

Monitoramento da cobertura verde e degradação de pastagens por meio de aplicativo mobile**Monitoring green coverage and degrading pastures by mobile application**

Recebimento dos originais: 12/06/2018

Aceitação para publicação: 25/08/2018

Guilherme Mendes Cicarini Hott

Mestrando em Engenharia e Tecnologia Espaciais

Instituição: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE

Endereço: Avenida dos Astronautas, 1.758. Bairro Jardim da Granja, São José dos Campos-SP, Brasil

E-mail: eng_guilhermemendes@hotmail.com

Ricardo Guimarães Andrade

Doutor em Meteorologia Agrícola pela Universidade Federal de Viçosa

Instituição: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa

Endereço: Rua Eugênio do Nascimento, 610. Bairro Dom Bosco, Juiz de Fora-MG, Brasil

E-mail: ricardo.andrade@embrapa.br

Marcos Cicarini Hott

Doutor em Engenharia Florestal pela Universidade Federal de Lavras

Instituição: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa

Endereço: Rua Eugênio do Nascimento, 610. Bairro Dom Bosco, Juiz de Fora-MG, Brasil

E-mail: marcos.hott@embrapa.br

Walter Coelho Pereira de Magalhães Junior

Mestre em Ciência da Computação pela Universidade Federal de São Carlos

Instituição: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa

Endereço: Rua Eugênio do Nascimento, 610. Bairro Dom Bosco, Juiz de Fora-MG, Brasil

E-mail: walter.magalhaes@embrapa.br

RESUMO

O monitoramento de aspectos biofísicos de pastagens sempre demandou grande quantidade de recursos, sejam humanos, técnicos ou financeiros, devido à extensa área cultivada no Brasil. Com o avanço das tecnologias implementadas em celulares smartphones surgiram novas aplicações mobile para imagens e dados geográficos, propiciando agilidade e maior aproveitamento desses equipamentos e energia consumida em estudos convencionais de campo. O objetivo desta pesquisa foi o desenvolvimento de um aplicativo para celular que facilite o estudo de métricas de folhagens em pastagens amostradas, apoiando a identificação de áreas degradadas. A vegetação de pastagens verdes imageadas apresentaram uma média de 56% de cobertura foliar classificada. O método

expedito foi robusto no monitoramento de parâmetros biofísicos aplicados na identificação das condições ambientais das pastagens. O método derivou 91% de acurácia medida na classificação da folhagem. O aplicativo apresentou performance adequada no levantamento da cobertura foliar, geração de base de dados e compartilhamento, em tempo real, além de permitir a implementação de novas metodologias de análise da vegetação por imagens, devido a plataforma Android versátil.

Palavras-chave: Aplicativo; Cobertura verde; Degradação; Pastagens; Smartphone.

ABSTRACT

Monitoring pasture biophysical aspects has always required a large amount of resources due to the extensive cultivated area in Brazil. With the advancement of technologies implemented in smartphones, new mobile applications for images and geographic data have emerged, providing agility and greater use of this equipment and consumed energy in usual field studies. The aim of this research was the development of a mobile application that facilitates the study of foliage metrics in sampled pastures, supporting the identification of degraded areas. The vegetation of imaged green pastures presented an average of 56% of classified leaf cover. The method showed efficiency in the monitoring of applied biophysical parameters in the identification of environmental conditions of the pastures. The method derived 91% of accuracy measured in the classification of the foliage. The application presented adequate performance in the foliar cover survey, data base generation and sharing, in real time, besides allowing the implementation of new methodologies of vegetation analysis by images, due to the versatile Android platform.

Keywords: Application; Degradation; Green coverage; Pasture; Smartphone.

