

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

USO E COBERTURA DO SOLO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO ITAPEMIRIM UTILIZANDO A PLATAFORMA GOOGLE EARTH ENGINE (GEE)

Juliana Oliveira Rodrigues¹, Kimberly Pinheiro de Oliveira¹, Mateus Zava
Zucolotto², Maria Eduarda Marques da Conceição², Jacyelli Sgranci Angelos²,
Jéferson Luiz Ferrari¹.

¹Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo / Coordenadoria do
Bacharelado em Ciências Biológicas, Rodovia ES-482, Km 47, Distrito de Rive - 29500-000 - Alegre-
ES, Brasil, juliana.bioifes@gmail.com, kimberlly4002@gmail.com, ferrarij@ifes.edu.br.

²Universidade Federal do Espírito Santo/Centro de Ciências Exatas, Naturais e da Saúde, Alto
Universitário, s/n, Guararema - 29500-000 - Alegre-ES, Brasil, mariamarques.bio@gmail.com,
mzucolotto96@gmail.com, jacysgranci@gmail.com.

Resumo

Devido ao uso inadequado do solo e por conseguinte a poluição dos corpos hídricos, os desafios para a gestão de uma bacia hidrográfica se tornam grandes. O trabalho teve por objetivo testar a acurácia da plataforma Google Earth Engine para classificar o uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica do Rio Itapemirim. A bacia localiza-se ao sul do Estado do Espírito Santo e possui uma área de 6.181 km², utilizou-se dados do satélite Sentinel 2 MSI para mapear o uso do solo no ano de 2021, foram separadas cerca de cinco classes: 1- Hidrologia, 2- Vegetação Nativa 3- Áreas Urbanas, 4- Áreas Agricultáveis, 5- Pastagem, e empregado o algoritmo Random Forest para a classificação das mesmas. Para a avaliação da acurácia foi utilizado o Índice Kappa. As classes que mais se destacaram foram Áreas Agricultáveis (165.866 ha) e Pastagem (250.487 ha). O Índice Kappa do classificado foi de 0,562, considerado bom mas com algumas confusões decorrentes de cores semelhantes entre as categorias. A plataforma demonstrou sua eficácia no processo de mapeamento.

Palavras-chave: Sensoriamento Remoto. Geoprocessamento. Algoritmo. Google Earth Engine.

Área do Conhecimento: Engenharia Agrônômica - Engenharia Florestal.

Introdução

Designa-se bacia hidrográfica uma área que ocorre a captação natural da água de precipitação e o escoamento dirige-se para um ponto de saída, ela possui um conjunto de superfícies vertentes e uma rede de drenagem formada por cursos de água que se juntam resultando em um leito único (TUCCI, 1997). A Constituição Brasileira de 1988 possui um papel importante para os recursos hídricos, definindo a água como um bem de uso comum, já a gestão das bacias hidrográficas por se constituir em territórios, se dá por meio da junção da União, Estados e Municípios (BRASIL, 1988). Sendo assim, como uma unidade básica para o planejamento ambiental, a bacia hidrográfica é o espaço que podem e devem ser desenvolvidas ações que conservem os recursos hídricos e o ambiente (BRASIL, 1997; AMARAL, 2012).

A expansão das áreas urbanas aliado ao uso inadequado do solo, o desmatamento, a poluição dos corpos hídricos por despejo de dejetos e efluentes, acarretam em degradação ambiental e reduzem a capacidade de regeneração, essa forma de uso do solo tem provocado diversos impactos no meio ambiente e são problemas comuns do cotidiano (DE ASSIS, 2014). Esse processo de ocupação de determinado espaço é condicionado por fatores naturais e também sociais, gerando efeitos na paisagem, por isso o levantamento do uso e ocupação do solo é relevante para que se identifique, analise e elabore uma melhor gestão, para o desenvolvimento de uma região (AMARAL, 2012).

Contudo, as geotecnologias nos permitem analisar os impactos ambientais gerados ao longo dos anos pela ação humana. E se destacam pela fácil utilização, otimização do tempo e diminuição dos custos operacionais (EUGENIO et al., 2011; BOTTEON, 2016). Dentre as novas tecnologias, a plataforma *Google Earth Engine* (GEE), dispõe de uma gama de dados geoespaciais e todo seu

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

processamento computacional é em nuvem, seu catálogo possui vários *petabytes* de dados de satélites, como por exemplo o catálogo do Sentinel, que são acessados gratuitamente (GEE, 2022).

