

DRONES COMO TECNOLOGIA PEDAGÓGICA NO CURSO TÉCNICO EM AGRICULTURA

Marcos Pires de Almeida

marcosalmeida@secitec.mt.gov.br

Professor da Escola Técnica Estadual de Rondonópolis, Seciteci/MT (2005), engenheiro agrônomo pela UFV (1996) e mestrado profissional em Sementes pela UFPel (2015).

Orcid 0009-0000-4585-7516

Fabiano Keiji Tagushi

fabianotaguchi@secitec.mt.gov.br

Professor da Escola Técnica Estadual de Rondonópolis, Seciteci /MT (2015), bacharel em Sistemas de Informação pela Anhanguera Educacional (2008) e especialista MBA em Gestão de Tecnologia da Informação pela Anhanguera Educacional (2013).

Orcid 0009-0005-8830-5945

Leila Cristina Aoyama Barbosa Souza

leilasouza@secitec.mt.gov.br

Professora da Escola Técnica Estadual de Rondonópolis, Seciteci /MT (2005), licenciada em Ciências Biológicas, UFMT (2004), mestre em Ensino de Ciências, UFMS (2010), doutora em Educação Científica e Tecnológica, UFSC (2016).

Orcid 0000-0002-6021-3855

Janaína Monteiro da Silva

janainasilva@secitec.mt.gov.br

Professora da Escola Técnica Estadual de Rondonópolis, Seciteci/MT (2006), licenciada em Educação Física pela UFMT (2003) e Pedagogia pela Uninter (2018), mestre em Educação pela UFMT (2017).

Orcid 0000-0001-5755-0191.

Resumo: Este artigo apresenta resultados de aulas práticas a campo do curso Técnico em Agricultura, utilizando um drone multirrotor asa fixa para análise de solos. Geraram-se imagens de Ortomosaico (em RGB), Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI), Modelo Digital de Elevação (MDE) e Modelo Digital do Terreno (MDT). A partir da observação do aprendizado com o drone e seus

mapas, comparando com o que já é desenvolvido com os professores em aulas práticas a campo, evidencia-se o potencial dos drones como tecnologia educacional para o processo de ensino-aprendizagem.

Palavras-chave: Drones multirrottores. Processo ensino-aprendizagem. Educação profissional e tecnológica.

Abstract: *The article presents results of outdoor classes of the Agricultural Technician course, using a fixed-wing multirotor drone for soil analysis. Images of: Orthomosaic (in RGB), Vegetation Index by Normalized Difference (NDVI), Digital Elevation Model (MDE) and Digital Terrain Model (MDT) were generated. From the observation of learning with the drone and its maps and comparing it with what is already developed by teachers in practical outdoor classes, the potential of drones as an educational technology for the teaching-learning process is evident.*

Keywords: *Fixed-wing multirotors. Teaching-learning process. Professional and technological education.*

Introdução

O projeto “Drones como tecnologia pedagógica em cursos técnicos para o desenvolvimento da formação CT&I”, do Edital Fapemat 011/2022, foi direcionado nesta pesquisa para as duas turmas de Técnico em Agricultura da Escola Técnica Estadual de Rondonópolis.

O desenvolvimento desta pesquisa ocorreu inicialmente por meio do contato com a equipe da Universidade Federal de Rondonópolis (UFR), constituída pelo Prof. Dr. Normandes Matos da Silva e pelo aluno de graduação Roberto Bueno Luiz para auxílio no planejamento de atividades, plano de voo e geração de dados

com o drone da Escola Técnica. Ainda com o apoio dessa equipe, realizou-se o voo no talhão 4 na Fazenda da Vovó, que disponibilizou a área para estudos. A seguir, os dados foram tabulados e os resultados discutidos e aplicados em aulas.

