



Escola Politécnica

Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental



Universidade de São Paulo

PHD5036

Modelagem de Processos Hidrológicos

Interceptação a chuva pela vegetação

Aula 3

Prof. Arisvaldo V. Mélo Jr

arisvaldo@usp.br

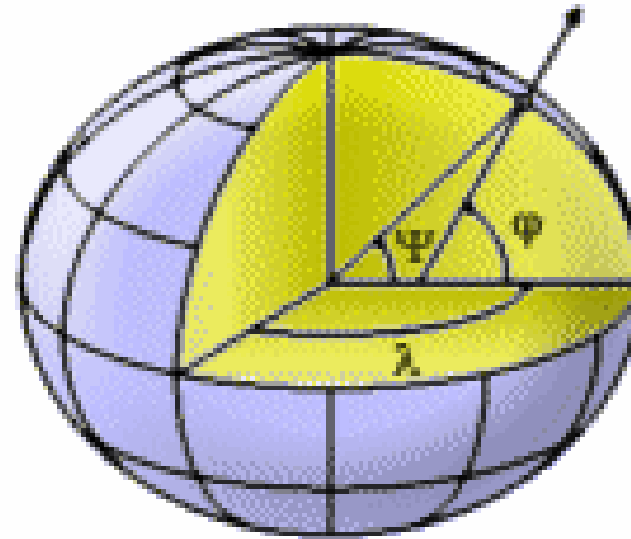
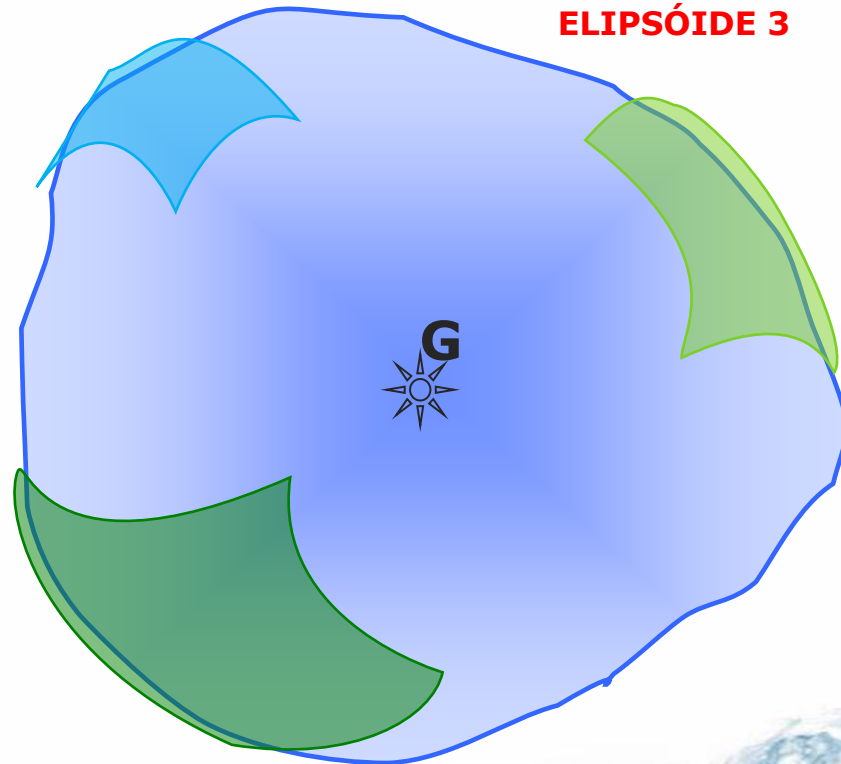
LabSid

Laboratório de Sistemas de Suporte a Decisões
Recursos Hídricos e Meio Ambiente

- Geóide: melhor caracteriza a forma física da Terra, mas é um modelo muito complexo.
- Elipsóide é uma superfície de fácil modelagem matemática, adequada para estabelecer um sistema de coordenadas
- Para uma modelagem matemática da superfície da Terra, adota-se uma superfície elipsoidal que coincida com a superfície geoidal na região de interesse

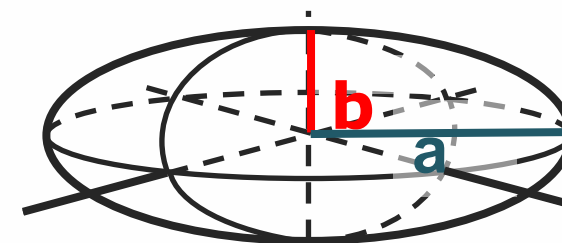
ELIPSÓIDE 1

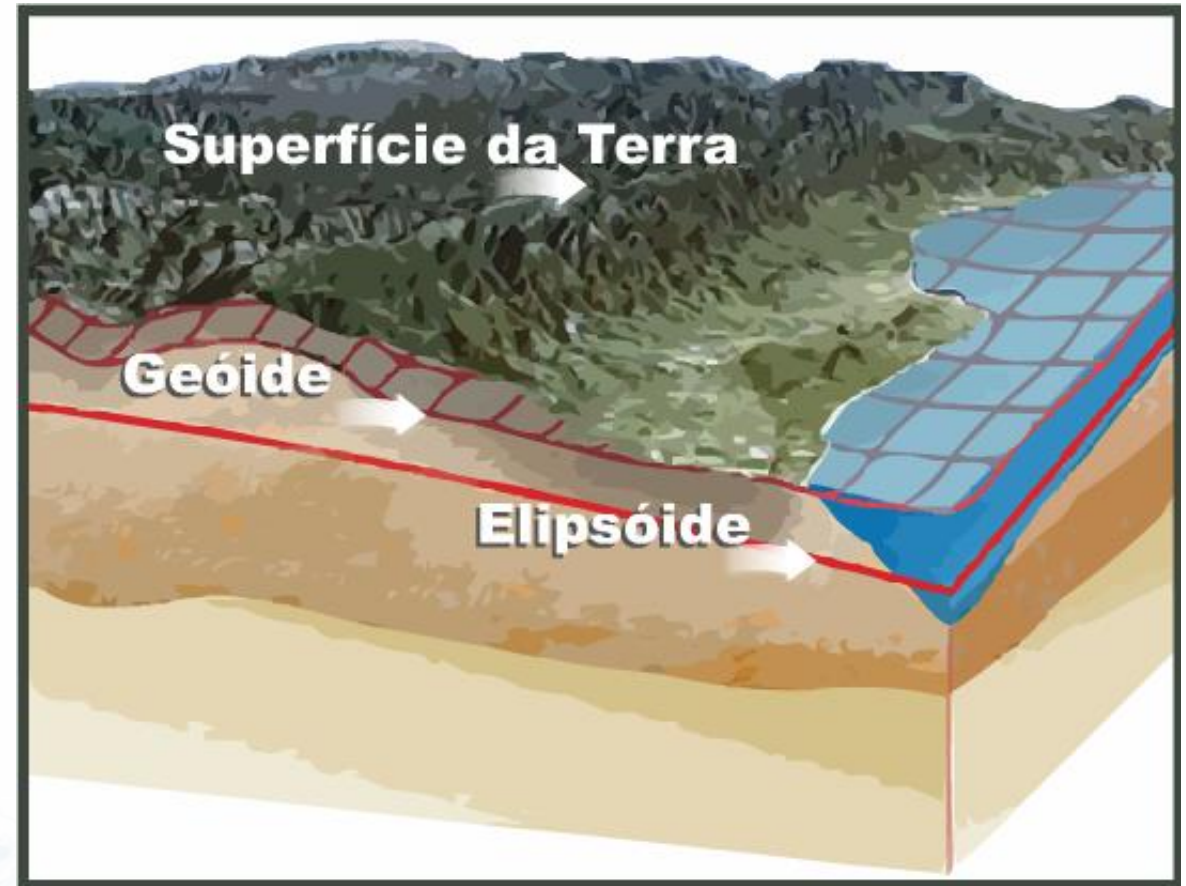
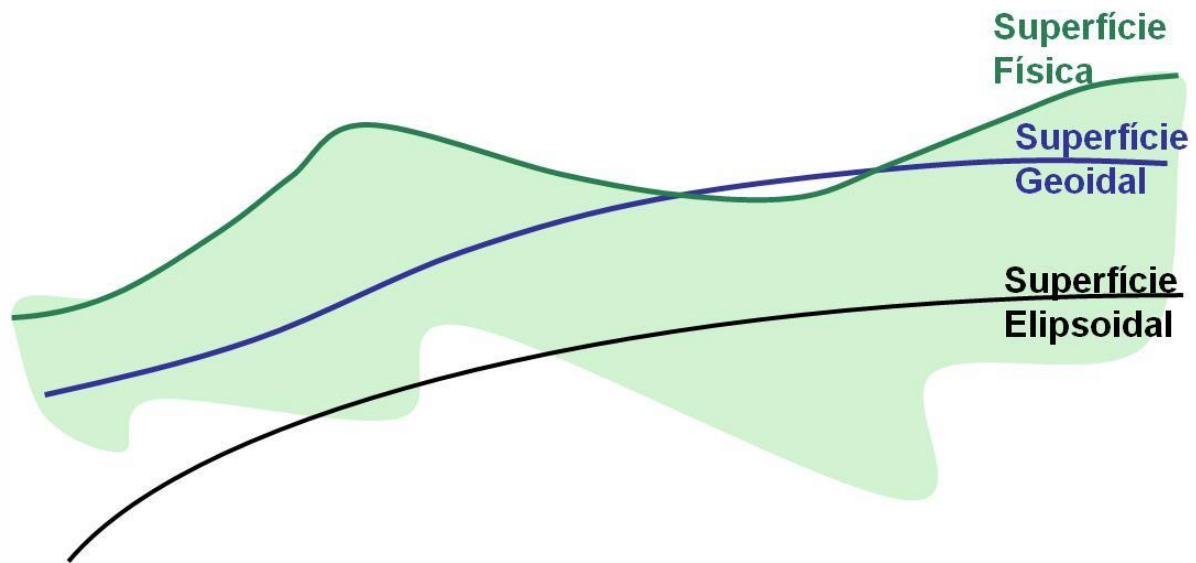
ELIPSÓIDE 3