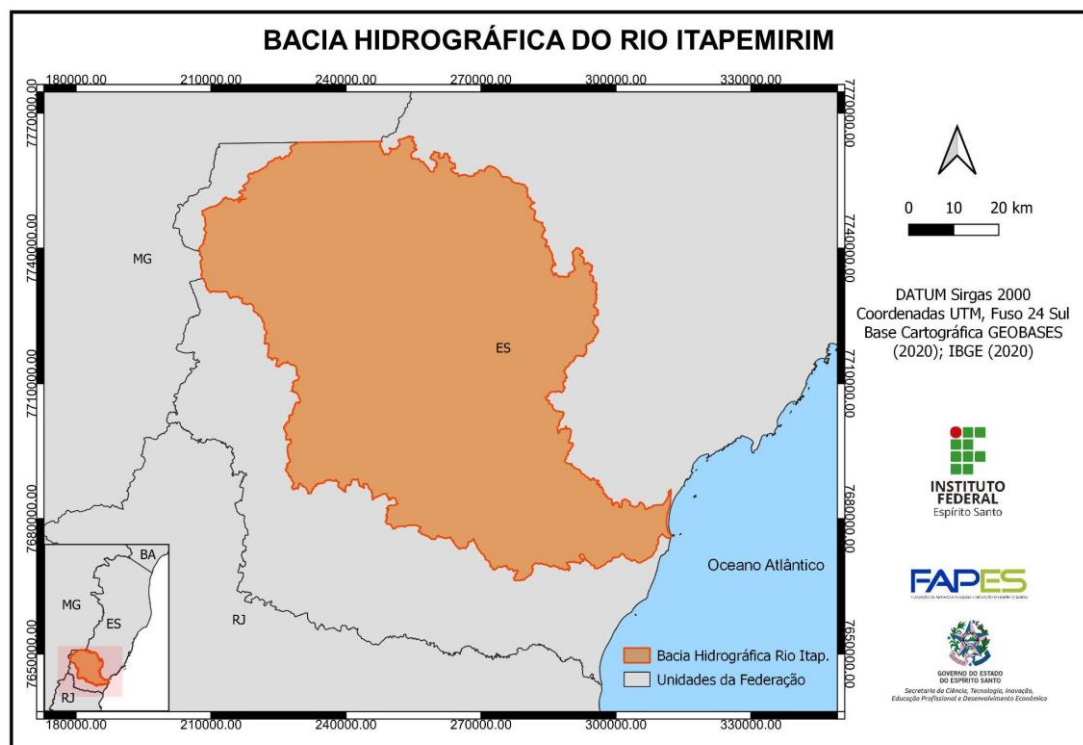
As séries de satélites Sentinel é um projeto da Agência Espacial Europeia (ESA) e da Comissão Europeia para atender a demanda do Programa Copernicus, que tem por objetivo o monitoramento dos recursos naturais, terrestres, marinhos, o uso e ocupação do solo, o clima e os desastres naturais. O par de satélites Sentinel - 2 possui um sensor óptico multiespectral de alta resolução, com 13 bandas espectrais variando de 443 a 2190 nm (ESA, 2022).

Essas ferramentas tornam-se aliadas importantes para os estudos do uso e ocupação do solo, já que seus dados são acessíveis e são instrumentos confiáveis, que nos auxiliam no desenvolvimento de trabalhos científicos, como também no processo de tomada de decisões e fiscalização. Dito isto, no presente trabalho teve por objetivo verificar a acurácia da plataforma Google Earth Engine para o levantamento do uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica do Rio Itapemirim.

Metodologia

A bacia hidrográfica do Rio Itapemirim (Figura 1) situa-se ao sul do Estado do Espírito Santo e tem uma área de drenagem com 6.181 km², atende uma população de 522.932 habitantes, aproximadamente ¼ da população capixaba e abrange cerca de 17 municípios (AGERH, 2020).

Figura 1 - Bacia Hidrográfica do Rio Itapemirim.



Fonte: Os Autores (2022).

Foi utilizada a base de dados e as ferramentas disponíveis na plataforma GEE e escolhidas as do satélite Sentinel-2 MSI: MultiSpectral Instrument Level - 2A, composição RGB 4-3-2, com resolução espacial de 10 metros. Posteriormente utilizou-se um filtro para a cobertura de nuvem menor que 5%, um filtro para a delimitação da área da Bacia Hidrográfica e um filtro de data, do dia 01-01-2021 ao 31-12-2021, resultando em uma única imagem representativa do ano de 2021.