Considerando como uma das etapas metodológicas do projeto a avaliação da matriz curricular do referido curso técnico ofertado pela escola, há referência direta quanto ao uso de drones em dois componentes curriculares: Agricultura Anual I (soja, milho e algodão) e Agricultura Anual II (mandioca, sorgo e cana-de-açúcar). Entretanto, como a utilização de drones pode ser inserida em outros componentes curriculares, como em solos, em estudos de ambientes degradados e no planejamento do conteúdo do Projeto Integrador, amplia-se a área de atuação do estudo no plano de curso. Dessa maneira, obtém-se também como um dos resultados esperados a futura produção de roteiros didáticos aplicados em temas específicos ao curso Técnico em Agricultura.

1. Desenvolvimento

1.1. Descrição da proposta aplicada às turmas de Técnico em Agricultura

A proposta de aplicação das avaliações com uso de drone em campo foi pensada inicialmente na Fazenda da Vovó, visando, principalmente, a dois objetivos: o acesso à tecnologia cada vez mais aplicada nas propriedades rurais e o maior rendimento das atividades de aula objetivando o reconhecimento das áreas cultivadas com lavouras de soja e de milho.

A escolha do modelo do drone asa fixa rotativa se deve ao fato de que é um dos modelos mais simples de operação, permitindo facilidade de manuseio e entendimento pelos alunos durante as aulas teóricas e práticas.

A área da pesquisa é localizada na Fazenda da Vovó (16°25'48"S e 54°31'24"W) devido ao fácil acesso, a apenas 15 quilômetros da Escola Técnica de Rondonópolis, e ao fato de os proprietários disporem a área para estudos. Nessa Fazenda foi escolhido o talhão 4, pois é uma área consolidada e com mesmo histórico de uso há mais de 20 anos: cultivo de soja seguido de milho, com pousio na época de seca. O que há de diferente é a presença de três manchas de solos no talhão, que diferenciam o desenvolvimento das plantas mesmo com igual sistema de cultivo e permitem aplicação das aulas em uma área total de 85 hectares.

A utilização para aulas foi principalmente na área de solos (classificação e fertilidade) e de cultivo de lavouras de milho e soja, incluindo também o desenvolvimento do conteúdo do Projeto Integrador. O reconhecimento dos diferentes solos em um mesmo talhão permite comparar as desigualdades de desenvolvimento das plantas em três solos a partir do que se fez de igual na área: mesmo histórico de uso local, mesma semente utilizada e data de plantio, mesmas datas de tratos culturais, mesmos produtos utilizados e mesmas possibilidades de plantas daninhas, insetos pragas e doenças. Sendo assim, o que difere nas plantas são apenas os diferentes solos.

A lavoura escolhida foi o milho, porque estava cultivado no talhão 4 quando realizado o voo do drone, bem como era a época da aplicação dos conteúdos de solos (classificação e fertilidade) e de cultivo dessa lavoura nas turmas de Técnico em Agricultura períodos vespertino e noturno. Posteriormente, a partir de novembro de 2023, semelhante projeto será desenvolvido para o estudo na cultura da soja.

Não foram escolhidos outros possíveis usos para o drone devido à característica do modelo utilizado no presente projeto.

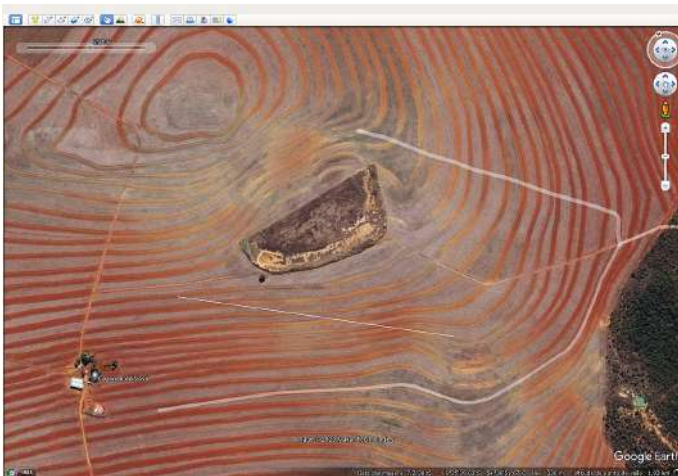
2. Resultados e Discussão

2.1. Descrição da área: histórico de uso do talhão 4 da Fazenda da Vovó

Assim como a maioria das propriedades agrícolas no município de Rondonópolis desde o estabelecimento do agronegócio a partir da década de 1990, a fazenda foi ocupada com a lavoura de soja, seguida de milho como sucessão de culturas. Respeitando o período de cultivo, a soja é semeada a partir de outubro, seguindo o desenvolvimento até a colheita entre janeiro e fevereiro do ano seguinte. Logo a seguir, sem revirar o solo com utilização de grade e após dessecação das plantas invasoras persistentes na área, é semeado o milho idealmente até dia 15 de fevereiro.

