Engenharia da Computação

PPGC&TAmb
Ciência e Tecnologia Ambiental

UFMA
Universidade Federal do Maranhão

Introdução ao processamento e análise de imagens de satélites com Google Earth Engine (GEE)

Prof. Sérgio Souza COsta

Roteiro

1. A Geoinformação e sua relevância
2. Geoinformação e sua representação
3. Google Earth Engine ?
4. Vantagens de usar google earth engine
5. Earth Engine Data Catalog
6. Earth Engine Code Editor
7. Earth Engine: Operações e Objetos
8. Geometrias
9. Feature e FeatureCollection
10. Image e ImageCollection
11. Continuar aprendendo

PPGC&TAmb
Ciência e Tecnologia Ambiental

A Geoinformação e sua relevância

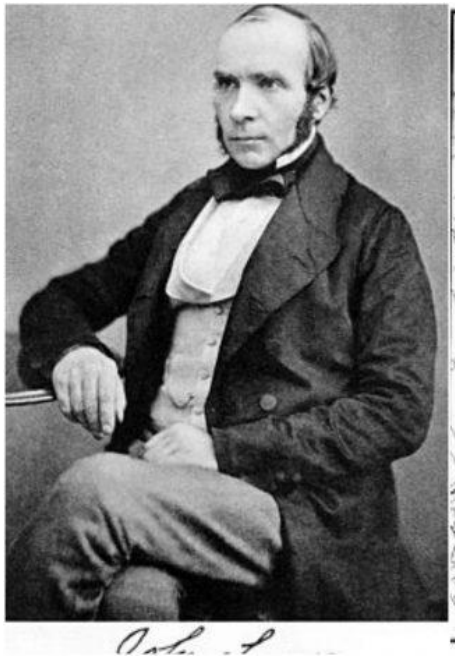
Antes de irmos para o Google Earth Engine, vamos entender alguns conceitos básicos de geoinformação, para melhor compreender os tipos de dados que são manipulados por esta ferramenta.

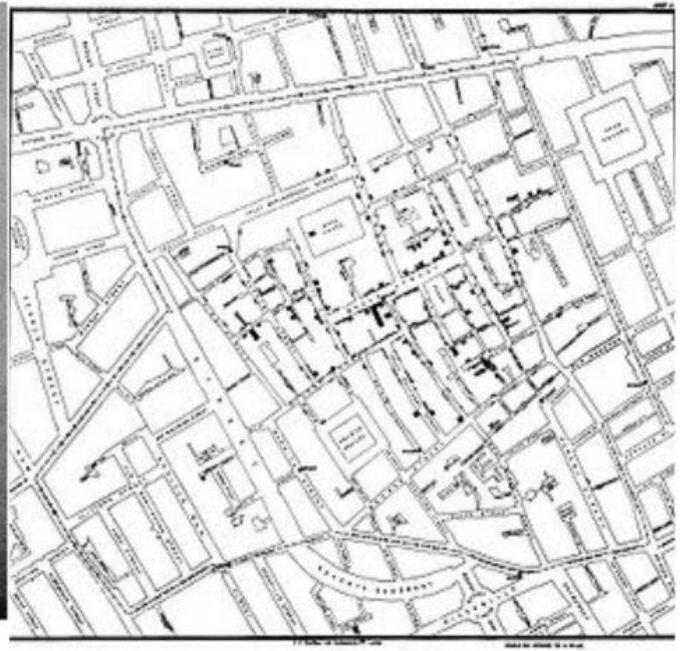


PPGC&TAmb
Ciência e Tecnologia Ambiental

A Geoinformação e sua relevância

John Snow e a Cólera na Londres de 1854.





PPGC&TAmb
Ciência e Tecnologia Ambiental

A Geoinformação e sua relevância

A geoinformação (ou informação geográfica) é aquela que possui tempo e espaço bem definidos (Longley et. al 2013).

PPGC&TAmb
Ciência e Tecnologia Ambiental

A Geoinformação e sua relevância

A geoinformação (ou informação geográfica) é aquela que possui tempo e espaço bem definidos (Longley et. al 2013).

> “A temperatura ao meio dia local na atitutde 34 graus e 35 minutos norte, longitude 120 graus 0 minutos oeste, era 19 graus Celsius” .

PPGC&TAmb
Ciência e Tecnologia Ambiental

A Geoinformação e sua relevância

A geoinformação (ou informação geográfica) é aquela que possui tempo e espaço bem definidos (Longley et. al 2013).

> “A temperatura ao meio dia local na atitutde 34 graus e 35 minutos norte, longitude 120 graus 0 minutos oeste, era 19 graus Celsius” .

> “A altitude do Monte Everest é de 8848 metros”.

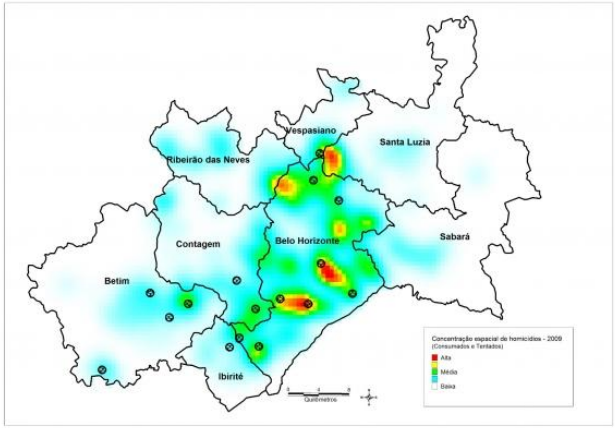
PPGC&TAmb
Ciência e Tecnologia Ambiental

A Geoinformação e sua relevância

Primeira lei da geografia, Waldo Tobler

"*Todas as coisas estão relacionadas com todas as outras, mas coisas próximas estão mais relacionadas do que coisas distantes*".

- Ou seja, os **fenômenos sociais e ambientais** não ocorrem de modo aleatório no espaço, a componente espacial tem um importante papel nas suas ocorrências.



Fonte: O “mundo do crime” e a “lei da favela”: aspectos simbólicos da violência de gangues na região metropolitana de Belo Horizonte (https://journals.openedition.org/etnografica/4074)

PPGC&TAmb
Ciência e Tecnologia Ambiental

Geoinformação e sua representação

Como representar a informação geográfica através de um sistema computacional?



PPGC&TAmb
Ciência e Tecnologia Ambiental

Geoinformação e sua representação

- O mundo real é extremamente complexo, só conseguimos capturar partes da realidade através de modelos e abstrações.
- Até mesmo a nossa linguagem pode ser compreendida como uma abstração ou um modelo. Mesmo existindo uma infinidade de árvores, conseguimos distinguir uma árvore quando vemos uma.

"*Para resolver um problema é necessário escolher uma abstração da realidade*" (Almeida, 2010)

PPGC&TAmb
Ciência e Tecnologia Ambiental

Geoinformação e sua representação

- O mundo real é extremamente complexo, só conseguimos capturar partes da realidade através de modelos e abstrações.
- Até mesmo a nossa linguagem pode se[r] uma abstração ou um modelo. Mesmo existindo uma infinid[ade] guimos distinguir uma árvore quando vemos uma.

Lembrando que a observação e a medição desempenha um papel importante nessa abstração.

"Para resolver um problema é neces[sário] bstração da realidade" (Almeida, 2010)

PPGC&TAmb
Ciência e Tecnologia Ambiental

Geoinformação e sua representação





Fields (coverages)

The continuously changing landscape of the Earth (topography)

Objects

Mountains with names (Alps, Mont Blanc)

Fonte: Gilberto Câmara

PPGC&TAmb
Ciência e Tecnologia Ambiental

Geoinformação e sua representação

Na literatura são aceitas duas visões de dados geográficos:

- Objetos discretos (objects): representa o mundo como objetos com limites bem definidos sobre um espaço vazio (Longley et. al 2013).
  - Representado computacionalmente por dados vetoriais (.shp, .kml, geopackages)

- Campo contínuo (fields): representa o mundo real como um número finito de variáveis, cada qual definida em cada posição do espaço (Longley et. al 2013).
  - Representado por dados matriciais (ou rasters), como as imagens de satélites.

Geoinformação e sua representação

Um exemplo comum de campos contínuo (field) são as imagens de satélite, já que o sensor de satélite tem um valor para cada posição imageada.



PPGC&TAmb
Ciência e Tecnologia Ambiental

Geoinformação e sua representação

Um exemplo comum de objetos discretos são mapas geopolíticos, onde os limites são definidos e aceitos por acordos (inter)nacionais.



&TAmb
Ciência e Tecnologia Ambiental

Geoinformação e sua representação

Um exemplo comum de objetos discretos são mapas geopolíticos, onde os limites são definidos e aceitos por acordos (inter)nacionais.



Ciência e Tecnologia Ambiental

Google Earth Engine ?

Google Earth Engine



PPGC&TAmb
Ciência e Tecnologia Ambiental

Google Earth Engine ?

"The supply of geographic information from satellite-based and ground-based sensors has expanded rapidly, encouraging belief in a new, fourth, or "big data," paradigm of science that emphasizes **international collaboration, data-intensive analysis, huge computing resources, and high-end visualization.**" Goodchild et al. (2012)



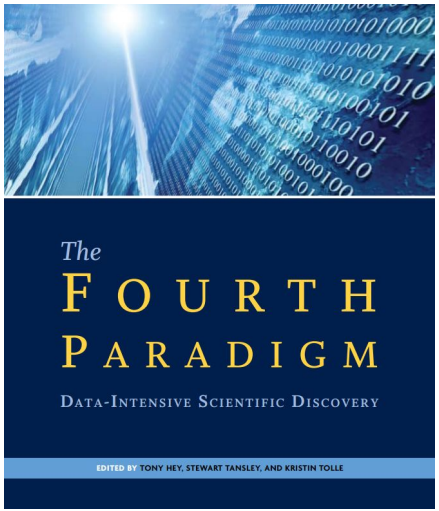
PNAS

Next-generation Digital Earth

Michael F. Goodchild[a,1], Huadong Guo[b], Alessandro Annoni[c], Ling Bian[d], Kees de Bie[e], Frederick Campbell[f], M
Manfred Ehlers[g], John van Genderen[e], Davina Jackson[h], Anthony J. Lewis[i], Martino Pesaresi[c], Gábor Remete
Richard Simpson[k], Andrew Skidmore[f], Changlin Wang[b], and Peter Woodgate[l]

[a]Department of Geography, University of California, Santa Barbara, CA 93106; [b]Center for Earth Observation and Digital E
Academy of Sciences, Beijing 100094, China; [c]Joint Research Centre of the European Commission, 21027 Ispra, Italy; [d]Depar
Geography, University at Buffalo, State University of New York, Buffalo, NY 14261; [e]Faculty of Geo-Information Science an
Observation, University of Twente, 7500 AE, Enschede, The Netherlands; [f]Fred Campbell Consulting, Ottawa, ON, Canada K
[g]Institute for Geoinformatics and Remote Sensing, University of Osnabrück, 49076 Osnabrück, Germany; [h]D_City Network, N
Australia; [i]Department of Geography and Anthropology, Louisiana State University, Baton Rouge, LA 70803; [j]Hungarian As
Geo-Information, H-1122, Budapest, Hungary; [k]Nextspace, Auckland 1542, New Zealand; and [l]Cooperative Research Center
Information, Carlton South 3053, Australia

"*Often it turns out to be more efficient to move the questions than to move the data.*" -Jim Gray (1944-2007)



PPGC&TAmb
Ciência e Tecnologia Ambiental

GEE

> 50 Petabytes de dados de observação da terra





GEE

> 50 Petabytes de dados de observação da terra

Missão (Google):

"To organize the world's information and make it universally accessible and useful."

GEE

> 50 Petabytes de dados de observação da terra

Missão (Goog

"To organize th
information an
accessible and



Remote Sensing of Environment 202 (2017) 18–27

Contents lists available at ScienceDirect

Remote Sensing of Environment

journal homepage: www.elsevier.com/locate/rse

Google Earth Engine: Planetary-scale geospatial analysis for everyone

Noel Gorelick [a,*], Matt Hancher [b], Mike Dixon [b], Simon Ilyushchenko [b], David Thau [b], Rebecca Moore [b]

[a] Google Switzerland, Brandschenkestrasse 110, Zurich 8002, Switzerland
[b] Google Inc., 1600 Amphitheater Parkway, Mountain View, CA, 94043, USA

ARTICLE INFO

Article history:
Received 9 July 2016
Received in revised form 5 June 2017
Accepted 27 June 2017
Available online 6 July 2017

Keywords:
Cloud computing
Big data
Analysis
Platform
Data democratization
Earth Engine

ABSTRACT

Google Earth Engine is a cloud-based platform for planetary-scale geospatial analysis that brings Google's massive computational capabilities to bear on a variety of high-impact societal issues including deforestation, drought, disaster, disease, food security, water management, climate monitoring and environmental protection. It is unique in the field as an integrated platform designed to empower not only traditional remote sensing scientists, but also a much wider audience that lacks the technical capacity needed to utilize traditional supercomputers or large-scale commodity cloud computing resources.

© 2017 The Author(s). Published by Elsevier Inc. This is an open access article under the CC BY license (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

1. Introduction

Supercomputers and high-performance computing systems are becoming abundant (Cossu et al., 2010; Nemani et al., 2011) and large-scale cloud computing is universally available as a commodity. At the same time, petabyte-scale archives of remote sensing data have become freely available from multiple U.S. Government agencies including NASA, the U.S. Geological Survey, and NOAA (Woodcock et al., 2008; Loveland and Dwyer, 2012; Nemani et al., 2011), as well as the European Space Agency (Copernicus Data Access Policy, 2016), and a wide variety of tools have been developed to facilitate large-scale processing of geospatial data, including TerraLib (Câmara et al., 2000), Hadoop (Whitman et al., 2014), GeoSpark (Yu et al., 2015), and GeoMesa (Hughes et al., 2015).

Unfortunately, taking full advantage of these resources still requires considerable technical expertise and effort. One major hurdle is in basic information technology (IT) management: data acquisition and storage; parsing obscure file formats; managing databases, machine allocations, jobs and job queues, CPUs, GPUs, and networking; and using any of the multitudes of geospatial data processing frameworks.

This burden can put these tools out of the reach of many researchers and operational users, restricting access to the information contained within many large remote-sensing datasets to remote-sensing experts with special access to high-performance computing resources.

Google Earth Engine is a cloud-based platform that makes it easy to access high-performance computing resources for processing very large geospatial datasets, without having to suffer the IT pains currently surrounding either. Additionally, and unlike most supercomputing centers, Earth Engine is also designed to help researchers easily disseminate their results to other researchers, policy makers, NGOs, field workers, and even the general public. Once an algorithm has been developed on Earth Engine, users can produce systematic data products or deploy interactive applications backed by Earth Engine's resources, without needing to be an expert in application development, web programming or HTML.

2. Platform overview

Earth Engine consists of a multi-petabyte analysis-ready data catalog co-located with a high-performance, intrinsically parallel computation service. It is accessed and controlled through an Internet-accessible application programming interface (API) and an associated web-based interactive development environment (IDE) that enables rapid prototyping and visualization of results.

The data catalog houses a large repository of publicly available geospatial datasets, including observations from a variety of satellite and aerial imaging systems in both optical and non-optical wavelengths, environmental variables, weather and climate forecasts and hindcasts, land cover, topographic and socio-economic datasets. All of this data is preprocessed to a ready-to-use but information-preserving form that allows efficient access and removes many barriers associated with data management.

Users can access and analyze data from the public catalog as well as their own private data using a library of operators provided by the Earth Engine API. These operators are implemented in a large parallel

* Corresponding author.
E-mail address: gorelick@google.com (N. Gorelick).

http://dx.doi.org/10.1016/j.rse.2017.06.031
0034-4257/© 2017 The Author(s). Published by Elsevier Inc. This is an open access article under the CC BY license (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

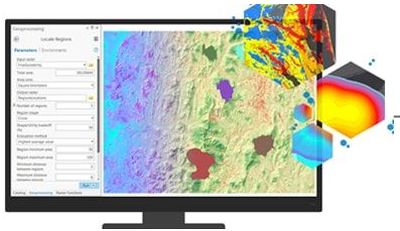
Vantagens de usar google earth engine



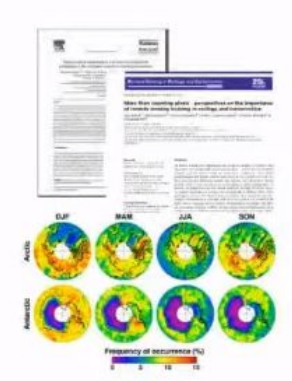
Download

Armazenamento

Processamento convencional (sem o GEE)



Processamento e análise de dados através de um SIG

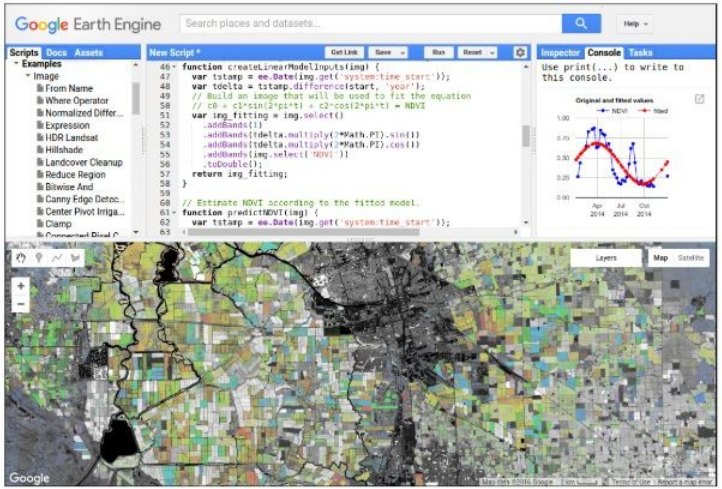


Publicação dos resultados

PPGC&TAmb
Ciência e Tecnologia Ambiental

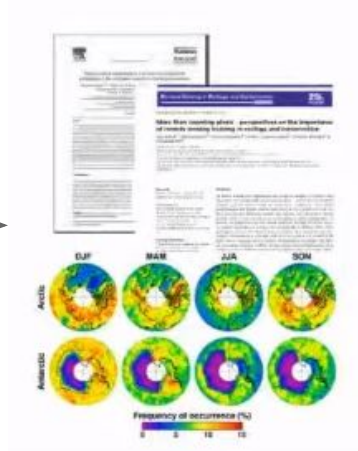
Vantagens de usar google earth engine

Processamento como o GEE





Exportação para o Google Drive

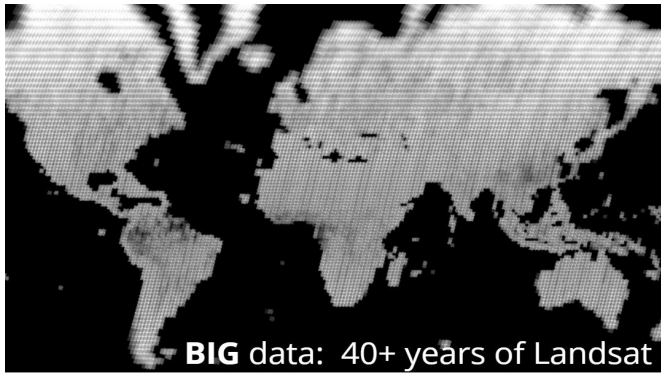


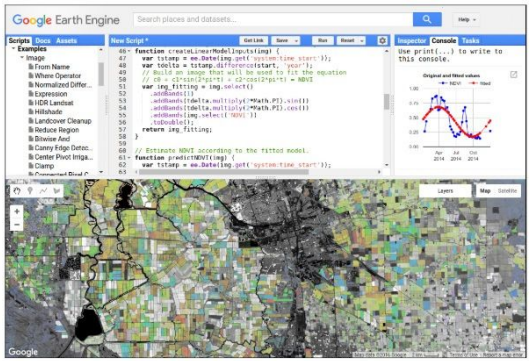
Publicação dos resultados

PPGC&TAmb
Ciência e Tecnologia Ambiental

Google Earth Engine =

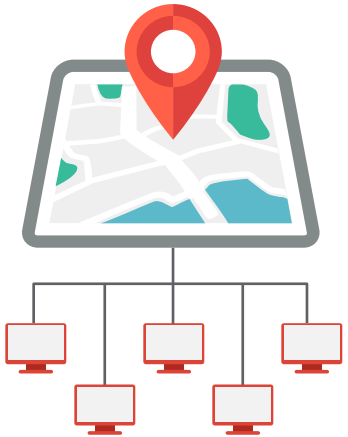
Coleção de imagens públicas
de sensoriamento remoto
na escala de petabytes





APIs (JavaScript e Python) e
Ambiente de desenvolvimento “on line”.

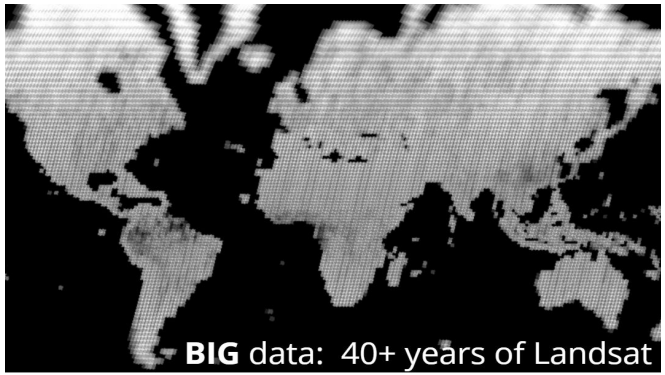
Infraestrutura
computacional da
Google otimizada por
computação paralela

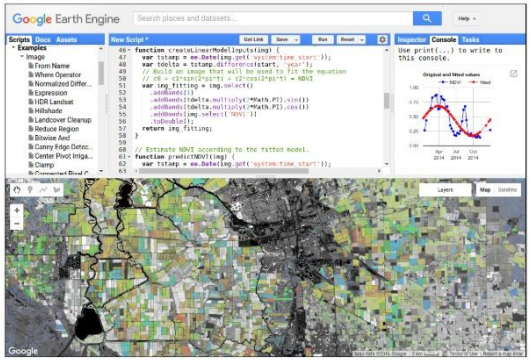


PPGC&TAmb
Ciência e Tecnologia Ambiental

Google Earth Engine =

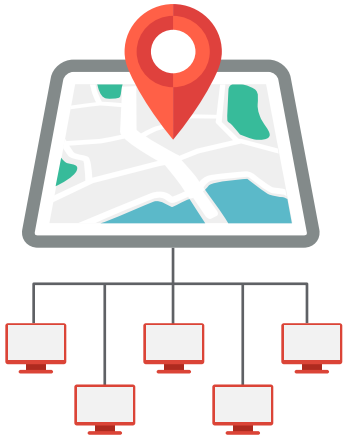
Coleção de imagens públicas
de sensoriamento remoto
na escala de petabytes





APIs (JavaScript e Python) e
Ambiente de desenvolvimento “on line”.

Infraestrutura
computacional da
Google otimizada por
computação paralela



PPGC&TAmb
Ciência e Tecnologia Ambiental

Earth Engine Data Catalog



Landsat & Sentinel 1, 2
10-30m, weekly

MODIS
250m daily

Vector Data
WDPA, Tiger

Terrain & Land Cover

Weather & Climate
NOAA NCEP, OMI, ...

