

ANÁLISE COMPARATIVA DE MAPEAMENTOS DO USO E COBERTURA A PARTIR DE IMAGENS LANDSAT-8 E SENTINEL-2 ATRAVÉS DO ALGORITMO RANDOM FOREST NA PLATAFORMA GOOGLE EARTH ENGINE

Rodrigo Gomes da Silva¹

Felipe Fidelis Lira¹

Jonas Ramos Pimentel¹

Carla Bernadete Madureira Cruz¹

1. Universidade Federal do Rio de Janeiro - Departamento de Geografia - Rua Athos da Silveira Ramos, 274, Prédio CCMN, Bloco I, salas 10 – 12, Cidade Universitária, Rio de Janeiro – Brasil (rgomms7@gmail.com, felipe_nv2@hotmail.com, jonaspimentel97@gmail.com e carlamad@gmail.com)

RESUMO

Com o advento do sensoriamento remoto, surgiram técnicas de mapeamento que contribuiriam para o monitoramento e compreensão das mudanças que ocorrem no espaço geográfico, as análises de Cobertura e Uso da Terra aparecem como um estudo indispensável no entendimento dos fenômenos responsáveis por provocar essas mudanças. Itaboraí é um município localizado no leste metropolitano do estado do Rio de Janeiro e, desde o anúncio da implantação do Comperj (Complexo Petroquímico do Rio de Janeiro), a cidade passou por diversas transformações em sua paisagem. Obras de infraestrutura urbana começaram a ser construídas e pessoas de outras cidades passaram a migrar para o município em virtude da demanda de mão-de-obra. O presente trabalho tem como objetivos verificar a precisão de mapeamentos de Cobertura e Uso da Terra dos satélites Landsat 8 (OLI) e Sentinel-2 (MSI) no ano de 2020, a fim de identificar as principais diferenças que podem ser percebidas ao adotar esses diferentes sensores para o município. As classificações foram feitas na plataforma gratuita do Google Earth Engine (GEE). Como resultados foi possível verificar algumas diferenças nas classificações do Landsat 8 (OLI) e do Sentinel-2 (MSI), principalmente nas classes do agropasto e infraestrutura urbana.

Palavras-chave: Sensoriamento remoto; Itaboraí; Google Earth Engine; Sentinel 2; Landsat 8.

ABSTRACT

With the advent of the place, monitoring phenomena and understanding of the changes that can cause geographic changes as change evaluation methods occur as an indispensable study for the understanding of managers by location changes Itaboraí is located in the metropolitan east of the state of Rio de Janeiro. and, since the announcement of the implementation of Comperj (Petrochemical Complex of Rio de Janeiro), the city has undergone several transformations in its landscape. Infrastructure works began to be in the hands of people from other cities or township project cities due to the demand of large enterprises. The present work aims to verify the accuracy of the Landsat 8 (OLI) and Sentinel-2 (MSI) satellites Landsat 8 (OLI) and Sentinel-2 (MSI) mappings in the year 2020, in order to identify the main differences that can be perceived when adopting these different sensors for the municipality. The ratings were done on the free Google Earth Engine (GEE) platform. As a result, it is possible to verify some significant differences between Landsat 8 (OLI) and Sentinel-2 (MSI), mainly in the agropasture and urban infrastructure classes.

Keywords: Remote sensing; Itaboraí; Google Earth Engine; Sentinel 2; Landsat 8.

INTRODUÇÃO

O crescente desenvolvimento de técnicas e práticas ligadas à geoinformação permitiram conhecer mais amplamente a superfície terrestre a partir das diversas formas de aquisição de dados espaciais (INPE). Por esse ângulo, com o acelerado avanço das geotecnologias - sobretudo a partir da década de 1990 (PANCHER, 2012) - e, além disso, com a ciência de que o conhecimento da organização territorial de uma determinada área é fundamental para identificar mazelas de cunho social, ambiental e econômica, cada vez mais são utilizadas formas de obtenção de dados e de representação da superfície terrestre com a finalidade de elaborar políticas públicas.

O sensoriamento remoto, nesse contexto, que dá seus primeiros sinais ainda na década de 1970 e desde então passa por intensos processos de aprimoramento (BEZERRA et al., 2018), se apresenta com indubitável importância na obtenção de informações espaciais, principalmente em decorrência do detalhamento e abrangência das informações que são coletadas sobre a superfície a partir de suas técnicas. Um dos principais produtos do sensoriamento remoto, as imagens orbitais, atualmente podem ser adquiridas de forma mais facilitada e, em alguns casos, gratuita. Tem-se um grande leque de inúmeras imagens com diferentes características que devem ser escolhidas a depender da aplicação. Com isso, incontáveis são as possibilidades analíticas viabilizadas a partir dos sensores remotos, como a análise de dinâmicas espaço temporais que se dão sobre a superfície terrestre, que são fundamentais para a tomada de decisão e por isso os mapeamentos de uso e cobertura do solo devem ser produzidos com máxima acurácia e objetivando a máxima aproximação do real.

