

# Delineamento da Bacia Hidrográfica

**TEA018 - Hidrologia Ambiental**

**Prof. Emílio G. F. Mercuri, DEA, UFPR**

# Agenda

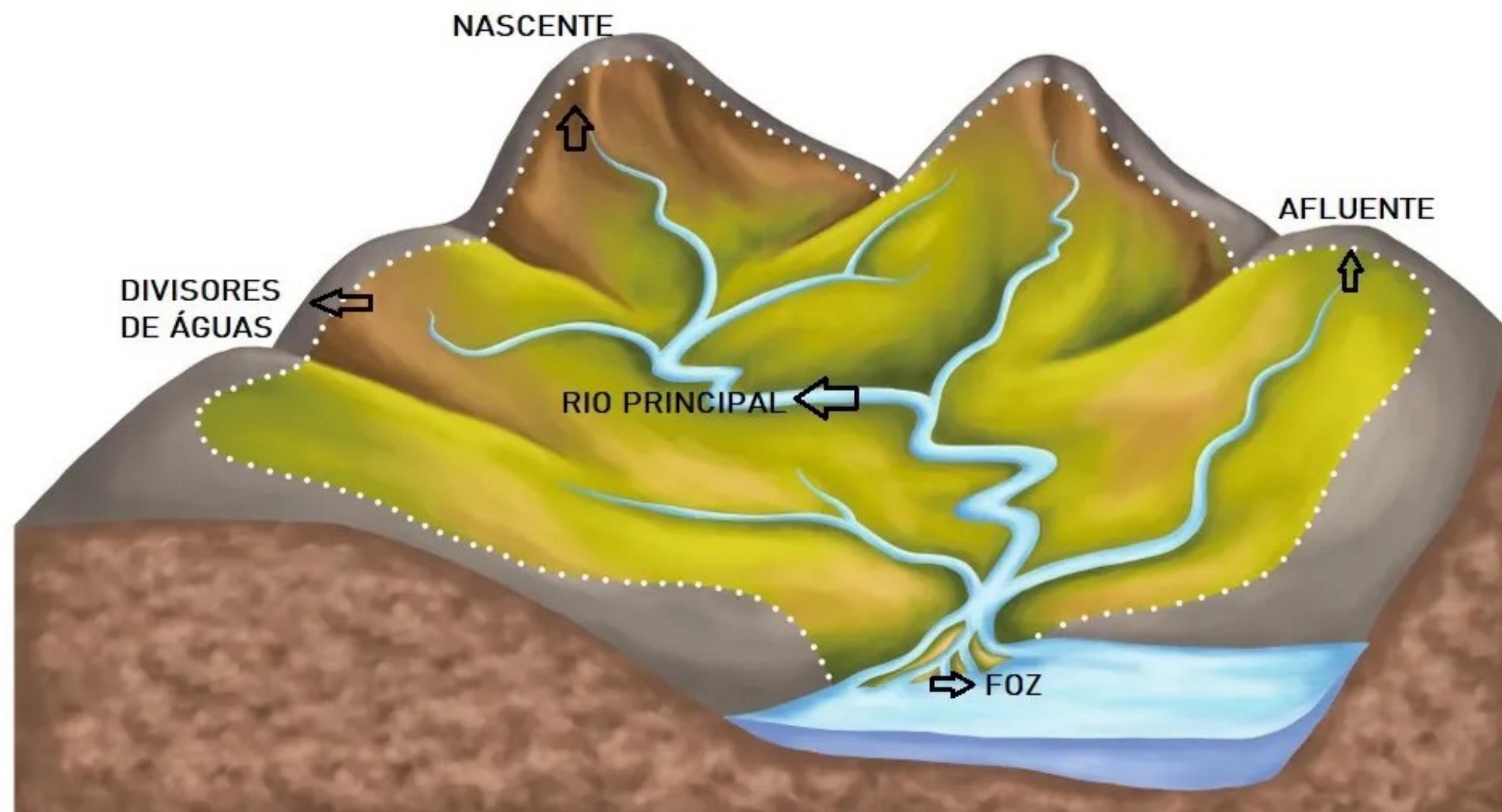
## Atividades práticas

- Definição de bacia hidrográfica
- Balanço Hídrico
- Delimitação em Python -> **pysheds** e QGIS (video)
- Modelo Digital do Terreno (SRTM)
- Delineamento e conversão de sistemas de informação geográficas
- Conversão de Raster em Shapefile
- Cálculo da área da bacia
- Explicação da primeira parte do **Trabalho da disciplina**

