



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO
CAMPUS MORRINHOS
GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

TRABALHO DE CURSO

**DESENVOLVIMENTO DE TÉCNICA PARA DETECÇÃO DE ESTRO EM
FÊMEAS BOVINAS COM DRONE**

RAFAEL JORGE DE CASTRO
MAGALHÃES

Orientadora:

Profa. Dra. Aline Sousa Camargos

MORRINHOS
2020



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO
CAMPUS MORRINHOS
GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

RAFAEL JORGE DE CASTRO MAGALHÃES

**DESENVOLVIMENTO DE TÉCNICA PARA DETECÇÃO DE ESTRO EM
FÊMEAS BOVINAS COM DRONE**

Trabalho de Curso de Graduação em Zootecnia do Instituto Federal Goiano – Campus Morrinhos, como parte das exigências para obtenção do título de Bacharel em Zootecnia.

Orientadora:
Profa. Dra. Aline Sousa Camargos

MORRINHOS
2020

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas – SIBI/IF Goiano Campus Morrinhos

M188d Magalhães, Rafael Jorge de Castro.

Desenvolvimento de técnica para detecção de estro em fêmeas bovinas com drone. / Rafael Jorge de Castro Magalhães. – Morrinhos, GO: IF Goiano, 2020.

46 f. : il. color.

Orientadora: Dra. Aline Sousa Camargos.

Coorientadora: Dra. Kátia Roberta Fernandes.

Trabalho de conclusão de curso (graduação) – Instituto Federal Goiano Campus Morrinhos, Bacharelado em Zootecnia, 2020.

1. Reprodução animal. 2. Gado - Reprodução. 3. Vacas. I. Camargos, Aline Sousa. II. Fernandes, Kátia Roberta. III. Instituto Federal Goiano. IV. Título.

CDU 636.082.4

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

Identificação da Produção Técnico-Científica

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Tese | <input type="checkbox"/> Artigo Científico |
| <input type="checkbox"/> Dissertação | <input type="checkbox"/> Capítulo de Livro |
| <input type="checkbox"/> Monografia – Especialização | <input type="checkbox"/> Livro |
| <input checked="" type="checkbox"/> TCC - Graduação | <input type="checkbox"/> Trabalho Apresentado em Evento |
| <input type="checkbox"/> Produto Técnico e Educacional - Tipo: _____ | |

Nome Completo do Autor: Rafael Jorge de Castro Magalhães

Matrícula: 2025104201810227

Título do Trabalho: DESENVOLVIMENTO DE TÉCNICA PARA DETECÇÃO DE ESTRO EM FÊMEAS BOVINAS COM DRONE

Restrições de Acesso ao Documento

Documento confidencial: Não Sim, justifique: _____

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: __/__/____

O documento está sujeito a registro de patente? Sim Não

O documento pode vir a ser publicado como livro? Sim Não

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O/A referido/a autor/a declara que:

- o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

Morrinhos, 11 / 03 / 2020.
Local Data

Rafael Jorge de Castro Magalhães

Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

Ciente e de acordo:

Aline Sousa Camargos

Assinatura do(a) orientador(a)



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO
CAMPUS MORRINHOS

Anexo 6

ATA DE DEFESA DO TRABALHO DE CURSO – TC

No dia 20 de FEVEREIRO de 2020, às 14 : 00 horas, nas dependências do Instituto Federal Goiano campus Morrinhos, ocorreu a banca de defesa do trabalho de curso (TC) intitulado: Desenvolvimento de técnica para detecção de estro em fêmeas bovinas com drone do(a) aluno(a) Rafael Jorge de Castro Magalhães, sob a orientação do(a) professor(a) Aline Sousa Camargos do Curso Bacharelado em Zootecnia. A banca de avaliação foi composta pelos membros Luciano Carlos Ribeiro da Silva e Katia Roberta Fernandes.

A média obtida foi 8,93 (oito vírgula nove), sendo considerado o(a) aluno(a):

- () aprovado
 aprovado com ressalvas.
(-) reprovado
() não compareceu.

Morrinhos, 20 de FEVEREIRO de 2020.

Professor Orientador

Co-orientador

Membro 1

Membro 2

RAFAEL JORGE DE CASTRO MAGALHÃES

**DESENVOLVIMENTO DE TÉCNICA PARA DETECÇÃO DE ESTRO EM
FÊMEAS BOVINAS COM DRONE**

Trabalho de Curso de Graduação em Zootecnia do Instituto Federal Goiano – Campus Morrinhos, como parte das exigências para obtenção do título de Bacharel em Zootecnia.

Orientadora:
Profa. Dra. Aline Sousa Camargos

APROVADO: 20 de Fevereiro de 2020.

Kátia Roberta Fernandes
(Coorientadora)

Luciano Carlos Ribeiro da Silva
(Membro da banca)

Profa. Dra. Aline Sousa Camargos
(Orientadora)

AGRADECIMENTOS

Ao IF Goiano Campus Morrinhos, pela oportunidade de cursar o Bacharelado em Zootecnia e disponibilidade para realização de projetos e experimentos, o fornecimento de alojamento durante o período de graduação e a disponibilidade de transporte para ir a Rio Verde realizar o experimento.

Ao CNPq e IF Goiano, pela concessão de bolsa PIBIC durante o curso.

A todos os professores do curso de Bacharelado em Zootecnia do IF Goiano Campus Morrinhos. Especialmente a Dra. Aline Camargos, Dra. Andreia Cezário, Msc. Crislaine Messias, Dra. Eliandra Bianchini, Dr. Jeferson Ribeiro, Dra. Kátia Fernandes, Msc. Roberta Martins e Dr. Wallacy Barbacena.

À ABS, representada pelo zootecnista Rodrigo Saraiva e pelo médico veterinário Wagner Oliveira, pelo financiamento dos adesivos, que possibilitou a execução deste estudo.

À Profa. Karen Martins Leão, por oportunizar os testes na Fazenda Experimental do IF Goiano Campus Rio Verde.

Ao Prof. Alaerson Geraldine e seus orientandos, do pólo de inovação do IF Goiano, por colaborar prontamente com a captura das imagens com drone.

Ao médico veterinário do IF Goiano Campus Morrinhos, Allan Rodrigues da Costa, por colaborar com a captura de imagens com drone.

Ao Prof. Luciano Carlos Ribeiro da Silva, pela contribuição no delineamento experimental e primeiro teste; e aos professores da área de informática Marcel Melo e Fernando Barbosa pela orientação durante a captura de imagens do último pré-teste.

Aos colegas da instituição de ensino, em especial aos do curso, que participaram do desenvolvimento deste trabalho.

ÍNDICE

RESUMO.....	6
ABSTRACT	7
INTRODUÇÃO	8
MATERIAIS E MÉTODOS	13
RESULTADOS E DISCUSSÕES	21
CONCLUSÃO	41
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	42

RESUMO

MAGALHÃES, Rafael Jorge de Castro, Instituto Federal Goiano – Campus Morrinhos, Fevereiro de 2020. **Desenvolvimento de técnica para detecção de estro em fêmeas bovinas com drone.** Orientadora: Aline Sousa Camargos. Coorientadora: Kátia Roberta Fernandes.