Na observação da área em período mais recente, nota-se que, em visualização no *software* do Google Earth Pro, até o ano de 2005 (Figura 1) a área no talhão 4 estudado estava estabelecida com curvas de nível e as linhas de plantio acompanhavam o nível.

Figura 1 – Talhão 4 em 2005



Fonte: Google Earth Pro.

O estabelecimento de curvas de nível é importante como proteção para os efeitos da erosão do solo ao longo dos anos, sendo os mais comuns os de base larga porque permitem o cultivo de todo o terreno, inclusive a faixa ocupada pelo camalhão e o canal do terraço (Bertoni; Lombardi Neto, 2008, p. 95). Porém há necessidade de que sejam mantidos e recuperados ao longo dos anos sob risco de perderem seu efeito.

Assim, observa-se ainda no Google Earth Pro que, com o tempo, em aproximadamente dez anos, as curvas de nível foram abandonadas e perderam-se seus efeitos. No período de avaliação deste estudo (Figura 2) há poucos sinais dos antigos camalhões, sendo visíveis apenas esporadicamente a campo, pois há um alinhamento de plantas de milho um pouco mais altas. Ainda, é observado que as linhas de plantio estão estabelecidas no sentido do declive, morro abaixo, justamente ao longo do maior comprimento do talhão.

Figura 2 – Talhão 4 em 2022



Fonte: Google Earth Pro.

Ainda que os produtores rurais reconheçam a necessidade de curvas de nível, também são cientes dos maiores custos de manutenção e o melhor rendimento do plantio e dos tratos culturais ao longo do talhão. Outra observação é que a fazenda trabalha em sistema

de arrendamento, com os atuais produtores sendo os arrendatários e ainda não ter sido estabelecido um contrato de longo prazo que justifique para eles os custos de manutenção das curvas.

2.2. Tipos de solos

Na área de estudo observa-se a presença de três manchas de solos: Latossolo vermelho (LV), Latossolo vermelho-amarelo (LVA) e Plintossolo pétrico (FF).

Latossolos: são predominantes no Brasil Central, no bioma Cerrado, na região das Chapadas e Chapadões. Caracterizam-se como solos muito intemperizados, profundos e bem drenados, com pouca ou nenhuma quantidade de cascalhos e pedras (calhaus e matacões) e com presença de argila do tipo caulinita. Apresentam horizonte B latossólico (Bw) com pouca diferenciação de argila no perfil, sendo naturalmente ácidos, com altos teores de alumínio no perfil (IBGE, 2007, p. 103). Estão situados na maior parte das áreas cultivadas no Brasil devido ao relevo propício, sendo necessário primeiro a realização de calagem, que permite a utilização na agricultura.

O Latossolo vermelho (LV) (Figura 3) apresenta partículas de argila com melhor coesão no horizonte A, formando torrões (agregados) que se desmancham semelhantemente a pó de café. A sua cor é devido a altos teores de óxidos de ferro na forma de hematita (Fe_2O_3), que tingem o solo em vermelho e exibem maiores teores de nutrientes disponíveis, principalmente fósforo total, porque há menor fixação (indisponibilidade) deste nutriente (Resende, 2014, p. 113; Meurer, 2007, p. 65). Especificamente no talhão 4 não se observa presença de pé-de-grade (adensamento no perfil na profundidade de 12 cm) devido à melhor condição dos agregados de argila. As raízes estão em maior quantidade e tendem a aprofundar-se.

Figura 3 – Fotos de aulas práticas em Latossolo vermelho



Fonte: Acervo dos autores.