# Bacia Hidrográfica

## Conceito, divisor d'água e balanço hídrico

- A bacia hidrográfica



# Bacia Hidrográfica

## Conceito, divisor d'água e balanço hídrico

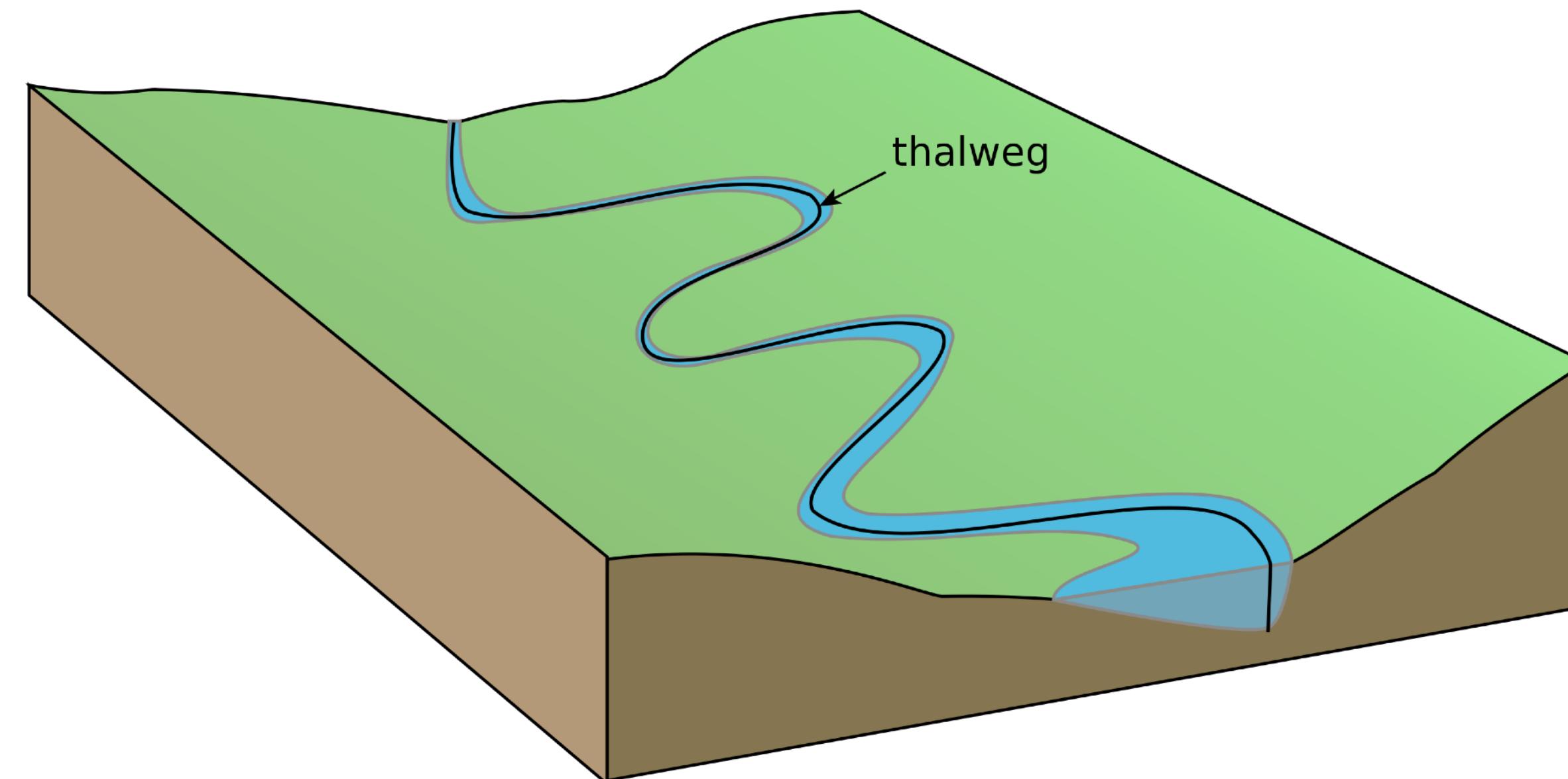
- Grandes bacias brasileiras



# Bacia Hidrográfica

## Conceito, divisor d'água e balanço hídrico

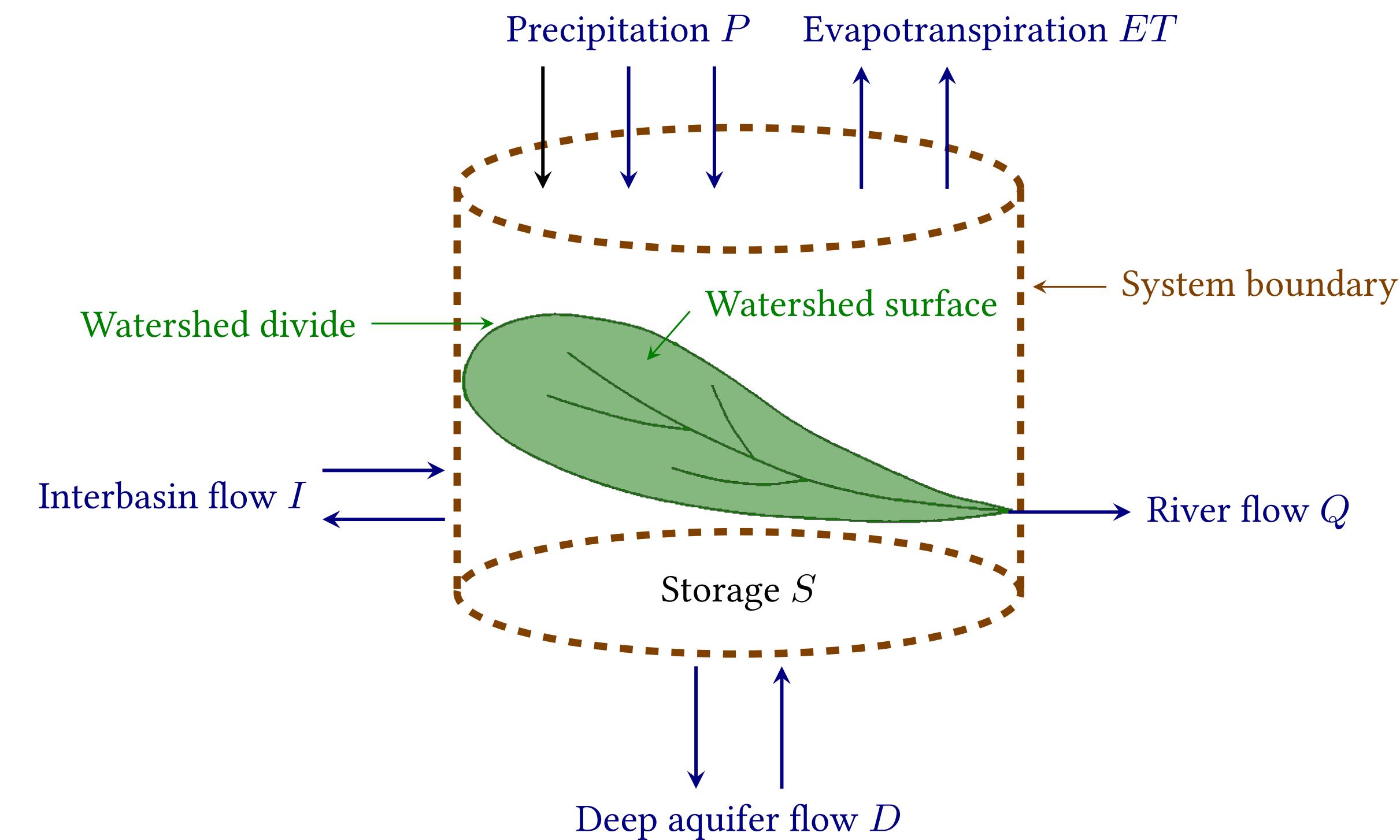
- **Talvegue** (do alemão *Talweg*, que significa «caminho do vale») é a linha variável ao longo do tempo que se encontra no meio da junção mais profunda de um vale ou rio.