A detecção de estro é o primeiro passo para se obter um bom desempenho reprodutivo na propriedade. Realizar a detecção de estro de forma precisa muitas vezes é um desafio para os produtores. Assim, é grande a busca por alternativas que auxiliem na detecção do mesmo. Este trabalho teve como objetivo desenvolver uma técnica para detecção de estro de fêmeas bovinas com drone. Foram utilizadas 56 fêmeas em idade reprodutiva agrupadas em sete grupos para a realização do teste, onde foram analisados: identificação do adesivo na vaca, cor do adesivo, grau de raspagem do adesivo, influência do horário de voo, altura do voo, cor da pelagem e a presença ou ausência de nuvens no momento da captura da imagem. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias ao teste de Tukey, a 5% de significância. Para a maioria das características analisadas, não houve diferença estatística. Porém, a interação da cor do adesivo com o horário de voo e cor da pelagem teve diferença ($p > 0,05$). Para os melhores resultados observados nesse estudo, recomenda-se que o voo seja realizado no final da manhã, à altura de 20 metros ou menos, utilizando adesivo de coloração laranja. Como conclusão, foi desenvolvida uma técnica que alia o uso de duas tecnologias existentes, o adesivo específico e o drone, possibilitando a identificação de fêmeas bovinas em estro.

Palavras-chave: Adesivo; Cio; Vacas; VANTs.

ABSTRACT

MAGALHÃES, Rafael Jorge de Castro, Instituto Federal Goiano – Campus Morrinhos, February 2020. **Development of a technique for estrus detection in cattle with drone.** Adviser: Aline Sousa Camargos. Co-Adviser: Kátia Roberta Fernandes.

Estrus detection is the first step towards achieving good reproductive performance on the farm. Conducting accurate detection is often a challenge for producers. Thus, there is a great search for alternatives that help in its detection. This work aimed to develop a technique to detect cattle estrus with drone. 56 females of reproductive age were used, grouped into seven groups for the test, where they were analyzed: identification of the adhesive in the cow, color of the adhesive, degree of scraping of the adhesive, influence of the flight schedule, flight height, coat color and the presence or absence of clouds when capturing the image. The data were subjected to analysis of variation and as an average to the Tukey test, at 5% significance level. For most of the characteristics analyzed, there was no statistical difference. However, the interaction of the adhesive with the flight time and coat color there was a difference ($p > 0.05$). For the best results observed in this study, we recommend that the flight be performed in the late morning, at a height of 20 meters or less, using orange adhesive. As a conclusion, a technique was developed that allows the use of two existing technologies, the specific adhesive and the drone, enabling the identification of bovine females in estrus.

Keywords: Cows; Heat; Sticker; UAVs.

INTRODUÇÃO

O termo drone é um dos mais comuns e conhecidos dos tipos de veículos aéreos não tripulados (VANTs). Esse termo vem do inglês referente à *Dynamic Remotely Operated Navigation Equipment* e significa Equipamento de Navegação Dinâmico Operado Remotamente (ABADE et al., 2016; MAKAROV et al., 2015).

O nome drone é estabelecido para aeronaves que possuem a capacidade de voo autônomo. Estes apresentam um aparato tecnológico no seu dispositivo controlador que possibilita que as aeronaves realizem voos planejados com diversos padrões de autonomia, programando seu percurso sem a necessidade do homem (ABADE et al., 2016; DEPARTMENT OF DEFENSE, 2005).

Os VANTs foram inicialmente desenvolvidos com o objetivo de servirem como armas militares durante conflitos norte americanos. Os mesmos eram empregados com câmeras e dispositivos sensores capazes de reconhecer a área do campo inimigo e até mesmo realizar ataques (BLOM, 2010; NEX & REMONDINO, 2014; PERON, 2016; SILVA et al., 2014).

Atualmente, a utilização do drone apresenta grande variabilidade. Vai desde o uso no lazer para pessoas amadoras até o uso no sensoriamento remoto para emprego em atividades civis como ferramentas de trabalho. Sendo estes capazes de realizar tarefas como monitoramento de trânsito, telemetria, procedimentos de procura e resgate de pessoas, atividades na área rural como o acompanhamento de plantações, fiscalização de desmatamentos, controle de pastagens e monitoramento de rebanhos. Tudo isso devido a sua flexibilidade e facilidade de manuseio junto ao seu baixo custo de aquisição e manutenção comparado a alternativas com mesma função (ABADE et al., 2016; ALVES et al., 2015; DANTAS et al., 2017; MAKAROV et al., 2015; NEX & REMONDINO, 2014; SILVA et al.,

2014).

Dentro do contexto de intensificação dos sistemas de produção agropecuário, os drones têm mostrado ser uma alternativa tecnológica capaz de fornecer informações na forma de imagens de alta resolução que são aplicadas em diversas utilidades. Essas imagens são fornecidas em tempo real possibilitando o acompanhamento do desenvolvimento de todas as atividades realizadas dentro da propriedade (ABADE et al., 2016; DANTAS et al., 2017; KEMPENAAR et al., 2015; MORALES et al., 2015; NEX & REMONDINO, 2014).

Para a agricultura de precisão, a aplicabilidade dos drones como tecnologias de sensoriamento já está bem estruturada. Isso devido ao grande número de pesquisas realizadas nos últimos anos que comprovam a importância do emprego dessa tecnologia na produção agrícola. Na pecuária de precisão, o drone também apresenta grande versatilidade de uso, se tornando uma alternativa capaz de fornecer o suporte para auxiliar os produtores no processo de administração da atividade praticada (ABADE et al., 2016; CASTALDI et al., 2017; DANTAS et al., 2017; MACHADO & NANTES, 2011).

Dentro de uma mesma propriedade, o drone pode desempenhar várias atribuições relevantes para o sistema produtivo. Sendo utilizado, por exemplo, na delimitação dos locais para o plantio, observação das plantações, controle de pragas e doenças das lavouras, manejo das pastagens, monitoramento do rebanho como a contagem dos animais, prevenção de roubo e procura de animais perdidos, entre muitos outros (DANTAS et al., 2017; FIGUEIREDO & SAOTOME, 2012; MORALES et al., 2015; NEX & REMONDINO, 2014).

No setor do agronegócio, a pecuária de precisão, em especial a bovinocultura, é uma área que pode ser favorecida com o uso do drone. Assim são realizadas pesquisas para confirmar as utilidades e os benefícios dessa tecnologia no campo (DANTAS et al., 2017; LEMOS, 2013; GOMES et al., 2017).

Os drones podem ser utilizados, por exemplo, na observação do comportamento alimentar de bovinos, fornecendo informações das áreas de preferência para pastejo dos animais e suas peculiaridades de escolha da alimentação. Também realizam análises das plantas forrageiras como a uniformidade de cobertura do solo, verificação da quantidade e qualidade da forragem e a presença de plantas daninhas na área. É possível até realizar a coleta de pequenas amostras de solo, pastagens e água para análise (DANTAS et al., 2017; HUNG et al., 2012; NYAMURYEKUNG'E et al., 2016; PACHECO & BARROS, 2014).

A aplicação do drone com várias tecnologias embarcadas no monitoramento de rebanhos é uma ferramenta moderna e eficiente por facilitar o acompanhamento do estado de saúde e bem estar dos animais (DANTAS et al., 2017; NEETHIRAJAN, 2017).

Nos sistemas intensivos de criação, o emprego do drone com dispositivos como câmeras termográficas, sistemas de GPS e muitas outras tecnologias vem aumentando consideravelmente nos últimos anos. Equipamentos esses que auxiliam na obtenção de fotos e vídeos que possibilitam o acompanhamento das condições fisiológicas, sanitárias e reprodutivas do rebanho. Com isso, por exemplo, pode ser feita a identificação de algum animal que esteja em estro pela observação do comportamento ou algum outro dispositivo de identificação (DANTAS et al., 2017; NEETHIRAJAN, 2017).