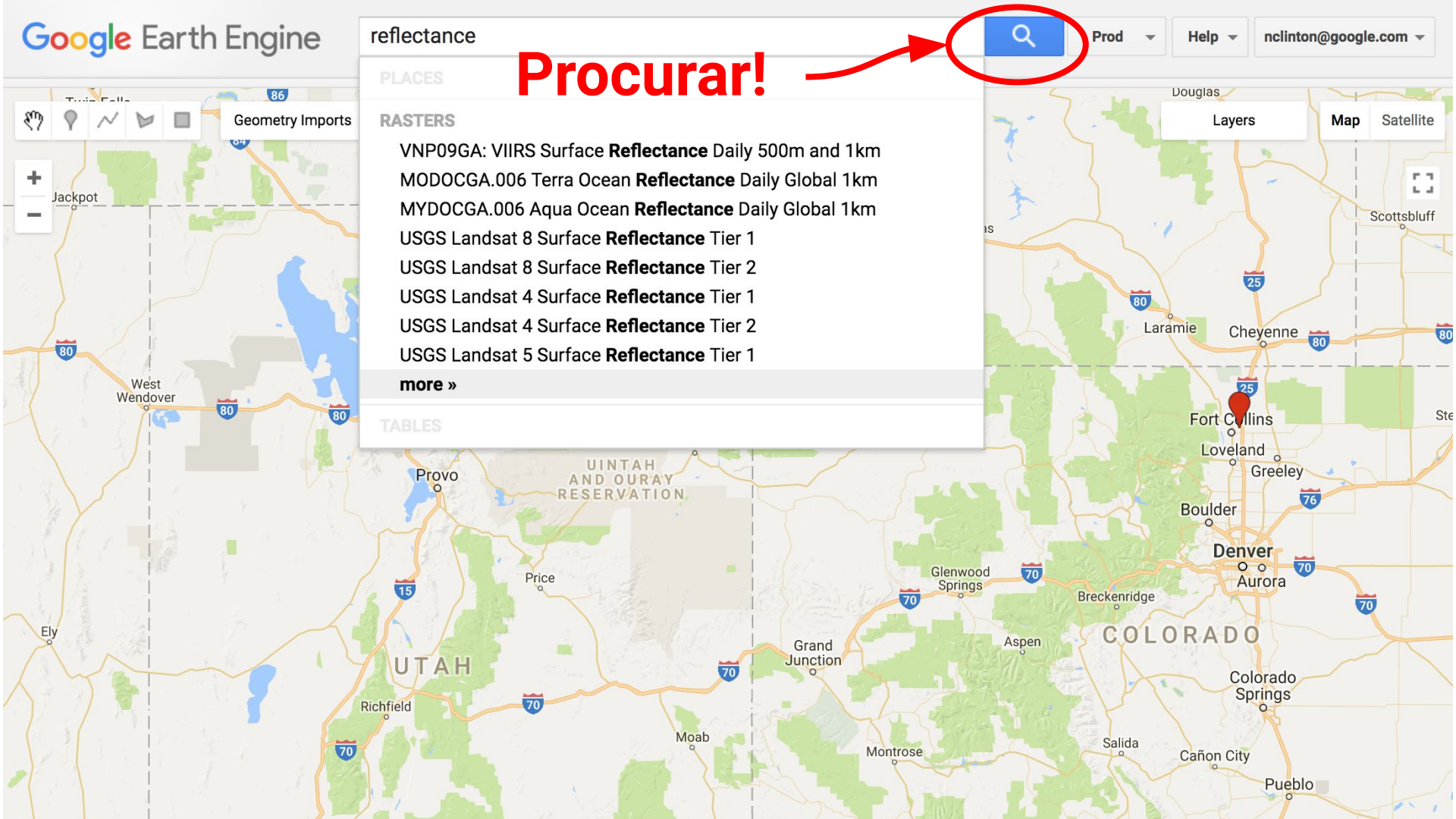
... and upload your own vectors and rasters

> 200 public datasets

> 5 million images

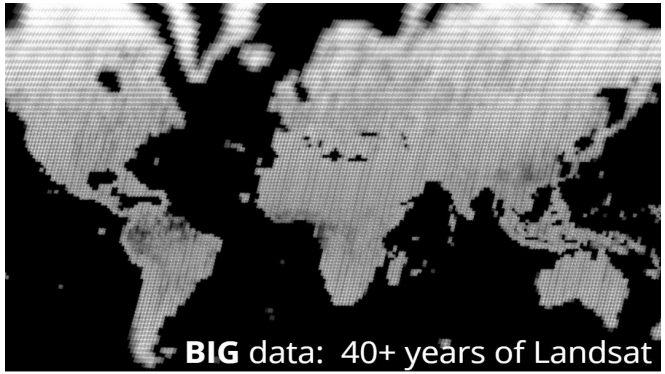
> 4000 new images every day

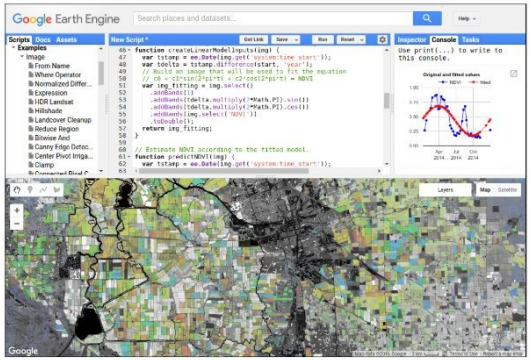
> 7 petabytes of data


Google Earth Engine
reflectance
Procurar!
Prod
Help
nclinton@google.com
PLACES
RASTERS
VNP09GA: VIIRS Surface Reflectance Daily 500m and 1km
MODOCGA.006 Terra Ocean Reflectance Daily Global 1km
MYDOCGA.006 Aqua Ocean Reflectance Daily Global 1km
USGS Landsat 8 Surface Reflectance Tier 1
USGS Landsat 8 Surface Reflectance Tier 2
USGS Landsat 4 Surface Reflectance Tier 1
USGS Landsat 4 Surface Reflectance Tier 2
USGS Landsat 5 Surface Reflectance Tier 1
more »
TABLES
Geometry Imports
Layers
Map
Satellite
Douglas
Jackpot
Scottsbluff
Laramie
Cheyenne
West Wendover
Fort Collins
Loveland
Greeley
Boulder
Denver
Aurora
Provo
UINTAH AND OURAY RESERVATION
Price
Glenwood Springs
Breckenridge
Ely
UTAH
Grand Junction
Aspen
COLORADO
Colorado Springs
Richfield
Moab
Montrose
Salida
Cañon City
Pueblo

Google Earth Engine =

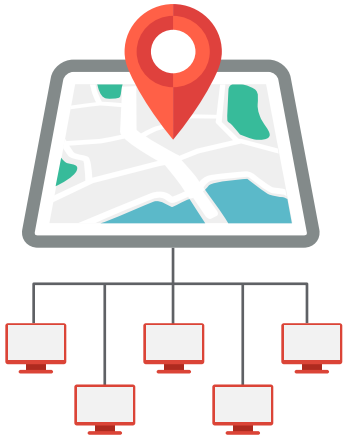
Coleção de imagens públicas
de sensoriamento remoto
na escala de petabytes





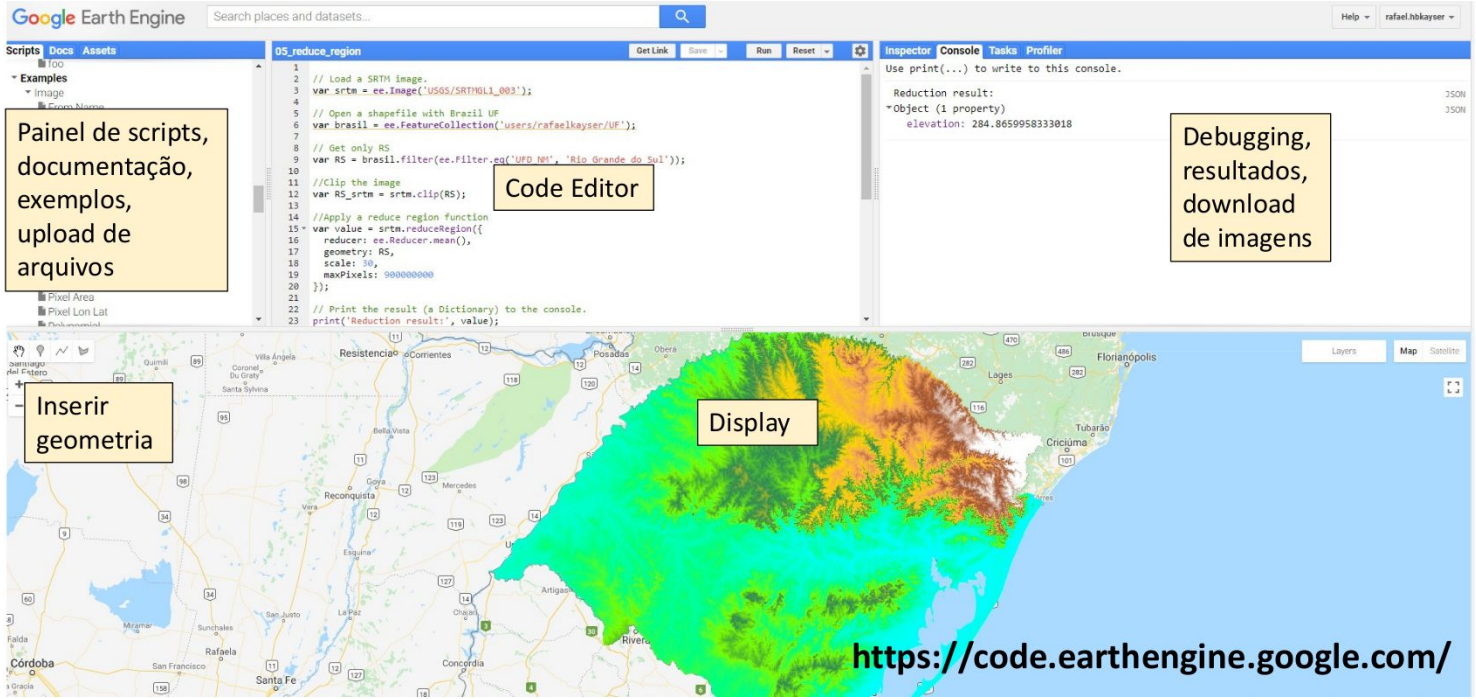
APIs (JavaScript e Python) e
Ambiente de desenvolvimento “on line”.

Infraestrutura
computacional da
Google otimizada por
computação paralela



PPGC&TAmb
Ciência e Tecnologia Ambiental

Earth Engine Code Editor



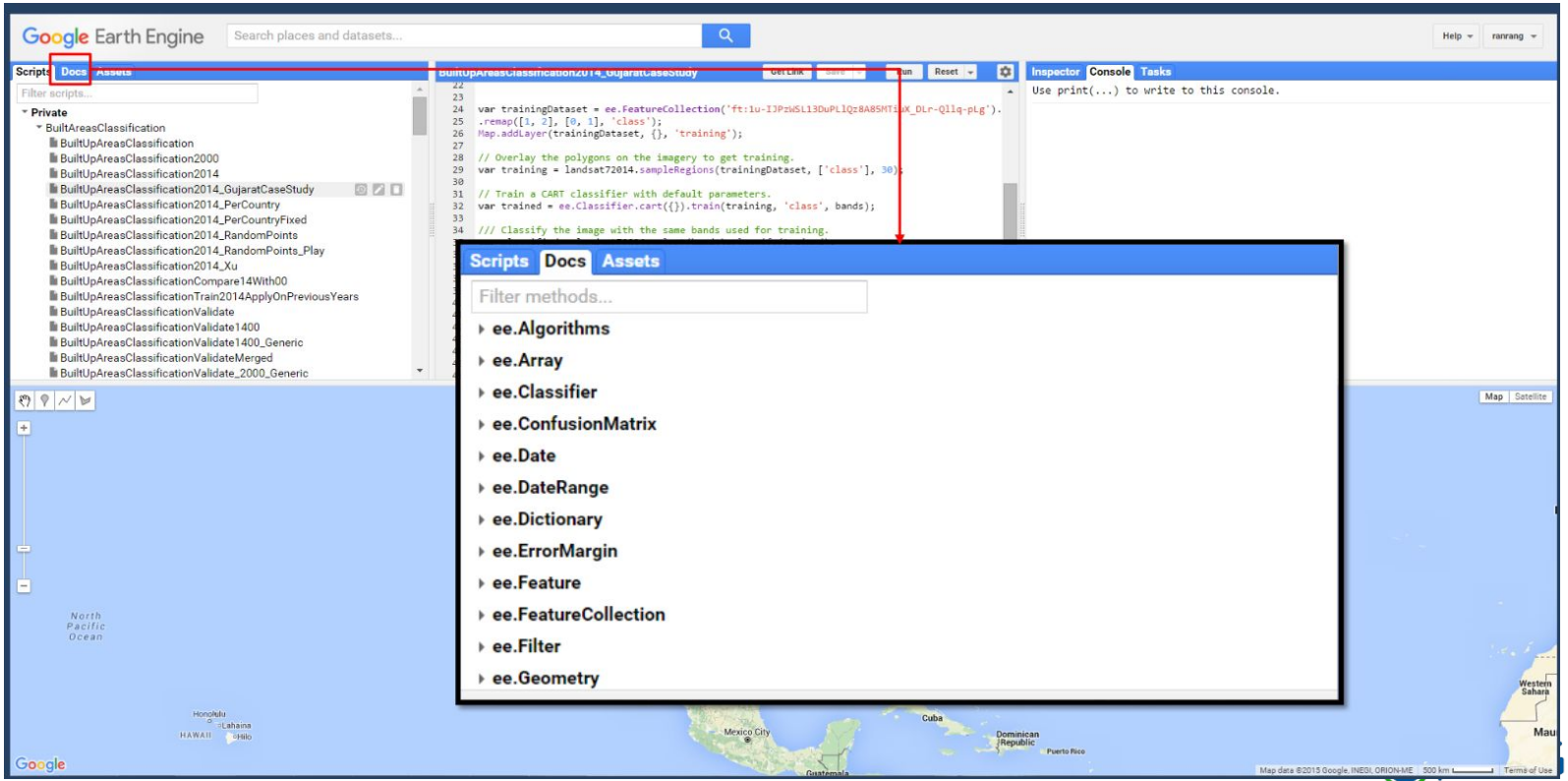
PPGC&TAmb
Ciência e Tecnologia Ambiental

Earth Engine Code Editor



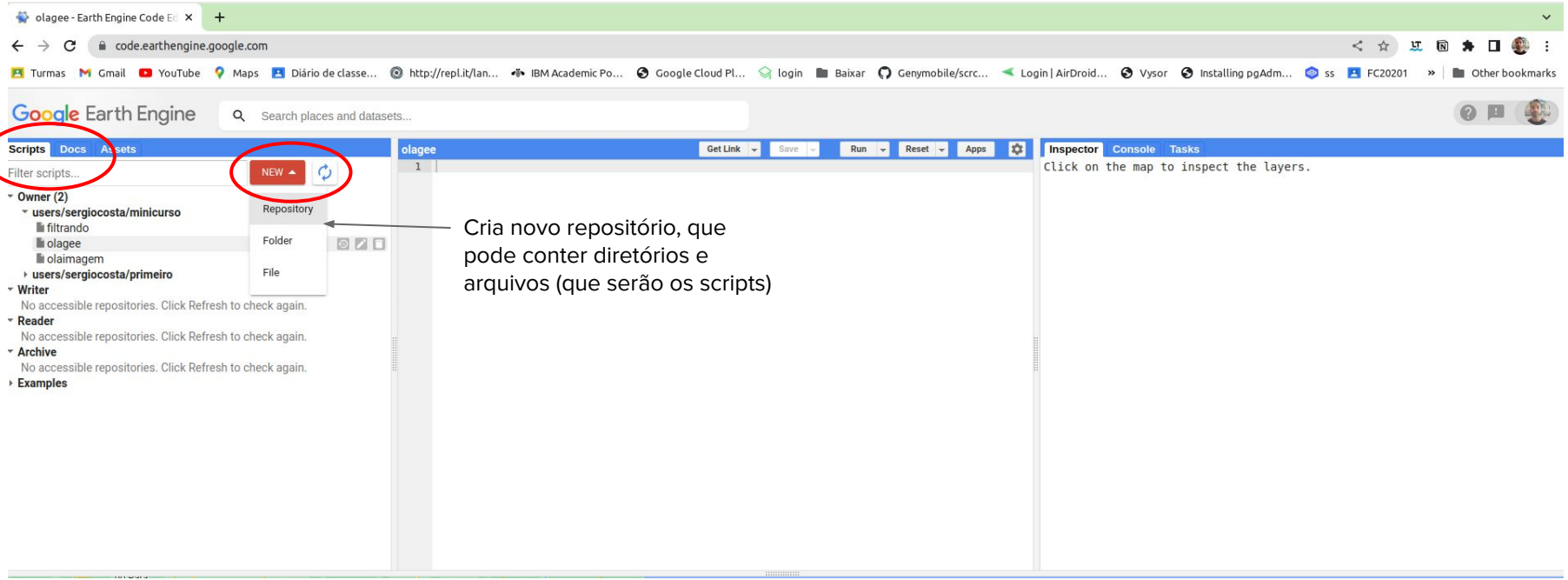
PPGC&TAmb
Ciência e Tecnologia Ambiental

Earth Engine Code Editor



C&TAmb
Ciência e Tecnologia Ambiental

Criando um novo projeto



Cria novo repositório, que pode conter diretórios e arquivos (que serão os scripts)

PPGC&TAmb
Ciência e Tecnologia Ambiental

Um "Hello World"

```
print ("Ola São Luís")

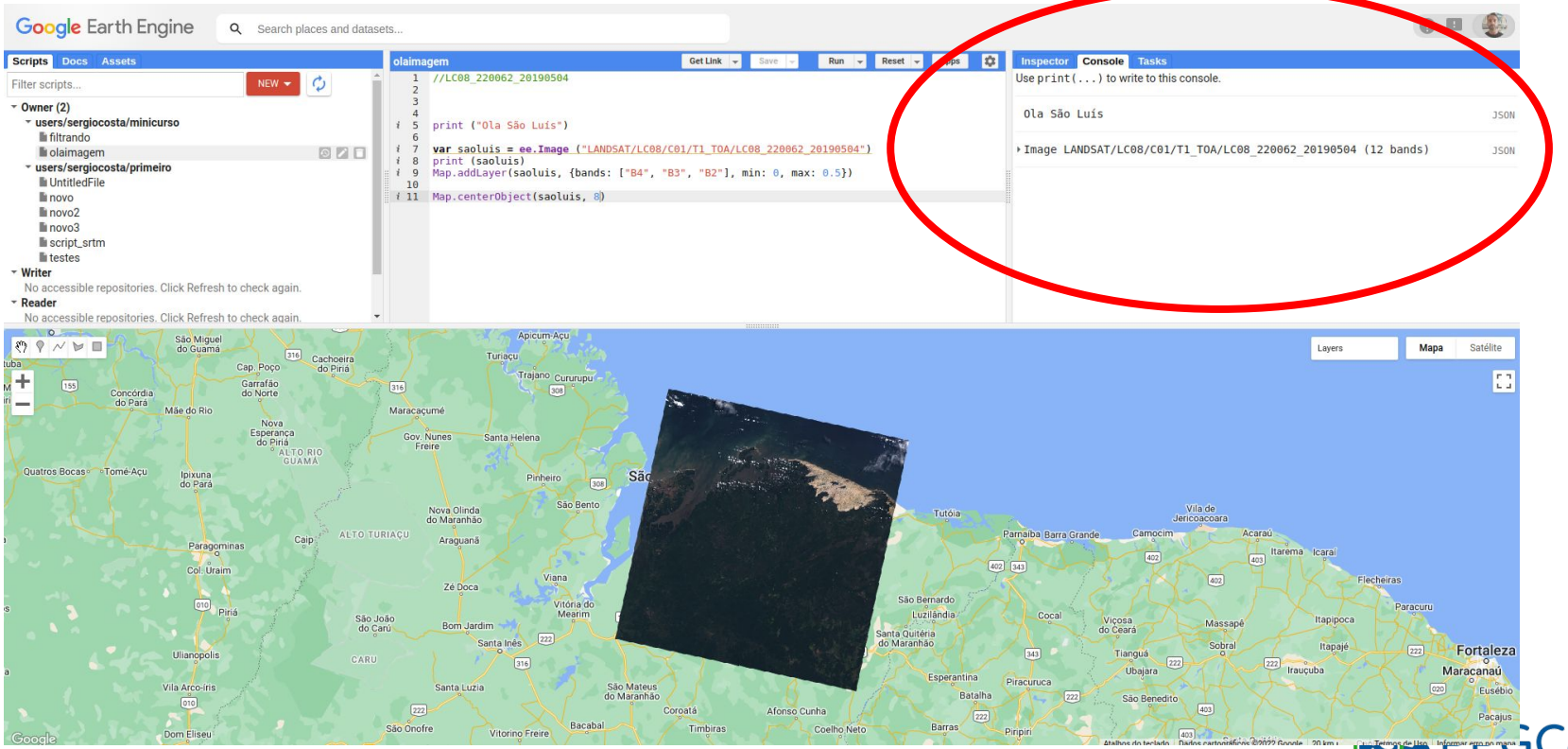
var saoluis = ee.Image ("LANDSAT/LC08/C01/T1_TOA/LC08_220062_20190504")
print (saoluis)
Map.addLayer(saoluis, {bands: ["B4", "B3", "B2"], min: 0, max: 0.5})

Map.centerObject(saoluis, 8)
```



PPGC&TAmb
Ciência e Tecnologia Ambiental

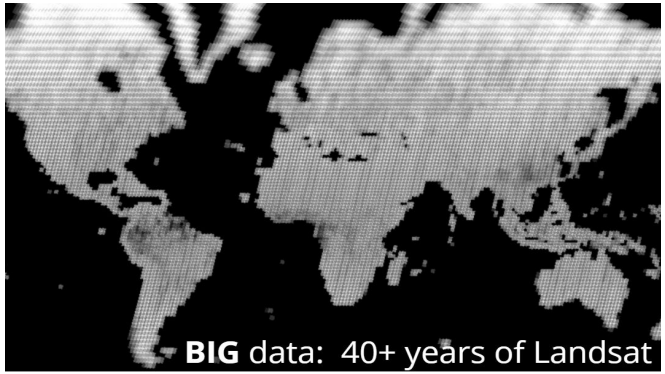
Um “Hello World”

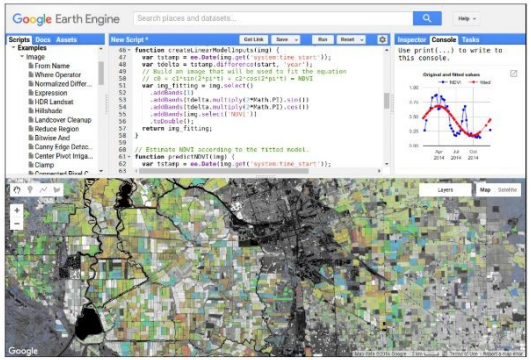


PPGC&TAmb
Ciência e Tecnologia Ambiental

Google Earth Engine =

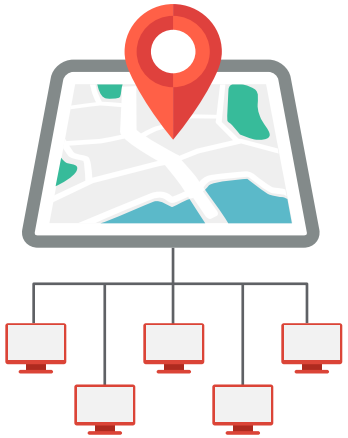
Coleção de imagens públicas
de sensoriamento remoto
na escala de petabytes





APIs (JavaScript e Python) e
Ambiente de desenvolvimento “on line”.

Infraestrutura
computacional da
Google otimizada por
computação paralela



PPGC&TAmb
Ciência e Tecnologia Ambiental

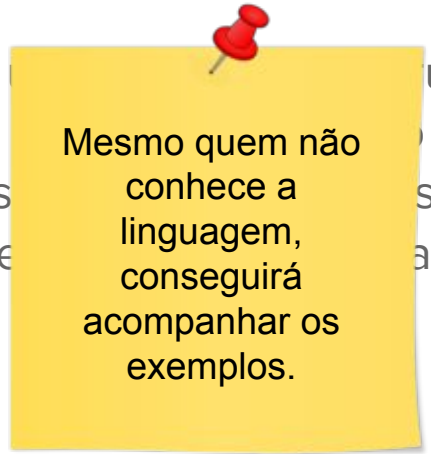
Infraestrutura Computacional + JavaScript

- O Google Earth Engine Code Editor permite o acesso as funcionalidades através de uma API (Application Programm Interface) através da linguagem JavaScript.
- Através dessa API, conseguimos usar toda a infraestrutura computacional, dado que estas operações serão executadas do lado do servidor da Google.
- Nesse minicurso, não entraremos em muitos detalhes da linguagem JavaScript, mas veremos alguns exemplos para ajudar a entender as possibilidades dessa ferramenta.

PPGC&TAmb
Ciência e Tecnologia Ambiental

Infraestrutura Computacional + JavaScript

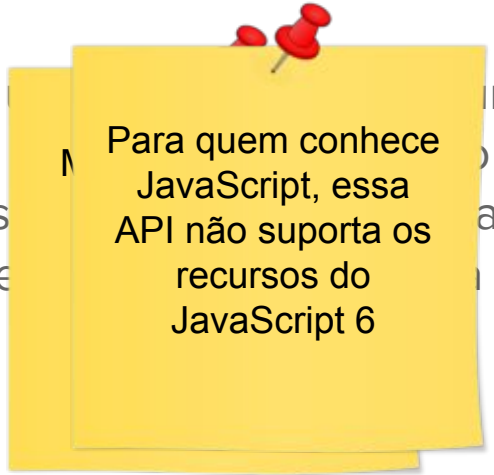
- O Google Earth Engine Code Editor permite o acesso as funcionalidades através de uma API (Application Programm Interface) através da linguagem JavaScript.
- Através dessa API, conseguimos ...utura computacional, dado que estas operações serão ... do servidor da Google.
- Nesse minicurso, não entraremos ...s da linguagem JavaScript, mas veremos alguns e...ar a entender as possibilidades dessa ferramenta.



PPGC&TAmb
Ciência e Tecnologia Ambiental

Infraestrutura Computacional + JavaScript

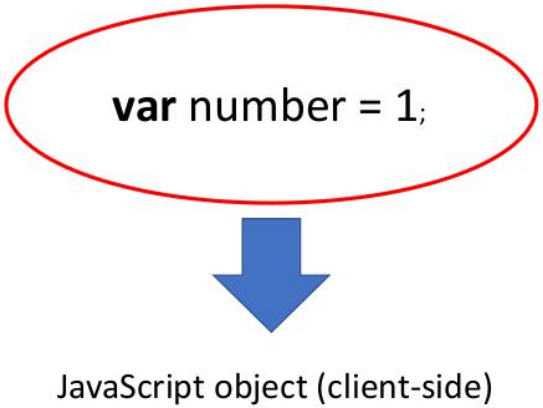
- O Google Earth Engine Code Editor permite o acesso as funcionalidades através de uma API (Application Programm Interface) através da linguagem JavaScript.
- Através dessa API, conseguimos ura computacional, dado que estas operações serão o servidor da Google.
- Nesse minicurso, não entraremos a linguagem JavaScript, mas veremos alguns e entender as possibilidades dessa ferramenta.

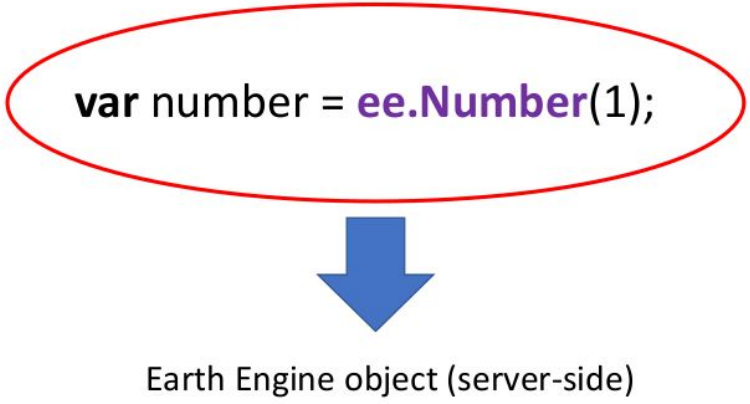


PPGC&TAmb
Ciência e Tecnologia Ambiental

Earth Engine: Operações e Objetos

Objetos JavaScript vs. GEE Objects





Suporta todos os tipos e operações já existentes da linguagem JavaScript, como números, strings, arrays e objetos. E suas operações.

Suporta os equivalentes aos tipos do JavaScript, porém diversos outros que dão suporte ao processamento de imagens de satélite

PPGC&TAmb
Ciência e Tecnologia Ambiental

Earth Engine Objects: Operações

```
var name = ee.Object(value).method ( argument1, argument2, ...)
```

ee.Number

- **.add()**
- **.subtract()**
- **.multiply()**
- **.divide()**
- **.pow()**
- .log()
- .log10()
- .abs()
- .sin()
- .eq()
- .gt()
- .lt()
- .max()
- .min()
- ....