# Bacia Hidrográfica

## Conceito, divisor d'água e balanço hídrico

- **Balanço Hídrico**



# Bacia Hidrográfica

## Conceito, divisor d'água e balanço hídrico

- Balanço Hídrico**

$$\frac{dS}{dt} = P - ET - Q$$

Discrete water balance in each  $\Delta t$  (one day in our case) for the watershed:

$$\frac{dS}{dt} = P - ET - Q,$$

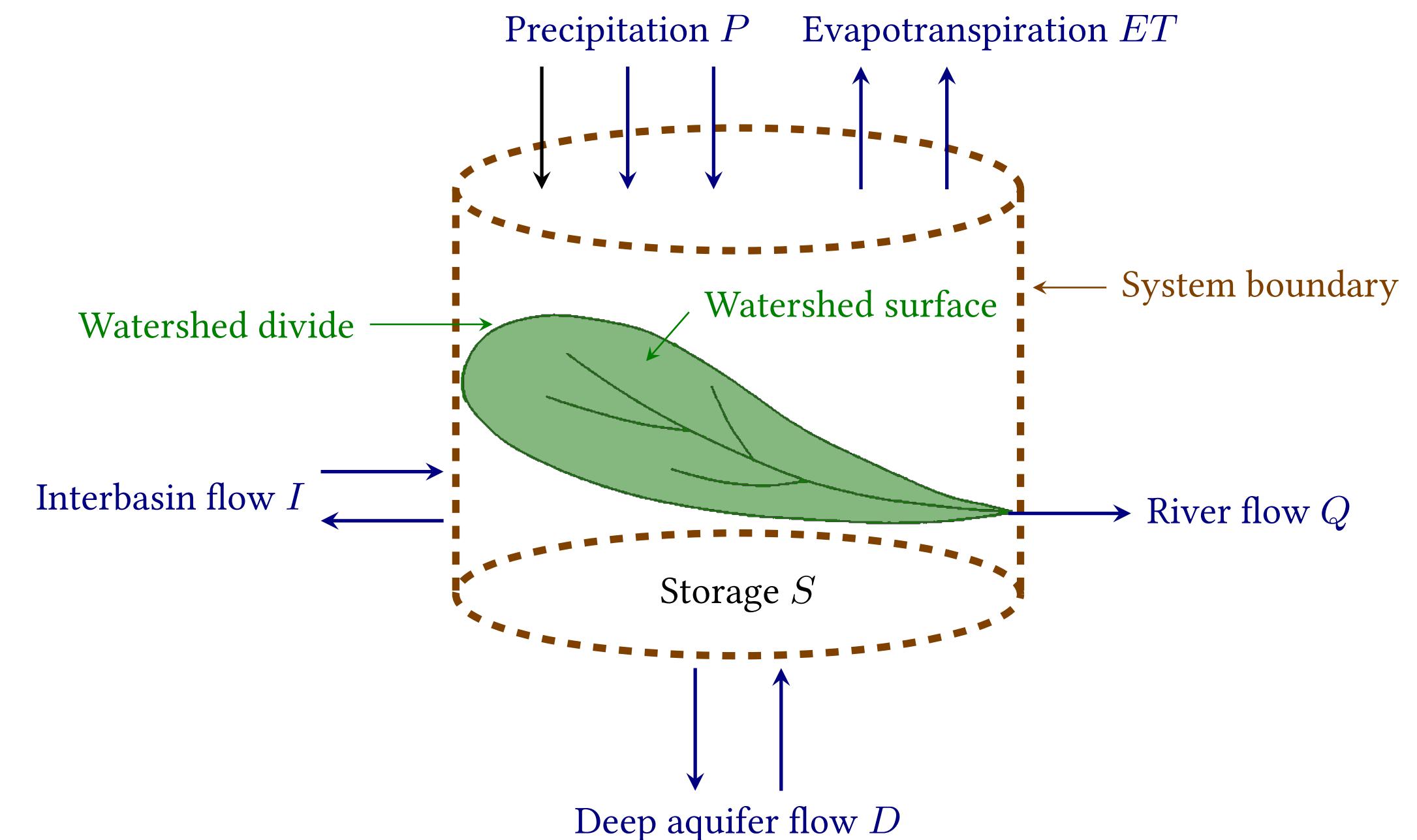
$$\int_{S_i}^{S_{i+1}} dS = \int_{t_i}^{t_{i+1}} (P - ET - Q) dt$$

