

DETECÇÃO DE INFESTAÇÃO DE LAGARTAS EM CAPIM UTILIZANDO IMAGENS OBTIDAS POR DRONES E APRENDIZAGEM DE MÁQUINA

COSTA^{1*}, Diego Santos, BALICO², Leandro, ADJ I TCHE³, Ibukun Chief Didier, FIDELIS⁴, Elisângela, SILVA⁵, Regina, SANTOS⁶, Jorge, PEREIRA⁷, Mayara, OLIVEIRA⁸, Anderson BENDAHAN⁹, Amaury.

¹Graduando na Universidade Federal de Roraima. (diego.costa7711@gmail.com)

²Professor Ciência da Computação na Universidade Federal de Roraima. (leandro.balico@ufr.br)

³Graduando na Universidade Federal de Roraima. (Ibukundidier@gmail.com)

⁴Pesquisadora na Embrapa Cerrados. (elisangela.fidelis@embrapa.br)

⁵Graduando na Universidade Federal de Roraima. (reginazootecnicista@hotmail.com)

⁶Graduando na Universidade Federal de Roraima. (icaro.neh@gmail.com)

⁷Graduando na Universidade Federal de Roraima. (mayaraquevedo9@gmail.com)

⁸Graduando na Universidade Federal de Roraima. (anderson-ato@hotmail.com)

⁹Pesquisador na Embrapa Roraima. (amaury.bendahan@embrapa.br)

Palavras Chave: Aprendizagem de máquina, índices de vegetação, drones, pragas de pastagem.

INTRODUÇÃO

Na região norte do país, o rebanho bovino tem crescimento médio de 6% ao ano, conseqüentemente, a demanda por pastagem aumenta na mesma proporção (DIAS-FILHO, 2011, BENDAHAN, 2015, SILVA et al., 2016). O capim *Brachiaria brizantha* está entre os capins mais utilizados nas pastagens do Brasil, na região norte cerca de 65% dos pastos são cultivados com essa gramínea (DIAS-FILHO, 2011). Entretanto, a expansão de pastagens com manejo inadequado, acaba por gerar degradação das mesmas, esse é o principal problema pelo qual está passando a pecuária brasileira (DEUS et al., 2017) e que se repete em Roraima (BENDAHAN, 2015).

Dentre os fatores incluídos na gestão da pastagem, após o manejo dessas, o ataque de pragas se constitui em um dos principais fatores de degradação. Dentre as principais pragas encontradas no Estado de Roraima, se destaca a lagarta curuquerê-dos-capinzais (*Mocis latipes*) e a *Spodoptera fugiperda*, que causam danos severos ao ecossistema forrageiro regional (SILVA, 2018, TEIXEIRA et al., 2019).

A detecção, na fase inicial das infestações, das pastagens, por esses insetos, é crucial para que medidas de manejo e combate sejam tomadas para evitar grandes perdas de pasto e prejuízos econômicos. Tradicionalmente, doenças e pragas são detectadas por meio de observação visual quando a pastagem já foi atacada e as lagartas estão finalizando seu ciclo de vida, tarde demais, pois uma grande área já pode ter sido completamente consumida por esses insetos devido ao aparecimento em surtos populacionais (TEIXEIRA et al., 2019).

Nos últimos anos, as tecnologias embarcadas em drones têm expandido o seu uso em aplicações de sensoriamento remoto (HAN et al., 2019). Na agricultura, os drones têm tido um importante papel na obtenção de imagens aéreas para detecção e classificação de pragas em plantações como pode ser visto nos trabalhos para detecção de doenças em vinhedos (KERKECH et al., 2018) e para o mapeamento de áreas de cafezal infectados por nematóides (ABREU-JÚNIOR et al., 2018). Apesar dos avanços, ainda continua desafiador a detecção precoce de pragas em plantações a partir de imagens aéreas (KERKECH et al., 2018).

Atualmente, a forma mais eficiente na detecção precoce de pragas em plantações, desde doenças a insetos é feita com dados de reflectância espectral e aprendizagem de máquina (GOLHANI et al., 2018). Esses dados são obtidos a partir de satélites, espectralradiômetros e câmeras multiespectrais.

