

APLICABILIDADE E EFICÁCIA DE TECNOLOGIAS DIGITAIS MÓVEIS EM LEVANTAMENTOS DE CAMPO PARA DADOS DE AGROPECUÁRIA

Luciana Spinelli-Araujo¹, Taya Cristo Parreiras², Luiz Eduardo Vicente¹, Édson Luis Bolfe³

¹ Embrapa Meio Ambiente, Rodovia SP-340, Km 127,5, Tanquinho Velho, Jaguariúna, SP, luciana.spinelli@embrapa.br, luiz.vicente@embrapa.br

² Universidade Estadual de Campinas - Unicamp, Barão Geraldo, Campinas, SP, tayacristo1@gmail.com

³ Embrapa Agricultura Digital, Av. André Tosello, nº 209 Campus da Unicamp, Barão Geraldo, Campinas, SP, edson.bolfe@embrapa.br

RESUMO

Nesse trabalho são apresentadas experiências de coleta de dados da agropecuária para mapeamento de uso e cobertura das terras com uso do AgroTag, sistema da Embrapa. Os resultados demonstraram haver um potencial ganho de tempo vs cobertura de área, ultrapassando os 0,25% de área amostral sugerida para trabalhos de classificação digital de imagens de sensoriamento remoto, e em um período menor em campo, com potencial redução de erros de coleta. Adicionalmente, o uso dessas ferramentas gera maior agilidade no acesso aos dados coletados e aumentam a segurança da informação, evidenciando a eficácia na utilização de tecnologias digitais para levantamentos de campo, sobretudo no que se refere ao atendimento das atuais demandas por grandes massas de dados para validação.

Palavras-chave — Agricultura, Pecuária, Aplicativos, AgroTag.

ABSTRACT

This work presents experiences in collecting data from agriculture and livestock for land use and land cover mapping using AgroTag, an Embrapa system. The results showed a potential gain in time vs. area coverage, exceeding the 0.25% suggested sampled area for digital classification of remote sensing image work in a shorter period in field, with a potential reduction in collection errors. Additionally, the use of such tools generates greater agility in accessing collected data and enhancing information security, evidencing the effectiveness in the use of digital technologies for field surveys, especially with regards to meeting the current demands for large masses of data for validation.

Key words — Agriculture, Livestock, Mobile APPs, AgroTag.

1. INTRODUÇÃO

Mapeamentos recentes de uso e cobertura das terras têm sido realizados com maior frequência temporal com o intuito de acompanhar a dinâmica do território rural. As

demandas por esses dados, contudo, vão além da identificação do uso e cobertura das terras, requerendo também a qualificação das práticas de ocupação da terra [1].

Nas atividades agrícolas, informações como uso anterior e manejo adotado são fundamentais para análises e entendimento de produtividade da safra e da condição do pasto, por exemplo. Entretanto informações como a rotação de culturas e de espécies forrageiras, aplicação de insumos e condições do solo são dados majoritariamente levantados em campo visando acompanhar a dinâmica das ações implantadas em áreas produtivas. O alto custo de levantamentos *in loco* aliado a necessidade de agilidade na padronização das informações coletadas têm ampliado a utilização de tecnologias digitais como aplicativos para dispositivos móveis (i.e. smartphones, tablets) no apoio a sistematização e gestão de dados para validação de mapeamentos temáticos [2, 3] e na associação com imagens multi-resoluções e realização de análises geoespaciais [4].

Aplicativos como *EpiCollect* [5] e *KoBoToolbox* [6] apresentaram eficácia positiva na coleta e tabulação de dados de campo, indicando que ferramentas digitais móveis possibilitam melhora na agilidade nessas etapas de levantamentos. Contudo, ainda são poucos os estudos que quantificam os ganhos e avaliam a efetividade e a consolidação dessas ferramentas como método de larga escala de levantamentos em campo.

O projeto de Mapeamento Agropecuário no Cerrado via Combinação de Imagens Multisensores (MULTICER), iniciado em 2021 e financiado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), tem explorado o potencial do uso integrado de imagens orbitais de diferentes fontes no mapeamento e monitoramento do uso da terra agrícola, em pólos de produção do Cerrado Brasileiro. Em cerca de 1,5 ano do projeto, foram realizadas campanhas de campo em 6 estados (MA, GO, BA, SP, MT e MS) com mais de 2.000 áreas analisadas, sendo o AgroTag a principal ferramenta de suporte para coleta e armazenamento das informações de campo, possibilitando a aquisição de dados de forma qualitativa e quantitativa, objetiva e particularizada, com agilidade e precisão.