O Latossolo vermelho-amarelo (LVA) (Figura 4) ocorre quando há uma maior proporção de óxidos de ferro na forma de goethita (FeOOH), que tingem o solo em amarelo. O seu efeito é um menor efeito de agregação das partículas de argila no horizonte A, e ainda ocorre um grande efeito de fixação de fósforo (Resende, 2014, p. 115). Essa característica faz com que a resposta das plantas à adubação fosfatada seja menor, mesmo que a aplicação do adubo seja a mesma que no Latossolo vermelho. Quanto ao desenvolvimento de raízes no talhão 4, observa-se que são mais rasas devido à presença de pé-de-grade (compactação do solo em 12 cm).

Figura 4 – Fotos de aulas práticas em Latossolo vermelho-amarelo



Fonte: Acervo dos autores.

Os Plintossolos (Figura 5) ocorrem em condições de adensamentos naturais no perfil do solo e em grandes concentrações em óxidos de ferro, formando a argila plintita. Nessas condições acontecem alterações na umidade ao longo do ano, formando nódulos

macios quando úmidos, mas que endurecem irreversivelmente quando secam (IBGE, 2007, p. 111). Essa condição de endurecimento progressivo formando nódulos duros é a laterização, e os nódulos geram as partículas de cascalho. Como os teores de argila são muito baixos, não há agregação entre as partículas de cascalho, sendo propensos à erosão.

Na formação do Plintossolo pétrico (FF), o processo de laterização ocorreu em todo o perfil, e abaixo do horizonte A existe a presença de horizonte F. Nessa situação há formação de adensamento natural, não há presença de agregados e pouquíssima capacidade de suportar raízes devido ao predomínio apenas de macroporos. Pela reação de laterização também ocorre fixação do nutriente fósforo. Quanto ao talhão 4 estudado, observam-se poucas raízes de milho e com desenvolvimento mais na superfície do solo.

Figura 5 – Fotos de aulas práticas em Plintossolo pétrico



Fonte: Acervo dos autores.

2.3. Imagens e índices gerados por drones

As imagens foram obtidas por meio da câmera L1D-20 embarcada em drone multirrotor asa fixa DJI Mavic 2. Nesta primeira etapa do projeto foi realizada no voo a geração dos seguintes dados: Ortomosaico (RGB), Índice de Vegetação por Diferença Normali-

zada (NDVI), Modelo Digital de Elevação (MDE) e Modelo Digital do Terreno (MDT).

O Ortomosaico em RGB (Red, Green and Blue) é gerado pela sobreposição das fotos tiradas pela câmera do drone, sendo essas medidas oriundas do espectro refletido da luz, mais especificamente abrangendo a região do visível (0,4 – 0,7 μ m) (Franchini, 2018, p. 9).

O Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) apresenta valores que variam na faixa de -1 a 1, onde os valores mais próximos a 1 apresentam vegetação com indício de alta atividade fotossintética, enquanto os valores próximos a -1 indicam alvos abióticos das imagens, como áreas com solo exposto, áreas com ausência de culturas e edificações (Tagliarini, 2020, p. 87).

O Modelo Digital de Elevação (MDE) representa a altitude da superfície do terreno agregada aos elementos geográficos existentes sobre ela, como cobertura vegetal e edificações (IBGE, 2023). Ou ainda, representa um modelo digital sem a preocupação em diferenciar os modelos que representam ou não o solo exposto. Já no Modelo Digital do Terreno (MDT) há representação ao nível do solo.

2.4. Interpretação dos resultados da pesquisa no talhão 4

Durante o voo ocorreu variação na luminosidade, gerando uma faixa mais escura na imagem gerada pelo Ortomosaico com imagens na faixa do espectro visível (RGB), de acordo com a Figura 6. Considera-se que não houve diminuição na qualidade geral do trabalho porque, uma vez que se conhece a área, pode-se inferir as variações no campo.

