

# Geotecnologias aplicadas ao mapeamento remoto do café e simulações de investimento em moeda digital

Maria Estela Pereira Rissatti<sup>1</sup>, Eduardo de Oliveira Rodrigues<sup>2</sup>, Luciano Aparecido Barbosa<sup>3</sup>

<sup>1</sup> IFSULDEMINAS– Campus Inconfidentes. Graduanda em Engenharia Agrônoma. m.estelarissatti@gmail.com

<sup>2</sup> IFSULDEMINAS– Campus Inconfidentes. Técnico Administrativo. eduardo.rodrigues@ifsuldeminas.edu.br

<sup>3</sup> IFSULDEMINAS – Campus Inconfidentes. Professor. luciano.barbosa@ifsuldeminas.edu.br

Recebido em: 25/03/2022

Aceito em: 20/09/2022

## Resumo

A cafeicultura, atividade de grande importância econômica e social para o país, é um segmento do agronegócio com destaque na economia das pequenas cidades do sul de Minas Gerais, pois envolve a agricultura familiar e a permanência da população no campo. Este trabalho foi desenvolvido no sentido de contribuir e adequar metodologias fundamentadas em geotecnologias para o mapeamento remoto da cafeicultura e fortalecimento da permanência da população rural disponibilizando uma plataforma *online* de simulação da negociação da sua produção de café. O município de Inconfidentes/MG foi selecionado como área de estudo. No desenvolvimento do trabalho, foram utilizadas imagens orbitais do satélite Sentinel-2A. As imagens foram classificadas de forma supervisionada com o classificador *random forest* na plataforma Google Earth Engine (GEE) e posteriormente utilizadas como fonte de dados na plataforma *online* desenvolvida sob a *Application Programming Interface* (API) Leaflet, na qual é possível simular a negociação de talhões de café envolvendo a criptomoeda *Coffee Coin*. Com os resultados, foi possível identificar e mapear as áreas cultivadas com café por meio do Sensoriamento Remoto e, também, demonstrar que a plataforma *online* pode ajudar no planejamento de novos investimentos na cafeicultura, além de apresentar um panorama geral da importância econômica do café para o município.

**Palavras-chave:** Cafeicultura, *Coffee Coin*, *Google Earth Engine*, Cartografia Web, Agricultura.

## Introdução

O Brasil sofreu um intenso processo de êxodo rural nas décadas de 1970 e 1980. A mecanização da produção agrícola desocupou trabalhadores do campo que se deslocaram para as cidades em busca de oportunidades de trabalho. De acordo com dados da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD), realizada em 2015, a maior parte da população brasileira (84,72%) vive em áreas urbanas, com 15,28% dos brasileiros vivendo em áreas rurais. Esse deslocamento do campo para a cidade continua, porém, em percentuais menores (IBGE, 2015).

De modo geral, nas pequenas cidades do sul de Minas Gerais, esse percentual da população ainda está equilibrado, visto que a economia tem como fonte principal o turismo de compras, indústria têxtil e, principalmente, o

agronegócio, destacando-se a produção de café. A cafeicultura, mesmo com a redução esperada de 42,8% no volume total de café colhido quando comparado ao exercício de 2020, coloca o estado em posição de destaque na produção do grão. A estimativa da produção para o sul de Minas está entre 10,1 mil e 10,9 mil sacas, o que coloca a região como a maior produtora do Brasil (CONAB, 2021).

De acordo com a Companhia Nacional de Abastecimento (Conab) (2021), essa redução na produtividade se deve aos efeitos fisiológicos da bialidade negativa observados em diversas regiões produtoras, bem como às condições climáticas adversas registradas em certas localidades, que influenciam diretamente tanto para redução do rendimento médio como para a diminuição da área produtiva. Esta é usualmente menor nos ciclos de bialidade negativa

em virtude dos tratos culturais mais intensos realizados nas lavouras, a fim de recuperar o potencial vegetativo das plantas. Em relação ao rendimento médio para o estado de Minas Gerais, a estimativa é de 24,3 scs/ha, maior que as 22,6 scs/ha obtidas na temporada passada (2021), mas, ainda assim, bem inferior às 33,3 scs/ha alcançadas em 2020, a última safra de bionalidade positiva no estado (CONAB, 2022).