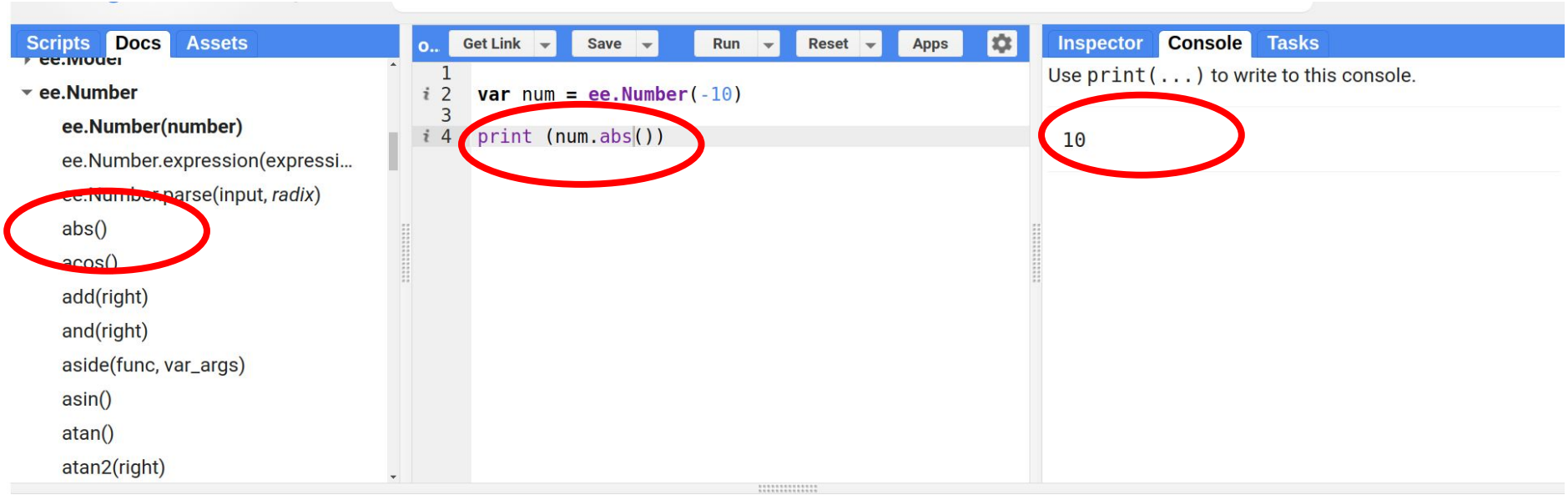
List of methods:

https://developers.google.com/earth-engine/api_docs

Earth Engine Objects

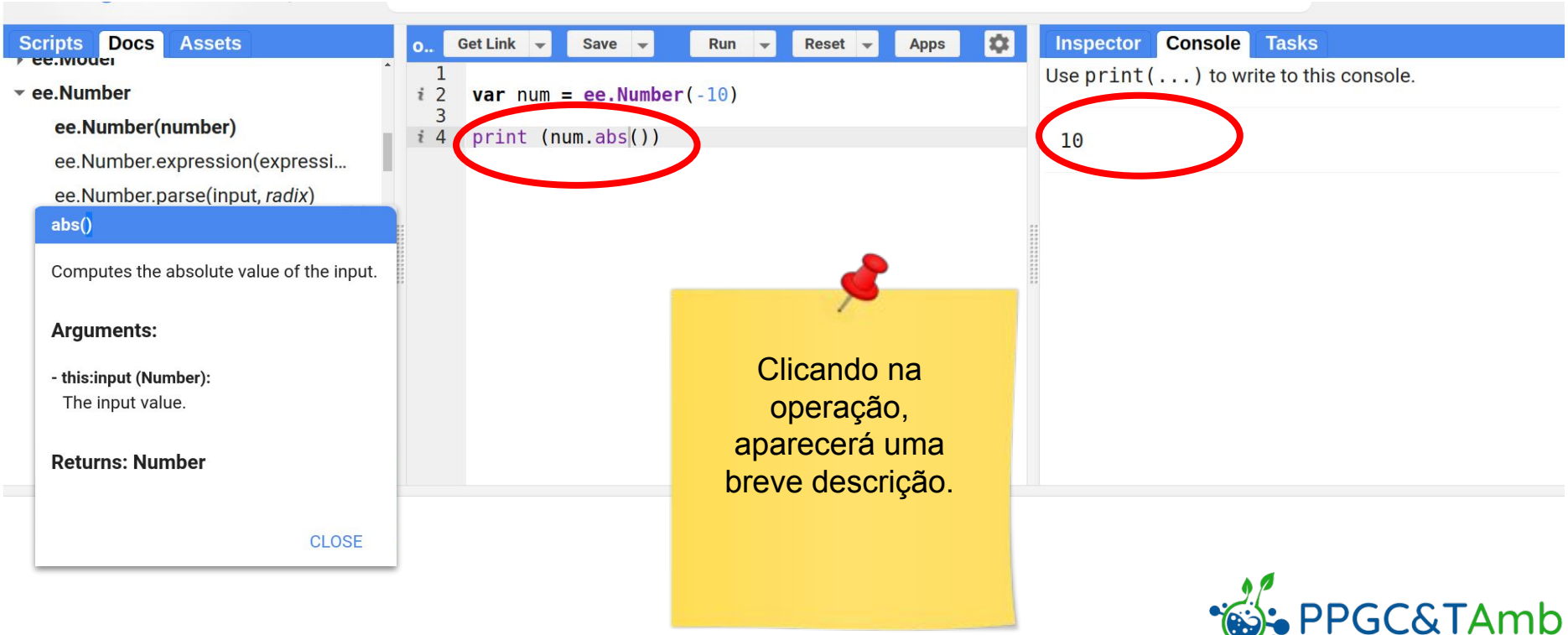
PPGC&TAmb
Ciência e Tecnologia Ambiental

Earth Engine Objects: Operações



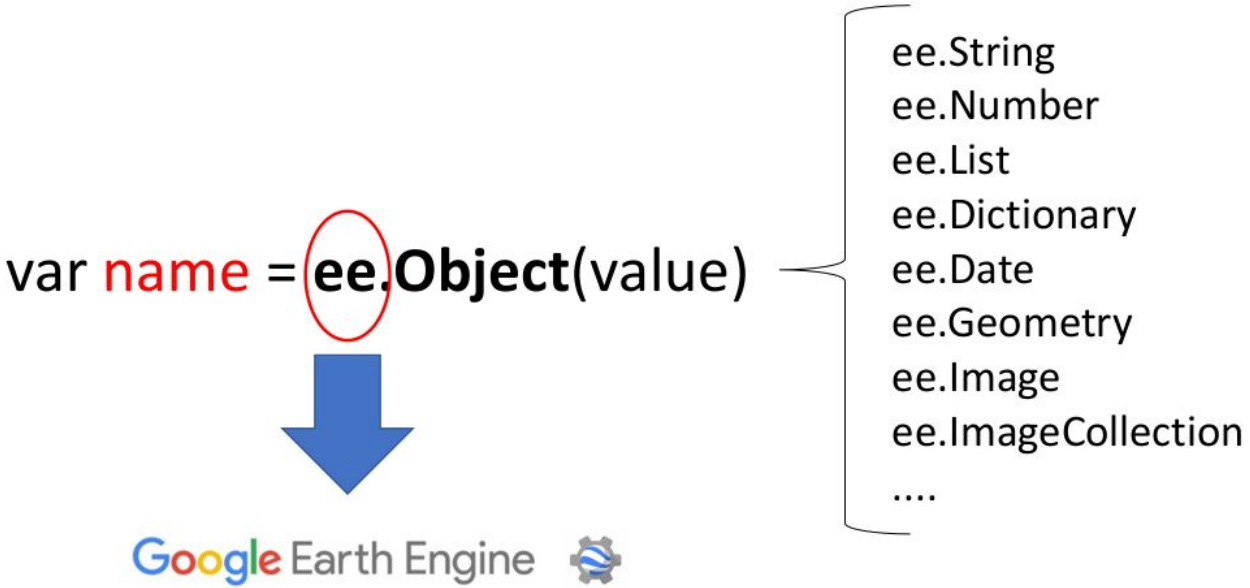
PPGC&TAmb
Ciência e Tecnologia Ambiental

Earth Engine Objects: Operações



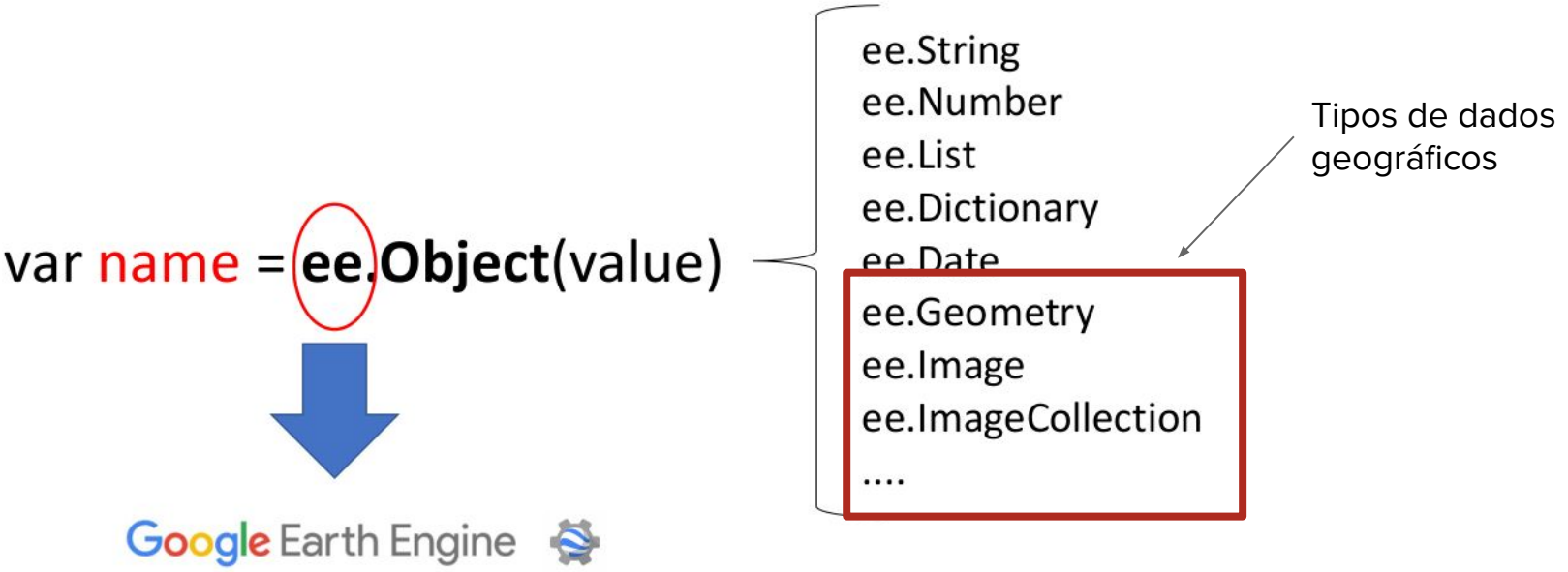
PPGC&TAmb
Ciência e Tecnologia Ambiental

Earth Engine Objects



Earth Engine Objects

Earth Engine Objects



Earth Engine Objects

PPGC&TAmb
Ciência e Tecnologia Ambiental

Tipos de dados geográfico

Objetos discretos (objects)

- **Geometry:** ponto, polígono..

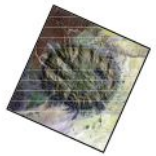


- **Feature:** estrutura vetorial associada com propriedades aos objetos

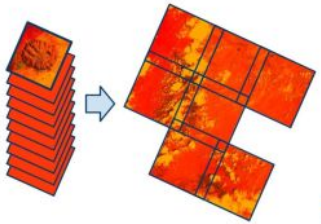
- **FeatureCollection:** coleção de features (propriedades diferentes)

Campo contínuo (fields)

- **Image:** estrutura fundamental de uma imagem raster (bandas, metatadata)



- **ImageCollection:** coleção de imagens (séries temporais, mosaicos)



PPGC&TAmb
Ciência e Tecnologia Ambiental

Tipos de dados geográfico

Objetos discretos (objects)

- **Geometry:** ponto, polígono..

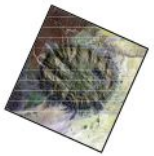


- **Feature:** estrutura vetorial associada com propriedades aos objetos

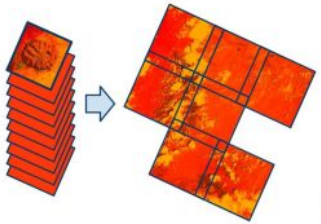
- **FeatureCollection:** coleção de features (propriedades diferentes)

Campo contínuo (fields)

- **Image:** estrutura fundamental de uma imagem raster (bandas, metatadata)



- **ImageCollection:** coleção de imagens (séries temporais, mosaicos)



PPGC&TAmb
Ciência e Tecnologia Ambiental

Geometrias

Simple geometries:

- ee.Geometry.Point
- ee.Geometry.LinearString
- ee.Geometry.LinearRing
- ee.Geometry.Rectangle
- ee.Geometry.Polygon
- ee.Geometry.Rectangle

Multiple geometries:

- ee.Geometry.MultiPoint
- ee.Geometry.MultiLineString
- ee.Geometry.MultiPolygon

PPGC&TAmb
Ciência e Tecnologia Ambiental

Geometrias

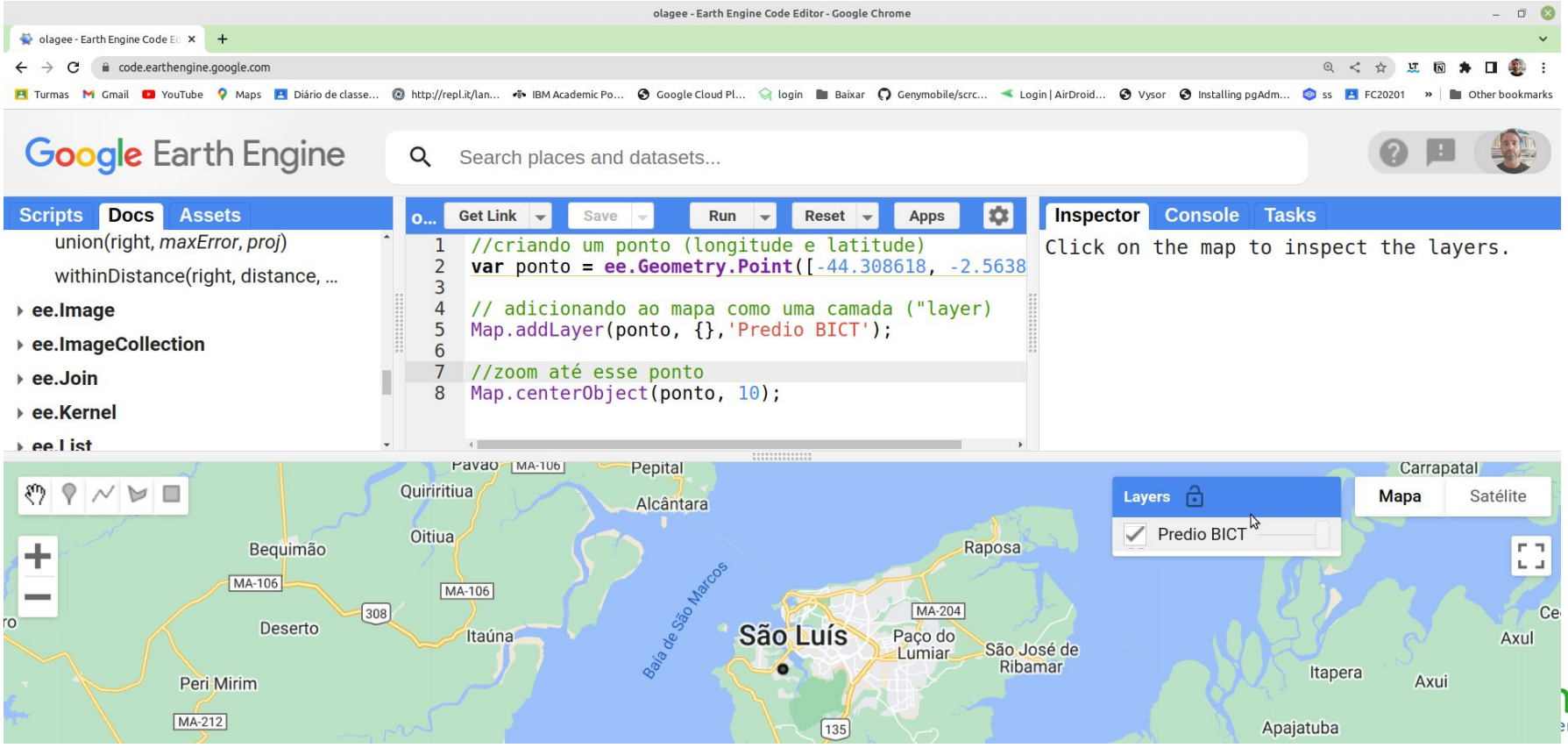
```
//criando um ponto (longitude e latitude)
var ponto = ee.Geometry.Point([-44.308618, -2.563845]);

// adicionando ao mapa como uma camada ("layer)
Map.addLayer(ponto, {},'Predio BICT');

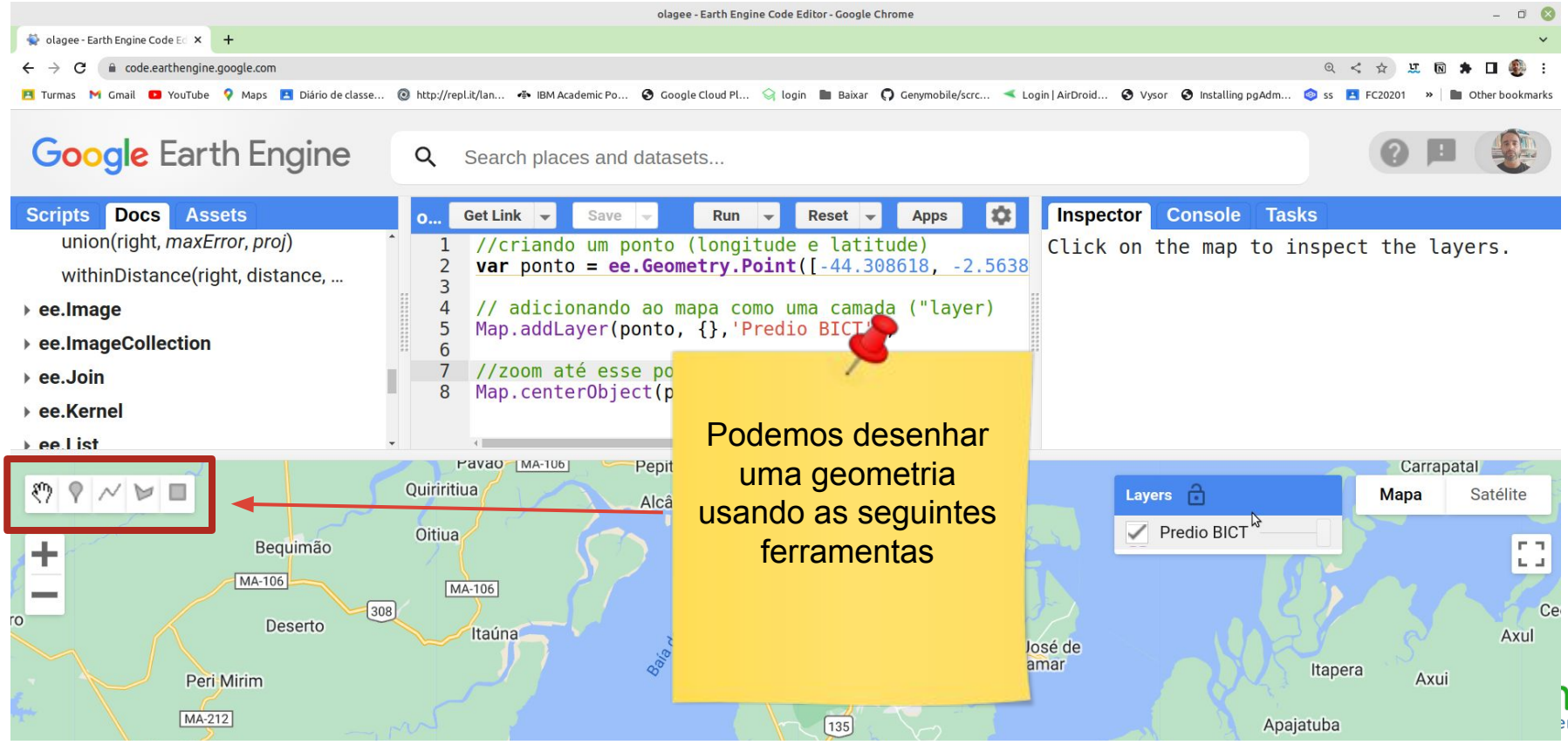
//zoom até esse ponto
Map.centerObject(ponto, 10);
```

PPGC&TAmb
Ciência e Tecnologia Ambiental

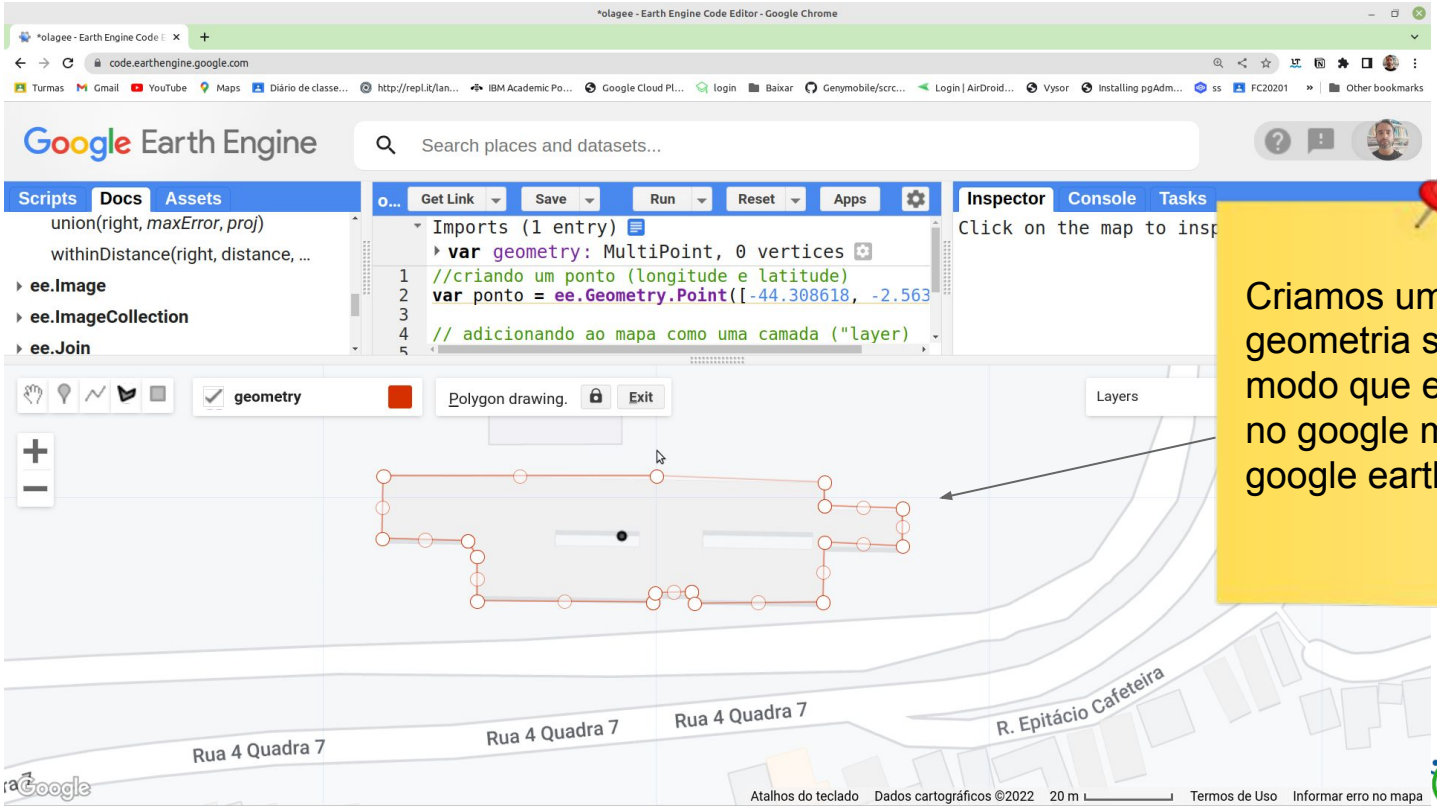
Geometrias


olagee - Earth Engine Code Editor - Google Chrome
code.earthengine.google.com
Google Earth Engine
Search places and datasets...
Scripts
Docs
Assets
union(right, maxError, proj)
withinDistance(right, distance, ...
ee.Image
ee.ImageCollection
ee.Join
ee.Kernel
ee.List
Get Link
Save
Run
Reset
Apps
1 //criando um ponto (longitude e latitude)
2 var ponto = ee.Geometry.Point([-44.308618, -2.5638
3
4 // adicionando ao mapa como uma camada ("layer)
5 Map.addLayer(ponto, {},'Predio BICT');
6
7 //zoom até esse ponto
8 Map.centerObject(ponto, 10);
Inspector
Console
Tasks
Click on the map to inspect the layers.
Layers
Predio BICT
Mapa
Satélite
Quiririticua
Pepital
Alcântara
Carrapatal
Bequimão
Oitiua
Raposa
MA-106
MA-204
Deserto
Itaúna
São Luís
Paço do Lumiar
São José de Ribamar
Baía de São Marcos
Peri Mirim
Itapera
Axui
Axul
MA-212
135
Apajatuba

Geometrias


olagee - Earth Engine Code Editor - Google Chrome
code.earthengine.google.com
Google Earth Engine
Search places and datasets...
Scripts
Docs
Assets
union(right, maxError, proj)
withinDistance(right, distance, ...
ee.Image
ee.ImageCollection
ee.Join
ee.Kernel
ee.List
Get Link
Save
Run
Reset
Apps
1 //criando um ponto (longitude e latitude)
2 var ponto = ee.Geometry.Point([-44.308618, -2.5638
3
4 // adicionando ao mapa como uma camada ("layer)
5 Map.addLayer(ponto, {},'Predio BICT
6
7 //zoom até esse po
8 Map.centerObject(p
Inspector
Console
Tasks
Click on the map to inspect the layers.
Podemos desenhar uma geometria usando as seguintes ferramentas
Layers
Predio BICT
Mapa
Satélite
Carrapatal
Quiriritiua
Oitiua
Bequimão
Deserto
Itaúna
Peri Mirim
Itapera
Axui
Axul
Apajatuba
MA-106
MA-212
308
135

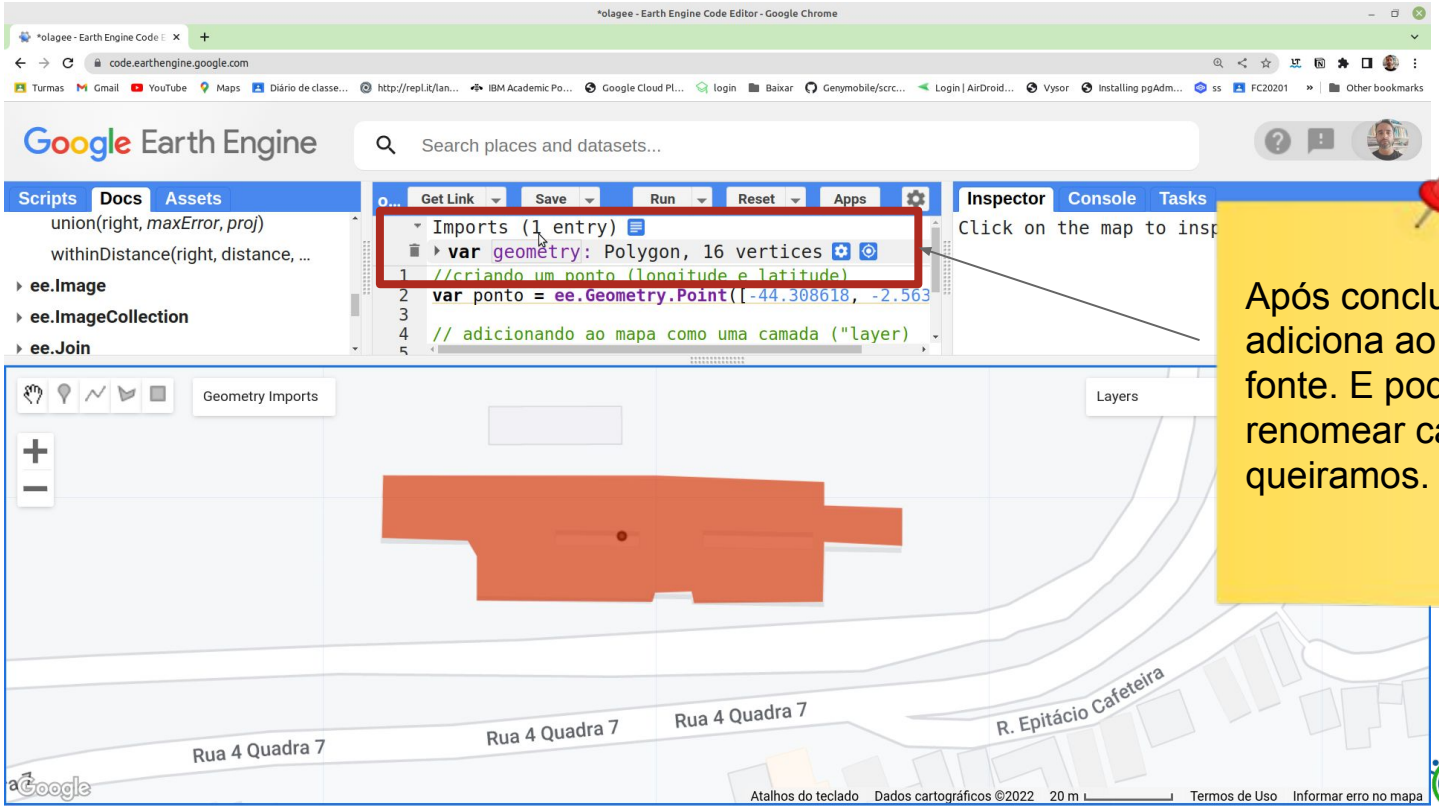
Geometrias



Criamos uma geometria similar ao modo que era feito no google maps e google earth.

