuição de 26,5% da cobertura do solo quando não houve semeadura do milho. A cobertura do solo na área antes da escarificação foi de 91,5% quando avaliado pelo software Siscob. Os três métodos utilizados para a determinação de cobertura (Siscob quadro, Siscob aérea e MPRI) não diferiram estatisticamente. A semeadura do milho e a escarificação diminuíram 24 e 80% da cobertura do solo, respectivamente.

**Palavras-chave:** VANTs, drone, Qgis, palhada, plantio direto.

**Aerial images in the evaluation of cover quality according to soil management**

**Abstract:** No tillage, in order to be considered a conservationist, must have minimal disturbance, maintenance of live plants as long as possible in the area, permanent mulch and diversification of crops. The objective of the work was the use of aerial images in the evaluation of the coverage quality according to the soil management. The experimental unit was composed of four plots (orthomosaic images) selected from two areas: area 1: evaluated before sowing corn (A1A) and after sowing corn (A1B); Area 2: non-scarified (A2A) and scarified (A2B). In each studied area, treatments were distributed at random, following a Latin square experimental design. The land cover rates obtained by Software Siscob and algorithms (MPRI) were subjected to analysis of variance (Test F,  $p < 0.05$ ). In the four images obtained processed in MPRI, the soil coverage was greater when there was no sowing of corn. In the images processed by the Siscob software, there was a 26.5% decrease in soil cover when no corn was sown. The soil coverage in the area before

scarification was 91.5% when evaluated by the Siscob software. The three methods used to determine coverage (Siscob quadro, Siscob aerial and MPRI) did not differ statistically. Corn sowing and scarification decreased 24 and 80% of the ground cover, respectively.

**Key words:** VANTs, drone, Qgis, straw, no-till.

### Introdução

O Sistema Plantio Direto (SPD), para ser considerado conservacionista, deve ter o mínimo revolvimento, manutenção de plantas vivas o maior período possível na área, cobertura morta permanente e diversificação de culturas. O manejo conservacionista promove aumento de matéria orgânica na superfície do solo, o que aumenta a estabilidade dos agregados e a sua resistência mecânica. Com isso, há melhora na infiltração, percolação e armazenamento de água, sendo este o principal para o bom desenvolvimento das plantas (Truman et al., 2005).

A cobertura vegetal pode ser considerada como a melhor defesa natural de um solo contra a erosão, pois é o fator isolado de maior influência no processo erosivo, evitando o impacto direto das gotas de chuva sobre o solo desnudo e desagregação das partículas, além de aumentar a umidade na zona radicular, mantém a microflora, além de limitar a passagem de luz inibindo a germinação de sementes e dificultando o crescimento inicial das plantas daninhas (Pires et al., 2008; Leite et al., 2009).

Com as mudanças ocorridas na agricultura, todos os processos produtivos tem exigido cada vez mais o gerenciamento adequado, neste contexto a agricultura de precisão (AP) e a utilização de veículos aéreos não tripulados (VANTs), podem contribuir para a redução de custo das atividades, diminuição do tamanho dos equipamentos e com isso otimizando a produção e os seus rendimentos (Jorge e Inamasu, 2014). Porém, uma possível abordagem é a utilização de técnicas de

processamento de imagens aéreas obtidas a partir da captura realizadas através de drones. Esse processo destaca-se como uma ferramenta de grande potencial para aquisição de parâmetros para a análise do uso e da cobertura do solo, que auxiliam na tomada de decisão, sendo possível obter rapidamente informações a um custo relativamente baixo (Jorge e Silva, 2009).

Existem diversos métodos para se estimar a cobertura morta do solo, entre eles: a determinação da porcentagem do solo ocupado por restos vegetais oriundos da colheita por meio do método de transeção linear (Sloneker e Moldenhauer, 1977; Alves et al., 1998) e utilização de quadros com áreas conhecidas e determinação da porcentagem de cobertura do solo pelos restos culturais através de imagens fotografias (Jorge e Silva, 2009).

Uma vez obtidas às imagens, a determinação da cobertura do solo pode ser feita de diversas formas. Alguns métodos utilizam artifícios matemáticos para análise das imagens e obtenção das informações requeridas. Por outro lado, existem métodos que se baseiam em técnicas computacionais de processamento de imagens para realização do cálculo, o que torna a tarefa menos onerosa. Um dos métodos utilizados são as Redes Neurais Artificiais (RNA) que são redes capazes identificar padrões a partir de um treinamento realizado previamente (Cruz et al., 2015).

Com as mudanças ocorridas na agricultura, o sistema de manejo do solo e da água não pode não pode ser tratado de maneira homogênea no que diz respeito à medição de variáveis nas áreas