Moreira, Barros e Rudorff (2008) afirmam que o conhecimento da distribuição espacial da cafeicultura é imprescindível tanto para a previsão de safras quanto para o planejamento agrícola em escala municipal, estadual e federal, face a sua importância socioeconômica. Nesse sentido, alguns fatores como globalização da economia, aumento da população mundial, mudanças climáticas globais e a questão da segurança alimentar trouxeram preocupações relacionadas à estimativa da área plantada e à produtividade rápida e precisa das grandes culturas agrícolas para diversos governos (MOREIRA, BARROS, *et al.*, 2007).

De acordo com Bolfe, Castro Jorge e Sanches (2022), a transformação digital tem assumido o protagonismo no meio rural, tornando-se um importante fio condutor de demandas de mercados consumidores atentos à sustentabilidade da produção no campo. No entanto, ainda existem lacunas de dados para amparar decisões estratégicas no desenvolvimento de novas pesquisas, inovações e mercados, especialmente aqueles focados nos pequenos e médios produtores rurais.

Uma das iniciativas relacionadas a esses avanços tecnológicos na cafeicultura é o *Coffee Coin*, lançado em julho de 2021 pela Cooperativa Agroindustrial Minasul (Minasul). O *Coffee Coin* é a primeira *stablecoin* garantida em café (MINASUL, 2017). Segundo a Minasul (2017), a cooperativa comercializa mais de 1,5 milhão de sacas de café por ano e está localizada no município de Varginha/MG,

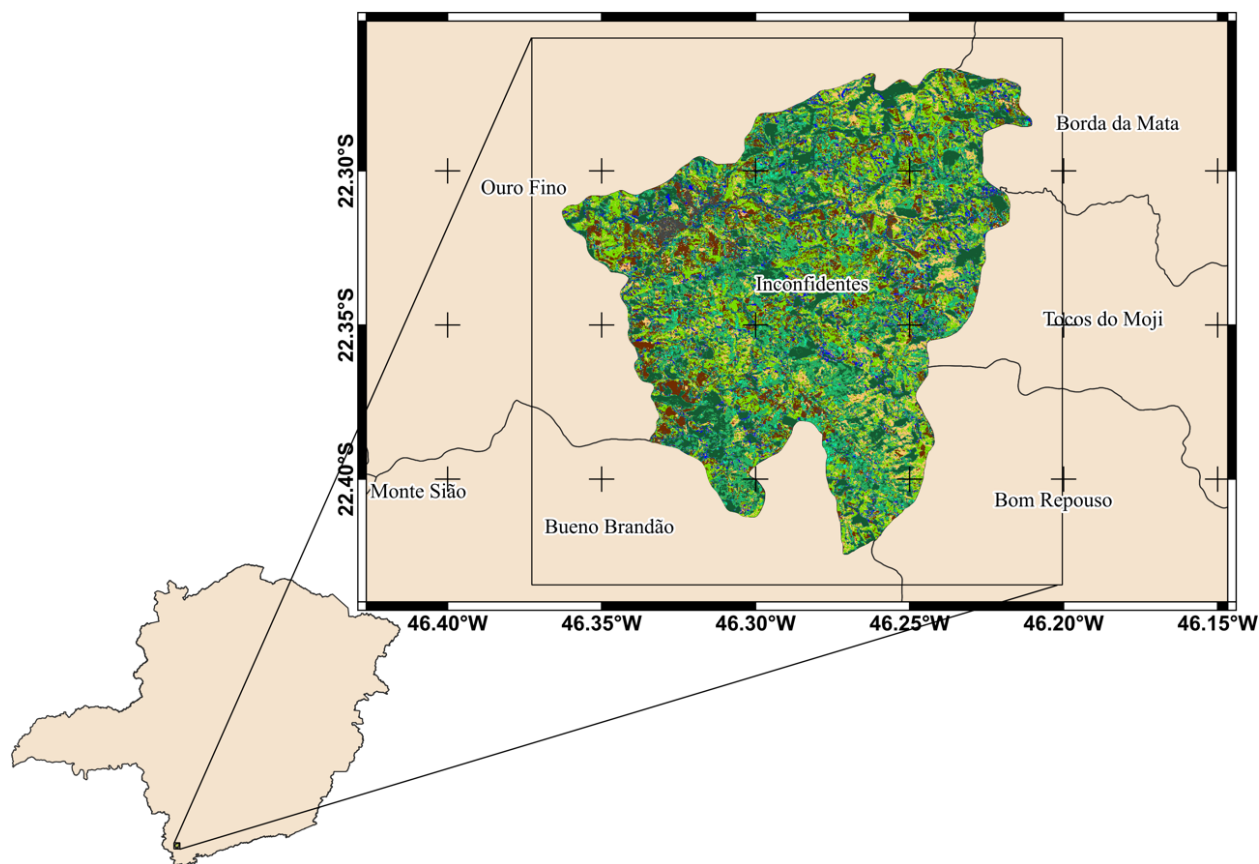
com cerca de 8.500 cooperados distribuídos em mais de 200 municípios. O *Coffee Coin* possibilita a compra a partir de um único quilo de café, permitindo um fracionamento comercial da oferta sem a necessidade de maiores conhecimentos de mercado e suas variáveis de preço (MINASUL, 2021).