1 INTRODUÇÃO

Os procedimentos de avaliação em campo da cobertura verde de pastagens para manejo agropecuário, análises de produção, biomassa, consumo animal, sequestro de carbono e condições edáficas são cada vez mais importantes em sistemas de produção sustentáveis. A cobertura verde é relevante indicador de degradação e cobertura do solo (MEIRELLES, 1993). Entretanto, os elementos necessários para levantamentos de campo se projetam como onerosos, consumindo recursos financeiros, humanos, equipamentos eletrônicos de alto custo e despendendo tempo de equipes e energia. Smartphones têm custo relativamente baixo e ampla penetração no meio rural (GICHAMBA; LUKANDU, 2012). Eles podem embarcar câmeras óticas em conjunto com aplicativos, os quais podem realizar estimativas de cobertura vegetal em pastagens a partir de imagens geradas, em tempo real, aproveitando um recurso tecnológico dotado de capacidade de processamento, o qual, muitas vezes, não é utilizado para a finalidade de manejo dos recursos naturais ou produtivos. Brito et al. (2015) utilizaram câmera transportada por veículo aéreo não-tripulado (VANT) para análise da cobertura verde de pastagens e correlação com índices de vegetação.

Comumente utiliza-se a tecnologia de satélites orbitais para monitoramento de variáveis biofísicas da vegetação no ambiente agrícola através de sensoriamento remoto, o que tradicionalmente está relacionado a mapeamento em escalas maiores, com intervalo de tempo aquém do necessário. Assim, com o surgimento de tecnologias móveis para tratamento de dados, com localização geográfica, dentre outras funcionalidades, torna-se possível manejar sistemas agropecuários, monitorar rebanhos, pastagens, cobertura foliar e variáveis de interesse. As tecnologias de aplicativos para celulares estão cada vez mais populares na agricultura devido a facilidade de manuseio (AGRAWAL; ATRAY; SATTIRAJU, 2013). Através das faixas do espectro visível explorada pelas câmeras dos celulares é possível monitorar a vegetação. Em relação à cobertura verde, as condições da folhagem, densidade, ocorrência de deficiência mineral, doenças e ataques de pragas podem ser avaliados com imagens fotográficas e funções de classificação supervisionada da área foliar saudável.

O objetivo desta pesquisa foi utilizar a tecnologia disponível nos smartphones para desenvolvimento de um aplicativo que possibilite o monitoramento expedito de parâmetros biofísicos de pastagens. Neste caso, aproveitando recursos de tecnologia da informação (TI) aplicados ao uso sustentável de pastagens na pecuária leiteira e identificação de processos de degradação com baixo custo em equipamentos, energia, equipes e softwares alocados.

2 METODOLOGIA

Foram desenvolvidas rotinas na interface integrada Android Studio para a confecção de software para celulares denominado Leaf Metrics, o qual está em processo de registro. Foram implantadas as seguintes funcionalidades: *Add image*, *Green cover*, *Get locate*, *Analysis history* e *Georeferenced Analysis*. Aproveitando a facilidade de manipulação, ferramenta de localização GPS, câmera e tecnologia *touch screen* do celular, foi desenvolvida uma estrutura de apoio à coleta de dados em campo para compartilhamento em diversas mídias sociais, e-mails ou memória do aparelho, e para posterior análise dos dados tabulares ou geração de inteligência territorial em Sistemas de Informações Geográficas (SIG). As amostras de imagens de pastagens foram coletadas no município de Juiz de Fora, MG, a partir de alturas entre 1,0 e 1,3 m, para as quais foram gerados os dados de cobertura foliar e localização por meio do processamento de valores de pixels nos canais do visível (RGB).

Para o projeto do aplicativo utilizou-se o IDE Android Studio. O aplicativo desenvolvido foi instalado em um smartphone com câmera de 13 megapixels para os ensaios práticos. As imagens óticas da vegetação de pastagens foram obtidas no município de Juiz de Fora, MG, no mês de julho

de 2017 (Figura 1). Portanto, realizou-se o levantamento na estação do inverno, período em que a folhagem apresenta realce em aspectos de degradação com menor vigor, intensidade da coloração verde e variações nos tons, o que exige esforço de interpretação do analista.

