



# ANÁLISE DE IMAGENS DE ÁREA FOLIAR EM PASTAGENS E GERAÇÃO DE BASE DE DADOS GEOGRÁFICOS A PARTIR DE PLATAFORMA MOBILE

G. M. C. Hott<sup>1</sup>, R. G. Andrade<sup>2</sup>, M. C. Hott<sup>2</sup>, W. C. P. Magalhães Junior<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal de Itajubá – Campus Itabira, Brasil

<sup>2</sup> Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa, Brasil

Comissão IV - Sensoriamento Remoto, Fotogrametria e Interpretação de Imagens

## RESUMO

O levantamento de aspectos biofísicos da vegetação no ambiente agrícola por meio de sensoriamento remoto, normalmente, está associado à aquisição de dados e processamento em escalas espaciais e temporais relacionadas a plataformas orbitais. Entretanto, com o advento de tecnologias móveis para tratamento de dados geográficos ao nível do terreno, tornou-se possível a aquisição e processamento de imagens em smartphones, viabilizando o uso desses equipamentos para monitoramento de lavouras e formação de base de dados geográficos. O objetivo deste trabalho foi projetar um aplicativo mobile para coleta de dados geográficos de imagens ortogonais da área ou cobertura foliar da vegetação verde em pastagens, em razão da grande demanda por indicadores produtivos. A vegetação de pastagens verdes imageadas apresentaram uma média de 56% de cobertura foliar classificada. 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 versátil.

**Palavras-chave:** Pastagens, Área Foliar, Aplicativo Mobile, Sensoriamento Remoto.

## ABSTRACT

The survey of biophysical aspects of vegetation in the agricultural environment through remote sensing is usually associated to the acquisition of data and processing at spatiotemporal scales related to orbital platforms. However, with the advent of mobile technologies for spatial data processing at the ground level, it became possible to acquire and process images through smartphones enabling the use of these equipment for monitoring crops and formation of a GIS database. The objective of this work was to design a mobile application to collect geographic data of orthogonal images of the area or foliar cover of the green vegetation in grasslands, due to the enormous demand for productive indicators. The vegetation of green grasslands surveyed presented an average of 56% of classified leaf cover. The application presented suitable performance in the measure of leaf cover, database generation and sharing in real time, allowing the implementation of new methodologies of vegetation analysis by images due to versatile platform.

**Keywords:** Grasslands, Leaf Area, Mobile Application, Remote Sensing.

### 1- INTRODUÇÃO

A precisão nos levantamentos acerca de aspectos biofísicos da vegetação no ambiente agrícola, através de sensoriamento remoto, normalmente está associada à aquisição de dados em escalas espaciais e temporais processadas a partir de plataformas orbitais.

O advento de tecnologias móveis para tratamento de dados geográficos ao nível do terreno torna possível a aquisição de imagens, localização e processamento, concomitantemente às análises necessárias. A obtenção de informações sobre a cobertura foliar verde em lavouras e consequente

avaliação, estudos de biomassa e eficiência dos sistemas produtivos, denotam a necessidade da formação de um banco de dados em tempo real, possibilitando o monitoramento dos sucessivos estágios de desenvolvimento das plantas. De forma prática, a cobertura verde se torna um indicador direto da cobertura do solo, condições da vegetação e degradação (Meirelles, 1993). A estrutura geral da lâmina foliar, dimensões, danos e nível de crescimento podem ser mensurados com a tomada de imagens, aplicação de classificação supervisionada e estimativa de área total ou fotossinteticamente ativa.

As tecnologias de aplicativos para celulares estão cada vez mais populares na agricultura devido a facilidade de manuseio (Agrawal, Atray e Sattiraju, 2013). As bandas espectrais disponíveis através das câmeras de telefones celulares ou smartphones possibilitam a extração de informações da vegetação utilizando a faixa do visível. Ao contrário de campanhas de campo onerosas para verificação da cobertura foliar de alta precisão, com a utilização de padrões e equipamentos convencionais, o uso de aplicativos em plataformas mobile possibilita a manipulação por técnicos e mão de obra treinada para tal. Atualmente celulares detêm custo baixo e há profusão no setor agropecuário, inclusive entre pesquisadores e produtores rurais (Gichamba e Lukandu, 2012).

