

Solução tecnológica para promover a ciência cidadã no mapeamento de áreas cafeeiras em Minas Gerais

Yasmin Bacha Castro¹
Vanessa Cristina Oliveira de Souza¹
Margarete Marin Lordelo Volpato²
Helena Maria Ramos Alves²
Tatiana Grossi Chquiloff Vieira²

¹Instituto de Matemática e Computação – Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI)
Caixa Postal 50 – 37500-903 – Itajubá – MG – Brasil
{yasmin.b.castro, vanessa.vcos}@gmail.com

²Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais/EPAMIG - Unidade Regional do Sul de Minas (URESMA) – Caixa Postal: 176 – CEP: 37200-000 - Lavras – MG – Brasil
{Margarete, helena, tatiana}@epamig.ufla.br

Abstract. This article describes the steps and results of the development of an Android mobile application that aims to enable the refinement of coffee areas in Minas Gerais. Knowledge of land use is of extreme importance for the analysis of agricultural and environmental processes and for sustainable development and therefore one alternative researched in this work is the combined use of remote sensing with citizen science, because the use of geotechnologies in the Classification of the land use is susceptible to errors arising from the resolution of the remote sensor used, faults in the classification algorithms or the map interpreter. In this sense, the hypothesis of this work is that citizen science can assist geoprocessing teams in the field conference of coffee maps generated through geotechnologies. That is, any individual in society can contribute to the refinement of land use maps. The DemarCafé application was the first step in achieving this goal. The application has been developed, tested and approved by most users. Coffee farming plays a very important role in the economy and life of the population of Minas Gerais. Given the relevance of this culture to the mining economy, it is believed that the use of technologies to help non-mapping of areas has a good engagement both among people involved in coffee production and in the general public.

Palavras-chave: citizen Science, remote sensing, app Android, sensoriamento remoto, Aplicativo android, ciência cidadã.

1. Introdução

É indiscutível o papel histórico que a cafeicultura desempenhou e desempenha na economia e no desenvolvimento do Brasil, tanto nas regiões que têm no café sua sustentação econômica, como pela grande contribuição cafeeira aos indicadores de exportação do país e de Minas Gerais. O café é a principal *commodity* de exportação do agronegócio mineiro, sendo vendido para mais de 60 países do mundo (EMBRAPA, 2014).

Dada a importância desta cultura à economia mineira, a utilização de tecnologias para mapear e monitorar essas áreas são indispensáveis. Atualmente geotecnologias, tais como Sensoriamento Remoto e Sistemas de Informações Geográficas, são utilizadas para identificar as áreas cafeeiras e caracterizá-las, tanto quantitativamente, quanto espacialmente. Instituições públicas e privadas realizam o mapeamento de áreas cafeeiras em Minas Gerais, utilizando geotecnologias.

A utilização de geotecnologias na classificação do uso da terra é passível de erros oriundos da resolução do sensor remoto utilizado, de falhas dos algoritmos de classificação ou do intérprete do mapa. Além disso, o Sul de Minas Gerais possui outras três características que aumentam a incerteza dos mapas produzidos: relevo acidentado, micro-produtores e plantação consorciada do café com outras culturas. O relevo acidentado causa sombreamento nas imagens de satélite, dificultando a classificação do uso nessas áreas. Os micro-produtores, em geral, plantam áreas pequenas. A depender da resolução do sensor utilizado, não é

possível visualizar essas pequenas áreas nas imagens. E o plantio consorciado acontece quando o produtor planta o café junto com outra cultura. No Sul de Minas é muito comum o consórcio com bananeiras e eucalipto. Como a outra cultura produz plantas mais altas, elas ‘escondem’ o café do sensor remoto.

Em função dessas incertezas, os mapas gerados no precisam de refinamento em campo. Além da conferência dos pontos de dúvida, o mapeamento do uso da terra é feito, em geral, a cada dois ou três anos. Nesse período o mapa de uso da região fica desatualizado.

A conferência em campo é importante para garantir uma maior acurácia do mapa produzido. Mas, por outro lado, dada a equipe de campo reduzida das instituições que realizam o mapeamento e a dificuldade, por vezes, de percorrer toda a área mapeada, faz com que os mapas fiquem muito tempo desatualizados e impedem o mapeamento de áreas maiores.