Quando os animais estão em período de estro, apresentam alguns comportamentos e características fisiológicas que auxiliam na detecção do mesmo.

A detecção de estro é o primeiro passo para se obter um bom desempenho reprodutivo na propriedade, pois esta prediz o momento adequado para inseminar. A observação de estro por vídeo ou visualmente a olho nu é a melhor maneira para saber de forma precisa o tempo de duração do estro, podendo fornecer informações precisas para detecção de estro no campo (CAETANO & CAETANO Jr., 2015; ROELOFS et al., 2005; ROELOFS & VAN ERP-VAN

DER KOOIJ, 2015; SVEBERG et al., 2011).

Porém, a detecção do estro de forma visual é uma atividade difícil de ser executada dentro do sistema de produção, pois somente parte do rebanho expressa as características quando está em pé e por um curto período de tempo, além de necessitar de tempo e mão de obra qualificada. A observação de estro deve ser de, no mínimo, 30 minutos, durante duas vezes por dia. E, com isso, é de fundamental importância o desenvolvimento de ferramentas que auxiliam o produtor na detecção de estro das vacas (CAETANO & CAETANO Jr., 2015; ROELOFS et al., 2005; ROELOFS & VAN ERP-VAN DER KOOIJ, 2015; SVEBERG et al., 2011).

O emprego de ferramentas de detecção de estro pode ser utilizado para auxiliar na detecção de forma visual, uma vez que são ferramentas alternativas viáveis para os sistemas de produção gerando maior eficácia e precisão na detecção de estro (CAETANO & CAETANO Jr., 2015; ROELOFS & VAN ERP-VAN DER KOOIJ, 2015; RUTTEN et al., 2014; THE BEEF SITE, 2010).

Dentre as ferramentas que ajudam os produtores na detecção do estro e o momento ideal para inseminar, podemos citar os pedômetros e colares colocados no pescoço que medem o aumento da movimentação dos animais que acontece durante o estro. São utilizados também dispositivos sensores de pressão, radiotelemetria, resistência elétrica do muco cérvico-vaginal, marcadores coloridos, detectores de montagem, métodos bioquímicos e até mesmo o uso de cães treinados para detectar odores. Podendo esses métodos ser utilizados isoladamente ou associados para ter maior eficiência na detecção (CAETANO & CAETANO Jr., 2015; ROELOFS & VAN ERP-VAN DER KOOIJ, 2015; THE BEEF SITE, 2010).

Também é feito o uso de outros animais para auxiliar na detecção de estro. Como, por exemplo, o uso de touros rufiões que são cirurgicamente alterados para não realizarem a

cópula ou fertilização durante a monta, ou o uso fêmeas androgenizadas que recebem tratamento com hormônio masculino. Esses animais ajudam na observação visual e possuem dispositivos como o buçal marcador que mancham as vacas que estão em estro (CAETANO & CAETANO Jr., 2015; THE BEEF SITE, 2010).

O buçal marcador pode ser substituído pelo adesivo BOViFLAG, por ser uma opção viável e eficiente.

O BOViFLAG é um dispositivo de detecção de estro que apresenta uma superfície de raspagem prateada em cima de uma camada autoadesiva de cor fluorescente. Essas cores podem ser laranja, azul, verde e rosa. O adesivo deve ser colado na região entre o quadril e a extremidade superior da cauda da vaca. O adesivo permanece prateado até o momento quando outras vacas ou o touro rufião realizam a monta e, com a fricção, a camada com cor fluorescente é exposta (BOVITIME, 2019).

Nesse sentido, este trabalho teve como objetivo desenvolver uma técnica para detecção de estro de fêmeas bovinas com drone, utilizando adesivo específico com diferentes cores e graus de raspagens, considerando as diferentes pelagens dos animais, horários de voo, alturas de voo e a influência da presença de nuvens no momento da captura de imagens.

MATERIAIS E MÉTODOS

Foi realizado inicialmente um levantamento das técnicas disponíveis para detecção de estro de fêmeas bovinas. Nesta pesquisa, foram consideradas as técnicas de utilização de rufião com buçal marcador com tinta, testes químicos, colar e adesivo específico, sendo este último o escolhido, pois estes se destacam nas imagens capturadas pelo drone.

Após o levantamento das técnicas de detecção de cio disponíveis, optou-se pelo adesivo de detecção de estro, por ser esta uma opção que apresenta praticidade e facilidade de uso. Como a técnica envolve a captura de imagens, esperou-se que houvesse também um bom resultado quanto à coloração destacada das cores fluorescentes para a sua identificação na imagem.

Foram utilizados para os testes, adesivos para detecção de cio da marca BOViFLAG (BOViTIME, África do Sul; Figura 2). Como o produto já é mundialmente comercializado e de eficácia reconhecida, foi eliminada a etapa de teste deste com outros animais para realizarem a raspagem, com isso o adesivo foi raspado manualmente simulando a raspagem por outros animais.

Em um segundo momento, foram pesquisados modelos de VANTs e câmeras de uso doméstico e/ou semiprofissional. Foi escolhido o modelo de drone Mavic Pro (DJI, China), com câmera própria (Figura 1), onde optou-se por modelos que fossem de uso semiprofissional ou doméstico, por este apresentar um menor valor de aquisição e também simplicidade de uso.



Figura 1. Drone Mavic Pro em voo (DJI, China) (Fonte: Arquivo pessoal).



Figura 2. Adesivos para detecção de cio da marca BOViFLAG (Fonte: Arquivo pessoal).

Foram realizados três pré-testes nas fazendas experimentais do IF Goiano Campus Rio Verde e um pré-teste no IF Goiano Campus Morrinhos, nos anos de 2018 e 2019, a fim de averiguar: se seria possível visualizar o adesivo nas vacas a partir de imagens feitas com drone; a identificação da cor do adesivo (prateado, verde e laranja); diferenças de pelagens da garupa das fêmeas bovinas; do percentual de área raspada do adesivo; das alturas de voo; das condições climáticas; e verificar outros fatores que podem interferir na captura de imagens.

Em novembro de 2019, foi realizado, na fazenda experimental do Instituto Federal Goiano Campus Morrinhos, o teste da técnica que alia o uso do adesivo ao drone em rebanho de fêmeas bovinas mestiças (Holandês-Zebu) e Nelore.

Cinquenta e seis fêmeas em idade reprodutiva foram agrupadas em sete grupos (n=8), de acordo com a seguinte divisão: Grupo 1 (controle) - fêmeas sem adesivo; Grupo 2 - fêmeas com adesivo sem nenhuma área de raspagem do adesivo (100% prateada); Grupo 3 - fêmeas com pelagem da região da garupa escura com adesivo de 50% de raspagem verde; Grupo 4 - fêmeas com pelagem da região da garupa escura com adesivo de 50% de raspagem laranja; Grupo 5 - fêmeas com pelagem da região da garupa clara com adesivo de 50% de raspagem verde; Grupo 6 - fêmeas com pelagem da região da garupa clara com adesivo de 50% de raspagem laranja; Grupo 7 - fêmeas com pelagem da região da garupa escura com adesivo de 25% de raspagem laranja.

O adesivo originalmente tem a coloração prateada (Figura 3). No momento da monta por outros animais, com o atrito dos movimentos repetidos, a tinta é perdida e a cor de fundo (verde ou laranja) é revelada (Figura 3). Sendo que essa área de raspagem se inicia no meio do adesivo devido ser a primeira parte de contato do adesivo com o animal que está realizando a monta. Quando a cor revelada atinge 50% ou mais da área do adesivo, significa que a fêmea está em estro.