O objetivo do trabalho é apresentar experiências do projeto MULTICER para levantamento de campo sobre uso das terras com utilização do aplicativo móvel AgroTag, discutir a eficácia dessas ferramentas e demonstrar o

potencial ganho em cobrir extensas áreas em menor tempo em relação a formas tradicionais de levantamentos.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Para o estudo foram selecionados 3 municípios visitados no contexto do projeto MULTICER, em 3 estados e com dinâmicas agrícolas distintas, sendo: Casa Branca/SP e Sorriso/MT, com foco na coleta de dados sobre agricultura; e Campo Grande/MS para dados sobre pastagem.

Para o levantamento de campo foi utilizado o AgroTag, ferramenta gratuita desenvolvida pela Embrapa para identificação espacial e caracterização do uso e cobertura das terras [1]. O sistema AgroTag é formado por um aplicativo para coleta de dados georreferenciados em campo (app para dispositivos móveis), e interface online WebGIS para acesso aos dados coletados <<https://www.agrotag.cnpia.embrapa.br/>>, tendo como base um formulário detalhado sobre uso e cobertura das terras aliado a fotos georreferenciadas para caracterização das áreas de interesse.

As análises foram realizadas avaliando o tempo utilizado para os levantamentos de campo nessas áreas sob pesquisa e por comparações quantitativas dessas áreas caracterizadas em relação a dados sobre as classes de uso por cada município visitado.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O levantamento de campo em Casa Branca/SP foi realizado em 2 datas distintas - em 25 e 26 de maio, e em 17 e 18 de agosto de 2022, e tinha por objetivo coletar informações referentes à produção agrícola, em especial em áreas irrigadas e de lavouras permanentes. De acordo com o mais recente Atlas da Irrigação [7], cerca de 16.426 ha são destinados à agricultura irrigada, o que corresponde a 19% da área total do município. No que diz respeito às lavouras permanentes, em 2020-2021 foram cerca de 13.500 ha colhidos, principalmente de laranja, que representa mais de 88% do total [8].

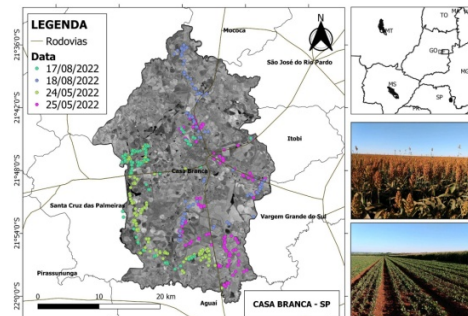
Em Sorriso/MT as coletas foram realizadas de 06 a 09 de junho de 2022 e tinham como principal objetivo adquirir informações acerca da intensificação agrícola, representada pelas lavouras produzidas na segunda safra do ano agrícola 2021/2022. Com destaque para a produção de soja, milho e algodão, a colheita de lavouras temporárias supera 1.139.470 ha no município [8].

Já em Campo Grande/MS o campo foi realizado de 12 a 16 de setembro de 2022 e o foco se deu na caracterização de pastagens e sistemas integrados de lavoura-pecuária, tarefa facilitada pelo formulário completo e hierarquizado do AgroTag, que contempla ambas as categorias. A mais recente coleção do MapBiomass [9] estimou que mais de 4.780 ha do município está ocupado por pastagens (cerca de

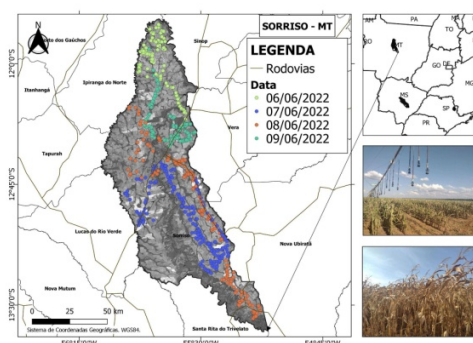
59% da área total), embora as atividades agropecuárias representem apenas 1,04% do PIB bruto municipal [10].