Atualmente, alguns projetos vêm buscando o envolvimento da população em atividades científicas e têm obtido sucesso nessa empreitada. Esse tipo de trabalho é descrito como ciência cidadã, termo empregado para descrever, de forma geral, projetos com finalidades científicas que usam não cientistas como voluntários. Um exemplo é o Galaxy Zoo (na área de astronomia), em que 150 mil usuários classificaram, voluntariamente, mais de 50 milhões de imagens de galáxias. Os projetos de ciência cidadã têm base tradicionalmente científica e não comercial (SOARES; SANTOS, 2011).

O crescimento da ciência cidadã se deve à crescente percepção entre os cientistas, de que a sociedade como um todo representa uma fonte viável de habilidades, poder computacional, trabalho voluntário, e até mesmo de financiamento (COHN, 2008). A ciência cidadã pode ser classificada em: computação voluntária, pensamento voluntário e sensoriamento voluntário. Cada abordagem difere quanto à tecnologia empregada e o envolvimento do voluntário na pesquisa (CORRÊA; DA LUZ; RAMOS, 2015).

Neste sentido, a hipótese desse trabalho é que a ciência cidadã pode auxiliar equipes de geoprocessamento na conferência em campo de mapas de café gerados por meio de geotecnologias. Ou seja, qualquer indivíduo da sociedade pode contribuir para o refinamento dos mapas de uso da terra. Para tanto, este trabalho propõe o desenvolvimento de uma solução tecnológica, especialmente o desenvolvimento de um aplicativo para celulares Android, que permite essa colaboração e envolvimento da comunidade.

A escolha de utilizar um aplicativo para dispositivo móvel vem de encontro à massificação desses dispositivos nos últimos anos. Segundo Tang *et al.* (2016), as plataformas móveis são canais cada vez mais importantes nos quais cidadãos podem receber e relatar Informação Geográfica Voluntária (VIG), que podem ser dados úteis no gerenciamento ambiental.

O trabalho justifica-se, portanto, pela importância da cafeicultura em Minas Gerais, e pelo sucesso de alguns projetos de ciência cidadã descritos na literatura. Newman *et al.* (2012) afirmam que a ciência cidadã cria um elo entre a ciência e educação; e que quando combinada com tecnologias emergentes, expande as fronteiras da investigação científica e a participação do público em geral, que é o alvo desse estudo.

O objetivo principal desse trabalho foi modelar e implementar uma solução tecnológica para ciência cidadã que possibilitasse a conferência e o refinamento dos mapas de uso da terra com café. O estudo de caso foi feito em parceria com o Laboratório de Geoprocessamento da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (GeoSolos/Epamig), que realiza o mapeamento de áreas cafeeiras utilizando geotecnologias em algumas áreas-piloto no Sul do Estado de Minas Gerais, incluindo a Serra da Mantiqueira.

2. Materiais e Métodos

A metodologia apresentada a seguir refere-se ao desenvolvimento de uma solução, aqui denominada DemarCafé, para ciência cidadã. O objetivo é auxiliar pesquisadores do GeoSolos/EPAMIG na conferência de mapas de uso da terra com café. A ideia é que qualquer pessoa, pertencente ou não à cadeia produtiva do café, possa contribuir com informações relativas às plantações de café em Minas Gerais. A solução desenvolvida enquadra-se como Sensoriamento Voluntário e Pensamento Voluntário, pois a solução permitirá ao usuário tanto coletar informações, quanto atualizar o mapeamento feito pelo GeoSolos.

2.1. Área de estudo

A área de estudo compreende vinte e cinco cidades do estado de Minas Gerais e pertencentes à região da Serra da Mantiqueira, a saber: Baependi, Brazópolis, Cachoeira de Minas, Cambuquira, Campanha, Carmo de Minas, Caxambu, Conceição das Pedras, Conceição do Rio Verde, Cristina, Dom Viçoso, Heliódora, Jesuânia, Lambari, Natércia, Olímpio Noronha, Paraisópolis, Pedralva, Piranguinho, Pouso Alto, Santa Rita do Sapucaí, São Gonçalo do Sapucaí, São Lourenço, São Sebastião da Bela Vista, Soledade de Minas. Ao todo, a região estudada compreende uma área aproximada de 630,713 hectares, dos quais 52,790 ha estão ocupados com café (ALVES et al., 2016).

Os mapas com o uso da terra da região foram disponibilizados pelo Laboratório de Geoprocessamento – GeoSolos da EPAMIG. Detalhes sobre a metodologia de mapeamento e área de estudo podem ser consultados em (ALVES et al., 2016) e (VIEIRA et al., 2013). Os mapas são referentes ao ano de 2009 e foram disponibilizados em formato de arquivo KML (*Keyhole Markup Language*). Os municípios foram mapeados nas seguintes classes temáticas: café, mata, água, área urbana e outros usos (Figura 1).