Dada a relevância, nos últimos anos, com o avanço dos Sistemas de Informações Geográficas (SIG), foram desenvolvidas diversas maneiras de se adquirir, desenvolver e processar dados a partir do produto dos sensores remotos, como é o caso do *Google Earth Engine* (GEE), que é uma plataforma gratuita de geoprocessamento baseada em nuvem que realiza processamento computacional de dados geoespaciais (CARVALHO et al., 2021). O GEE se destaca por apresentar um imenso inventário de dados, como imagens de sensores orbitais, de temperatura e precipitação, por exemplo, e, a partir disso, é possível visualizar, manusear, alterar e criar dados geoespaciais de forma mais ágil, sem a necessidade de conhecimentos avançados em programação web e sem exigir elevado desempenho da máquina do usuário - além de possibilitar o compartilhamento de informações entre usuários de forma simplificada. Nesse sentido, o GEE é de indubitável utilidade para a criação e manipulação de dados espaciais que auxiliem na compreensão de organizações territoriais, como, por exemplo, no levantamento de uso e cobertura do solo, técnica necessária

sobretudo para análise de áreas que apresentaram/apresentam intensas modificações espaciais, como é o caso da Região Metropolitana do Rio de Janeiro (RMRJ).

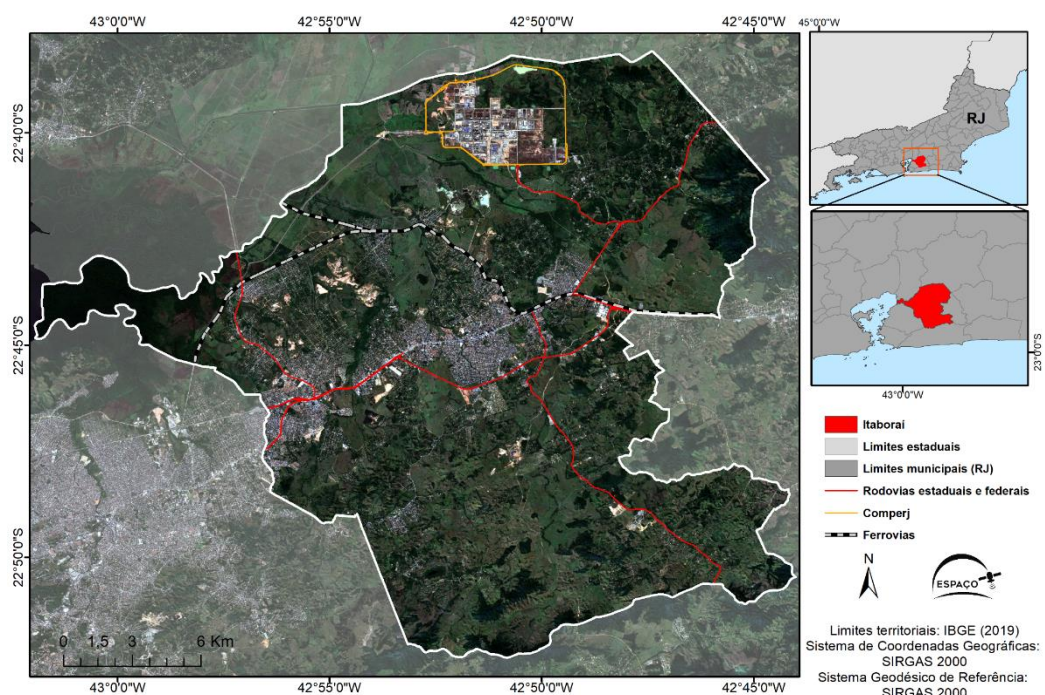
Cenário de intensas mudanças estruturais e econômicas que reconfiguraram características socioambientais, a RMRJ, sobretudo por fomento da indústria petrolífera, sofreu diversas modificações em diferentes aspectos, com destaque para o entorno da Baía de Guanabara (OLIVEIRA, COSTA e FEVRIER, 2019). O município de Itaboraí, em especial, foi alvo da instalação do Complexo Petroquímico do Rio de Janeiro (COMPERJ), o que alterou as dinâmicas de uso do solo, relações sociais, econômicas, ambientais, dentre outras. Sendo assim, adquirir informações e representar as mesmas da melhor maneira possível se torna de extrema importância para melhor gestão e, conseqüentemente, para produção de políticas adequadas para a área.

Dado o exposto, o presente trabalho teve como objetivo analisar as diferenças entre os resultados obtidos pelo uso do algoritmo *Random Forest* na plataforma GEE a partir de imagens, para o ano de 2020, oriundas de duas importantes missões de levantamento: o Landsat e o Sentinel, que utilizam sensores com resoluções espaciais e espectrais distintas. Assim, foi efetuada uma análise comparativa das duas classificações geradas, a fim de identificar e compreender os padrões das diferenças obtidas no mapeamento do uso e cobertura de solo do município.

METODOLOGIA

Área de Estudo

Fundado em 1672, o município de Itaboraí (Figura 1) compõe o conjunto de municípios que apresentam maior centralidade no estado do Rio de Janeiro: a região metropolitana. Historicamente, a cidade já apresentava uma dinâmica econômica relevante desde o século XVIII, com a cultura da cana de açúcar, que era escoada para a capital através do porto, também localizado na cidade. Posteriormente, no século XX, já com a sua relevância consolidada, o município volta a se destacar com a produção de laranja, se tornando o maior produtor nacional da fruta.