Para as coletas dos pontos a equipe se deslocava até a região de interesse onde era realizada a identificação, a descrição da área e a tomada de fotos. No caso de área com agricultura, o formulário do AgroTag possibilita selecionar, em uma lista pré existente, a cultura observada e se é um cultivo convencional ou de plantio direto, além de disponibilizar um campo para observações gerais, e um campo para identificação de material amostral, como solo, por exemplo. Para pastagem, juntamente com a seleção da espécie forrageira também em uma lista pré existente, o formulário possui campos para descrição do nível de degradação da área: % da área com plantas daninhas, com capim verde, com capim seco e com solo exposto; se existe a presença de cupim, erosão e/ou plantas invasoras; altura e cor do pasto. Para sistemas integrados, é possível identificar o tipo de sistema (ILPF, ILP etc), o uso atual, bem como o componente de cada elemento do sistema e caracterizar cada um deles.

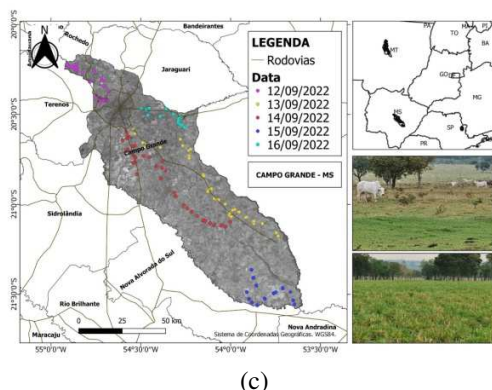
Considerando as 3 áreas em conjunto, foram coletados 1170 pontos em um período de 13 dias, equivalente a 104 horas ou 6.240 min de horas trabalhadas (Figuras 1, 2 e 3), sendo um tempo médio de 5,33 minutos por ponto. O tempo de coleta inclui a caracterização detalhada do ponto e fotos da área, com média de 1,35 fotos por ponto. As figuras 1 a, b e c ilustram a distribuição dos pontos amostrais nos três municípios.



(a)



(b)



(c)

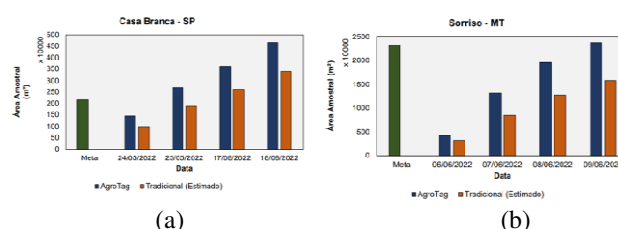
Figura 1. Distribuição dos pontos coletados nos municípios de (a) Casa Branca/SP, (b) Sorriso/MT e (c) Campo Grande/MS. Imagem de fundo: mediana da banda infravermelho próximo (NIR), entre 01-01-2022 a 30-09-2022, do Sentinel-2, obtida via Google Earth Engine.

Para pesquisas de classificação de uso e cobertura da terra com sensores orbitais, um dos principais focos do MULTICER, estudos indicam que os conjuntos de dados amostrais devem representar cerca de 0,25% do total da área de estudo, contribuindo, dessa forma, com uma maior precisão na detecção das classes, em especial, aquelas de menor ocorrência [11, 12]. Atualmente, o principal gargalo do sensoriamento remoto agrícola passou da obtenção das imagens e uso das plataformas de processamento para os dados de campo, que ainda demanda considerável volume de tempo e recursos, e precisam ser adquiridos em grandes quantidades para atender aos requisitos dos algoritmos de classificação digital, a exemplo de *machine learning* [13].

Considerando uma área efetivamente analisada de 100 x 100 m (2.000 m²) em torno do ponto coletado e representativa da classe de uso caracterizada, em Casa Branca foi coberta uma área de 3 km² ou 0,35% do município de 864,23 km². O município possui uma área de 523 km² com agropecuária [9] e assim, o levantamento em campo recobriu 0,57% do total. Em Sorriso, os 519 pontos coletados recobriram área de 21 km², considerando uma área efetivamente inspecionada de 200 x 200 m (4.000m²), representando 0,23% do município de 9.293,63 km² e, considerando uma área total de 6.715 km² com atividades agropecuárias no município [9], o campo cobriu 0,31% desse total. No levantamento de Campo Grande, os 189 pontos coletados recobrem 0,023 % do município de 8.082,98 km². Conforme mencionado anteriormente, as pastagens/agropecuária abrangem 59% desse município, com o campo cobrindo 0,037% dessa área. Contudo, nessa área não se trata de um estudo de classificação, logo, o índice de 0,25% não se aplica, de modo que o número de pontos coletados foi propositalmente menor visando uma qualificação mais detalhada de cada ponto.