Os sensores hiperespectrais são extremamente caros, são sensores usados para embarcar em satélites. As câmeras multiespectrais são de melhor custo-benefício, obtendo bons resultados em suas aplicações como visto nos trabalhos de TAILANIÁN et al. (2015) e CUI et al. (2009), mas, ainda assim, possuem o preço na casa dos milhares de dólares. Por outro lado, câmeras com sensores RGB, com custos muito mais baixos, são mais limitadas na captação dos dados de reflectância espectral, porém, alguns trabalhos obtiveram bons resultados, como os obtidos por KERKECH et al. (2018) e ABREU-JÚNIOR et al. (2018), tudo depende, do problema a ser abordado para que imagens deste tipo de câmera obtenham resultados satisfatórios.

Espera-se criar um sistema de alerta de baixo custo de detecção precoce de infestação de lagartas, a partir de imagens de sensores RGB portados por drones, dessa maneira, o objetivo deste trabalho é avaliar os

resultados do processo de aprendizagem de máquina utilizando três índices de vegetação para detecção de danos no capim *Brachiaria brizantha* CV. Marandu causados por lagartas.

MATERIAL E MÉTODOS

A metodologia está dividida em cinco etapas. A primeira diz respeito a aquisição das imagens, a segunda diz respeito ao recorte das imagens retirando as bordas, a terceira é a divisão das imagens em pequenas partes, a quarta se refere ao cálculo dos índices de vegetação para a criação do dataset e a quinta e última é o treinamento e classificação com algoritmo de aprendizagem de máquina.

As amostras utilizadas para o trabalho foram da forrageira *Brachiaria brizantha* CV. Marandu, cultivada em estufa. As plantas foram semeadas em 16 bandejas plásticas de tamanho 7 cm de altura, 29,5 cm de largura e 43 cm de comprimento, oito para o tratamento com lagartas e oito para o tratamento sem lagartas. No momento da aquisição, a planta forrageira estava com 30 dias de germinada e 15 dias após o primeiro corte, realizado à 10cm de altura. A aquisição das imagens foi realizada pelo sensor foi CMOS RGB FC6310, de 20 megapixel embarcado no drone da marca DJI modelo Phantom 4 Advanced (DJI, 2020).

Para captação das imagens, as bandejas foram levadas para fora da estufa em local de pleno sol. As bandejas, de cada tratamento, foram agrupadas formando um único dossel com tamanho total de 118 x 86 cm (Figura 1). Foram captadas 25 imagens de cada tratamento na altura de 7m, entre 10h e 11h.



Figura 1: Dossel formado por 08 bandejas com *Brachiaria brizantha* CV. Marandu sadias utilizadas para captar as imagens.

No primeiro dia de coleta das imagens, as primeiras fotografias dos dois blocos foram realizadas antes da colocação das lagartas no tratamento com lagartas. Após isto, cada uma das bandejas do tratamento com lagartas, foram inseridos 10 destes insetos que estavam no primeiro instar, e durante os sete dias subsequentes, foram colocadas mais 2 lagartas por bandeja a cada dia, como medida de reposição de eventuais perdas por morte.

Das cinquenta imagens captadas no 10º dia de experimento, foram selecionadas três imagens do bloco de bandejas de capins infestados com lagarta e outras três imagens do bloco que continham apenas capins saudáveis. Passou-se, em seguida, para o corte das bordas das imagens, com tamanho de 10 x 10 cm, dessa maneira, a área útil de cada dossel ficou em 98 x 66 cm. Esse procedimento foi realizado manualmente em software editor de imagem.

Em seguida, a metodologia proposta por KERKECH et al. (2018) foi aplicada para este experimento. As imagens foram fragmentadas em blocos menores de tamanho 32x32 pixels para que cada um destes fragmentos pudesse ser classificado independentemente do restante da imagem, com objetivo de indicar pequenos focos dos ataques das lagartas e obter quantidade suficiente de amostras para o treinamento do algoritmo de aprendizagem de máquina.