Entretanto, o fato que, inicialmente, trouxe maior impacto em todas as dinâmicas do município, foi a decisão da construção do COMPERJ, atualmente, renomeado como Polo GasLub Itaboraí. Planejado em 2006 como sinônimo de desenvolvimento e modernidade, teve o início das obras em 2011, com o título de maior investimento da história da Petrobras, o que projetou um impulsionamento econômico na região (DIAS et al., 2013).

Além disso, a localização do complexo havia sido pensada a partir da possibilidade de integração com outros municípios, o que também os traria benefícios, sobretudo com a construção do Arco Metropolitano do Rio de Janeiro (AMRJ), que conecta Itaboraí ao porto de Itaguaí (Figura 2), além de interligar diversos outros municípios, viabilizando também uma maior integração social. Os maiores empreendimentos do COMPERJ estão localizados em Itaboraí e São Gonçalo, mas muitos outros serão instalados nos municípios vizinhos e nas regiões atravessadas pelo Arco Metropolitano e na própria Baía de Guanabara (DIAS et al, 2013). Junto disso, uma obra dessa expressão, ocupando uma área de 45 milhões de metros quadrados, e ainda relacionada a um setor comumente próspero em alguns lugares do mundo, resultou em uma onda de especulações em todos os municípios vizinhos, sobretudo, mais intensamente em Itaboraí, o que criou a esperança de geração de duzentos mil empregos diretos e indiretos (DIAS et al, 2013).



Figura 2: Mapa de municípios cortados pelo AMRJ.

O mercado imobiliário foi um dos que mais se notou um aquecimento nesse período, visando corresponder o que seria uma carência de infraestrutura no município, além disso, ao lado da expansão da malha urbana, as áreas de floresta e pastagem também sofreram alteração, tanto nas obras para a construção do complexo, quanto nas medidas da tentativa de compensação dos impactos causados no contexto de inserção do COMPERJ em Itaboraí. Exemplo disso é mostrado no relatório de impacto ambiental (RIMA), produzido a partir da estimativa dos impactos que seriam causados em todo o processo de construção do COMPERJ, na tentativa amenizar a expressiva perda ambiental, foram implementados corredores ecológicos, que conectassem "ilhas" de vegetação e favorecessem a perpetuação das espécies, além disso, tinham como objetivo revitalizar os parques na região.

Por consequências adversas, o projeto passou por paralisações, e ainda nos dias atuais não foi concluído, o que desacelerou de forma expressiva os investimentos na região e ocasionou no abandono de alguns empreendimentos nos setores secundário e terciário. Essa mudança no ritmo da construção, impactou diretamente no comportamento das classes ao longo desse tempo, desde o período pré COMPERJ até os dias atuais, o que torna possível identificar as transições das classes de cobertura da terra.

Materiais e Métodos

No que tange todo o processo de classificação de cobertura e uso da terra para o município de Itaboraí e posterior análise comparativa dos resultados adquiridos, destaca-se que todos os dados orbitais usados como base para este estudo foram adquiridos gratuitamente a partir do acervo virtual do *Google Earth Engine*, plataforma aqui utilizada, onde se fez uso da API (*Application Programming Interface*) *JavaScript*. Assim, por intermédio da própria plataforma, foram utilizadas e manipuladas imagens orbitais que são fruto de dois satélites com resoluções espaciais, espectrais e temporais distintas: Landsat-8 (OLI) e Sentinel-2 (MSI).

Com quase uma dezena de gerações, a linha de satélites Landsat produz imageamento orbital da superfície terrestre desde 1972. De maneira mais específica, o Landsat-8 - utilizado neste estudo - abriga os sensores OLI (*Operational Land Imager*) e TIRS (*Thermal Infrared Sensor*) e gera imagens com resolução espacial de 30 metros. Além disso, o satélite abriga 11 bandas entre pancromática, multiespectral e termal e detém uma resolução temporal de aproximadamente 16 dias. Por outro lado, o outro satélite utilizado para produção do mapeamento de uso e cobertura do solo, Sentinel-2, é de gestão europeia e abriga o sensor MSI (*Multispectral Instrument*). Nesse caso, são encontradas 13 bandas espectrais, resolução espacial de 10 metros, resolução temporal de aproximadamente 5 dias e disponibilidade de imagens desde 2015 (ESA, 2018).

A partir do produto de cada um dos satélites destacados, foram produzidos mosaicos de imagens para 2020 - ano de análise deste estudo. Nessa lógica, a escolha do período do ano utilizado para produção da mosaicagem foi definido com base na criação de gráficos que expressam os valores pluviométricos e de temperatura, conforme apresentado nas figuras 3 e 4, respectivamente. A partir do que se mostra nos gráficos, foi selecionado o período do ano em que fossem constatados os menores valores pluviométricos e de temperatura, com a finalidade de que fossem selecionadas imagens com menor cobertura de nuvens possível e quantidade de luz e com concentração de umidade do solo semelhante; assim, este período ficou definido entre os meses de abril e agosto.