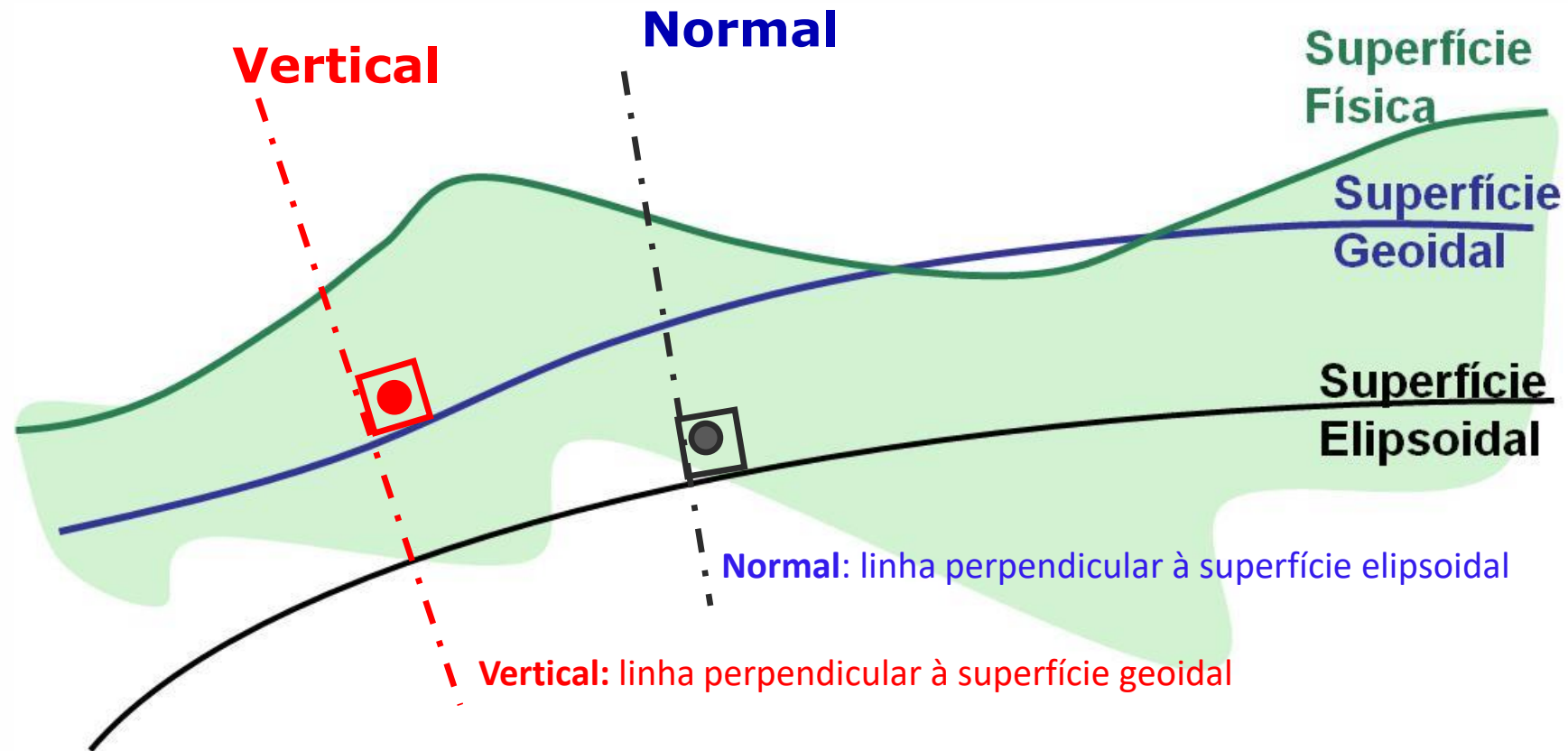
ELIPSÓIDE 2

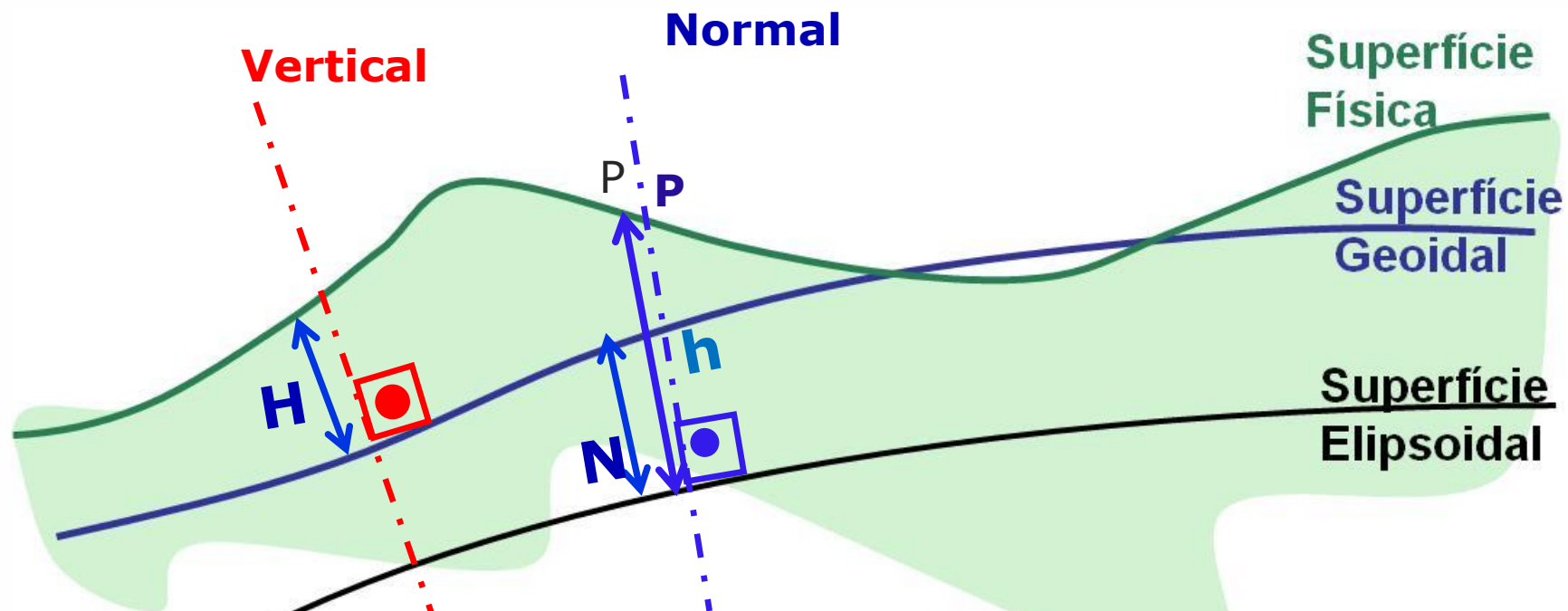
Elipsóide	a	b
Bessel (1841)	6.377.397, 16	6.356.078,16
Clark (1880)	6.378.259, 17	6.356.514,99
Helmert (1907)	6.378.200, 00	6.356.818,17
Everest (1830)	6.377.276, 30	6.356.075,30
Krasovsky	6.378.245, 00	6.356.863,10
WGS84 (satélite artificial)	6.378.137, 00	6.356.752,31
UGGI67 (SAD 69)	6.378.160, 00	6.356.774,72
Hayford	6.378.388, 00	6.356.911,95





Montagem sobre Imagem- Fonte: <http://www.inegi.gob.mx>





Altura Geoidal (N): distância entre a superfície elipsoidal e a geoidal medida sobre a normal.