Quando se analisa o talhão pelo Ortomosaico em RGB, observa-se que a lavoura de milho se encontra em cores mais claras, correspondendo às manchas de Plintossolo pétrico (Figura 7). Na área de Latossolo vermelho-amarelo próximo à sede da fazenda ocorre

uma coloração verde mais escura (Figura 8). No final do talhão, próximo à mata, a lavoura está mais bem desenvolvida justamente no local do Latossolo vermelho (Figura 9). Dessa forma, o registro pela luz visível no Ortomosaico mostra a imagem que corresponde às manchas no talhão com os três solos: do verde mais claro com plantas menos desenvolvidas no Plintossolo, variando para o verde mais escuro e plantas maiores no Latossolo vermelho.

A área central (Figura 10) sem plantio corresponde à antiga área de coleta de cascalho, sendo atualmente ocupada com rebrota de plantas nativas do Cerrado. Ainda foi plantado nesse local o capim sudão (*Sorghum sudanense*) para diminuir riscos de erosão.

Figura 6 – Talhão 4. Ortomosaico em RGB



Figura 7 – Plintossolo pétrico em RGB



Figura 8 – Latossolo vermelho-amarelo em RGB



Figura 9 – Latossolo vermelho em RGB



Figura 10 – Área central em RGB.



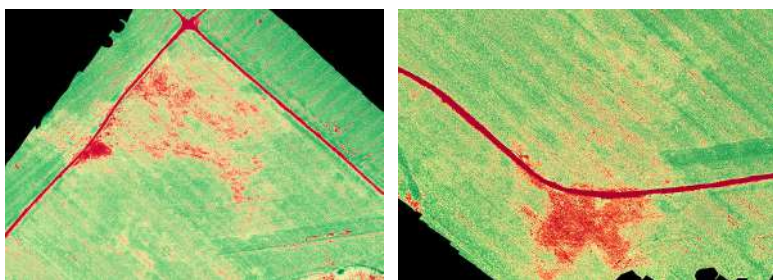
Fonte: Acervo dos autores

Analisando-se o talhão pelo Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI), observa-se que há correspondência entre as fotos e o desenvolvimento das plantas.

Nas áreas correspondentes ao Plintossolo pétrico (Figura 11) apresentam-se em grande parte em cores avermelhadas, indicando áreas de solo com plantas pouco desenvolvidas, de baixa estatura, com média de 1,60m, e pouca produção de espigas (média de 150g de grãos por espiga em 30% de umidade). Nessa área houve maior intensidade de ataque de cigarrinha do milho (*Dalbulus maidis*) e sintomas de enfezamento pálido.

Os enfezamentos são causados por mollicutes (espiroplasma e fitoplasma), que são microrganismos semelhantes a bactérias, sendo o espiroplasma responsável pela doença denominada enfezamento-pálido (Embrapa, 2023).

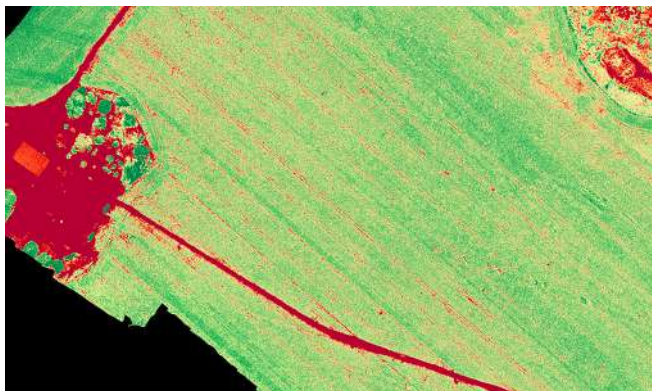
Figura 11 – Áreas de Plintossolo pétrico no talhão em NDVI



Fonte: Acervo dos autores

A área correspondente ao Latossolo vermelho-amarelo (Figura 12) apresenta-se em NDVI com cores alternadas em linhas avermelhadas e amareladas, indicando solo com plantas bem desenvolvidas, com altura média de 2,00m, e boa produção de espigas (média de 219g de grãos por espiga em 30% de umidade). Nessa área houve baixa intensidade de ataque de cigarrinha do milho e é pouco visível o sintoma do enfezamento pálido.

Figura 12 – Área de Latossolo vermelho-amarelo no talhão em NDVI



Fonte: Acervo dos autores.