De acordo com a *stablecoin* é proposta para introduzir um mecanismo de estabilização controlando a taxa de câmbio entre criptomoeda e moeda fiduciária. Uma *stablecoin* pode ser atrelada a uma criptomoeda, a uma moeda fiduciária, a metais preciosos, por exemplo, ouro e prata, ou a commodities, como o café. *Stablecoins* resgatáveis em moedas e commodities são consideradas lastreadas, enquanto aquelas vinculadas a um algoritmo seriam as não lastreadas; por esse motivo, as resgatáveis oferecem maior segurança aos investidores.

Este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de contribuir com os estudos de sensoriamento remoto aplicado ao mapeamento do café, classificando diferentes cafeiculturas no sul de Minas Gerais, mais especificamente no município de Inconfidentes/MG, utilizando imagens multiespectrais do satélite Sentinel-2A na plataforma de processamento do Google Earth Engine (GEE). Além disso, focou-se no fortalecimento da permanência no campo dos pequenos produtores de café, desenvolvendo e disponibilizando uma plataforma *online* na qual é possível simular a negociação da produção de café considerando a moeda digital *Coffee Coin*.

## Material e métodos

A área de estudo compreende o limite do município de Inconfidentes, localizado no sul do estado de Minas Gerais. Inconfidentes possui altitude média de 869 metros, está localizada entre as coordenadas geográficas 22,42S, 46,36W e 22,27S, 46,21W e possui aproximadamente 150 km<sup>2</sup> de área (Figura 1).

**Figura 1** – Área de estudo – limite municipal de Inconfidentes/MG.

**Fonte:** Elaboração dos autores (2022).

De acordo com a Conab (2021), a mesorregião sul do estado de Minas Gerais, onde se insere o município de Inconfidentes, é destaque no cultivo e produtividade do café no país. Para o mapeamento remoto da cafeicultura na área de estudo, foram utilizadas imagens do satélite Sentinel-2A, do Copernicus, o Programa de Observação da Terra da União Europeia. Este programa obtém sistematicamente imagens com resoluções espaciais que variam de 10 m a 60 m.

O período de obtenção das imagens ocorreu entre as datas de 1º de junho de 2021 a 31 de outubro de 2021, conforme recomendação feita por correspondente ao período seco, resultando num total de 12 imagens. Estas imagens são disponibilizadas pelo banco de imagens da plataforma de análise geoespacial GEE, baseada no conceito de armazenamento e processamento em nuvem, facilitando aos usuários a visualização

e análise de imagens de satélite de todo o planeta. Na Tabela 1, estão listados todos os materiais que foram utilizados, organizados em três categorias: 1) dados cartográficos; 2) imagens digitais; e 3) aplicativos.

A metodologia empregada foi fundamentada na classificação supervisionada utilizando o método *random forest* e a plataforma de processamento GEE. Esta metodologia forneceu as informações da área plantada com café para o município de Inconfidentes/MG, servindo para alimentar a plataforma *online* onde se realizam simulações de qual seria o retorno da produtividade dessa área plantada considerando a conversão para *Coffee Coin*.

