

Secretaria do Patrimônio da União

MANUAL DE PROCEDIMENTO OPERACIONAL PADRÃO POP/CDSPU 02 – VERSÃO 1.0 - SENSORIAMENTO REMOTO – PROCESSAMENTO DIGITAL DE IMAGENS COM USO DE GOOGLE EARTH ENGINE (GEE)

O Procedimento Operacional Padrão - POP dos processos relacionados à caracterização do patrimônio no contexto no âmbito da SPU.

CRÉDITOS

Departamento de Caracterização e Incorporação de Imóveis

Thaís Brito de Oliveira

Coordenação-Geral de Demarcação

Nicollas Milani Simões Silva (substituto)

Assessoria Técnica

Jéssica Carvalho Vianna Có

Conselho de Demarcadores do Patrimônio da União

Antônio Carlos Libonati

Diego Pinheiro de Menezes

Gustavo Henrique Damasceno

Ícaro Azevedo da Silva

Ildette França

Josiane Aline da Silva

Luiz Carlos Costa

Nicollas Milani Simões Silva

Osmar Samir Serrão Baxe

POP Sensoriamento Remoto – Processamento de Imagens com Uso de Google Earth Engine (GEE)

Diego Pinheiro de Menezes

Prof. Dr. Éder Merino

Prof. Dr. Roberto Arnaldo Trancoso Gomes

Prof. Dr. Renato Fontes Guimarães

Pablo Pozzobon de Bem

Antônio Afonso Cordeiro

Ícaro Azevedo da Silva

Jennifer dos Santos Borges

Osmar Samir Serrão Baxe

Apresentação e Diagramação

Diego Pinheiro de Menezes

Apoio

Laboratório de Sistemas de Informações Espaciais (LSIE) da
Universidade de Brasília (UnB)

ZAGO Consultoria

SUMÁRIO

Apresentação	03
1. Introdução	04
2. Acesso e criação de conta de usuário no Google Earth Engine	05
3. Elementos do ambiente de código do Google Earth Engine	05
4. Pesquisa em catálogo de dados do GEE	07
5. Criando um primeiro código no GEE	07
6. Acesso a dados geoespaciais para a caracterização dos terrenos de domínio da União	08
6.1 Acesso ao Global Surface Water (GSW)	09
6.2 Análise de Frequência fluvial com uso de imagens Copernicus Sentinel 2	09
6.3 Geração de índice NDWI com imagens LANDSAT 8	09
6.4 Acesso ao Dynamic World (DW)	09
6.5 Acesso ao Mapbiomas Água	10
6.6 Acesso ao Global Mangrove Forests (GMF)	10
6.7 Extração de superfícies alagadas com imagens Sentinel 1A e 1B	10
6.8 Extração de superfícies alagadas com imagens Sentinel 2	10
6.9 Extração de superfícies alagadas com imagens Dove/Planet	11
6.10 Uso de dados climáticos CHIRPS no apoio à seleção de imagens	11
6.11 Acesso ao Modelo Digital de Superfície Copernicus / Sentinel 1	11
7. Desenhando uma geometria no Google Earth Engine	12
8. Importando uma geometria complexa no Google Earth Engine	13
9. Exportando dados Raster para o Google Drive	13
10. Conversão de dado geoespacial Raster para Shapefile no QGIS	14
11. Edição vetorial de feições convertidas em Shapefile no QGIS	15
11.1 Vetorização das porções visíveis não identificadas nos algoritmos de classificação	17
11.2 Uso de imagens com resolução espacial semelhante para uso no refinamento das feições vetoriais	18
11.3 Padronização de atributos e metadados no shapefile resultante	24
Referências bibliográficas	25
ANEXOS	
I – Glossário	28
II – Matriz de Decisão para seleção de dados geoespaciais no Google Earth Engine	38
III - Fluxo para extração de dados geoespaciais no Google Earth Engine	41

APRESENTAÇÃO

O Procedimento Operacional Padrão (POP) é um manual técnico-administrativo que esclarece as etapas do trabalho a serem executadas, sendo uma descrição detalhada de todas as medidas necessárias para a realização de uma tarefa. Um POP detalha um roteiro padrão para a realização de determinado processo e é elaborado para que os desvios de execução sejam mínimos e para que seja mantida a qualidade de entrega do produto. Desta forma, a atividade em apreço objetiva apresentar um método consistente e passível de fácil reprodução para o processamento digital de imagens obtidos por Sensoriamento Remoto para a caracterização das áreas de domínio indubitável da União, entre outras orientações relacionadas aos procedimentos envolvidos na caracterização do patrimônio da União.

Neste sentido, o Procedimento Operacional Padrão – POP/CDSPU foi idealizado para conferir segurança técnica e administrativa aos servidores envolvidos em procedimentos demarcatórios do patrimônio da União, garantindo a execução padronizada das atividades, aumentando assim a eficiência e agilidade, diminuindo as não conformidades e erros subjetivos, e integrando as informações obtidas pela SPU e parceiros nas diferentes regiões brasileiras.

O presente documento trata do Procedimento Operacionais Padrão (POP) intitulado “SENSORIAMENTO REMOTO – PROCESSAMENTO DIGITAL DE IMAGENS COM USO DE GOOGLE EARTH ENGINE (GEE)”, voltado especificamente ao uso desta plataforma para extração de máscaras com base em dados obtidos por Sensoriamento Remoto com vistas ao subsídio de processos de posicionamento da Linha Média das Enchentes Ordinárias (LMEO) e da Linha do Preamar Médio (LPM).

Ao final deste documento estão disponíveis ainda, links para acompanhamento de atualizações dos normativos, além de ações referentes ao Plano Nacional de Caracterização na Secretaria de Coordenação e Governança do Patrimônio da União (SPU).

Dada a permanente evolução das técnicas de Sensoriamento Remoto e Processamento Digital de Imagens, espera-se que este primeiro Manual POP seja objeto de revisão periódica, à medida em que este documento seja aplicado pelos servidores da SPU e demais usuários interessados.

**Departamento de Caracterização e Incorporação de Imóveis
Coordenação-Geral de Incorporação do Patrimônio
Conselho de Demarcadores do Patrimônio da União**



POP – PROCEDIMENTO OPERACIONAL PADRÃO

CARACTERIZAÇÃO DO PATRIMÔNIO

DATA: 18 / 01 / 2024

POP
CDSPU
02/2024

SENSORIAMENTO REMOTO – PROCESSAMENTO DIGITAL DE IMAGENS COM USO DE GOOGLE EARTH ENGINE (GEE)

Versão 1.00

FINALIDADE:

Orientar sobre os procedimentos a serem observados para o acesso e análise de dados institucionais relacionados à caracterização do patrimônio, conforme Art. 60 da IN nº 28/22.

PERIODICIDADE:

Variável

APLICATIVOS/SISTEMAS UTILIZADOS:

Google Earth Engine, Google Drive, QGIS

RESPONSÁVEL(EIS) PELA EXECUÇÃO:

Servidores que atuam em processos demarcatórios na CGIPA e nas Superintendências do Patrimônio da União localizadas em cada Unidade da Federação (UF).

1. INTRODUÇÃO

O Sensoriamento Remoto pode ser conceituado como a aquisição de informações sobre objetos a partir da detecção e mensuração de mudanças que estes impõem ao campo eletromagnético, voltados para a aplicações para levantamento e monitoramento de recursos terrestres, estudos oceanográficos, cartografia, e mapeamento temático (NOVO, 2008).

Os últimos 50 anos de desenvolvimento científico e tecnológico testemunharam o crescimento exponencial da oferta e distribuição de dados obtidos por sensoriamento remoto. Os dados antes restritos à observação de satélites meteorológicos ou geoestacionários de média resolução, evoluíram para as imagens de alta resolução com possibilidades, até mesmo, de coleta em tempo real ou de recorrência diária (sob demanda), além do advento dos microssatélites e dos veículos aéreos não transportados.

Paralelamente, as análises passaram do tradicional método analógico dominante nos anos 1970 e 1980 para o apoio semianalógico com emprego das técnicas de CAD e Geoprocessamento nos anos 1980 e 1990, à popularização das aplicações de processamento digital entre os anos 1990 e 2000 baseados em classificações per pixel ou, posteriormente, em regiões e objetos, até o advento da mineração de dados e do processamento em nuvem após 2010.

Dentre estas ferramentas destaca-se o Google Earth Engine. Aberto inicialmente a pesquisadores e à comunidade científica, o Google Earth Engine (GEE) é uma plataforma que combina um catálogo de vários petabytes de imagens de satélite e conjuntos de dados geoespaciais com recursos de análise em escala planetária. Cientistas, pesquisadores e desenvolvedores usam o GEE para detectar mudanças, mapear tendências e quantificar diferenças na superfície da Terra.

Uma API é uma maneira de se comunicar com os servidores do Google Earth Engine. Permite ao usuário especificar o cálculo desejado e, em poucos instantes, receber o resultado de forma tabular, vetorial ou matricial (raster). O GEE foi projetado para que os usuários não precisem se preocupar com a configuração física da plataforma, mas simplesmente especifiquem sua demanda em forma de código, ocultando os detalhes da implementação dos usuários. A interface gráfica da API também torna o Earth Engine amigável para usuários não familiarizados com interfaces fechadas de código (adaptado de CARDILLE et al., 2022.)

O GEE permite acessar um extenso catálogo de imagens de satélite e outros dados geoespaciais em um formato pronto para análise, . O catálogo de dados é combinado com poder de computação escalável apoiado pelos data centers do Google e APIs flexíveis que permitem que você implemente perfeitamente seus fluxos de trabalho geoespaciais existentes. Isso permite análise e visualização em escala global de ponta.

Para quem nunca acessou esta ferramenta, uma primeira experiência é possível através do Google Earth Engine Explorer através do endereço <https://explorer.earthengine.google.com/>

2. ACESSO E CRIAÇÃO DE CONTA DE USUÁRIO NO GOOGLE EARTH ENGINE

Para ter acesso ao Google Earth Engine, é necessário ter uma conta Google e preencher o formulário disponível em <https://signup.earthengine.google.com/> . Em seguida, o usuário receberá um e-mail de confirmação intitulado "Welcome to Google Earth Engine" com instruções de acesso.

Cabe ressaltar que o Google possui uma política de termos de serviço (<https://earthengine.google.com/terms>) que proíbe, por exemplo, a criação de múltiplas contas por um mesmo usuário por ser interpretado como meio de violação do uso de cotas de armazenamento.

Ressalta-se ainda que os dados gerados no GEE e descarregados no Google Drive não obedecem aos padrões estabelecidos na ET-EDGV-SPU. Logo, o usuário ao converter o produto raster gerado no GEE em Shapefile (item 8 deste manual), além da edição vetorial, deverá proceder a estruturação do Shapefile em conformidade com a orientação do Manual POP/CGCIG 01 (SPU/SEDDM/ME, 2021).

3. ELEMENTOS DO AMBIENTE DE CÓDIGO DO GOOGLE EARTH ENGINE

Ao acessar <https://code.earthengine.google.com/> o usuário se depara com a tela ilustrada na Figura 3.1. seguinte.

- 1 - Gerenciador de códigos (scripts)
- 2 - Documentação de APIs (comandos)
- 3 - Assets – dados gerados/carregados em nuvem
- 4 - Menu Ajuda
- 5 - Feedback
- 6 - Conta Google

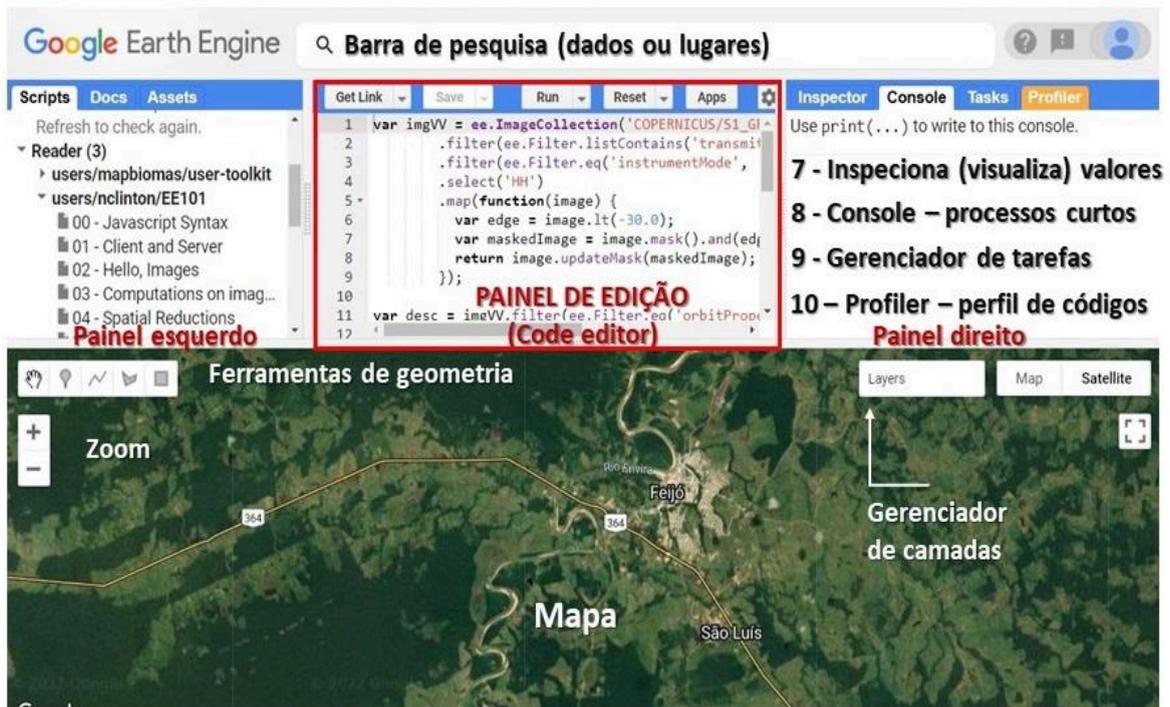


Figura 3.1. Componentes do ambiente de código do Google Earth Engine

3.1 Painel de edição / código (Code editor)

- a. O painel de edição é o ambiente onde usuário edita seu código no GE;
- b. Notar que o botão “Run”executa o código desenvolvido neste painel;
- c. Destaca-se ainda os botões “Save” e “Reset”, respectivamente para salvar e limpar o código desenvolvido;

3.2 Painel direito

- a. A aba “Console” para impressão na tela de processos de curta duração;
- b. A aba “Inspector” permite ao usuário visualizar (inspecionar) dados da camada ativa do mapa;
 - i. A escala no mapa é associada com o nível de zoom;
- c. A aba “Tasks” permite o acesso aos dados resultantes dos processos de longa duração.

3.3 Painel esquerdo

- a. A aba “Scripts” lista os códigos exemplos e aqueles criados pelo usuário;
- b. A aba “Docs” apresenta a documentação de referência do GEE, incluindo seus objetos e métodos;
- c. A aba “Assets” para a gestão de novos dados (assets) criados pelo usuário.

3.4 Mapa interativo (Map)

- a. Para visualização, em mapa, dos dados processados conforme instruções do código desenvolvido no Painel de edição;
- b. Apresenta os controles das camadas no botão “layers”;
- c. Permite a criação de feições vetoriais (ponto, linha polígono) no botão “geometry”.

3.5 Barra de pesquisa (Search bar)

- a. Ferramenta para pesquisa de lugares e coleções de dados.

3.6 Obter link do código (Get link button)

- a. Criação de um link compartilhável que apresenta um código em um dado momento de seu desenvolvimento.

3.7 Menu de ajuda (Help menu)

- a. User guide – documentação de referência;
- b. Help forum -Grupo de discussão do GEE;
- c. Shortcuts – Teclas de atalho de funções do GEE;
- d. Feature Tour – visão geral do GEE;
- e. Feedback – espaço para o usuário expressar suas impressões sobre o GEE;
- f. Suggest a dataset – espaço para o usuário sugerir a adição de novas coleções de dados (de forma gratuita) para o GEE.