Para ilustrar o impacto da agilidade propiciada pela ferramenta foram simulados 2 cenários, em Casa Branca e Sorriso, nos quais, para cada ponto coletado, 1,5 minuto (tempo extra observado durante as atividades de campo para realizar a coleta de forma tradicional, com caderneta e

câmera) foi adicionado à média de tempo (min./ponto) para coleta de dados, considerando o número de pontos coletados em cada dia, em cada campo. As Figuras 2 a e b mostram a área efetivamente amostrada total, por dia, por município, e a estimativa de área amostral caso as informações fossem adquiridas de forma tradicional sem apoio de aplicativos. Em áreas menores, como é o caso de Casa Branca, a meta de informações (0,25% da área total) poderia ser atingida, mas em grandes áreas, como Sorriso, seria necessário 1 dia adicional de campo para que fosse atingida. Ademais, havendo esforço conjunto de equipes trabalhando simultaneamente na área de interesse as áreas recobertas são ampliadas, prática alinhada com o conceito do AgroTag de ser base para a rede colaborativa de dados de uso das terras [1].



(a)

(b)

Figura 2. Área amostral efetivamente adquirida via AgroTag versus área amostral estimada com tempo adicional para coleta tradicional em (a) Casa Branca/SP e (b) Sorriso/MT.

Apesar de terem sido considerados *buffers* de 100 e 200 m para contabilizar a área efetivamente inspecionada/amostrada, e que serão as unidades utilizadas nas análises com imagens orbitais, o potencial para representação e amostragem da área, considerando a distância limite entre alvo e localização do usuário nas fotografias do AgroTag, é de até 1 km. Dessa forma, a Figura 3 ilustra esse potencial a partir de 2 pontos coletados no município de Campo Grande, no MS.



Figura 3. Área amostral efetivamente adquirida e área amostral potencial proporcionada pelo uso do AgroTag.

O trabalho entre equipes também é beneficiado pela utilização de um formulário padronizado, facilitando o compartilhamento, comparações de dados e minimizando erros. Apesar de trabalhos utilizando aplicativos com formulários personalizáveis demonstrarem a eficácia no método [6], isso dificulta a sistematização de informações

de grupos diversos, gerando tempo adicional para formatação e associação das questões. No AgroTag a estrutura hierárquica do formulário é baseada nas legendas do IBGE [14], atendendo a diversos mapeamentos, como os projetos MapBiomias [9] e TerraClass [15].

O ganho em tempo com uso de aplicativos móveis inclui também o rápido acesso e a maior precisão dos dados coletados, pois já são salvos em formato digital durante as atividades de campo. No caso do AgroTag, os dados são enviados automaticamente para o banco de dados on-line quando o dispositivo entra em área com internet e é disponibilizado imediatamente no WebGIS. Esse fluxo entre aplicativo e WebGIS gera maior segurança da informação, minimiza erros, evita perda de dados e necessidade de baixar as informações coletadas. Dessa forma, os 1170 pontos e 1583 fotos, com um total de 840 MB, gerados nos campos descritos neste trabalho nos estados de SP, MT e MS, são acessíveis para o usuário visualizar no Webgis, onde é preservado o histórico de pontos coletados, permitindo a rastreabilidade da informação, ou extraídos para análises externas já em formato de entrada para SIGs em geral.

4. CONCLUSÕES

As análises demonstraram haver um ganho de tempo tanto na coleta dos dados em campo, quanto no acesso às informações coletadas. Os campos que têm como foco dados para classificação de imagens multisensores, ultrapassam os 0,25% de área amostral sugerida pela literatura. Adicionalmente, a segurança dos dados evidencia a eficácia na utilização de tecnologias digitais. Pesquisas futuras irão avaliar o impacto desses dados coletados com dispositivos móveis na otimização da etapa de classificação de imagens e validação de mapeamentos.

Agradecimentos: os autores agradecem o apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo financiamento do projeto 2019/26222-6, e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) pela bolsa de doutorado.

