

Análise das mudanças sazonais da paisagem através das planícies de inundação na Bacia Hidrográfica do Rio São João

Beatriz Costa de Jesus ^{1*}, Phillipe Valente Cardoso ², Vinicius Seabra da Silva ³

¹Mestranda em Geografia, Faculdade de Formação de Professores da Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Brasil (*Autor correspondente: biabixxd.costa@gmail.com)

²Doutor em Geografia, Professor do Departamento de Geografia da Faculdade de Formação de Professores da Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Brasil.

³Doutor em Geografia, Professor do Departamento de Geografia da Faculdade de Formação de Professores da Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Brasil.

Histórico do Artigo: Submetido em: 20/04/2023 – Revisado em: 12/05/2023 – Aceito em: 07/07/2023

RESUMO

O estudo da paisagem, dentro de uma perspectiva Geossistêmica, se torna indispensável em áreas que apresentam grande dinamismo, pois permite a compreensão dos processos e eventos que ocorrem em razão da inter-relação entre os elementos e componentes da paisagem. A Bacia Hidrográfica do Rio São João (BHRSJ) se encontra inserida em uma dessas áreas de grande dinamismo, pois nela é possível encontrar algumas variedades de ambientes e ecossistemas, além das áreas úmidas (Wetlands) que são consideradas como sistemas permanentes ou provisoriamente saturadas. Assim, o presente trabalho pretende analisar através de imagens de radar (Sentinel 1) e utilizando a plataforma do Google Earth Engine (GEE) as mudanças de estado da paisagem pelas estações de cheia e estiagem - essas classificadas como mudanças de média duração. Para tal, serão analisadas a dinâmica de inundação das planícies fluviais (áreas úmidas e/ou Wetlands) na BHRSJ em junho de 2020 e janeiro de 2021, visando entender as transformações ocorridas nesta paisagem. A metodologia acontecerá com a ajuda de técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto, com o uso de um script no GEE.

Palavras-Chaves: Áreas úmidas, GEE, Sentinel 1.

Analysis of seasonal landscape changes across floodplains in the São João River Basin.

ABSTRACT

The study of the landscape, within a geosystemic perspective, becomes indispensable in areas that present great dynamism, as it allows the understanding of the processes and events that occur due to the interrelation between the elements and components of the landscape. The São João River Basin (BHRSJ) is inserted in one of these areas of great dynamism, as it is possible to find some varieties of environments and ecosystems, in addition to wetlands (Wetlands) that are considered as permanent or provisionally saturated systems. Thus, the present work intends to analyze, through radar images (Sentinel 1) and using the Google Earth Engine (GEE) platform, the changes in the state of the landscape by the wet and dry seasons - these classified as changes of medium duration. To this end, the flood dynamics of the river plains (wetlands and/or wetlands) will be analyzed in the BHRSJ in June 2020 and January 2021, in order to understand the transformations that occurred in this landscape. The methodology will happen with the help of geoprocessing and remote sensing techniques, with the use of a script in GEE.

Keywords: Wetlands, GEE, Sentinel 1.

Jesus, B.C., Cardoso, P.V., Seabra, V.S., (2023). Análise das mudanças sazonais da paisagem através das planícies de inundação na Bacia Hidrográfica do Rio São João. *Revista Brasileira de Sensoriamento Remoto*, v.4, n.2, p.39-48.



Direitos do Autor. A revista utiliza a licença *Creative Commons* - CC Atribuição Não Comercial 4.0 CC-BY-NC.

1. Introdução

A paisagem desde a antiguidade foi dotada com diversos significados, um desses era de ser considerada apenas como uma mera representação, sem carregar qualquer carga de conhecimento. Esse fato vai sofrendo modificações através do tempo, até que ocorre a interligação com a Geografia - a partir disso, se inicia a estruturação do conceito de paisagem. A partir das características da sua estrutura que se torna possível verificar seu funcionamento. Já que todos os elementos que contemplam a paisagem são diferentes, suas funções também vão se organizar diferentemente, por isso, se torna necessário observar se essa paisagem pode apresentar ou não algum tipo de dinamismo (Rodriguez et al, 2004).

Uma dessas paisagens que apresenta dinamismo são as áreas úmidas (Wetlands) que, consideradas como sistemas permanentes ou provisoriamente saturadas, de grande dinamismo e importância ambiental. (Gomes, 2017). Dentro desse grupo das Wetlands, encontramos as planícies de inundação, que segundo Borges e Ferreira (2019), podem ser caracterizadas como unidades geomorfológicas que tiveram sua formação através das deposições sedimentares, desenvolvidas pela ação da água.