Figura 3. Adesivo BOViFLAG sem raspagem (prateada) e com área totalmente raspada das cores verde e laranja (Fonte: Arquivo pessoal).

Para fins de teste, foram utilizadas duas cores diferentes do adesivo (laranja e verde, Figura 3). A coloração prateada foi considerada um segundo grupo controle, pois trata-se do estado em que o adesivo indica que a fêmea não está em estro. Cada cor foi testada em oito vacas. Os adesivos de cor verde tiveram somente a raspagem de 50% (Figura 4) e aqueles de cor laranja foram 25% (indicativo de que não está em estro) ou 50% (indicativo de que está em estro) raspados, removendo parte da tinta prateada que recobre os adesivos (Figura 5).

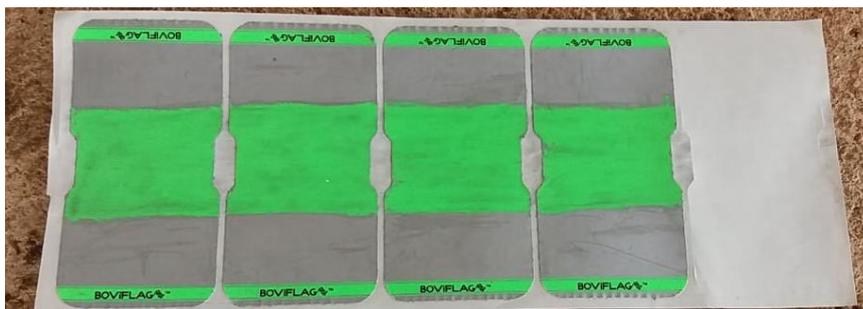


Figura 4. Adesivos verdes com 50 % de raspagem do adesivo (Fonte: Arquivo pessoal).



Figura 5. Adesivos laranja com diferentes porcentagens de raspagens (25 e 50%) (Fonte: Arquivo pessoal).

Para a aplicação dos adesivos, os animais foram alocados em brete de contenção. Em seguida, a região da garupa foi limpa com o tecido próprio do kit do adesivo. Só então o adesivo foi afixado na região de inserção da cauda, conforme a figura 6. O adesivo foi utilizado conforme as instruções do fabricante (Quadro 1).



Figura 6. Fixação do adesivo na região de inserção da cauda (Fonte: Arquivo pessoal).

Quadro 1. Instruções de uso do adesivo BOViFLAG de acordo com o fabricante.

Para utilização do adesivo BOViFLAG, deve-se:

- O adesivo deve ser aquecido. Em clima frio, é preciso aquecer o detector de cio antes de ser aplicado. Isso ajuda na adesão.
- O local de aplicação deve ser preparado. Prepara-se a superfície, removendo todos pelos soltos, sujeiras e poeira, usando o pano que está incluído na embalagem do adesivo. Utiliza-se uma escova para as áreas mais sujas. Não se deve aplicar o detector de cio durante período de chuva ou se algum produto a base de óleo ou álcool foram usados, pois estes podem alterar a eficácia do produto.
- O adesivo deve ser aplicado na garupa da vaca, cruzando a coluna dorsal.
- Quando a vaca é montada, a tinta prateada do adesivo é raspada pelo contato do touro ou rufião e a cor brilhante se revela. Pelo menos 50% da tinta prateada deve ser removida para indicar o cio.

Após a aplicação do adesivo, as fêmeas bovinas foram encaminhadas a um piquete de formato irregular com área de aproximadamente 7000 m², de modo que os animais pudessem se afastar e formar grupos em espaços diferentes. O piquete tinha a maior parte de sua área correspondente à pastagem, mas também possuía estrada não pavimentada, sombra de árvores e bebedouro. Após as fêmeas serem soltas no piquete, foi respeitado o período de alguns minutos para adaptação, até que elas estivessem relaxadas e/ou pastejando (Figura 7). Foi gravado um vídeo para confirmação posterior dos sinais de comunicação visual. Os sinais de comunicação visual utilizados neste estudo foram observados conforme o método descrito por Albright & Arave (1997) adaptado por Polycarpo & Greco (2008).

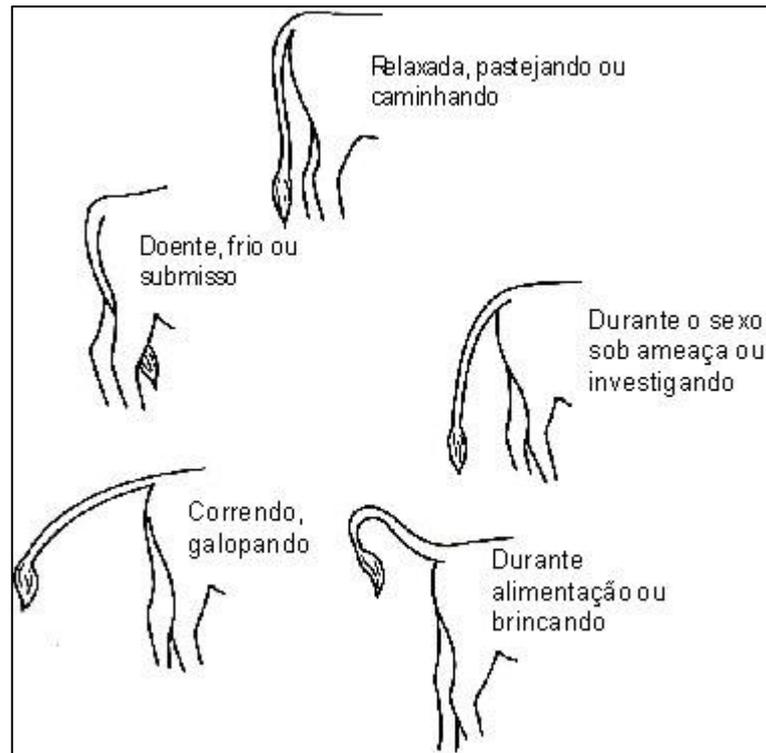


Figura 7. Sinais de comunicação visual pelo posicionamento da cauda (Fonte: Albright & Arave, 1997 adaptado por Polycarpo & Greco, 2008).

Após constatação do relaxamento dos animais, conforme o método anteriormente descrito, iniciou-se a captura das imagens. Então, foi feito um voo com o drone Mavic Pro para a captura de imagens do rebanho experimental a 20, 15, 12 e 10 metros de altura, respectivamente. Durante o voo, foram observados os sinais de comunicação visual de posicionamento da cauda dos animais no piquete. A captura das imagens foi feita por meio de fotos controladas manualmente sem GPS, a fim de executar a técnica da forma mais simples possível. Isto permitirá a replicação com os modelos de drone mais econômicos do mercado, tornando assim a técnica mais acessível ao produtor rural.

Para todas as alturas, foi utilizada a câmera própria deste modelo de drone que possui uma resolução de 12 megapixels. A fim de verificar se havia influência da presença de nuvens e da incidência de luz solar, foi realizado um segundo voo (às alturas de 20, 15, 12 e 10 metros). Sendo que foi um pela manhã e outro pela tarde.

As imagens foram analisadas em notebook de uso doméstico por dois técnicos simultaneamente. A cada foto capturada pelo drone, os técnicos buscaram primeiramente identificar os animais nas imagens, e então buscavam identificar nos animais a presença do adesivo (com ou sem adesivo), sua coloração (verde, laranja ou prateado) e, no caso dos adesivos laranja, o percentual de raspagem (25 ou 50%). Para a identificação da maioria dessas imagens foi necessário à utilização da ferramenta zoom, principalmente nas alturas mais elevadas. Também foram avaliadas em cada foto a pelagem da garupa dos animais (clara, escura ou ambas) e a incidência de luz no momento da foto (se havia sombreamento por nuvens).