5. REFERÊNCIAS

- [1] L. Spinelli-Araujo; L. E. Vicente; C. V. Manzatto; L.A. Skorupa; D. de C. Victoria; A. R. Soares. Agrotag: um sistema de coleta, análise e compartilhamento de dados de campo para qualificação do uso e cobertura das terras no Brasil. Disponível em <<https://proceedings.science/sbsr-2019/papers/agrotag--um-sistema-de-coleta--analise-e-compartilhamento-de-dados-de-campo-para-qualificacao-do-uso-e-cobertura-das-ter>>. Acesso em: 12 set. 2022.
- [2] J.C. Laso Bayas; L. See; H. Bartl; T. Sturn; M. Karner; D. Fraisl; I. Moorthy; M. Busch; M. Van der Velde; S. Fritz. Crowdsourcing LUCAS: Citizens Generating Reference Land Cover and Land Use Data with a Mobile App. *Land* 2020, 9, 446. <<https://doi.org/10.3390/land9110446>>.
- [3] J.L. Portinho; A.C. Gomes; A. Koga-Vicente; F.C.C. Milani;

R.B. Pentean; C.V. Manzatto; L. Spinelli-Araujo; L.E. Vicente. The pathways influence of agricultural expansion on water quality of fish farming in Ilha Solteira reservoir, São Paulo, Brazil. *Aquaculture*, Volume 536, 2021. <<https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2021.736405>>.

[4] R. D'Andrimont; G. Lemoine; M. Van der Velde. Targeted Grassland Monitoring at Parcel Level Using Sentinels, Street-Level Images and Field Observations. *Remote Sens.* 2018, 10, 1300. <<https://doi.org/10.3390/rs10081300>>.

[5] G.P. Hoffmann; R.M. Borelli; A.S. Nanni (2018): "O uso de geotecnologias livres: QGIS e EpiCollect no levantamento de dados em geociências", *GeoFocus* (Artículos), n° 21, p. 39-55. ISSN: 1578-5157. <<http://dx.doi.org/10.21138/GF.504>>.

[6] S.S. da Silva e M.R. Silva (2020). Utilização do KoBoToolbox como ferramenta de otimização da coleta e tabulação de dados em pesquisas científicas. *Geoambiente On-line*. 36 (maio 2020), 122–140. DOI: <<https://doi.org/10.5216/revgeoamb.vi36.58264>>.

[7] ANA – Agência Nacional de Águas. *Atlas da Irrigação*. 2ª ed. Brasília: ANA, 2021.

[8] Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Produção Agrícola Municipal. 2021. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9117-producao-agricola-municipal-culturas-temporarias-e-permanentes.html?=&t=series-historicas>>. Acessado em: 04 out. 2022.

[9] C.M. Souza Jr; J.Z. Shimbo; M.R. Rosa et al. Reconstructing Three Decades of Land Use and Land Cover Changes in Brazilian Biomes with Landsat Archive and Earth Engine. *Remote Sensing* 2020, 12(17), 2735, 2020.

[10] Secretaria de Estado de Meio Ambiente, Desenvolvimento Econômico, Produção e Agricultura Familiar (SEMAGRO). Mato Grosso do Sul: Produto Interno Bruto Municipal. Campo Grande: SEMAGRO, 2021. Disponível em: <<https://www.semagro.ms.gov.br/wp-content/uploads/2021/12/PIB-Municipal-2010-2019.pdf>>. Acessado em: 04 out. 2022.

[11] L.H. Nguyen; G.M. Henebry. Characterizing Land Use/Land Cover Using multi-sensor time series from the perspective of Land Surface Phenology. *Remote Sensing* 2019, 11(14), 1677. <<https://doi.org/10.3390/rs11141677>>.

[12] R.R. Colditz. An evaluation of different training sample allocation schemes for discrete and continuous land cover classification using decision tree-based algorithms. *Remote Sensing* 2015, 7, 9655–9681.

[13] C. Lin; L. Zhong; X.P. Song et al. Early- and in-season crop type mapping without current-year ground truth: Generating labels from historical information via a topology-based approach. *Remote Sensing of Environment* 2022, 274, 112994.

[14] Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). *Manual Técnico de Uso da Terra*, 3ª Edição, 2013. Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv81615.pdf>>. Acesso em set. 2022.

[15] Projeto TerraClass. Disponível em: <http://www.inpe.br/cra/projetos_pesquisas/dados_terraclass.php>. Acesso em set. 2022.