$$\Delta S_i = P_i - ET_i - Q_i$$

$$\sum \Delta S_i = \sum (P_i - ET_i - Q_i)$$

if  $\sum \Delta S_i = 0$ , then

$$\sum P_i = \sum (ET_i + Q_i) \rightarrow \text{Water Balance Method}$$



# Bases de dados

## Bases existentes

- Hidroweb - Agência Nacional de Águas (ANA)
- Dados de Agências Estaduais (Instituto Água e Terra - IAT)
- **CAMELS-BR dataset** (Catchment Attributes and MEteorology for Large-sample Studies – Brazil)
  - Artigo: <https://essd.copernicus.org/articles/12/2075/2020/>, dados: <https://zenodo.org/records/15025488>
- **Catchments Attributes for Brazil (1980-2010) (CABra)**
  - Almagro, André, Oliveira, P. T. S., Meira Neto, A. A., Roy, T., and Troch, P.: CABra: a novel large-sample dataset for Brazilian catchments, *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, 25, 3105–3135, <https://doi.org/10.5194/hess-25-3105-2021>, 2021.
  - <https://thecabradataset.shinyapps.io/CABra/>
  - Large-sample dataset for Brazilian catchments that includes long-term data (30 years) for 735 catchments in eight main catchment attribute classes (climate, streamflow, groundwater, geology, soil, topography, land cover, and hydrologic disturbance).
  - Streamflow stations provided by the Brazilian Water Agency, where only the stations with 30 years (1980–2010) of data and less than 10% of missing records were included.

# Trabalho

## Etapas

- **Etapa 1 - Relatório com definição da bacia e apresentação inicial dos dados**
  - Temperatura, vazão, evapotranspiração e precipitação
- **Etapa 2 - Relatório com análise e comparação dos dados**
  - Precipitação CABra x CHIRPS e evapotranspiração CABra x MODIS
- **Etapa 3 - Relatório com calibração e simulação do modelo GR2M**
  - Análise da performance do modelo usando o coeficiente de Nash-Sutcliffe

Todos os dados deverão ser publicados em uma pasta compartilhada do Google Drive

# Trabalho (detalhamento em edital)

## Etapa 1 - Definição da bacia e obter os dados de vazão e meteorológicos

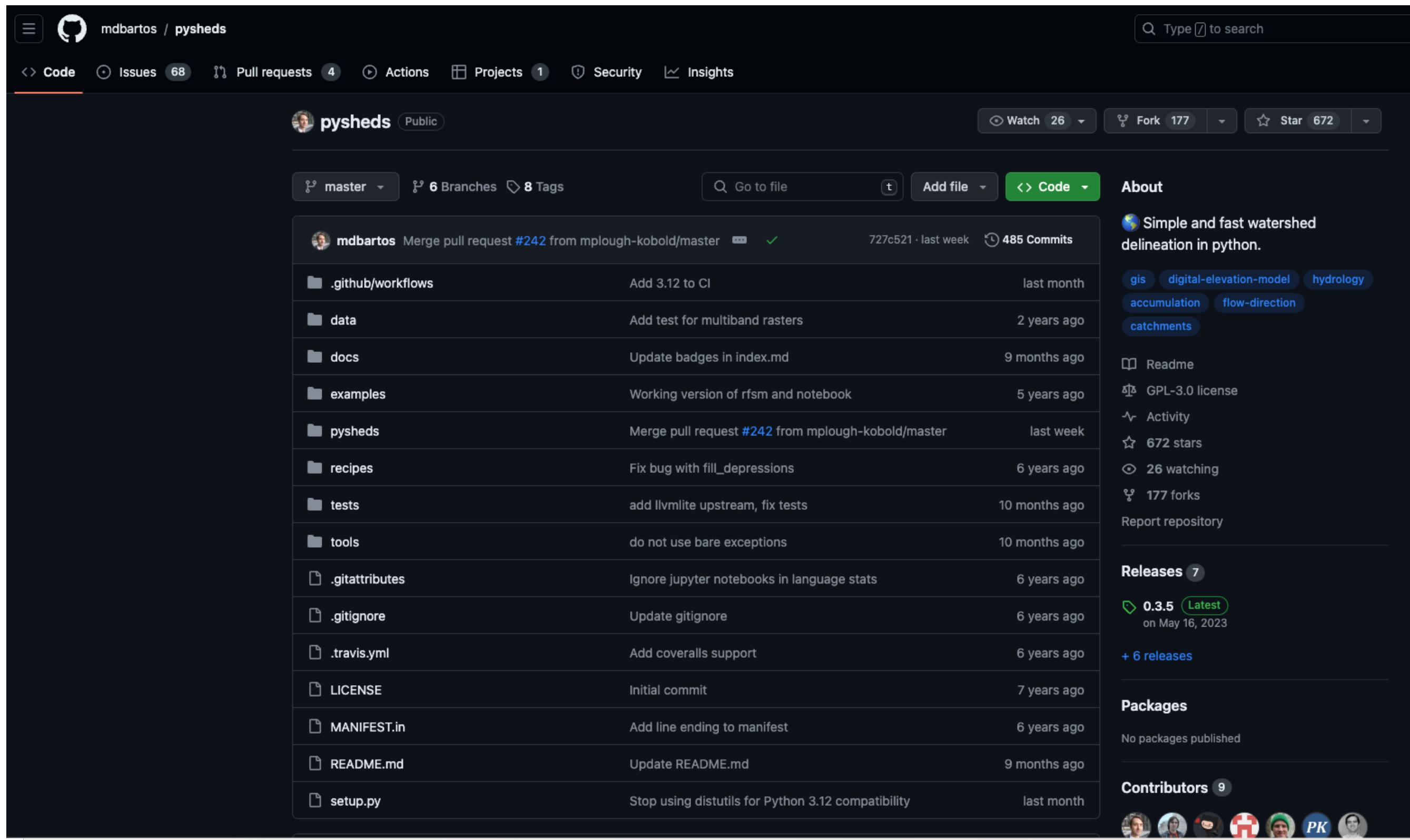
Critérios norteadores:

- Base de dados: Catchments Attributes for Brazil (CABra)
  - <https://thecabradataset.shinyapps.io/CABra/>
- Escolher pelo menos 1 bacia para cada bioma brasileiro
- 6 biomas:
  - Amazônia, Caatinga, Pantanal, Cerrado, Floresta Atlântica e Pampa
- Período dos dados: 1980-2010 (CABra dataset)
- **Algumas falhas de dados: Missing data ≠ 0%**



# Pysheds

 Simple and fast watershed delineation in Python.



The screenshot shows the GitHub repository page for 'pysheds'. The repository has 6 branches and 8 tags. It contains several files and folders including .github/workflows, data, docs, examples, pysheds, recipes, tests, tools, .gitattributes, .gitignore, .travis.yml, LICENSE, MANIFEST.in, README.md, and setup.py. The repository has 26 watchers, 177 forks, and 672 stars. The 'About' section describes it as 'Simple and fast watershed delineation in python.' and lists tags like gis, digital-elevation-model, hydrology, accumulation, flow-direction, and catchments. It also includes links to Readme, GPL-3.0 license, Activity, 672 stars, 26 watching, 177 forks, and Report repository. The 'Releases' section shows version 0.3.5 (Latest) released on May 16, 2023, and links to 6 releases. The 'Packages' section indicates no packages published. The 'Contributors' section lists 9 contributors with their profile icons.

Outras bibliotecas:



**matplotlib**



**seaborn**



**Fiona**

# QGIS

## Sistema de Informações Geográficas (SIG)

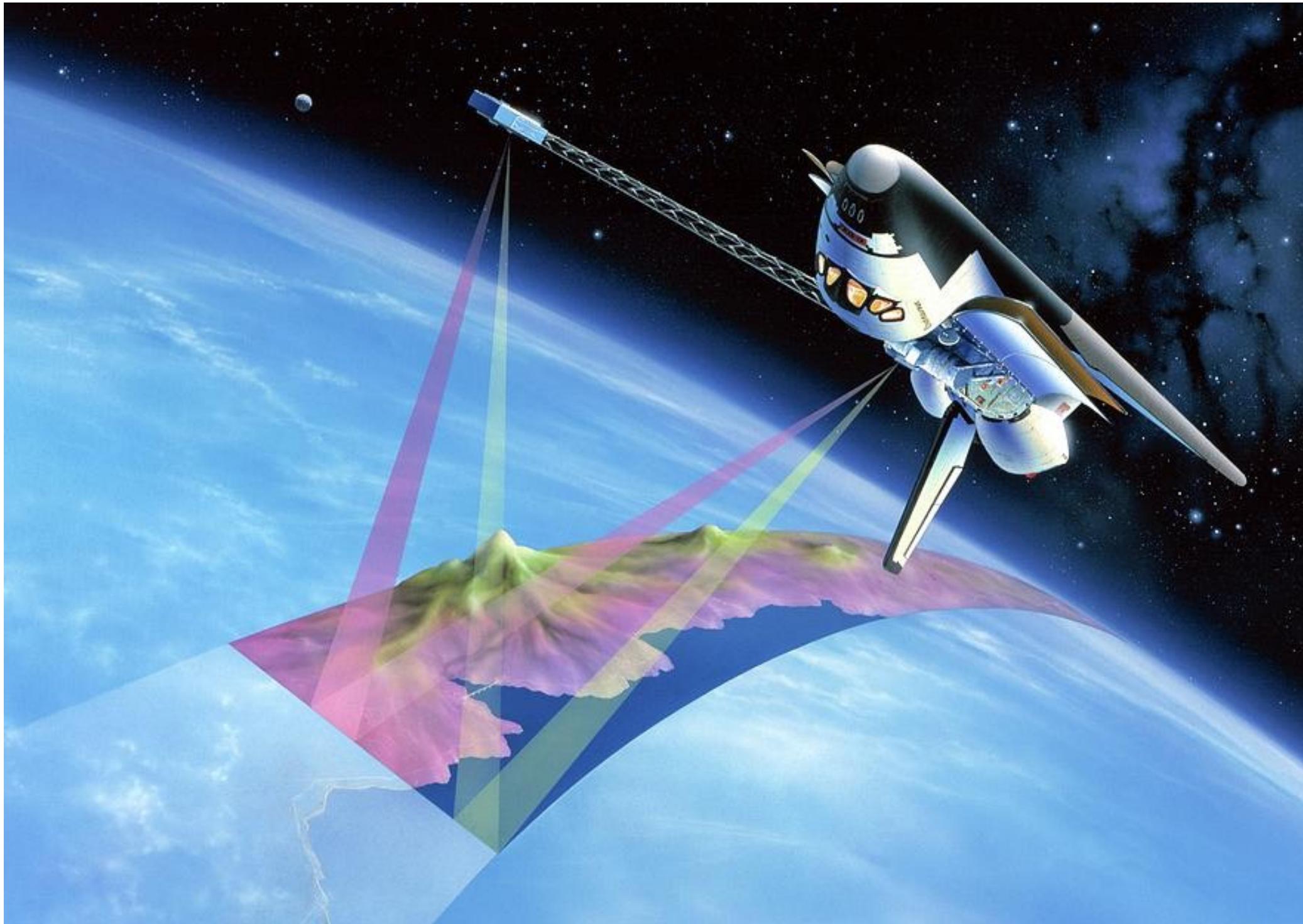
- Delineamento da bacia hidrográfica no QGIS
  - <https://www.youtube.com/watch?v=Pf5rl-0aveY>
- Tutorial para Calcular Área de Polígono no QGIS:
  - <https://youtube.com/watch?v=EQVWKoB2DOo>