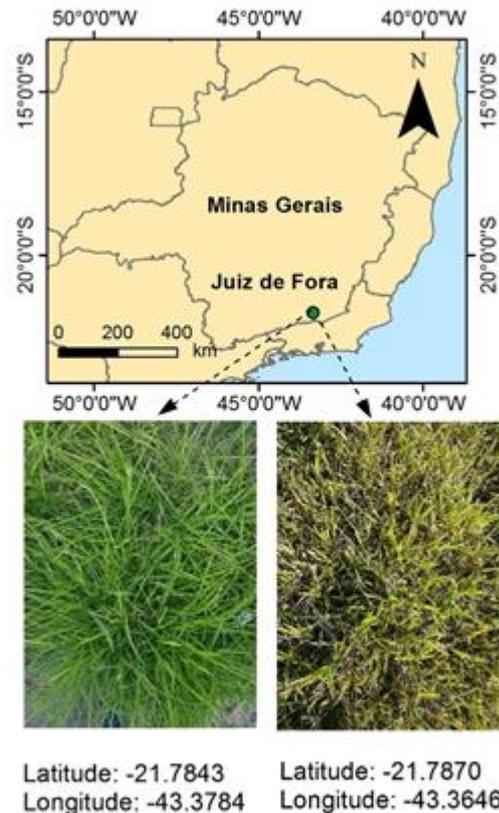


Figura 1. Localização da área de estudo e exemplos de imagens geradas no campo.

Para a classificação da cobertura foliar foi empregada a metodologia de delineamento por classificação supervisionada aditiva (Figura 2).

Utilizou-se três amostras de cores em composição RGB em cada ensaio de classificação, cuja qualidade é apurada em tempo real, visualmente. Implementou-se um algoritmo que verifica se os pixels da imagem selecionada se enquadram dentro do limiar estabelecido nas amostras de cores identificadas pelo usuário. Os pixels classificados são armazenados e contabilizados para que seja estimada a percentagem de cobertura verde. Desta forma, o usuário tem a possibilidade de adicionar novas classificações, identificando outro conjunto de amostras e realizando nova estimativa associada a amostragem adicional. O procedimento pode ser repetido, corrigido ou reiniciado até apresentar classificação eficiente entre a folhagem e o restante na imagem. Após a finalização da análise, esta pode ser salva, juntamente com histórico e cadastro, e visualizada na base de dados ou no mapa integrados ao aplicativo.



Figura 2. Fluxograma do processo de classificação supervisionada aditiva da cobertura foliar.

Para a consistência da metodologia adotada, a partir dos resultados de campo, foi confeccionada uma tabela ou matriz de avaliação a partir das amostras aleatórias, entre a referência e classificação, observando-se o número de ocorrências de pontos amostrais onde houve correspondência entre as classes no terreno e na classificação binária, cujas classes foram definidas como pastagens (Classe 1) e outros (Classe 0). O coeficiente Kappa (K) foi calculado conforme a equação (1), a seguir:

$$K = \frac{n \sum_{i=1}^c x_{ii} - \sum_{i=1}^c x_{i+} x_{+i}}{n^2 - \sum_{i=1}^c x_{i+} x_{+i}} \quad (1)$$

Em que, K é uma estimativa de Kappa para a matriz de avaliação; x_{ii} é o número de ocorrências na linha i e coluna i, traduzindo-se na soma da diagonal da matriz de avaliação; x_{i+} é a soma da linha i e x_{+i} é a soma na coluna i; n é o número total de amostras e c é o número total de classes.

A equação (2) apresenta a forma como foi calculada a Exatidão Global, a qual é o percentual de acertos entre a referência e a classificação:

$$G = \frac{n \sum_{i=1}^c x_{ii}}{n} \quad (2)$$

Em que, G é a Exatidão Global; x_{ii} é o número de ocorrências na linha i e coluna i e n é o número total de amostras. Também foram calculados a acurácia produtor, usuário e erros de comissão e omissão, conforme abordado por Congalton (1991). Adotou-se amostragem e estimativa de acurácia ao nível de 95% de confiança pela distribuição qui-quadrado (χ^2).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A disponibilidade da plataforma gratuita do software Android Studio possibilitou o desenvolvimento do aplicativo para celular com performance adequada. As fotografias, localização geográfica, classificação da área foliar e dados de usuário foram eficientemente inseridas em banco de dados elaborado para o aplicativo, sendo que estas informações podem ser enviadas também para correio eletrônico e outras mídias. Os resultados de classificação da cobertura verde foram avaliados em software geográfico dedicado, em desktop, para análise rigorosa de indicadores quanto ao imageamento, qualidade visual e precisão territorial. A vegetação de pastagens com lâmina foliar verde apresentaram em 94% de acurácia em termos de exatidão global quanto ao que é visualmente folha e o que foi classificado, resultando em 50% de cobertura verde dos solos, aproximadamente.

Foi desenvolvido software protótipo em ambiente Android de plataforma livre denominado Leaf Metrics. Para tanto, rotinas foram implementadas com intuito de fornecer usabilidade, interatividade e controle sobre as tarefas a serem executadas, de forma amigável (Figura 3).

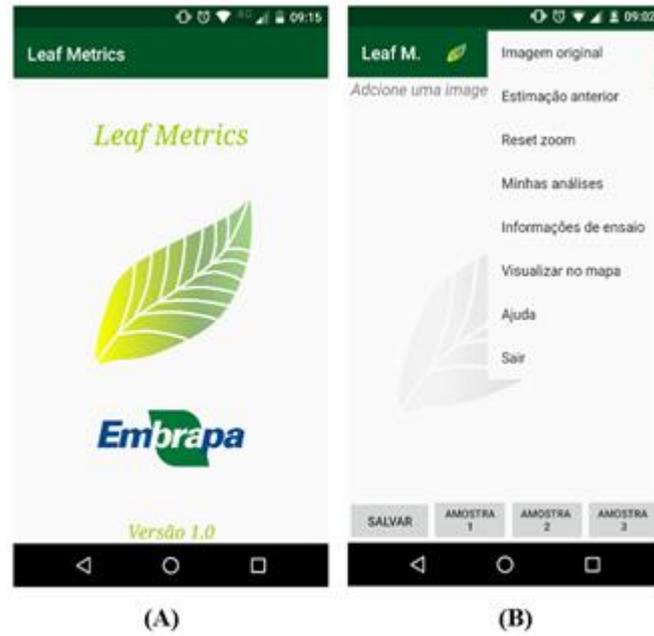


Figura 3. Tela de inicialização do aplicativo Leaf Metrics (A) e exibição de algumas funcionalidades do aplicativo (B).

A arquitetura implantada visou facilitar o acesso ao ferramental disponibilizado no aplicativo, e, assim, estimular o levantamento adequado dos dados pertinentes e criação de base de dados. O acesso às ferramentas disponíveis, assim como a performance do processamento e utilização da interface ótica se mostraram adequadas ao uso em campo, sem ampliação fotográfica, e à altura adequada para não comprometer a tomada de fotos, o que resultou em uma altura média entre 1,00 e 1,30 m de distância ortogonal ao solo. A seleção de amostras nas imagens coletadas demonstrou bom nível estatístico de acurácia no decorrer da classificação, a qual esteve sob supervisão do usuário com o uso de mecanismo de adição iterada de imagens classificadas aos resultados prévios, viabilizados por meio do algoritmo, resultando na imagem final de classificação da cobertura verde (Figura 4).



Figura 4. Imagem amostra de pastagem (A) e classificação final da cobertura foliar verde (B) realizada com o uso do aplicativo.

Obteve-se uma média de 56% de cobertura foliar verde das pastagens analisadas (TABELA 1). Isto pode indicar pastagens bem conservadas com baixo pastejo. Todavia, independentemente do nível de manejo adotado, essa pesquisa se caracterizou pelo objetivo de consistir o procedimento de captura de fotos, classificação, armazenamento de informações, geração de uma base de dados e compartilhamento por meio do aplicativo embarcado.