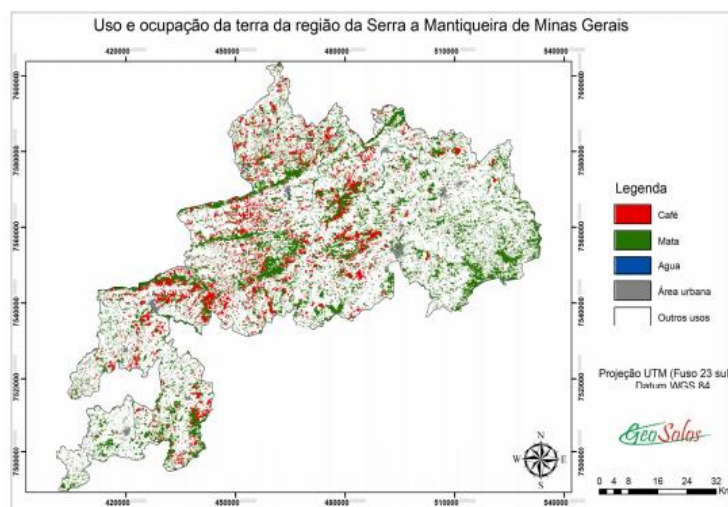


Figura 1 - Uso e ocupação da terra da região da Serra da Mantiqueira de Minas Gerais.

Fonte:(VIEIRA et al., 2013).

2.2. Tecnologias Utilizadas

Para o desenvolvimento do aplicativo móvel utilizou-se o ambiente de desenvolvimento integrado (IDE) Android Studio na versão 2.2, com Java SE Development Kit (JDK) na versão 8. Para a interface com o usuário, foi utilizado o vocabulário XML (*Extensible Markup Language*) do Android. E para o gerenciamento dos dados da aplicação, foi utilizado o sistema gerenciador MySQL 5.6, juntamente com sua extensão para dados espaciais (MySQL *Spatial*).

2.3. Desenvolvimento da aplicação

A Figura 2 apresenta uma visão geral da arquitetura da aplicação DemarCafé. O usuário inicia o aplicativo em seu celular (*Android*). Nesse momento é feita uma requisição web para o servidor que envia todos os dados geográficos (mapas de uso da terra com café) para o aplicativo via *WebService* e faz a inserção no banco de dados local do celular. O banco de dados local possibilita o uso do aplicativo em áreas que não possuam internet. Quando o usuário estiver conectado com a internet será possível sincronizar as demarcações feitas com o servidor. Na aplicação Web as solicitações são feitas diretamente no banco de dados e no servidor.

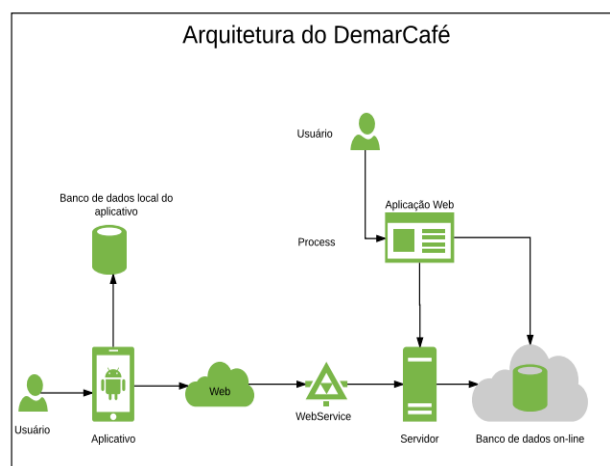


Figura 2 - Arquitetura do projeto DemarCafé

2.4. Validação

Para a validação do aplicativo Android foi utilizado um questionário adaptado de (OLIVEIRA, 2013), com o intuito de testar a usabilidade do mesmo, medir o impacto dos problemas e identificar suas causas. O aplicativo também foi avaliado por dois especialistas da área de Usabilidade.

3. Resultados

Essa seção apresenta o resultado deste trabalho, que inclui o desenvolvimento do DemarCafé e seus resultados quanto sua usabilidade. A interface web para sincronização dos mapas e das demarcações feitas pelo usuário ainda está em fase de desenvolvimento.