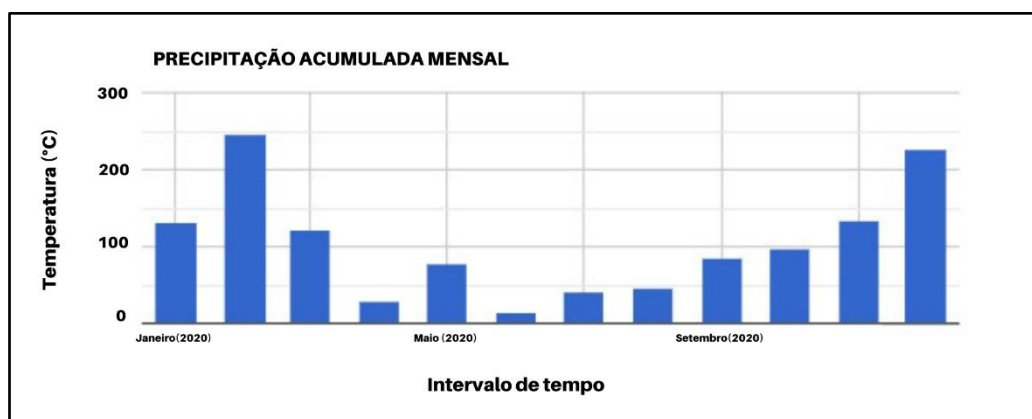


Figura 3: Gráfico de Precipitação acumulada mensal para o município de Itaboraí, 2020.



Figura 4: Gráfico de Temperatura média mensal para o município de Itaboraí, 2020

Em seguida, com as imagens adquiridas e posteriormente mosaicadas na plataforma GEE, além da utilização das bandas RGB e IR (*infrared*), foram desenvolvidos índices de vegetação, o *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI), *EVI (Enhanced Vegetation Index)* e *SAVI (Soil-Adjusted Vegetation Index)*; um índice de áreas construídas *NDBI (Normalized Difference Built-up Index)*; e um de feições d'água (*Normalized Difference Water Index*) - estes procedimentos desenvolvidos para os dois mosaicos. Os índices supracitados foram criados para facilitar na detecção e diferenciação de assinaturas espectrais de vegetação, áreas urbanas e corpos hídricos, o que ajuda no processo de classificação das imagens, já que os cálculos aumentam a sensibilidade à identificação das diferentes feições de uso e cobertura na área de estudo.

A partir de análises da organização espacial do município estudado, Itaboraí, somado a definição de classes de uso do solo definidas pelo Projeto de Mapeamento Anual de Cobertura e Uso do Solo no Brasil (MapBiomias), as classes de uso e cobertura do solo para a área de estudo foram definidas, assim como é possível visualizar na figura 5, como mangue,

corpo d'água, floresta, solo exposto, agropasto, área construída e área antropizada para mineração. Assim, definidas as classes, foram, ao todo, coletadas 455 amostras em polígono para cada uma delas, onde a quantidade de amostras para cada classe foi baseada na representatividade da feição retratada em relação a todo o município.



Figura 5: Chave de interpretação das classes definidas para o mapeamento.

Para, enfim, o processo de classificação dos mosaicos a partir das classes definidas e expostas anteriormente, foi escolhido o método de classificação supervisionada, que consiste na maneira de classificar onde o usuário, a partir de análises, indica os tipos de cobertura que deseja mapear a partir da definição de características particulares - isso através da coleta de amostras representativas de coberturas e/ou usos previamente definidos.

Com o método definido, foi escolhido o algoritmo de classificação *Random Forest*, que realiza a separação de classes a partir da construção de diversas árvores de decisão, onde são estabelecidos diversos parâmetros que direcionam a nomeação de um determinado pixel, a uma determinada classe estabelecida.

Por fim, a validação da classificação produzida foi realizada a partir da matriz de confusão (tabelas 1 e 2), que consiste em tabelas que são utilizadas para realizar o cruzamento de pixels nomeados pela classificação e o real, o que gera, posteriormente, as medidas de exatidão global, acurácia do usuário, acurácia do produtor e índice Kappa.

Ressalta-se, em complemento, que foram utilizadas trinta amostras de validação para cada uma das classes, que foram conferidas a partir do *Google Earth Pro* respeitando a escala do mapeamento. Ainda no que tange a validação, foi realizada, a partir do redimensionamento de pixels e posterior sobreposição, uma combinação entre as duas classificações produzidas, utilizando a ferramenta *combine* no software ArcGIS (ArcMap), o que revelou a proporção das confusões entre classes para os dois mapeamentos gerados.

TABELA 1: MATRIZ DE CONFUSÃO LANDSAT 8 (OLI)

	Floresta	Áreas agropastoris	Área construída	Água	Mangue	Solo Exposto	AAPM	TOTAL	v1
Floresta	29	1	0	0	0	0	0	30	960
Áreas agropastoris	2	26	2	0	0	0	0	30	960
Área construída	0	5	21	1	0	4	0	30	780
Água	0	0	0	29	1	0	0	30	870
Mangue	1	0	0	0	19	0	0	30	900
Solo Exposto	0	0	3	0	0	27	0	30	930
Outros	0	0	0	0	0	0	30	30	900
TOTAL	32	32	26	29%	30	31	30	210	44100
Usuário	91%	81%	81%	100%	97%	87%	100%		
Produtor	97%	87%	70%	97%	97%	90%	100%		

Exatidão Global	0,90952381
Aceitação relativa PO	0,93333333
Taxa de aceitação-PE	0,142857143
Kappa	0,92222222