PPGC&TAmb
Ciência e Tecnologia Ambiental

Geometrias



Após concluído ele adiciona ao codigo fonte. E podemos renomear caso queiramos.

PPGC&TAmb
Ciência e Tecnologia Ambiental

Tipos de dados geográfico

Objetos discretos (objects)

- **Geometry:** ponto, polígono..

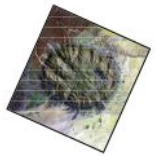


- **Feature:** estrutura vetorial associada com propriedades aos objetos

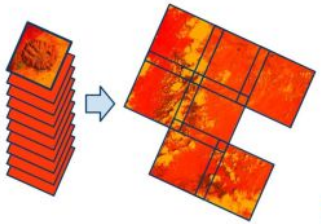
- **FeatureCollection:** coleção de features (propriedades diferentes)

Campo contínuo (fields)

- **Image:** estrutura fundamental de uma imagem raster (bandas, metatadata)



- **ImageCollection:** coleção de imagens (séries temporais, mosaicos)



Earth Engine Objects

Feature e FeatureCollection

```
var geometry = /* color: #d63000 */ee.Geometry.Polygon(
        [[[-44.30857307002567, -2.5637561931339143],
          [-44.309136333935314, -2.563756193133913],
          [-44.30913901614441, -2.5638848102975693],
          [-44.30896199034422, -2.5638901693457905],
          [-44.3089646725527, -2.5639223236345225],
          [-44.30899685905992, -2.5639544779220977],
          [-44.30899149464285, -2.56402414554329],
          [-44.308581116652945, -2.5640161069721255],
          [-44.30857575223475, -2.5639973503051583],
          [-44.30850065038013, -2.563994670781283],
          [-44.30849528596195, -2.564018786495962],
          [-44.30822974726169, -2.5640161069721255],
          [-44.30822706505259, -2.5638928488698687],
          [-44.30806613250699, -2.563900887442115],
          [-44.30806613250699, -2.5638231812415877],
          [-44.30822706505259, -2.5638178221931023],
          [-44.30822706505259, -2.5637695907557285]]]);

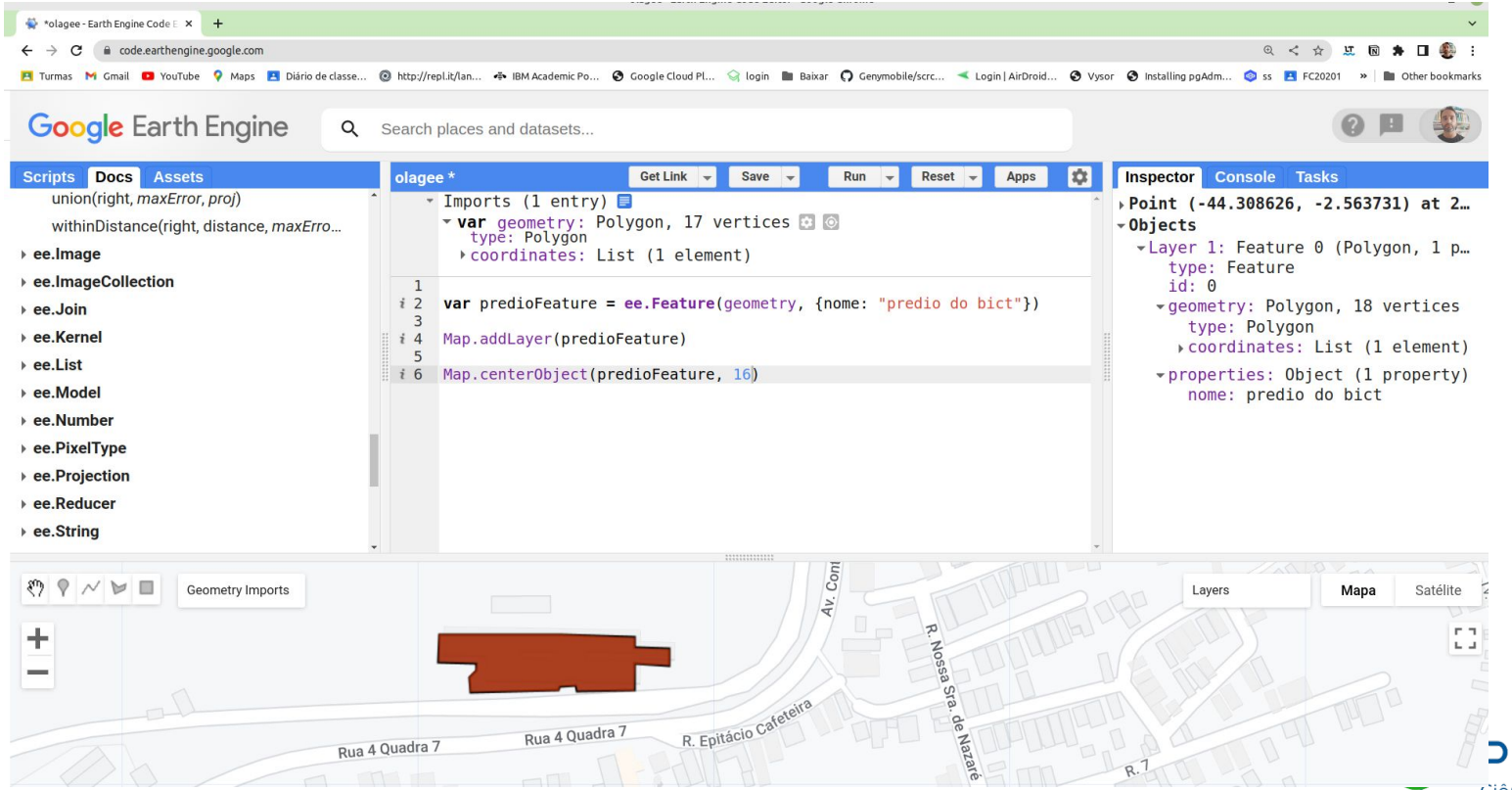
var predioFeature = ee.Feature(geometry, {nome: "predio do bict"})

Map.addLayer(predioFeature)

Map.centerObject(predioFeature, 16)
```

PPGC&TAmb
Ciência e Tecnologia Ambiental

Feature e FeatureCollection



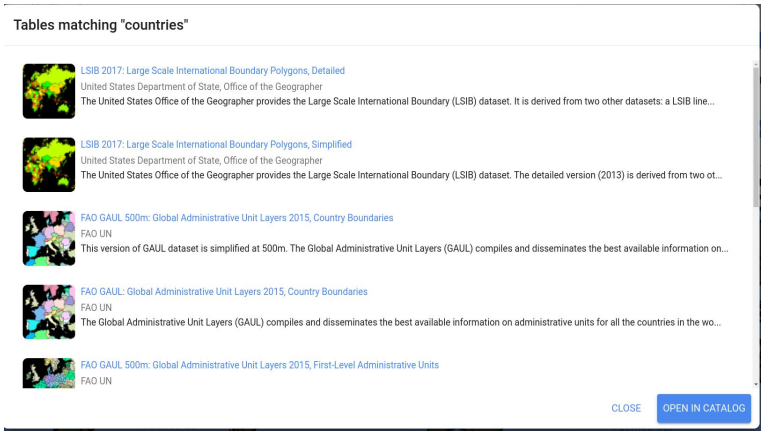
PPGC&TAmb
Ciência e Tecnologia Ambiental

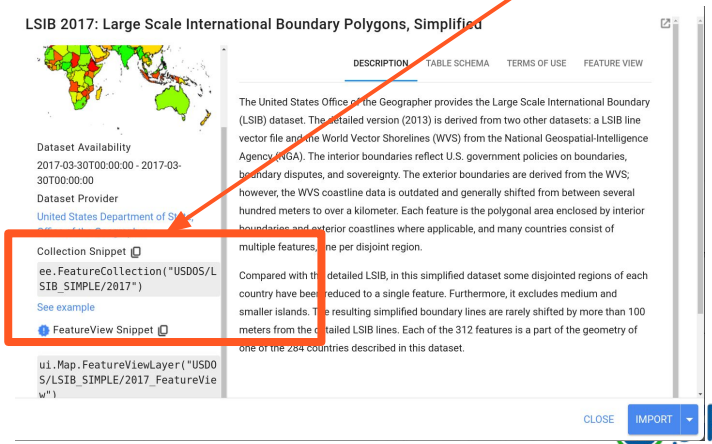
Feature e FeatureCollection

Carregando da base de dados do GEE



Copia esse trecho de código com o ID

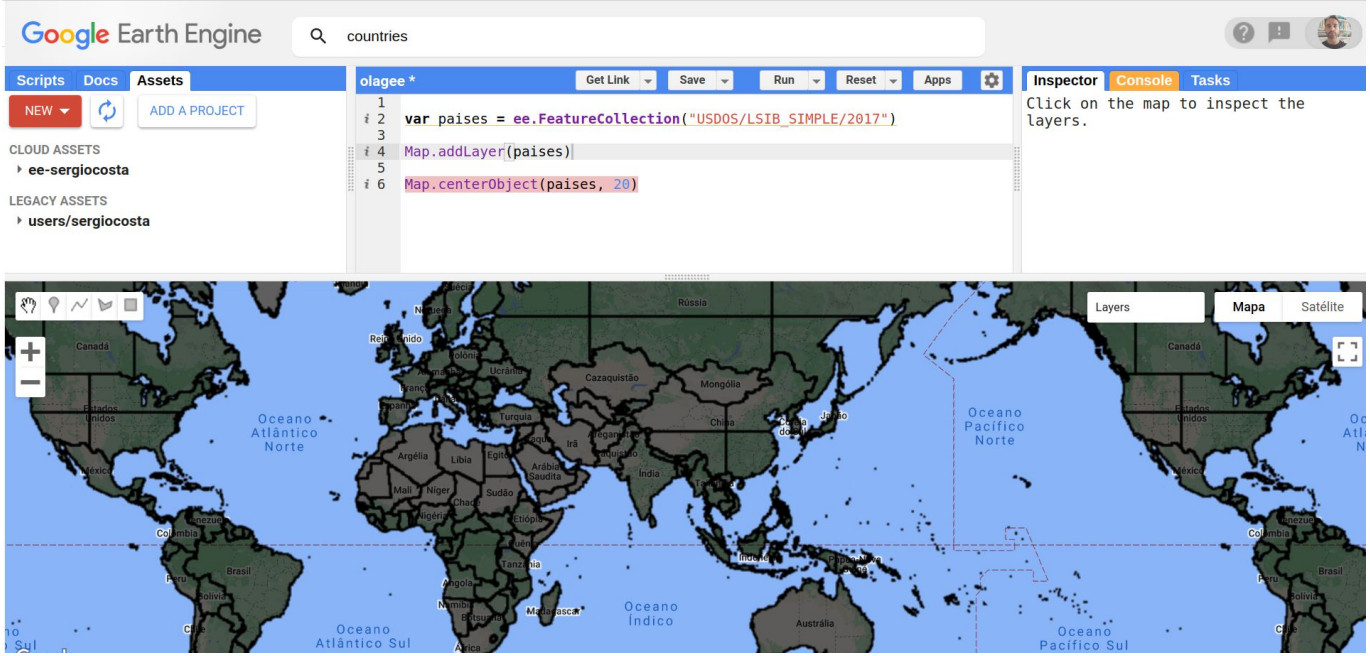




PPGC&TAmb
Ciência e Tecnologia Ambiental

Feature e FeatureCollection

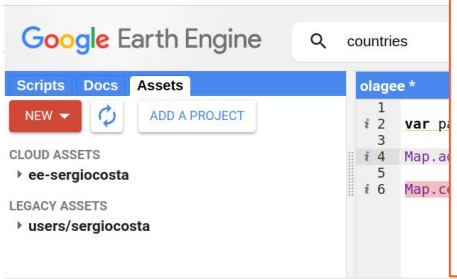
Carregando da base de dados do GEE



PPGC&TAmb
Ciência e Tecnologia Ambiental

Feature e FeatureCollection

Carregando da base de dados do GEE




```
var paises =
ee.FeatureCollection("USDOS/LSIB_SIMPLE/2017")

Map.addLayer(paises)

Map.centerObject(paises, 2)
```

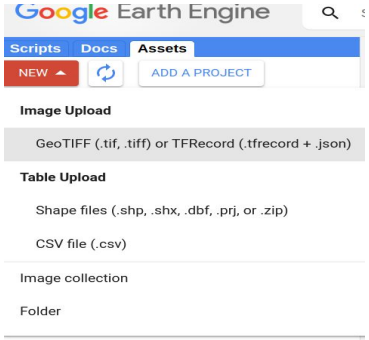


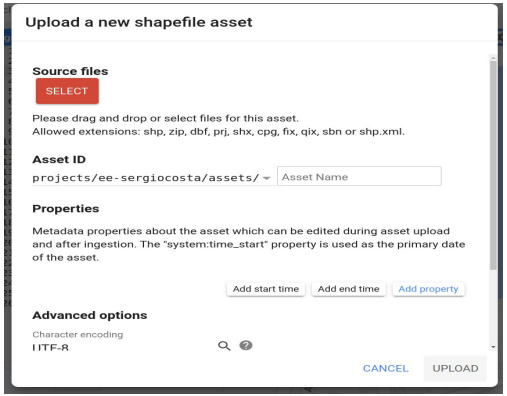
PPGC&TAmb
Ciência e Tecnologia Ambiental

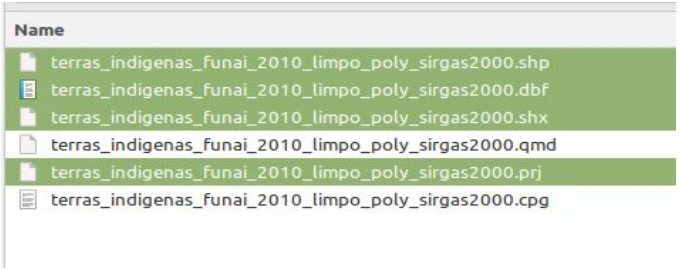
https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/malhas-territoriais/15774-malhas.html?=&t=acesso-ao-produto

Feature e FeatureCollection

Podemos incluir dados vetoriais adquiridos de outras fontes, no caso do Brasil, do IBGE. Os dados suportados são Shapefiles.







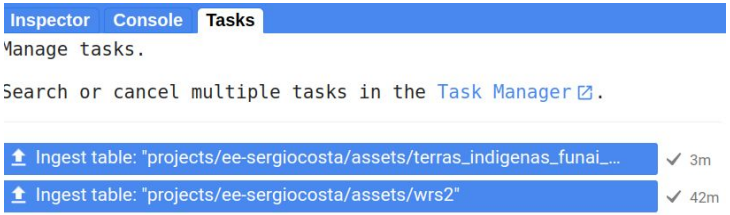
Selecione os 4 extensões, que forma um arquivo shape. Os 4 arquivos poderiam estar zipados.

PPGC&TAmb
Ciência e Tecnologia Ambiental

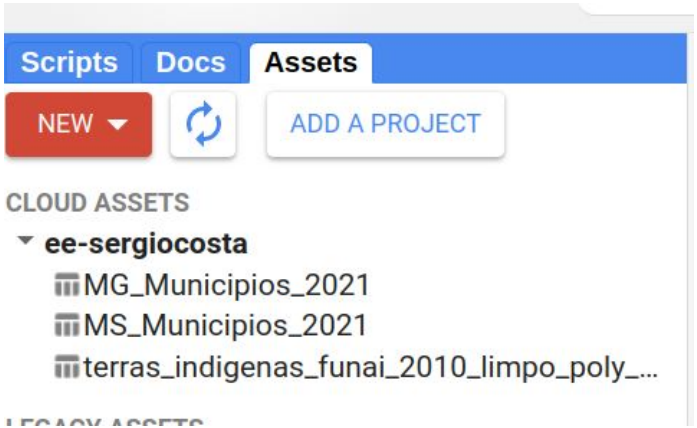
https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/malhas-territoriais/15774-malhas.html?=&t=acesso-ao-produto

Feature e FeatureCollection

Podemos incluir dados vetoriais adquiridos de outras fontes, no caso do Brasil, do IBGE. Os dados suportados são Shapefiles.



Em tasks, irá mostrar sendo executado o upload dos dados. Que poderá ser visualizado em Assets. Então click no asset desejado para ver as informações.



PPGC&TAmb
Ciência e Tecnologia Ambiental

https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/malhas-territoriais/15774-malhas.html?=&t=acesso-ao-produto

Feature e FeatureCollection



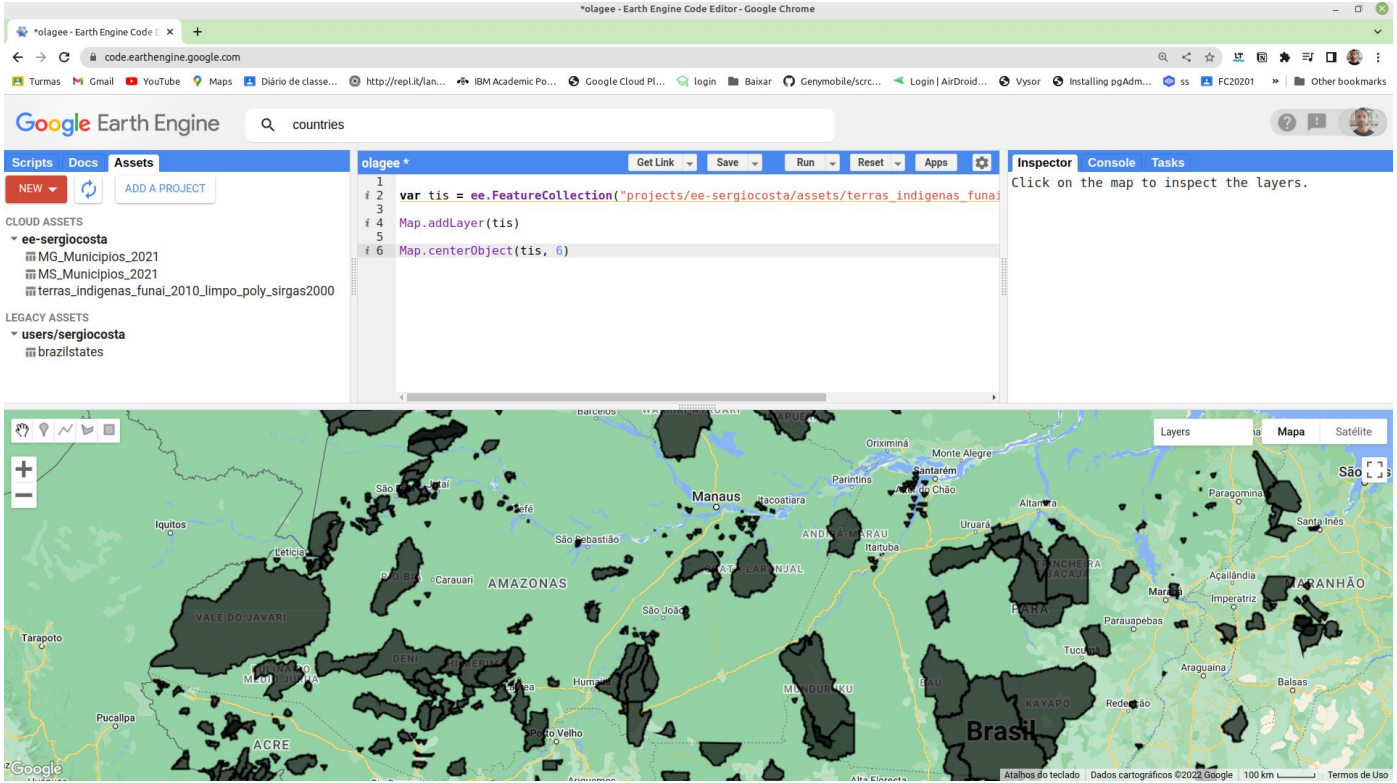
e outras fontes, no caso do Brasil, do



upload dos dados. Que poderá ser visualizado em Assets. Então click no asset desejado para ver as informações.

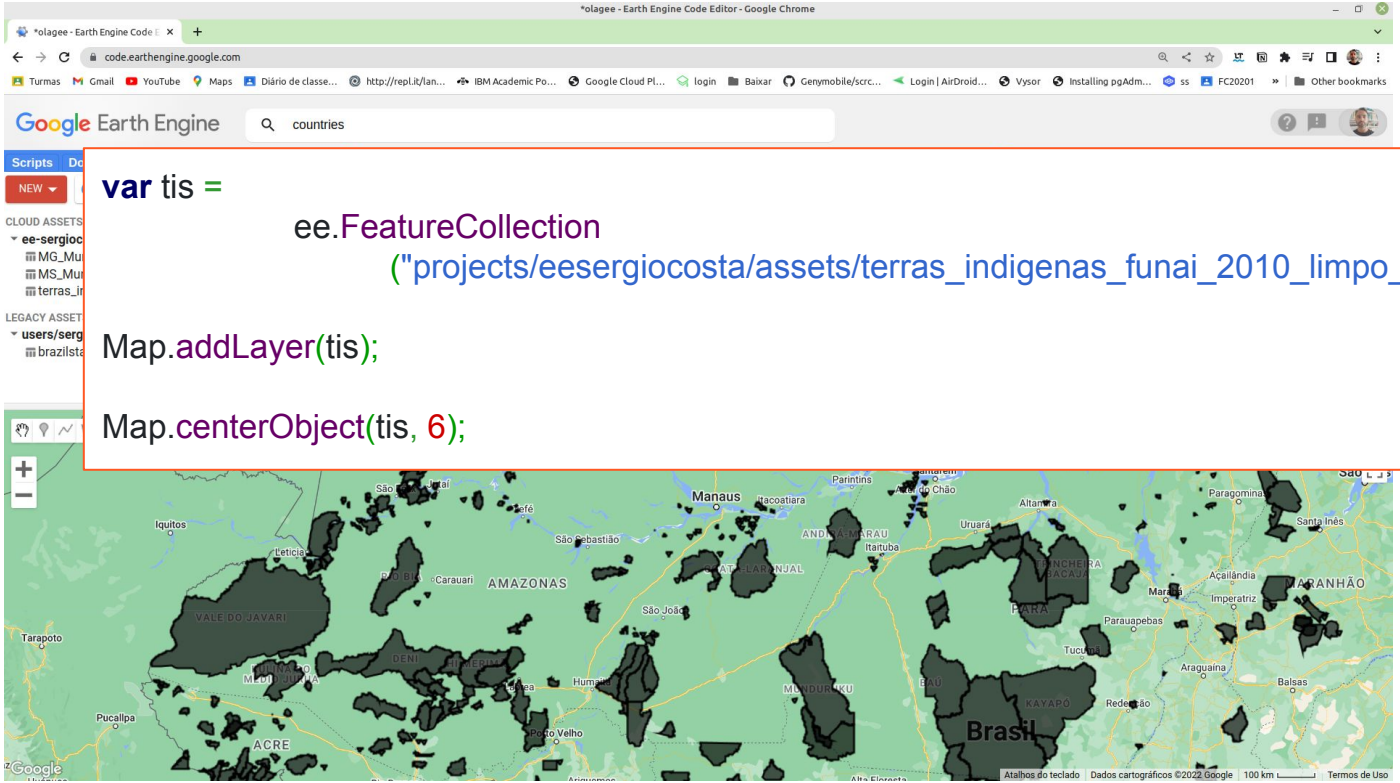
PPGC&TAmb
Ciência e Tecnologia Ambiental

Feature e FeatureCollection



PPGC&TAmb
Ciência e Tecnologia Ambiental

Feature e FeatureCollection

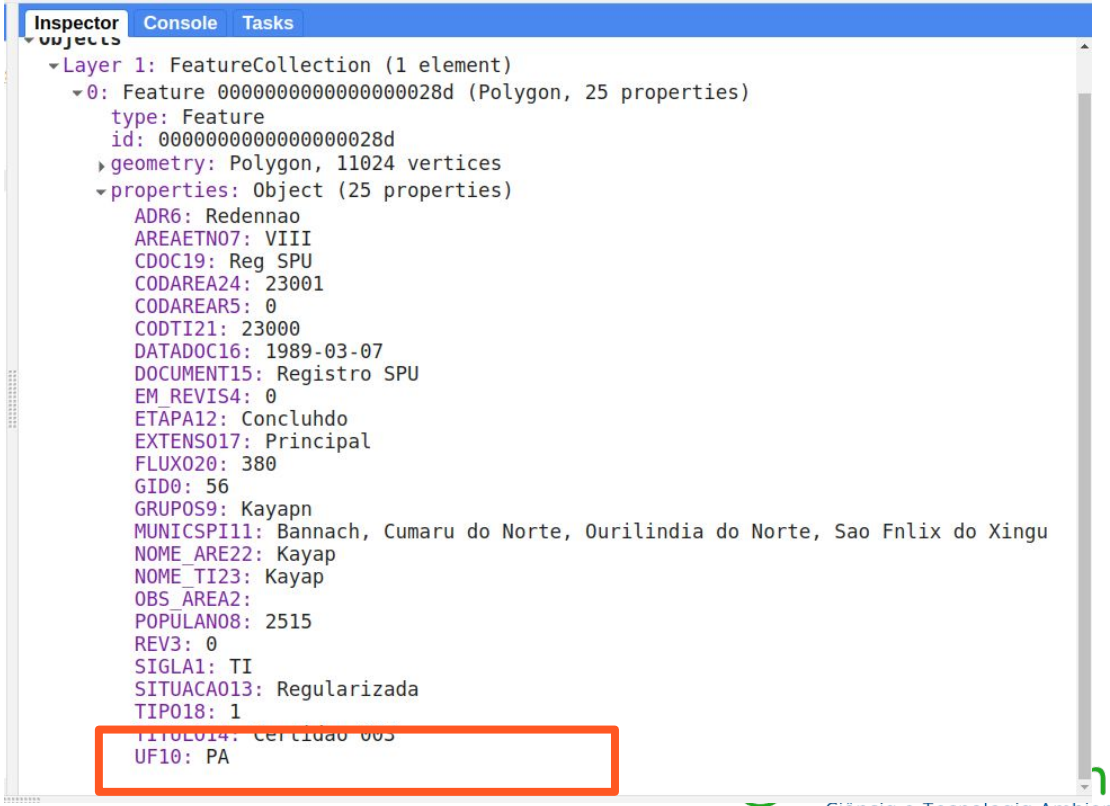


PPGC&TAmb
Ciência e Tecnologia Ambiental

Feature e FeatureCollection

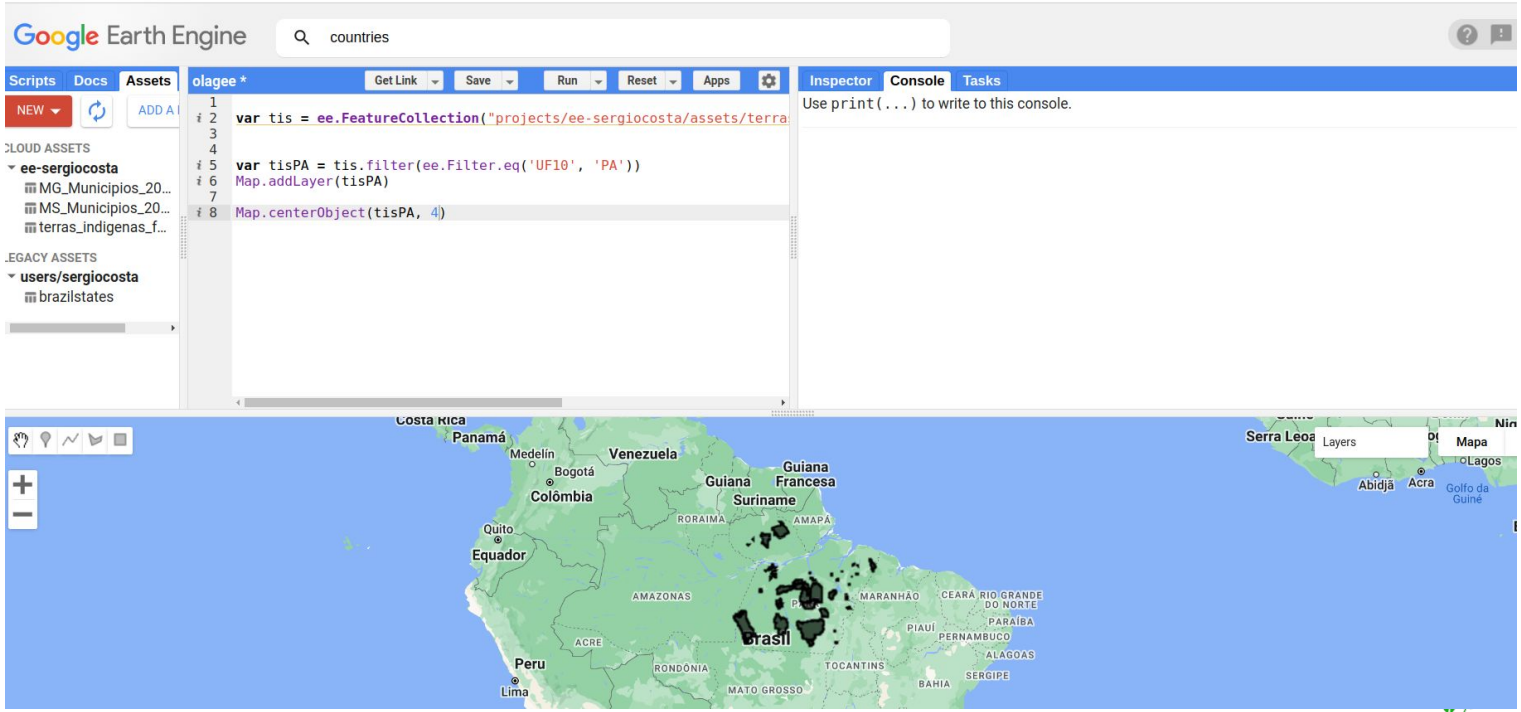
Filtrando uma FeatureCollection.