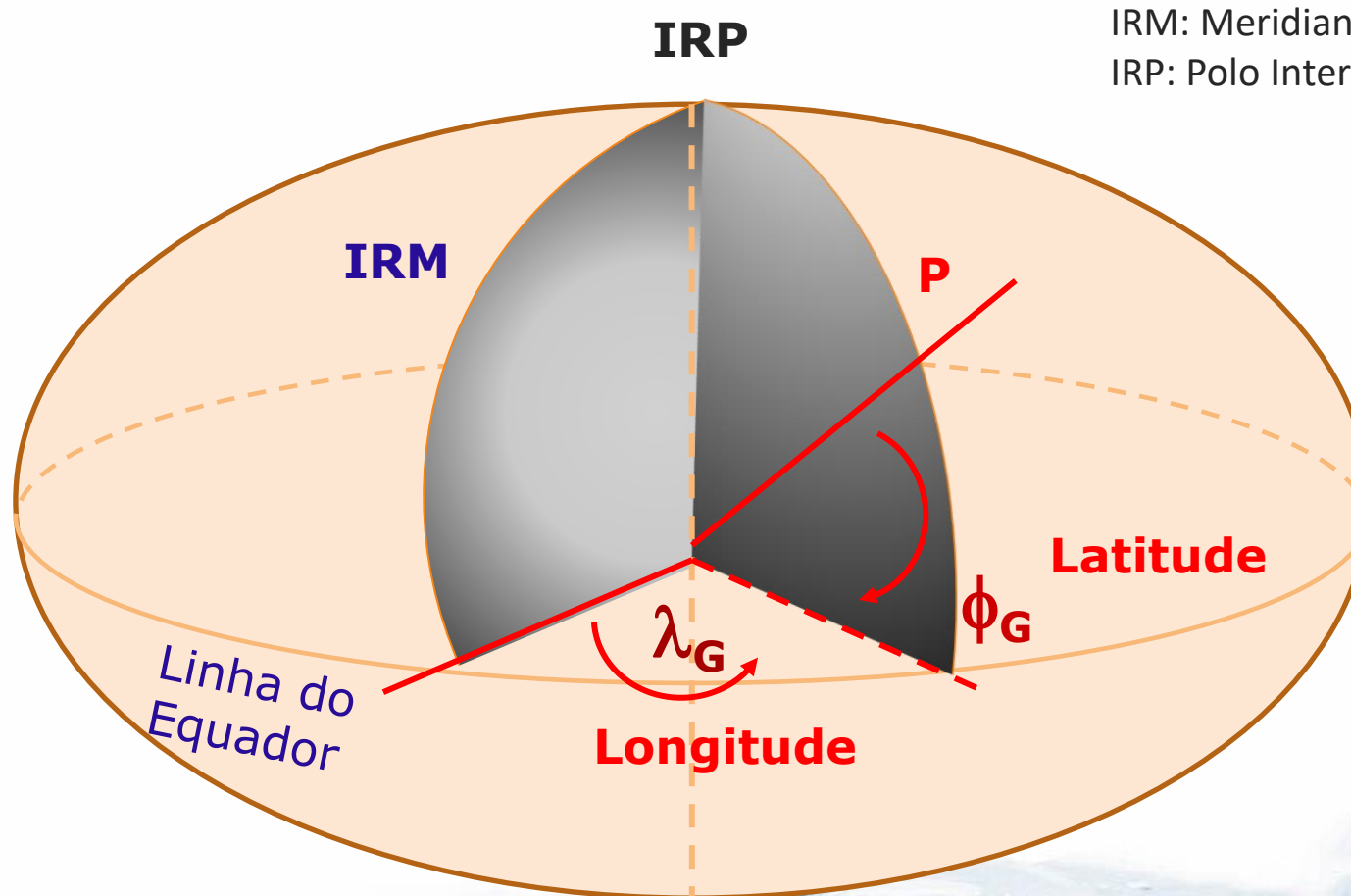
Altura Geométrica (h): distância entre a superfície elipsoidal e o ponto espacial P, considerado, sobre a normal.

$$h = H + N$$

- Sistema coordenado que serve de referência no posicionamento sobre o globo terrestre;
 - Escolha de um elipsóide de revolução
- Obtenção de coordenadas (lat e long) para localização e representação de qualquer elemento na superfície terrestre
- Materialização: infra-estrutura de referência, composta por estações ou marcos geodésicos