4. PESQUISA EM CATÁLOGO DE DADOS DO GEE

O GEE fornece uma variedade de dados de alcance global. Estes dados podem ser imagens de satélite como também, produtos de imagens de satélite e/ou produtos de instituições credenciadas na GEE. Estes produtos podem estar em formato de imagens e/ou vetorial, podendo ser objeto de pesquisa na página de catálogo do GEE (abaixo) na qual é possível encontrar as informações essenciais de cada conjunto de dados como, por exemplo, natureza (imagem ou vetor), resolução espacial, tipo do sensor, alcance (global ou regional), disponibilidade temporal e a devida referência bibliográfica. Recomenda-se explorar a página de catálogo para todos os usuários do GEE, do iniciante ao avançado.

<https://developers.google.com/earth-engine/datasets/catalog>

5. CRIANDO UM PRIMEIRO CÓDIGO NO GEE

O portal de desenvolvedores do Google Earth Engine possui atualmente vasta documentação que permite o usuário iniciante a elaborar seus primeiros códigos ou adaptar códigos já existentes de acordo com suas necessidades:

<https://developers.google.com/earth-engine/>

Recomenda-se também (para todos os usuários) a consulta ao eBook “Cloud-Based Remote Sensing with Google Earth Engine: Fundamentals and Applications” (CARDILLE et al., 2022) disponível em língua inglesa para acesso em <https://www.eefabook.org/>

Para usuários iniciantes é necessário distinguir o uso de vírgulas, pontos, parênteses, colchetes e colchetes em comentários e no uso na criação de variáveis e parâmetros nos códigos em construção no GEE como no exemplo seguinte. E tudo que estiver depois //é um comentário sobre parte do código.

Este primeiro código de exemplo mostra ao usuário como extrair (e exportar para Google Drive) uma imagem de uma coleção de imagens (ImageCollection), usando neste caso a coleção de imagens do sensor Landsat 8 com especificações de parâmetros de visualização (bandas e limiares), tempo (data) e espaço (geometria).

```
//Usuário digita o par de coordenadas
var geometry = ee.Geometry.Point([-68.09, -9.97]);
//Acesso ao catálogo Landsat 8, com filtro de data e geometria
var composite = ee.ImageCollection('LANDSAT/LC08/C02/T1_RT_TOA')
    .filterDate('2021-09-01', '2021-09-20')
    .filterBounds(geometry);
//Centraliza o mapa de acordo com a geometria
Map.centerObject(geometry, 9);
//Adiciona a Composição Colorida como nova camada
Map.addLayer(composite, {bands: ['B4', 'B3', 'B2'], max: 0.27}, 'Composição');
```

As cores do código¹ de demonstração nos ajuda a compreender sua estrutura:

Em verde estão os comentários. Para uma linha se inicia com //, enquanto para duas ou mais linhas inicia-se com /* e conclui com */.

Em violeta estão os algoritmos e funções específicas

Em vermelho estão objetos expressos em texto ou número

Em azul estão números associados a parâmetros (extensão, comprimento etc.)

Em preto está todo o resto, mas essencialmente os nomes de variáveis.

Experimente fazer mesmo, copiando e colando este código

<https://code.earthengine.google.com/> e, depois, executando-o (botão RUN) ou, se preferir, acesse o código completo em:

<https://code.earthengine.google.com/4a5e6897e23ba887595f21260ec4681a>

O tópico de exportação para o Google Drive será tratado separadamente no **item 9** deste documento.

6. ACESSO A DADOS GEOESPACIAIS PARA A CARACTERIZAÇÃO DOS TERRENOS DE DOMÍNIO DA UNIÃO

Por tratar-se de um documento que visa familiarizar o usuário iniciante com o Google Earth Engine, dentre as dezenas de conjuntos de dados e imagens brutas disponíveis para acesso e análise espacial, foram reunidos e adaptados sete códigos que contemplam algumas das demandas de um processo demarcatório:

- Extração de superfície inundada de águas interiores e áreas costeiras com foco na análise histórica de mudanças do corpo d'água analisado;
- Extração de superfície inundada de águas interiores e áreas costeiras com foco em datas coincidentes ou próximas às cotas da média das enchentes ordinárias (MEO) e da Linha do Preamar Médio (LPM) de 1831.
- Extração de superfície inundada de águas interiores e áreas costeiras a partir de classificações prontas disponibilizadas em conjuntos de dados do Google Earth Engine;

¹ Os códigos Google Earth Engine são baseados nas linguagens JavaScript e Python

- Consulta aos dados de precipitação para apoio na pesquisa e seleção de cenas multiespectrais, RADAR, ou demais produtos.

Os conjuntos de dados encontrados são descritos na sequência

6.1 **Acesso ao Global Surface Water (GSW)**

Conjunto de dados exclusivamente desenvolvido para o mapeamento de água interiores e costeiras, com uso de aproximadamente 3 milhões de cenas do acervo LANDSAT através do banco de imagens disponível no Google, apresentando as mudanças relacionadas à extensão, redução, incremento, recorrência e sazonalidade de corpos d'água ao longo de 37 anos (1984 a 2021).

Período disponível de imagens em acervo: **de 16/03/1984 até 01/01/2022.**

Resolução espacial: 30 metros

Permite refinar data? NÃO, são máscaras para cada ano analisado.

Chave de acesso no GEE: 'JRC/GSW1_4/GlobalSurfaceWater'

Referência: PEKEL et al. (2016).

Código para exploração:

<https://code.earthengine.google.com/545541a4571bdfd04c6e7a5c2104430f>

6.2 **Análise de Frequência fluvial com uso de imagens Copernicus Sentinel 1**

O código seguinte foi desenvolvido pela equipe do Laboratório de Sistemas de Informações Espaciais (LSIE) da Universidade de Brasília (UNB) para processar imagens do satélite Sentinel-1 e calcular diferentes métricas relacionadas à água em uma região específica definida pelo usuário (através de geometria). As métricas analisadas são:

O cálculo e a visualização da frequência média de inundação, da frequência de inundação superior a 90% e das mudanças temporais considerando biênios e triênios.

Código para exploração:

<https://code.earthengine.google.com/bba88b1e85f430e76d0e4234fcc04cfb>

6.3 **Geração de índice NDWI com imagens LANDSAT 8**

O código seguinte foi desenvolvido pela equipe do Laboratório de Sistemas de Informações Espaciais (LSIE) da Universidade de Brasília (UNB) com o objetivo de calcular e visualizar o Índice de Umidade (Água) pela Diferença Normalizada (NDWI) a partir de imagens do satélite LANDSAT 8, podendo ser adaptado para os demais satélites LANDSAT (5, 7 e 9). Código para exploração:

<https://code.earthengine.google.com/e4871cb4d449352ff91a18429efdeb77>

6.4 **Acesso ao Dynamic World (DW)**

O Dynamic World é um conjunto de dados de uso/cobertura da terra com resolução, desenvolvido a partir da classificação em nuvem de milhares de cenas do acervo Sentinel-2, resolução espacial de 10 metros, o qual inclui probabilidades de classes e informações de rótulos para nove classes: água; árvores, gramíneas; vegetação alagada; arbustos; culturas anuais; área construída; solo nu; gelo e neve. A facilidade em filtrar estas classes para um intervalo temporal desejado (semanas, meses ou ano) e, também, em isolar classes específicas mostrou-se muito útil ao mapeamento de águas interiores e costeiras, porém apenas desde junho/2015.

Período disponível de imagens em acervo: **de 23/06/2015 até o presente.**

Resolução espacial: 10 metros

Permite refinar data? SIM

Chave de acesso no GEE: "GOOGLE/DYNAMICWORLD/V1"

Referência: BROWN et al. (2022).

Código para exploração:

<https://code.earthengine.google.com/a1b5cae8f2de7f2a0b871ae84d2f589f>

6.5 **Acesso ao Mapbiomas Água**

Trata-se de uma máscara da classe água do conjunto de dados Mapbiomas, baseado na classificação de imagens do acervo LANDSAT com base em modelo de mistura espectral e classificação baseada em pixel, amplamente disseminado no Brasil e América do Sul para análise de mudanças, sobretudo desmatamento e degradação florestal, porém úti também a análise de mudanças em corpos d'água interiores e costeiros, porém apenas a extensão total de acordo com mês e ano dentro do intervalo de 1985 a 2021.

Período disponível de imagens em acervo: de 01/01/1985 a 01/01/2022

Permite refinar data? NÃO, são máscaras para cada ano e mês analisado.

Resolução espacial: 30 metros

Chave de acesso no GEE: "projects/mapbiomas-workspace/TRANSVERSAIS/AGUA5-FT"

Referência: SOUZA et al. (2019).

Código para exploração:

<https://code.earthengine.google.com/360e9b85313d74113960362ab5ff3dd2>

6.6 **Acesso ao Global Mangrove Forests Distribution (GMF)**

O GMF foi desenvolvido com uso de cenas LANDSAT do ano 2000. Mais de 1.000 cenas foram classificadas usando técnicas híbridas de classificação de imagens digitais supervisionadas e não supervisionadas. De abrangência global, é um conjunto com uso disseminado na identificação de áreas prioritárias para conservação.

Período disponível de imagens em acervo: de 01/01/2000 até 01/01/2001

Permite refinar data? NÃO, máscara contempla período único de 12 meses.

Resolução espacial: 30 metros

Chave de acesso no GEE: LANDSAT/MANGROVE_FORESTS

Referência: GIRI et al, (2013).

Código para exploração

<https://code.earthengine.google.com/2f1b9fd85097a75fdbccc2c8f8e4b5c4>

6.7 **Extração de superfícies alagadas com imagens Sentinel 1A e 1B**

O catálogo Sentinel-1A/1B fornece dados de um instrumento SAR (Radar de Abertura Sintética) de dupla polarização de banda C. Os instrumentos SAR são capazes de adquirir dados significativos em todas as condições meteorológicas (mesmo nuvens) durante o dia e a noite. Desenvolvido pela Agência Espacial Europeia (ESA) os dados do Sentinel-1 são usados em muitos domínios, especialmente ambientais, como a gestão florestal e o monitoramento de gelo ou desastres naturais.

Período disponível de imagens em acervo: de 03/10/2014 até o presente.

Permite refinar data? SIM.

Resolução espacial: 10 metros

Chave de acesso no GEE: "COPERNICUS/S1_GRD"

Código para exploração:

<https://code.earthengine.google.com/f4937ebc0c35483becc3cbf8a9501c53>

6.8 **Extração de superfícies alagadas com imagens Sentinel 2**

Também desenvolvido pela Agência Espacial Europeia (ESA), o catálogo Sentinel-2 dispõe imagens multiespectrais de alta resolução úteis para uma ampla gama de aplicações, incluindo monitoramento de vegetação, solo e cobertura de água, mudança na cobertura da terra, bem como riscos humanitários e desastres.

Período disponível de imagens em acervo: **de 27/11/2015 até o presente.**

Permite refinar data? SIM.

Resolução espacial: 10, 20 ou 60 metros (de acordo com a banda espectral)

Chave de acesso no GEE: **“COPERNICUS/S2”**

Código para exploração:

<https://code.earthengine.google.com/bf0ceb7905f8082e24e247456c16e606>

6.9 **Extração de superfícies alagadas com imagens Planet/Dove**

O presente código foi desenvolvido pela equipe da ZAGO consultoria em geoinformação com o objetivo de apoiar os trabalhos de identificação direta na SPU através da extração de uma máscara correspondente aos corpos d'água identificados em uma dada localidade com base no cálculo do Índice de Umidade (Água) por Diferença Normalizada (NDWI) de cenas da constelação de sensores multiespectrais Planet/Dove dotadas de resolução espacial de 3 a 5 metros dentro de períodos específicos (a depender de critérios como localização, cobertura de nuvens e média das enchentes ordinárias - MEO) entre os anos de 2018 a 2022.

Para usar este código é necessário, primeiramente aderir ao “Norway's International Climate and Forests Initiative Satellite Data Program” (NICFI) através do portal do programa NICFI (recomenda-se usar sua conta Gmail para isso) em:

<https://www.planet.com/nicfi/>

Maiores informações sobre como aderir ao NICFI podem ser acessadas por aqui:

<https://developers.planet.com/docs/integrations/gee/nicfi/>

Código para exploração:

<https://code.earthengine.google.com/afb252fe6d62d2e6798e991cf52368db>

6.10 **Uso de dados climáticos CHIRPS Pentad no apoio à seleção de imagens**

O CHIRPS (abreviação de Climate Hazards Group InfraRed Precipitation with Station) é um conjunto de dados de precipitação quase global de mais de 30 anos. O CHIRPS incorpora imagens de satélite com resolução de 0,05° com dados de estação in-situ para criar séries temporais de chuva em grade para análise de tendências e monitoramento de secas sazonais.

Período disponível de imagens em acervo: **de 01/01/1981 até o presente.**

Permite refinar data? SIM.

Resolução espacial: 500 metros

Chave de acesso no GEE: **“UCSB-CHG/CHIRPS/PENTAD”**

Referência: FUNK et al. (2015).

Código para exploração:

<https://code.earthengine.google.com/d141cf47fcb9191c1a58642b3330f4d1>

6.11 **Acesso ao Modelo Digital de Superfície Copernicus / Sentinel 1**

O código seguinte foi desenvolvido pela equipe do Laboratório de Sistemas de Informações Espaciais (LSIE) da Universidade de Brasília (UNB) para acesso, visualização

e download dos dados de elevação gerados pela missão Copernicus da Agência Espacial Europeia através das cenas de RADAR (Banda X) do sensor Sentinel 1. O código permite apenas o acesso ao catálogo e a customização da área de interesse.

Período disponível de imagens em acervo: **01/01/2011 - 07/01/2015**

Permitir refinar data? NÃO.

Resolução espacial: 30 metros

Código para exploração:

<https://code.earthengine.google.com/cda8ea070484df4022e814860986fe2a>

7. DESENHANDO UMA GEOMETRIA NO GOOGLE EARTH ENGINE

Geometrias são feições de grande importância no GEE pois permitem localizar pontos de interesse, agregar atributos e servir como parâmetros para delimitação de áreas de interesse e, assim, evitar processamento desnecessário de dados.

Podemos distinguir as geometrias entre simples e complexas. Enquanto as primeiras correspondem às formas com pontos, poucos segmentos e poucos vértices, as segundas podem corresponder ao agrupamento de dezenas e até milhares de pontos, segmentos e vértices podendo não ter uma forma geométrica regular como triângulos, retângulos e quadrados.

Para o desenho de uma geometria simples há duas opções possíveis. Primeiro, pelo desenho destas geometrias diretamente na tela ou através de uma linha de código simples, como abaixo:

```
// Importa a biblioteca de geometria do Earth Engine.  
var geometry = ee.Geometry.Polygon([  
  [[-47.889, -15.889], [-47.889, -15.766], [-47.807, -15.766], [-47.807, -15.889]]  
]);  
  
// Adiciona a geometria ao mapa.  
Map.centerObject(geometry);  
Map.addLayer(geometry, {color: 'FF0000'}, 'Desenho da Geometria');  
  
// Apresenta na tela a geometria no console.  
print('Geometria desenhada:', geometry);
```

Código disponível na linha abaixo:

<https://code.earthengine.google.com/8a244ba67196c82f18a0cf93290285c7>

No caso da segunda opção, direta e intuitiva, basta ao usuário acessar o console de desenho situado no canto superior esquerdo do painel principal do Google Earth Engine, onde constam as opções para o desenho de pontos, linhas, polígonos e retângulos com o curso e botão esquerdo do mouse.