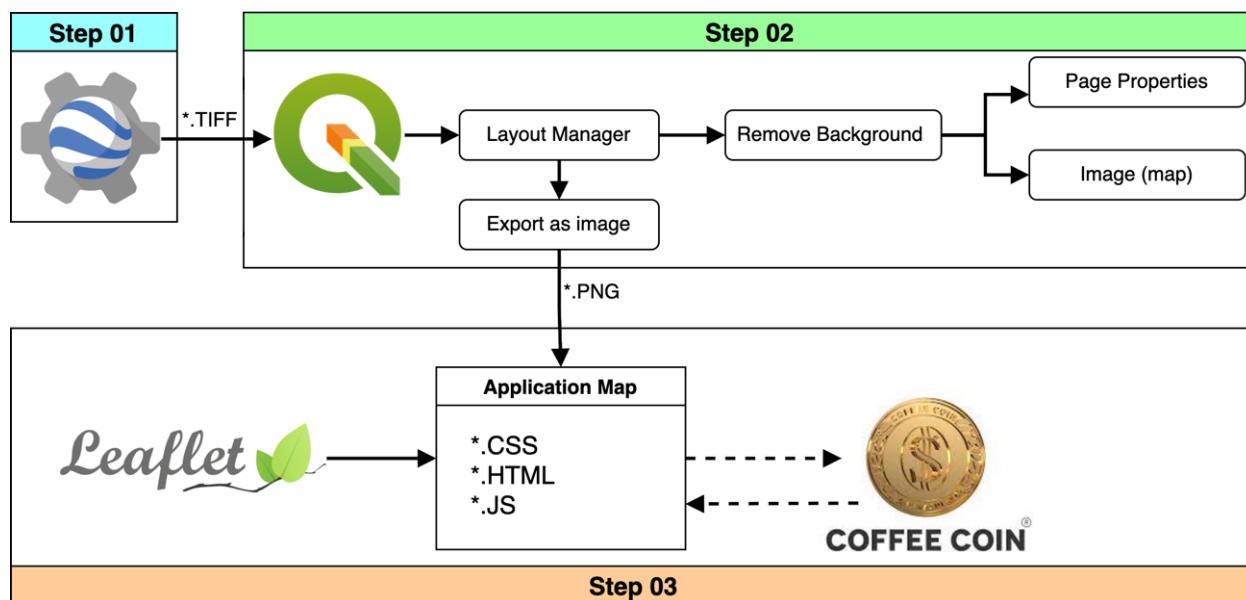
Além dessa simulação, o produtor também pode simular a criação de talhões e estimar o retorno baseando-se na produtividade esperada desse talhão e na cotação da *Coffee Coin*.

**Tabela 1** – Materiais utilizados no desenvolvimento da solução proposta.

Categoria	Descrição	Quantidade	Data	Fonte
<b>1.0</b>	<b>Dados Cartográficos</b>	-	-	-
1.1	Limite Municipal	01	2020	IBGE (1:250000)
<b>2.0</b>	<b>Imagens Digitais</b>	-	-	-
2.1	23 bandas	21*	2021	GEE (COPERNICUS/S2_SR)
<b>3.0</b>	<b>Aplicativos</b>	-	-	-
3.1	Google Earth Engine	-	-	Google (2017)
3.2	QGIS	-	-	QGIS (versão 3.16.9-Hannover 2020)
3.3	Leaflet	-	-	Leaflet (versão 1.7.1 2020)

\* considerando-se a filtragem das imagens com percentual de nuvens menor ou igual a 10.

**Fonte:** Elaboração dos autores (2022).

**Figura 2** – Etapas de desenvolvimento da solução proposta.

**Fonte:** Elaboração dos autores (2022).

A etapa 1 (*Step 01*) foi toda desenvolvida na plataforma GEE, e, para o mapeamento das áreas de cafeicultura, foram criadas amostras das classes definidas para a classificação supervisionada. No total, foram oito classes, sendo duas direcionadas para a cafeicultura (café em formação e café em produção). Estas duas foram definidas considerando-se a recomendação apresentada. As outras classes foram atribuídas para o mapeamento do solo exposto, da pastagem, das matas, dos corpos

d'água e rios, das áreas de urbanização e de outras áreas de plantio.

A indicação das amostras foi realizada considerando as imagens de alta resolução disponíveis na camada *Satellite* da plataforma GEE. A quantidade de amostras em cada classe seguiu a recomendação, que sugerem, no mínimo, 50 pontos para cada classe, num caso geral, e 100 pontos caso a área avaliada seja muito grande ou a quantidade de classes seja superior a 12.