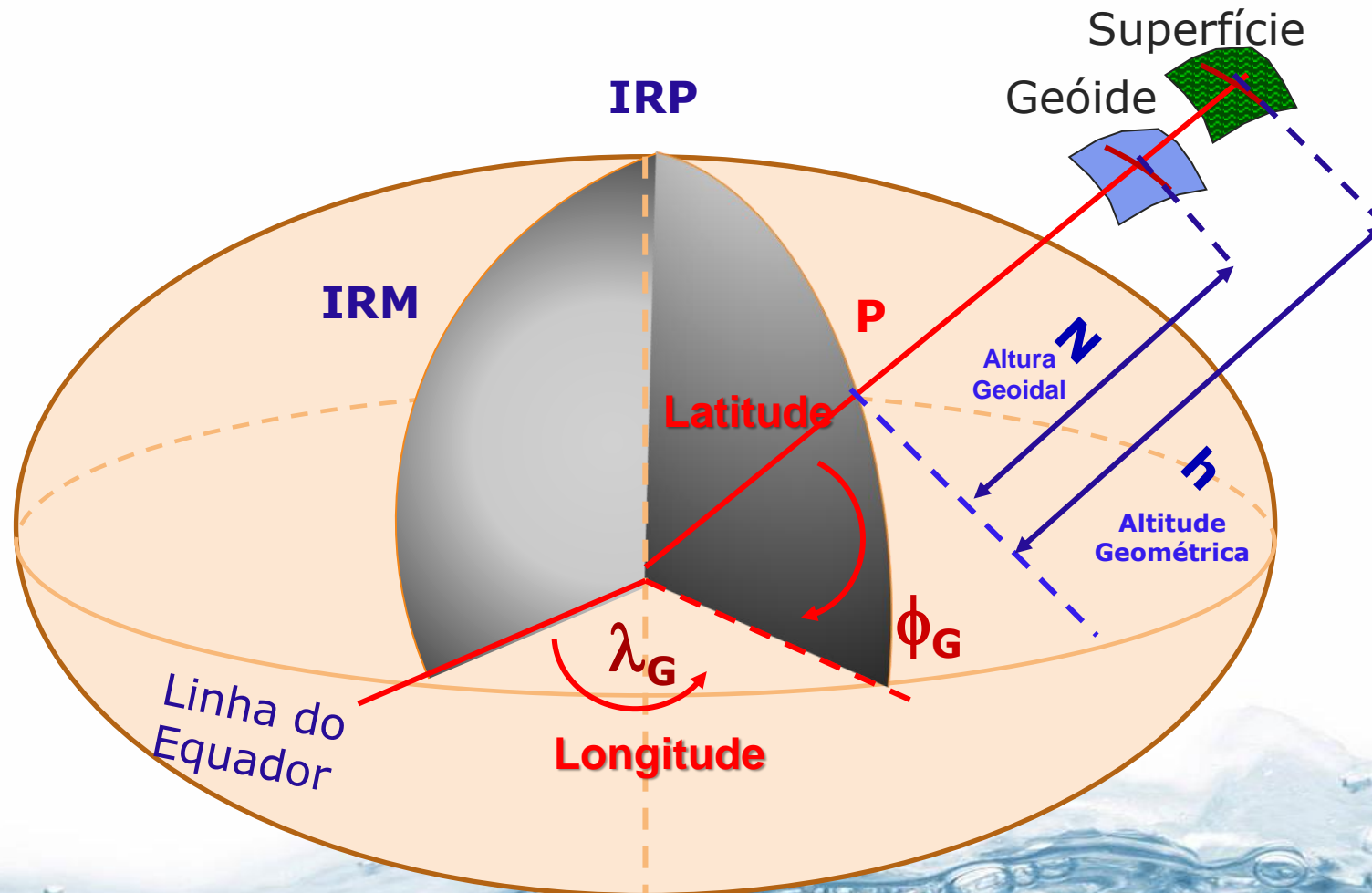
Mirante do Pasmado, Botafogo, Rio de Janeiro, RJ
Fonte: Raul Lisboa



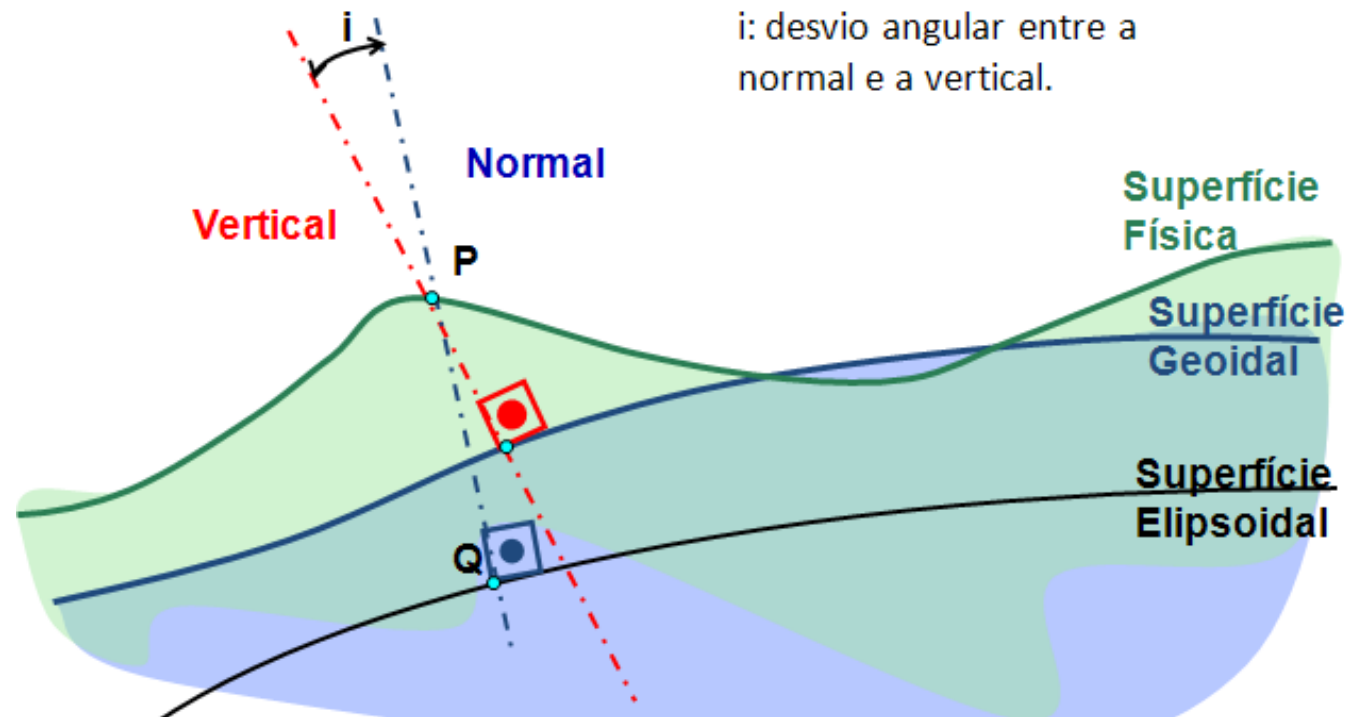
IRM: Meridiano Internacional de Referência
IRP: Polo Internacional de Referência

Latitude: Ângulo formado pela normal com sua projeção sobre o plano do Equador

Longitude: Ângulo formado pelo plano do meridiano de referência e pelo plano do meridiano geodésico local



- Datum planimétrico: é o ponto, numa região, de uma melhor coincidência do elipsóide de referência ao geóide, onde o desvio da vertical é nulo, ou mínimo