# Modelo Digital do Terreno

## SRTM

- A **Shuttle Radar Topography Mission - SRTM** foi uma missão espacial da National Aeronautics and Space Administration (NASA) que teve como objetivo obter um Modelo Digital do Terreno (MDT) da Terra para gerar uma base de cartas topográficas digitais terrestres de alta resolução.



- Resolução espacial 90 m
- Re amostragem para 30 m

# Modelo Digital do Terreno

## Global Bathymetry and Topography at 15 Arc Sec: SRTM15+ V2.5.5

- <https://portal.opentopography.org/>
- **Resolução espacial 500 m**
- “plus” indicates the addition of ocean bathymetry (shipboard soundings and satellite-derived predicted depths)
- Provided by several institutions: the National Geospatial-Intelligence Agency, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, Geoscience Australia, Center for Coastal and Ocean Mapping, and Scripps Institution of Oceanography.

### Collection Overview:

The global bathymetry and topography grid at 15 Arc Sec is the latest iteration of the SRTM+ digital elevation model (DEM) where the “plus” indicates the addition of ocean bathymetry from shipboard soundings and satellite-derived predicted depths. This DEM is a global elevation grid with a spatial sampling interval of 15 arc seconds (approximately 500 x 500 m pixel size at the equator). New data consists of >33.6 million multibeam and singlebeam measurements collated by several institutions, namely, the National Geospatial-Intelligence Agency, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, Geoscience Australia, Center for Coastal and Ocean Mapping, and Scripps Institution of Oceanography. New altimetry data consists of 48, 14, and 12 months of retracked range measurements from Cryosat-2, SARAL/AltiKa, and Jason-2, respectively. Onshore, topography data are sourced from previously published digital elevation models, predominately SRTM-CGAR V4.1 between 60N and 60S. ArcticDEM is used above 60N, while Reference Elevation Model of Antarctica is used below 62S.



### For more information on this dataset, see its associated publication:

Tozer, B., Sandwell, D. T., Smith, W. H. F., Olson, C., Beale, J. R., & Wessel, P. (2019). Global bathymetry and topography at 15 arc sec: SRTM15+. *Earth and Space Science*, 6, 1847. <https://doi.org/10.1029/2019EA000658>

or visit the [project website here](#) for more details.

# Flow Direction (Raster Analysis)

## D8 flow method

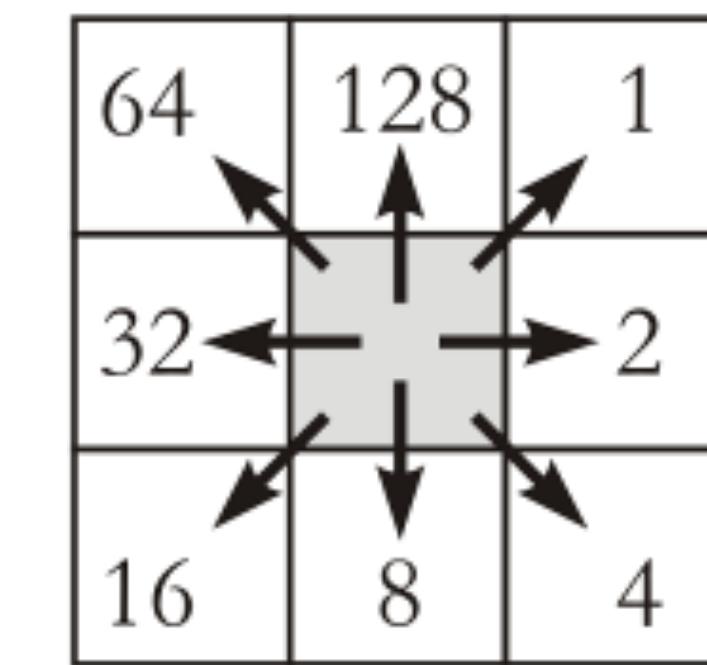
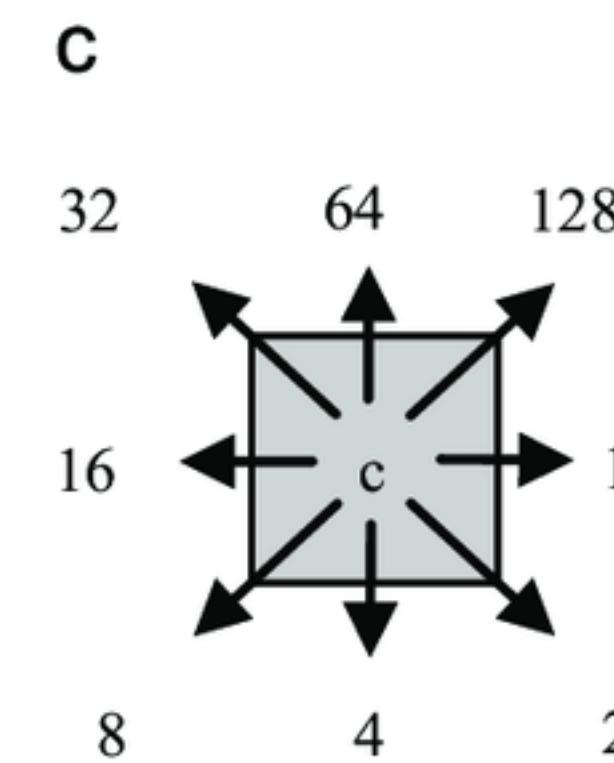
- Calculates the direction of flow from each cell to its downslope neighbor or neighbors using the D8, D-Infinity (DINF), or Multiple Flow Direction (MFD) method.