Ao entrar no sistema o usuário fará *login* ou cadastro caso não tenha feito anteriormente, depois é feita a Sincronização inicial. A sincronização tem o propósito de fazer o *download* dos dados geográficos referentes ao mapeamento original disponibilizado pelo GeoSolos para o banco de dados local no aplicativo. A etapa de *login* ou cadastro e sincronização inicial são realizadas somente se o dispositivo móvel estiver conectado com a internet e só são realizadas na primeira vez que o aplicativo é utilizado. Ao entrar no sistema pela primeira vez também é exibida uma legenda com as cores e classes das áreas (mata, café, água e área urbana).

A Figura 3 representa a tela principal do sistema, onde é possível visualizar um mapa disponibilizado pela equipe do Geosolos. Cada área mapeada (polígono) é apresentada na cor relativa à sua legenda. Nessa tela inicial também é possível acessar as seguintes funcionalidades do sistema, também destacadas na Figura 3:

- Trocar a cidade que será visualizada, por meio de um *comboBox*;
- Aproximar ou afastar a limite de visualização do mapa (*zoom*) apertando o botão “-” ou “+”;
- Ir para sua localização atual, apertando o botão de localização que está no canto superior direito da tela.

- Sincronizar as demarcações feitas pelo usuário. A sincronização realiza o envio das novas demarcações para o servidor da EPAMIG, para que, caso proceda, sejam processadas no mapa de uso do local informado. Para sincronizar basta clicar no símbolo de sincronização no canto superior da tela, do lado direito do título DemarCafé.

Ao clicar em uma área já demarcada é possível utilizar as seguintes funcionalidades:

- Alterar o uso da terra de uma área: Nesse caso, o polígono está corretamente mapeado, mas a classificação do uso está errada.
- Fazer comentários sobre a área: Nessa funcionalidade é possível acrescentar comentários que possam ajudar na definição do mapeamento.
- Alterar uma área mapeada: Nesse caso, o uso pode estar correto, mas a área mapeada não está. Caso o uso esteja incorreto, é possível informar o uso correto também.

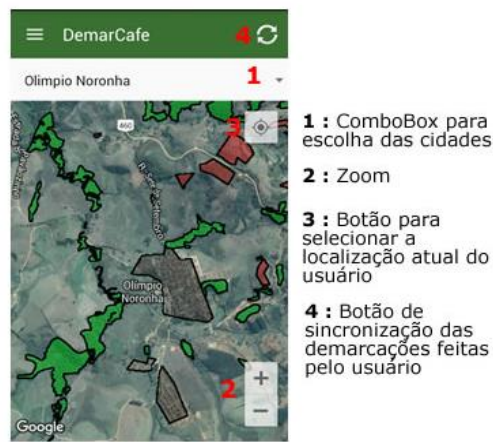


Figura 3 - Tela principal do aplicativo DemarCafé e botões de acesso às suas funcionalidades.

Na figura 4a é mostrada a tela de usuário para alterar o uso da terra de uma área e fazer comentários sobre a área. Essa tela também disponibiliza o botão “Editar Área” que permite acessar a funcionalidade de alterar uma área mapeada.

Para alterar uma área mapeada o usuário é redirecionado para outra tela na qual ele pode ver a área que pretende alterar. Para selecionar a área correta é preciso fazer um clique longo na tela nas extremidades da área. O aplicativo gera marcadores nas extremidades da área e ao apertar o botão de visualizar, gera-se um novo desenho da área. As Figuras 4b, 4c e 4d apresentam as etapas dessa funcionalidade. Na figura 4d, destacam-se os botões para visualizar e salvar a alteração da área.

Ao clicar e segurar em qualquer ponto do mapa (clique longo) na tela principal é possível criar uma nova área. Nesse caso, é necessário informar o uso e delimitar o novo polígono. O usuário pode também adicionar comentários sobre essa nova área. A figura 5 demonstra o processo de adicionar uma nova área.

Todas as alterações realizadas no mapa podem ser acessadas clicando no menu lateral e clicando em “Visualizar Demarcações”. Nesse momento pode-se ver uma lista com todas as demarcações realizadas pelo usuário e também visualizar cada uma individualmente. A figura 6 mostra o exemplo de uma demarcação onde a área foi alterada. No modo original, vê-se o polígono mapeado pelo GeoSolos (Figura 6a) e, no modo redesenhado, é possível visualizar a alteração feita na área (Figura 6b).



Figura 4 - Etapas de alteração uma área mapeada – a) Alterar o uso da terra de uma área e fazer comentários sobre a área b) Área mapeada c) Ajustes da área d) Nova área mapeada.