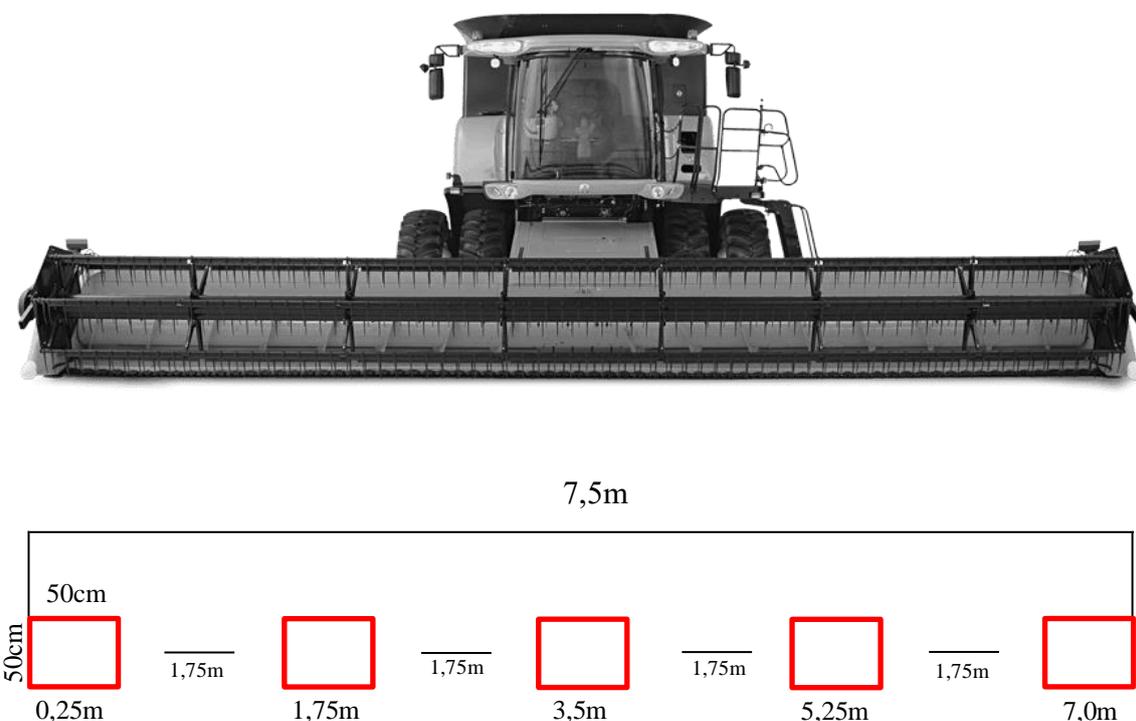
agrícolas. Neste sentido, a agricultura de precisão busca avaliar a variação espacial e temporal para que se tenha melhor aplicação das práticas agrícolas (Jorge e Inamasu, 2014).

Diante do exposto o objetivo do trabalho foi a utilização de imagens aéreas na avaliação da qualidade da cobertura conforme o manejo do solo.

### Material e métodos

O trabalho foi realizado em Cascavel, nas seguintes coordenadas 24°56'23.31"S e 53°30'56.73"O. A unidade experimental foi composta por quatro parcelas (imagens de ortomosaico) selecionadas de duas áreas, após a colheita da soja em 25 de fevereiro de 2019, área 1: com 2,78 hectares, que foi avaliada antes da semeadura do milho (A1A) e após a semeadura do milho (A1B). Área 2: com 0,96 hectares, que foi dividida em área não escarificada (A2A) e escarificada (A2B).

Foi estimada a taxa de cobertura do solo, utilizando cinco quadros de madeira com dimensões de 0,5 x 0,5m (0,25m<sup>2</sup>), distribuídos equidistantes a 1,25m entre eles, transversalmente ao sentido da colheita da soja (formando uma transecta de 7,5m (Figura 1). O primeiro quadro foi liberado no local de maior concentração de palha, sendo dois distribuídos para a direita e dois para a esquerda. Os quadros foram fotografados, e posteriormente as imagens recortadas e processadas através do software Siscob (Jorge e Silva, 2009), para a obtenção da estimativa da taxa de cobertura do solo. Foram avaliadas quatro transectas, e utilizada a média de cada transecta para a comparação entre os métodos de avaliação da cobertura do solo. A palhada retirada na área dos quadros foi acondicionada em sacos de papel e submetida à secagem em estufa de circulação forçada de ar a 60°C, por 72 horas, para a determinação da massa seca.



**Figura 1.** Transecta horizontal de coleta de palhada e imagem para determinação de cobertura do solo. Fonte: Adaptado de [tratoron.agr.br](http://tratoron.agr.br).

No tratamento A1B o milho foi semeado com semeadora PST Trio Flex Suprema, com disco de corte de palha oscilante, haste escarificadora com condutores de adubo, seguidos por discos duplos desencontrados para a distribuição das sementes. O espaçamento entre linhas do milho foi de 0,45m. A semeadura foi realizada quando o solo apresentava a umidade de 0,21 kg kg<sup>-1</sup> na camada 0-0,2m, em uma velocidade de 6,0 km h<sup>-1</sup>.

No tratamento A2B foi utilizado escarificador modelo AST/MATIC (S-0400), com onze hastes intercaladas (seis e cinco hastes), espaçadas a 0,4m, com ação na profundidade média de 0,35m, munido de disco de corte frontal, haste sulcadora com ponteira inclinada e rolo destorroador na parte terminal. A escarificação foi realizada quando o solo apresentava a umidade de 0,18 kg kg<sup>-1</sup> na camada 0-0,2m, em uma velocidade de 6,0 a 6,2 km h<sup>-1</sup> conforme a variação do relevo.

Foram geradas imagens digitais da área obtidas por VANT do tipo quadricóptero (Phantom 4 pro®) com câmera RGB (azul, verde e vermelho), da marca DJI® (Figura 2). Os planos de voo foram elaborados no software Pix4D®, considerando uma altura de voo de 25m, 75% de sobreposição para frente e 65% na lateral.