Ao abordar tais mudanças, é necessário primeiramente entender com que frequência elas ocorrem, para isso deve-se observar sua periodicidade. Segundo Rodriguez et al (2004), as mudanças dinâmicas da paisagem podem ser representadas pela periodicidade e reversibilidade, as quais são ocasionadas como uma resultante dos processos que ocorrem no interior das paisagens, bem como em algumas partes da autorregulação. Desta forma, avaliar os estados da paisagem se configura em uma tarefa muito relevante para estudos voltados para análise geossistêmica. Esta necessidade se faz ainda mais presente em áreas onde as mudanças do estado da paisagem, sendo essas como de: curta (dia e noite), média (entre um dia e um ano) ou longa duração (anual), alterando de forma muito profunda a configuração e funcionamento dos geossistemas (Rodriguez et al, 2004). Para o trabalho, foram escolhidos os estados de média duração, que vão se tratar sobre os estados estacionários, com o período de aproximadamente três meses.

No Brasil, os períodos secos ou de estiagem ocorrem nos meses de inverno e primavera e os úmidos ou de cheia, nos meses de outono e verão. Se faz necessário acompanhar todas essas mudanças que vão ocorrendo com o passar do tempo de maneira rápida e eficiente. As geotecnologias surgem com esse objetivo, além de cada vez mais facilitar o acesso para esses dados, como também o manejo dos mesmos. A plataforma do Google Earth Engine (GEE) agrega algumas dessas facilidades ao ter a capacidade para armazenar e processar muitos conjuntos de dados em nuvem - de maneira rápida e simples. Conta com diversas coleções de imagens de satélite para uso gratuito para pesquisas, além de outros conjuntos de dados vetoriais baseados em Sistemas de Informação Geográfica (SIG) (Mutanga E Kumar, 2019; Zhao et al, 2021).

Dentro dessa gama de coleções de imagens, a escolhida para o trabalho é a Sentinel 1 – SAR, que tem suas principais aplicações no monitoramento terrestre e oceânico. Além de utilizar um sensor de abertura sintética que opera na banda C (entre 8 a 4 GHz ou 3,8 – 7,5 cm), permitindo a obtenção de imagens ao longo do dia por conta da baixa frequência que não encontra barreiras pela atmosfera terrestre. As imagens SAR ainda contam com 4 tipos de polarização, com resoluções espacial de 5 metros, radiométrica de 10bits e temporal de 6 dias. (EMBRAPA, c2022)

Desta forma, o objetivo deste trabalho é analisar as mudanças sazonais da paisagem através da planície de inundação da Bacia Hidrográfica do Rio São João, utilizando imagens de Sentinel 1 -SAR na plataforma do Google Earth Engine.

2. Material e Método

2.1 Área de Estudo

Segundo Christofletti (1981), é preciso ter conhecimento desses processos de forma conjunta para assim compreender como eles atuam modelando a paisagem. A partir disso, o objetivo do trabalho será em torno das planícies de inundação da Bacia Hidrográfica do Rio São João (2160Km²), localizada no Estado do Rio de Janeiro, sendo alvo de diversas transformações. (Figura 1)

Figura 1: Área de localização



Fonte: Os autores (2022)

A primeira delas se deu devido à ação humana, com a construção de cidades e estradas, e a segunda em virtude da utilização da agricultura e do pastoreio como meios de subsistência, além da construção da Represa de Juturnaíba. Com o objetivo de abastecer grande parte da Região dos Lagos, o DNOS (Departamento Nacional de Obras e Saneamento) criou o projeto da represa no final dos anos 60, tendo sua construção concluída em 1984. Em consequência, houve a retificação e canalização dos principais rios e seus afluentes, a fim de escoar água para a represa, que é composta por uma barragem e um reservatório, sendo atualmente abastecida pelos rios São João, Capivari, Bacaxá e das Onças.

É importante ressaltar que essas mudanças na bacia estão diretamente relacionadas à perda de mata ciliar e à grande redução das áreas que antes eram alagadas nas planícies fluviais da região, o que provocou

uma mudança abrupta na paisagem e contribuiu para os impactos socioambientais. (Cunha, 1995; Bidegain E Michael, 2007).