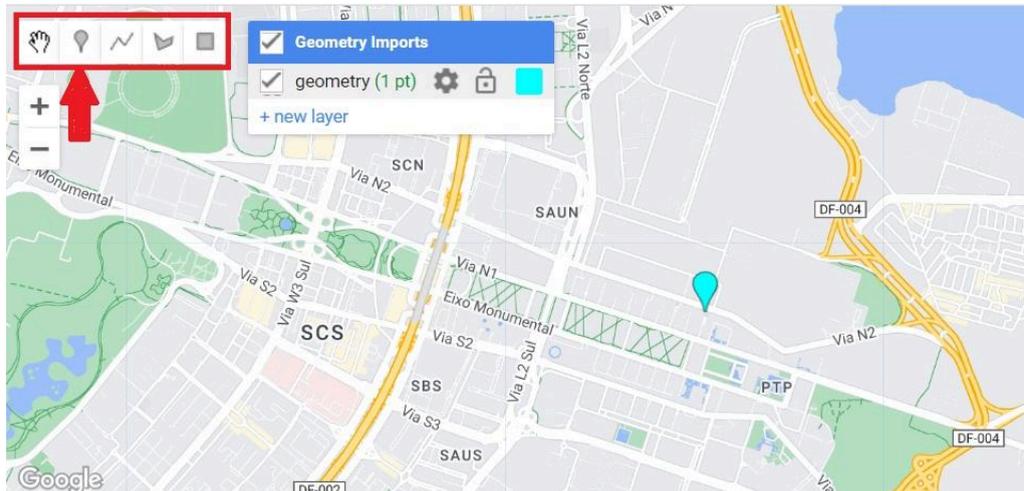


Figura 7.1 Desenho de ponto no console do Google Earth Engine

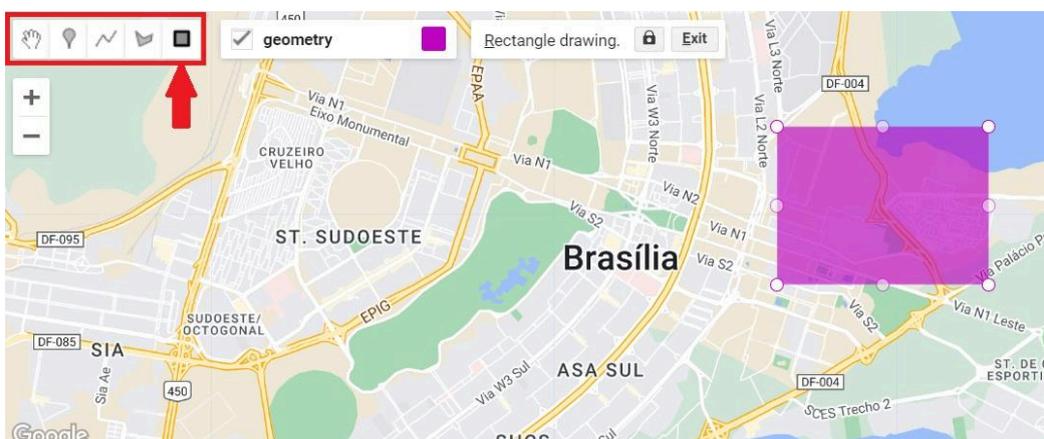


Figura 7.2 Desenho de polígono console do Google Earth Engine

Cada geometria nova criada através do console é armazenada como variável no código em construção através do comando `<var.geometry = ee.Geometry.NomedaFuncao[[long1, lat1][longN,latN]]>`

8. IMPORTANDO UMA GEOMETRIA COMPLEXA NO GOOGLE EARTH ENGINE

A outra forma possível de incorporar uma geometria ao seu código Google Earth Engine dá-se por meio da importação de uma geometria complexa armazenada em arquivo Shapefile ou CSV (preferencialmente pontos) como indicado na figura seguinte, através da aba < Assets > no canto superior esquerdo da tela do Google Earth Engine

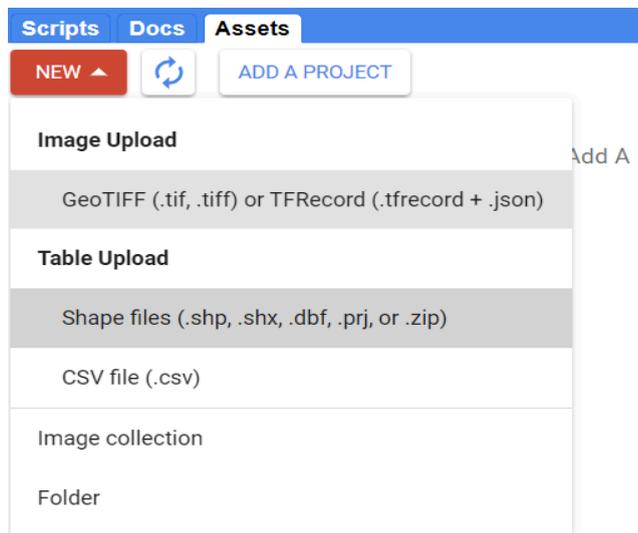


Figura 8.1 Parâmetros para importação de arquivo shapefile

NOTA IMPORTANTE: não se esqueça que um arquivo shapefile é composto de arquivos auxiliares (DBF, PRJ, XML, SHX, SBN) e não apenas do SHP. Logo, é necessário encontrar os devidos arquivos no diretório correspondente e compactá-los para um arquivo ZIP (evite TAR e outros formatos) para que seja devidamente carregado no Google Earth Engine.

9. EXPORTANDO DADOS RASTER PARA O GOOGLE DRIVE

Este código é uma instrução de exportação de imagem para o Google Drive, usando como exemplo os dados gerados no código 101 exemplificado no item 5. Para adaptar em novos códigos, o usuário deve atualizar os parâmetros como nome do arquivo, pasta, escala (resolução), tamanho (maxPixels) e projeção cartográfica (crs).

```
// Exportar imagem
Export.image.toDrive({
  image: composite,
  description: 'Exercício_101',
  scale: 30,
  crs: 'EPSG: 4674',
  folder: 'SPU',
  maxPixels: 1e13,
});
```

O código completo (que podemos chamar de 101) está disponível em:

<https://code.earthengine.google.com/a54264fc99004052b5acaa74e1441c71>

10. CONVERSÃO DE DADO GEOSPACIAL RASTER PARA SHAPEFILE NO QGIS

O texto deste item foi extraído do “Tutorial para Extração da Superfície Inundada do Rio São Francisco por Técnicas de Sensoriamento Remoto e Dados Hidrológicos” (MAILLARD et al, 2019) , feito sob demanda para a SPU e o qual recomendamos a leitura.

Recomenda-se ao usuário ter o QGIS instalado (não é necessária a versão mais atual), porém com o complemento GRASS devidamente configurado.

Para a conversão de dados raster (matriciais) para dados vetoriais (formato shapefile) no QGIS, primeiramente, deve-se adicionar a imagem resultante da binarização ao QGIS para vetorizá-la através da ferramenta **<r.to.vect>**. Essa ferramenta do GRASS se encontra na caixa de ferramentas do QGIS. Em seguida, selecionar o arquivo resultante da binarização e marcar a opção **<Smooth corners of area features>** para suavizar os vértices.

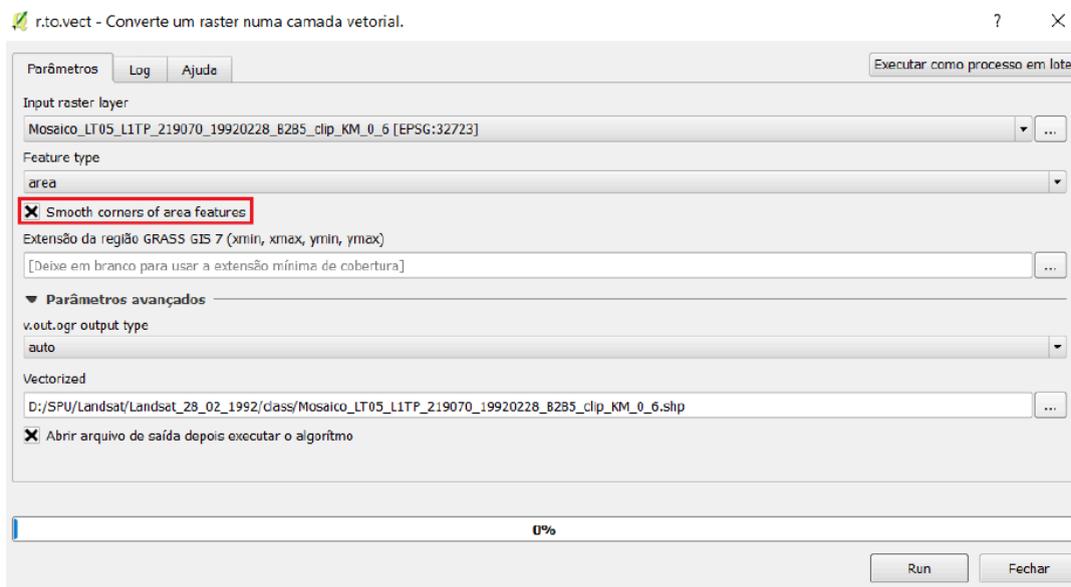


Figura 10.1 Parâmetros para conversão de raster para vetor

Após a vetorização, selecionar as feições de interesse através da ferramenta **<Selecionar feições por área>** ou simplesmente clicar no botão correspondente. Uma vez selecionadas as feições de interesse, salvar a seleção como um novo shapefile clicando com o botão direito em cima do shapefile gerado e selecionando **<Salvar Como...>** e marcando a opção **<Salvar somente feições selecionadas>**.

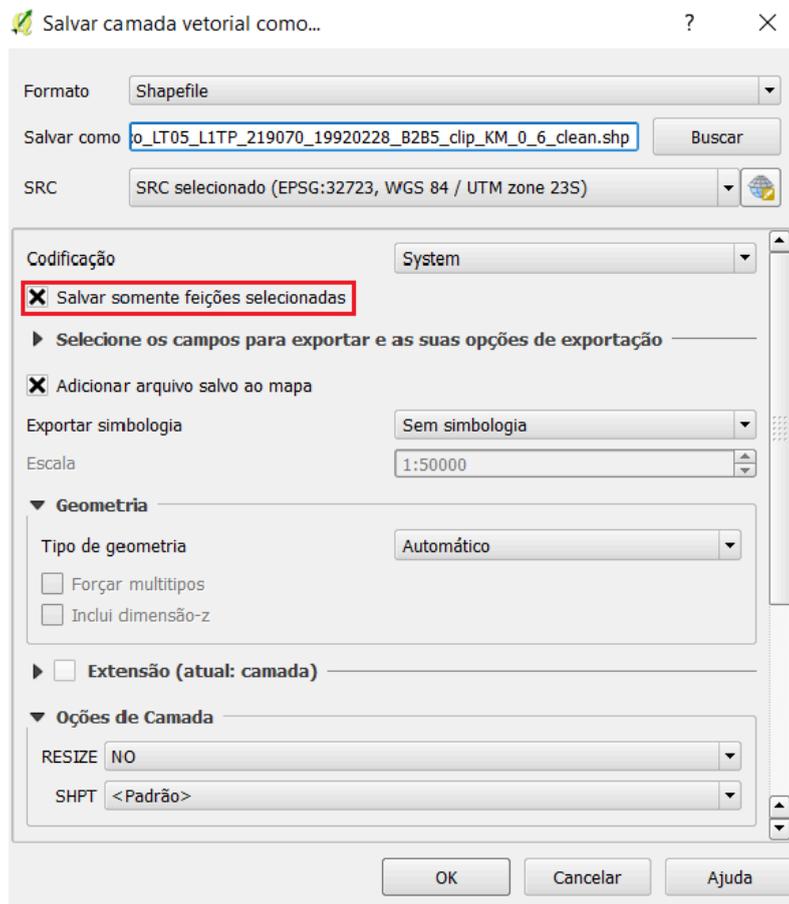


Figura 10.2 Parâmetros para salvar feições selecionada

Cabe lembrar que um procedimento que pode ser aplicado antes da ferramentas **<v.clean>** é o uso da ferramenta **<buffer>** para criar uma zona tampão ao redor do curso d'água principal em classificação (com raio sugerido de 1km a 10 km) para proceder ao recorte (função <recorte> ou **<clip>**) antes de selecionar feições classificadas com esta zona tampão, poupando tempo desnecessário de processamento de dados.

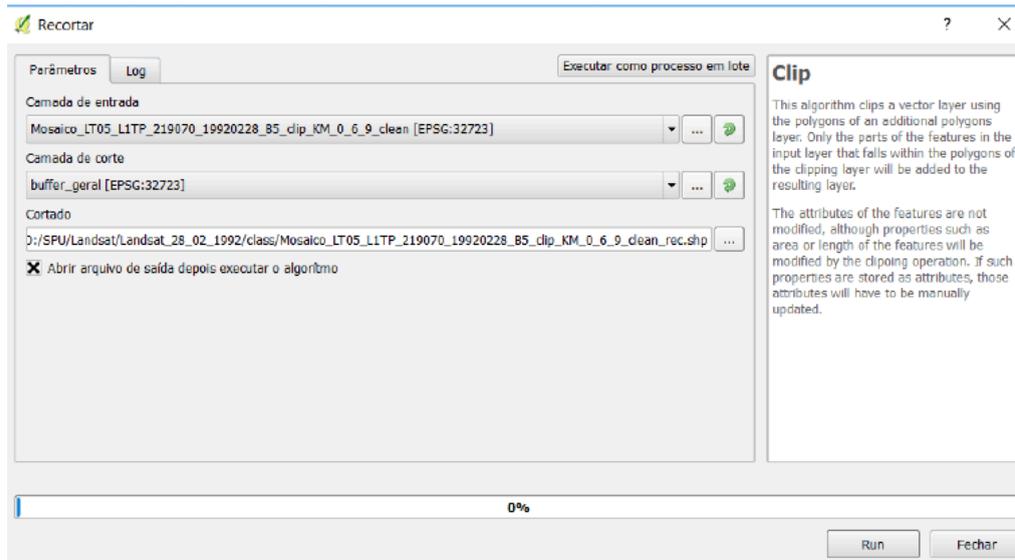


Figura 10.3 Recorte do arquivo vetorizado antes do processo de seleção das feições de interesse

Em seguida, pode ser utilizada a ferramenta **<v.clean>**, também na caixa de ferramentas do GRASS, para realizar a limpeza topológica do arquivo. Esta ferramenta exclui geometrias duplicadas e outros erros de topologia que podem resultar em problemas no shapefile.