**Figura 2.** Quadricóptero (Phantom 4 pro®) marca DJI® utilizado para obtenção das imagens.

Com as imagens obtidas, foi gerado ortomosaico pela aerotriangulação em Photoscan. Para avaliação independente das áreas, foram aplicados recortes e separadas quatro repetições de cada tratamento. Para a obtenção da estimativa da taxa de cobertura do solo, as imagens foram processadas através do software Siscob (Jorge e Silva, 2009), e também processada por meio do algoritmo quantificado por MPRI (Modified Photochemical Reflectance Index) conforme Gonçalves et al., 2017, implementado no software QGIS.

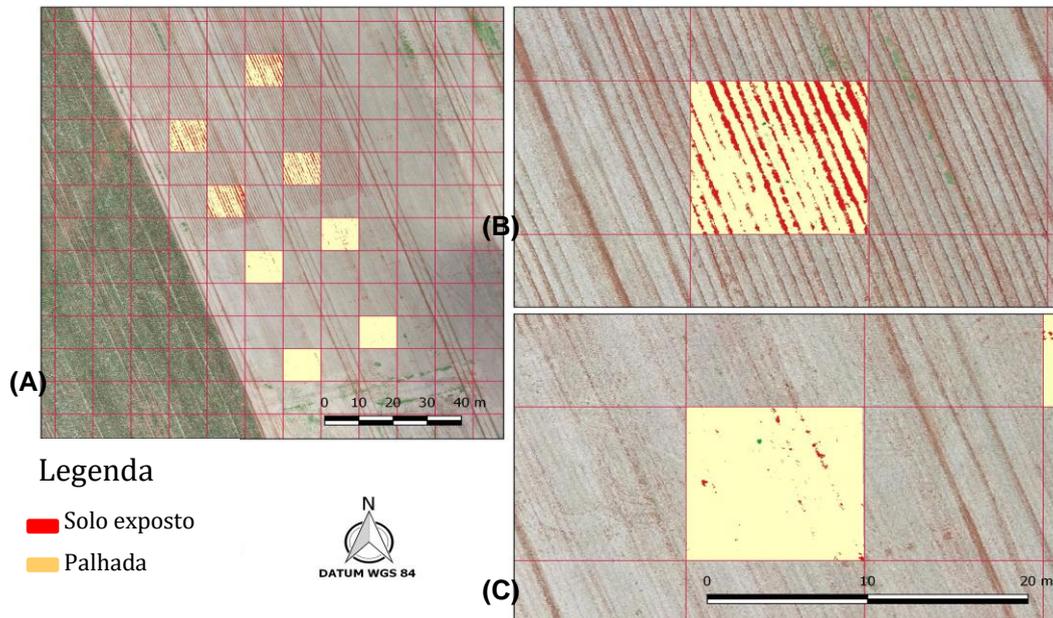
Em cada área estudada, os tratamentos foram distribuídos ao acaso, seguindo delineamento experimental em quadrado latino, com dois sistemas de manejo (solo não manejado e manejado) e três métodos de avaliação da cobertura do solo (Siscob quadro, Siscob aérea e MPRI). As taxas de cobertura do solo obtidas pelo Software Siscob e algoritmos (MPRI) foram submetidos à análise de variância (Teste F,  $p < 0,05$ ). Havendo interação significativa entre os fatores estudados, a comparação entre as médias nos desdobramentos foram feitas por meio do teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). Todas as análises estatísticas foram realizadas por meio do programa Sisvar 5.3 (Ferreira, 2008).

## Resultados e discussão

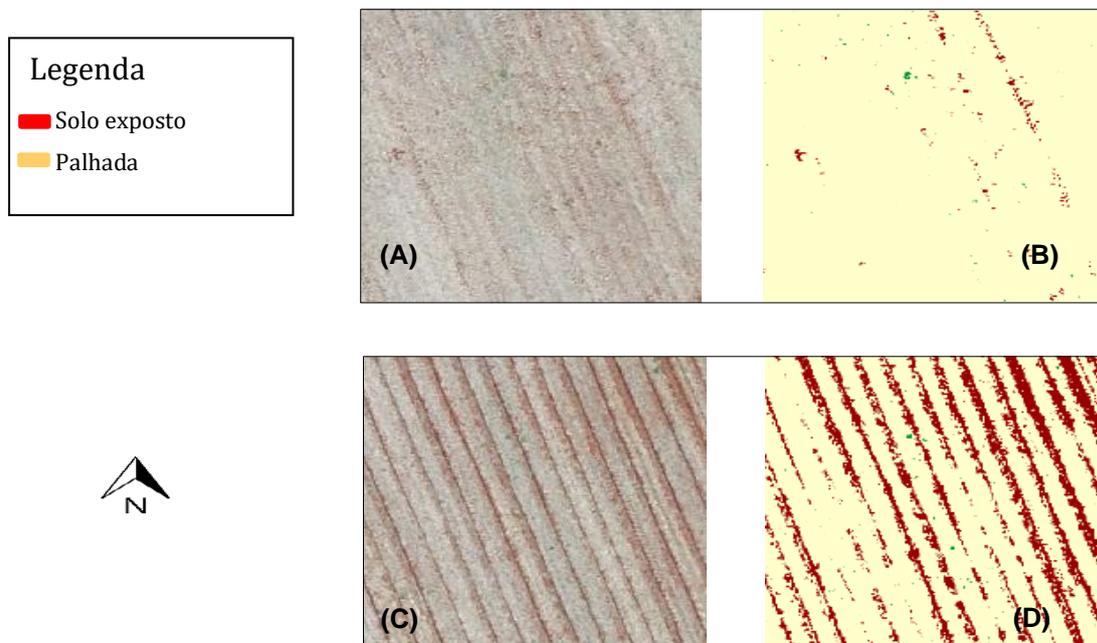
Nas quatro imagens obtidas processadas em MPRI a cobertura do solo foi maior quando não houve semeadura do milho (Figura 3), com diminuição média de 22% de cobertura quando houve a semeadura do milho. Conforme Girardello et al. (2010), a manutenção da cobertura do solo por resíduos vegetais é essencial para o controle da erosão e incremento da disponibilidade de água as plantas. A cobertura do solo é o fator isolado que