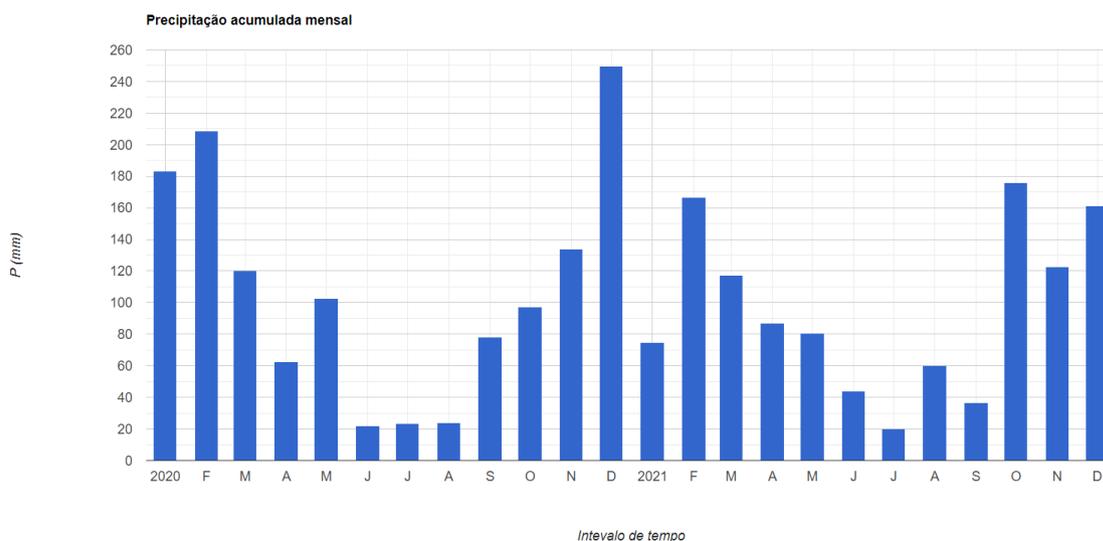
2.2 Procedimento Metodológico

As etapas da metodologia foram executadas através do Google Earth Engine (GEE), que é uma plataforma de computação em nuvem, projetada para armazenar e processar grandes conjuntos de dados (em escala de petabytes) para análise e tomada de decisão final. O arquivo atual de dados inclui dados de outros satélites como a coleção de imagens Landsat, Sentinel e MODIS, bem como conjuntos de dados vetoriais baseados em Sistemas de Informação Geográfica, sociais, demográficos, meteorológicos, modelos digitais de elevação e camadas de dados climáticos. (Mutanga e Kumar, 2019).

Atualmente a plataforma de computação em nuvem mais popular na ciência do sistema terrestre e foi amplamente usada para processar dados relacionados a uma variedade de campos relacionados às mudanças ambientais e entre outros (Zhao et al, 2021). Segundo Florenzano (2011), os usos dessas geotecnologias têm sido muito empregados pela sua facilidade de aquisição de imagens e as plataformas que disponibilizam o seu acesso gratuito. Além de conseguirem atender a demanda com grandes volumes de dados, como também a análise de áreas de grande extensão (Prina & Monguilhott, 2011).

A primeira etapa ocorreu na escolha dos meses de cheia e estiagem, utilizando o script do CHIRPS (*Climate Hazards Group InfraRed Precipitation with Station data*), que conta com um conjunto de dados de precipitação a nível global de mais de 30 anos. O script engloba imagens de satélite de resolução de 0,05°, utilizando dados de estações locais para assim gerar séries temporais de precipitação em grade, para estudar e monitorar as secas sazonais. (DEVELOPERS GOOGLE, c2022a) Com a aplicação do script no ano de 2020 e 2021, foi possível visualizar as precipitações divididas por mês, desta forma, optou-se para a escolha dos meses de julho de 2020, que conta com o valor de 23.534 mm de água para representar o mês de estiagem e janeiro de 2021 somando um valor de 77.774 mm para o mês de cheia, por conta do total de chuva dos meses anteriores (junho – 21.945 mm e dezembro de 2020 – 249.828 mm). (Figura 2)

Figura 2: Gráfico de precipitação anual de chuvas



Fonte: CHIRPS (2022)

Em seguida, houve a construção de um script para a verificação das áreas consideradas como úmidas, seguindo as datas previamente selecionadas. Primeiramente, o recorte de toda Bacia Hidrográfica do Rio São João foi adicionado, como também a houve a escolha da coleção de imagens, que foi a Sentinel-1 SAR GRD: *C-band Synthetic Aperture Radar Ground Range Detected, log scaling*, que tem a capacidade de coletar imagens de radar de abertura sintética (SAR) de banda C. É importante salientar que os dados de radar precisam de alguns condicionantes para o seu funcionamento, como: algoritmos especializados para a obtenção de imagens calibradas e também ortorretificadas, além de outras configurações de instrumentos, resoluções e combinação de bandas e polarizações nas orbitas ascendentes e descendentes (DEVELOPERS GOOGLE, c2022b). É a partir dessas combinações entre as polarizações nas bandas RGB, se torna possível gerar variados tipos de composições que vão facilitar nos mapeamentos de identificação e quantificação das áreas de inundação nos diferentes períodos de análise. Para o trabalho utilizou-se a composição VH, que faz sua transmissão na vertical e tem o recebimento do dado na horizontal (Pereira et al., 2018).