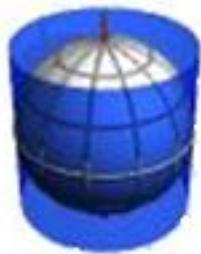
- Datum altimétrico: é um ponto fixo fundamentado e solidamente materializado, cuja altitude sobre o nível do mar é utilizado como partida e referência das altitudes que determinam os nivelamentos
 - Brasil: Datum de Imbituba

■ Importante:

- O mapeamento de diversas áreas do Brasil, continua referido ao Córrego Alegre.
- A distância média para um ponto em SAD69 para SIRGAS2000 é de 65 m

Época	Origem	Elipsóide	Sistema de Coordenadas
Até 1979	Córrego Alegre	Hayford	Topocêntrico
A partir de 1979	Chuá – SAD 69	GRS 1967	Topocêntrico
Desde 2004	SIRGAS	WGS-84	Geocêntrico

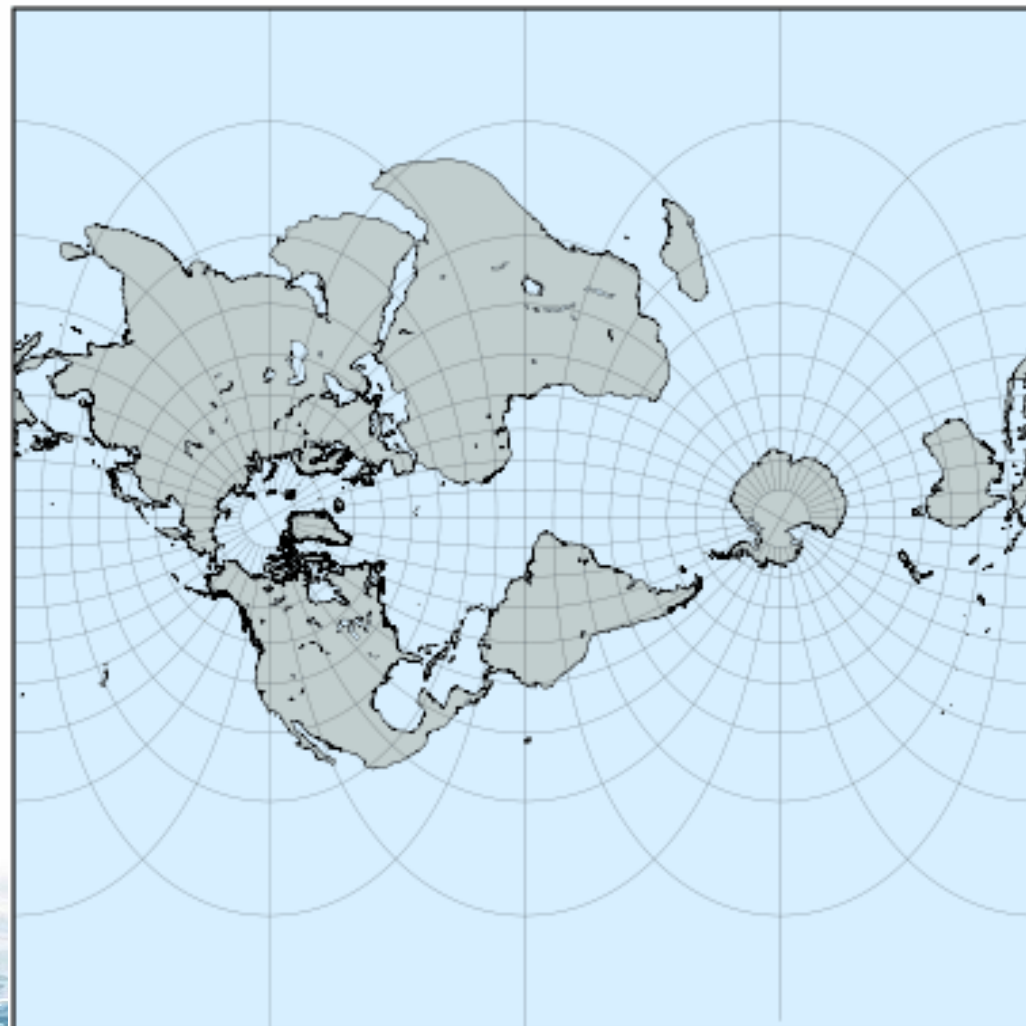
- Projeção adotada por diversos países europeus e a ex-URSS para confecção de mapas militares durante as duas grandes guerras mundiais
- 1950: EUA propuseram uma combinação para abranger a totalidade das longitudes e o sistema recebeu a denominação atual de Sistema Universal Transversa de Mercator
- Bases:
 - Universal: elipsóide de Hayford (1924)
 - Transversa: posição ortogonal do eixo do cilindro
 - Mercator (não transversa)
 - Paralelos: retas horizontais
 - Meridianos: retas verticais