mais exerce influência sobre a erosão, pois os resíduos culturais ou plantas vivas diminuem o impacto das gotas de chuva, diminuindo a velocidade e o

volume da enxurrada, além de promover a filtragem dos sedimentos grosseiros (Câmara e Klein, 2005).



**Figura 3.** Imagem aérea indicando os pontos avaliados no ortomoisaico para estimativa de cobertura de solo (A). Imagens processadas em MPRI, área avaliada após a semeadura (B) e área avaliada antes da semeadura do milho (C). Imagem 25/02/2019.



**Figura 4.** Pontos avaliados para a obtenção da estimativa da taxa de cobertura do solo. Imagem da área antes da semeadura (A), imagem processada através do software Siscob (B). Imagem da área após a semeadura do milho (C), imagem processada através do software Siscob (D). Imagem 25/02/2019.

Nas imagens processadas pelo software Siscob houve diminuição de 26,5% da cobertura do solo quando não houve semeadura do milho (Figura 4). Manejo com 60% de cobertura promove redução de 80% nas perdas de solo, ou seja, na área do presente estudo, o solo ficará exposto até a proteção promovida pelas plantas de milho. Segundo Souza et al. (2009), a cobertura máxima proporcionada pela copa da cultura do milho é de 78 a 95%, que seria após o crescimento total da planta e antes do final do ciclo, para diferentes cultivares. No entanto, no controle da erosão hídrica, em condição essa inerente ao sistema de semeadura direta, a cobertura do solo pela copa das plantas é menos eficaz que a cobertura proporcionada

pelos resíduos vegetais (Marioti et al., 2013).

Houve diferença estatística entre a cobertura do solo (%) e diminuição de aproximadamente 24% na cobertura quando o milho foi semeado. Segundo Toledo et al. (2008), os limites aceitáveis para a cobertura vegetal, é de 80%. Desta forma, a cobertura média do presente trabalho está abaixo dos valores preestabelecidos.

Nas três formas de avaliação da cobertura do solo, não houve diferença significativa. Segundo Oliveira et al., (2014) comparando o método proposto por Staver (2001) e por Jorge e Silva (2009) concluíram que houve similaridade entre os métodos, com maior precisão em condições de elevadas densidades para o segundo método.

**Tabela 1.** Médias de cobertura do solo (%) avaliadas pelo Siscob (imagem aérea e quadro) e MPRI pelo software Qgis, antes e após a semeadura do milho.

Método	Não manejada	Semeada	Média
Siscob quadro	91,8Aa	69,6Ba	80,7
Siscob aérea	97,5Aa	71,7Ba	84,6
MPRI	96,6Aa	75,2Ba	85,9
Média	95,3	72,2	

CV (%) = 4,29

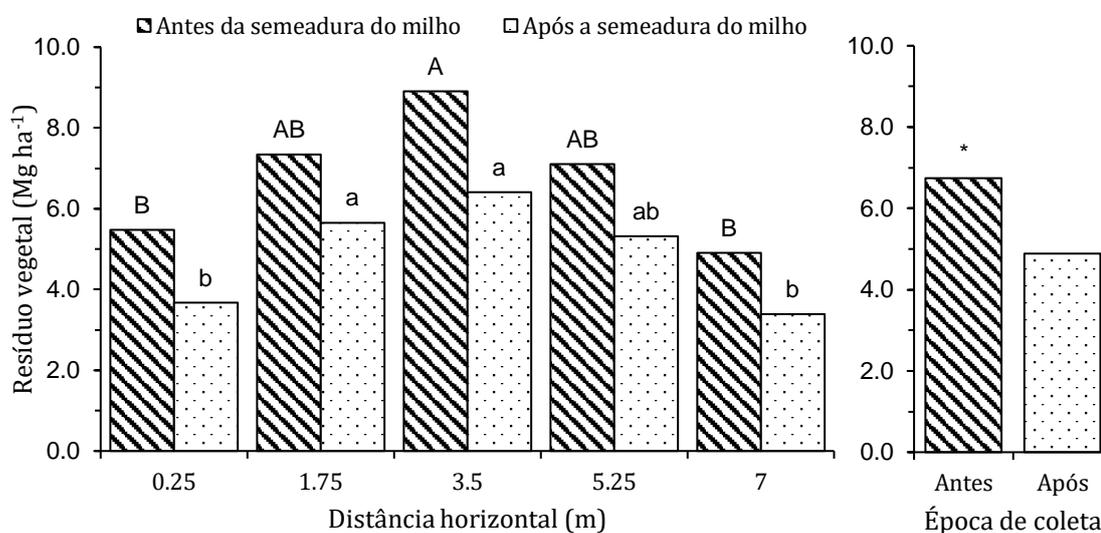
<sup>1</sup>Médias seguidas da mesma letra, maiúscula na linha e minúsculas na coluna, não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