Para verificar a acurácia da classificação, foram consideradas 30% de amostras em cada classe utilizada no treinamento do classificador utilizado (*random forest*) e aplicou-se a estatística Kappa. Foram testados outros classificadores disponíveis na plataforma (*Classification and Regression Trees* (CART) e distância mínima euclidiana), inclusive o próprio *random forest* considerando o *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI), porém, acurácia e Kappa melhores. A conclusão dessa etapa foi a exportação de uma imagem no formato *Tagged Image File Format* (TIFF) com o resultado da classificação, acompanhando um relatório gráfico com o percentual de cada classe para o município em metros quadrados.

Para adicionar o resultado da primeira etapa na aplicação web, foi necessário converter o resultado da classificação de TIFF para *Portable Network Graphics* (PNG). Essa conversão foi realizada na etapa 2 (*Step 02*) utilizando a ferramenta *Layout Manager* do software QGIS, a qual permite remover o fundo (*background*) das imagens e exportá-las no formato PNG. Essa opção fica disponível nas propriedades da página e do objeto mapa que foi inserido a partir da imagem TIFF.

Na terceira etapa (*Step 03*), ocorreu a criação da plataforma web. A construção da plataforma está baseada no uso da *Application Programming Interface* (API) Leaflet, uma biblioteca JavaScript de código aberto para a construção de mapas interativos compatíveis com dispositivos móveis, que possui muitos recursos de mapeamento.

Basicamente, o objeto *imageOverlay* insere a imagem a partir do caminho onde ela está

armazenada e das coordenadas limítrofes da imagem (essa informação pode ser obtida na etapa 2 da ). Outros parâmetros podem ser informados, mas não são obrigatórios, como é o caso da opacidade da imagem. Além da linguagem JavaScript, também foi utilizada a linguagem *HyperText Markup Language* (HTML) para a construção da interface gráfica do usuário e a linguagem *Cascading Style Sheets* (CSS) para estilização da plataforma.

Na interface gráfica, o usuário encontra as ferramentas de interatividade com o mapa e as ferramentas de simulação de produtividade e troca baseada na moeda *Coffee Coin*. Também é possível consultar a cotação da moeda a qualquer momento acessando o site da criptomoeda com apenas um clique. Além dessas funcionalidades, que estão disponíveis no menu superior, existem ferramentas de interatividade como o mapa no canto superior direito, no qual é possível alterar a camada de fundo para uma imagem de satélite de alta resolução e desenhar talhões para a simulação de produtividade e retorno esperado numa negociação baseada na *Coffee Coin*.

## Resultados e discussão

No município de Inconfidentes/MG, o café é cultivado em áreas de pequeno a médio porte, o que dificulta o desempenho do classificador, considerando a resolução espacial das imagens utilizadas, que foi de 10 m. Mesmo assim, valores médios de 95% foram observados tanto para a acurácia do classificador quanto para a estatística Kappa – os quais, segundo Congalton e Green (2019) e Queiroz *et al.* (2017) são considerados valores excelentes. Observou-se

**Figura 3** – Código para inserção da imagem classificada.

```
var bounds_image = [[-22.424, -46.397], [-22.268, -46.176]];
classification = L.imageOverlay('./classification/classification_qgis_ibge_2020.png',
  bounds_image, {opacity: 0.5}).addTo(map);
```

**Fonte:** Elaboração dos autores (2022).

que as classes responsáveis pelo mapeamento do café foram consideradas semelhantes à classe da vegetação nativa. De acordo com Moreira, Barros e Rudorff (2008), isso ocorre porque ambas as classes possuem fenologia muito semelhante. A classificação das áreas de cafeicultura foi espectralmente similar às áreas classificadas como agricultura, principalmente para lavouras mais novas e áreas plantadas recentemente com eucalipto. O percentual de área para cada classe obtido na classificação e os valores em hectares correspondentes estão listados na Tabela 2.

De modo geral, os resultados das classificações foram excelentes para todas as classes, variando entre 89% e 98%. Entretanto, identificou-se que o desempenho da classificação ficou longe da representação real da cafeicultura quando visualizada a classificação sobreposta a uma imagem de alta resolução espacial (Figura 4).