O mapeamento do uso e ocupação do solo foi realizado por meio da classificação supervisionada e para tanto adotou-se cinco (5) classes: Hidrologia (área coberta por lâmina de água), Vegetação Nativa (área ocupada por mata, em qualquer estágio de desenvolvimento), Áreas Urbanas,

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

Áreas Agricultáveis (área ocupada por qualquer tipo de cultivo, exceto pastagens) e Pastagem (área ocupada por pastagens nativas e implantadas)

Foram coletadas 120 amostras de cada classe, que continham 600 pixels, respectivamente. O classificador utilizado foi o Random Forest que criou cerca de 10 árvores de decisão, esse algoritmo é do tipo aprendizagem de máquina, ele cria as árvores de decisão aleatórias, formando uma coleção de árvores, onde cada uma delas será utilizada na escolha do resultado final (GISLASON; BENEDIKTSSON; SVEINSSON, 2006).

Para avaliar a acurácia da classificação, determinou-se o tamanho da amostra de pesquisa (Equação 1), com uma precisão de 95% e uma margem de erro de 5% do total de pixels que a imagem classificada possuía, que eram 63.494.609 pixels, resultando em 400 amostras.

$$n = \frac{p(1-p)Z^2N}{e^2(N-1)+Z^2p(1-p)} \quad \text{Eq. 1}$$

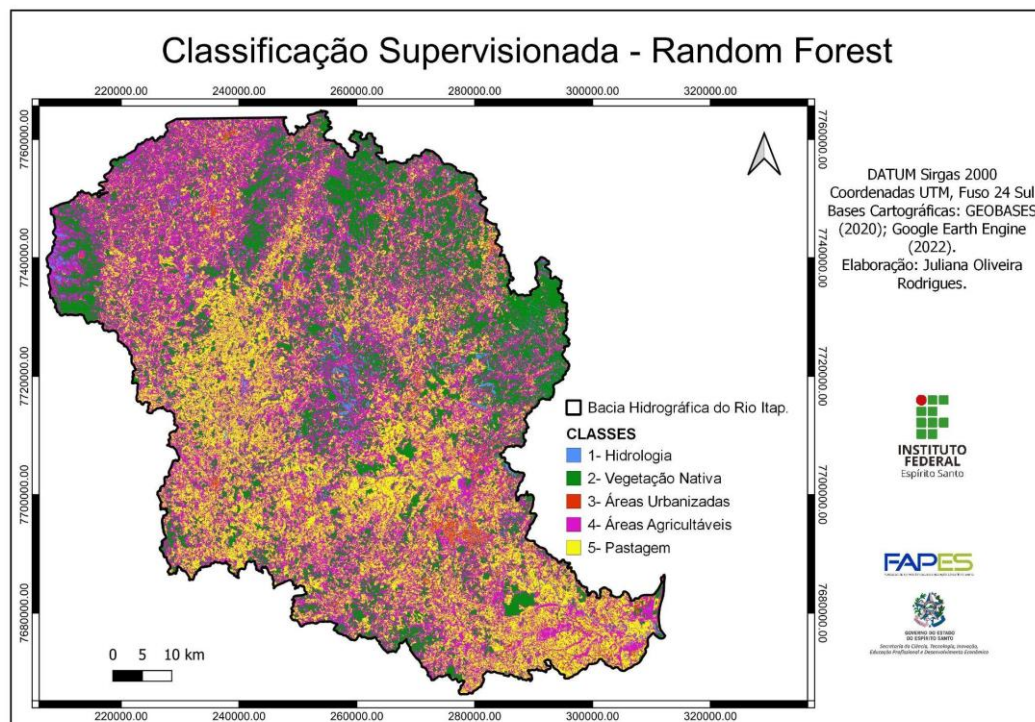
Onde: n = tamanho da amostra; Z = desvio do valor médio; p = proporção que espera-se encontrar; e = margem de erro; N = tamanho da população (AGRANONIK; HIRAKATA, 2011).

Logo após, utilizou-se um algoritmo de 'Pontos Aleatórios no Interior do Polígono' do software QGIS versão 3.16.8 "Hannover" na camada da Bacia Hidrográfica do Rio Itapemirim, para indicar os pontos de checagem, onde cada ponto correspondia a um pixel, os pixels foram tabulados e depois foram fotointerpretados de acordo com a sua classe, para então determinar o Índice Kappa que foi executado no software SPSS ®. E por fim, foram efetuadas as produções dos mapas utilizando o "Compositor de Impressão" do QGIS.

Resultados

Na Figura 2 é mostrado o resultado do uso e ocupação do solo gerado pela classificação supervisionada, utilizando o algoritmo Random Forest (RF).