Após esses procedimentos, foram realizados, os cálculos dos índices de vegetação.

Os índices utilizados foram: i) Excessive Green(ExG); ii) Excessive Red(ExR); iii) e a combinação dos dois: que gerou o índice chamado de Excess Green-Red (ExGR) (FREIRE-SILVA et al., 2019).

Na etapa posterior, de criação do dataset, foram utilizados ao todo 4000 fragmentos de imagens, 2000 de fragmentos de capins infestados com lagarta e outros 2000 fragmentos de capins saudáveis.

Na última etapa, utilizando o algoritmo de aprendizagem de máquina Support Vector Machine(SVM) (MAVROFORAKIS; THEODORIDIS, 2006) foram realizados os treinamentos e testes de acurácia. Para o treinamento foram utilizados 3200 fragmentos e para o teste de acurácia 800 fragmentos. Após a classificação, a imagem de tamanho original é devidamente reconstruída a partir destas pequenas partes.

Para avaliar os resultados obtidos, com esta metodologia, foi observado a acurácia de classificação. Para medir a confiabilidade da classificação utilizou-se o índice Kappa que verifica a concordância entre a real classificação das imagens e a classificação dada pelo SVM. O índice Kappa, tem valores entre 0 e 1, quanto mais próximo de 1, mais confiável são os resultados da classificação (ABREU-JÚNIOR et al., 2018).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 2a observa-se a imagem do dossel antes do corte das bordaduras e na Figura 2b depois do corte.



Figura 2: Ilustração da área útil utilizada para o processamento e da área de bordadura não utilizada no processamento.

O resultado da fragmentação das imagens pode ser visto na Figura 3, onde aparecem 09 dos 1598 blocos de 32 x 32 pixels, resultado do processo de fragmentação da imagem utilizada na etapa de treinamento.

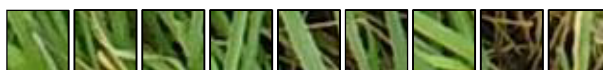


Figura 3: Fragmentos em blocos de 32 x 32 pixels.

Os resultados obtidos com a utilização dos dados gerados pelos índices ExR, ExG e ExGR para o treinamento e testes do SVM foram, respectivamente, de 55%, 61% e 60%, de acurácia na classificação entre

fragmentos saudáveis e infestados por lagartas. O índice Kappa obtido para a classificação com o ExR, ExG e ExGR foram, respectivamente, 0,11, 0,24 e 0,21.

Esses resultados sugerem que houve problemas na condução da metodologia, e que podem estar ligados à: i) contaminação dos dois tratamentos, com e sem lagartas, por outros insetos dentro da estufa; ii) quantidade de lagartas utilizadas insuficiente para inferir rapidamente os efeitos em todo o dossel; iii) prazo longo, de 10 dias, para que os sintomas do ataque das lagartas se fizessem presentes, pode ter sido mascarado pelo crescimento da planta forrageira, que na fase que estava é acelerado; e iv) utilização de dossel cortado apenas 15 dias antes do começo do experimento.

Finalmente, a reconstrução da imagem a partir dos fragmentos formaram a imagem completa e devidamente classificada, os blocos contornados em vermelho foram classificados como atacados pelas lagartas e os sem o contorno vermelho a parte sadia das plantas forrageiras (Figura 4).



Figura 4: Imagem reconstruída após a classificação utilizando o índice de vegetação ExGR.

CONCLUSÕES

O índice de vegetação com melhor performance para a classificação foi o ExG e o algoritmo de aprendizagem de máquina SVM se mostrou adequado para o problema, visto que obteve uma acurácia acima dos 50% mesmo com problemas durante a condução dos experimentos com as plantas e lagartas.

O baixo índice de confiabilidade da predição obtido, sugere que há necessidade de refazer os experimentos observando, mudanças de três pontos: i) garantir que as plantas não sejam atacadas por outros insetos; ii) triplicar a quantidade de lagartas no primeiro dia e que estas estejam no quinto e sexto instars; e iii) fazer testes com as plantas com quinze dias de germinação e sem corte antes da captura das imagens.