Para a análise estatística, os dados de identificação da presença do adesivo, da coloração e do percentual de raspagem do adesivo em cada imagem foram submetidos à Análise de Variância pelo procedimento PROC GLM do SAS, tendo como causas de variação os diferentes horários de voos, as alturas de voo (20, 15, 12 e 10 metros), a pelagem da garupa dos animais e a incidência de luz (com ou sem nuvem). As diferenças entre médias foram submetidas ao Teste de Tukey, a 5% de probabilidade, para todas as causas de variações ($p < 0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

1. Pré-testes

Imagens capturadas em um dos pré-testes estão expostas abaixo (Figura 8). É possível observar como a luz solar influencia as cores da fotografia. À esquerda, a imagem possui cores mais escuras, devido a uma nuvem que bloqueava parcialmente a iluminação natural no momento da captura da imagem. À direita, a luz natural não tinha bloqueio.



Figura 8. Imagens capturadas durante voo de drone a 40 metros de altura, mostrando a influência do reflexo da luz solar sobre a coloração das fotos capturadas por drone (Fonte: Arquivo pessoal).

Durante os pré-testes, não foi possível identificar a presença dos adesivos nas vacas a partir de imagens capturadas a 40 metros de altura (Figura 8) ou, quando detectada a sua presença, não foi possível distinguir as diferentes cores. A altura elevada no momento da captura da imagem resultou em um tamanho muito pequeno dos adesivos nas imagens. Mesmo quando aumentado o zoom, não foi possível identificar os adesivos, pois a resolução das imagens reduziu consideravelmente.

Essa primeira altura foi escolhida, por ser a mais comum a ser utilizada em voos realizados no campo.

Já nas imagens capturadas à altura de 20 metros, foi possível identificar as diferentes cores dos adesivos fixados nas vacas em alguns pré-testes (Figura 9). Foi possível observar com clareza as cores prateada (original), verde e laranja com 100% de raspagem em alguns pré-testes



Figura 9. Imagem capturada a 20 metros de fêmea bovina de pelagem escura com adesivo prateado (sem raspagem) (Fonte: Arquivo pessoal).

No pré-teste com voo a 10 metros de altura, foi possível identificar todos os adesivos, suas colorações e porcentagens de raspagem (50% e 100%) nas imagens capturadas (Figura 10). Isto sugeriu que a altura tem relevância sobre os resultados obtidos, pois foi possível obter imagens de melhor resolução e com um alcance muito melhor.



Figura 10. Imagem capturada a 10 metros de fêmeas bovinas de diferentes pelagens com adesivos verde e laranja de diferentes percentuais de raspagem (50 e 100%) (Fonte: Arquivo pessoal).

Ao observar os resultados dos pré-testes realizados, nota-se que essa técnica, que alia a tecnologia da detecção de cio do adesivo com a captura de imagem com VANT, tem como variáveis a altura de voo, as cores dos adesivos, o percentual de raspagem dos adesivos, as diferentes pelagens dos animais e a incidência dos raios solares. Outros dois fatores a serem considerados são o possível estresse que os bovinos podem sofrer com a presença do drone e a possibilidade de ataque ao drone por revoada de pássaros. Baseado nestas observações, foi delineado o teste da técnica.

2. Teste

Após a fixação dos adesivos, os animais ocuparam todas as áreas do piquete de forma natural sozinhos, em duplas ou grupos. Mostraram-se relaxados pelo posicionamento da cauda poucos minutos após a soltura (Figura 11).



Figura 11. Fêmeas bovinas com posicionamento da cauda compatível com relaxamento e atividade de pastejo (Fonte: Arquivo pessoal).

Na presença do drone, poucos animais apresentaram mudança nos sinais de comunicação visual (Figura 12). Dois minutos foi o tempo em que estes sinalizaram estar sob ameaça ou investigando, apresentando relaxamento e atividade de pastejo em seguida. O único comportamento da cauda observado após esse período foi a movimentação para espantar as moscas, que segundo Brito et al. (2012) deixam os animais agitados.



Figura 12. Animal percebendo a presença do drone a 10 metros de altura (Fonte: Arquivo pessoal).

Comumente, os animais costumam fugir com a presença do drone, pois os mesmos possuem uma audição apurada e se assustam com o barulho característico produzido pelo drone quando está sobrevoando. Barulho esse que é semelhante ao som de um enxame de abelhas, o que faz com que se afastem do perigo. Essa fuga também pode ser explicada por se tratar de um objeto estranho para aqueles animais. Devido a essas características, em alguns casos, o drone é utilizado até para “tocar” os animais (ALVES, 2015).

Porém foi observado um comportamento mais calmo dos animais com a presença do drone, isso talvez possa ser explicado por esses animais já estarem acostumados com o grande tráfego de máquinas agrícolas e pessoas na área, e também devido à proximidade do campus com a rodovia que possui muito ruído.

Nenhum dos adesivos afixados nas fêmeas foi perdido durante a execução do teste. Isso porque o mesmo possui uma superfície autocolante que possibilita que o adesivo permaneça aderido na garupa do animal durante todo ciclo estral.

Os resultados observados após a captura das imagens em diferentes horários de voo estão expostos na tabela 1.

Tabela 1. Estatística descritiva para detecção de cio de fêmeas bovinas com adesivo, a partir de imagens capturadas por drone, em diferentes horários de voo

Período do dia	Visualização	Média (%)	Desvio Padrão	Mínimo (%)	Máximo (%)
Final da manhã	Presença do adesivo	100,00	0,00	100,00	100,00
	Cor do adesivo	100,00	0,00	100,00	100,00
	Grau de raspagem do adesivo	99,57	3,25	75,00	100,00
Início da tarde	Presença do adesivo	98,76	4,09	83,33	100,00
	Cor do adesivo	93,40	10,91	57,14	100,00
	Grau de raspagem do adesivo	98,22	5,01	81,82	100,00

As médias de visualização foram altas, indicando que a técnica pode ser promissora. No entanto, em alguns casos, o ângulo de captura da imagem unido ao ângulo de incidência de raios solares influenciados pelo horário de voo dificultou a distinção, mesmo a alturas mais baixas (Figura 13).

Mesmo com essa pequena variação das médias entre os horários de voo podemos considerar que são valores excelentes, pois todas as médias estão acima de 90%, o que significa que mesmo com a influência dos fatores que interferiram na identificação das variáveis analisadas os resultados positivos são consideráveis.



Figura 13. Imagem onde não foi possível definir o percentual de raspagem do adesivo (25 ou 50%) a 12 metros de altura (Fonte: Arquivo pessoal).

A realização de dois voos em horários distintos teve influência nos resultados observados. Isso porque, de acordo com que as horas do dia avançam, a inclinação da incidência dos raios solares em um ponto de referência muda. Com isso, a qualidade das imagens é alterada por fatores relacionados à iluminação como, por exemplo, o reflexo dos adesivos, o que interferiu na visualização das características analisadas.

A luz é o principal componente que interfere na qualidade de uma imagem. Assim, dependendo de onde estiver incidindo a fonte de luz, a mesma influenciará diferentes resultados de imagens. No entanto, em sistemas de captura de imagem mais desenvolvidos, é possível reduzir os efeitos da luz com o auxílio de várias configurações e ferramentas (ALEFOTOGRAFO, 2019).