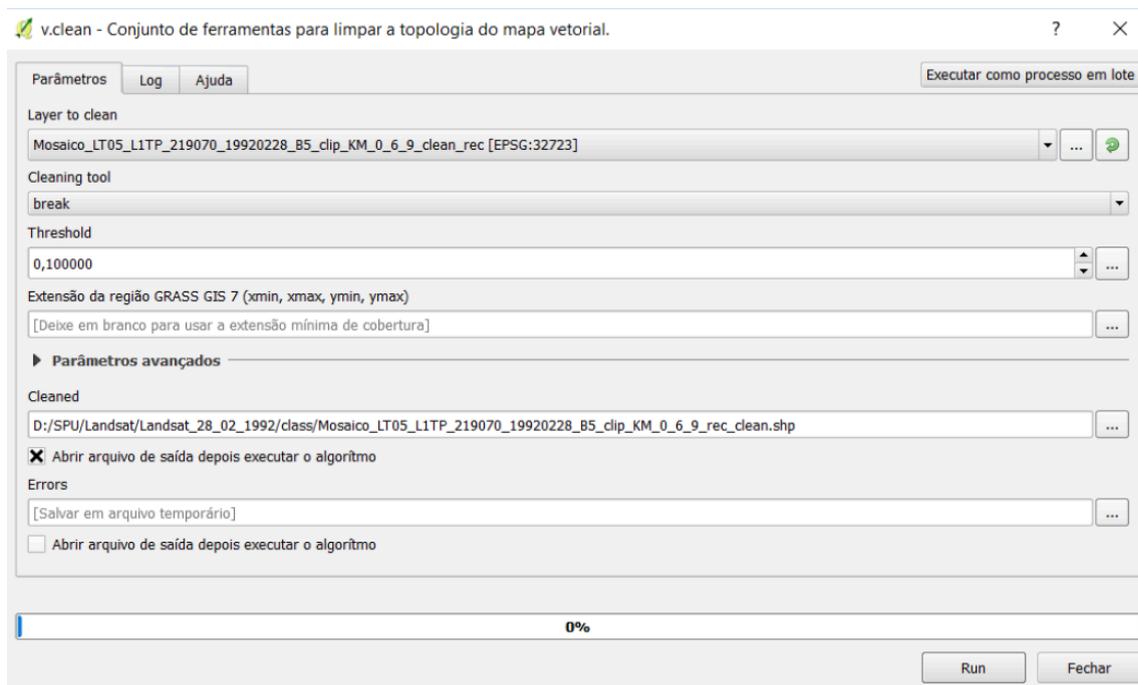


Figura 10.4 Parâmetros para limpeza topológica

11. EDIÇÃO VETORIAL DE FEIÇÕES CONVERTIDAS EM SHAPEFILE NO QGIS

Nesta fase é necessário fazer uma interpretação visual para comparar o shapefile gerado com a imagem correspondente para determinar se houve trechos que ficaram fora da extração. Caso isso tenha ocorrido, recomenda-se seguir este fluxo de operações:

1. Verificar se é possível extrair o trecho de outra classe presente em outro shapefile e unir com o shapefile em edição;
2. Interpretar visualmente e vetorizar manualmente os trechos faltantes;
3. Caso não seja possível devido a grande presença de nuvens, buscar uma imagem de outra data com nível pluviométrico semelhante e avaliar se é melhor classificar a imagem ou vetorizar o trecho manualmente.

11.1. Vetorização das porções visíveis não identificadas nos algoritmos de classificação

Havendo pequenos trechos de superfície de água que não foram incluídos isoladamente em nenhuma classe, esses trechos podem ser vetorizados manualmente.

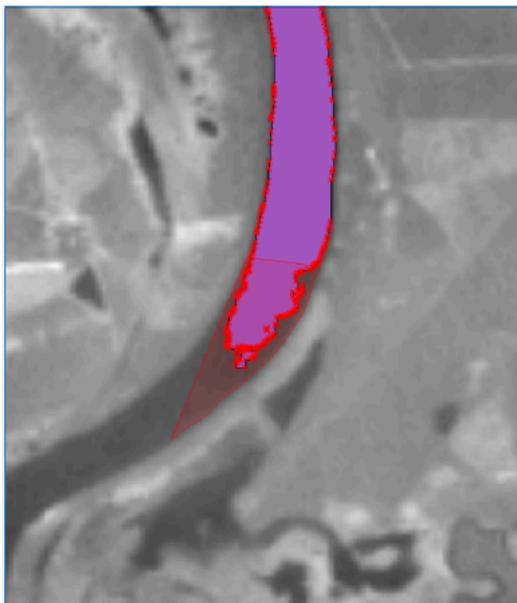
Para isso, habilite a edição da camada vetorial ativa em **<alternar para edição>** no QGIS e, em seguida, clique no botão adicionar feição. Comece a desenhar os polígonos, observando sempre a necessidade de sobreposição para a posterior mesclagem dos mesmos.



Figura 11.1 Trechos do rio não incluídos em nenhuma classe de interesse

Como se observa, é necessário criar um novo polígono ou utilizar a função **<Reshape>** para unir as duas feições.

As Figuras 11.2 e 11.3 seguintes mostram este procedimento com o uso das funções **<Criar novo polígono>** e **<mesclar>** (ou merge) sobre uma imagem Sentinel 1, a qual pode ser obtida pelo código GEE demonstrado no item 6.7



(a)



(b)

Figura 11.2 Vetorização de polígonos. No detalhe em (a) observa-se o início do processo concluído em (b) com a criação de um polígono sobreposto a outros dois desconectados para a posterior mesclagem dos três polígonos sob um mesmo atributo.

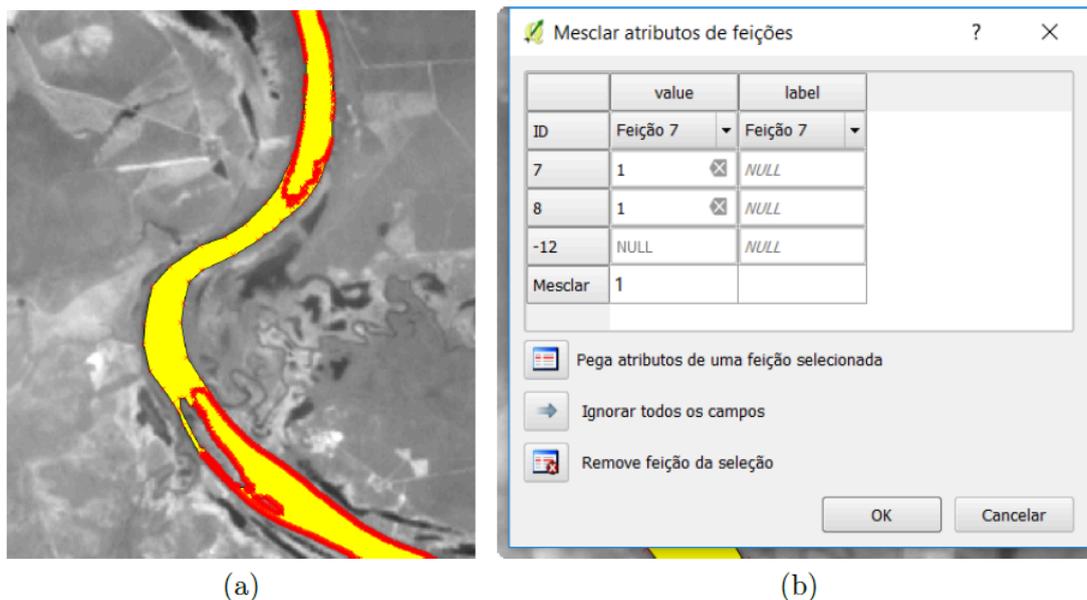


Figura 11.3 mesclagem das feições selecionadas em (a) e os atributos destas feições antes da execução da mesclagem

11.2. Uso de imagens com resolução espacial semelhante para uso no refinamento das feições vetoriais

Como visto no item anterior, a classificação de imagens propicia ganhos de escala consideráveis na extração de fisionomias do uso e cobertura e da terra e, especialmente para as aplicações na SPU, de massas d'água e áreas alagadas, podendo haver a complementação deste trabalho mediante o trabalho de edição vetorial sobre os polígonos extraídos.

Além das imagens orbitais de acesso gratuito como LANDSAT (resolução espacial de 30 metros), Sentinel 2 (resolução espacial de 20 metros), Sentinel 1 e ALOS PALSAR (resolução espacial de até 10 metros), este trabalho pode ser complementado também com imagens de altíssima resolução espacial, notadamente as imagens Pleiades (disponibilizadas pela Airbus), Geoeye e WorldView (disponibilizadas pela Maxar) com resolução espacial de até 50 centímetros, além de imagens PlanetScope com resolução espacial de até 5 metros e altíssima resolução temporal de até 3 dias para novas varreduras.

Algumas destas imagens hoje encontram-se disponíveis na modalidade de geosserviços. Geosserviços são uma forma de disponibilização de dados georreferenciados para clientes/usuários por meio da rede mundial de computadores para uma extensão geográfica específica, em que os dados podem ser retornados como imagem, feições tabulares ou vetoriais apenas para consulta para o usuário, sem a necessidade que este tenha o dado gravado em sua unidade local.

Há uma oferta variada de dados institucionais hoje disponíveis para acesso através dos protocolos WMS e WMTS para apoio aos trabalhos de caracterização e demarcação do

bens patrimoniais da União, sendo objeto específico do Procedimento Operacional Padrão (POP)/SPU n° 02/2024 intitulado “Catálogo de Geosserviços de Interesse da Caracterização” do qual se recomenda a leitura.

Deste modo, o presente item tem o objetivo de fornecer ao leitor as instruções necessárias para adicionar geosserviços disponibilizados via protocolos WMS e WMTS para o ambiente do QGIS e como fazer uso destes para validação, correção e complementação das feições vetoriais correspondentes aos corpos d’água e áreas alagadas identificadas através do processamento digital de imagens, usando como exemplo os serviços de imagens da Maxar mediante o acesso para os servidores e colaboradores da SPU.

O SecureWatch é uma plataforma de análise de imagens e monitoramento da Maxar Technologies. Ela oferece acesso a imagens de satélite de alta resolução e outras informações geoespaciais para uma variedade de aplicações, incluindo inteligência, segurança nacional, resposta a desastres, monitoramento ambiental e análise de negócios.

Além do acesso através do portal <https://securewatch.maxar.com/> outra forma de acesso é pela configuração de acesso WMS e WMTS por meio do QGIS mediante cadastro de uma das contas de usuário disponibilizada para os servidores e colaboradores da SPU (SPU5, SPU6, SPU7, SPU8).

Como se verifica nas Figura 11.4 seguinte, o usuário deve primeiramente abrir o seu QGIS e, em seguida, acessar o Menu **<Camadas>** (ou Layers), **<Adicionar Camadas>**, **<Adicionar camada WMS e WMTS>**. Como pode se verificar na Figura 11.5 o usuário necessita informar o endereço URL desejado, nome de usuário e senha. Caso o usuário não tenha nome de usuário e senha, ele poderá solicitar diretamente na CGIPA pelos canais institucionais. As URLs (Uniform Resource Locator) para acesso ao secure Watch são disponibilizadas a seguir.

WMS (Web Map Service):

<https://securewatch.digitalglobe.com/mapservice/wmsaccess?connectid=1badd4c8-43c7-4059-b583-eeebaaefdc2>

WMTS (Web Map Tile Service):

<https://securewatch.digitalglobe.com/earthservice/wmtsaccess?connectid=1badd4c8-43c7-4059-b583-eeebaaefdc2>