Adiante, houve a adoção de uma função para retirada de bordas, ou seja, para que a coleção de imagens já viesse na extensão exata do recorte e uma função de filtro de nuvens, para que houvesse uma menor quantidade de ruídos nas imagens. Após essas funções, o script principal foi sendo organizado, onde a coleção de imagens entre as datas 10 de julho de 2020 a 20 de julho de 2020 (estiagem) e 11 de janeiro de 2021 a 20 de janeiro de 2021 (cheia) fossem selecionadas e trabalhadas. Ao final do script, houve uma prévia visualização dos resultados, já que o GEE permite esta tarefa. Em seguida, ocorreu à exportação desses dados gerados para o Google Drive e posteriormente, a compilação dos mesmos no software ArcGIS 10.8.

-----Script-----

```
var radar = (ee.ImageCollection("COPERNICUS/S1_GRD")
.filter(ee.Filter.listContains('transmitterReceiverPolarisation','VV'))
.filter(ee.Filter.listContains('transmitterReceiverPolarisation','VH'))
.filter(ee.Filter.or(ee.Filter.eq('orbitProperties_pass', 'DESCENDING'), ee.Filter.eq('orbitProperties_pass',
'ASCENDING'))));

var antes = radar.filter(ee.Filter.date('2020-06-10', '2020-06-20')).filterBounds(bhrs);
var depois = radar.filter(ee.Filter.date('2021-01-10', '2021-01-20')).filterBounds(bhrs);

print(antes) print (depois)

var antes_img = antes.select('VH').mosaic().clip(bhrs);
var depois_img = depois.select('VH').mosaic().clip(bhrs);
var antes_filtrado = ee.Image(toDB(RefinedLee(toNatural(antes_img))));
var depois_filtrado = ee.Image(toDB(RefinedLee(toNatural(depois_img))));
var alagado = antes_filtrado.gt(-20).and(depois_filtrado.lt(-20));
var mask_alagado = alagado.updateMask (alagado.eq(1));
var agua = antes_filtrado.lt(-20).and(depois_filtrado.lt(-20));
var mask_agua = agua.updateMask(agua.eq(1));
print("Total District Area (Ha)", bhrs.geometry().area().divide(10000))

var stats = mask_alagado.multiply(ee.Image.pixelArea()).reduceRegion({
reducer: ee.Reducer.sum(),
geometry: bhrs,
```

```

scale: 10,
maxPixels: 1e13,
tileScale: 16 })
print(stats);

var flood_area = ee.Number(stats.get('sum')).divide(10000).round(); print('alagado(Ha)', alagado)

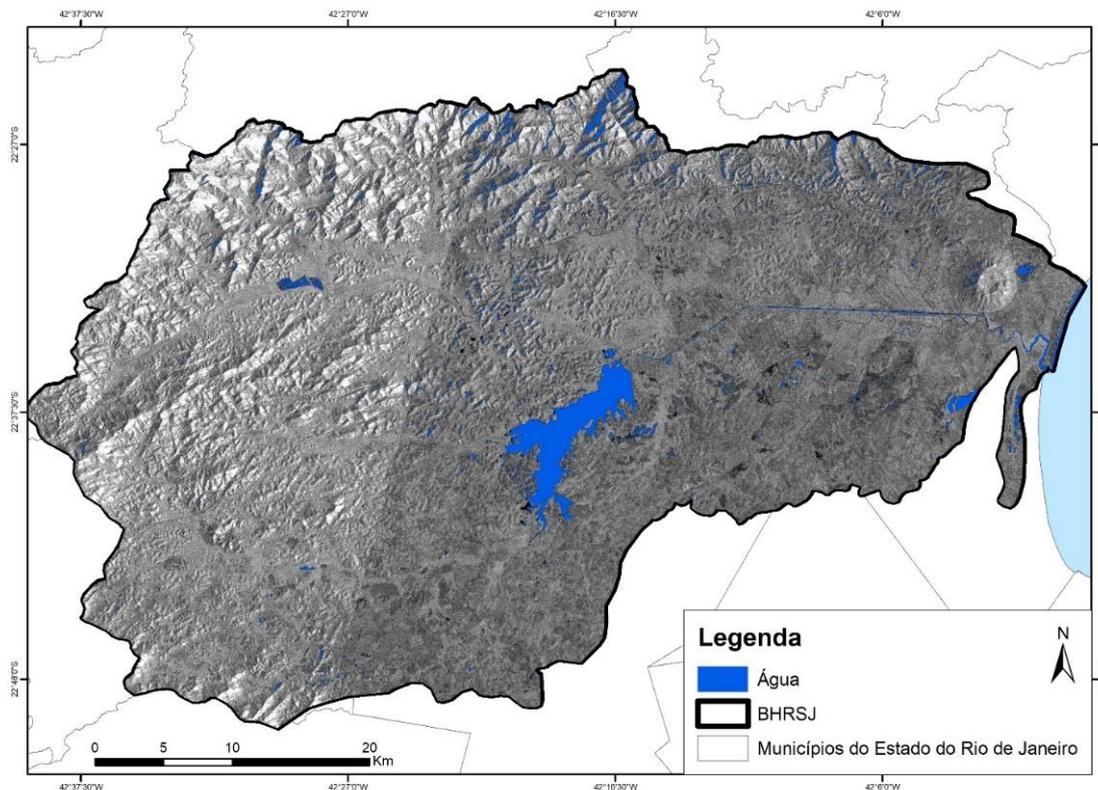
```