Tabela 1. Cobertura foliar estimada nas amostras

Amostra	Cobertura foliar (%)
1	65,96
2	74,06
3	72,92
4	31,73
5	63,24
6	31,30
Média	56,54

De acordo com os resultados obteve-se excelente acurácia na classificação, mesmo se tratando de um levantamento expedito, com 68 amostras aleatórias para verificação, com um índice Kappa de 0,83 e Exatidão Global de 85%. A acurácia do usuário apresentou 81% para a classe de pastagens, Classe 1, e 90% para a Classe 0. A acurácia do produtor foi de 91% para a Classe 1, e de 80% para a Classe 0. Foi registrado para a classe de pastagens um erro de comissão de 19% (referência Classe 0 retornou pastagens na classificação), e erro de omissão de 9% (referência pastagens retornou a Classe 0). Dessa forma, o aplicativo Leaf Metrics se mostrou adequado a coleta de dados sobre a cobertura foliar verde em pastagens, gerando uma base de dados de imagens e dados versáteis para avaliação das condições da vegetação, sendo possível o imediato compartilhamento em várias mídias disponíveis como correio eletrônico ou aplicativo de mensagens instantâneas. Vale ressaltar que outras métricas foliares expeditas estão em fase de implementação e serão inseridas no aplicativo.

4 CONCLUSÃO

Este estudo demonstrou que existe a possibilidade de aquisição de dados em campo, e em tempo real, acerca das pastagens verdes e de sua condição vegetativa quanto à cobertura do solo usando o espectro visível de câmeras de smartphones. Foi demonstrada a viabilidade de análise continuada a partir deste aplicativo para levantamentos em outras épocas do ano e com a implementação de outras métricas expeditas de análise da cobertura vegetal.

A cobertura verde mapeada e cadastro de informações armazenadas no banco de dados do aplicativo permitirá estimativas de parâmetros edáficos relacionados à estrutura das plantas e capacidade de suporte de rebanhos bovinos. Esta pesquisa ensejou a utilização de equipamento mobile, com baixo custo de investimento e energia, para estudos de degradação em pastagens, manejo de sistemas agropecuários, avaliação de biomassa e carbono fixo.

AGRADECIMENTOS

À Embrapa Gado de Leite pela oportunidade em realizar as atividades de pesquisa no âmbito do projeto SEG/Embrapa, CNPq e à Fapemig pelo constante apoio às pesquisas em geoprocessamento.

REFERÊNCIAS

AGRAWAL, R.; ATRAY, M.; SATTIRAJU, K. S. Exploring suitable interfaces for agriculture based smartphone apps in India. **Proceedings...** Asia Pacific Conference on Computer Human Interaction, 11. New York, NY, USA: ACM, 2013. (APCHI'13), p. 280–285. Disponível em: <<http://doi.acm.org/10.1145/2525194.2525293>>. Acesso em: 02 jul. 2017.

Android Studio - versão 2.3.0., 2017. Disponível em: <https://developer.android.com/studio/index.html>. Acesso em: 10 de Julho de 2017.

BRITO, J. L. S. et al. Utilização de imagens aéreas de um Veículo Aéreo Não-Tripulado (VANT) para estimativa de cobertura verde das pastagens cultivadas em duas áreas experimentais no município de Uberlândia – MG. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 17., **Anais...** João Pessoa: INPE, 2015, p. 1360 – 1367.

CONGALTON, R.G., 1991. A review of assessing the accuracy of classifications of remotely sensed data. **Remote Sensing of Environment**, Vol. 49, N° 12, pp. 1671-1678, 1991.

GICHAMBA, A.; LUKANDU, I. A. A model for designing M-Agriculture applications for dairy farming. **The African Journal of Information Systems**, v. 4, n. 4, 2012. Disponível em: <<http://digitalcommons.kennesaw.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1040&context=ajis>>. Acesso em: 03 jul. 2017.

MEIRELLES, N.M.F. Degradação de pastagens: critérios de avaliação. In: Encontro Sobre Recuperação de Pastagens, 1, Nova Odessa, 1993. **Anais...** Nova Odessa: IZ, 1993. p. 27-48.