a

6	7	8
5	c	1
4	3	2

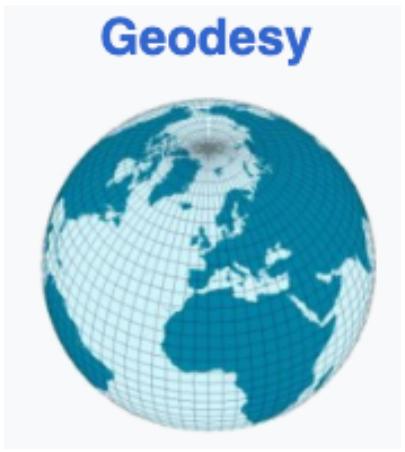
b

98	105	112
76	92	110
50	84	99



# Sistema de Referência de Coordenadas (SRC)

## Objeto vetor ou raster - sistema de coordenadas



Toda informação produzida no sistema SIG está organizada em pelo um dos dois sistemas existentes:

- **Sistemas de Coordenadas Geográficas (ou Geodésicas);**
- **Sistemas de Coordenadas Planas (ou Projetadas).**

<https://softwarepublico.gov.br/gitlab/gsan/geosan/wikis/ProjeoesCartograficasUtilizadasNoBrasil>

**Tabela dos Sistemas de Coordenadas**

SISTEMAS DE COORDENADAS	PROJEÇÃO	DATUM HORIZONTAL	COORDENADAS
Geográficas	Não se aplica	WGS 1984, SIRGAS 2000, SAD 1969, NAD 27, Córrego Alegre, etc.	Graus, Minutos e Segundos
Planas	UTM, Cônica, Polar, etc	WGS 1984, SIRGAS 2000, SAD 1969, NAD 27, Córrego Alegre, etc.	Cartesianas

### Sistema de Coordenadas Geográficas

FORMATO DA COORDENADA	EXEMPLO
Grau, Minuto e Segundo	0°50'28.32"N, 51°48'55.64"W
Grau Decimal	0,841200, -51,81545556

### Sistema de Coordenadas Planas

FORMATO DA COORDENADA	EXEMPLO
Plana ou Projetada UTM	749549.731 E , 9435369.888 N

Ao decidir utilizar o **Sistema de Coordenadas Planas UTM**, deve-se informar:

- **o Modelo da Terra (Datum), o Fuso (Zona) e o Hemisfério da região de interesse.**

# DATUM

Geodesy



## Em sistemas de coordenadas, DATUM é o referencial geodésico

O Datum define como as coordenadas (latitude, longitude e altitude) estão posicionadas em relação à Terra.

### 1 O que um datum define?

Um datum geodésico especifica:

- **A forma da Terra adotada** (elipsoide de referência)
- **A posição e orientação desse elipsoide**
- **A origem do sistema de coordenadas**

Como a Terra não é uma esfera perfeita (é um geoide irregular), usamos um **elipsoide matemático** para aproximá-la. O datum ajusta esse elipsoide à superfície real.

### 2 Principais tipos de datum

#### **Datum Horizontal**

Define **latitude e longitude**.

Exemplos:

- WGS84
- SIRGAS2000
- SAD69

No Brasil, o oficial atualmente é o **SIRGAS2000**.

#### **Datum Vertical**

Define **altitude**.

Pode ser baseado em:

- Nível médio do mar (marégrafo)
- Modelo geoidal

### 3 Por que o datum é importante?

Se você usar coordenadas no mesmo ponto físico, mas com datums diferentes, a posição pode variar de dezenas até centenas de metros. Exemplo:

- Coordenadas em SAD69 ≠ mesmas coordenadas em SIRGAS2000
- GPS usa WGS84

# Organização dos Sistemas de Coordenadas

Podemos usar os Códigos EPSG para localizar rapidamente qualquer sistema de referência



- **EPSG Geodetic Parameter Dataset** (also **EPSG registry**) is a public registry of geodetic datums, spatial reference systems, Earth ellipsoids, coordinate transformations and related units of measurement.
- Originated by a member of the **European Petroleum Survey Group** (EPSG) in 1985.
- Each entity is assigned an EPSG code between 1024 and 32767.
- [https://en.wikipedia.org/wiki/EPSG\\_Geodetic\\_Parameter\\_Dataset](https://en.wikipedia.org/wiki/EPSG_Geodetic_Parameter_Dataset)
- <https://softwarepublico.gov.br/gitlab/gsan/geosan/wikis/ProjetosCartograficosUtilizadasNoBrasil>