-----Script-----

3. Discussão de resultados

Como resultado houve a confecção final de duas imagens de radar, uma de cheia que aponta algumas pequenas regiões alagadas e outro de estiagem, que visivelmente apresenta menores áreas. Ao contabilizar a área na época de estiagem, se obteve uma área total de 55,8 Km², cerca de 2,5% de toda bacia, composta pelos rios, seus afluentes e os canais retinizados (Figura 3).

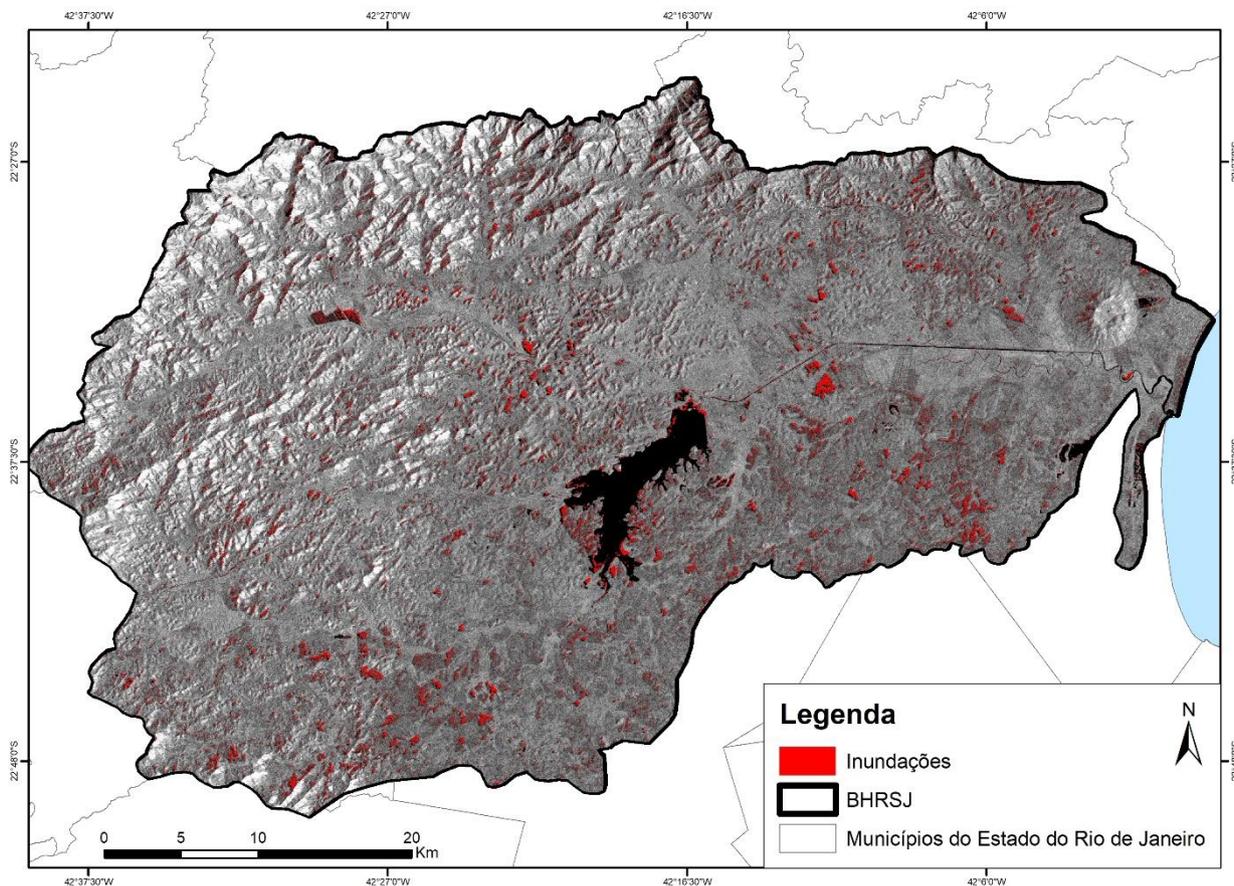
Figura 3: Mapa sazonal de estiagem



Essas áreas estão localizadas em sua maioria, próximas ao canal do Rio São João e alguns de seus afluentes, que foram retinizados nas obras feitas pelo extinto Departamento nacional de obras e saneamento (DNOS) na década de 60 – com o principal objetivo de aumentar o abastecimento de água na região dos Lagos. Além disso, é através da baixa retenção de água, somado com a velocidade dos escoamentos dos canais, que se inicia uma acentuada erosão nas margens fluviais - por conta do possível restabelecimento do