Fonte: Os autores (2022)

TABELA 1: MATRIZ DE CONFUSÃO SENTINEL 2 (MSI)

	Floresta	Áreas agropastoris	Área construída	Água	Mangue	Solo Exposto	AAPM	TOTAL	V1
Floresta	28	2	0	0	0	0	0	30	990
Áreas agropastoris	2	27	1	0	0	0	0	30	870
Área construída	1	0	21	0	0	8	0	30	840
Água	0	0	0	30	0	0	0	30	900
Mangue	1	0	0	0	30	0	0	30	930
Solo Exposto	0	1	3	0	0	26	0	30	870
Outros	0	0	0	0	0	0	29	30	900
TOTAL	33	29	25	30	30	34	29	210	44100
Usuário	85%	93%	75%	100%	97%	90%	97%		
Produtor	93%	90%	70%	100%	97%	87%	97%		

Exatidão Global	0,90952381
Aceitação relativa PO	0,919047619
Taxa de aceitação-PE	0,142857143
Kappa	0,905555556

Fonte: Os autores (2022)

Com base nos nas matrizes de confusão, foi possível constatar que as classificações obtiveram um “excelente” resultado, tendo como base a tabela 3 que mostra o desempenho

da classificação em relação ao índice kappa, segundo Fonseca (2020). Em ambas as classificações classe de “área construída” teve a menor acurácia do usuário e do produtor de todas as classes, no entanto, o valor não ficou abaixo de 70%.

TABELA 3: ÍNDICE KAPPA X DESEMPENHO

Índice Kappa	Desempenho
< 0	Péssimo
$0 < k \leq 0,2$	Ruim
$0,2 < k \leq 0,4$	Razoável
$0,4 < k \leq 0,6$	Bom
$0,6 < k \leq 0,8$	Muito Bom
$0,8 < k \leq 1,0$	Excelente

Fonte: Fonseca (2000)

RESULTADOS

Fruto do que foi processado na plataforma *Google Earth Engine* a partir do algoritmo Random Forest, os mapeamentos de cobertura e uso da terra para o município de Itaboraí no ano de 2020 estão dispostos nas figuras 6 e 7, que correspondem ao produto do sensor dos satélites Landsat-8 e Sentinel-2, respectivamente. Como já destacado, a área de análise foi separada em 7 diferentes classes: agropasto, corpo d’água, floresta, mangue, solo exposto, área antropizada para mineração e área construída.

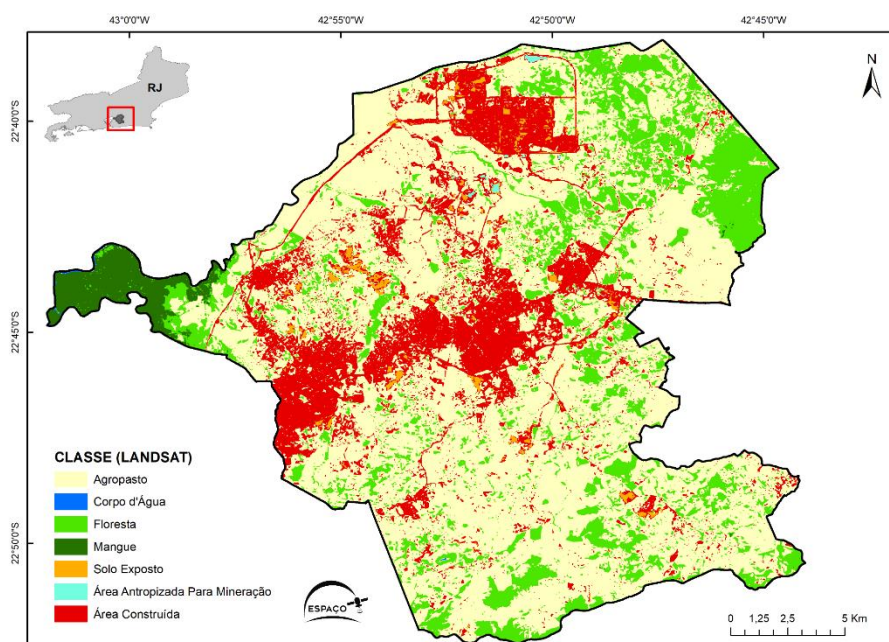


Figura 6: Mapeamento de uso e cobertura para o município de Itaboraí (Landsat).