Na área correspondente ao Latossolo vermelho (Figura 13) apresenta-se em NDVI com cores em verde mais escuro, indicando áreas de solo com plantas mais bem desenvolvidas no talhão, de estatura mais alta (em média com 2,40m) e boa produção de espigas (média de 215g de grãos por espiga em 30% de umidade). Nessa área não há sintoma visível de ataque de cigarrinha do milho, nem de enfezamento pálido.

Figura 13 – Área de Latossolo vermelho no talhão em NDVI



Fonte: Acervo dos autores.

Na Figura 14 podem ser visualizadas as diferenças no desenvolvimento das plantas e das espigas nos três diferentes solos.

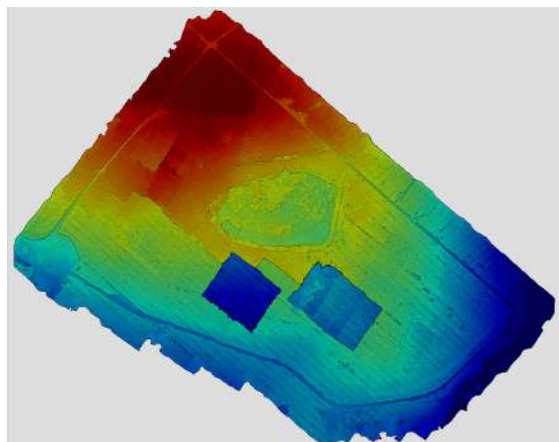
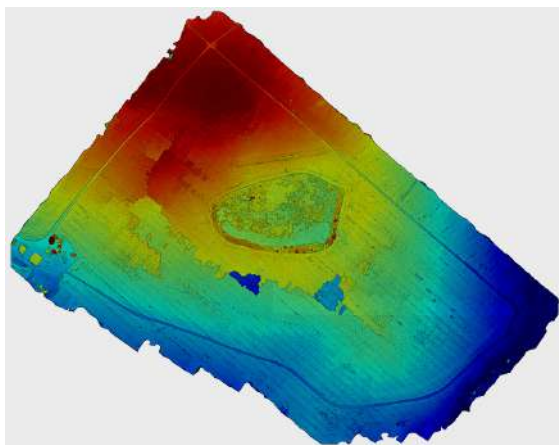
Figura 14 – Desenvolvimento de plantas e de espigas nos três solos



Fonte: Acervo dos autores.

Analisando-se o talhão pelo Modelo Digital de Elevação (MDE) na Figura 15, observa-se que a região mais alta corresponde à coloração vermelho-escuro, e a região mais baixa corresponde à coloração azul-escuro. Na região central, identificada pela equipe da fazenda como represa abandonada, e que se caracteriza como antigo ponto de coleta de cascalho, a coloração está verde-clara, indicando local mais profundo.

Figura 15 – Talhão 4. Modelo Digital de Elevação (MDE) e Modelo Digital do Terreno (MDT)



Fonte: Acervo dos autores.

Considerando o ponto mais elevado do terreno, com altitude (ao nível do mar) de 289m, e o ponto mais baixo, de 267m, calcula-se a declividade média do talhão em 1,7%.

Em dois diferentes locais no centro do terreno ocorrem duas manchas, uma de azul mais escuro e outra de azul mais claro, indicando duas depressões. Com avaliações a campo, e coincidindo

este mapa com o mapa de 2005 pelo Google Earth Pro (Figura 16), indica-se o local em que houve antigo ponto de ruptura de curva de nível causando erosão em região de Plintossolo pétrico. Dessa forma, pode-se avaliar com os produtores rurais e alunos do curso técnico para realizarem ações de estudo e de recuperação do solo no local.

Figura 16 – Talhão 4 em 2005 com identificação do local de ruptura de curva de nível



Fonte: Google Earth Pro.

A partir da avaliação na imagem gerada pelo Modelo Digital do Terreno (MDT), ainda de acordo com a figura 15, observam-se duas manchas retangulares de coloração azulada. Em avaliação com a equipe de apoio da Universidade Federal de Rondonópolis (UFR), estima-se que não há condição de avaliação segura por esse índice, necessitando de outra visita com os alunos do curso técnico após a colheita do milho no mês de julho de 2023.