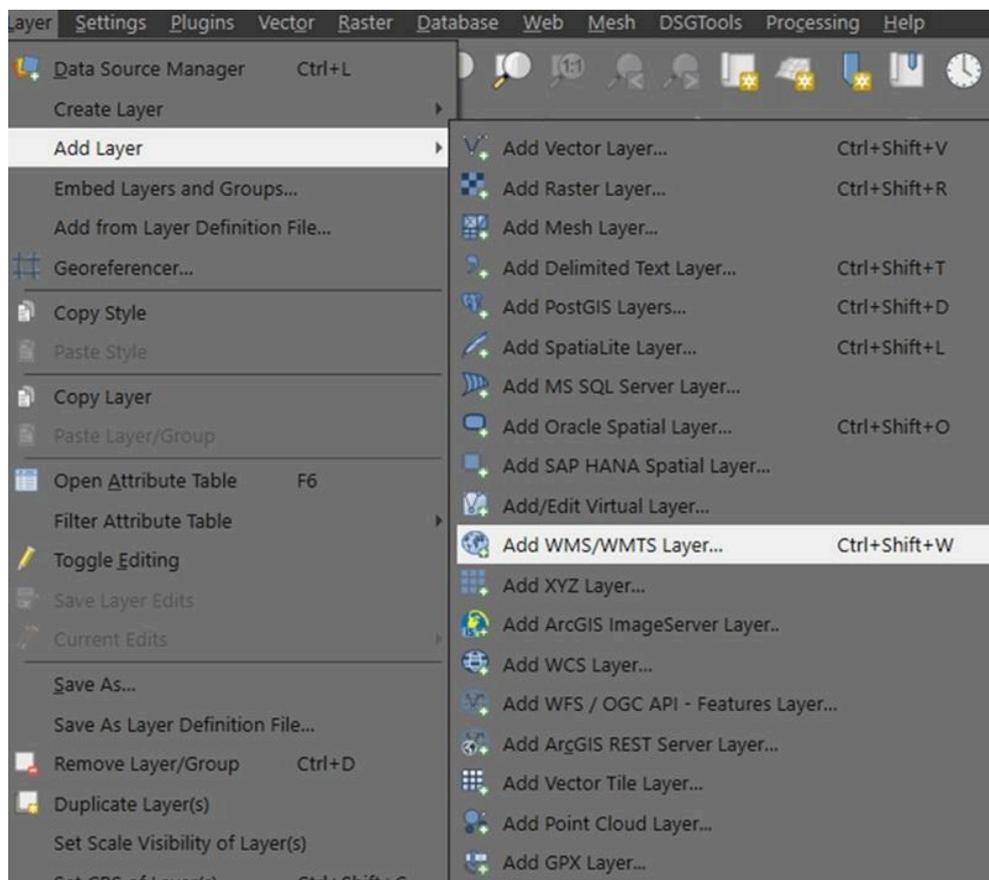


Figura 11.4 Caminho para adicionar uma camda WMS ou WMTS no QGIS

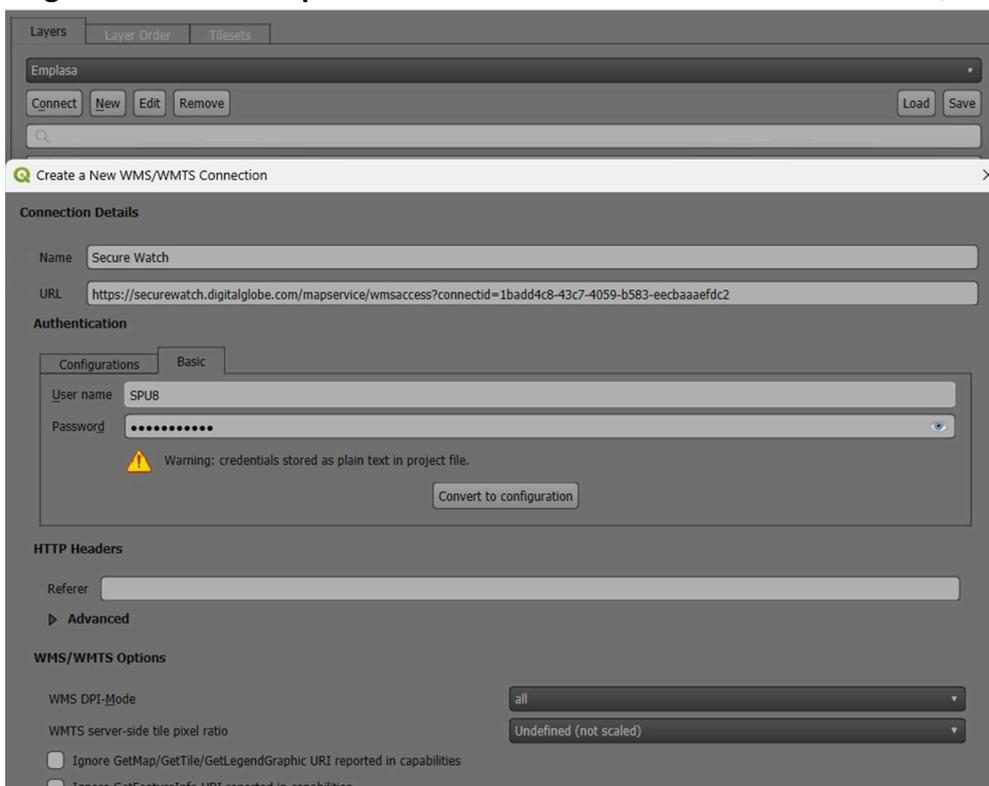


Figura 11.5 Configuração de URL e conta de acesso ao SecureWatch

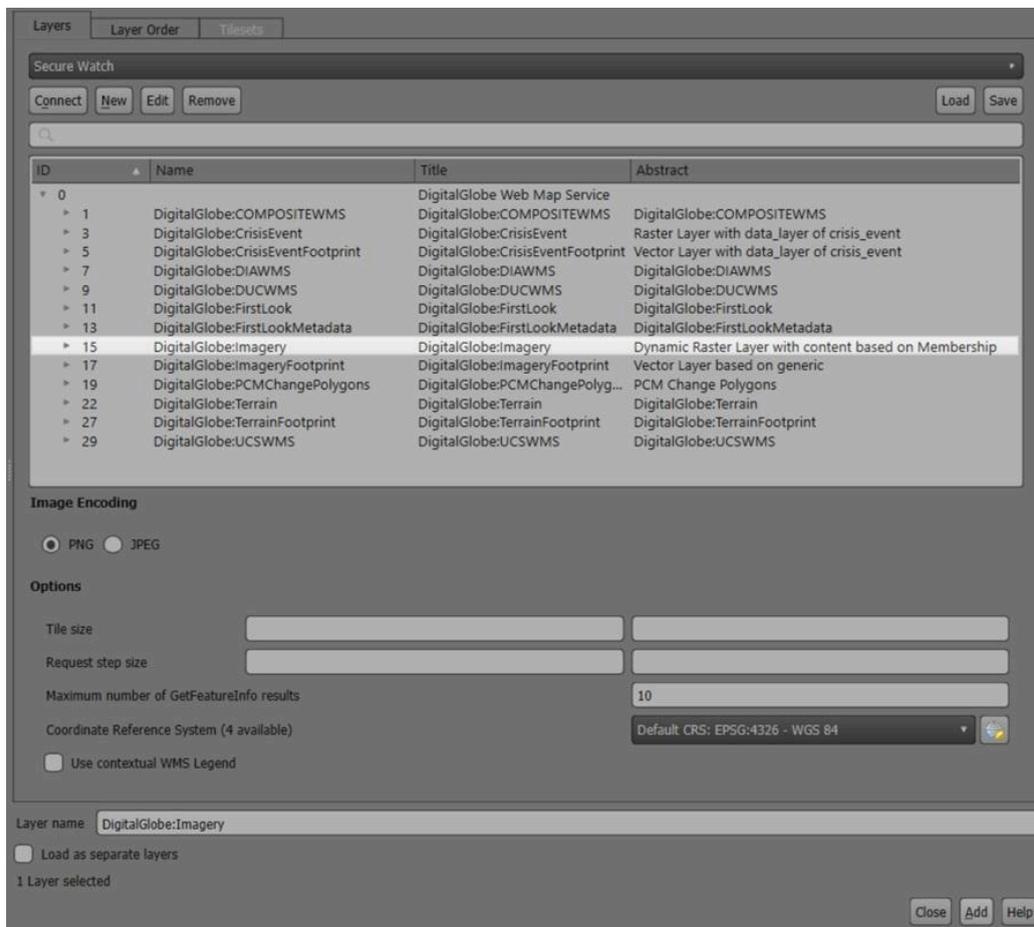


Figura 11.6 Seleção da camada de imagem para adicionar à tela principal do QGIS

Após adicionar a imagem e a camada vetorial, o usuário necessita habilitar a edição (<alternar para edição> ou <toggle editing>) vetorial da camada ativa como demonstrado na Figura 11.7 seguinte.

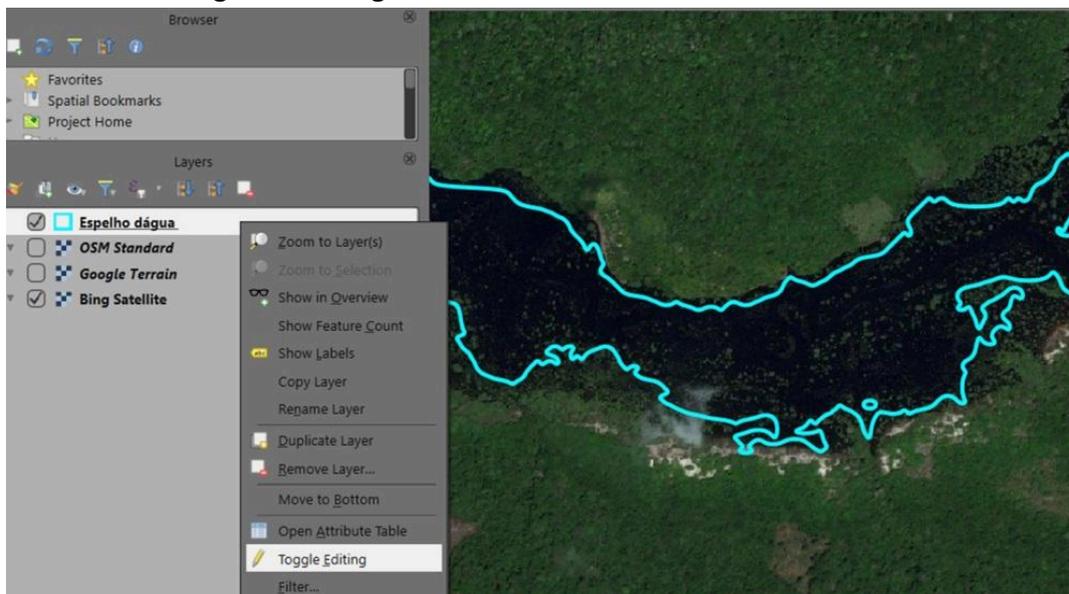


Figura 11.7 Habilitar edição (função <alternar para edição>) da camada ativa

Na sequência o usuário pode complementar a edição utilizando basicamente três comandos: <Reshape>, <Adicionar novo polígono>, <Add new polygon>, e <split>

(<separar>). Em todos a lógica sempre é iniciar a linha desejada a partir de fora de um polígono, passando por dentro e terminando do lado de fora novamente.

O comando <reshape> possui a lógica mais simples, permitindo tanto acrescentar como expandir polígonos como se verifica na Figura 11.8 seguinte, dispensando o uso da função <mesclar> polígonos.

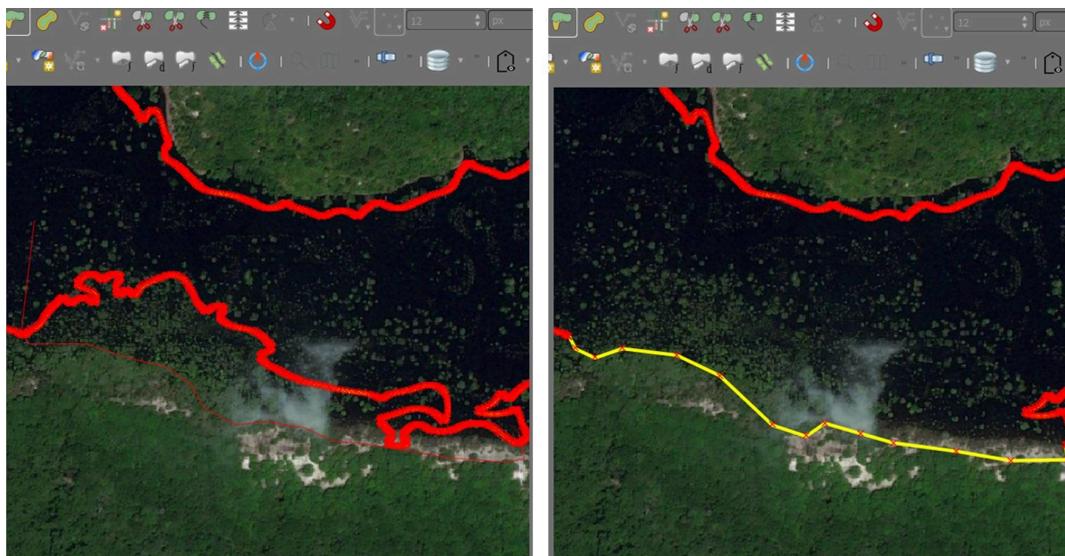


Figura 11.8 Demonstração do funcionamento do comando <Reshape>

Por outro lado, o uso da função <Adicionar novo polígono> cria um novo polígono ao invés de modificar diretamente um polígono existente como se verifica na Figura 11.9 seguinte.

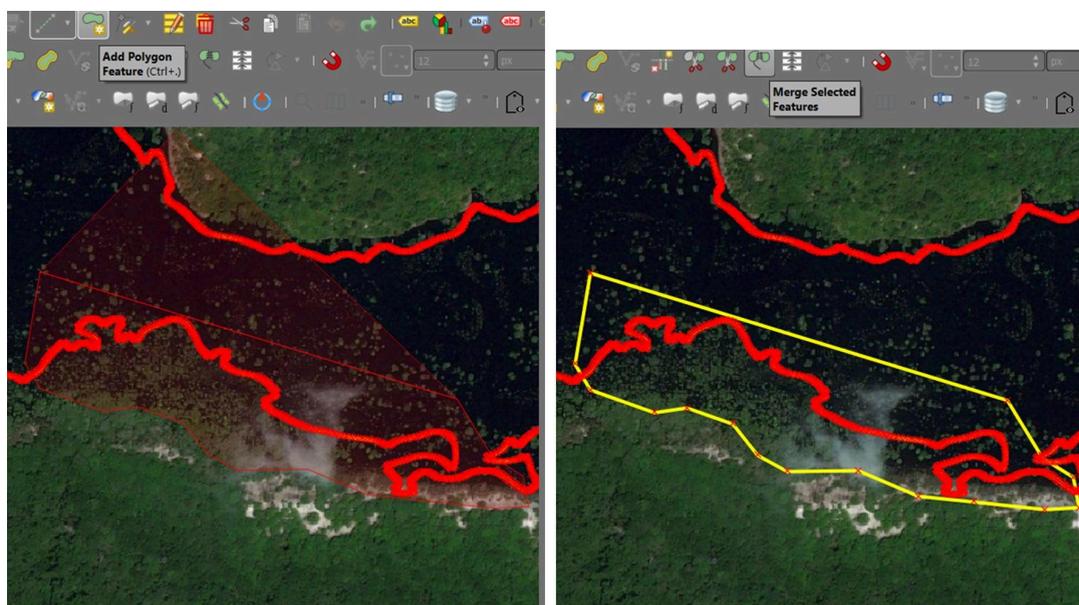


Figura 11.9 Criação de um novo polígono sobreposto a outro existente

A partir de dois polígonos torna-se necessário mesclá-los em um novo e singular polígono como se verifica na Figura 11.10 seguinte, em que se opera a mesclagem de polígonos através da função <Mesclar> ou <Merge>, em que não se mescla apenas as geometrias mas os atributos também.

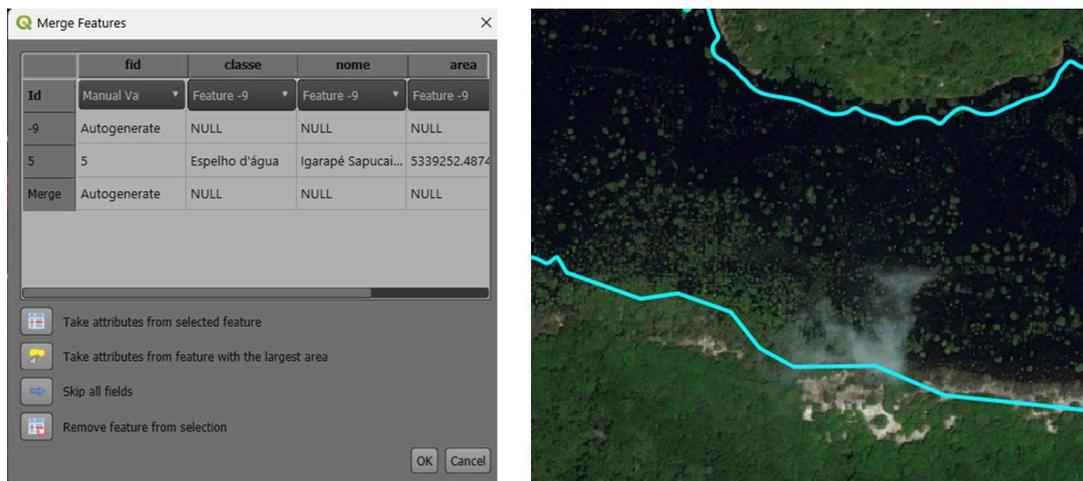


Figura 11.10 Mesclagem (com uso do comando <Mesclar> ou <Merge>) de dois polígonos independentes

Por fim, além de mesclar polígonos, as ferramentas de edição do QGIS permitem também fatiar (ou quebrar) um polígonos qualquer de um arquivo vetorial em dois ou mais polígonos independentes através da comando <split> como exemplificado na Figura 11.10 seguinte. Caso se deseje eliminar um de dois polígonos criados basta manter selecionado apenas um deles e depois pressionar o botão <delete> do teclado.

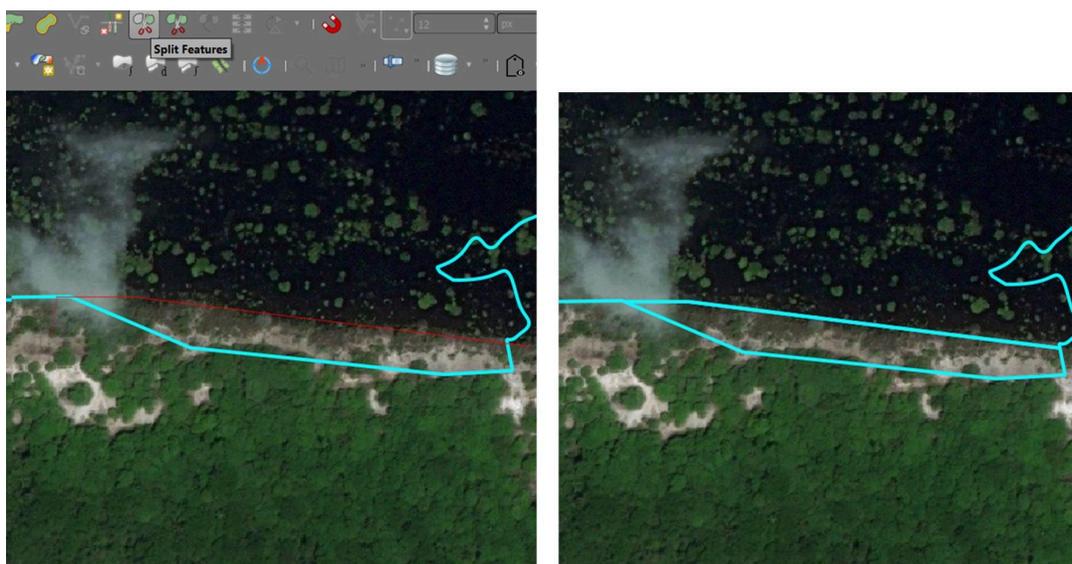


Figura 11.11 Fatiamento de um polígono em duas partes independentes

OBSERVAÇÃO: atividades de edição vetorial exigem processamentos complexos em uma estação de trabalho qualquer sendo que, qualquer instrução involuntária do sistema operacional ou o acúmulo de erros topológicos pode levar à corrosão do arquivo vetorial. Por isso alguns cuidados são necessários a fim de se preservar os dados obtidos:

- 1) Manter arquivos sempre com projeção cartográfica definida;
- 2) Manter poucos campos de atributos;

- 3) Opote por trabalhos com arquivos Geopackage ao invés de Shapefile. Um geopackage pode ser criado através do Menu <Camadas>, <Criar nova camada>, <Geopackage>;
- 4) Mantenha backup de versões anteriores da base em construção até a finalização da mesma;
- 5) Se possível, revise a topologia da base vetorial construída.