equilíbrio dinâmico dos rios pela sua antiga delimitação em curvas (Pimenta et al, 2021). Ao conflitar com as inundações ocorridas no mês de janeiro, foi constatado que havia cerca de 58,5 Km² de áreas alagadas, ou seja, aproximadamente 2,7% em toda bacia. (Figura 4)

Figura 4: Mapa sazonal de cheia



Fonte: Os autores (2022)

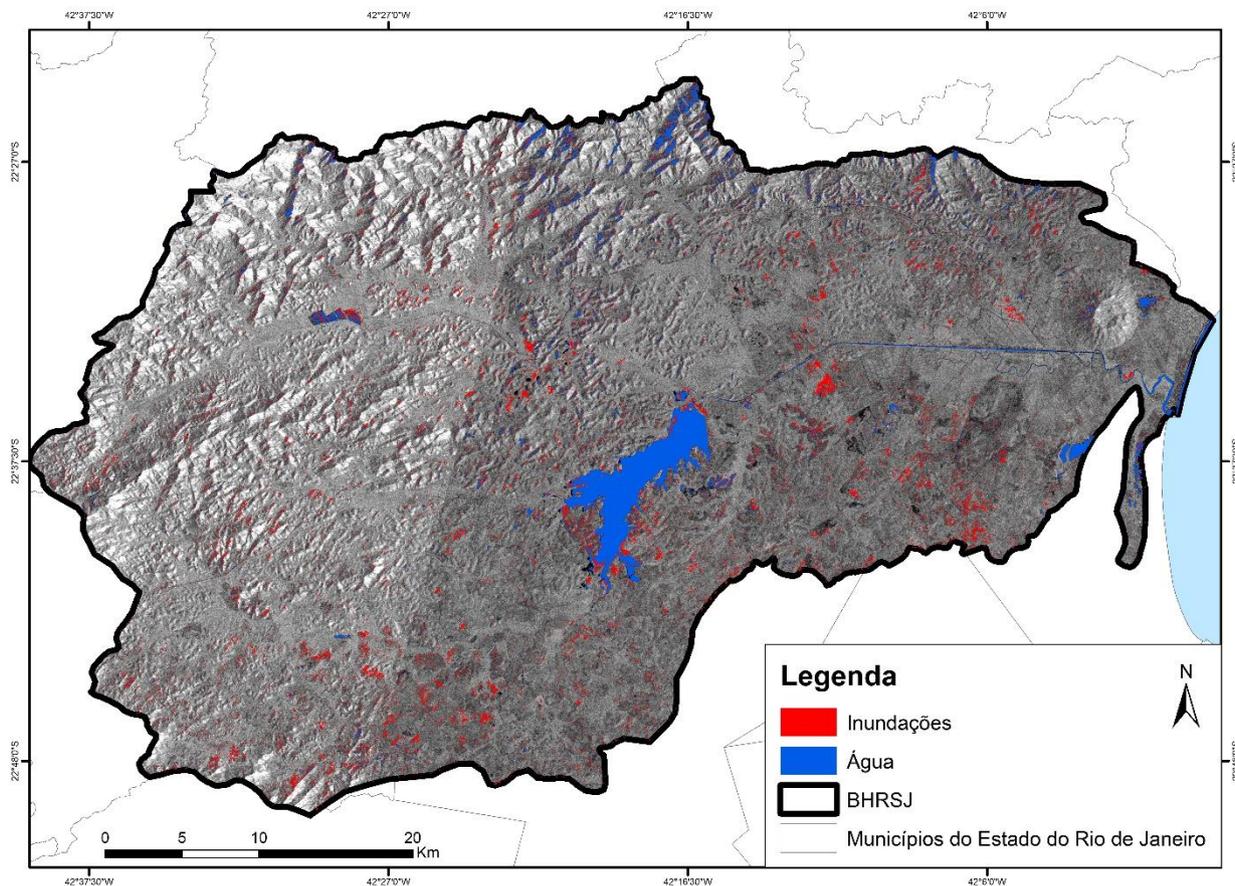
Mesmo com uma pouca diferença numérica, esses campos alagados são alvos de conflitos dentro da bacia, principalmente entre a represa de Juturnaíba, os proprietários rurais, os assentados e acampados. Segundo o ICMBio (2008), com as fortes chuvas, há também um maior alagamento dessas áreas - justamente pela barragem da represa, trazem prejuízos aos agricultores localizados à montante da represa.