A distribuição dos resíduos vegetais na superfície do solo foi desuniforme conforme a distância horizontal considerada (Figura 5). Após a semeadura do milho, também houve desuniformidade na distribuição dos resíduos na superfície do solo, porém a diferença foi menor se comparada com os resultados obtidos antes da semeadura do milho. Mecanismos de distribuição de palha, aliados à produção de palha pela cultura instalada e ao tráfego na área, podem proporcionar desuniformidade na distribuição, apresentando faixas no campo que podem ser visualmente identificadas (Figura 4A). A

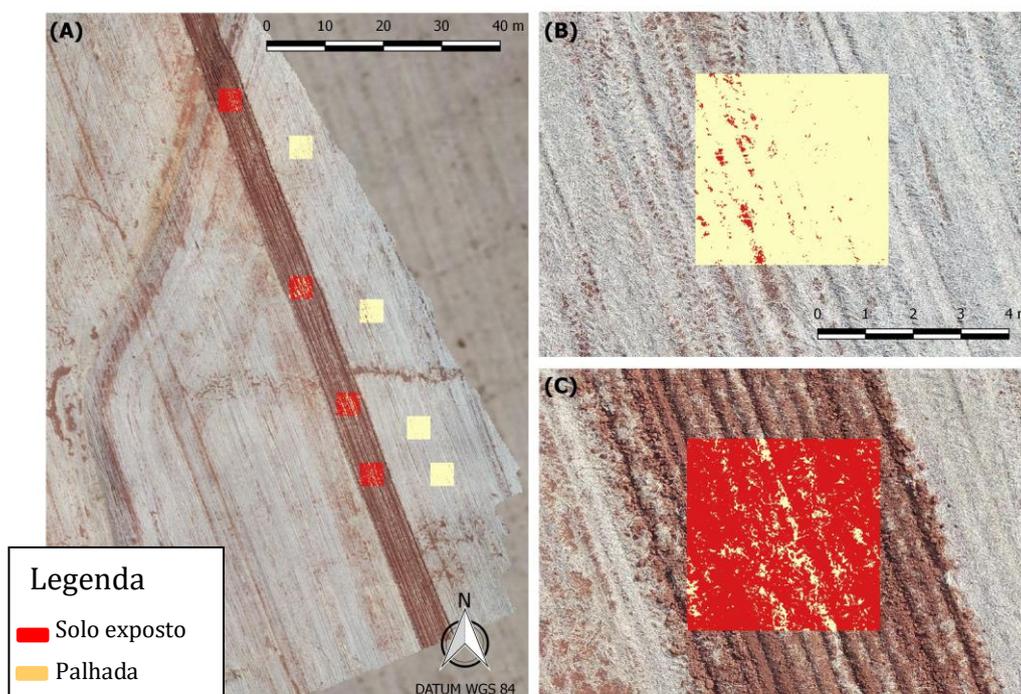
uniformidade na distribuição de palhada proporciona uma população de plantas ideal na semeadura do milho, o que contribui para a elevação da produtividade média das culturas do milho e soja (Muraishi et al., 2005).

A variação média antes e depois da semeadura do milho foi de aproximadamente 27%, ou seja, existia fitomassa média de 6,7 Mg ha<sup>-1</sup>, e, após a semeadura este valor baixou para 4,9 Mg ha<sup>-1</sup>. A diminuição pode ter ocorrido devido a movimentação do solo na linha de semeadura, incorporando em parte os resíduos vegetais. Marioti et al., (2013) encontraram uma diminuição de 21% na

cobertura do solo quando houve a semeadura do milho.



**Figura 5.** Distribuição de resíduo vegetal na superfície do solo em relação à distância horizontal (m), antes e após a semeadura do milho. <sup>1</sup>Médias seguidas da mesma letra, não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. Letras maiúsculas comparam antes da semeadura do milho, letras minúsculas comparam após a semeadura do milho. \* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