Clique em uma feature para verificar suas propriedades.



Ciência e Tecnologia Ambiental

Feature e FeatureCollection



PPGC&TAmb
Ciência e Tecnologia Ambiental

Feature e FeatureCollection



PPGC&TAmb
Ciência e Tecnologia Ambiental

Feature e FeatureCollection



https://developers.google.com/earth-engine/api_docs

Feature e FeatureCollection



https://developers.google.com/earth-engine/api_docs

Feature e FeatureCollection

Somando a população de todas as terras indigenas do estado do Pará

```
var tis = ee.FeatureCollection("projects/ee-sergiocosta/assets/terras_indigenas_funai_2010_limpo_poly_sirgas2000")

var tisPA = tis.filter(ee.Filter.eq('UF10', 'PA'))

// importante que essa propriedade seja do tipo number
print (tisPA.aggregate_sum("POPULATION"))
```

PPGC&TAmb
Ciência e Tecnologia Ambiental

Feature e FeatureCollection

Aplica uma operação em todas features

```
var function_name = function(feature) {
        do something
return  output;
}


collection_name.map( function_name)
```

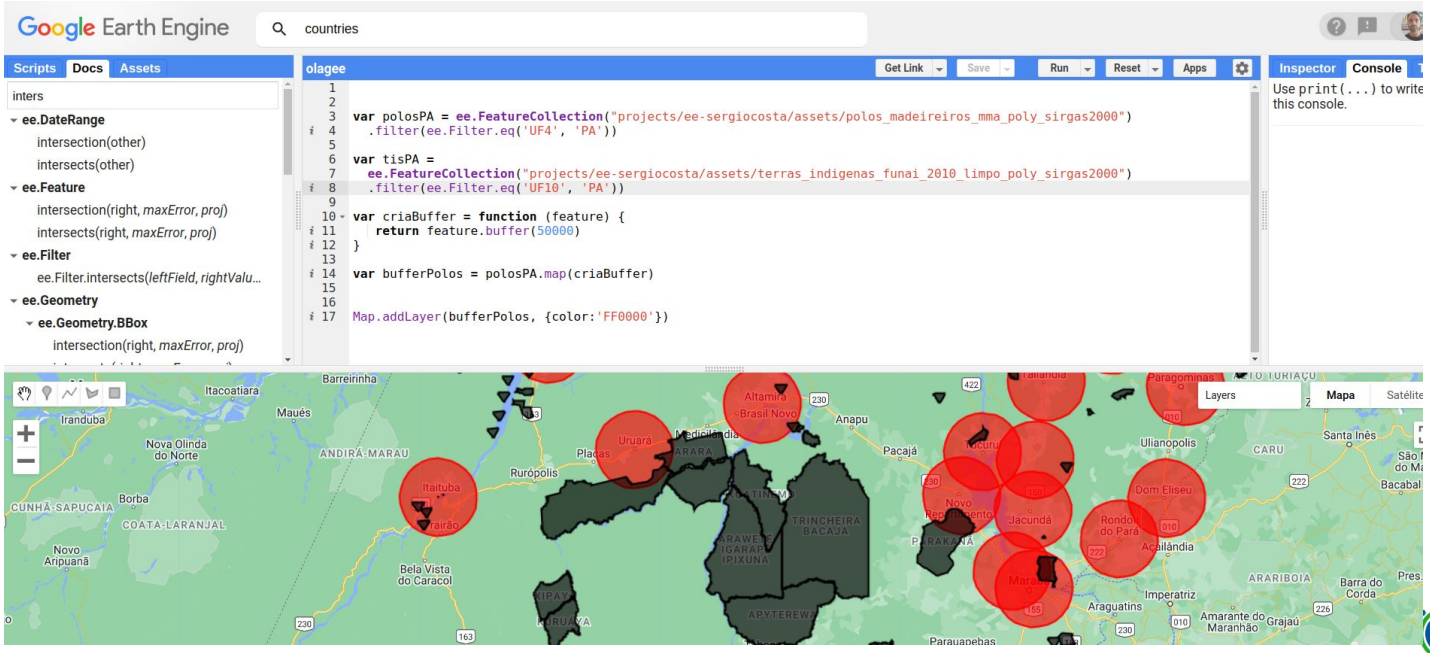
```
var criaBuffer = function (feature) {
  return feature.buffer(50000)
}

var bufferPolos = polosPA.map(criaBuffer)
```

PPGC&TAmb
Ciência e Tecnologia Ambiental

Feature e FeatureCollection

Criando 50km de buffer nos polos madeireiros, e verificando visualmente se interceptam com as terras indígenas.



PPGC&TAmb
Ciência e Tecnologia Ambiental

Feature e FeatureCollection

Criando 50km de buffer nos polos madeireiros, e verificando visualmente se interceptam com as terras indígenas.

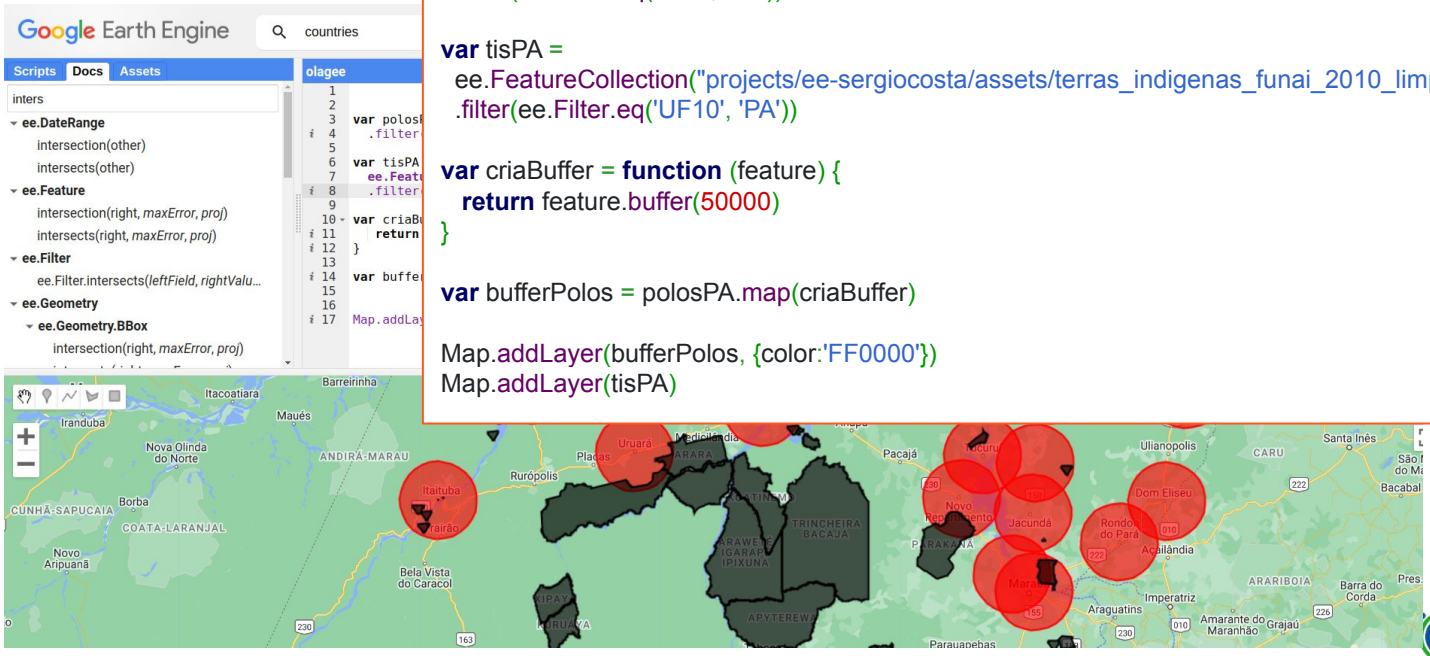
```
var polosPA = ee.FeatureCollection("projects/ee-sergiocosta/assets/polos_madeireiros_mma_poly_sirgas2000")
  .filter(ee.Filter.eq('UF4', 'PA'))

var tisPA =
  ee.FeatureCollection("projects/ee-sergiocosta/assets/terras_indigenas_funai_2010_limpo_poly_sirgas2000")
  .filter(ee.Filter.eq('UF10', 'PA'))

var criaBuffer = function (feature) {
   return feature.buffer(50000)
}

var bufferPolos = polosPA.map(criaBuffer)

Map.addLayer(bufferPolos, {color:'FF0000'})
Map.addLayer(tisPA)
```



PPGC&TAmb
Ciência e Tecnologia Ambiental

Feature e FeatureCollection

Executando um algoritmo em uma coleção de feature

```
var function_name = function (feature, valor_anterior) {
  doSomething();
  return valor; // usualmente o acumulador
}
collection.iterate (function_name, valor_inicial)
```

PPGC&TAmb
Ciência e Tecnologia Ambiental

Feature e FeatureCollection

Executando um algoritmo em uma coleção de feature

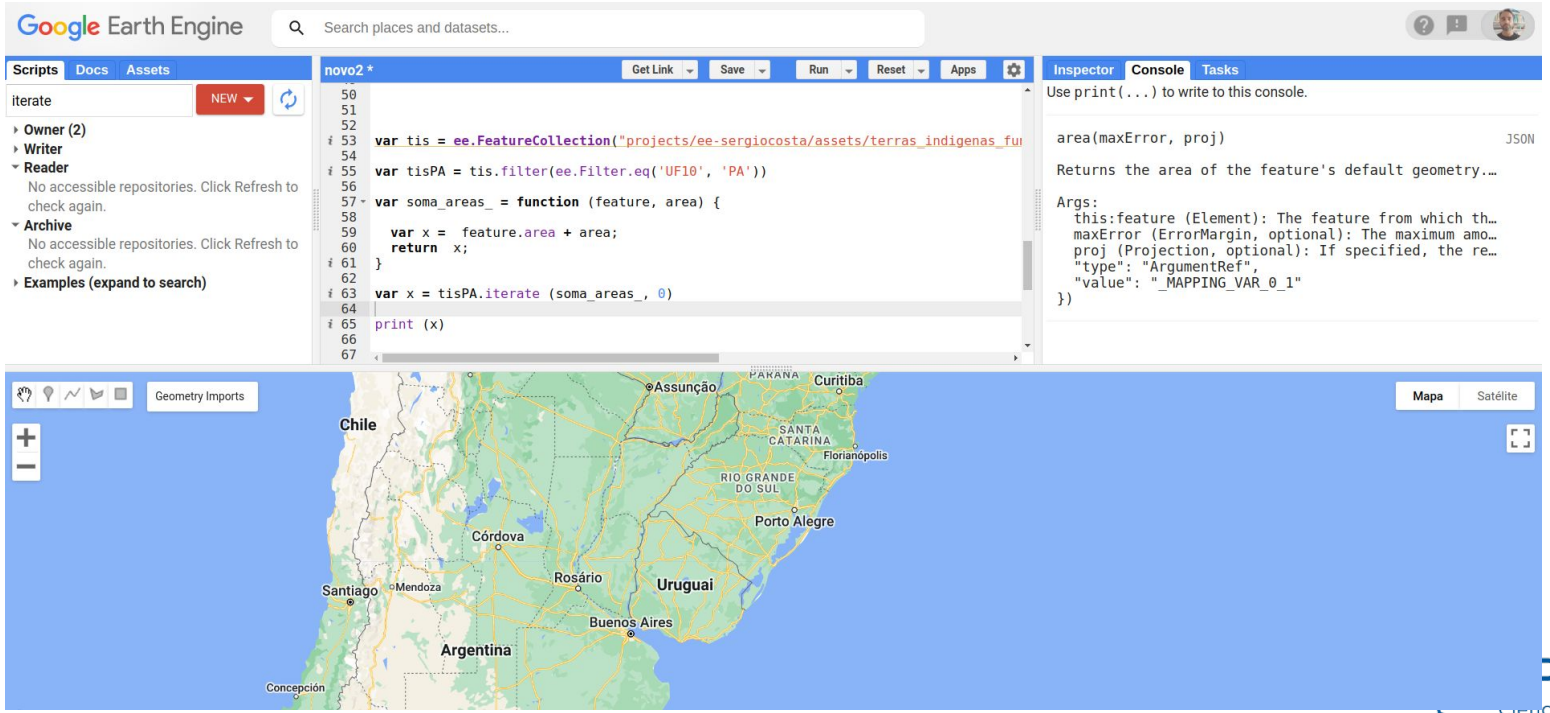
```
var function_name = function (feature, valor_anterior) {
  doSomething();
  return valor; // usualmente o acumulador
}
collection.iterate (function_name, valor_inicial)
```

Exemplo: somar as áreas de todas as terras indígenas.

PPGC&TAmb
Ciência e Tecnologia Ambiental

Feature e FeatureCollection

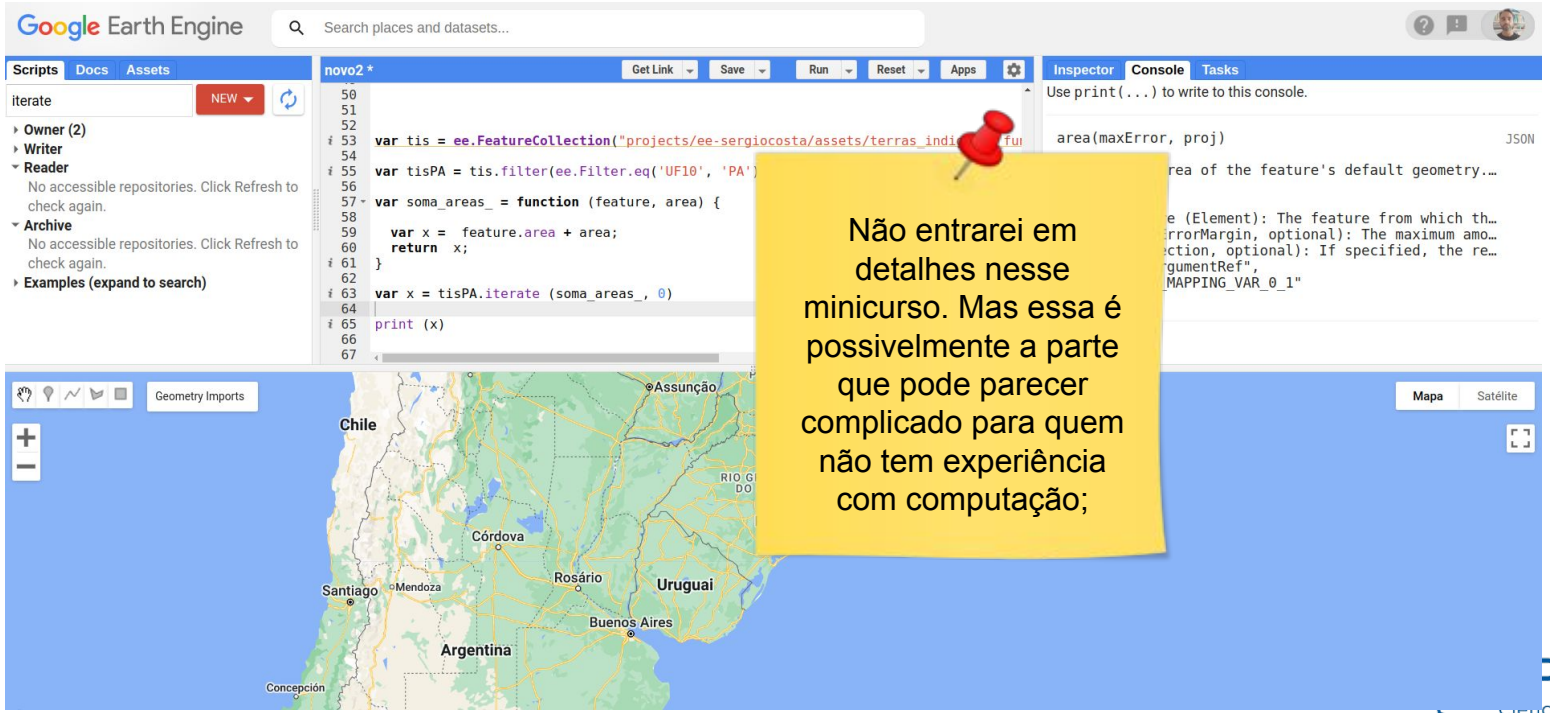
Somando as áreas de todas as terras indígenas: **primeira tentativa**



PGC&TAmb
Ciência e Tecnologia Ambiental

Feature e FeatureCollection

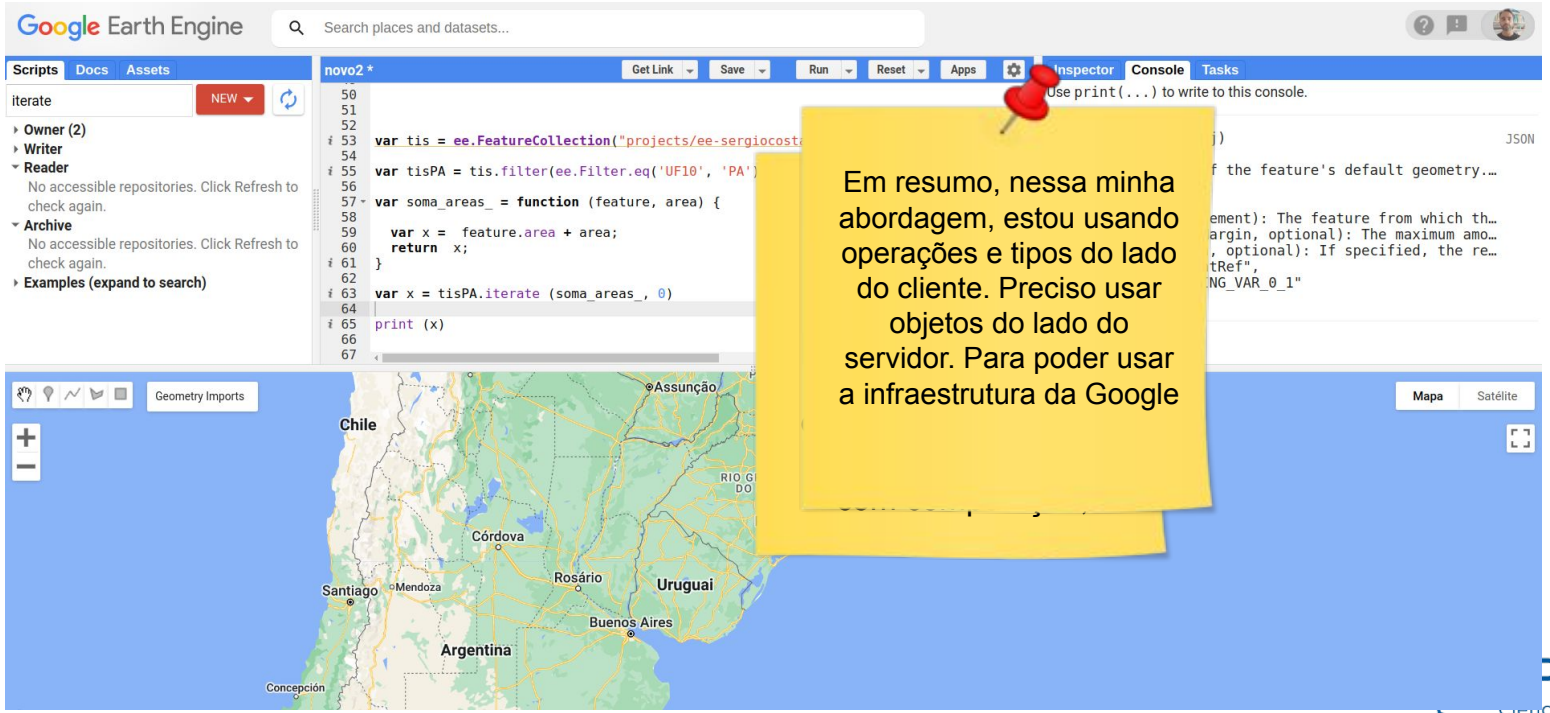
Somando as áreas de todas as terras indígenas: **primeira tentativa**



PGC&TAmb
Ciência e Tecnologia Ambiental

Feature e FeatureCollection

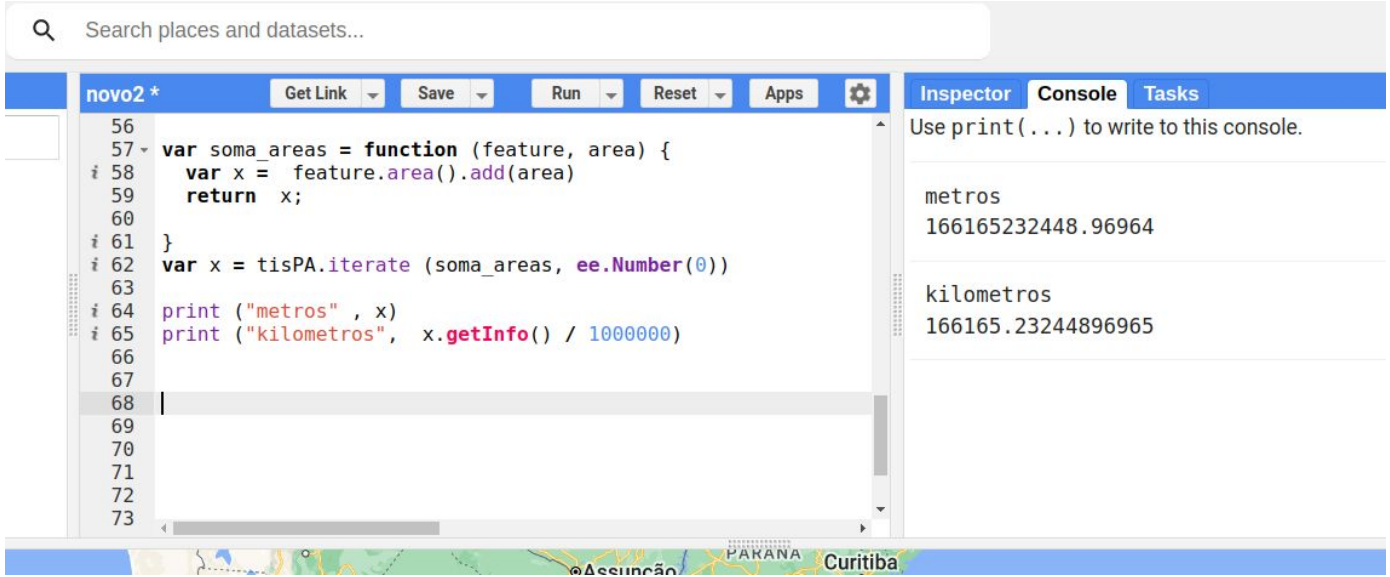
Somando as áreas de todas as terras indígenas: **primeira tentativa**



PGC&TAmb
Ciência e Tecnologia Ambiental

Feature e FeatureCollection

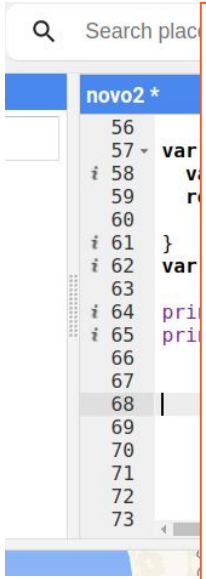
Somando as áreas de todas as terras indígenas.