A despeito de câmeras de smartphones e de alguns sensores aerotransportados não utilizarem o canal infravermelho, ressalta-se que a cobertura foliar verde tem correlação direta com os índices de vegetação. 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. Assim, há possibilidade de pesquisas em lavouras na verificação de áreas de danos, vegetação seca, solos, sombra, e artefatos, selecionados por amostras em uma classificação por limiar de forma aditiva. A função de localização disponibilizada pelo GPS / GNSS do equipamento mobile permite a geração de informação geográfica para posterior produção de inteligência territorial, visando a tomada de decisão em sistemas produtivos agropecuários. A plataforma Android Studio (2017) possibilita o desenvolvimento de aplicativos para smartphones de maneira bastante intuitiva, contendo algumas vantagens frente a outras IDE's (Integrated Development Environment – Ambiente de Desenvolvimento Integrado, em português) gratuitas, conforme Carvalho (2013), sendo o ambiente oficial do Google a partir de seu surgimento.

O objetivo deste trabalho foi projetar um aplicativo mobile para coleta de dados geográficos de imagens ortogonais da área ou cobertura foliar de vegetação herbácea associada à pecuária de leite, notadamente, pastagens em razão da grande demanda por indicadores produtivos. Também foram consistidos os dados gerados em campo a partir de avaliação de acurácia utilizando Sistema de Informações Geográficas (SIG). A partir dos indicadores de acurácia pode-se inferir sobre a precisão da classificação diante das informações de referência (Congalton, 1991).

## 2- MATERIAIS E MÉTODOS

Para o projeto do aplicativo mobile utilizou-se o IDE Android Studio. Foi instalado o aplicativo desenvolvido 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 (Fig. 1).

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

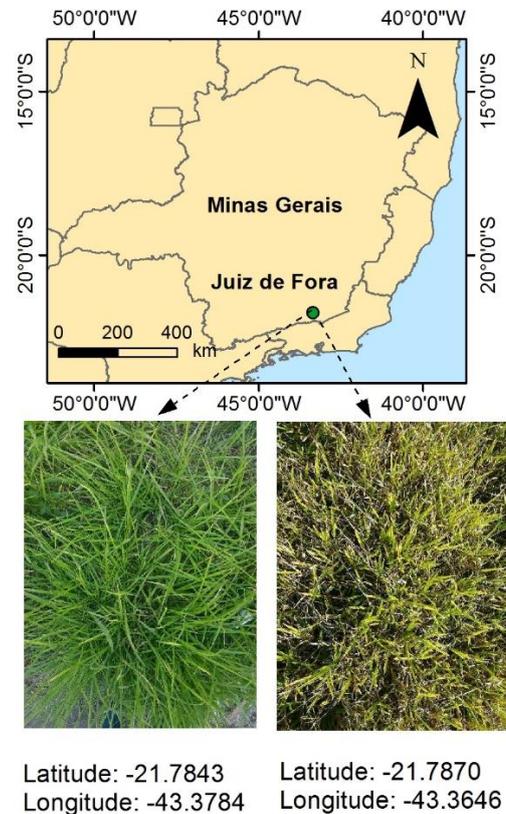


Fig. 1 – Localização da área de estudo e alguns exemplos de fotografias e dados gerados no campo.

Testou-se a altura adequada para a tomada de fotografias ortogonais, adotando-se até 1,30 m de altura com relação ao solo, aproximadamente. Os resultados iconográficos foram analisados com apoio de um SIG, cujas fotografias georreferenciadas durante o levantamento, em sistema de coordenadas geográficas, Datum SIRGAS 2000, foram submetidas a avaliação de precisão na classificação foliar de campo. Para a classificação da cobertura foliar foi empregada a metodologia de delineamento por classificação supervisionada aditiva (Fig. 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 separabilidade 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 mobile.

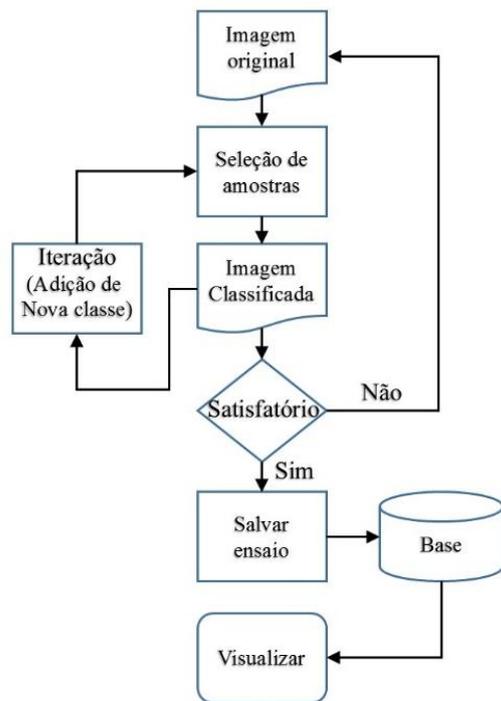


Fig. 2 – Fluxograma do processo de classificação supervisionada aditiva da cobertura foliar.