11.3 Padronização de atributos e metadados no shapefile resultante

A SPU dispõe de uma rica documentação normativa relativa à produção de dados vetoriais, a padronização de seus atributos de acordo, que devem ser consultados e podem ser livremente acessados no endereço:

<https://www.gov.br/economia/pt-br/assuntos/patrimonio-da-uniao/geoinformacao/normas-e-padroes-1/normas-e-padroes>

Dentre estes documentos destacam-se:

A especificação técnica para estrutura de dados geoespaciais vetoriais - ET-EDGV da SPU, disponível em:

https://www.gov.br/economia/pt-br/assuntos/patrimonio-da-uniao/geoinformacao/normas-e-padroes-1/ETEDGVparaoPatrimnioImobilirioPblicoFederalverso3.0_06062021.pdf

A especificação técnica para aquisição de dados geoespaciais vetoriais - ET-ADGV da SPU, disponível em:

https://www.gov.br/economia/pt-br/assuntos/patrimonio-da-uniao/geoinformacao/normas-e-padroes-1/ETADGVparaoPatrimnioImobilirioPblicoFederalverso3.006_06_2021.pdf

O Manual de Metodologia de Vetorização, disponível em:

<https://www.gov.br/economia/pt-br/assuntos/patrimonio-da-uniao/geoinformacao/normas-e-padroes-1/MetodologiadeConversaodeDadosCaptuloVetorizaovPreliminar.pdf>

O Manual de Metodologia de Verificação Topológica, disponível em:

<https://www.gov.br/economia/pt-br/assuntos/patrimonio-da-uniao/geoinformacao/normas-e-padroes-1/MetodologiadeConversaodeDadosValidaoTopologicav3.0.pdf>

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BROWN, C.F., BRUMBY, S.P., GUZDER-WILLIAMS, B. *et al.* **Dynamic World, Near real-time global 10 m land use land cover mapping.** Sci Data 9, 251, 2022.

CARDILLE, J.A.; CLINTON, N.; CROWLEY, M.A.; SAAH, D. *et al.* (editores). **Cloud-Based Remote Sensing with Google Earth Engine: Fundamentals and Applications**, 2022. Disponível em: <https://www.eefabook.org/>

COLWELL R. N. **Manual of Remote Sensing**, 2nd edition. American Society of Photogrammetry, 1983

COLWELL R. N. **History and place of photographic interpretation.** In: Manual of Photographic Interpretation, 2nd edition. American Society of Photogrammetry, 1997

GIIRI, C.; OCHIENG, E. ; TIESZEN, Z. *et al.*. **Global Mangrove Forests Distribution, 2000.** Palisades, NY: NASA Socioeconomic Data and Applications Center (SEDAC), 2013.

GORELICK, N., *et al.* **Google Earth Engine: Planetary-scale geospatial analysis for everyone.** Remote Sensing of Environment. 2017, 202, 18–27

JENSEN, J.R. **Sensoriamento remoto do ambiente: uma perspectiva em recursos terrestres.** Tradução de José Carlos Neves Epiphânio (coord.). São José dos Campos: Parêntese, 598 p., 2009

LORENZETTI, J.A. **Princípios Físicos de Sensoriamento Remoto.** São Paulo: Blucher, 2015.

MATHER, P.M. **Computer processing of remotely-sensed images: an introduction.** Nova Iorque: Wiley & Sons, 352 p., 1987.

MENESES, P.R.; ALMEIDA, T.; BAPTISTA, G.M.M. **Reflectância dos materiais terrestres: análise e interpretação.** São Paulo: Oficina de Textos, 2019.

MENEZES, D. P.. **Regeneração florestal após desmatamento: estudo da região de Santarém, Pará, Brasil.** Dissertação (Mestrado em Sustentabilidade): Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017

NOVO, E.M.L.M. **Sensoriamento remoto: princípios e aplicações.** São Paulo: Blucher, 3ª ed., 363 p. 2008.

PEKEL, JF., COTTAM, A., GORELICK, N. *et al.* **High-resolution mapping of global surface water and its long-term changes.** Nature 540, 418–422. 2016.

PEREIRA, O. J. R.; MERINO, E. R.; MONTES, C. R.; BARBIERO, L. *et al.* **Estimating Water pH Using Cloud-Based Landsat Images for a New Classification of the Nhecolândia Lakes (Brazilian Pantanal).** Remote Sensing, 12, n. 7, p. 1090, 2020.

PIAZZA, G. A.; VIBRANS, A. C.; LIESENBERG, V.; REFOSCO, J. C. **Object-oriented and pixel-based classification approaches to classify tropical successional stages using airborne high-spatial resolution images.** GIScience & Remote Sensing, v. 53, n. 2, p. 206–226, 2016.

FUNK, C.; PETERSON, P.; LANDSFIELD, M. *et al.* **The climate hazards infrared precipitation with stations-a new environmental record for monitoring extremes.** In: Scientific Data 2, 150066. 2015.

NOGUEIRA, J.L.M. **Reflectância de uma superfície vegetada em função da geometria de aquisição**. In Anais do VIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Salvador, Brasil, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, p. 941-949

ROUSE, J. W.; HASS, R. H.; SCHELL, J. A.; DEERING, D. W. **Monitoring vegetation systems in the great plains with ERTS**. Third Earth Resources Technology Satellite (ERTS) symposium, v. 1, p. 309–317, 1973.

SHIMABUKURO, Y.E.; PONZONI, F.J. **Mistura espectral: modelo linear e aplicações**. São Paulo: Oficina de textos, 2017.

SOUZA, C.M., JR.; KIRCHHOFF, F.T.; OLIVEIRA, B.C. *et. al.* **Long-Term Annual Surface Water Change in the Brazilian Amazon Biome: Potential Links with Deforestation, Infrastructure Development and Climate Change**. Water 2019.

FLORENZANO, T. G. **Iniciação em Sensoriamento Remoto**. 3ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2011.

TEIXEIRA, A. L. A.; CHRISTOFOLETTI, A. **Sistemas de Informação Geográfica: Dicionário Ilustrado**. São Paulo: Editora Hucitec, 1997.

YANCHO, J. M. M., JONES, T. G., *et al.* **The Google Earth Engine Mangrove Mapping Methodology (GEEMMM)**. Remote Sensing, 12(22), 1–35. 2020.

LEGISLAÇÃO DE REFERÊNCIA

BRASIL. Ministério da Economia. Secretaria de Coordenação e Governança do Patrimônio da União. **Instrução Normativa SPU/SEDDM/ME nº 28, de 26 de abril de 2022**. Disponível em:

<https://in.gov.br/en/web/dou/-/instrucao-normativa-spu/seddm/me-n-28-de-26-de-abril-de-2022-397603795>

BRASIL. Ministério da Economia. Secretaria de Coordenação e Governança do Patrimônio da União. **Manual de Procedimento Operacional Padrão POP/CGCIG 01 – versão 1.0 – Estrutura de Arquivos Vetoriais (Shapefile) para diversos fins**. Processo SEI-ME 19739.102884/2021-72. 2021.

BRASIL. Ministério da Economia. Secretaria de Coordenação e Governança do Patrimônio da União. **Especificação Técnica para Estruturação de Dados Geospaciais Vetoriais do Patrimônio Público Federal, v. 4.0**. 2018. Disponível em:

<https://www.gov.br/economia/pt-br/assuntos/patrimonio-da-uniao/programa-de-moderizacao/linha-do-tempo/4-et-edgv-patrimonio-imobiliario-publico-federal-1-5-2.pdf/@@download/file/4-et-edgv-patrimonio-imobiliario-publico-federal-1.pdf>

REVISÃO	DESCRIÇÃO DAS ALTERAÇÕES	DATA
1.0	Versão inicial	18/01/2024

<p>Elaborado por: Diego Pinheiro de Menezes Prof. Dr. Éder Merino Prof. Dr. Roberto Arnaldo Trancoso Gomes Prof. Dr. Renato Fontes Guimarães Pablo Pozzobon de Bem Antônio Afonso Cordeiro Ícaro Azevedo da Silva Jennifer dos Santos Borges Osmar Samir Serrão Baxe</p>	<p>Validado por: Conselho de Demarcadores e CGIPA</p>
--	---

ANEXO I - Glossário

GOOGLE EARTH ENGINE

Array: função expressa como `ee.Array` usada para análises multidimensionais

Argumentos (args): o argumento é um parâmetro regulável (um objeto), chamado pela palavra-chave **args** em uma função qualquer incorporada ao código em desenvolvimento pelo usuário.

Assets: corresponde à uma aba no painel esquerdo do ambiente do GEE que lista os dados vetoriais e matriciais carregados pelo próprio usuário.

Comentário: em um código GEE correspondente à. Inicia-se sempre com `//` ou `/*` e `*/` para finalizar.

Console: corresponde à uma aba no painel direito do ambiente do GEE que exibe resultados de processamentos rápidos como cálculos, gráficos e erros.

Docs: corresponde à uma aba no painel esquerdo do ambiente do GEE que contém a documentação para as funções do GEE.

Feature (feição): estrutura fundamental vetorial associada com propriedades de objetos.

Feature Collection: uma coleção de features (feições) dotada de uma única identidade.

Geometry: o tipo fundamental de dados vetoriais no Earth Engine.

Image: o tipo fundamental de dados matriciais (raster) no Earth Engine.

Image Collection: um conjunto ou série temporal de imagens empilhadas num único conjunto de dados.

Inspector: corresponde à uma aba no painel direito do ambiente do GEE que permite ao usuário examinar valores de pixels, coordenadas e informação da camada ativa em qualquer ponto do mapa.

Join: função expressa como `ee.Join` usada para combinar conjuntos de dados (imagens ou feições) baseados em parâmetros temporais, localização ou atributos.

Profiler: corresponde à uma aba no painel direito do ambiente do GEE que . Para ser exibido o código precisa ser executado (Run) associado à sequência `Ctrl+Alt+Enter`

Reducer: função expressa como `ee.Reducer` aplicada em um objeto para calcular estatísticas ou agregar dados sobre o tempo, espaço, bandas e outras estruturas no GEE.

Scripts: corresponde à uma aba no painel esquerdo do ambiente do GEE `scricpts` (códigos) exemplos e aqueles criados e salvos pelo próprio usuário.

Tasks: corresponde à uma aba no painel direito do ambiente do GEE que exibe resultados de processamentos demorados como a exportação de dados em imagens, novos assets, tabelas e animações.

Variáveis: são valores simples ou compostos, em um código GEE, correspondentes a um ou mais objetos e são definidos a partir da palavra-chave **var**.

Fonte: adaptado de Google Earth Engine Developers, 2023.

SENSORIAMENTO REMOTO

Absorção: é o processo pelo qual a energia radiante de uma fonte de luz é absorvida (na atmosfera e no terreno) e convertida em outras formas de energia (JENSEN, 2009).

Absortância: razão entre o fluxo de energia absorvido e o fluxo de energia incidente sobre a superfície.

Aerossóis: particulados metálicos e não metálicos em suspensão na atmosfera terrestre. A depender de sua concentração, podem ser reconhecidos em alguns recortes do espectro eletromagnético e, eventualmente, demandam a aplicação de correção atmosférica em cenas de regiões sob forte influência de fenômenos como bruma seca e incêndios.

Aerotriangulação: em Fotogrametria refere-se ao processo utilizado para determinação de pontos fotogramétricos, visando estabelecer controle horizontal e vertical através das relações geométricas entre fotografias adjacentes à partir de uma quantidade reduzida de pontos determinados pelo apoio suplementar, com a finalidade de densificar o apoio necessário aos trabalhos de restituição, após ajustamento (IBGE, 1993).

Amostragem: é o processo de coleta de amostras representativas da população

Ângulo azimutal: variável relacionada à posição do instrumento sensor em relação à superfície terrestre, expressa no ângulo azimutal solar e no ângulo azimutal relativo.

Ângulo de incidência: todo o sistema de coleta de dados baseado em sensoriamento remoto ativo (com emissão própria de radiação como LIDAR, RADAR ou SONAR) e passivo (luz solar) registram características de incidência angular distintas. Logo, há sempre um ângulo de incidência associado à energia incidente que ilumina o terreno e um ângulo de incidência do terreno para o sistema sensor (adaptado de JENSEN, 2009).

Assinatura espectral: ver tópico **reflectância espectral**.

Atributo: valor quantitativo ou qualitativo que descreve a propriedade ou característica de um determinado objeto em feições vetoriais (ponto, linha ou polígono) ou agrupamentos de pixels em classes ordinais em dados matriciais (raster), normalmente armazenados de forma tabular e relacionados ao objeto por uma chave ordinária.

Bandas espectrais (Canais): é um recorte de uma imagem multispectral com dois limites bem definidos dentro do espectro eletromagnético e individualizados em arquivos de imagem com a mesma referência espacial.

Biblioteca espectral: coleção de informações espectrais e radiométricas sobre determinadas amostras da superfície terrestre a fim de se distinguir classes de uso e cobertura da terra, superfícies de água, solos, litologia e informações ambientais diversas.

Câmera aérea: câmera fotográfica acoplada na fuselagem de uma aeronave com vistas à varredura da superfície terrestre para obtenção de fotografias aéreas perpendiculares (e retas) ou oblíquas.

Classificação: processo de atribuir significado a um pixel em função de suas propriedades numéricas. Visa, em última análise, atribuir um rótulo em função de suas propriedades espectrais e espaciais.

Classificação por ângulo espectral: trata-se de um algoritmo que determina a similaridade espectral entre dois espectros calculando o ângulo entre eles em todas as bandas espectrais, tratando os espectros como vetores em um espaço de

dimensionalidade igual ao número de bandas espectrais (NOVO, 2008). É um método particularmente aplicável à classificação de imagens hiperespectrais.

Classificação por pixels: consiste em agrupamento das imagens em classes ou grupos baseado em características espectrais e radiométricas do pixel, compreendendo classificadores supervisionados e não-supervisionados.

Classificação por regiões: consiste em dividir a imagem de acordo com regiões homogêneas geradas, num momento anterior, no processo de Segmentação.

Classificação (análise) orientada a objeto: consiste em submeter regiões homogêneas a um processo de classificação contextualizado, onde

Classificação hierarquizada (ou por árvore de decisão): consiste em submeter regiões homogêneas a um processo de classificação baseado em regras e parâmetros, graficamente estruturados como uma árvore.

Classificação não supervisionada: análise dos valores digitais de uma imagem através do uso de algoritmos de reconhecimento dos padrões espectrais da imagem e número de classes indicadas pelo usuário, sem coleta de amostras.

Classificação supervisionada: análise dos valores digitais de uma imagem através do uso de algoritmos de reconhecimento dos padrões espectrais da imagem, com base em amostras destes padrões realizadas pelo operador.

Composição colorida: é o processo de geração de uma imagem colorida com empilhamento de bandas de uma imagem. O processo ocorre a partir da atribuição de diferentes intensidades das cores primárias a cada um dos pixels registrados originalmente em tons de cinza (grayscale) nas bandas utilizadas.

Comprimento de onda: comprimento de onda eletromagnético em um dado intervalo de tempo. Expressa em metros e seus submúltiplos como nanômetros

Correção atmosférica: toda imagem obtida por sensoriamento remoto tem seus números digitais influenciados por fatores ambientais como a hora da varredura, o ângulo de incidência solar sobre a superfície terrestre, a umidade da cobertura vegetal e a presença de nuvens e partículas na atmosfera. Esta filtragem da trajetória da luz é chamada de correção atmosférica. Quando o usuário pretende utilizar uma imagem orbital apenas para efeito ilustrativo é desnecessária a aplicação da correção atmosférica. (adaptado de MENEZES, 2017).

Correção geométrica: existem mais fontes de distorções geométricas que distorções radiométricas em imagens de sensoriamento remoto (NOVO, 2008). A correção geométrica visa justamente recuperar a qualidade geométrica da cena, de tal modo que os dados possuam característica de escala e projeção própria de mapas (MATHER, 1987).

Correção radiométrica: etapa inicial de pré-processamento digital dos dados brutos de uma imagem qualquer com objetivo de remoção e redução dos ruídos inerentes adquiridos durante o processo de coleta da imagem.

Dados Raster (matriciais): estrutura de dados baseado em uma matriz de elementos de imagem (pixels).. Quanto maior for o tamanho da célula dessa matriz, maior será a semelhança com a representação vetorial do elemento. O tamanho da célula é dado pela escala de trabalho e pelo nível de detalhe desejado.

Dados vetoriais: estrutura de dados baseada em plano cartesiano, representados por um

vetor (entidade gráfica constituída por vértices e ou arcos) posicionado em uma lista ordenada de coordenadas x e y, sob a forma de um ponto, linha ou polígono.