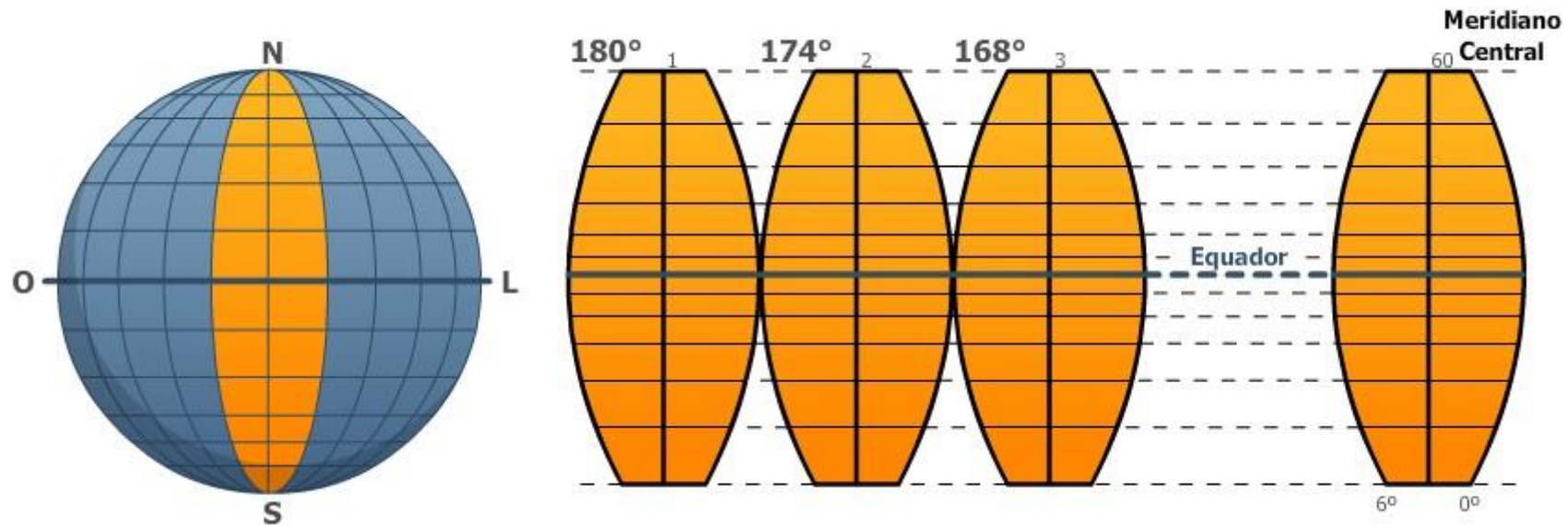


Equatorial



Transversa

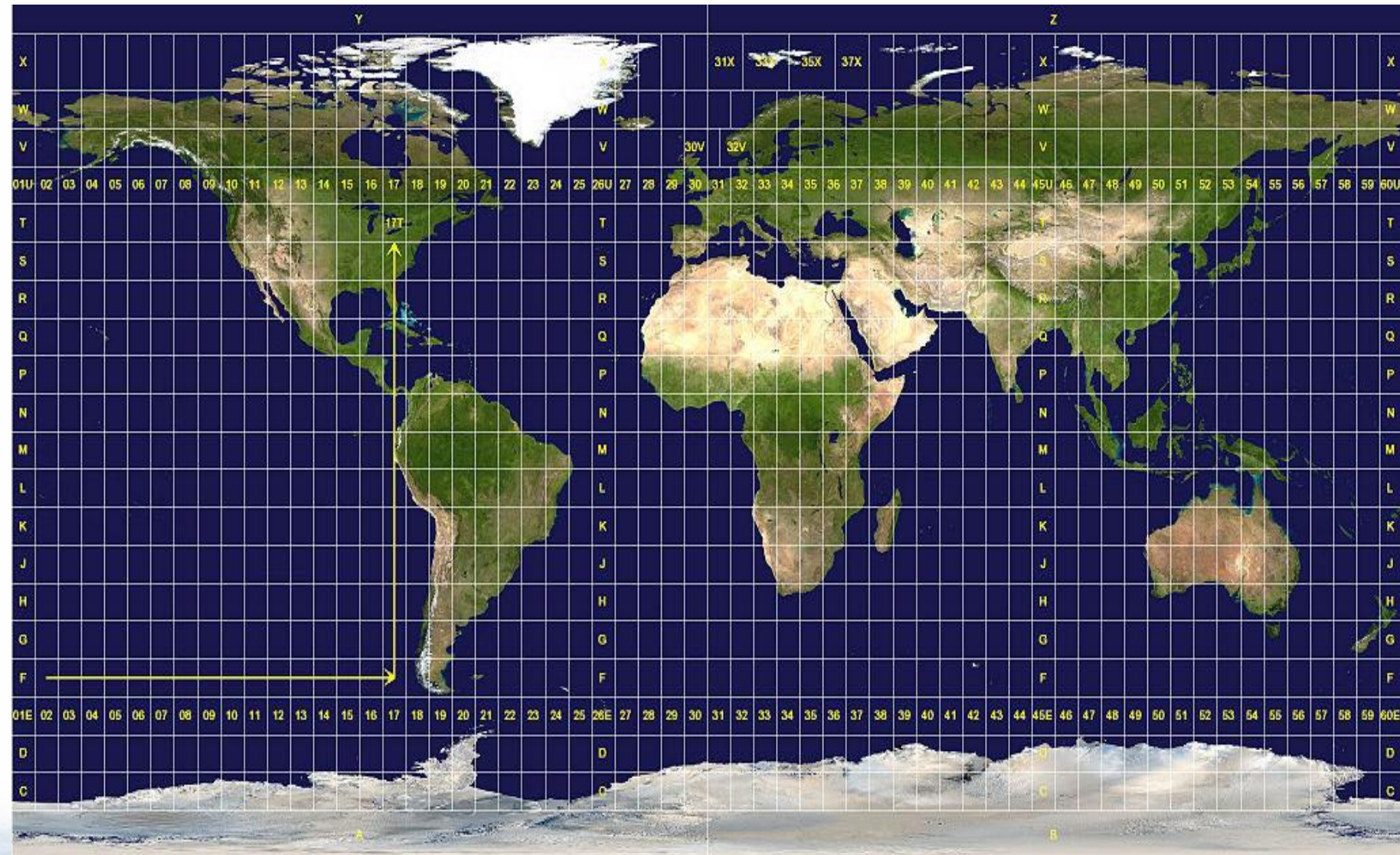


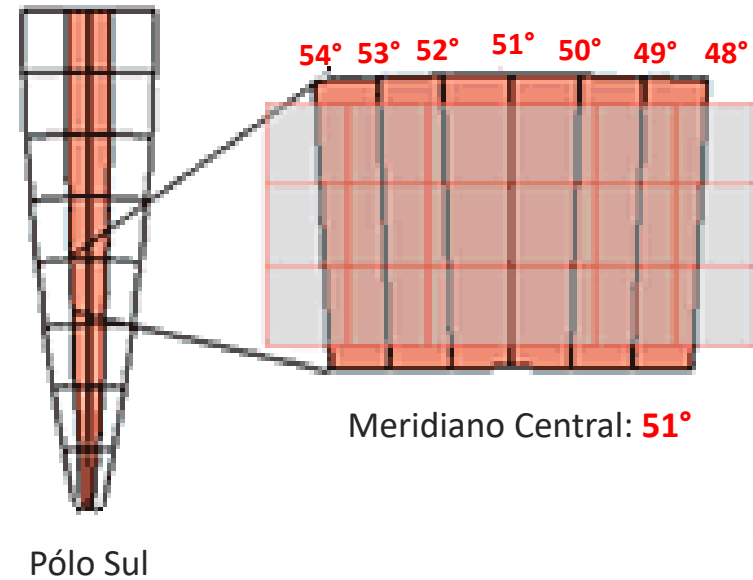
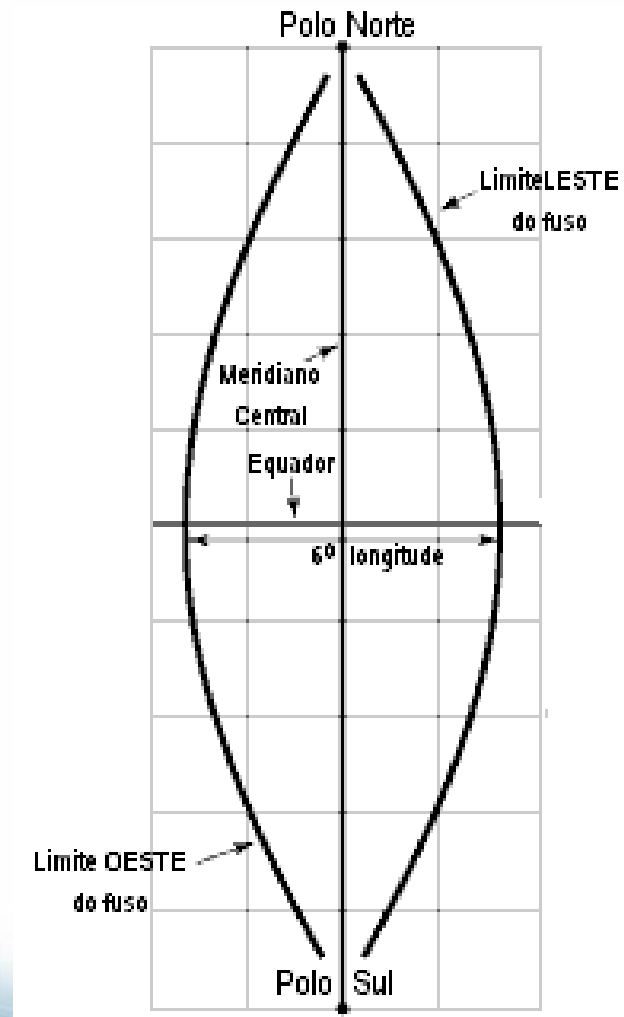