De acordo com Moreira, Adami e Rudorff (2004), essa heterogeneidade no comportamento

espectral de lavouras cafeeiras está relacionada a parâmetros agrônômicos de manejo das lavouras como: espaçamento, tratos culturais e desfolha pós-colheita. Além disso, como pode ser notado na Figura 4, a iluminação do relevo também contribui para essa mistura espectral – uma característica topográfica que é muito comum na região do sul de Minas Gerais. Entretanto, para a obtenção do mapa final com as classes de café, não foi realizada nenhuma edição manual das áreas cafeeiras, uma vez que a estimativa da área plantada é suficiente, considerando que a plataforma possui uma funcionalidade de simulação baseada no desenho de talhões de café. A interface gráfica da aplicação web, à qual foi adicionada a imagem resultante da classificação, pode ser visualizada na Figura 5.

No menu superior, encontram-se algumas das funcionalidades da aplicação. Da esquerda para a direita, o usuário pode: a) alterar a opacidade da camada de classificação; b) consultar a cotação atual da *Coffee Coin*

**Tabela 2** – Áreas das classes obtidas na classificação.

Classe	Área (ha)	% da Área
Café em produção	3 226.920	21,6
Café em formação	533.103	3,6
Vegetação (mata nativa)	3 072.061	20,5
Agricultura	1 590.689	10,6
Pastagem	3 083.647	20,6
Solo exposto	2 045.620	13,7
Urbanização	613.757	4,1
Água	795.229	5,3

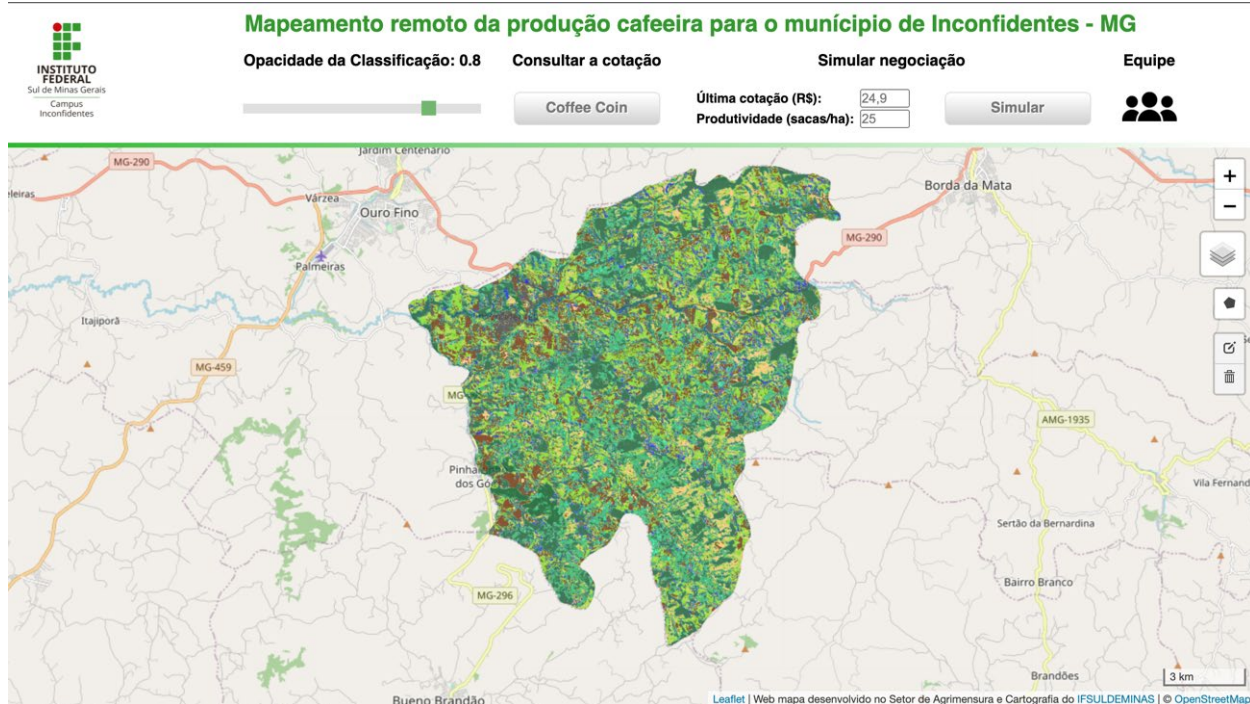
**Figura 4** – Comparação visual da classificação usando imagem de alta resolução espacial.