PPGC&TAmb
Ciência e Tecnologia Ambiental

Feature e FeatureCollection

Somando as áreas de todas as terras indígenas.




```
var tis=
      ee.FeatureCollection
      ("projects/ee-sergiocosta/assets/terras_indigenas_funai_2010_limpo_poly_sirgas2000")

var tisPA = tis.filter(ee.Filter.eq('UF10', 'PA'))

var soma_areas = function (feature, area) {
  var x =  feature.area().add(area)
  return  x;

}
var x = tisPA.iterate (soma_areas, ee.Number(0))

print ("metros" , x)
print ("kilometros",  x.getInfo() / 1000000)
```

PPGC&TAmb
Ciência e Tecnologia Ambiental

Tipos de dados geográfico

Objetos discretos (objects)

- **Geometry:** ponto, polígono..

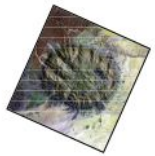


- **Feature:** estrutura vetorial associada com propriedades aos objetos

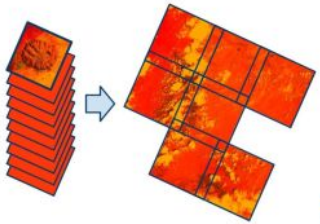
- **FeatureCollection:** coleção de features (propriedades diferentes)

Campo contínuo (fields)

- **Image:** estrutura fundamental de uma imagem raster (bandas, metatadata)



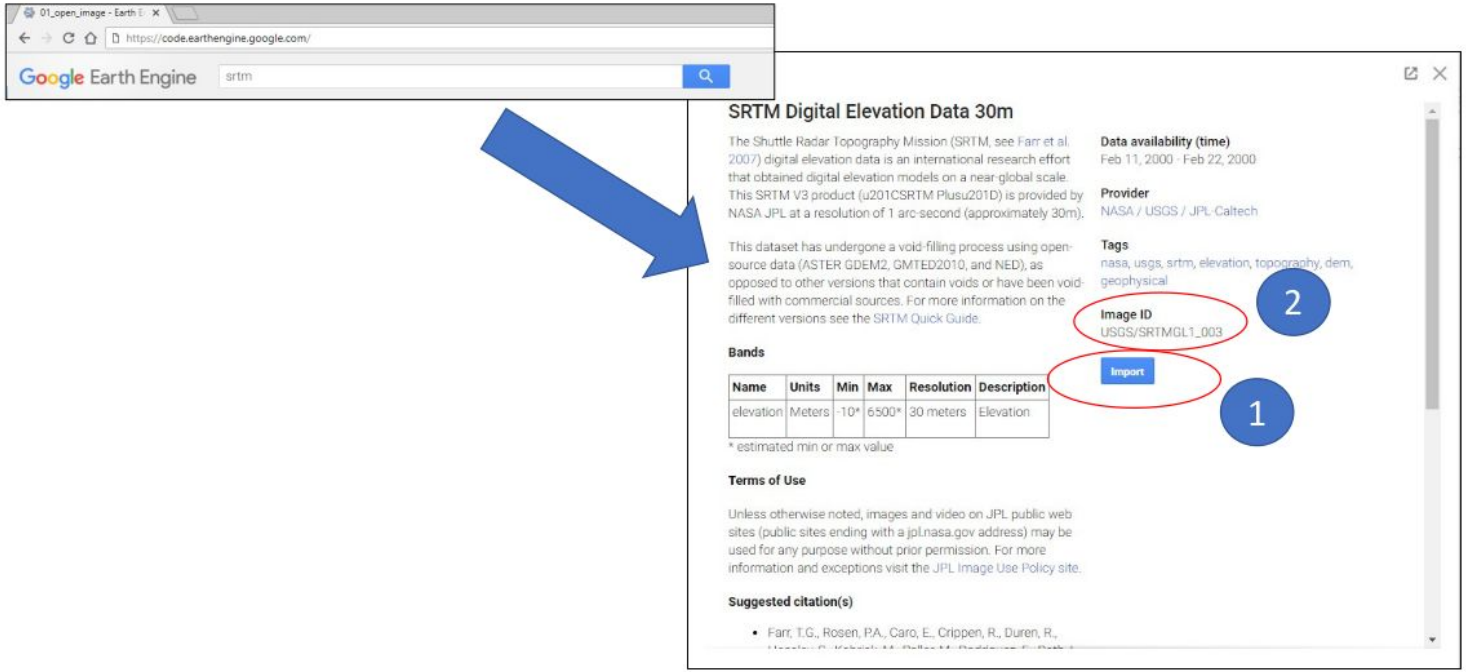
- **ImageCollection:** coleção de imagens (séries temporais, mosaicos)



Earth Engine Objects

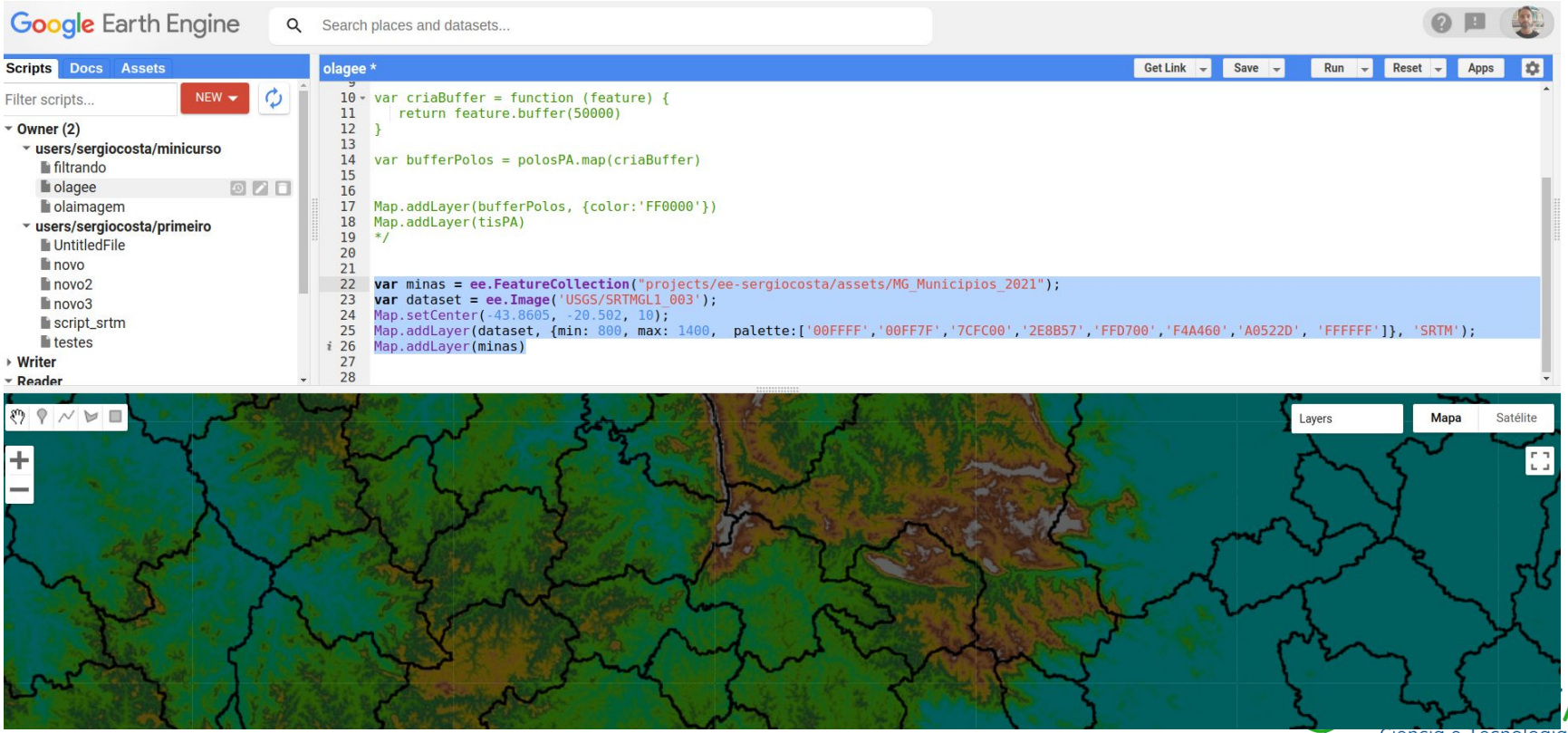
PPGC&TAmb
Ciência e Tecnologia Ambiental

Image



PPGC&TAmb
Ciência e Tecnologia Ambiental

Image



Amb
Ciência e Tecnologia Ambiental

Image

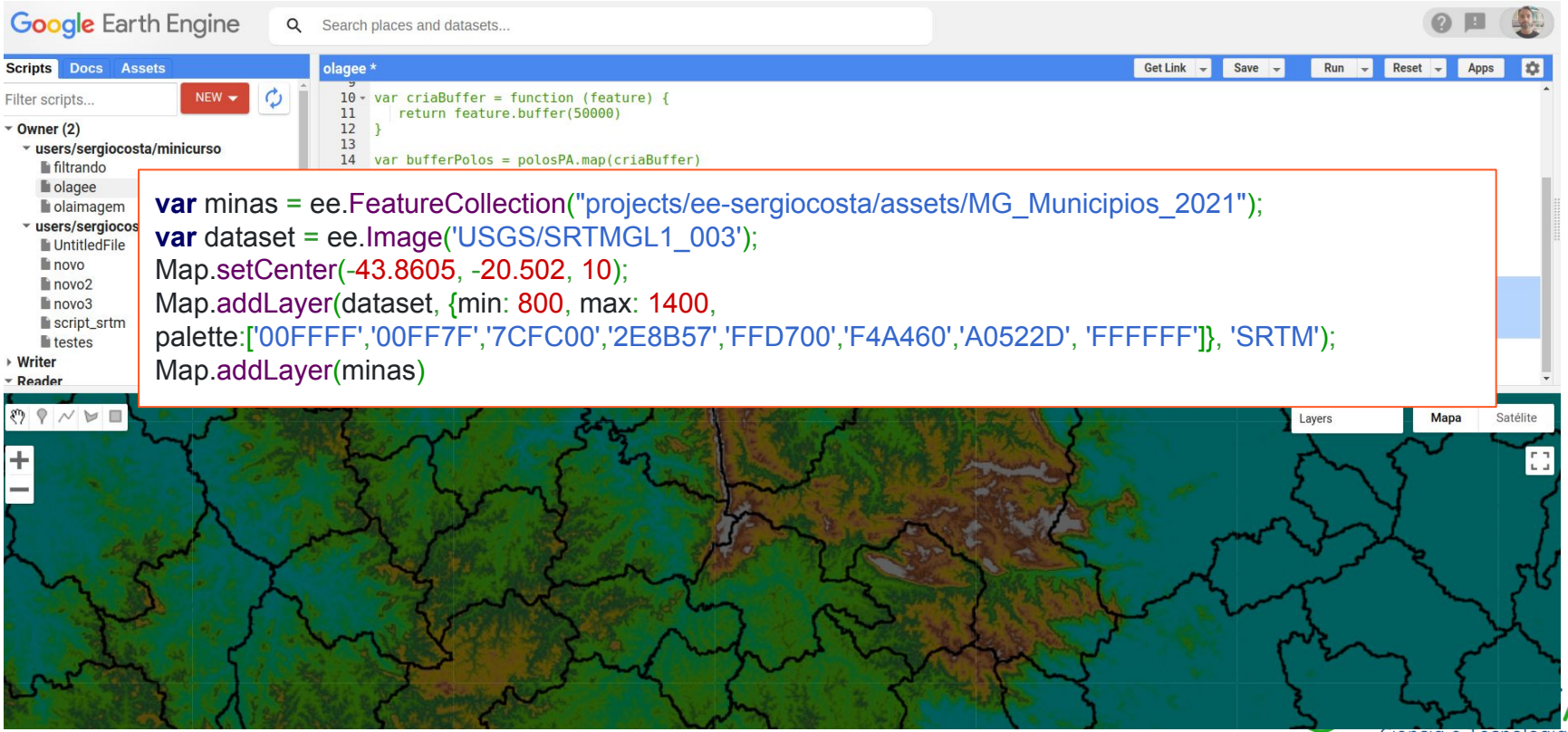

Google Earth Engine
Search places and datasets...
Scripts
Docs
Assets
olagee *
Get Link
Save
Run
Reset
Apps
Filter scripts...
NEW
Owner (2)
users/sergiocosta/minicurso
filtrando
olagee
olaimagem
users/sergiocos
UntitledFile
novo
novo2
novo3
script_srtm
testes
Writer
Reader
10 var criaBuffer = function (feature) {
11 return feature.buffer(50000)
12 }
13
14 var bufferPolos = polosPA.map(criaBuffer)
var minas = ee.FeatureCollection("projects/ee-sergiocosta/assets/MG_Municipios_2021");
var dataset = ee.Image('USGS/SRTMGL1_003');
Map.setCenter(-43.8605, -20.502, 10);
Map.addLayer(dataset, {min: 800, max: 1400,
palette:['00FFFF','00FF7F','7CFC00','2E8B57','FFD700','F4A460','A0522D', 'FFFFFF']}, 'SRTM');
Map.addLayer(minas)
Layers
Mapa
Satélite

Image e ImageCollection

Operações sobre Image e ImageCollection:

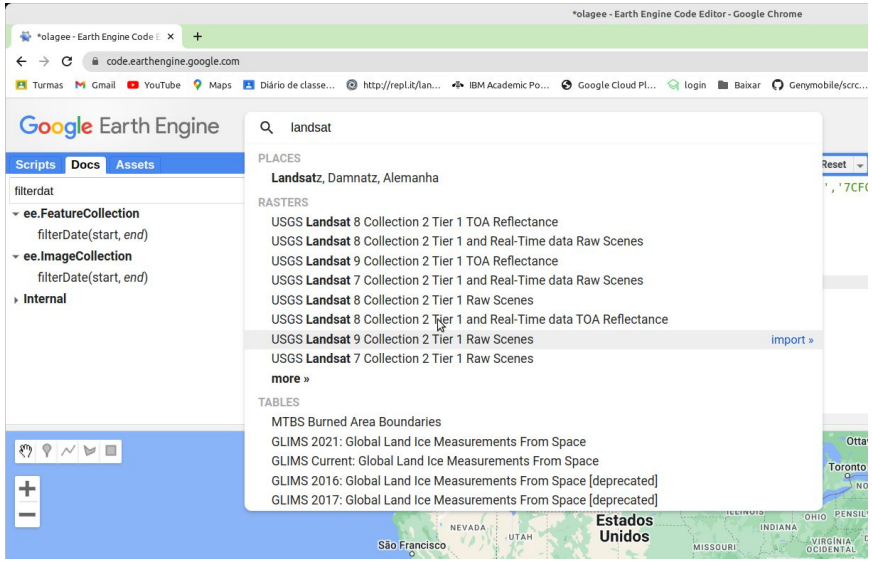
ee.Image

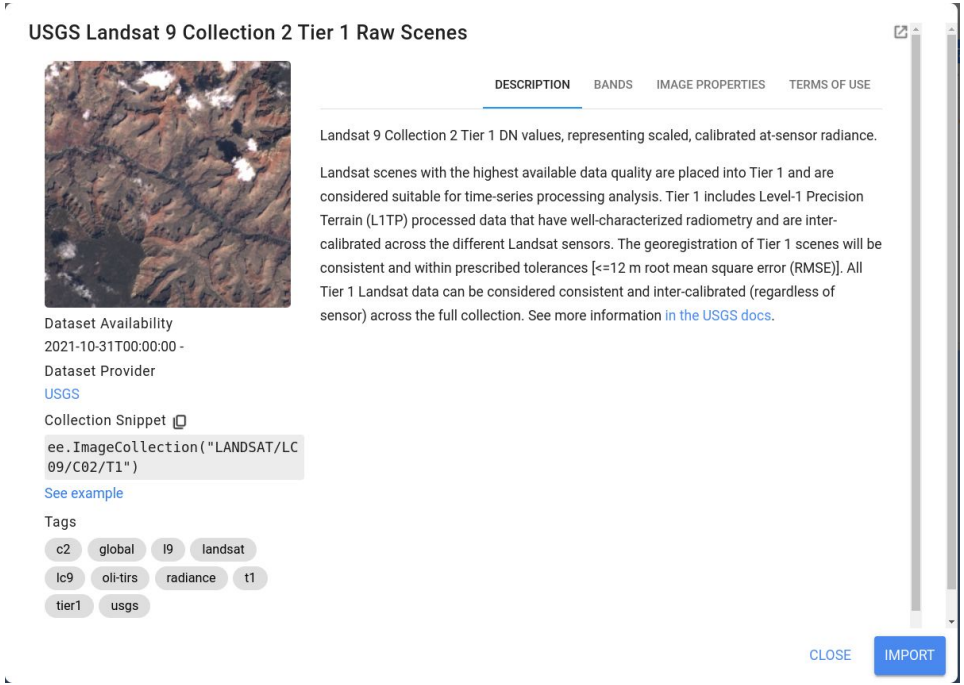
- **.clip**(geometry)
- **.expression**('expression')
- **.select**('band name')
- **.reduce**(reducer)
- **.reduceRegion**(reducer)
- **.get**('property')
- **.add**(image2)
- **.subtract**(image2)
- **.multiply**(image2)
- **.divide**(image2)
- **.lte**(image2)
- **.gte**(image2)
- **.max**(image2)
- **.min**(image2)
- .....

ee.ImageColection

- **.filterBounds**(geometry)
- **.filterDate**(start, *end*)
- **.filterMetadata**(name, operator, value)
- **.first**()
- **.merge**(collection2)
- **.reduce**(reducer)
- **.select**(list of bands)
- **.median**()
- **.max**()
- **.aggregate_min**(property)
- .....

Image e ImageCollection



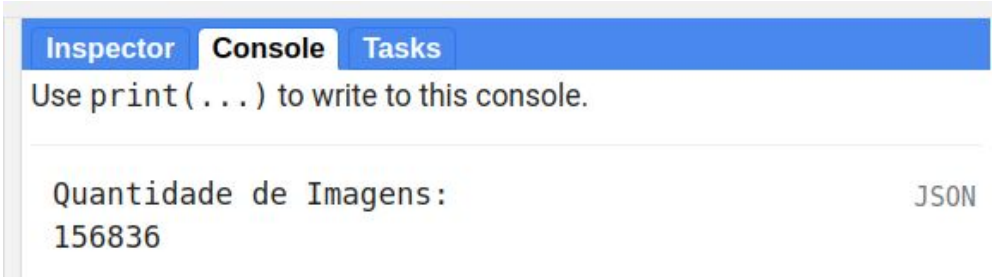


PPGC&TAmb
Ciência e Tecnologia Ambiental

Image e ImageCollection

No caso do Landsat 9, teriamos 156836

```
var imagens = ee.ImageCollection('LANDSAT/LC09/C02/T1')
print("Quantidade de Imagens: ", imagens.size().getInfo())
```



PPGC&TAmb
Ciência e Tecnologia Ambiental

Image e ImageCollection

Filtrando por data, as de janeiro de 2002 até 30 de outubro, teríamos 140556

```
var imagens = ee.ImageCollection('LANDSAT/LC09/C02/T1')
.filterDate('2022-01-01','2022-10-30')

print("Quantidade de Imagens: ", imagens.size().getInfo())
```

PPGC&TAmb
Ciência e Tecnologia Ambiental

Image e ImageCollection

Filtrando por data, as de janeiro de 2002 até 30 de outubro. Restringindo ao município de São Luís, teríamos 49

```
var saoluis = ee.FeatureCollection("projects/ee-sergiocosta/assets/MA_Municipios_2021")
  .filter(ee.Filter.eq('CD_MUN', '2111300'))


var imagens = ee.ImageCollection('LANDSAT/LC09/C02/T1')
.filterDate('2022-01-01','2022-10-30')
.filterBounds(saoluis)

print("Quantidade de Imagens: ", imagens.size().getInfo())
```

PPGC&TAmb
Ciência e Tecnologia Ambiental

Image e ImageCollection

Agora vamos adicionar no mapa, a primeira imagem da coleção.

```
var saoluis = ee.FeatureCollection("projects/ee-sergiocosta/assets/MA_Municipios_2021")
  .filter(ee.Filter.eq('CD_MUN', '2111300'))


var imagens = ee.ImageCollection('LANDSAT/LC09/C02/T1')
.filterDate('2022-01-01','2022-10-30')
.filterBounds(saoluis)

print("Quantidade de Imagens: ", imagens.size().getInfo())

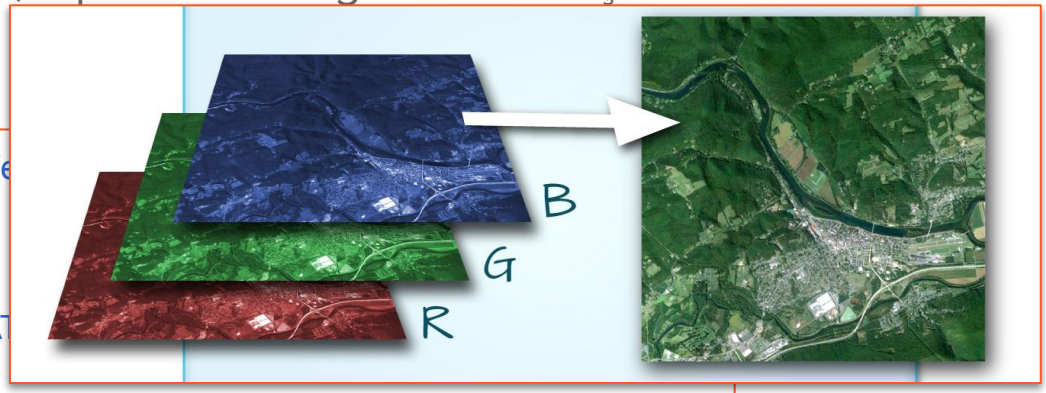
var primeira = imagens.first()

Map.addLayer(primeira, { 'bands': ['B4', 'B3', 'B2']})
```

PPGC&TAmb
Ciência e Tecnologia Ambiental

Image e ImageCollection

Agora vamos adicionar no mapa, a primeira imagem da coleção.




```
var saoluis = ee.FeatureCollection("projects/e
  .filter(ee.Filter.eq('CD_MUN', '2111300'))


var imagens = ee.ImageCollection('LANDSAT
.filterDate('2022-01-01','2022-10-30')
.filterBounds(saoluis)

print("Quantidade de Imagens: ", imagens.size().getInfo())

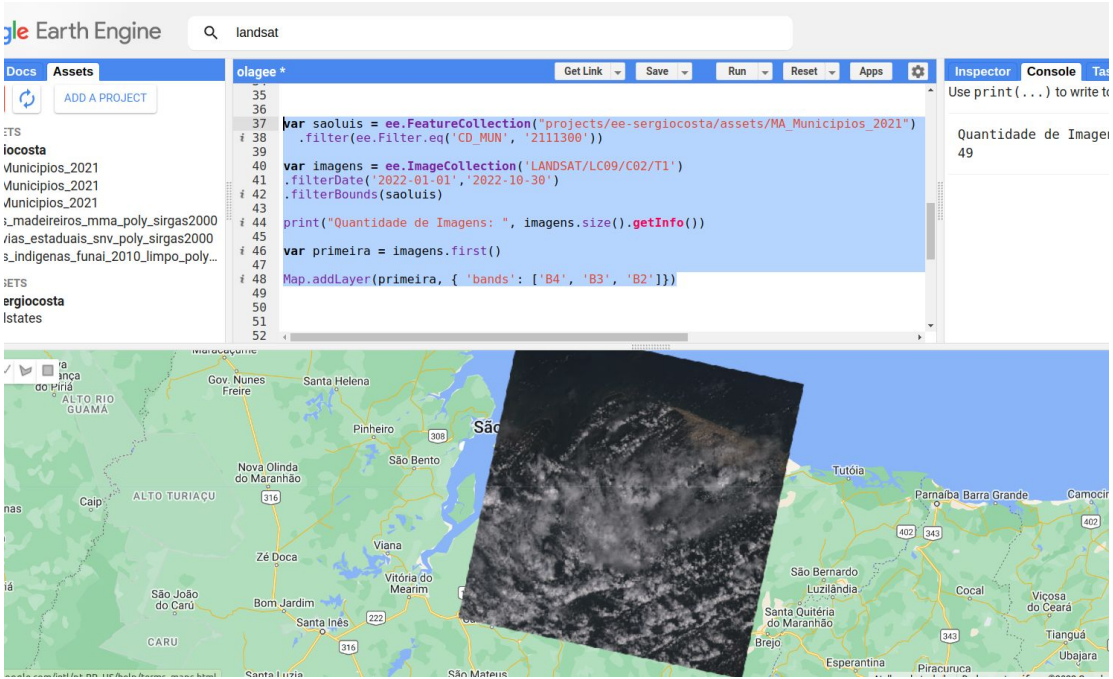
var primeira = imagens.first()

Map.addLayer(primeira, { 'bands': ['B4', 'B3', 'B2']})
```

PPGC&TAmb
Ciência e Tecnologia Ambiental

Image e ImageCollection

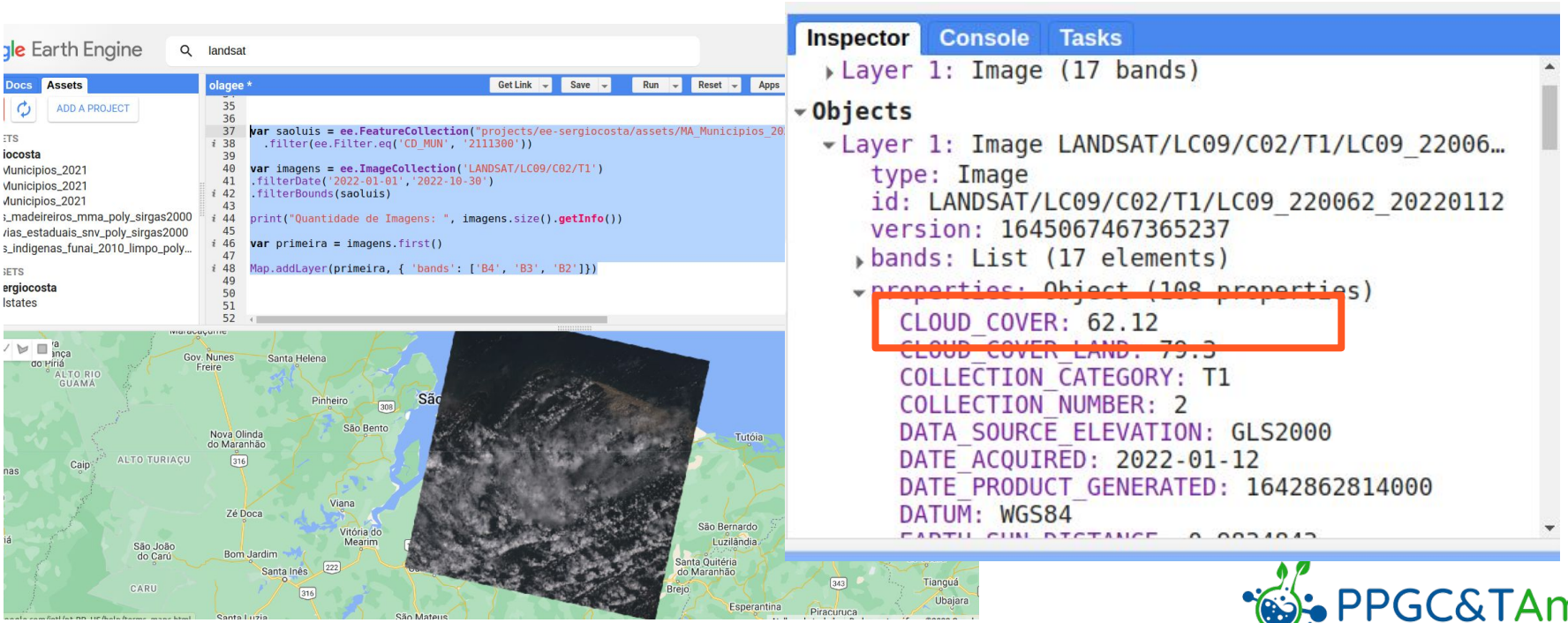
Observe que esta é uma imagem com muita nuvem.