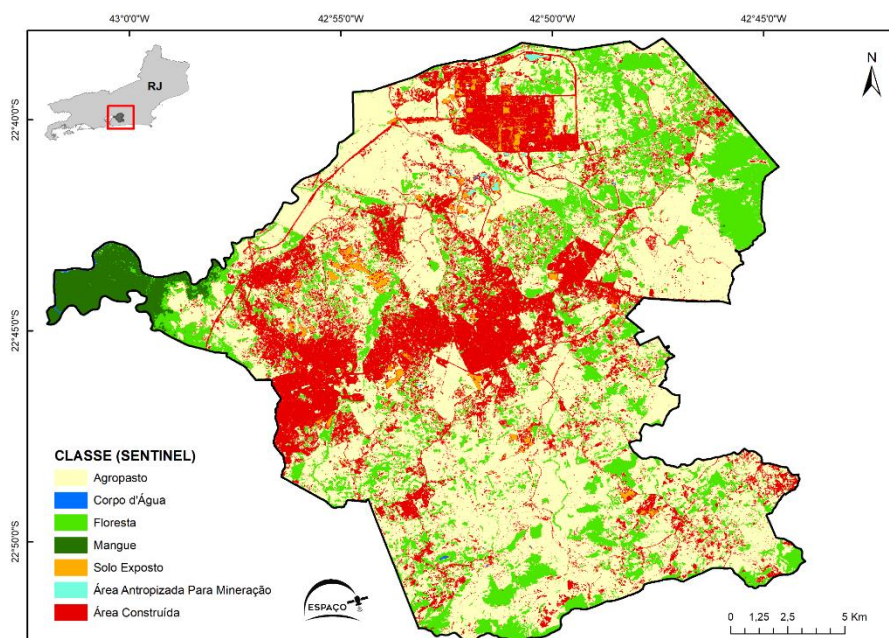


Figura 7: Mapeamento de uso e cobertura para o município de Itaboraí (Sentinel).

Inicialmente, observa-se que os dois mapeamentos se apresentam com intensa equivalência em relação à organização espacial das classes. Nos dois casos, a partir de uma análise visual dos mapas construídos, a classe agropasto, representada pela cor amarela, é predominante no mapeamento, seguida da classe de área construída, simbolizada pela cor vermelha e com maior concentração sobretudo na parte central e norte do município. Além destas, a classe floresta também se mostra bem significativa, representada na cor verde claro e com maior presença à nordeste da área de estudo. O que é percebido, a partir dos parâmetros de visualização supracitados, confirma-se a partir da contabilização e posterior apresentação em gráficos (figuras 8 e 9, referentes a Sentinel e Landsat, respectivamente), que expressam a maior proporção de uma determinada classe em porcentagem para a área de todo o município. Com isso, fica clara a maior representatividade das classes agropasto, área construída e floresta, com destaque para o agropasto, que ocupa mais da metade da área total do município nos dois casos; destaca-se também que nas classes área construída e agropasto são onde se expressam as maiores diferenças, de 5% e 7%, respectivamente, se comparados os dois mapeamentos.

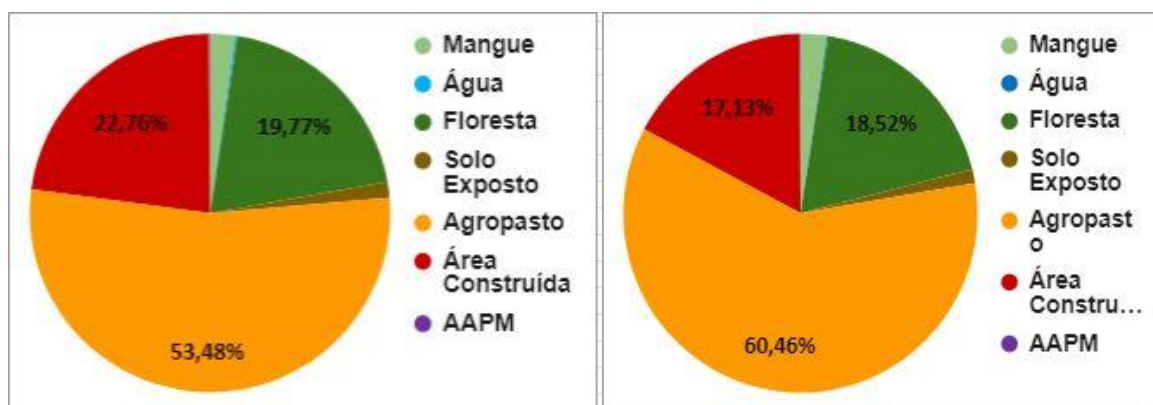


Figura 8: representatividade percentual das classes em relação a área total de Itaboraí (Sentinel 2).

Figura 9: representatividade percentual das classes em relação a área total de Itaboraí (Landsat 8).

Para o desenvolvimento de uma análise comparativa dos mapeamentos produzidos, foi realizada a sobreposição de cada pixel dos mapeamentos produzidos. O resultado disso mostrou as confusões entre pixels mapeados que ocorreram na classificação. Em vista disso, a figura 10, exposta abaixo, expõe os resultados adquiridos a partir da elaboração do *Combine*, com destaque para as principais classes que possuíram as maiores diferenças.