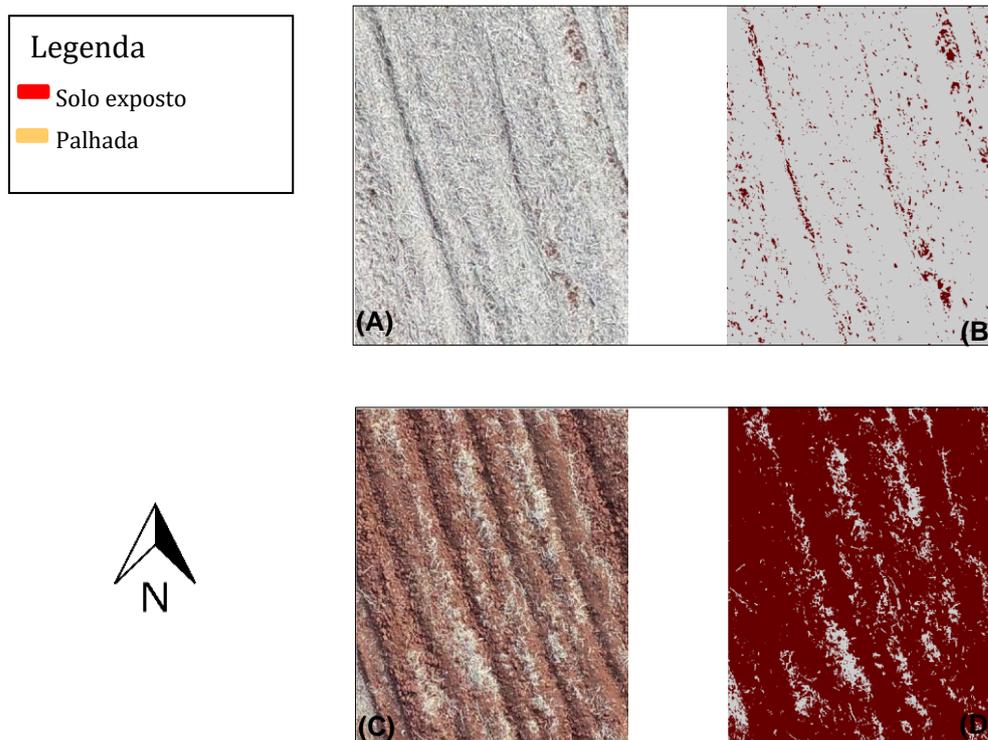


**Figura 6.** Imagem aérea indicando os pontos avaliados no ortomoisaco para estimativa de cobertura através de solo (A). Imagens processadas em MPRI, área avaliada não escarificada (B) e área escarificada (C). Imagem 25/02/2019.

Quando houve escarificação a cobertura do solo diminuiu em até 80%, nas imagens processadas em MPRI (Figura 6). Conforme Sakamoto et al., (2012) a avaliação de índices de vegetação como é o caso do MPRI, obtidas a partir de imagens aéreas representa um recurso rápido, econômico e confiável para o monitoramento, como é o caso da biomassa disposta na área. Utilizando índices MPRI para comparar a cobertura proporcionada por plantas de soja em SPD em relação ao convencional, Franchini et al. (2018) obtiveram maiores valores do índice MPRI no SPD, os autores concluíram que os maiores

índices de cobertura também correlacionaram com maior produtividade.

A cobertura do solo na área antes da escarificação foi de 91,5% quando avaliado pelo software Siscob (Figura 7), e quando foi realizado a escarificação houve diminuição de aproximadamente 83%, com cobertura do solo de 15,7%. Segundo Oliveira et al., (2014) utilização de imagens para determinação de cobertura do solo, engloba uma dimensão multivariada, com área determinada, caracterizada por grau de precisão maior que outras metodologias de amostragem.



**Figura 7.** Pontos avaliados para a obtenção da estimativa da taxa de cobertura do solo. Imagem da área não escarificada (A), imagem processada através do software Siscob (B). Imagem da área onde foi efetuado a escarificação (C), imagem processada através do software Siscob (D). Imagem 25/02/2019.

A média da cobertura do solo avaliada pelo três métodos (Tabela 2) foi de 93,7%, e, conforme Girrardello et al., (2010), a maioria das lavouras do sul do

Brasil apresentam cobertura do solo próximo a 80%.

Não houve diferença entre os métodos de avaliação da cobertura do solo. Theodoro et al. (2018) avaliando a

influência do sistemas de preparo do solo na manutenção da palhada na superfície, pelos métodos Siscob (Jorge e Silva, 2009), transeção linear (Boer et al., 2008; Richards et al., 1984; Sloneker e Moldenhauer, 1977), não encontraram diferença entre os métodos para estimar a cobertura do solo. Desta forma, métodos utilizando imagens podem ser

empregados devido a sua confiabilidade, além de rápido e econômico.

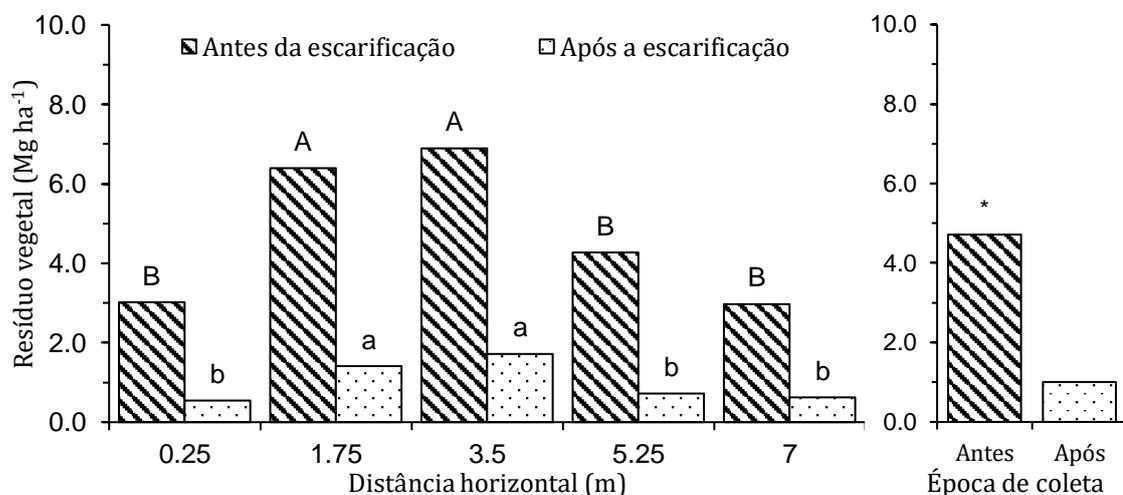
A escarificação diminui em até 80% a cobertura do solo, e em todos os métodos avaliados houve diferença estatística. Giarardello et al., (2011) avaliando a cobertura remanescente após a escarificação mecânica, obteve eficiência relativa de 25% na manutenção.