PPGC&TAmb
Ciência e Tecnologia Ambiental

Image e ImageCollection

Usando o inspector, ao clicar na imagem temos algumas informações (metadados):



PPGC&TAmb
Ciência e Tecnologia Ambiental

Image e ImageCollection

Filtrando e ordenando por metadado. Podemos filtrar o ordenar pela cobertura de nuvem.

```
var saoluis = ee.FeatureCollection("projects/ee-sergiocosta/assets/MA_Municipios_2021" )
  .filter(ee.Filter.eq('CD_MUN', '2111300'))

var imagens = ee.ImageCollection('LANDSAT/LC09/C02/T1')
.filterDate('2022-01-01','2022-10-30')
.filterBounds(saoluis)
.filterMetadata('CLOUD_COVER', 'less_than', 20)
.sort('CLOUD_COVER',true);

print("Quantidade de Imagens: ", imagens.size().getInfo())

var primeira = imagens.first()

Map.addLayer(primeira, { 'bands': ['B4', 'B3', 'B2']})
```

PPGC&TAmb
Ciência e Tecnologia Ambiental

Image e ImageCollection

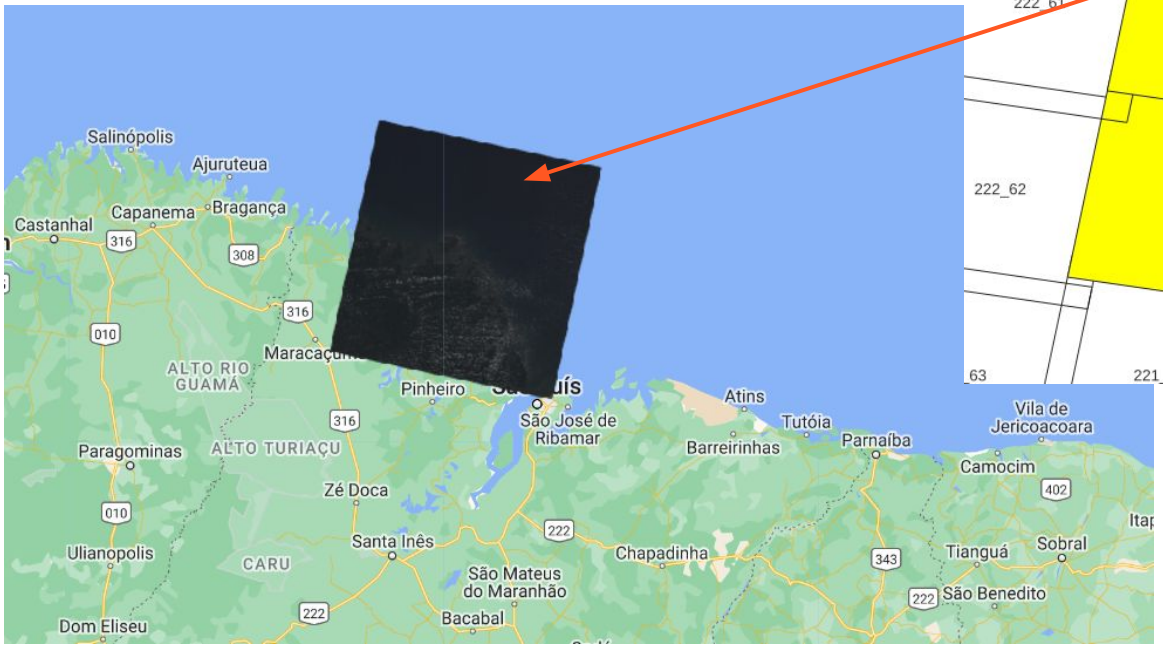
Nesse caso, a imagem com menor quantidade de nuvens, não era da mesma área que estávamos olhando anteriormente.



PPGC&TAmb
Ciência e Tecnologia Ambiental

Image e ImageCollection

Entendendo Path e Row do LandSat

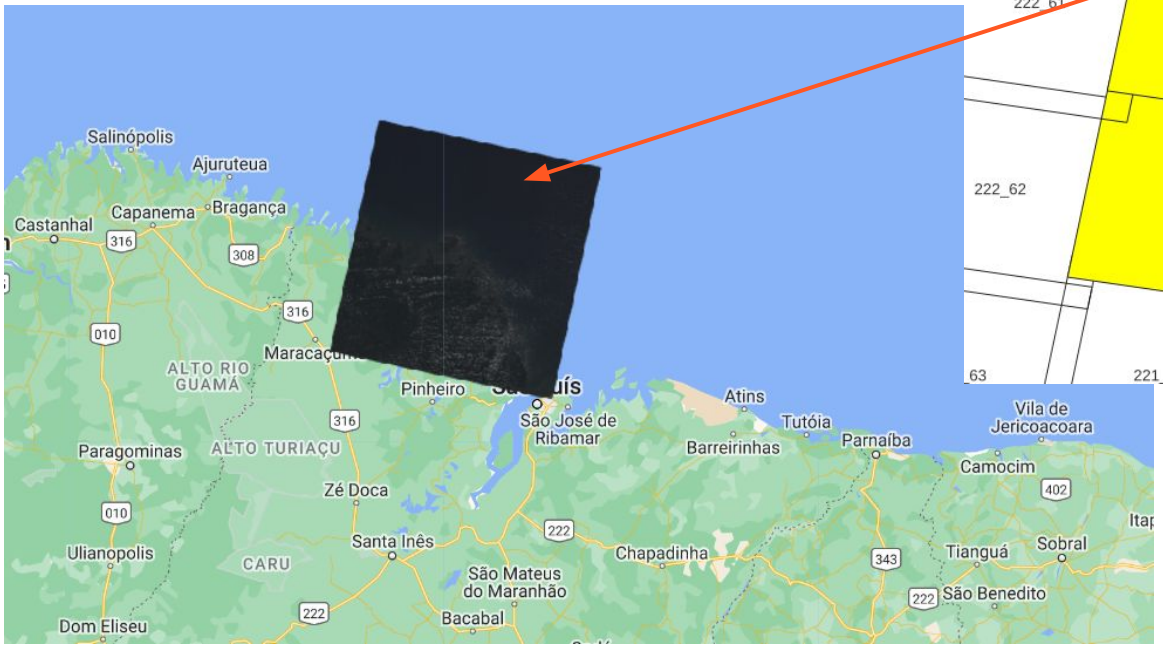




PPGC&TAmb
Ciência e Tecnologia Ambiental

Image e ImageCollection

Path e Row





Queremos essa

PPGC&TAmb
Ciência e Tecnologia Ambiental

Image e ImageCollection

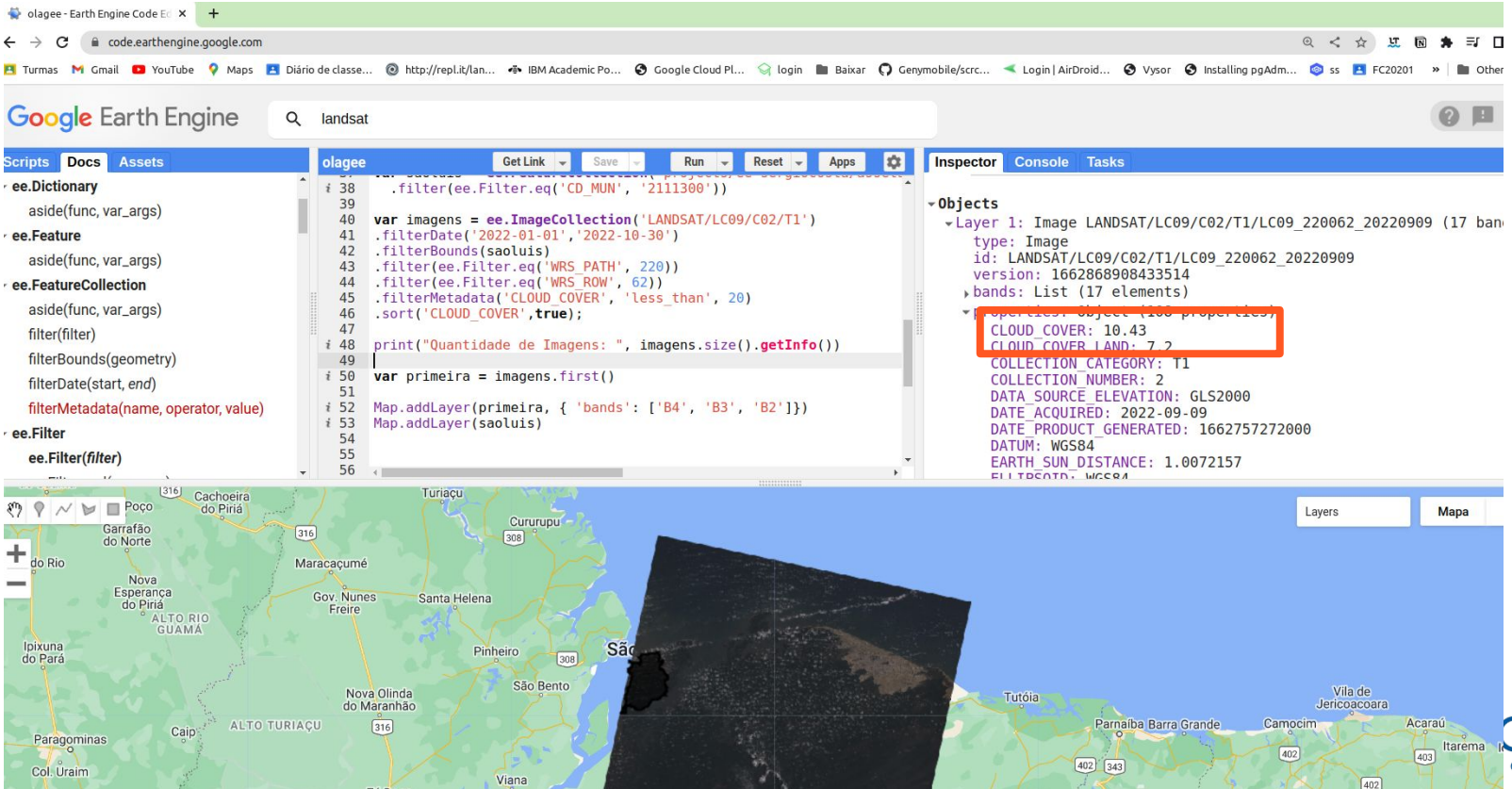


Image e ImageCollection

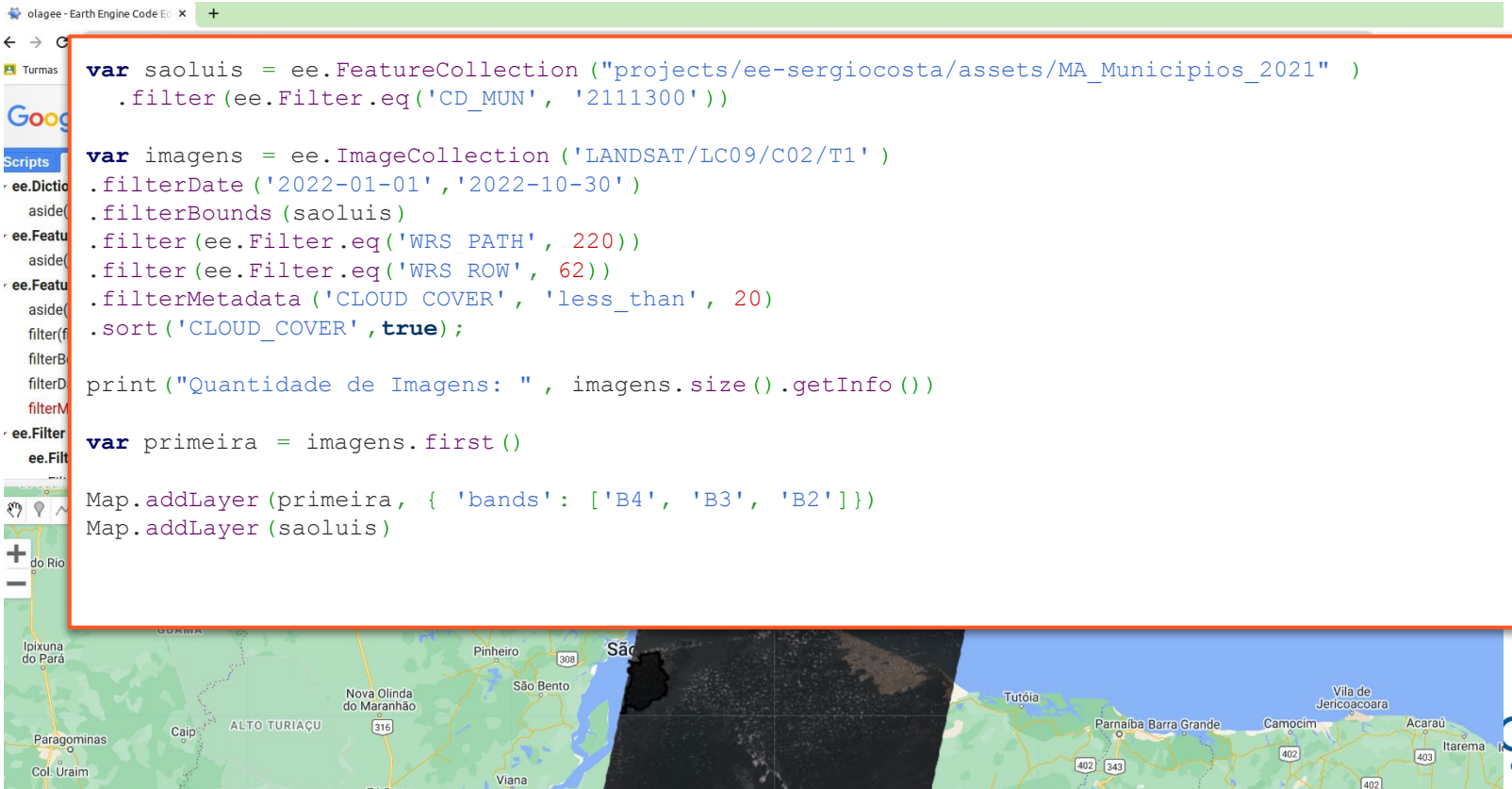
```
var saoluis = ee.FeatureCollection("projects/ee-sergiocosta/assets/MA_Municipios_2021" )
  .filter(ee.Filter.eq('CD_MUN', '2111300'))

var imagens = ee.ImageCollection('LANDSAT/LC09/C02/T1')
.filterDate('2022-01-01','2022-10-30')
.filterBounds(saoluis)
.filter(ee.Filter.eq('WRS_PATH', 220))
.filter(ee.Filter.eq('WRS_ROW', 62))
.filterMetadata('CLOUD_COVER', 'less_than', 20)
.sort('CLOUD_COVER',true);

print("Quantidade de Imagens: ", imagens.size().getInfo())

var primeira = imagens.first()

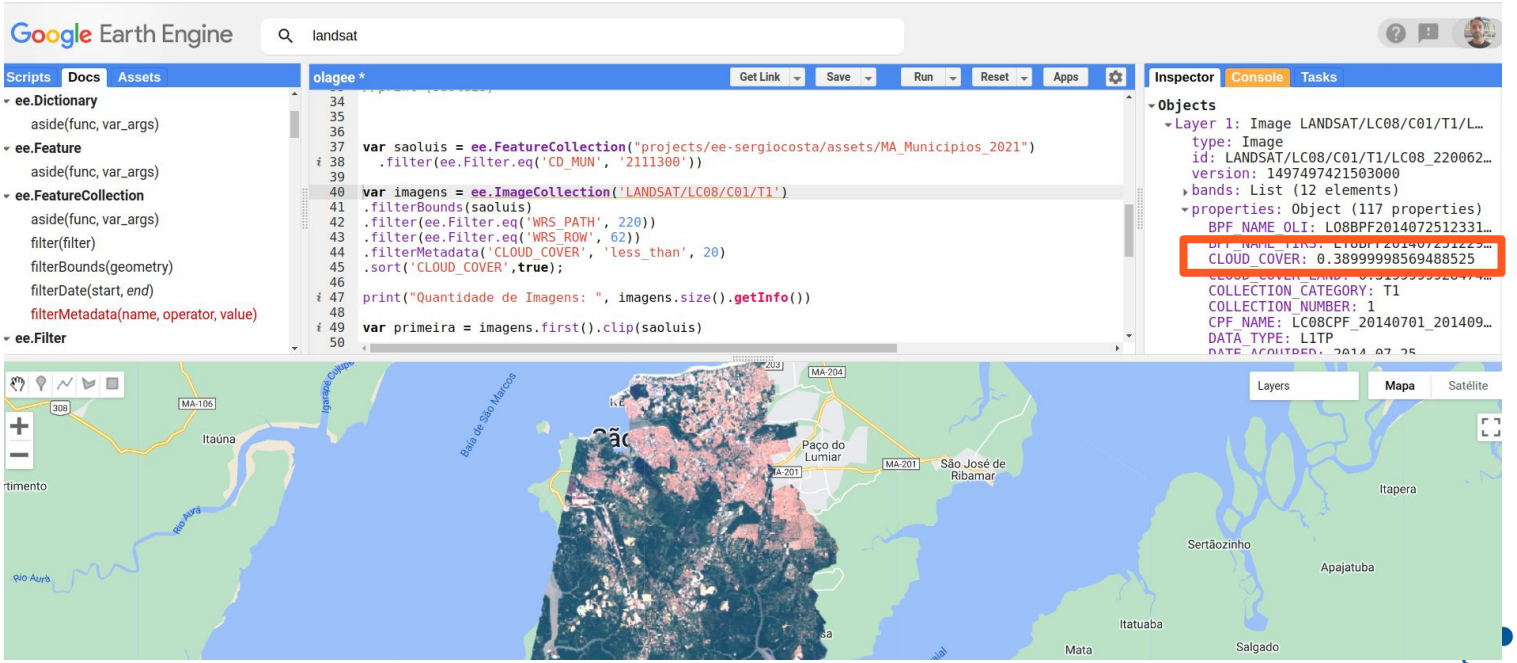
Map.addLayer(primeira, { 'bands': ['B4', 'B3', 'B2']})
Map.addLayer(saoluis)
```



GC&TAmb
e Tecnologia Ambiental

Image e ImageCollection

Recortando uma imagem com a operação clip. E aproveitei, fui atrás de uma imagem com pouca nuvem :)



PPGC&TAmb
Ciência e Tecnologia Ambiental

Image e ImageCollection

Re

im

```
var saoluis = ee.FeatureCollection("projects/ee-sergiocosta/assets/MA_Municipios_2021" )
  .filter(ee.Filter.eq('CD_MUN', '2111300'))

var imagens = ee.ImageCollection('LANDSAT/LC08/C01/T1')
.filterBounds(saoluis)
.filter(ee.Filter.eq('WRS_PATH', 220))
.filter(ee.Filter.eq('WRS_ROW', 62))
.filterMetadata('CLOUD_COVER', 'less_than', 20)
.sort('CLOUD_COVER',true);

print("Quantidade de Imagens: ", imagens.size().getInfo())

var primeira = imagens.first().clip(saoluis)

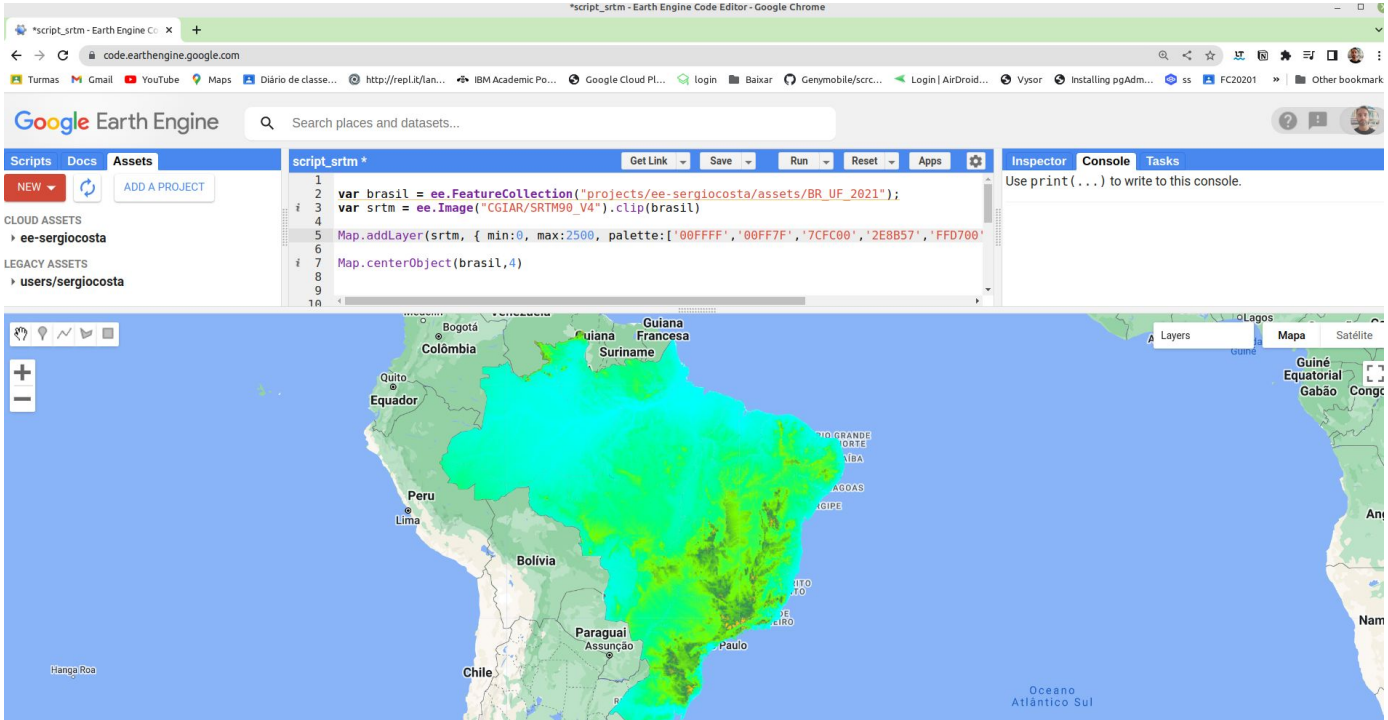
Map.addLayer(primeira, {  min: 6000, max: 12000, 'bands': ['B4', 'B3', 'B2']})
```



PPGC&TAmb
Ciência e Tecnologia Ambiental

Image e ImageCollection

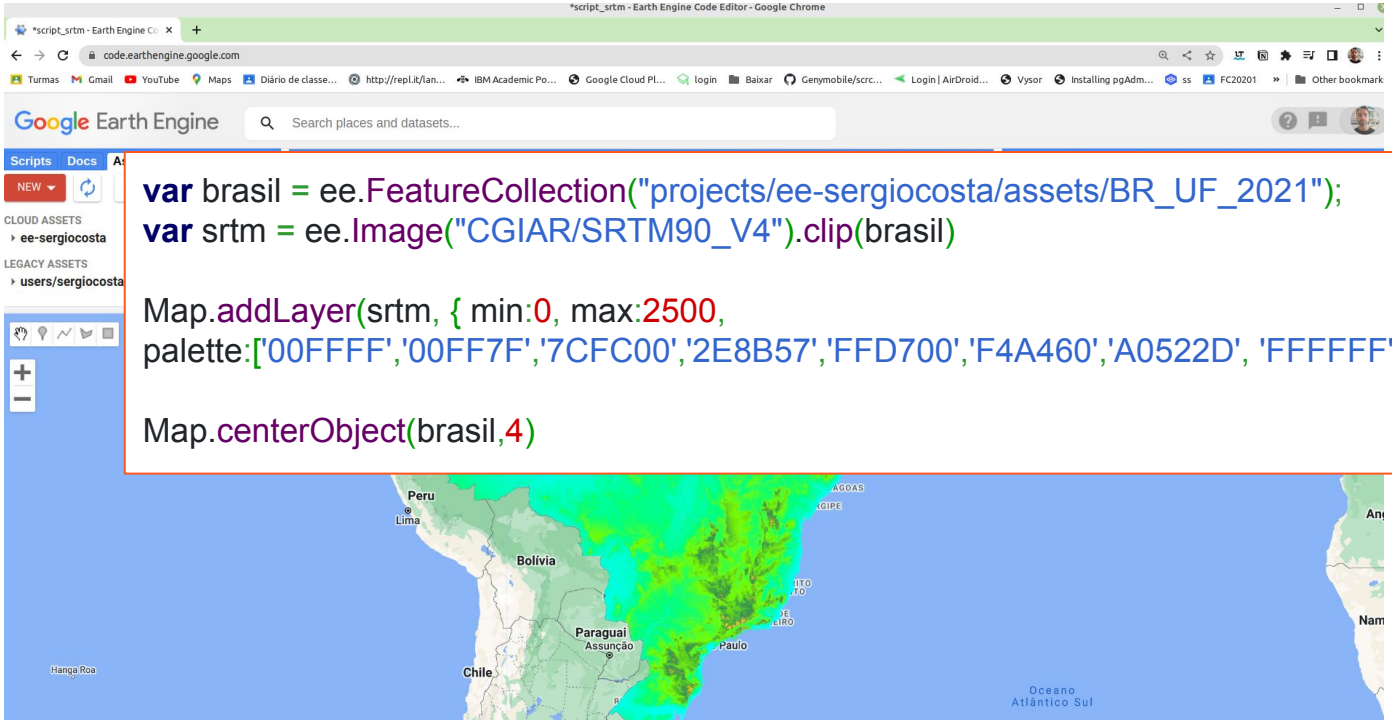
Mapa de relevo, com os dados do SRTM.



PPGC&TAmb
Ciência e Tecnologia Ambiental

Image e ImageCollection

Mapa de relevo, com os dados do SRTM.