Durante as análises das imagens, junto com os técnicos responsáveis, havia um indivíduo daltônico, o qual conseguiu perceber a presença dos adesivos e suas percentagens de raspagem. A única dificuldade encontrada por ele foi distinguir as diferentes cores. Porém,

quando foi indicada a cor do adesivo, ele conseguiu diferenciar as cores pelo reflexo que elas produziam sob a luz solar.

Os resultados observados após a captura das imagens a diferentes alturas de voo estão expostos na tabela 2.

Tabela 2. Estatística descritiva para detecção de cio de fêmeas bovinas com adesivo, a partir de imagens capturadas por drone, a diferentes alturas de voo

Altura do voo	Visualização	Média (%)	Desvio Padrão	Mínimo (%)	Máximo (%)
10 metros	Presença do adesivo	99,38	3,20	83,33	100,00
	Cor do adesivo	99,38	3,20	83,33	100,00
	Grau de raspagem do adesivo	99,38	3,20	83,33	100,00
12 metros	Presença do adesivo	100,00	0,00	100,00	100,00
	Cor do adesivo	98,61	6,80	66,67	100,00
	Grau de raspagem do adesivo	98,95	5,10	75,00	100,00
15 metros	Presença do adesivo	99,49	2,36	88,89	100,00
	Cor do adesivo	96,36	7,25	77,78	100,00
	Grau de raspagem do adesivo	99,49	2,36	88,89	100,00
20 metros	Presença do adesivo	99,28	3,19	85,71	100,00
	Cor do adesivo	95,28	10,72	57,14	100,00
	Grau de raspagem do adesivo	98,37	5,03	81,82	100,00

As médias de identificação das variáveis nas diferentes alturas podem ser consideradas como excelentes, pois todas estão acima de 95%, o que mostra que a altura de voo não teve interferência na identificação das variáveis analisadas.

Foi possível identificar, na grande maioria dos animais, os que estavam com adesivos afixados e os que estavam sem adesivos nas imagens capturadas a todas as alturas de voo (Figura 14). Mesmo a 20 metros, com os animais de tamanho bem pequeno nas imagens, foi possível identificar com clareza a presença ou a ausência dos adesivos.



Figura 14. Vacas com e sem adesivos a 20, 15, 12 e 10 metros (Fonte: Arquivo pessoal).

Na grande maioria das imagens do estudo, foi possível distinguir as cores dos adesivos (Figura 15). As poucas dificuldades encontradas foram diferenciar o prateado do laranja, quando em menor grau de raspagem (25%). Nos animais de garupa clara, diferenciar a cor prateada da cor verde, quando havia nuvem e/ou às alturas maiores.



Figura 15. Diferença de cores (prateado, laranja e verde) a 20, 15, 12 e 10 metros (Fonte: Arquivo pessoal).

Na grande maioria das imagens capturadas, foi possível diferenciar os percentuais de 25 e 50% de raspagem da cor laranja. No entanto, quanto maior a altura no momento da captura, mais difícil a distinção (Figura 16).

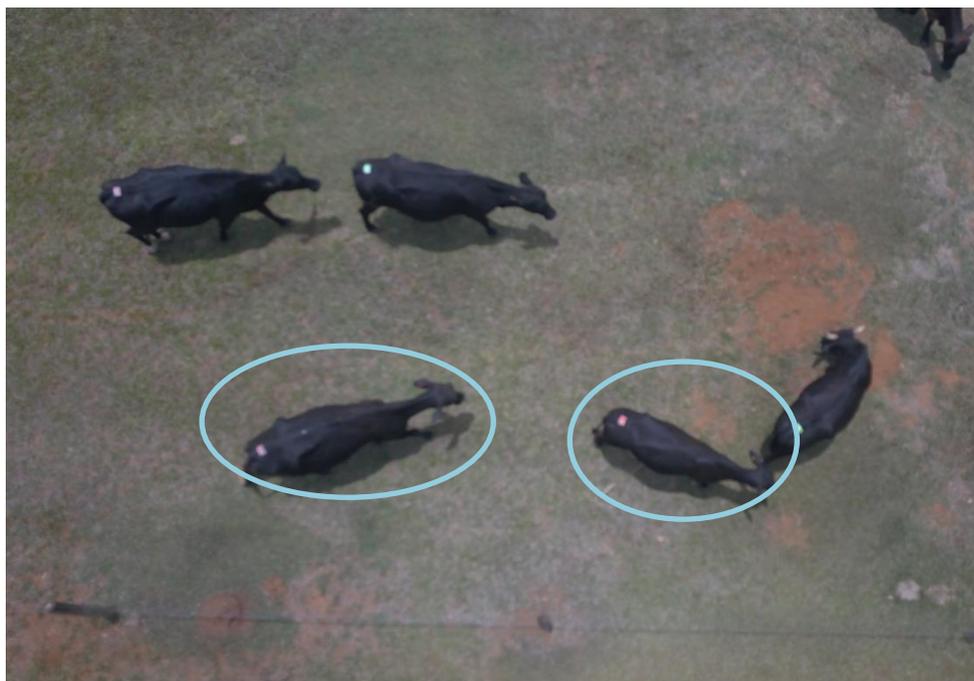


Figura 16. Diferença de percentual de raspagem (25 e 50%) a 15 metros (Fonte: Arquivo pessoal).

A utilização da ferramenta zoom foi necessária para confirmação de presença do adesivo, suas cores e percentuais de raspagem nas imagens em grande parte das análises (Figura 17), principalmente nos voos de maior altura. No entanto, em alguns poucos casos, não foi suficiente para a confirmação, devido à interferência de outros fatores como a incidência de luz no momento da captura, a pelagem da região da garupa e a altura do voo.



Figura 17. Imagem com e sem aplicação de zoom para confirmação da análise na imagem capturada a 20 metros (Fonte: Arquivo pessoal).

Os resultados observados após a captura das imagens quanto à cor da pelagem da garupa estão expostos na tabela 3.

Tabela 3. Estatística descritiva para detecção de cio com adesivo de fêmeas bovinas com diferentes cores de pelagem, a partir de imagens capturadas por drone

Cor da pelagem	Visualização	Média (%)	Desvio Padrão	Mínimo (%)	Máximo (%)
Branca	Presença do adesivo	100,00	0,00	100,00	100,00
	Cor do adesivo	100,00	0,00	100,00	100,00
	Grau de raspagem do adesivo	100,00	0,00	100,00	100,00
Escura	Presença do adesivo	100,00	0,00	100,00	100,00
	Cor do adesivo	100,00	0,00	100,00	100,00
	Grau de raspagem do adesivo	100,00	0,00	100,00	100,00
Clara/Escura	Presença do adesivo	99,15	3,41	83,33	100,00
	Cor do adesivo	95,51	9,48	57,14	100,00
	Grau de raspagem do adesivo	98,29	5,37	75,00	100,00

Para os animais de pelagem totalmente branca ou escura as médias de identificação das variáveis analisadas também foram excelentes, a pequena variação que aconteceu nas médias dos animais de pelagem mista também podemos considerar como muito boas pois os valores estão acima de 95%, o que mostra que as pelagens mistas tem pouca interferência na identificação das variáveis analisadas.

Mesmo com a aplicação de zoom, em algumas imagens, não foi possível distinguir a presença da coloração prateada do adesivo em animais de pelagem mista (clara e escura) (Figura 18).



Figura 18. Imagem capturada a 20 metros com zoom, onde não é possível observar a parte de coloração prateada do adesivo em fêmeas de garupa branca (Fonte: Arquivo pessoal).