Figura 5 - Processo de Criar nova área - a) Cadastrar nova área b) Novo desenho da área c) Nova área mapeada

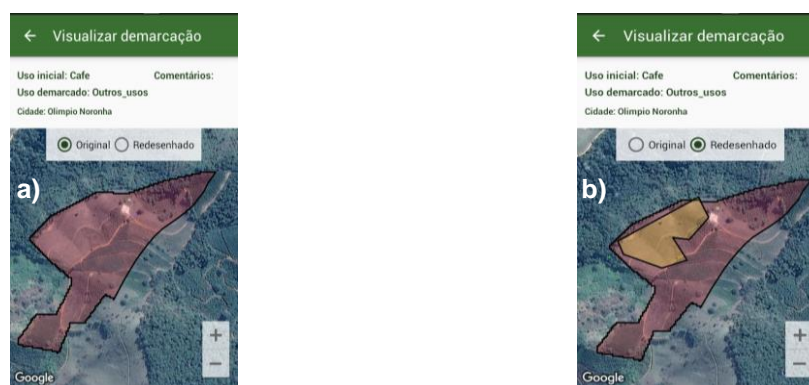


Figura 6 - Visualização da demarcação - a)Área original b) Área editada

3.1. Validação do aplicativo

A etapa de validação da aplicação foi realizada a partir de um questionário *online* onde os usuários puderam avaliar o aplicativo quanto a sua usabilidade. Essa etapa tem o objetivo de buscar o perfil dos usuários e o *feedback* sobre os seguintes critérios de usabilidade: desempenho, facilidade de aprendizado, simplicidade, interface e satisfação do usuário.

A pesquisa contou com 16 avaliadores. O principal perfil (82% dos usuários) desses usuários foi de jovens e adultos no intervalo de idade de 19 a 30 anos com ensino superior incompleto ou completo. A maioria (82%) tinha nenhum conhecimento sobre ciência cidadã. 76% do total de avaliadores possuem conhecimento alto ou médio sobre mapas, enquanto somente 41% dos avaliadores possuem conhecimento alto ou médio em relação a

geotecnologias. Metade dos usuários fizeram uso do aplicativo em campo. A outra metade fez utilizando o mapa de fundo como guia.

O critério **desempenho** obteve resultados satisfatórios e positivos, pois 100% dos usuários concordaram parcialmente ou totalmente que o aplicativo se comportou da maneira que eles esperavam. 94% dos usuários conseguiram utilizar todas as funcionalidades do aplicativo. Os 6% dos usuários que não conseguiram, argumentaram que não obtiveram sucesso porque tinham pouco conhecimento sobre geotecnologias.

Tanto o quesito **simplicidade**, quanto o quesito **interface** tiveram 94% de avaliação positiva.

Em relação a **facilidade de aprendizado** a questão “*Foi fácil aprender a usar esse aplicativo*” percebeu-se 94% de avaliação positiva. Na pergunta “*Eu precisei de apoio de uma pessoa para usar esse aplicativo*” apenas 12% disseram que precisaram de ajuda para utilizar o aplicativo. Nas avaliações a respeito da **satisfação do usuário** na utilização do aplicativo tiveram resultado 100% positivo.

Além da avaliação dos usuários, dois especialistas em usabilidade analisaram o aplicativo DemarCafé. Os principais problemas apontados pelos especialistas concentram-se em questões relativas a navegabilidade, como por exemplo, o fato de não permitir que o usuário desfça uma ação (apague uma demarcação feita ou algum comentário, por exemplo). Um dos avaliadores também alertou que é pouco intuitivo para o usuário ter que segurar o toque na tela para inserir um "pin" no momento de demarcação e que seria importante ter outra opção nesse momento.

De forma geral, tanto para os usuários comuns, quanto para os especialistas, o aplicativo teve resultados satisfatórios.

4. Discussão

A análise da literatura mostrou que o tema ciência cidadã é recente e está em crescente expansão. Projetos dessa categoria se mostraram com um potencial enorme de realização de projetos e abriu um horizonte de oportunidades para a ciência. A ciência cidadã obteve sucesso em projetos de diversas áreas, como astronomia, biologia e genética. No que diz respeito a classificação de uso da terra, o projeto ForestWatchers¹ é o que, atualmente, mais se aproxima dos objetivos do DemarCafé. A aplicação ForestWatchers convida voluntários para rever imagens de satélite de regiões florestais, e confirmar se as classificações automáticas de regiões florestadas e desmatadas estão corretas ou não (LUZ et al., 2014).