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 ( $\chi^2$ ).

### 3- RESULTADOS E DISCUSSÃO

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 (Fig. 3).

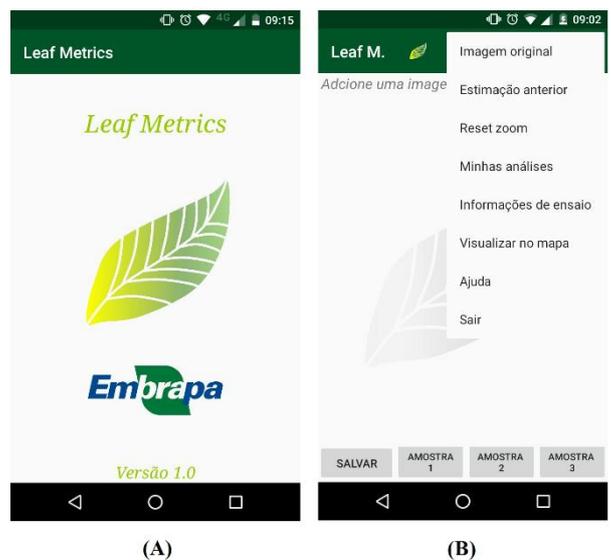


Fig. 3 – Tela de inicialização do aplicativo Leaf Metrics (A) e exibição das funcionalidades do aplicativo (B).

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 no aplicativo, 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 (Fig. 4).



Fig. 4 – Telas de seleção de amostras (A) e de classificação da cobertura foliar verde (B) no aplicativo.

Obteve-se uma média de 56% de cobertura foliar verde das pastagens analisadas (TABELA 1). Isto caracteriza pastagens bem conservadas com baixo pastejo. Todavia, independente 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

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

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, tais como índices de vegetação, estão em fase de implementação e serão inseridas no aplicativo.

#### 4- CONCLUSÕES

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 dispositivos mobile. Foi demonstrada a viabilidade de análise continuada a partir deste aplicativo mobile para levantamentos em outras épocas do ano e com a implementação de outras métricas adequadas à análise de folhagens.

As informações qualitativas e quantitativas das forrageiras de interesse para os sistemas leiteiros adotados no Brasil são escassas e a formação de um banco de informações geográficas a respeito da condição da vegetação poderá auxiliar no manejo eficiente de forragens quanto ao consumo animal, formação de capineiras, divisão de pastagens e definição das melhores variedades para cultivo.

#### AGRADECIMENTOS

À Embrapa Gado de Leite pela oportunidade em realizar as atividades de pesquisa no âmbito do projeto SEG – PA nº 04.13.11.001.01.04.003-3 e à UNIFEI pela base educacional que transmite ao corpo discente.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agrawal, R.; M. Atray e K.S. Sattiraju, K.S., 2013. Exploring suitable interfaces for agriculture based smartphone apps in India, em Proceedings of 11º Asia Pacific Conference on Computer Human Interaction, New York – Estados Unidos, pp. 280-285.

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.; L.G. Ferreira, J.R. Silva e A.E. Arantes, 2015. 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, em Anais do XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Vol. I, João Pessoa – PB, Brasil, pp. 1360-1367.

Carvalho S., 2013. Android Studio: vantagens e desvantagens com relação ao Eclipse, 2013. Revista iMasters, Vol. 1, Nº 8, pp. 42-43.

Congalton R.G., 1991. A review of assessing the accuracy of classifications of remotely sensed data. Remote Sensing of Environment, Vol. 49, Nº 12, pp. 1671-1678, 1991.

Gichamba, A. e I. Lukandu, I. A., 2012. A model for designing M-Agriculture applications for dairy farming. The African Journal of Information Systems, Vol. 4, Nº 4, pp. 120-136.

Meirelles. N.M.F., 1993. Degradação de pastagens: critérios de avaliação, em Anais do I Encontro Sobre Recuperação de Pastagens, Nova Odessa – SP, pp. 27-48.