O fato da cor da pelagem em alguns casos ter interferência na visualização das características analisadas pode ter ocorrido devido ao reflexo gerado pela cor branca da garupa. Existiu, nesse caso, certa proximidade de tonalidade de cor entre o adesivo e a pelagem dos animais. Outros fatores a considerar são a distância entre o animal e a câmera e a baixa resolução das imagens.

Os resultados observados após a captura das imagens quanto à presença ou ausência de nuvens estão expostos na tabela 4.

Tabela 4. Estatística descritiva para detecção de cio de fêmeas bovinas com adesivo, a partir de imagens capturadas por drone, em presença ou ausência de nuvens

Condições climáticas	Visualização	Média (%)	Desvio Padrão	Mínimo (%)	Máximo (%)
Com sol e sem nuvens	Presença do adesivo	99,73	2,10	83,33	100,00
	Cor do adesivo	99,73	2,10	83,33	100,00
	Grau de raspagem do adesivo	99,33	3,75	75,00	100,00
Sob a sombra de nuvens	Presença do adesivo	99,15	3,24	85,71	100,00
	Cor do adesivo	93,07	11,29	57,14	100,00
	Grau de raspagem do adesivo	98,54	4,52	81,82	100,00

As médias de identificação das variáveis analisadas para a presença de nuvens no momento da captura das imagens também são excelentes, isso porque todas estão acima de 95%, o que mostra que a presença ou ausência de nuvens não tem influência na identificação das variáveis.

A incidência de luz causa variação no brilho refletido pelo adesivo. A presença de nuvem encobrindo a luz solar no momento da captura da imagem influenciou a identificação da presença, da coloração e do percentual de raspagem do adesivo (Figura 19). A identificação torna-se mais fácil e precisa na ausência de nuvem, com incidência direta dos raios solares (Figura 20).



Figura 19. Efeito da sombra de nuvem (Fonte: Arquivo pessoal).



Figura 20. Imagem capturada a 10 metros sem influência da presença de nuvens (Fonte: Arquivo pessoal).



Figura 21. Imagem onde não foi possível distinguir se o adesivo era 100% prateado ou 25% laranja, devido à sombra (Fonte: Arquivo pessoal).



Figura 22. Imagem com sombra onde não foi possível distinguir se o adesivo era prateado ou verde (Fonte: Arquivo pessoal).



Figura 23. Imagem com nuvem onde não foi possível identificar com certeza a presença do adesivo (Fonte: Arquivo pessoal).

No momento da captura de imagens de animais com drone, deve-se considerar obstáculos, irregularidades e abrigos, como as árvores. Os animais podem não aparecer nas

imagens devido a estas circunstâncias. No caso deste estudo, foi fotografado animal sob a sombra de uma árvore (Figura 24).



Figura 24. Fêmea bovina sob a sombra da árvore (Fonte: Arquivo pessoal).

Outro fato observado e relevante, foi a movimentação da cauda para afastar as moscas, que pode cobrir o adesivo no momento da captura da imagem e gerar resultado errôneo de detecção de cio (Figura 25).



Figura 25. Movimentação da cauda que pode interferir na observação do adesivo (Fonte: Arquivo pessoal).

As análises de variância dos resultados observados após a captura das imagens e as variáveis avaliadas de visualização de presença, cor e grau de raspagem do adesivo estão expostos na tabela 5.

Tabela 5. Análise de variância, segundo o método dos modelos lineares generalizados, para as variáveis avaliadas de visualização de presença, cor e grau de raspagem do adesivo de detecção de cio de fêmeas bovinas com drone

Variável	Fonte de Variação	Valor de P
Presença do adesivo (%)	Horário do voo	0,0958
	Altura do voo	0,7573
	Cor da pelagem	0,4138
	Presença ou ausência de nuvens	0,7657
Cor do adesivo (%)	Horário do voo	0,0480*
	Altura do voo	0,3756
	Cor da pelagem	0,0280*
	Presença ou ausência de nuvens	0,0567
Identificação do grau de raspagem do adesivo (%)	Horário do voo	0,3306
	Altura do voo	0,8461
	Cor da pelagem	0,2436
	Presença ou ausência de nuvens	0,9713

Para a maioria das variáveis analisadas não houve diferença estatística, o que significa que mesmo com a interferência de alguns fatores na identificação das variáveis as mesmas tiveram resultados ótimos e estaticamente semelhantes.

Os valores de P sinalizados por * são os únicos que diferiram estatisticamente das demais fontes de variação. Então, a única variável que teve diferença foi a cor do adesivo, pois a interação dessa variável sofreu influência da cor da pelagem da garupa dos animais e da incidência de raios solares no momento da captura da imagem causada pelo horário de realização do voo, devido o possível reflexo gerado por essas fontes de variação no momento de captura da imagem.

A cor branca da pelagem da garupa dos animais teve interferência na distinção das cores verde e prateada do adesivo. Possivelmente, devido ao brilho refletido pela cor branca da garupa e pelo adesivo no momento de incidência dos raios solares. Também pela proximidade de cor entre os dois adesivos quando refletidos. As garupas de pelagem escura não interferiram consideravelmente na identificação da cor dos adesivos. Porém, manchas de cor branca em garupa escura possivelmente podem interferir na visualização e identificação dos adesivos, pois as manchas podem ser confundidas com o próprio adesivo.

A realização de voos em dois horários diferentes interferiu na identificação da cor do adesivo. Fator esse que pode ser explicado pela diferença de inclinação da incidência dos raios solares que acontece durante o dia. Como os voos foram realizados um no final da manhã e o outro no início da tarde, houve diferença na iluminação nas imagens capturadas e, conseqüentemente, na qualidade das mesmas, causando reflexos diferentes sobre os adesivos, o que gerou diferença entre os horários de voo.

O voo realizado no final da manhã obteve melhores resultados de detecção de estro. Isso pode ser explicado pela incidência dos raios solares nesse momento mais próximos de um ângulo de 90° , o que gera menores reflexos nas imagens capturadas pelo drone.

CONCLUSÃO

Em conclusão, foi desenvolvida uma técnica que alia o uso de duas tecnologias existentes, o adesivo específico e o drone, possibilitando a identificação de fêmeas bovinas em estro.

Portanto, como observado nesse estudo, para melhores resultados, recomenda-se que os voos sejam realizados no final da manhã e que seja utilizado o adesivo para detecção de cio na coloração laranja, com a captura de imagens com drone de uso doméstico a altura de 20 metros de altura ou menos.

É provável que os resultados obtidos possam mudar com a realização dos testes em condições diferentes. Até mesmo que modelos de drones e câmeras mais sofisticadas consigam resultados melhores sobre essas fontes de variação.