AGRADECIMENTOS

Agradecimento a Universidade Federal de Roraima, a Embrapa Roraima e ao Fundo Amazônia, por financiar parte dessa pesquisa, por meio do Projeto conhecimento compartilhado para gestão territorial local na Amazônia (TERRAMAZ), com o foco no Estado de Roraima nos municípios de São Luiz e Rorainópolis.

- ABREU JÚNIOR, C. A. M. et al. Mapeamento de nematoides na cultura cafeeira a partir de imagens multiespectrais obtidas por aeronaves remotamente pilotadas. Congresso de Cadastro Multifinalitário e Gestão Territorial. **Anais...** In: CONGRESSO DE CADASTRO MULTIFINALITÁRIO E GESTÃO TERRITORIAL. Florianópolis-SC: COBRAC, **2018**
- BENDAHAN, A. B. Système intégré culture - Elevage - Arbre (SILPF) dans l'État du Roraima, Amazonie Brésilienne. **Tese** (Doutorado)—Paris: AgroParisTech, **2015**.
- CUI, D. et al. Detection of soybean rust using a multispectral image sensor. **Sensing and Instrumentation for Food Quality and Safety**, v. 3, n. 1, p. 49–56, mar. **2009**.
- DEUS, A. A. et al. Estratégias de recuperação de pastagens e metodologias conservacionistas para pastagens. **Conexão Eletrônica**, 2316-6665. v. 14, n. 1, p. 524–534, **2017**.
- DIAS-FILHO, M. Degradação de pastagens: processos, causas e estratégias de recuperação. 4. ed. Belém, PA: **Do Autor**, **2011**.
- DJI. DJI Phantom 4 Advanced, **2020**. Disponível em: <<https://www.dji.com/br/phantom-4-adv>>. Acesso em: 24 set. 2020.
- FREIRE-SILVA, J. et al. Índices de vegetação do Sensoriamento Remoto para processamento de imagens na faixa do visível (RGB). **Journal of Hyperspectral Remote Sensing**, v. 9, n. 4, p. 228–239, **2019**.
- GOLHANI, K. et al. A review of neural networks in plant disease detection using hyperspectral data. **Information Processing in Agriculture**, v. 5, n. 3, p. 354–371, set. **2018**.
- HAN, L. et al. Modeling maize above-ground biomass based on machine learning approaches using UAV remote-sensing data. **Plant Methods**, v. 15, n. 1, p. 10, dez. **2019**.
- KERKECH, M.; HAFIANE, A.; CANALS, R. Deep learning approach with colorimetric spaces and vegetation indices for vine diseases detection in UAV images. **Computers and electronics in agriculture**, v. 155, p. 237–243, **2018**.
- MAVROFORAKIS, M. E.; THEODORIDIS, S. A geometric approach to Support Vector Machine (SVM) classification. **IEEE Transactions on Neural Networks**, v. 17, n. 3, p. 671–682, **2006**.
- SILVA, R. O. DA. Fatores determinantes ao ataque do percevejo-das-gramíneas e de lagartas desfolhadoras em pastagens no Município de Alto Alegre, Roraima. **Dissertação** (Mestrado)—Boa Vista - RR: Universidade Federal de Roraima, **2018**.
- SILVA, N.; ADAIME, R.; ZUCCHI, R. Pragas Agrícolas e Florestais na Amazônia. Brasília-DF: **Embrapa**, **2016**.
- TAILANIÁN, M. et al. Early pest detection in soy plantations from hyperspectral measurements: a case study for caterpillar detection. (C. M. U. Neale, A. Maltese, Eds.)XVII Remote Sensing for Agriculture, Ecosystems, and Hydrology. **Anais...** In: SPIE REMOTE SENSING. Toulouse, France: **2015**.
- TEIXEIRA, C. A. D. et al. Manejo de insetos-praga em pastagens na Amazônia. In: **Dias-Filho, M. B.; Andrade, C. M. S. de (Ed.). Recuperação de pastagens degradadas na Amazônia**. Brasília-DF: Embrapa, **2019**.