Figura 2 - Uso e Ocupação do Solo da Bacia Hidrográfica do Rio Itapemirim



Fonte: Os Autores (2022).

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

Na Tabela 1 observa-se os resultados alcançados através do algoritmo Random Forest e na Tabela 2.

Tabela 1 - Uso e Ocupação do Solo da Bacia Hidrográfica do Rio Itapemirim, no ano de 2021

ID	Classes	Área (ha)	%
4	Áreas Agricultáveis	165.866	28,05
3	Áreas Urbanas	8.007	1,35
1	Hidrologia	11.670	1,97
5	Pastagem	250.487	42,36
2	Vegetação Nativa	115.230	26,25

Fonte: Os Autores.

Tabela 2 - Tabulação Cruzada das Amostras

	Classificação da Fotointerpretação						Total
	Classes*	1	2	3	4	5	
Classificação Random Forest	1	4	4	0	0	3	11
	2	0	111	0	5	2	118
	3	0	0	4	0	0	4
	4	0	41	1	68	62	172
	5	0	1	0	5	89	95
	Total	4	157	5	78	156	400

* Classes: 1- Hidrologia; 2- Vegetação Natural; 3- Áreas Urbanas; 4- Áreas Agricultáveis; 5- Pastagem.

Fonte: Os Autores.

Discussão

Dentre as classes escolhidas destacam-se as áreas agricultáveis e a pastagem, que são comuns na região. Segundo o Incaper (2022), o Espírito Santo tem como sua principal atividade agrícola, a cafeicultura, todos seus municípios (exceto Vitória) são produtoras de café, além do gado de leite que tem uma média diária de 55 litros de leite por propriedade.

No Estado são produzidos cafés do tipo arábica e conilon, sendo o segundo maior produtor brasileiro, ficando atrás de Minas Gerais (FREDERICO, 2013). Na Tabela 1 nota-se que a classe mais reconhecida pelo classificador foi a pastagem, com cerca de 42,36%. O espaço rural capixaba passou por mudanças na metade do século XX, onde houve o crescimento da pecuária extensiva a partir de 1940, que corroborou para o aumento das áreas de pastagem, que são presentes também no cenário atual (BERNARDO NETO, 2012).

Segundo Sperandio (2013) devido a pressão causada pelo pisoteio dos animais, o solo se compacta gerando diversos problemas como a redução da porosidade, que diminui a infiltração,

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

causando a perda de nutrientes do mesmo, fazendo com que a qualidade desses solos seja menor. Sabe-se que o sistema exploratório aliado a expansão urbana, alteram as propriedades químicas, físicas e biológicas do solo, acelerando a degradação ambiental (COSTA; DE PASSOS VIEIRA, 2018).

Nota-se na Tabela 2 que a classe que obteve mais erros, foi a de Áreas Agricultáveis, isso porque a qualidade das imagens de satélite são condicionadas por fatores como a presença de nuvens, a resolução temporal, a resolução espacial e as condições geológicas do local (CASTILLO, 2021). Se comparado a um VANT (Veículo Aéreo Não Tripulado), o produto cartográfico gerado por uma imagem de satélite dispõe de algumas limitações, já que sua resolução espacial é menor (FIGUEIRA; OLIVEIRA, 2013).

A Bacia Hidrográfica do Rio Itapemirim possui um relevo bastante acidentado, com a presença de alguns planaltos e planícies, levando o algoritmo a cometer os erros de inclusão e de omissão. Por isso, a qualidade da classificação do uso e cobertura do solo através dessa ferramenta, não possui um status universal e não deve ser generalizada. (STEHRMAN; FOODY, 2019).

O Índice Kappa foi de 0,562, o nível de concordância é considerado como bom, o que pode ter influenciado nesse valor foram as confusões que o algoritmo teve na classe Áreas Agricultáveis (4), que pode se dar pela cor do pixel entre a classe Pastagem (5) e Vegetação Nativa (2) serem parecidas. Mesmo que atualmente essas imagens permitam diferenciar melhor os objetos presentes na cena, devido à baixa resolução espacial do sensor MSI, os erros ainda são comuns.

Conclusão

A plataforma Google Earth Engine se mostra eficiente para a realização do mapeamento do uso e ocupação do solo da Bacia Hidrográfica do Rio Itapemirim. A qualidade da classificação supervisionada pelo algoritmo Random Forest associada aos valores da estatística Kappa foi avaliada e teve um bom resultado.

Referências

AGERH. AGÊNCIA ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS. (2018d). Diagnóstico e prognóstico das condições de uso da água na bacia hidrográfica do Rio Itapemirim. **Relatório Etapa A**. Vitória, 2018.