Efeito doppler: refere-se à variação da distância de um pulso de microondas durante um determinado intervalo temporal inerente à velocidade da plataforma de coleta de dados (aérea ou orbital) com repercussões na imagem resultante.

Efeito double-bounce: ocorre quando ao radiação eletromagnética atinge outros objetos antes de ser direcionada novamente para o sistema sensor, o chamado retroespalhamento. Em sensoriamento remoto de RADAR é particularmente relevante pois torna complexa a interpretação de imagens obtidas por sistemas baseados em RADAR. Esses sinais são muito fortes e são registrados como áreas brilhantes em imagens de RADAR com polarização paralela (HH ou VV) espalhamento em dupla reflexão entre diferentes alvos (água, solo, vegetação, objetos antropizados).

Energia radiante: energia transportada em forma de ondas eletromagnéticas ou fótons. (NOVO, 2008). O sol é a principal fonte de energia radiante disponível em Sensoriamento Remoto.

Emissividade: razão entre a excitância de um material e a excitância do corpo negro (NOVO, 2008).

Empilhamento de bandas (layer stacking): a operação resume-se a compilação das bandas de uma imagem num único arquivo, sem comprometimento dos valores individuais de cada faixa espectral (MENEZES, 2017).

Espalhamento atmosférico: é o redirecionamento de ondas eletromagnéticas por partículas em suspensão ou por grandes moléculas de gases atmosféricos. Este efeito pode impactar severamente na assinatura espectral de objetos na superfície terrestre conforme observado por um instrumento sensor.

Espectro de absorção (ou atenuação): está associado à magnitude do campo elétrico e magnético à medida da propagação da onda eletromagnética no vácuo (Adaptado de LORENZETTI, 2015).

Espectro eletromagnético: representa a distribuição de radiação eletromagnética, por regiões, segundo o comprimento de onda e a frequência. Abrange desde os comprimentos de onda curtos e alta frequência (como raios gama), os médios (luz visível e infravermelho), e longos de baixa frequência (ondas de rádio e tv). Adaptado de FLORENZANO (2011).

Espectrômetro: instrumento óptico utilizado para medir as propriedades da luz em uma determinada faixa do espectro eletromagnético.

Excitância ou emitância radiante: fluxo radiante emergente da superfície por unidade de área em Watt por m² (adaptado de NOVO, 2008 e JENSEN, 2009).

Faixa de imageamento: ver item Varredura.

Filtragem: é o processo de transformação de uma dada imagem que depende não apenas do valor digital de um pixel qualquer, mas também do valor digital dos seus vizinhos.

Filtro linear (ou passa banda): podem ser classificados em dois grandes grupos: passa-baixa e passa-alta. Enquanto os primeiros preservam os componentes de baixa frequência (suavizando-os), os passa-alta removem os componentes de alta-frequência e preservam os componentes de alta frequência.

Filtro polarizados: em fotogrametria, tal qual como ocorre em óculos com lentes polarizadas, estes filtros tem por objetivo filtrar as reflexões indesejadas de alguns tipos de luz polarizadas, como superfícies d'água por exemplo (adaptado de JENSEN, 2009).

Fluxo radiante: corresponde ao fluxo de radiação solar transferido em direção à superfície terrestre. Expressa em taxa de variação de energia no tempo (NOVO, 2008).

Frequência de onda: quantidade de repetições de uma onda eletromagnética em um dado intervalo temporal. Expressa em hertz (Hz) e seus múltiplos.

Função de distribuição da reflectância bidirecional (FDRB ou BRDF): é a reflectância espectral medida em todas as suas possíveis direções entre a fonte radiante de energia, o alvo e o sistema sensor, descrevendo a contribuição de cada componente da irradiância incidente para a formação da radiância final do elemento da superfície na direção de reflexão (adptado de Noguera et al, 1996 apud Steffen, 1995).

FWHM: abreviação de Full Width Half Max (ou largura à meia altura). Parâmetro estatístico usado para descrever a largura de uma "saliência" em uma distribuição normal. É dada pela distância entre os pontos da curva normal em que a função atinge a metade do seu valor máximo. Em Sensoriamento Remoto é usada para parametrizar a largura espectral de uma onda eletromagnética e como medida da resolução espectral (ver tópico específico).

GCP: abreviação de Ground Points Control. Refere-se a pontos de controle de georreferenciamento determinados pelo usuário (a partir de pontos conhecidos ou facilmente reconhecidos entre a imagem base e a imagem a receber ajuste geométrico) ou gerados randomicamente pelo algoritmo de ajuste geométrico, desde que estes pontos sejam coincidentes entre a imagem de referência e a imagem a receber o ajuste.

Imagem hiperespectral: trata-se uma imagem óptica que se diferencia da imagem multiespectral por conter bandas (canais) que representem todas as intensidades das cores do visível e do infravermelho em único conjunto. Deste modo ao invés de um único segmento para as cores azul, verde e vermelho, cenas hiperespectrais apresentam muitas bandas que representem a intensidade de cada cor, assim como com o espectro do infravermelho médio e próximo (adaptado de MENESES et al, 2019).

Imagem multiespectral: imagem obtida por um sensor em vários comprimentos de onda eletromagnéticas simultaneamente, com diferentes espectros dos segmentos em bandas individuais.

Imagem pancromática: refere-se a imagem obtida por um sensor em vários comprimentos de onda eletromagnéticas simultaneamente, mas em um único arquivo de imagem ao invés de regiões espectrais individualizadas em bandas.

Instantaneous Field of View (IFOV) ou Campo de Visada: é o ângulo de visibilidade instantânea do sensor e determina a área da superfície terrestre observável por ele (NOVO, 2008).

Índice de refração (n): é uma razão entre a velocidade da luz no vácuo (C) e a velocidade da luz num meio como a atmosfera ou a água (Cn). Logo, $n = C/Cn$. (JENSEN, 2009).

Interferometria de radar: é a técnica que utiliza um par de imagens SAR em formato complexo (amplitude e fase) para gerar uma terceira imagem complexa, denominada imagem interferométrica (MURA, 2000 apud NOVO, 2008), na qual o pixel contém informações sobre a diferença entre os pixels correspondentes nas duas imagens originais.

Irradiância: fluxo de radiação incidente sobre uma superfície por unidade de área em Watt por m² (NOVO, 2008).

Janela atmosférica (ou janela de transmissão): corresponde a regiões do espectro eletromagnético não bloqueadas por gases atmosféricos, permitindo o fluxo radiante para a superfície terrestre. Nestas regiões espectrais não bloqueadas se opera o Sensoriamento Remoto

LIDAR: abreviação de Light detection and ranging (detecção de luz e alcance). Em termos gerais, são sistemas usados para geração de modelos digitais de elevação e superfície tendo como componente principal um instrumento LASER (Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation), o qual emite um feixe de luz estreito sobre a superfície terrestre e o retorno deste feixe capturado pelo instrumento sensor registra a distância do alcance de todos os objetos presentes na superfície observada em Z associada a informações de posicionamento (X e Y) dando origem uma nuvem de pontos usada para gerar modelos digitais de elevação e de superfície.

Modelo Digital de Elevação: representação digital de um modelo numérico da superfície terrestre, obtido a partir de um conjunto de coordenadas (X,Y,Z) de pontos distribuídos no terreno. Distinguem-se entre Modelos Digitais de Superfície (MDS) e Modelos Digitais de Terrenos (MDT).

Modelo Digital de Superfície: refer-se às representações digitais da superfície terrestre incluindo todas as edificações e objetos antrópicos passíveis de detecção e a cobertura vegetal sobre superfície terrestre.

Modelo Digital de Terreno: são representações obtidas de mapeamentos dedicados (LIDAR ou Banda P de um sistema RADAR) ou ainda derivado de um Modelo Digital de Superfície em que se apresenta apenas o terreno desprovido do objetos antrópicos e cobertura vegetal.

Modelo Linear de Mistura Espectral (MLME): é uma técnica que envolve o emprego de algoritmos para extração das componentes (as chamadas Frações como Água, Solo e Vegetação) que constituem a “mistura” da resposta espectral, ou seja, os os diferentes materiais ou objetos contidos “dentro” do pixel no momento da medição da intensidade do fluxo radiante por parte de um sensor (adaptado de SHIMABUKURO e PONZONI, 2017).

Mosaico: montagem feita com fotografias aéreas, imagens ou mapas que se juntam para proporcionar uma representação contínua de uma parcela da superfície terrestre, podendo ou não ser controlados.

Nadir: refere-se ao ponto na esfera celestial diretamente abaixo do observador.

NDMI: índice espectral calculado pela razão das bandas do infravermelho próximo e infravermelho médio, às vezes confundido com o NDWI (GAO, 1996). A equação consiste em $NDMI = \frac{NIR - SWIR}{NIR + SWIR}$

NDVI: É o índice de vegetação de uso mais disseminado e com maior quantidade de aplicações na literatura. Proposto por Rouse et al. (1973), corresponde à razão entre a diferença da refletância na região do infravermelho próximo (NIR) e do vermelho e pela soma dessas mesmas bandas. Os valores variam de -1 a 1, sendo que quanto mais próximo de 1, mais densa é a vegetação e zero indica ausência de vegetação. A equação consiste em: $NDVI = \frac{NIR - Red}{NIR + Red}$. Texto adaptado de MENEZES (2017).

NDWI: É o índice de umidade (água) pela diferença normalizada. Foi proposto por Gao (1996) como um índice empregado para identificação de umidade e superfícies aquáticas, com base no emprego da razão entre a diferença do verde e do infravermelho próximo (NIR) e a soma dessas mesmas bandas: $NDWI = \frac{Green - NIR}{Green + NIR}$. Texto adaptado de MENEZES (2017).

Número digital: um valor atribuído a um pixel.

Ortofotografia: fotografia aérea resultante do processo de Ortorretificação.

Ortofotomapa: carta baseada em uma fotografia aérea, na qual foram retificados os deslocamentos de imagem devido à inclinação da aeronave e ao relevo. A planimetria é representada pela própria imagem da foto, sobre a qual é desenhada a informação altimétrica.

Ortorretificação: processo de correção geométrica com emprego de modelo digital de elevação para ajuste das feições da fotografia aérea com a superfície terrestre.

Paralaxe: refere-se a aparente mudança na posição de um objeto quando este é observado a partir de dois ângulos distintos.

Pixel: abreviação de “picture element”. É o menor elemento de uma imagem, geralmente quadrados e representam uma parcela da superfície equivalente a uma específica resolução espacial.

Polarização: refere-se sobre a direção do campo elétrico de uma onda eletromagnética no espaço ao longo de sua propagação. A polarização da radiação eletromagnética incidente possui grande influência nos processos físicos relacionados à interação entre radiação e o alvo, e particularmente nas aplicações em sensoriamento remoto com radares na faixa de micro-ondas, em que a resposta dos alvos naturais é fortemente dependente da polarização do feixe radar (adaptado de LORENZETTI, 2015).

Polarização horizontal: feixe de radiação polarizada (vetor elétrico) encontra-se perpendicular ao plano de incidência (adaptado de NOVO, 2008).

Polarização vertical: feixe de radiação polarizada (vetor elétrico) oscila no plano de incidência (adaptado de NOVO, 2008).

Pré-processamento digital de imagens: é o processo definido como o conjunto de técnicas e métodos que permitem a correção dos erros inerentes ao processo de aquisição dos dados (NOVO, 2008).

Pulso de laser: o pulso de laser consiste em um feixe de luz direcionado a um alvo qualquer (como a superfície terrestre) que se desloca à velocidade da luz (3×10^8 m/s). Um dispositivo LIDAR pode emitir pulsos a taxas superiores a 100 mil pulsos por segundo. A tecnologia LIDAR é baseada na medição precisa do tempo que o pulso de luz leva do transmissor ao alvo e de volta ao receptor. (adaptado de JENSEN, 2009).

Pulso de radiação eletromagnética: em sensoriamento remoto com RADAR refere-se à emissão de radiação na região do microondas com duração e comprimento de ondas específicos, muito maior que os comprimentos de onda da luz visível e da região do infravermelho, podendo ser medidos em centímetros (ao invés de micrômetros) e com nomenclatura específica para os diversos comprimentos de onda. variando nesta ordem entre os maiores (com menor resolução espacial) e os menores comprimentos de onda (com maior resolução espacial): K, Ka, Ku, X, C, S, L e P.

Radiação eletromagnética (REM): é o meio pelo qual a informação é transferida do objeto ao sensor. A REM pode ser definida como uma forma dinâmica de energia que se manifesta a partir de sua interação com a matéria (NOVO, 2008).

RADAR: abreviatura de radio detection and ranging, significando a detecção de alvos e avaliação de distâncias por ondas de rádio (adaptado de FLORENZANO, 2011). São sistemas ativos que transmitem um feixe de radiação eletromagnética (REM) centrado na região do microondas (ao invés das ondas de rádio, o acrônimo nunca foi mudado), permitindo observar interações em uma região do espectro não percebida por outros tipos de sensores ópticos. Dada a natureza ativa do sistema, permite a coleta de dados tanto diurna como noturna (adaptado de NOVO, 2008 e JENSEN 2009).

Radar de abertura real: também conhecidos como radar de força bruta, diferencia-se do radar de abertura sintética (SAR) pelo uso de antena de comprimento fino, entre 1 a 2 metros. O SAR é uma evolução da técnica, pois utiliza uma antena de comprimento fino, porém com a capacidade de simular uma antena muito maior como de 600 metros por exemplo (adaptado de JENSEN, 2009).

Radar de abertura sintética (SAR): é um sistema ativo de obtenção de imagens por emissão de microondas coerente, ou seja, que mantém (registra) a fase e a magnitude do sinal retroespalhado (eco) pela superfície imageada. É um método engenhoso de incremento da resolução espacial de imagem sem que seja necessário aumentar o tamanho físico da abertura da antena de radar, ou seja, um aumento da resolução espacial baseado no aumento virtual (e não real) da antena.

Um RADAR executa três funções básicas: 1) ele transmite um pulso de microondas em direção a um alvo; 2) ele recebe a porção refletida do pulso transmitido após este haver interagido com o alvo (a porção refletida recebe o nome de energia retroespalhada); 3) ele registra a potência, a variação temporal e o tempo de retorno do pulso retro-espalhado (adaptado de NOVO, 2008).

Radar de visada lateral (ou Side Looking Airborne RADAR - SLAR): trata-se de uma configuração originalmente concebida pela instalação de antenas móveis em fuselagens de aeronaves e posteriormente adaptadas para sensores orbitais. A essa nova configuração foi adicionado um sistema que permite a geração de imagens por meio de um tubo de raios catódicos (feixes de elétrons que causam luminescência nos corpos com que se chocam).

Radiação: energia é a capacidade de realizar trabalho e ela pode ser transferida entre um corpo e outro ou de um lugar para outro. A radiação eletromagnética é a transferência desta energia a partir de uma fonte de energia (como a luz solar) a se propagar no vácuo e, por isso, de particular interesse à ciência do Sensoriamento Remoto (adaptado de JENSEN, 2009).

Radiância: intensidade radiante por unidade de área normal à fonte (Watt por esferorradiano ou m^2) em uma dada direção (NOVO, 2008). É a medida mais precisa em Sensoriamento Remoto (JENSEN, 2009).

Radiometria: a técnica de quantificar a medida da radiação eletromagnética (REM, ou ainda, a o conjunto dos princípios e leis que tratam da geração, propagação e detecção (mensuração) da REM na faixa óptica do espectro eletromagnético (adaptado de LORENZETTI, 2015).

Rayleigh (lei de): segundo a Lei de Rayleigh, a quantidade de energia espalhada do feixe incidente é igual a potência da razão entre o tamanho da partícula (a) e o comprimento da onda (λ). Logo, quanto menor o comprimento de onda, maior o espalhamento por partículas pequenas (NOVO, 2008).

Realce de imagens: Consiste num conjunto de procedimentos aplicados para melhorar a qualidade visual.