PPGC&TAmb
Ciência e Tecnologia Ambiental

Image e ImageCollection

Identificando regiões co

```
var brasil =
ee.FeatureCollection("projects/ee-sergiocosta/assets/BR_UF_2021");
var srtm = ee.Image("CGIAR/SRTM90_V4").clip(brasil)

var srtmgt900 = srtm.gt(900);

Map.addLayer(srtmgt900, {min:0, max:1, palette:["white", "red"]});

Map.centerObject(brasil,4)
```

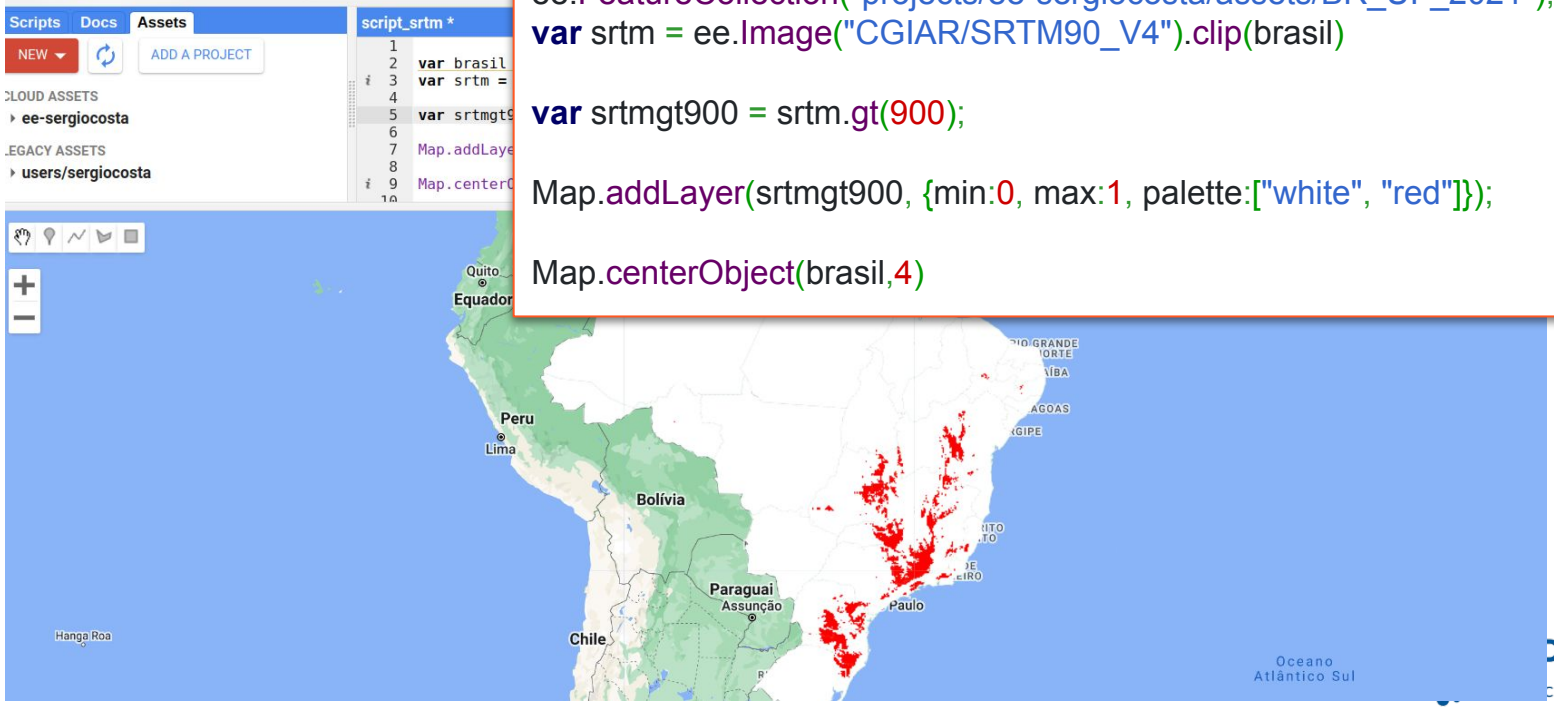
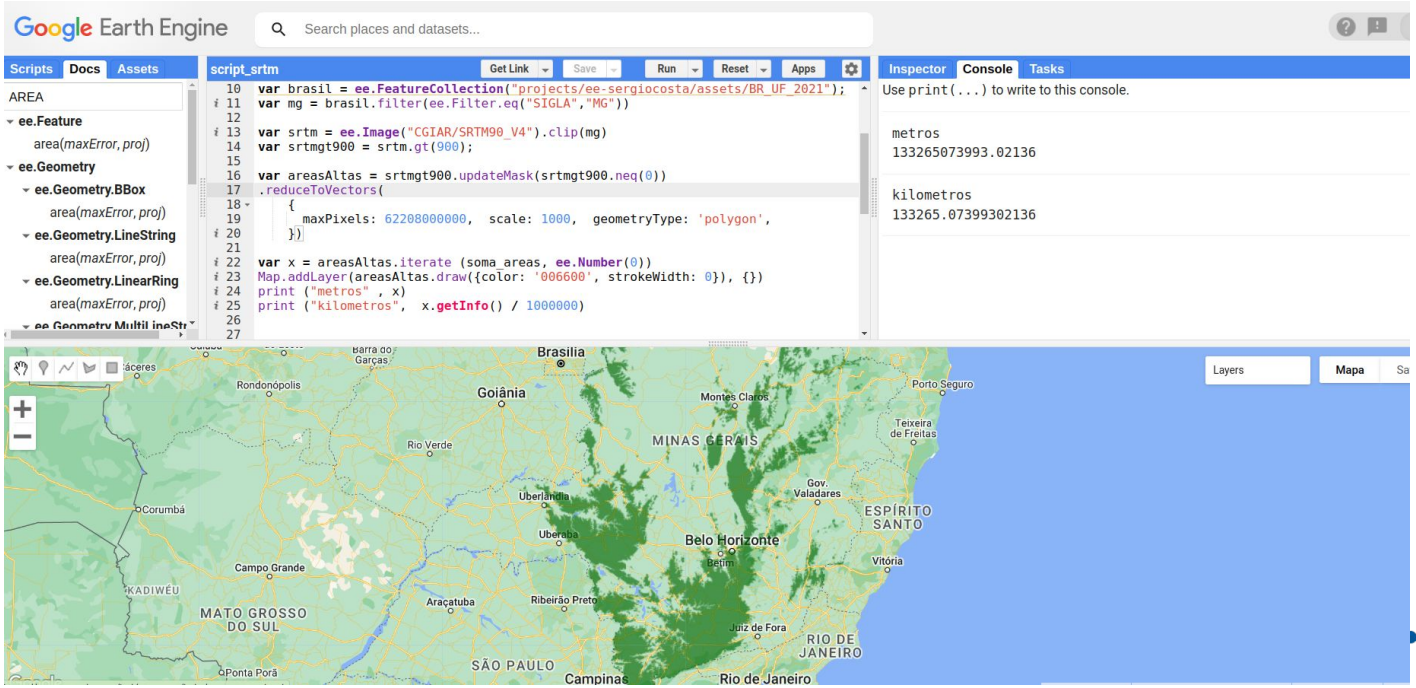


Image e ImageCollection

Calculando a área de MG com mais de 900 metros de altitude.



PPGC&TAmb
Ciência e Tecnologia Ambiental

Image e ImageCollection

Calculando a área de MG com mais de 900 metros de altitude.

```
var brasil = ee.FeatureCollection("projects/ee-sergiocosta/assets/BR_UF_2021");
var mg = brasil.filter(ee.Filter.eq("SIGLA","MG"))

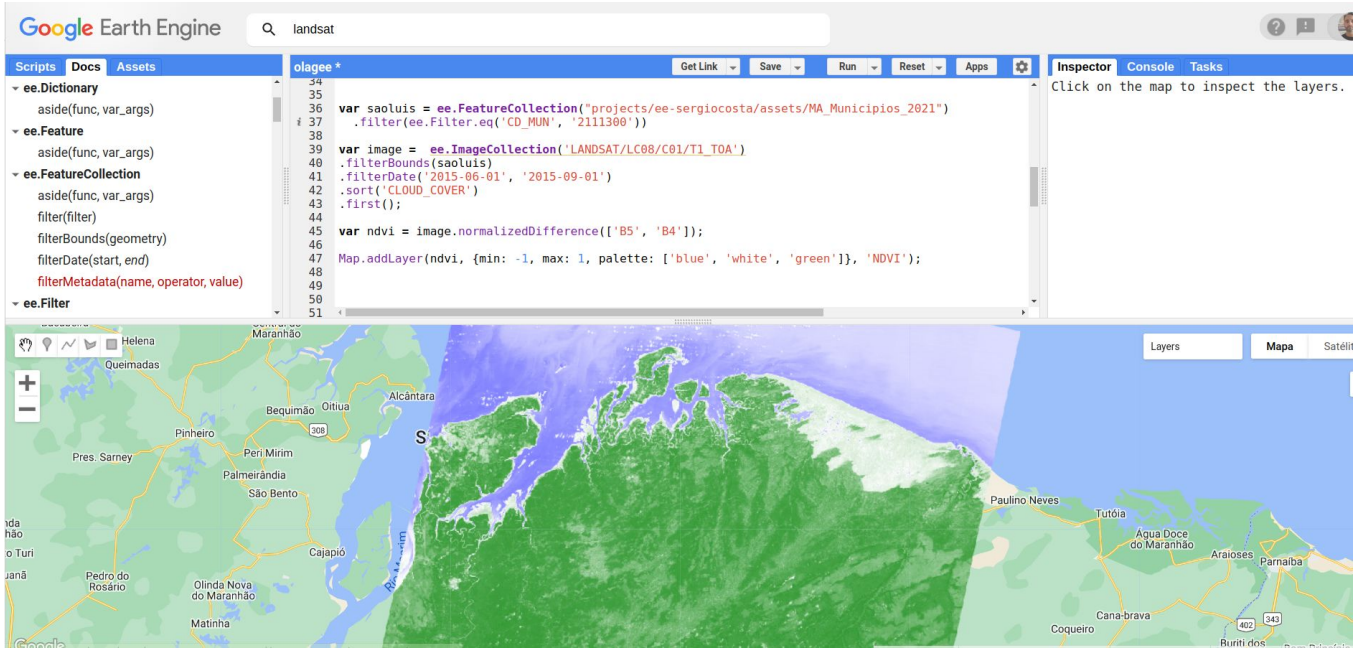
var srtm = ee.Image("CGIAR/SRTM90_V4").clip(mg)
var srtmgt900 = srtm.gt(900);

var areasAltas = srtmgt900.updateMask(srtmgt900.neq(0))
.reduceToVectors(
   {
     maxPixels: 62208000000,  scale: 1000,  geometryType: 'polygon',
   })

var x = areasAltas.iterate (soma_areas, ee.Number(0))
Map.addLayer(areasAltas.draw({color: '006600', strokeWidth: 0}), {})
print ("metros" , x)
print ("kilometros",  x.getInfo() / 1000000)
```

Image e ImageCollection

Índice de vegetação, NDVI



PPGC&TAmb
Ciência e Tecnologia Ambiental

Image e ImageCollection

Índice de vegetação, NDVI




```
var saoluis = ee.FeatureCollection("projects/ee-sergiocosta/assets/MA_Municipios_2021")
  .filter(ee.Filter.eq('CD_MUN', '2111300'))

var image =  ee.ImageCollection('LANDSAT/LC08/C01/T1_TOA')
.filterBounds(saoluis)
.filterDate('2015-06-01', '2015-09-01')
.sort('CLOUD_COVER')
.first();

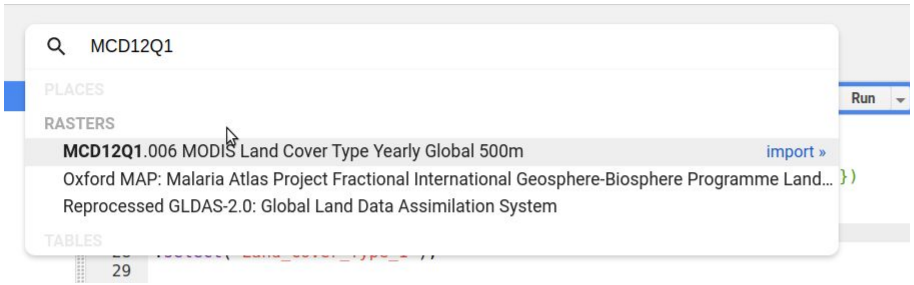
var ndvi = image.normalizedDifference(['B5', 'B4']);

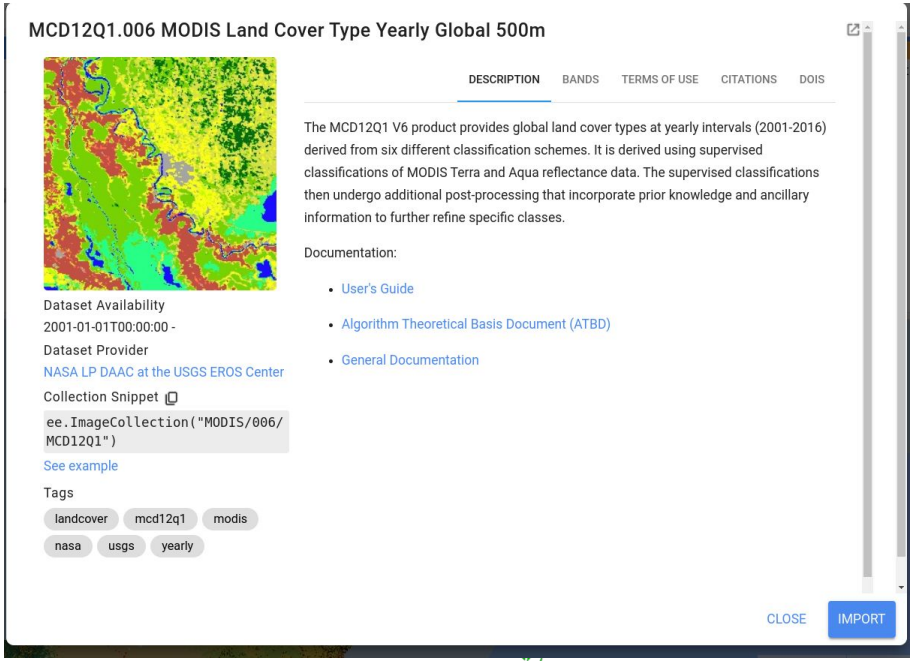
Map.addLayer(ndvi, {min: -1, max: 1, palette: ['blue', 'white', 'green']}, 'NDVI');
```

PPGC&TAmb
Ciência e Tecnologia Ambiental

Image e ImageCollection

Uso e cobertura da terra, imagem MODIS.

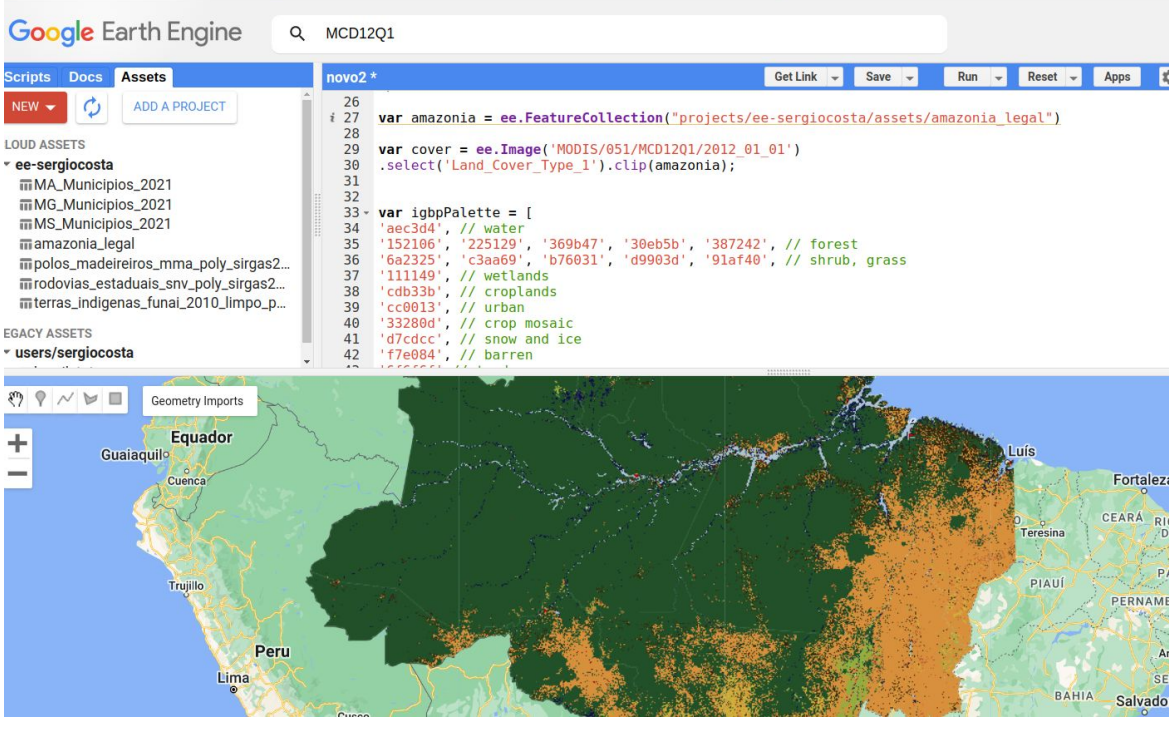




PPGC&TAmb
Ciência e Tecnologia Ambiental

Image e ImageCollection

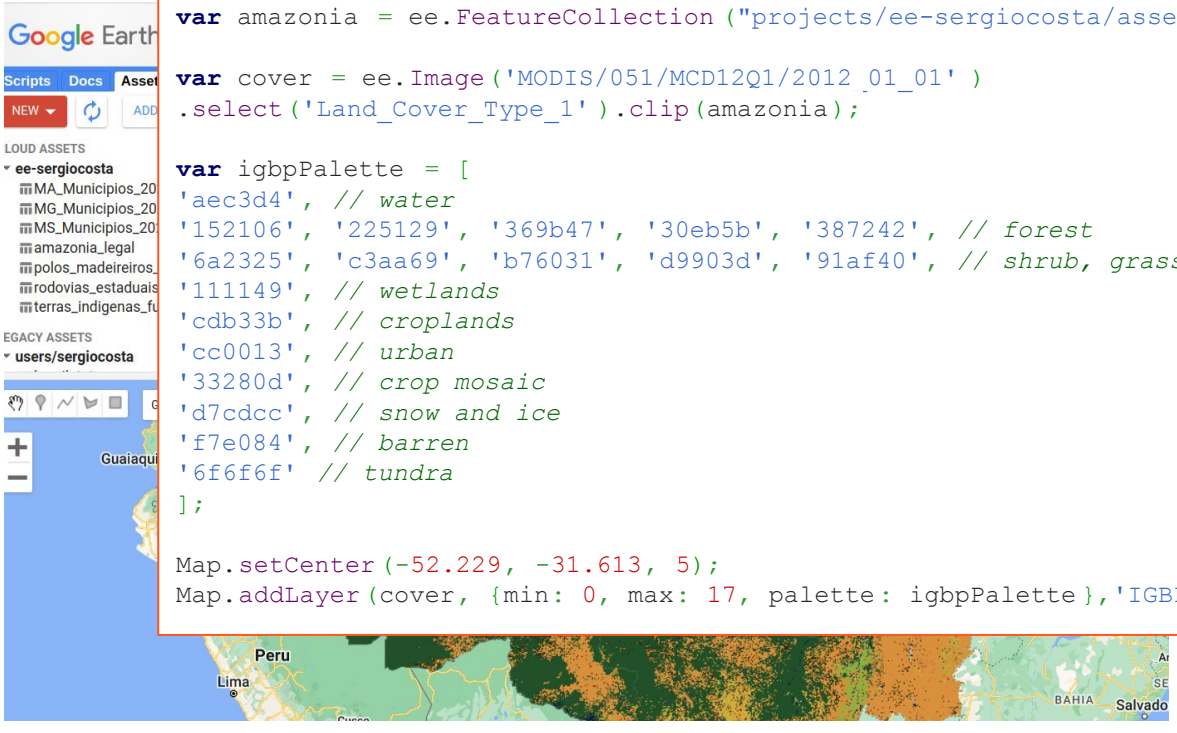
Uso e cobertura da terra, imagem MODIS.



PPGC&TAmb
Ciência e Tecnologia Ambiental

Image e ImageCollection

Uso e cobertura da terra, imagem MODIS.




```
var amazonia = ee.FeatureCollection("projects/ee-sergiocosta/assets/amazonia_legal" )

var cover = ee.Image('MODIS/051/MCD12Q1/2012_01_01' )
.select('Land_Cover_Type_1').clip(amazonia);

var igbpPalette = [
'aec3d4', // water
'152106', '225129', '369b47', '30eb5b', '387242', // forest
'6a2325', 'c3aa69', 'b76031', 'd9903d', '91af40', // shrub, grass
'111149', // wetlands
'cdb33b', // croplands
'cc0013', // urban
'33280d', // crop mosaic
'd7cdcc', // snow and ice
'f7e084', // barren
'6f6f6f' // tundra
];

Map.setCenter(-52.229, -31.613, 5);
Map.addLayer(cover, {min: 0, max: 17, palette: igbpPalette},'IGBP classification' );
```

PPGC&TAmb
Ciência e Tecnologia Ambiental

Image e ImageCollection

Exportando uma imagem

ovo2 *

Get Link | Save | Run | Reset | Apps

```
46  '6f6f6f' // tundra
47  ];
48
49
50  var para = amazonia.filter(ee.Filter.eq("sigla", "PA"))
51
52
53  //export image to Google Drive
54  Export.image.toDrive({
55    image: cover,
56    description: 'cobertura_amazonia',
57    region: para.geometry(),
58    folder: 'saida',
59    maxPixels: 1e9 ,
60    scale: 1000
61  });
```

Inspector | Console | Tasks

Search or cancel multiple tasks in the Task Manager.

cobertura_amazonia ✓ <1m

ID: **G7RMHZF5PWCP4W4BKBFNSD4O**

Phase: **Completed**

Runtime: **42s** (started 2022-11-01 17:41:24 -0300)

Attempted **1** time

Batch compute usage: **14.3947 EECU-seconds**

Source Script | Open in Drive

cobertura_amazonia <1m

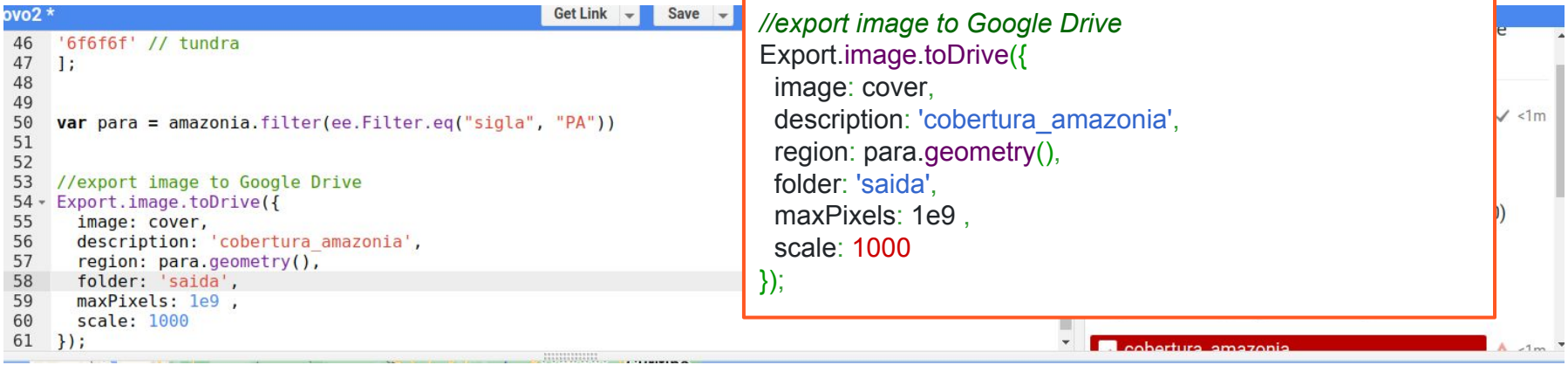
PPGC&TAmb
Ciência e Tecnologia Ambiental

Image e ImageCollection

Exportando uma imagem

```
var para = amazonia.filter(ee.Filter.eq("sigla", "PA"))

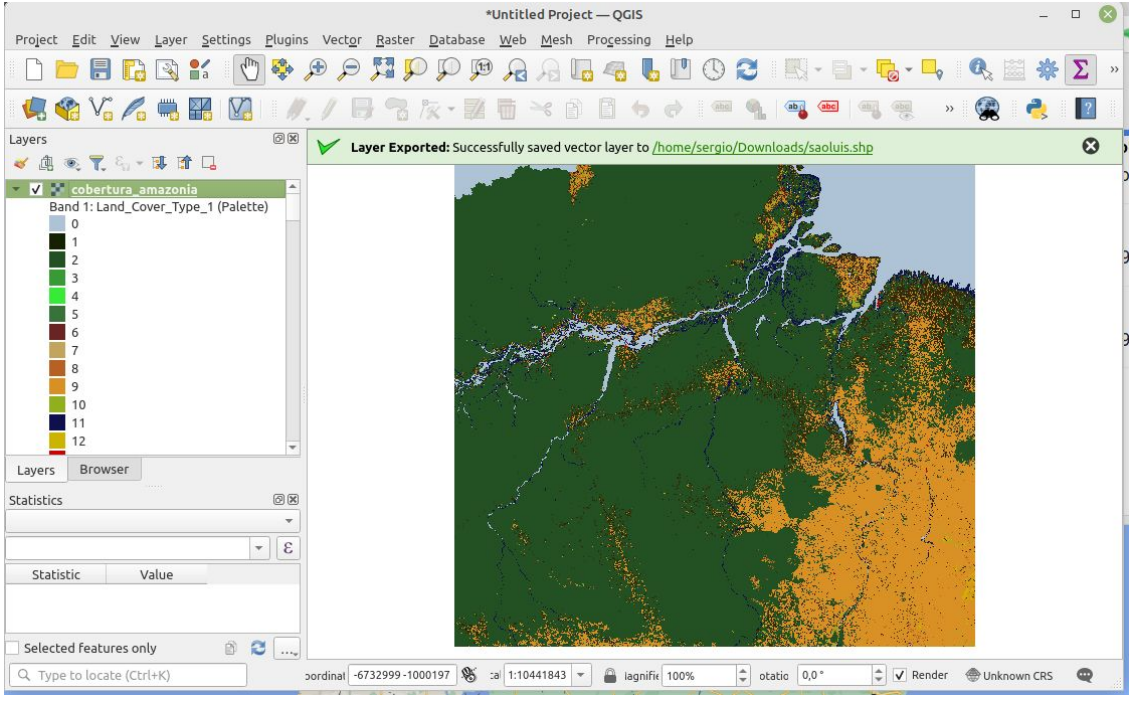

//export image to Google Drive
Export.image.toDrive({
  image: cover,
  description: 'cobertura_amazonia',
  region: para.geometry(),
  folder: 'saida',
  maxPixels: 1e9 ,
  scale: 1000
});
```



PPGC&TAmb
Ciência e Tecnologia Ambiental

Image e ImageCollection

Visualizando a imagem exportada no QGIS



PPGC&TAmb
Ciência e Tecnologia Ambiental

Continuar aprendendo

- Introdução ao Google Earth Engine
- End-to-End Google Earth Engine (Full Course Material)
- https://tutorials.geemap.org/ - API Python
- GUIA PRÁTICO EARTH ENGINE - JAVASCRIPT - Playlist com curso básico completo
- https://developers.google.com/earth-engine
- https://www.youtube.com/c/SolvedScholar/
- GEARS - Geospatial Ecology and Remote Sensing
- Luis Sadeck
- Analista em Google Earth Engine

PPGC&TAmb
Ciência e Tecnologia Ambiental