Ambos entram em disputa pela abertura das comportas da barragem, para que a água acumulada siga pelo baixo curso do Rio São João, no entanto, há moradores do assentamento Sebastião Lan I e do acampamento Sebastião Lan II, que residem no local e por isso também seriam afetados por essas áreas úmidas. (ICMBio,2008) Na bacia, é possível encontrar diversos pontos de locais agropastos, que eram de uso elevado em décadas passadas. Além de algumas características físicas vistas anteriormente, foi através dessas extensas plantações que o solo foi perdendo algumas de suas principais propriedades, que auxiliavam na infiltração da água no solo. Na década de 80, foi houve a conversão das áreas agrícolas em pastagens, com foco para o gado leiteiro e de corte.

Simões (2021) aponta que este fato aconteceu por conta dos produtores que migraram para as grandes cidades e o restante acabou trocando as plantações de cítricos para uma pecuária extensiva. Essa mudança foi à resposta encontrada para contornar a economia local e foi tendo sua expansão com o passar dos anos. As áreas de pastagem colaboraram efetivamente para a compactação do solo, outro fator que somado a perda de propriedades do solo, causou o aumento das áreas alagadiças.

É importante salientar que mesmo com todos os scripts e operações utilizadas, foram encontradas algumas disparidades já que houve confusão com locais de sombra nas encostas da Serra do mar e outros pontos específicos de pastagens desnudas. (Figura 5)

Figura 5: Mapa Sazonal (cheia e estiagem)



Fonte: Os autores (2022)

Ao conflitar os resultados, foi possível visualizar de maneira comparativa até onde as inundações podem se estender nos períodos de cheia, o maior destaque se encontra ao redor da represa de Juturnaíba, já que consegue armazenar cerca de 100 milhões de m³, segundo Cunha (1995). Os antigos locais de extrações de areia se situam próximo ao Morro São João e nos bairros de Nova Califórnia e Samburá no município de Cabo Frio, foram identificados como água no período de estiagem, por conta do acúmulo de água das chuvas e por não terem um sistema de escoamento, acabam evaporando com o passar do tempo. A classe água apresentou algumas confusões com as sombras das encostas da Serra do Mar, como também em pastagens desnudas – da mesma forma que a classe das inundações.

4. Conclusão

A partir do mapeamento de áreas úmidas na Bacia Hidrográfica do Rio São João através de imagens de radar (SAR), gerou resultados positivos e que justificam o quão plausível se torna o uso das geotecnologias para estudos sazonais. O Google Earth Engine demonstrou um excelente desempenho tanto pelas operações dos scripts quanto pela rapidez, facilidade e gratuidade da plataforma. Validando que independente do objetivo, o software se mostra capaz de auxiliar o usuário.

A mudança sazonal fica evidente na sobreposição das imagens SAR, foi de grande ajuda na identificação das áreas úmidas. Mas, infelizmente com a confusão do GEE e através dos parâmetros utilizados, se faz necessário o uso de outras operações para melhor identificação mais detalhada das áreas de inundação em estudos próximos, como por exemplo, a utilização de um modelo digital de elevação ou até mesmo um modelo 3D, permitindo uma melhor análise.

Em suma, o objetivo do presente trabalho, foi de certa maneira completado. A partir da análise dos mapas de cheia e estiagem, se tornou viável identificar os principais focos das áreas alagadas, como também observar quais ações possibilitaram o fator da mudança que vem ocorrendo desde tempos passados. Por fim, o trabalho foi capaz de fornecer um banco de dados, que pode servir de base para trabalhos futuros.