**Tabela 2.** Médias de cobertura do solo (%) avaliadas pelo Siscob (imagem aérea e quadro) e MPRI pelo software Qgis, antes e após a escarificação.

Método	Não escarificada	Escarificada	Média
Siscob Quadro	91,0Aa	16,6Ba	53,8
Siscob Aérea	91,5Aa	15,7Ba	53,6
MPRI	98,5Aa	18,9Ba	58,7
Média	93,7	17,0	

CV (%) = 7,92

<sup>1</sup>Médias seguidas da mesma letra, maiúscula na linha e minúsculas na coluna, não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.



**Figura 8.** Resíduo vegetal na superfície do solo em relação à distância horizontal (m), antes e após a escarificação. <sup>1</sup>Médias seguidas da mesma letra, não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. Letras maiúsculas comparam antes da semeadura do milho, letras minúsculas comparam após a semeadura do milho. \* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Houve diferença estatística na distribuição dos resíduos vegetais na superfície do solo conforme a distância horizontal considerada (Figura 8), com variação de até 56% antes da escarificação. Após a escarificação, a desuniformidade foi ainda maior,

chegando a 64% de variação entre o maior valor (1,724 Mg kg<sup>-1</sup>) e o menor valor (0,624 Mg kg<sup>-1</sup>).

Antes da escarificação a área apresentava média de 4,7 Mg kg<sup>-1</sup> de resíduos vegetais na superfície do solo, após a escarificação o valor diminuiu em

aproximadamente 79% chegando a 1,0 Mg kg<sup>-1</sup>. Dos fatores que podem influenciar a relação máquina-solo destacam-se a velocidade de deslocamento do implemento de preparo e o teor de água no solo. A variação do nível de umidade regula a intensidade com que se manifestam as forças físicas de coesão e adesão, que atuam no interior do solo, influenciando no tamanho do agregado, e, determinando maior ou menor incorporação de resíduos vegetais. Velocidade de 2,8 km h<sup>-1</sup> deslocamento do escarificador influencia positivamente o diâmetro médio e estabilidade de agregados (Machado et al., 1996).

O sistema produtivo avaliado, soja seguida pela cultura do trigo, não foi capaz de suprir a necessidade do sistema em produção de fitomassa, pois segundo Cruz et al., (2002), o ideal é que os sistemas de produção insiram, em média, 6,0 Mg ha<sup>-1</sup> ano ou mais de fitomassa seca. No presente estudo, a quantidade de resíduos vegetais encontrados antes da semeadura do milho foi de 4,7 Mg ha<sup>-1</sup>. Mesmo com a baixa quantidade média de resíduos vegetais dispostos na superfície do solo, a cobertura do solo pela palhada do trigo apresentou média de 93,7% antes da escarificação, conforme Toledo et al., (2008) o ideal de cobertura é acima de 80%.

### Conclusões

Os três métodos utilizados para a determinação de cobertura (Siscob quadro, Siscob aérea e MPRI) não diferiram estatisticamente. A semeadura do milho e a escarificação diminuíram 24 e 80% da cobertura do solo, respectivamente.

### Referências

ALVES, A. G. C.; COGO, N. P.; LEVIEN, R. Comparação entre os métodos da

transeção linear e fotográfico na avaliação de cobertura vegetal morta, sob dois métodos de preparo, após a colheita da soja. **Revista Brasileira Ciência Solo**, 22:491-496, 1998.

BOER, C.AA.; ASSIS, R.L.; SILVA, G.P. et al. Biomassa, decomposição e cobertura do solo ocasionada por resíduos culturais de três espécies vegetais na região Centro-Oeste do Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.32, p.843-851, 2008

CÂMARA, R.K. KLEIN, V. A. Chiseling in no-tillage system as soil and water conservation practice. **Revista Brasileira De Ciência do Solo**, 29 (2005), pp. 789-796.

CRUZ, J. C.; ALVARENGA, R. C.; NOVOTNY, E. H.; PERREIRA, F. S.; PERREIRA, F. T. F.; HERNANI, L. C. **Cultivo do milho: sistema de plantio direto**. Embrapa-CNPMS (Comunicado técnico 51), Sete Lagoas, 2002.

CRUZ, E. S.; CARVALHO, D. F; VARELLA, C. A. A. et al. Comparação de classificadores de imagens digitais na determinação da cobertura do solo. **Engenharia Agrícola**, v.28, n.2, p.237-244, 2015.

FERREIRA, D. F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Symposium**, v.6, p.36-41, 2008.

FRANCHINI, J. C. S.; BALBINOT, A. J.; CASTRO, L. A.; DEBIASI, H.; DIAS, W. P.; GODOY, C. V.; OLIVEIRA, A. J.; CORRÊA, F. B.; OLIVEIRA, M. C. N. **Uso de imagens aéreas obtidas com drones em sistemas de produção de soja**. Embrapa Soja (Comunicado técnico 408), Londrina, 2018.