- Pequeno corte nos pólos;
- Divide-se o globo em 60 partes iguais (gomos), no sentido norte-sul;
- Cada “gomo” corresponde a um fuso ou zona;
- Cada fuso serve de base para uma projeção;
- Como cada fuso é “planificado”, sofre leve distorção;
- Fuso é relativamente estreito, distorção passa a ser ignorada

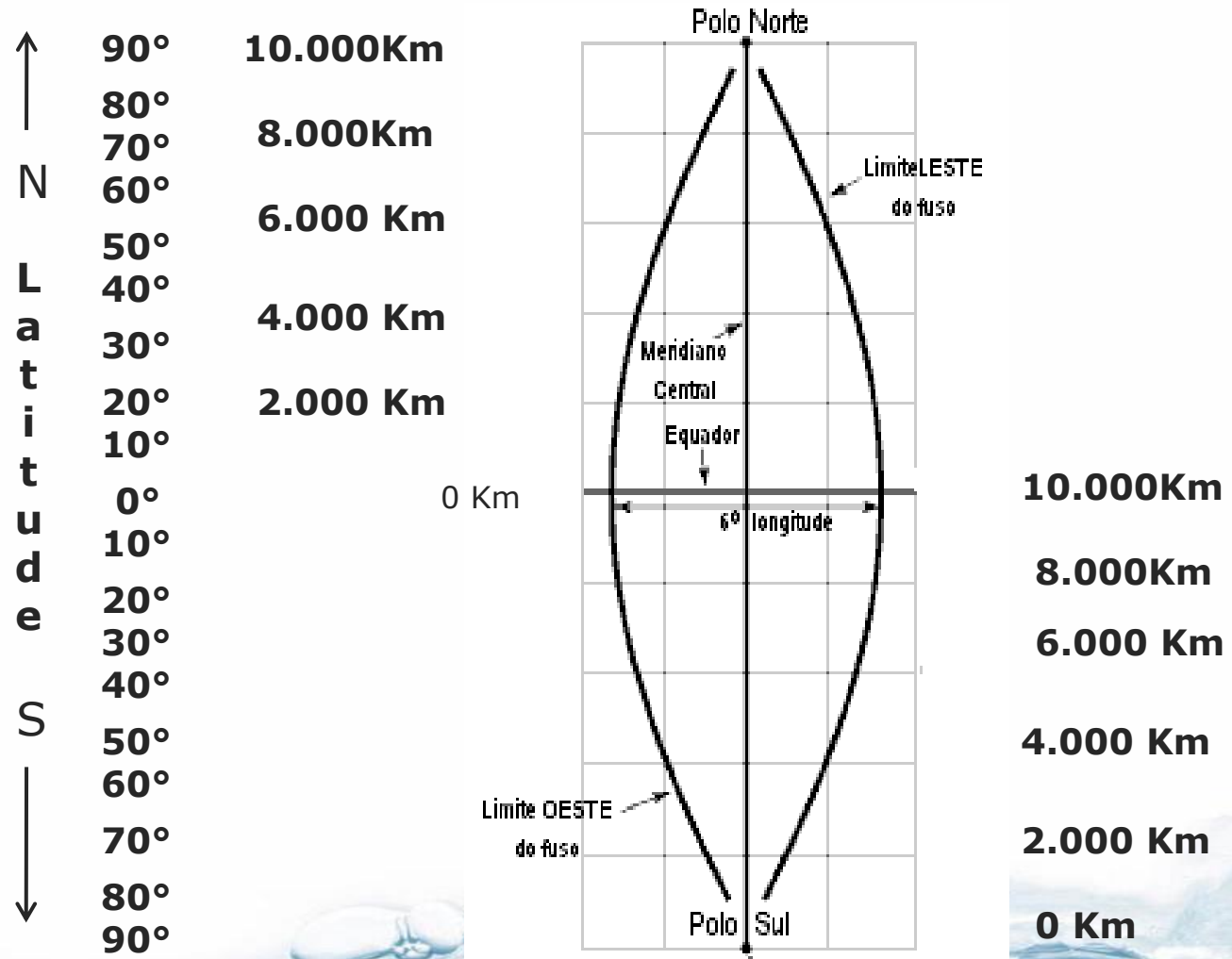


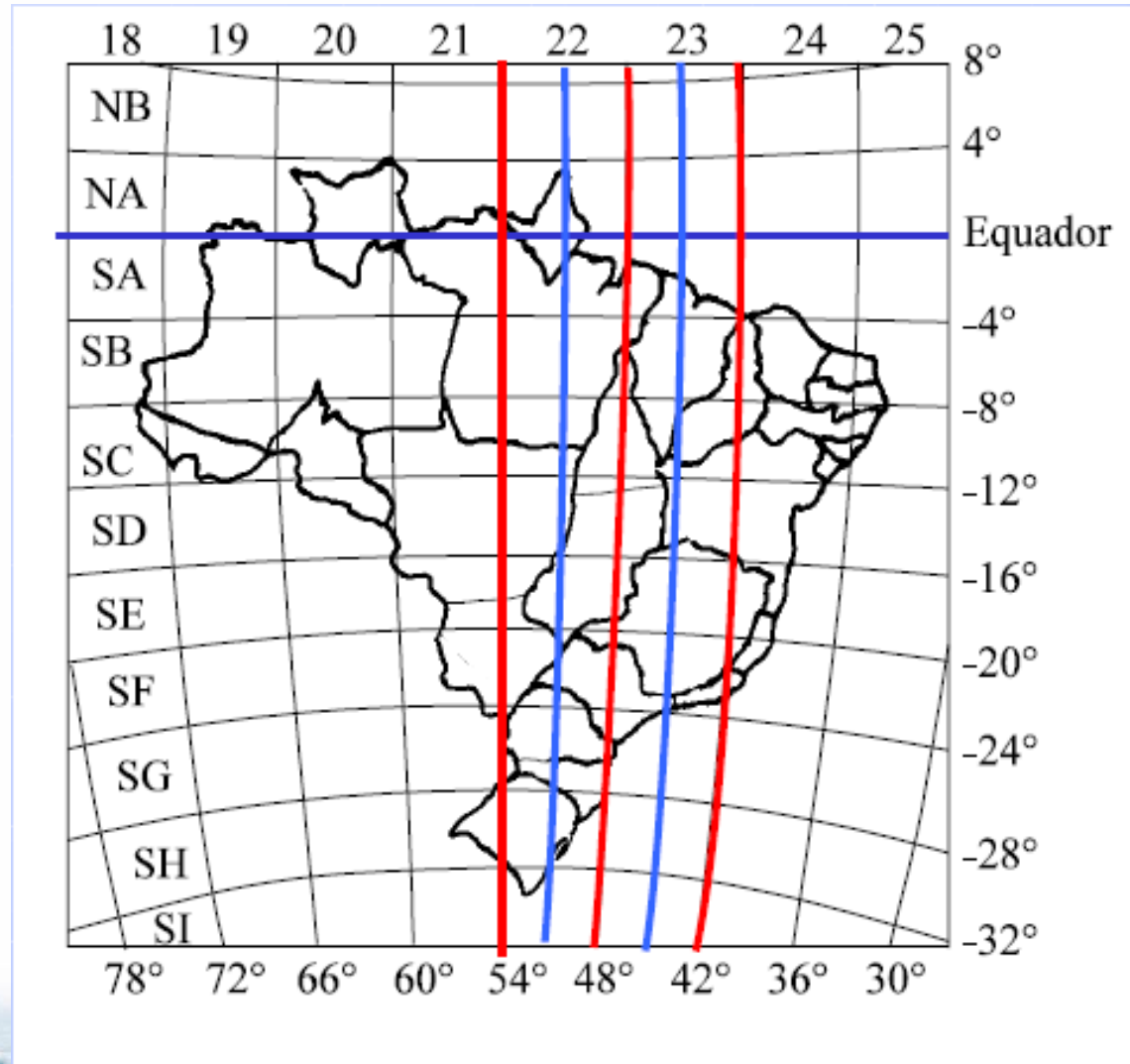
- Globo 360°
- 60 fusos
- 6° de largura em longitude
- Os fusos são numerados, tendo a origem no antimeridiano 180° (oposto de Greenwich)