A. Classificação

B. Sentinel 2 – 5(R) 4(G) 3(B)

C. Google – RGB

**Figura 5** – Plataforma online para simulação da negociação da produção de café.

**Fonte:** Elaboração dos autores (2022).

diretamente no site da moeda digital; c) simular a negociação da moeda digital considerando todas as áreas do município classificadas como cafeicultura, informando a cotação da moeda e a produtividade média; e d) acessar as informações de contato dos desenvolvedores da aplicação. Nas funcionalidades disponíveis na lateral direita (sobre o mapa), o usuário pode interagir com o mapa, modificando a escala (botões “Aproximar” e “Afastar”), alterando a camada de fundo para uma imagem de satélite de alta resolução espacial e desenhando talhões que podem ter a negociação da sua produção de café simulada individualmente (Figura 6).

A funcionalidade de simulação de negociação individualizada para cada talhão pode ser utilizada na tomada de decisão pelo produtor rural numa eventual expansão da sua área de cultivo, ou, ainda, num investimento de adubação de uma área plantada. Por fim, os dois últimos botões permitem, respectivamente, a edição do desenho do talhão e a remoção desse mapa. A plataforma está disponível para

acesso livre no seguinte endereço eletrônico: <http://200.131.80.158/TCCs/TCC-Estela>.

## Conclusões

Em relação ao mapa de classificação e a correspondência observada nas imagens de alta resolução espacial do Google, percebe-se que o uso de uma imagem com maior resolução espacial tornaria o resultado da classificação bem próximo da realidade. Entretanto, a utilização das imagens Sentinel-2A foi considerada satisfatória para o sistema de classificação de uso da terra adotado neste estudo, pois esta foi elaborada com o objetivo de simular investimentos na cafeicultura no município de Inconfidentes/MG de modo geral.

É importante destacar que o relevo do município influi negativamente no resultado do classificador, pois áreas de cafeicultura foram adicionadas a outras classes em função do efeito de sombreamento do relevo. Outro fator relevante é que o uso do GEE facilita a interpretação

**Figura 6** – Desenho de um talhão para simulação da negociação da sua produção de café.

**Fonte:** Elaboração dos autores (2022).

visual das áreas cafeeiras, pois as imagens de alta resolução disponibilizadas pela plataforma substituem a necessidade de visitas em campo nas áreas com o predomínio da cafeicultura, o que torna o processo de mapeamento remoto dessa cultura praticável para qualquer localidade.

Por fim, conclui-se que o mapeamento remoto da cafeicultura foi eficaz, considerando-se os resultados estatísticos supracitados, e que o mapa da classificação gerou subsídios técnicos para o desenvolvimento da plataforma que permite a simulação de negociação da produtividade da lavoura cafeeira baseada na moeda digital. Isso fortalece a iniciativa da Minasul na divulgação da Coffee Coin, além de facilitar para o pequeno produtor o entendimento de como funcionaria uma eventual negociação de sua produção. Além disso, o método e a tecnologia web proposta pode ser utilizada para outros tipos de lavouras, como, por exemplo, milho e cana-de-açúcar, estimulando a permanência no campo do produtor rural e a manutenção do agronegócio no município.

## Recomendações de trabalhos futuros

Como sugestão de trabalhos futuros, recomenda-se que o método seja empregado numa coleção de imagens com maior resolução espacial, como as imagens Planet (2017), disponibilizadas recentemente na aplicação GEE. Desse modo, a resolução espacial aumentaria significativamente, pois tais imagens possuem resolução de 4,77 m, enquanto as imagens Sentinel-2A possuem resolução de 10 m.

Uma segunda recomendação é que os pontos amostrais utilizados na medição da acurácia do classificador sejam coletados em campo para que esse valor tenha um significado maior no resultado da classificação – embora todas as execuções do algoritmo, que consideraram uma amostra aleatória de 30% dos pontos utilizados no classificador, tenham apontado para um valor médio considerado satisfatório de 95%. Assim, o uso dos pontos coletados em campo pode embasar o método ou sugerir uma amostra aleatória maior que os 30%.



## Agradecimentos

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas (IFSULDEMINAS), campus Inconfidentes, pelo incentivo à pesquisa e disponibilização de equipamentos e laboratórios.