GIRARDELLO, V. C. **Qualidade física de um latossolo submetido a**

**escarificação sitio específico e o rendimento da soja sob plantio direto.**

Dissertação de Mestrado, UFSM, RS, 2010.

GONÇALVES, L. M.; BARBOSA, B. D. S.; FERRAZ, G. A. S.; MACIEL, D. T.; SANTOS, H. F. D. Variabilidade espacial e temporal do índice de vegetação MPRI aplicado às imagens de grama São Carlos obtidas por aeronave remotamente pilotada. **Brazilian Journal of Biosystems Engineering**, v. 11, p. 340-349, 2017.

JORGE, L. A. C.; SILVA, D. J. C. B. **SisCob**: manual de utilização. São Carlos: Embrapa Instrumentação Agropecuária, 2009. 18 p. RESCK, D.V.S. **Parâmetros conservacionistas dos solos sob vegetação de cerrados**. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 2009, 32p. (EMBRAPA-CPAC. Circular Técnica, 6).

JORGE, L. A. de C.; INAMASU, R. Y. Uso de veículos aéreos não tripulados (VANT) em agricultura de precisão. In: BERNARDI, A. C. de C.; NAIME, J. de M.; RESENDE, A. V. de; BASSOI, L. H.; INAMASU, R. Y. (Ed.). **Agricultura de precisão: resultados de um novo olhar**. Brasília, DF: Embrapa, 2014. p. 109-134.

LEITE, M. H. S.; COUTO, E. G.; AMORIM, R. S. S.; COSTA, E. L.; MARASCHIN, L. Perdas de solo e nutrientes num Latossolo Vermelho-Amarelo ácrico típico, com diferentes sistemas de preparo e sob chuva natural. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.33, p.689-699, 2009.

MACHADO, R. L. T.; MACHADO, A. L. T.; TURATTI, A. L.; REIS, A. V.; ALONÇO, A. S. Avaliação do desempenho de escarificador em Planossolo. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 2, n. 3, p. 151-154, 1996.

MARIOTI, J. BERTOL, I. RAMOS, J.C., WERNER, R.S., PADILHA, J., FLORES, M.C., BANDEIRA, D.H. Erosão hídrica em

semeadura direta de milho e soja nas direções da pendente e em contorno ao declive, comparada ao solo sem cultivo e descoberto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v.37, p.1361-71, 2013.

MURAISHI, C.T.; LEAL, A.J.F.; LAZARINI, E.; RODRIGUES, L.R.; GOMES JUNIOR, F.G.G. Manejo de espécies vegetais de cobertura de solo e produtividade do milho e da soja em semeadura direta. **Acta Sci. Agron.**, 27:199- 207, 2005.

OLIVEIRA, L. S.; MATSUMOTO, S. N.; SILVA, R. A.; SILVA, V. A. Métodos para quantificação e interpretação da distribuição. **Coffee Science**, Lavras, v. 9, n. 2, p. 168-177, 2014.

PIRES, F. R.; PROCÓPIO, S. O.; SANTOS, J. B.; SOUZA, C. M.; DIAS, R. R. Avaliação da fitorremediação de tebutiuron utilizando *Crotalaria juncea* como planta indicadora. **Revista Ciência Agronômica**, v. 39, n. 2, p. 245-250, 2008.

RICHARDS, B.K., WALTER, M.F.; MUCK, R.E. Variation in line transect measurements of crop residue cover. **Journal of Soil and Water Conservation**, v. 39, n.1, p.60-61, 1984.

SAKAMOTO, T.; GITELSON, A. A.; NGUY-ROBERTSON, L.; ARKEBAUER, T. J.; WARDLOW, B. D.; SUYKER, A. E.; VERMA, S. B.; SHIBAYAMA, M. Na alternative method using digital cameras for continuous monitoring of crop status. **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 154, p. 113- 126, 2012.

SOUZA, E. G.; ROCHA, T.; URIBE-OPAZO, M. A.; NÓBREGA, L. H. P. Índices de vegetação no milho em função da hora do dia e da taxa de nitrogênio aplicada. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.13, p.865-872, 2009.

SLONEKER, L.L.; MOLDENHAUER, W.C. Measuring the amount of crop residue remaining after tillage. **Journal of Soil and Water Conservation**, v. 32, p.231-236, 1977.

THEODORO, G. F.; GOLIN, H. O.; REZENDE, R. P.; ABREU, V. L. S.; SILVA, M. S. Influência de sistemas de preparo na manutenção da palhada e resistência do solo à penetração. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 5, n. 2, p. 25-30, 2018.

TOLEDO, A.; TABILE, R. A.; SILVA, R. P.; FURLANI, C. E. A.; MAGALHÃES, S. C.; COSTA, B. Caracterização das perdas e distribuição de cobertura vegetal em colheita mecanizada de soja. **Engenharia Agrícola**, v.28, p.710-719, 2008.

TRUMAN, C. C.; SHAW, J. N.; REEVES, D. W. Tillage effects on rainfall partitioning and sediment yield from on ultisol in central Alabama. **Journal of Soil and Water Conservation**, Ankeny, v. 60, n. 2, p. 89-98, 2005.