Reflectância espectral: razão entre o fluxo radiante emitido e o fluxo radiante incidente sobre uma superfície qualquer (NOVO, 2008). Vários materiais da superfície da Terra têm diferentes características de reflectância espectral. A reflectância espectral é responsável pela cor ou tom em uma imagem fotográfica de um objeto. Os valores da reflectância espectral de objetos calculados em intervalos de comprimento de onda diferentes e bem definidos compreendem a assinatura espectral dos objetos ou recursos pelos quais eles podem ser distinguidos (adaptado de COLWELL, 1997).

Reflectância (reflexão): é o processo pelo qual a radiação “resvala” num objeto (água, solo, entre outros). Em verdade, é um processo mais complexo que envolve a re-radiação de fótons em uníssono por átomos ou moléculas numa camada equivalente à metade do comprimento de onda em profundidade (adaptado de JENSEN, 2009).

Refração: a refração refere-se ao desvio da luz quando ela passa de um meio a um outro de diferente densidade. A refração ocorre porque os meios são diferentes em densidade e a velocidade da radiação eletromagnética é diferente em cada um deles. A refração pode ser mensurada pelo índice de refração (JENSEN, 2009).

Região: consiste na unidade vetorial mínima de análise gerada pelo operador ou por algum algoritmo de segmentação, na qual os pixels contidos possuem valores digitais homogêneos ou similares. A representação vetorial típica é um polígono.

Resolução: refere-se à capacidade de um sistema sensor distinguir objetos da superfície terrestre (adaptado de FLORENZANO, 2011).

Resolução azimutal: corresponde à resolução de uma imagem SAR definida pela variação de frequência do pulso de microondas na direção do azimute (banda doppler) em função da velocidade da plataforma de coleta de dados (aérea ou orbital)..

Resolução espacial: representa a menor feição passível de detecção pelo instrumento em questão.

Resolução espectral: medida de largura das faixas espectrais e da sensibilidade do sistema sensor em distinguir entre dois níveis de intensidade do sinal de retorno (resolução radiométrica).

Resolução radiométrica: descreve a habilidade de um sensor em distinguir variações no nível de energia refletida, emitida ou retroespalhada que deixa a superfície do alvo. Esta energia apresenta diferenças de intensidade contínuas, as quais precisam ser detectadas, registradas e reproduzidas pelo sensor.

Resolução temporal: frequência de passagem de um satélite por um mesmo local da superfície terrestre. Quanto menor o tempo sem passagem, maior é a resolução temporal.

RMSE: abreviação de Root Mean Square Error (raiz do erro quadrático médio). Refere-se ao desvio padrão dos valores residuais de um modelo preditivo ou, mais usualmente, dos resíduos relacionados a pontos de controle em processos de ajuste geométrico (georreferenciamento) de imagens obtidas por Sensoriamento Remoto.

SAVI: proposto por Huete (1988), aplica-se à distinção da cobertura vegetal pouco densa, sendo uma modificação do NDVI para corrigir a influência do brilho em áreas de solo exposto, com pouca vegetação: $SAVI = \frac{NIR - Red}{NIR + Red + L} * (1 + L)$. Adaptado de Menezes (2017).

Segmentação: consiste na divisão da imagem em regiões ou objetos com características espectrais e espaciais similares (PIAZZA et al, 2016).

Sensor: instrumento de detecção que capta e registra em uma imagem, a energia refletida ou emitida pelos objetos (naturais e antrópicos) característicos da superfície terrestre, bem como fenômenos naturais e antrópicos.

Sensoriamento Remoto (ou tele detecção remota): é aquisição de informações sobre objetos a partir da detecção e mensuração de mudanças que estes impõem ao campo eletromagnético, voltados para a aplicações para levantamento e monitoramento de recursos terrestres, estudos oceanográficos, cartografia, e mapeamento temático (NOVO, 2008).

Ou ainda pode ser definida como a arte, ciência e tecnologia de obter informações confiáveis sobre objetos físicos e o ambiente através da coleta e interpretação de imagens (representações digitais de energia) derivados de sistemas de sensores sem contato com a superfície terrestre (adaptado de COLWELL, 1983).

Sombra: em imagens de RADAR correspondem a zonas completamente sem informação não detectadas pelo instrumento sensor devido ao ângulo azimutal deste ou devido a áreas da superfície terrestre encobertas por fisionomias expressivas como formas de relevo, edificações e dosséis florestais. Em imagens ópticas correspondem a zonas parcialmente cobertas por nuvens e névoas, as quais interferem significativamente

Transmitância: razão entre o fluxo radiante transmitido e o fluxo radiante incidente sobre uma superfície qualquer (NOVO, 2008), ou ainda, a capacidade de um meio deixar o fluxo se propagar através de si (LORENZETTI, 2015).

Unidade amostral: representa o menor elemento identificável em uma dada população e se constitui no objeto em estudos com aplicações de sensoriamento remoto.

Varredura: é a coleta e registro de dados em uma matriz (posteriormente convertida em números digitais e pixels) por um sensor orbital dado em função do tempo de amostragem e uma linha de imageamento específica de acordo com a órbita em que se encontra o satélite.

Visada: em fotogrametria, refere-se à inclinação da câmera imageadora (ou fotográfica) em relação ao alvo observado, podendo ser expressa em graus mas, resumidamente, podendo ser vertical ou reta (90° em relação ao plano da aeronave ou sensor) oblíqua-alta (> 45°) e oblíqua-baixa (< 45°).

Zênite: refere-se ao ponto na esfera celestial diretamente acima do observador.

ANEXO II - Matriz de Decisão para seleção de dados geoespaciais no Google Earth Engine

Sensor	Tipo	Início da operação	Término da operação	Resolução Espacial	Resolução Temporal	Bandas Espectrais	Image Collection
Landsat MSS 1, MSS 2, MSS 3, MSS 4 e MSS 5	Multiespectral	1972 (L1) 1975 (L2) 1978 (L3) 1982 (L4) 1984 (L5)	1978 (L1) 1982 (L2) 1983 (L3) 1992 (L4) 2011 (L5)	90 m	18 dias	B4 - Vermelho B5 - Inf. próximo B6 - Inf. médio B7 - Inf. termal	LANDSAT/LM01 /C02/T2 LANDSAT/LM02 /C02/T2 LANDSAT/LM03 /C02/T2 LANDSAT/LM04 /C02/T2 LANDSAT/LM05 /C02/T2
Landsat TM 4/5	Multiespectral	1982 (L4) 1984 (L5)	1992 (L4) 2011 (L5)	30 m: B1 a B5 15 m: não tem	16 dias	B1 - Azul B2 - Verde B3 - Vermelho B4 - Inf. próximo B5 - Inf. médio B7 - pan	LANDSAT/LT04/ C02/T2_L2 LANDSAT/LT05/ C02/T2_L2
Landsat ETM+ 7	Multiespectral	1999	2002	30 m: B1 a B5 15 m: B7/pan*	16 dias		LANDSAT/LE07 /C02/T2_L2 LANDSAT/LE07 /C02/T2_L2
Landsat OLI 8	Multiespectral	2013	Presente	30 m: B1 a B9 15 m: B8/pan	16 dias	B1 - Aerossóis B2 - Azul B3 - Verde B4 - Vermelho B5 - Inf. próximo B6 - Inf. médio B7 - Inf. médio B8 - Pan B9 - Cirrus	LANDSAT/LC08 /C02/T2_L2
Landsat OLI-2 9	Multiespectral	2021	Presente		8 dias (com Landsat 8)		LANDSAT/LC09 /C02/T2_L2"

Sensor	Tipo	Início da operação	Término da operação	Resolução Espacial	Resolução Temporal	Bandas Espectrais	Image Collection
GLOBAL ALOS-PALSAR-2	RADAR	2007	2021	25 m	46 dias	B1: HH B2: HV B3 : LDN** B4: data da cena B5: qa (qualiade)	JAXA/ALOS/PALSAR/YEARLY/SAR
Sentinel 1A e 1B	RADAR	2014 (1A) 2016 (1B)	Presente (1A) 2022 (1B)	10 m	12 dias	Banda C, polarizações: B1: VV B2: HH B3: VV + HV B4: HH + HV	COPERNICUS/S1_GRD
Sentinel 2A e 2B	Multiespectral	2015 (2A) 2017 (2B)	Presente (ambos)	10 m: (B2, B3, B4, B8) 20 m: (B5, B6, B7, B8A, B10, B11, B12) 60 m: (B1, B9, B10)	10 dias (2A ou 2B) 5 dias (2A + 2B)	B1 -Aerossóis B2 - Azul B3 - Verde B4 -Vermelho B5 -Vermelho 1 B6 - Vermelho 2 B7 - Vermelho 3 B8 - Inf. próximo B8A - Vermelho 4 B9 - Vapor d'água B10 - Cirrus B11 - Inf. médio 1 B12 - Inf. médio 2	COPERNICUS/S2

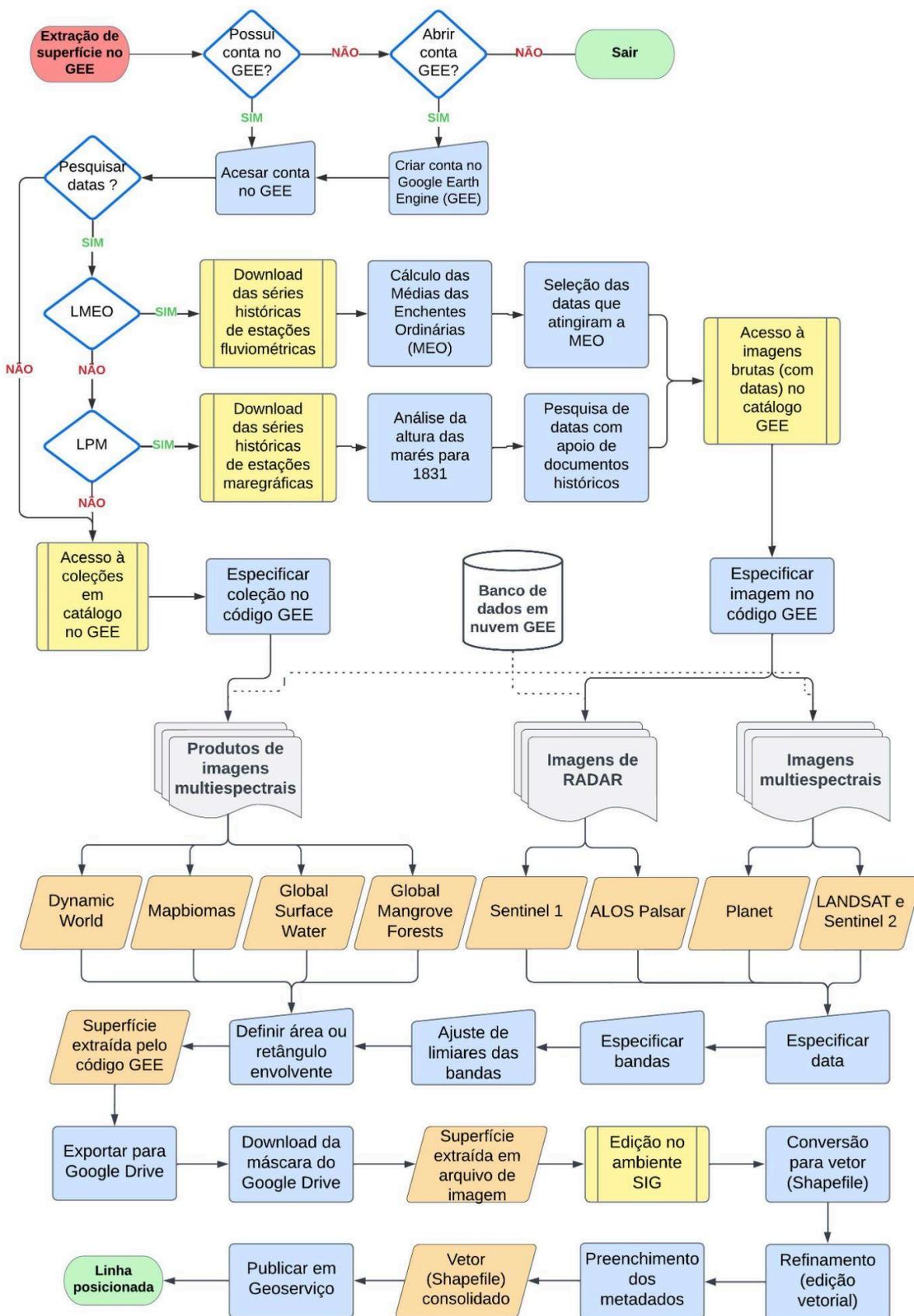
*pan: pancromática ; ** LDN: banda das cenas ALOS/PALSAR que contém valores de ângulo de incidência local da passagem do sensor

Dado derivado	Imagens-Fonte	Método	Intervalo disponível	Resolução Espacial	Resolução Temporal	Camadas de interesse	Image Collection
SRTM v2.1	RADAR	Inteferometria das bandas C e X	2000	30 m (1 arco)	Não se aplica	Elevação	USGS/SRTMGL1_003
ALOS DSM Global v2.0	RADAR	Inteferometria das bandas C e X	2007-2011	30 m (1 arco)	Não se aplica	Elevação	JAXA/ALOS/AW3D30/V3_2

Dado derivado	Imagens-Fonte	Método	Intervalo disponível	Resolução Espacial	Resolução Temporal	Camadas de interesse	Image Collection
MERIT DEM	SRTM ALOS DSM ViewFinder DEM	Interpolação e remoção de erros em outros DEMs	1987-2017	90 m (3 arco)	Não se aplica	Elevação	MERIT/DEM/v1_0_3
Copernicus GLO30	Sentinel 1	Interpolação de SAR Banda X	2011-2015	30 m	Não se aplica	Elevação	COPERNICUS/DEM/GLO30
Global Surface Water (GSW) v 1.4	Landsat 5, 8	Classificação (por pixel) de série temporal	1984-2021	30 m	Não se aplica	Ocorrência; Mudança absoluta e normalizada; Recorrência; Sazonalidade; Extensão máxima	JRC/GSW1_3/GlobalSurfaceWater
Dynamic World (DW) v1.0	Sentinel 2	Classificação (por pixel) de série temporal	2015 até o presente	10 m	Não se aplica	Água; árvores, gramíneas; vegetação alagada; arbustos; culturas anuais; área construída; solo nu; gelo e neve;	"GOOGLE/DYNAMICWORLD/V1
Global Mangrove Forests Distribution (GMF)	Landsat 5	Classificação (por pixel) de série temporal	2000-2001	30 m	Não se aplica	Máscara dos manguezais	LANDSAT/MANGROVE_FORESTS
Mapbiomas Água	Landsat 5, 8	Classificação (por pixel) de série temporal	1985-2020	30 m	Não se aplica	Máscara de água, anual e mensal	projects/mapbiomas-workspace/TRANSVERSALS/AGUA5-FT
CHIRPS Pentad	MODIS	Fusão entre dados de precipitação e imagens orbitais	1981 até o presente	500 m	Não se aplica	Precipitação	UCSB-CHIRPS/PENTAD

ALOS - Advanced Land Observing Satellite; CHIRPS - Climate Hazards Group InfraRed Precipitation With Station Data; MERIT - : Multi-Error-Removed Improved-Terrain; SRTM - Shuttle Radar Topographic Mission

ANEXO III - Fluxo para extração de dados geoespaciais no Google Earth Engine





Para maiores informações, sugestões ou dúvidas:

cgipa@gestao.gov.br

**Para saber mais sobre o Plano Nacional de
Caracterização, acesse:**

[🏠](#) > [Assuntos](#) > [Patrimônio da União](#) > [Plano Nacional de Caracterização](#)

Plano Nacional de Caracterização

Use [Ctrl + clique]

<https://www.gov.br/economia/pt-br/assuntos/patrimonio-da-uniao/plano-nacional-de-caracterizacao>