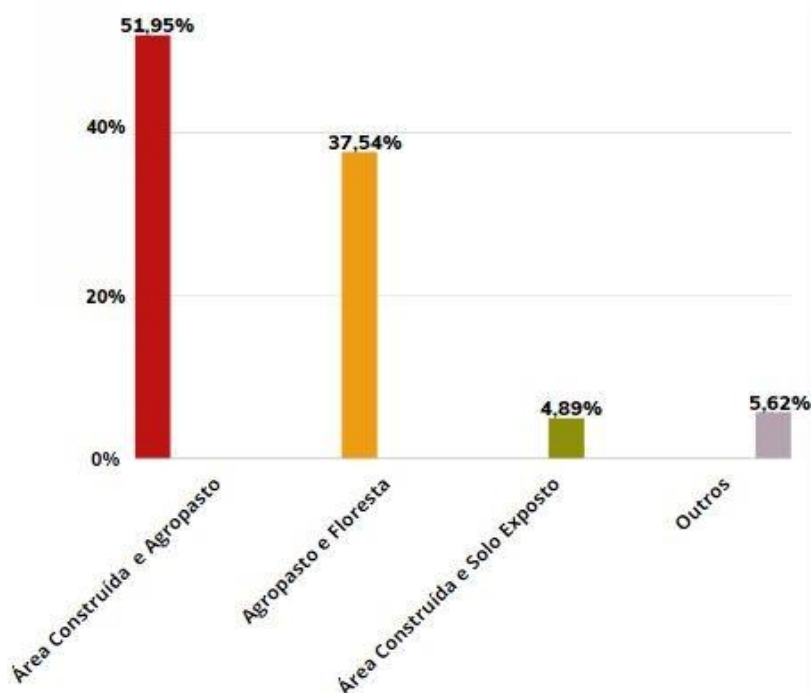


Figura 10: Gráfico de representação das maiores confusões entre classes considerando os dois mapeamentos.

Ao todo, cerca de 19% dos pixels apresentaram confusões entre as classificações geradas pelos dois sensores, considerando todas as classes de toda a área mapeada. Assim, observa-se que as classes que mais se confundiram entre as classificações foram: Área construída e Agropasto, com 51,95%. A segunda maior confusão foi entre as classes de Agropasto e Floresta com 37,54%, seguida de Área construída e Solo exposto, com 5,49% e, por fim, outros, com 5,62%, que contabiliza as demais confusões menos representativas que ocorreram.

Além disso, de forma similar, o gráfico de Sankey (figura 11) também indica as confusões dos sensores com cada classe, mas, dessa vez, de maneira mais visual. Assim, é possível identificar a quantidade de confusões ou similaridades entre as classes do mapeamento. Logo, quando ocorre uma conexão direta entre as mesma classes, significa que os pixels foram igualmente classificados no mapeamento; em contrapartida, quando a conexão entre as extremidades do gráfico sai de uma classe para outra, significa que ocorreu uma dessemelhança na definição da classe, que é quantificada a partir da espessura das linhas/faixas e, nesse sentido, também torna explícito como esses pixels de confusão são definidos nos dois mapeamentos.

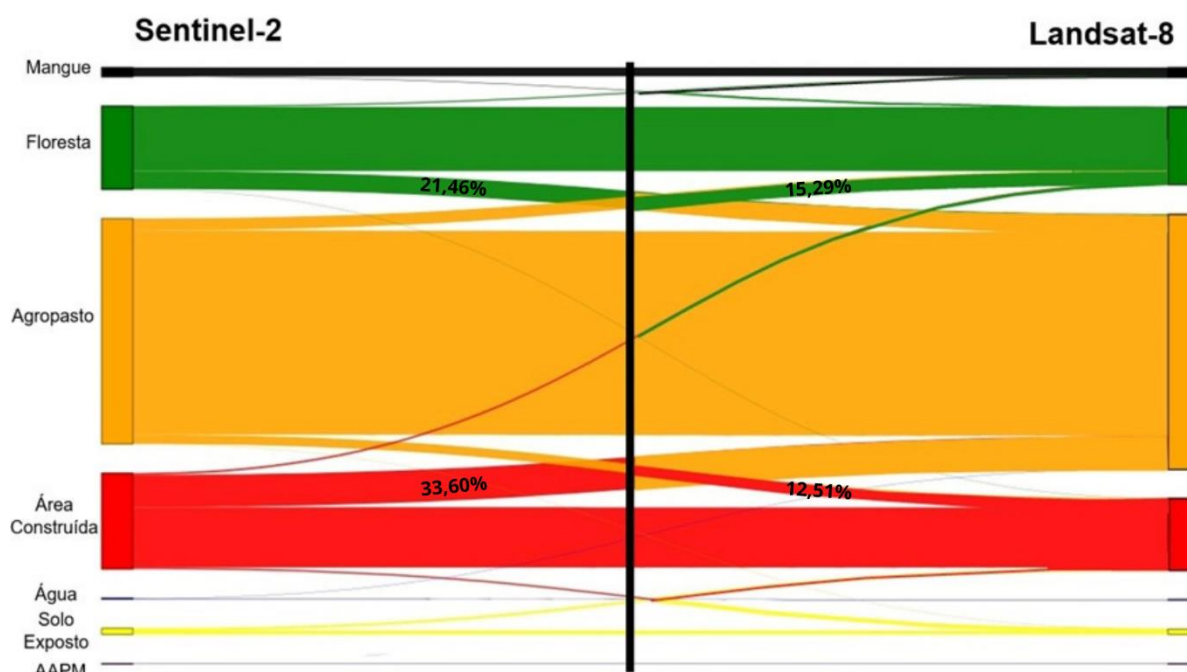


Figura 11: Gráfico de Sankey.