Mais estudos nesta linha deverão ser realizados com o objetivo de aumentar a eficiência da técnica, como por exemplo, uso de câmeras térmicas ou a realização de voos noturnos, assim como o desenvolvimento de software específico que complete o processamento da imagem e já identifique automaticamente os animais em estro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABADE, A.; CAMPOS, M.D.; PORTO, L.F. et al. A Construção Otimizada de um Drone para Aplicações na Agricultura e Pecuária de Precisão. In: ANAIS DA ESCOLA REGIONAL DE INFORMÁTICA DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE COMPUTAÇÃO (SBC)– REGIONAL DE MATO GROSSO, 07, 2016, Mato Grosso. **Anais ...** Mato Grosso: Anais da Escola Regional de Informática da Sociedade Brasileira de Computação (SBC), v. 7, 2016.
- ALBRIGHT, J. L.; ARAVE, C. W. **The behavior of cattle**. C. A. B. International. 1997.
- ALEFOTOGRAFO. **Como a luz pode transformar suas fotos**. 2019. Disponível em: <<https://www.alefotografo.com.br/blog/fotografo-dica-como-a-luz-pode-transformar-suas-fotos>> Acesso em: 14 de nov. 2019.
- ALVES, F.V. Leilões & criação- Pecuária. Globo Rural. 2015. p.64-65.
- ALVES, M.O.; FERREIRA, R.V.; GALLIS, R.B.A. et al. O Uso de Imagens do “Drone Agrícola” para Identificação de Falhas no Plantio de Cana-de-Açúcar. In: VII SIMPÓSIO TECNOLOGIA DE PRODUÇÃO DE CANA DE AÇÚCAR, 2015, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Simpósio Tecnologia de Produção de Cana De Açúcar, 2015.
- BLOM, J.D. **Unmanned Aerial Systems: a historical perspective**. Occasional paper 37. Combat Studies Institute Press. US Army Combined Arms Center. Fort Leavenworth, Kansas. September 2010.
- BOVITIME, **BOViFLAG™ regular e mini**. Disponível em: <<http://bovitime.com/pt/produtos/boviflag/>> Acesso em: 03 de jul. 2019.
- BRITO, L.G.; BARBIERI, F.S.; OLIVEIRA, M.C.S. **Mosca-dos-chifres: últimas novidades sobre seus danos, controle e como lidar com a resistência por inseticidas**. Beefpoint, 2012. Disponível em: <<https://www.beefpoint.com.br/mosca-dos-chifres-saiba-mais-sobre->

seus-danos-como-controlar-e-controlar-a-resistencia-por-inseticidas/> Acesso em: 14 de nov. 2019.

CAETANO, G.A.O.; CAETANO JÚNIOR, M.B. Métodos de detecção de estro e falhas relacionadas. **PUBVET**, v. 9, p. 348-399, 2015.

CASTALDI, F.; PELOSI, F.; PASCUCCI, S. et al. Assessing the potential of images from (UAV) to support herbicide patch spraying in maize. **Precision Agriculture**, p. 1–19. 2017.

DANTAS, A.; SILVA, L.C.R.; CARVALHO, M.N.C. Aplicabilidade do Drone na Pecuária de Precisão. In: IX Sintagro – Simpósio Nacional de Tecnologia em Agronegócio, 2017, Botucatu. **Anais...** Botucatu: Simpósio Nacional de Tecnologia em Agronegócio, 2017.

DEPARTMENT OF DEFENSE (2005). **Unmanned Aircraft Systems (UAS) Roadmap, 2005-2030**.

FIGUEIREDO, H.V.; SAOTOME, O. Simulation platform for quadricopter: Using matlab/simulink and x-plane. In: Brazilian Robotics Symposium and Latin American Robotics Symposium, 2012. **Anais...** Brazilian Robotics Symposium and Latin American Robotics Symposium, 2012, p. 51-55.

GOMES, R.C.; FEIJÓ, G.L.D.; CHIARI, L. Evolução e qualidade da pecuária brasileira. **Documentos/Embrapa Gado de Corte, ISSN**, p. 1517-3747, 2017.

HUNG, C. et al. Multi-class predictive template for tree crown detection. **ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing**, p. 170-183, 2012.

KEMPENAAR, C. et al. Aerial based precision Agriculture. In: Handbook of Robotics. **Agriculture and Forestry**. p. 31-41, 2015.

LEMOS, F.K. **A evolução da bovinocultura de corte brasileira: elementos para a caracterização do papel da ciência e da tecnologia na sua trajetória de desenvolvimento**.

2013. 239p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Escola Politécnica - Universidade de São Paulo, São Paulo.

MACHADO, J.G.C.F.; NANTES, J.F.D. Adoção da tecnologia da informação em organizações rurais: o caso da pecuária de corte. **Gestão de Produção**. v. 18, n. 3, p. 555-570, 2011.

MAKAROV, M.; MANIU, C.S.; TEBBANI, S. et al. Octorotor UAVs for radar applications: modeling and analysis for control design. In: 2015 Workshop on Research, Education and Development of Unmanned Aerial Systems (RED-UAS), 2015, Cancun. **Anais...** Cancun: 2015 Workshop on Research, Education and Development of Unmanned Aerial Systems (RED-UAS), 2015, p. 288-297.

MORALES, I.R.; REYES, B.R.; MONTEALEGRE, J.G. **Innovación Tecnológica en el sector Agropecuario**. 1.ed. Machala: Utmachala, 2015, 134 p.

NEETHIRAJAN, S. Recent advances in wearable sensors for animal health management. In: Sensing and Bio-Sensing Research, 2017, Guelph. **Anais...** Guelph: Sensing and Bio-Sensing Research, 2017, p. 15-29.

NEX, F.; REMONDINO, F. UAV for 3D mapping applications: A review. **Applied Geomatics**, p. 1-15, 2014.

NYAMURYEKUNG'E, S. et al. Use of a UAV-Mounted Video Camera to Assess Feeding Behavior of Raramuri Criollo Cows. In: Proceedings of the 10th Internacional Rangeland Congress, 2016. **Anais...** Proceedings of the 10th Internacional Rangeland Congress, 2016, p. 1070-1072.

PACHECO, E. P.; BARROS, I. Uso de Imagens Aéreas para avaliação da cobertura do solo em Sistema de produção de grãos no estado de Sergipe. In: Simpósio Nacional de

Instrumentação Agropecuária, 2014, São Carlos. **Anais...** São Carlos: Simpósio Nacional de Instrumentação Agropecuária, 2014, p. 165-168.

PERON, A.E.R. **American Way of War: o Reordenamento Sociotécnico dos Conflitos Contemporâneos e o uso de Drones**. 2016. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2016.

POLYCARPO, R. C.; GRECO, L. F. **Mecanismos de comunicação entre os bovinos**. 2008. Disponível em: <<https://www.milkpoint.com.br/artigos/producao/mecanismos-de-comunicacao-entre-os-bovinos-45117n.aspx>> Acesso em: 02 de março. 2020.

ROELOFS, J.B.; VAN EERDENBURG, F.J.C.M.; SOEDE, N.M.; et al. Pedom eter readings for oestrus detection and as predictor for tim e of ovulation in dairy cattle. **When to inseminate the cow?**, p. 55, 2005.

ROELOFS, J.B.; VAN ERP-VAN DER KOOIJ, E. Estrus detection tools and their applicability in cattle: recent and perspectival situation. **Animal. Reproduction**, v. 12, n. 3, p. 498-504, 2015.

RUTTEN, C.J.; STEENEVELD, W.; INCH AISRI, C. et al. An ex ante analysis on the use of activity meters for automated estrus detection: To invest or not to invest?. **Journal of Dairy Science**, v. 97, n. 11, p. 1-19, 2014.

SILVA, G.G.; SOUZA, K.P.; GONÇALVES, A.B. et al. Veículos aéreos não tripulados com visão computacional na agricultura: Aplicações, desafios e perspectivas. In: 2º Seminário internacional de integração e desenvolvimento regional, 2014, Ponta Porã. **Anais...** Ponta Porã: Seminário internacional de integração e desenvolvimento regional, 2014.

SVEBERG, G.; REFSDAL, A.O.; ERHARD, H.W.; et al. Behavior of lactating HolsteinFriesian cows during spontaneous cycles of estrus. **J. Dairy Sci**, v. 94, p. 1289-1301, 2011.

THE BEEF SITE. Estrus Detection In Cattle. 2010. Disponível em: <
<http://www.thebeefsite.com/articles/2362/estrus-detection-in-cattle/>> Acesso em: 01 de jul.
2019.