3. Considerações finais

O plano de curso aplicado pela Escola Técnica de Rondonópolis é resultado de uma série de reuniões de planejamento ao longo de 2021, promovidas pela equipe pedagógica da Secretaria de Estado de Ciência, Tecnologia e Inovação, que vincula as Escolas Técnicas de Mato Grosso, para elaboração de conteúdos comuns nas diversas turmas de cursos técnicos.

Analisando o conteúdo das aulas a serem desenvolvidas, há indicação direta do uso de drones nos conteúdos de Agricultura Anual I (soja, milho e algodão) e em Agricultura Anual II (arroz, feijão e sorgo). No entanto, há percepção pela equipe docente da necessidade de estender o ensino e utilização dos drones a vários outros conteúdos, como Mecanização Agrícola, Ciência do Solo, Fertilidade do Solo e, também, ao Projeto Integrador.

Na Escola Técnica Estadual de Rondonópolis há duas turmas de Técnico em Agricultura, vespertino e noturno. A turma do vespertino iniciou as aulas em agosto de 2022, e a do noturno, em fevereiro de 2023. Dessa forma, atualmente, em maio e junho de 2023, são desenvolvidas atividades com o drone para o conteúdo de Projeto Integrador na turma do vespertino, e conteúdos de Ciência do Solo e de Fertilidade do Solo na turma do noturno.

A didática utilizada constitui-se de explicações teóricas em aula e visitas técnicas a fazendas no entorno da cidade de Rondonópolis. Especificamente, na Fazenda da Vovó, no talhão 4, foram realizadas diversas atividades em aulas práticas para reconhecimento dos três solos e a relação com os diferentes desenvolvimentos das plantas de milho. Depois do voo com o drone realizado em 02/05/2023, seus resultados foram analisados em aula, buscando propostas de inovação. Posteriormente, a partir de outubro de 2023, com o início de nova safra e plantio de soja, semelhantes atividades serão desenvolvidas com este novo cultivo.

A partir da observação do aprendizado com o drone e seus mapas, comparando com o que já é desenvolvido com os professores em aulas práticas a campo, apresenta-se o potencial de melhorias nos estudos. Com o replanejamento de atividades após o fechamento das duas turmas, serão realizadas a avaliação do plano de curso e possíveis propostas de alteração para o futuro.

Referências

BERTONI, José; LOMBARDI NETO, Francisco. **Conservação do solo**. 6. ed. São Paulo: Ícone, 2008.

EMBRAPA SISTEMAS DE PRODUÇÃO. **Cultivo do milho**. Disponível em: https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p_p_id=conteudoportlet_WAR_sistemasdeproducaoif6_1ga1ceportlet&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-2&p_p_col_count=1&p_r_p_-76293187_sistemaProducaoId=7905&p_r_p_-996514994_topicoId=8658. Acesso em: 10 maio 2023.

FRANCHINI, Júlio Cezar *et al.* **Uso de imagens obtidas com drones em sistemas de produção de soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2018.

IBGE. Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. **Manual técnico de pedologia**. 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2007.

IBGE. **Modelo Digital de Elevação**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/modelos-digitais-de-superficie/modelos-digitais-de-superficie/10856-mde-modelo-digital-de-elevacao.html?=&t=sobre>. Acesso em: 10 maio 2023.

MEURER, Egon J. Fatores que influenciam o crescimento e o desenvolvimento das plantas. *In*: NOVAIS, Roberto Ferreira *et al.* (org.). **Fertilidade do solo**. 1. ed. Viçosa: SBCS, 2007.

RESENDE, Mauro *et al.* **Pedologia**: base para distinção de ambientes. 6. ed. Lavras: Editora UFLA, 2014.

TAGLIARINI, Felipe de Souza Nogueira. **Imagens de drone e Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) para classificação segmentada em áreas de preservação permanente (APP)**. Tese (Doutorado). Botucatu-SP: Unesp, 2020. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/204111>. Acesso em: 10 maio 2023.