Ao contrário dos projetos mais comuns de ciência cidadã para uso da terra (ARSANJANI; VAZ, 2015; RAMOS; LUZ, 2015; SPARKS et al., 2015), a solução de ciência cidadã implementada neste trabalho não prevê automática atualização do mapa de uso da terra. Todas as demarcações feitas pelos usuários em campo serão avaliadas pela equipe do GeoSolos antes de serem efetivadas. Isso torna a efetiva qualidade da informação gerada pelos voluntários um pouco menos importante do que nos trabalhos acima relacionados.

O aplicativo é a primeira abordagem de ciência cidadã para a cafeicultura mineira. E, segundo os resultados obtidos, o mesmo respondeu positivamente ao seu propósito como uma ferramenta que pode promover a interação de cidadãos comuns no mapeamento de áreas cafeeiras. No entanto, apesar da solução estar inserida no contexto da ciência cidadã, os testes feitos não avaliaram o efetivo uso para esse fim. Ou seja, a avaliação foi feita sobre as funcionalidades do aplicativo e não no uso deste no projeto de ciência cidadã. Esse teste depende de um experimento maior e, principalmente, da estabilidade do aplicativo.

¹ <http://www.forestwatchers.net>

5. Considerações Finais

O DemarCafé visa proporcionar o refinamento colaborativo das áreas cafeeiras em Minas Gerais e esse trabalho foi o primeiro passo para alcançar esse objetivo. O aplicativo foi desenvolvido, testado e aprovado pela maioria dos usuários. Alguns aspectos precisam ser melhorados, mas como quase todos projetos que visa ter um impacto socioambiental, mais pesquisas e trabalhos precisam ser realizados.

É importante ressaltar que um projeto de ciência cidadã é algo muito maior que o desenvolvimento de uma ferramenta. Ele passa por instruir a população, motivá-la e mostrar a importância de colaboração.

Agradecimentos: Os autores agradecem à Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (Laboratório de Geoprocessamento – GeoSolos) por ceder os dados aqui disponibilizados, e ao Consórcio Pesquisa Café e FAPEMIG pela concessão de Bolsas.

Referências

ALVES, H. M. R. et al. Geotechnologies for the Characterization of Specialty Coffee Environments of Mantiqueira de Minas in Brazil. **ISPRS-International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences**, p. 797–799, 2016.

ARSANJANI, J. J.; VAZ, E. An assessment of a collaborative mapping approach for exploring land use patterns for several European metropolises. **International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation**, v. 35, p. 329–337, 2015.

COHN, J. P. Citizen science: Can volunteers do real research? **BioScience**, v. 58, n. 3, p. 192–197, 2008.

CORRÊA, F. R. S.; DA LUZ, E. F. P.; RAMOS, F. M. Um Módulo de Sensoriamento Voluntário para um Sistema de Monitoramento de Desmatamento. 2015.

EMBRAPA. **Minas Gerais responde por 50% da produção brasileira de café**. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/2336226/minas-gerais-responde-por-50-da-producao-brasileira-de-cafe>>. Acesso em: 30 mar. 2016.

LUZ, E. F. P. et al. The ForestWatchers: A Citizen Cyberscience Project for Deforestation Monitoring in the Tropics. 2014.

NEWMAN, G. et al. The future of citizen science: emerging technologies and shifting paradigms. **Frontiers in Ecology and the Environment**, v. 10, n. 6, p. 298–304, 2012.

OLIVEIRA, R. J. DE. Proposta De Um Questionário Pós-Teste Para Medir Usabilidade De Aplicativos De Celulares Touchscreen. **Trabalho De Conclusão De Curso**, p. 4–5, 2013.

RAMOS, F. M.; LUZ, E. F. P. DA. UM MÓDULO DE SENSORIAMENTO VOLUNTÁRIO APLICADO A UM PROJETO DE CIÊNCIA CIDADÃ. 2015.

SOARES, M. D.; SANTOS, R. Ciência cidadã: o envolvimento popular em atividades científicas. **Ciência Hoje**, v. 47, p. 38–43, 2011.

SPARKS, K. et al. **Citizen science land cover classification based on ground and aerial imagery**. International Workshop on Spatial Information Theory. **Anais...**2015

TANG, Z. et al. Developing an interactive mobile volunteered geographic information platform to integrate environmental big data and citizen science in urban management. In: **Seeing Cities Through Big Data**. [s.l.] Springer, 2016. p. 65–81.

VIEIRA, T. G. C. et al. Mapeamento do uso da terra da indicação geográfica Mantiqueira de Minas. 2013.