Por meio do gráfico é possível observar que o total de floresta classificada por ambos os sensores é quase o mesmo, no entanto 21,46% da floresta do sentinel foi classificada como agropasto no landsat e 15,29% ao contrário. Também é perceptível a maior diferença

entre as classificações, sendo entre as classes de área construída e a de agropasto, tendo 33,60% da área construída do sentinel sendo classificada como agropasto no landsat e apenas 12,51% da área construída do landsat como área agropasto no sentinel.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho em questão conseguiu mostrar algumas diferenças na utilização dos dos sensores para o município de Itaboraí. No que tange os mapeamentos produzidos, conforme mostra a validação realizada e posteriormente exposta no texto, foi detectado um excelente resultado das classificações, de acordo com Fonseca (2000), para os dois casos, onde apresentaram um índice Kappa com valor superior a 0,8. No entanto, apesar disso, observa-se, mesmo que em quantidade não muito representativa a presença do efeito “*salt and pepper*”, o que, por consequência, contribui negativamente para a acurácia dos mapeamentos. O efeito “*salt and pepper*” ocorre quando não há uma delimitação natural e/ou bem definida das bordas dos objetos da classificação, gerando assim uma aparência “salpicada” no mapeamento (DA LUZ, et al., 2009) como ocorre de forma mais intensa na classe área construída do Sentinel, onde existem diversos pontos aleatórios isolados, resultado da confusão do direcionamento de um determinado pixel a sua respectiva verdadeira classe.

As principais diferenças analisadas são nas classes do agropasto e da área construída, principalmente em locais próximos às áreas de transição entre uma ou mais classes. As confusões aparecem pouco associadas a locais centrais do município. Este entrave, mesmo que não tenha influenciado na definição de um mapeamento excelente, poderia ser sanado a partir da segmentação da imagem ou aplicação de filtros - processos que também podem ser desenvolvidos na plataforma GEE.

A decisão sobre qual sensor seria mais adequado para se estudar o município varia muito da proposta para que o estudo seria destinado. O Landsat oferece a possibilidade de um vasto estudo temporal, sendo melhor adequado especialmente se o objetivo da pesquisa está associado a um estudo temporal. Assim, apesar de o Sentinel-2 possuir uma melhor resolução espacial, como os resultados não apresentaram diferenças muito significativas para o município, a resolução temporal do Landsat se adequa melhor para o estudo das transformações do município.

O *Google Earth Engine* a bastante tempo vem se mostrando como uma plataforma com grande potencial para os estudos espaciais, devido a sua versatilidade em combinar diferentes algoritmos e seu banco de dados. O compartilhamento de *scripts* e de trabalhos feitos dentro da plataforma, auxiliam na busca por metodologias que seriam mais adequadas

para sua área de estudos. Além disso, a plataforma é gratuita e diminui a necessidade de se ter um hardware potente para o processamento.

A pesquisa propõe uma metodologia para se comparar as diferenças entre os sensores, no entanto, existem outras metodologias, softwares e algoritmos dentro ou fora do próprio GEE que permitem chegar em conclusões conflitantes ou que estejam de acordo com os resultados do presente artigo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA ESPACIAL EUROPEIA (ESA). Introduzindo o Sentinel-2. [2018]. Disponível em: <https://www.esa.int/Our_Activities/Observing_the_Earth/Copernicus/Sentinel2/Introducing_Sentinel-2>. Acesso em: 28 de Abril de 2022.

APOSTILA INTRODUÇÃO AO SENSORIAMENTO REMOTO, Divisão de Sensoriamento Remoto, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Disponível em: <<http://www3.inpe.br/unidades/cep/atividadescep/educasere/apostila.htm>>.

BEZERRA, U. A. et al. Comparativo do Índice de Vegetação de Diferença Normalizada (NDVI) entre os Sensores OLI-Satélite Landsat-8 e MSI-Satélite Sentinel-2 em Região Semiárida. Anuário do Instituto de Geociências, v. 41, n. 3, p. 167-177, 2018.

CARVALHO, W. S.; FILHO, F. J. C. M.; SANTOS, T. L. Uso e cobertura do solo utilizando Google Earth Engine (GEE): Estudo de caso em uma unidade de conservação. Brazilian Journal of Development. v.7, n.2, fev. 2021.

DA LUZ, N. B.; DOS SANTOS, D. J.; ANTUNES, A. F. B. Segmentação de imagens e classificação baseada em regras de conhecimento como novas abordagens para o mapeamento do uso da terra no Estado do Paraná. Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Natal, Brasil, INPE, p. 989-996, 2009.

DIAS, A. P., SOUZA, A. A., MAIA, A. B., BERZINS, J. A. F. Complexo Petroquímico do Rio de Janeiro (Comperj): Impactos socioambientais, violação de direitos e conflitos na Baía de Guanabara. Revista Ética e Filosofia Política – Nº 16 –Volume 1 – junho de 2013

FONSECA, L. M. G. Processamento digital de imagens. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), 2000. 105p.

OLIVEIRA, M., COSTA, V. C., FEVRIER, P. R. Monitoramento do uso e cobertura da vegetação na Área de Proteção Ambiental Suruí (Magé - RJ), uma atualização tecnológica - aplicação da plataforma Google Earth Engine. Anais Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Santos-SP. 2019.

PANCHER, A. M. Os Reflexos dos Avanços das Geotecnologias no Estudo da Evolução da Ocupação Urbana. REVISTA GEONORTE, v. 3, n. 5, p. 1694–1706-1694–1706, 2012.

RIMA. Projeto de Implantação do Arco Metropolitano do Rio de Janeiro BR-493/RJ-109. p. 58, 2007.