## Referências

- BOLFE, E. L.; CASTRO JORGE, L. A.; SANCHES, I. D. Tendências, desafios e oportunidades da agricultura digital no Brasil. **Revista Eletrônica Competências Digitais para Agricultura Familiar**, v. 7, n. 2, p. 15–36, 2021. Disponível em: <https://owl.tupa.unesp.br/recodaf/index.php/recodaf/article/view/147>. Acesso em: 20 set. de 2022.
- CONAB, Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de café: 1º Levantamento de Café - Safra 2021**. Brasília, DF. 2021. v. 8. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/cafe/boletim-da-safra-de-cafe>. Acesso em: 25 jun. de 2022.
- CONAB, Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de café: 2º Levantamento de Café - Safra 2022**. Brasília, DF. 2022. v. 9. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/cafe/boletim-da-safra-de-cafe>. Acesso em: 25 jun. de 2022.
- CONGALTON, R. G.; GREEN, K. Assessing the accuracy of remotely sensed data: principles and practices. Boca Raton, FL: CRC press, 1999. Disponível em: <https://www.taylorfrancis.com/books/mono/10.1201/9780429052729/>. Acesso em: 20 set. de 2022.
- IBGE. Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios: síntese de indicadores. Rio de Janeiro, RJ: IBGE, 2015. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv98887.pdf>. Acesso em: 20 set. de 2022.
- MINASUL. Coffee Coin, 2017. Disponível em: <https://www.minasul.com.br/coffeecoin>. Acesso em: 20 set. de 2022.
- MINASUL. COFFEE COIN. **Whitepaper**, 2021. Disponível em: <https://www.coffeecoin.com.br/Files/pdf/Whitepaper.pdf>. Acesso em: 20 set. de 2022.
- MITA, M.; ITO, K.; OHSAWA, S.; TANAKA, H. **What is stablecoin?: a survey on price stabilization mechanisms for decentralized payment systems**. In: IEEE. 2019 8th International Congress on Advanced Applied Informatics (IIAI-AAI). Marrakesh, Morocco: IEEE, 2019. P. 60–66. Disponível em: [https://easychair.org/publications/preprint\\_download/4rh9](https://easychair.org/publications/preprint_download/4rh9). Acesso em: 20 set. de 2022.
- MOREIRA, M. A. **Fundamentos do sensoriamento remoto e metodologias de aplicação**. Viçosa, MG: UFV, 2003. ISBN: 978-85-7269-381-3.
- MOREIRA, M. A.; ADAMI, M.; RUDORFF, B. F. T. Análise espectral e temporal da cultura do café em imagens Landsat. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n. 3, p. 223–231, 2004. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pab/a/RpYKM4WSMDVyJTHd9CF7Fvf/>. Acesso em: 20 set. de 2022.
- MOREIRA, M. A.; BARROS, M. A.; FARIA, V. G. C.; ADAMI, M. Tecnologia de informação: imagens de satélite para o mapeamento de áreas de café de Minas Gerais. **Informe Agropecuário**, v. 28, n. 241, p. 27–37, 2007. Disponível em: <http://www.dsr.inpe.br/laf/cafesat/artigos/TecnologiaInformacaoCafeMG.pdf>. Acesso em: 20 set. de 2022.
- MOREIRA, M. A.; BARROS, M. A.; RUDORFF, B. F. T. Geotecnologias no mapeamento da cultura do café em escala municipal. **Sociedade**

**& Natureza**, v. 20, n. 1, p. 101–110, 2008. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/sn/a/B3nDXFTRJSCCB6hMC7K3gDf/>. Acesso em: 20 set. de 2022.

OLOFSSON, P.; FOODY, G. M.; HEROLD, M.; STEHMAN, S. V.; WOODCOCK, C. E.; WULDER, M. A. Good practices for estimating area and assessing accuracy of land change. **Remote Sensing of Environment**, v. 148, s.n., p. 42–57, 2014. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0034425714000704>. Acesso em: 20 set. de 2022.

PLANET, T. **Planet application program interface**: in space for life on earth. San Francisco, CA: PLANET, 2017. Disponível em: <https://api.planet.com>. Acesso em: 20 set. de 2022.

QUEIROZ, T. B.; SOUSA, R. d.; BALDIN, T.; BATISTA, F. d.; MARCHESAN, J.; PEDRALI, L. D.; PEREIRA, R. S. Avaliação do desempenho da classificação do uso e cobertura da terra a partir de imagens Landsat 8 e Rapideye na região central do Rio Grande do Sul. **Geosciences**, v. 36, n. 3, p. 569–578, 2017. Disponível em: <https://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/geociencias/article/view/11910>. Acesso em: 20 set. de 2022.