5. Agradecimentos

Agradecimentos à instituição CAPES, que possibilitou que essa pesquisa conseguisse ser efetuada, ao grupo de Pesquisa Dinâmicas Ambientais e Geoprocessamento, da Faculdade de Formação de Professores (UERJ).

6. Referências

Bidegain, P. Michael, C. **Bacias Hidrográficas dos rios São João e das Ostras - Águas, terras e conservação ambiental**. Consórcio Intermunicipal para Gestão das Bacias Hidrográficas da Região dos Lagos, Rio São João e Zona Costeira - CILSJ. 2007. Disponível em: . Acesso em: 10 mar. 2023.

Borges, F. O. Ferreira, V. O. Planícies de inundação e áreas inundáveis: análise comparativa dos conceitos mediante aplicação nas bacias hidrográficas do Ribeirão Bom Jardim e Rio das Pedras, Triângulo Mineiro. **Revista Cerrados**, Montes Claros–MG, v.17, n.1, p. 114-130, jan./jun.-2019. Disponível em. Acesso em: 08 abr. 2023.

Christofolletti, A. **Geomorfologia Fluvial**. São Paulo: Edgard Blücher, 1981, p.292.

Cunha, S.B. **Impactos das Obras de Engenharia sobre o Ambiente Biofísico da Bacia do Rio São João (Rio de Janeiro - Brasil)**. Lisboa: Tese de Doutorado do Programa de Pós-graduação em Geografia da Universidade de Lisboa, 1995. 3- 18 p.

Developers Google. **CHIRPS Daily**, c2022. Disponível em: Acessado em 21 jun. 2022 _____ . Sentinel 1, c2022. Disponível em: < <https://developers.google.com/earth-engine/guides/sentinel1>> Acessado em 21 fev. 2023

Embrapa. **Satélites de monitoramento**, c2022. Disponível em . Acessado em: 20 fev. 2023

Florenzano, T.G. **Iniciação em Sensoriamento Remoto**. 3ª Edição. São Paulo: Oficina de Textos, 2011.

Gomes, C. S. **Bases teórico-conceituais e subsídios para a classificação hidrogeomorfológica das áreas úmidas em Minas Gerais.** 2017. 212 f. Dissertação (mestrado) – Departamento de Geografia – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2017 ICMBio. Plano de Manejo da Área de Proteção Ambiental da Bacia do Rio São João / Mico-Leão-Dourado. Brasília: ICMBio/MMA, 2008.p15-60.

Mutanga, O. and Kumar, L. (2019) Google Earth Engine Applications. **Remote Sensing**, 11, Article No. 591. Acessado em 20 de jan. 2023.

Pereira, G. H. A. ; Cechim Junior, C. ; Fronza, G. ; Deppe, F. . Uso da plataforma Google Earth Engine para análise multitemporal de imagens SAR para detecção de variações de áreas inundadas no Pantanal. In: 7 **Simpósio de Geotecnologias no Pantanal**, 2018, Jardim, MS. Anais do 7° GeoPantanal, 2018.

Pimenta, M.L.F. Cruz, C.B.M. Vicens, R.S. **A reconstituição paleogeográfica como subsídio à renaturalização fluvial do alto rio São João.** In: Cruz, C.B.M. Richter, M. Seabra, V. Um olhar para o São João - 1ª ed. – Rio de Janeiro: Autografia,2021. p. 129-168.

Prina, B. Z.; Monguilhott, M. Análise das transformações da paisagem de áreas próximas ao rio Jaguari aplicando técnicas de sensoriamento remoto em imagens do satélite TM Landsat-5. In: **XV Simpósio de Sensoriamento Remoto**, 2011, Curitiba.

Rodriguez, J. M. M., Silva, E.V., Cavalcanti, A.P.B. **Geocologia das Paisagens: uma visão geossistêmica da análise ambiental.** Fortaleza: Editora UFC, 2004.

Simões, E. **Uso da Terra e transformações socioespaciais na paisagem rural da Bacia do Rio São João entre os anos de 1985 e 2010.** In: Cruz, C.B.M. Richter, M. Seabra, V. Um olhar para o São João - 1ª ed. - Rio de Janeiro: Autografia,2021.p.53-90.

Zhao, Q.; Yu, L.; Li, X.; Peng, D.; Zhang, Y.; Gong, P. Progress and Trends in the Application of Google Earth and Google Earth Engine. **Remote Sens.** 2021, 13, 3778. Acessado em 15. jan. 2023