O Código EPSG depende do DATUM que se está usando! Veja exemplos:

## CÓDIGO EPSG PROJEÇÃO/DATUM

- 22521 Córrego Alegre / UTM zone 21S
- 29191 SAD69 / UTM zone 21S
- 31981 SIRGAS 2000 / UTM zone 21S
- 32721 WGS 84 / UTM zone 21S

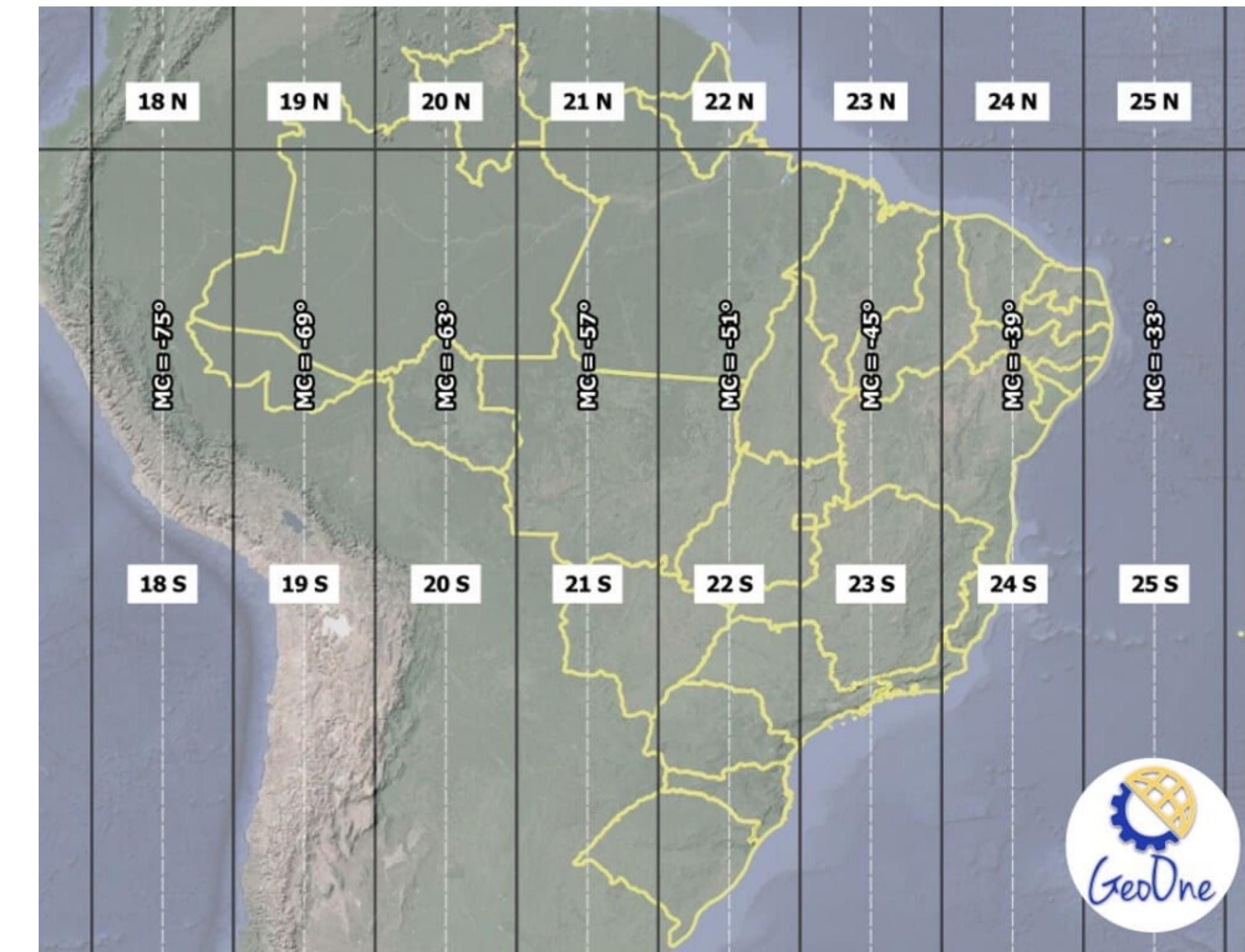


# Códigos EPSG

## EPSG Geodetic Parameter Dataset

Alguns Códigos EPSG utilizados no Brasil (sistema de coord. planas, projeção UTM - Datum WGS 1984)

DATUM	CÓDIGO EPSG
WGS 1984 / UTM zone 18N	32618
WGS 1984 / UTM zone 18S	32718
WGS 1984 / UTM zone 19N	32619
WGS 1984 / UTM zone 19S	32719
WGS 1984 / UTM zone 20N	32620
WGS 1984 / UTM zone 20S	32720
WGS 1984 / UTM zone 21N	32621
WGS 1984 / UTM zone 21S	32721
WGS 1984 / UTM zone 22N	32622
WGS 1984 / UTM zone 22S	32722
WGS 1984 / UTM zone 23S	32723
WGS 1984 / UTM zone 24S	32724
WGS 1984 / UTM zone 25S	32725



Linha do Equador

Vamos usar esses códigos hoje na aplicação em Python!

# Google Colaboratory!

Vamos programar juntos em Python do zero, **let's go!**