AGRANONIK, Marilyn; HIRAKATA, Vânia Naomi. Cálculo de tamanho de amostra: proporções. **Clinical & Biomedical Research**, v. 31, n. 3, 2011.

AMARAL, Amara Borges; DE SOUZA RIOS, Aila. Geoprocessamento: mapeamento do uso e ocupação do solo no alto curso do Rio Piedade. **Revista de Geografia-PPGEO-UFJF**, v. 2, n. 1, 2012.

BERNARDO NETO, Jaime. **Gênese da estrutura agrária do Espírito Santo**: estudo comparativo entre os domínios da pecuária no Extremo Norte e as áreas de pequenas propriedades no Centro-Sul. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal do Espírito Santo. Vitória, 2012.

BOTTEON, Victor Wilson. Aplicabilidade de ferramentas de geotecnologia para estudos e perícias ambientais. **Revista brasileira de criminalística**, v. 5, n. 1, p. 7-13, 2016.

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico, 1988.

CASTILLO, Guido Vicente Briceño. Monitoramento e detecção da extração seletiva de madeiras na Amazônia usando imagens de satélite e vant. 2021. 69 f., il. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais)—Universidade de Brasília, Brasília, 2021.

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

COSTA, Grenda Juara Alves; DE PASSOS VIEIRA, Carla Iamara. Geotecnologias para análise da vulnerabilidade ambiental do núcleo de desertificação do Piauí. **Caderno Prudentino de Geografia**, v. 2, n. 40, p. 59-76, 2018.

DE ASSIS, Janaina Maria Oliveira; CALADO, Ludmilla Oliveira; SOUZA, Werônica Meira; SOBRAL, Maria do Carmo. Mapeamento do uso e ocupação do solo no município de Belém de São Francisco-PE nos anos de 1985 e 2010. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 7, n. 05, p. 858-869, 2014.

EUGENIO, Fernando Coelho; SANTOS, Alexandre Rosa dos; LOUZADA, Franciane Lousada Rubini de Oliveira; PIMENTEL, Leonardo Bergantini. Identificação das áreas de preservação permanente no município de Alegre utilizando geotecnologia. **Cerne**, v. 17, n. 4, p. 563-571, 2011.

ESA. EUROPEAN SPACE AGENCY Sentinel online. Disponível em: <<https://sentinel.esa.int/web/sentinel/missions>>.

FREDERICO, Samuel. Cafeicultura científica globalizada e as montanhas capixabas: a produção de café arábica nas regiões do Caparaó e Serrana do Espírito Santo. **Sociedade & Natureza**, v. 25, p. 7-20, 2013.

GEE. GOOGLE EARTH ENGINE. **What is Earth Engine?** 2022. Disponível em: <<https://earthengine.google.com/faq/>>.

GISLASON, Pall Oskar; BENEDIKTSSON, Jon Atli; SVEINSSON, Johannes R. Random forests for land cover classification. **Pattern recognition letters**, v. 27, n. 4, p. 294-300, 2006.

IJSN – INSTITUTO JONES DOS SANTOS NEES. **Governo divulga novo imageamento da cobertura florestal do Espírito Santo**, 2020. Disponível em: <<http://ijsn.es.gov.br/artigos/5720-governo-divulga-novo-imageamento-da-cobertura-florestal-do-espírito-santo?highlight=WyJrb21wc2F0llo=>> Acesso em: 13 de janeiro de 2022.

INCAPER. INSTITUTO CAPIXABA DE PESQUISA, ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO. **Cafeicultura**. 2022. Disponível em: <<https://incaper.es.gov.br/cafeicultura>>.

LANDIS, John Richard; KOCH, Gary Grove. An application of hierarchical kappa-type statistics in the assessment of majority agreement among multiple observers. **Biometrics**, p. 363-374, 1977.

SPERANDIO, Huever Viganô; CECÍLIO, Roberto Avelino; PILON, Lucas Contarato; CAMPANHARO, Wesley Augusto Atributos físicos sob diferentes sistemas de uso no sul do Espírito Santo. **Scientia Plena**, v. 9, n. 7 (a), 2013.

STEHRMAN, Stephen.; FOODY, Giles Martin. Key issues in rigorous accuracy assessment of land cover products. **Remote Sensing of Environment**. v. 231, (111199), 2019.

TUCCI, Carlos. Eduardo. Morelli. 1997. **Hidrologia: ciência e aplicação**. 2.ed. Porto Alegre: ABRH/ Editora da UFRGS, 1997. (Col. ABRH de Recursos Hídricos, v.4).

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo - FAPES.