Sistema de Coordenadas UTM - Cartesianas





- Escala é a relação entre o tamanho dos elementos representados em um mapa e o tamanho correspondente medido na superfície da Terra
- Relação entre a distância de dois pontos quaisquer do mapa com a correspondente distância na superfície da Terra
- Numérica: escala é representada por uma relação numérica
- Unidade: qualquer medida conhecida (m, Km, cm...)

$$D = N \cdot d \qquad E = \frac{d}{D}$$

E = Escala

D = distância real no terreno

N = denominador da escala ($E = 1/N$)

d = distância medida no mapa

$$1:25.000 > 1:100.000$$



Numerador da escala

Denominador da escala

- Quanto **menor o denominador, maior a escala**
- Quanto **maior a escala, maior a riqueza** de detalhes
- Quanto **menor a escala, menor a quantidade** de informações

Quanto ao Tamanho	Quanto a representação	Escala
Escala grande	Escala de detalhe	Até 1:25.000
Escala média	Escala de semi-detalhe	De 1:25.000 até 1:250.000
Escala pequena	Escala de reconhecimento ou síntese	A partir de 1:250.000

■ Fatores independentes da escala

- Extensão da área x dimensões do papel que receberá o desenho
- Natureza e quantidade de informações contidas na planta
- Precisão gráfica do desenho

■ Erro gráfico

- Precisão gráfica de uma escala: é a menor dimensão gráfica percebida pela vista humana
- Erro admissível: $e_a = 0,0002 \times N$ (N é o denominador da escala adotada)

Escala	Erro Gráfico (e_a)
1/100	0,02 m
1/500	0,10m
1/1000	0,20m
1/2000	0,40m
1/5000	1,00m

■ Exatidão

- Grau de correlação entre o valor observado e a comparação com um valor padrão
- Está relacionada à representação dos detalhes coletados no terreno e indicados no mapa

■ Precisão

- Refere-se à invariabilidade com que são obtidos os valores de medidas realizadas em condições rigorosamente similares

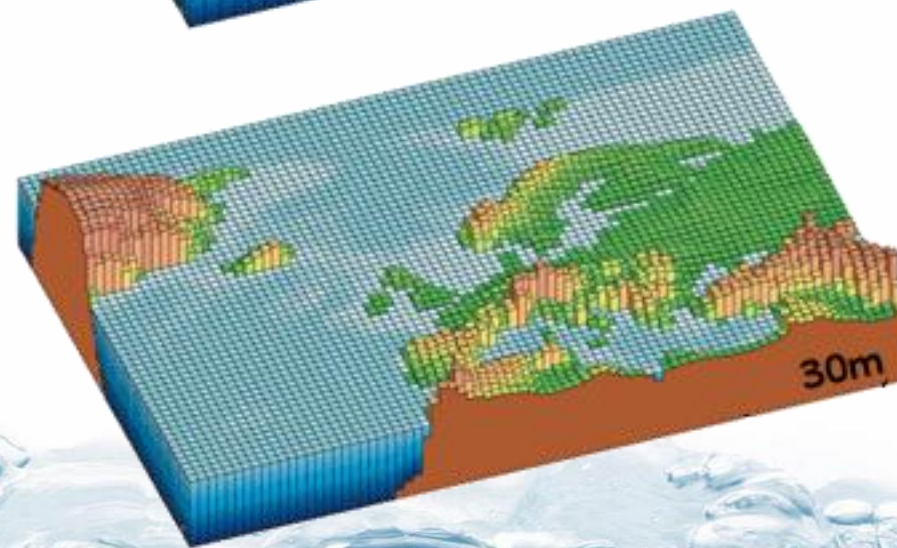
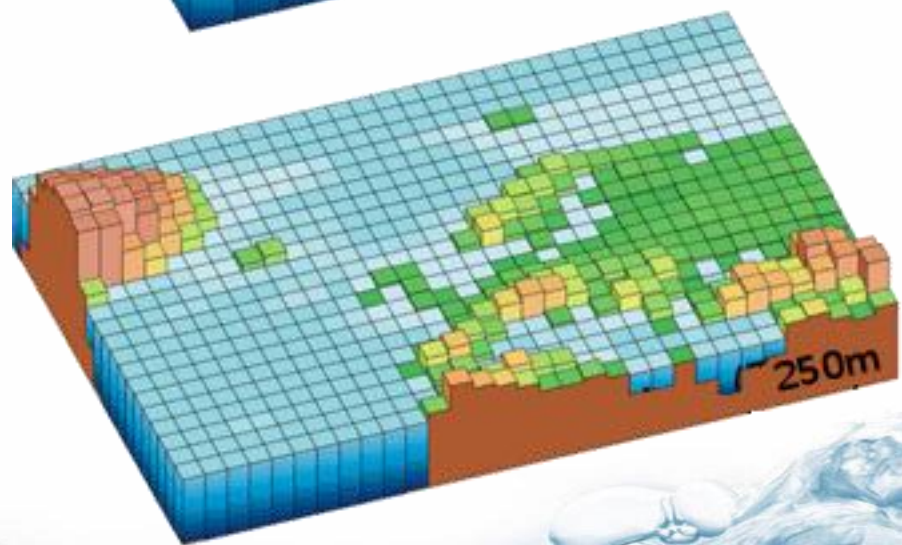
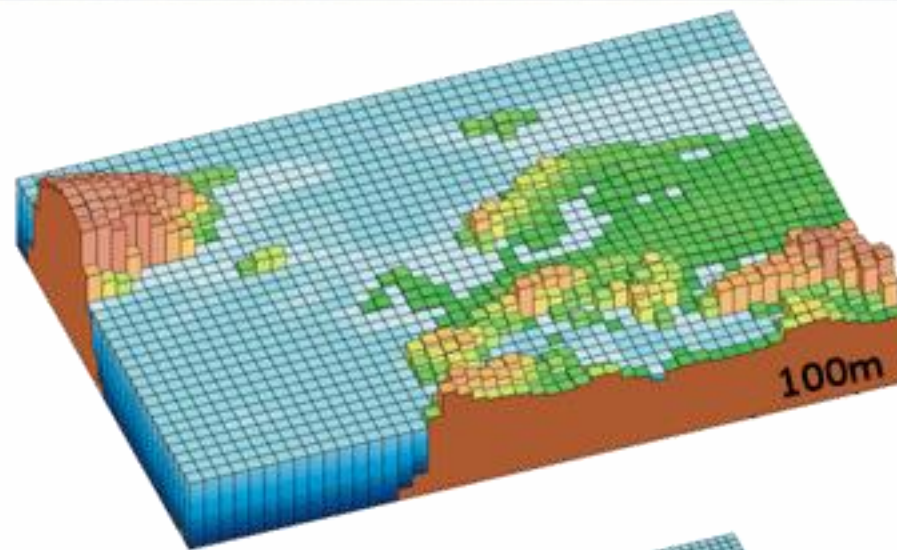
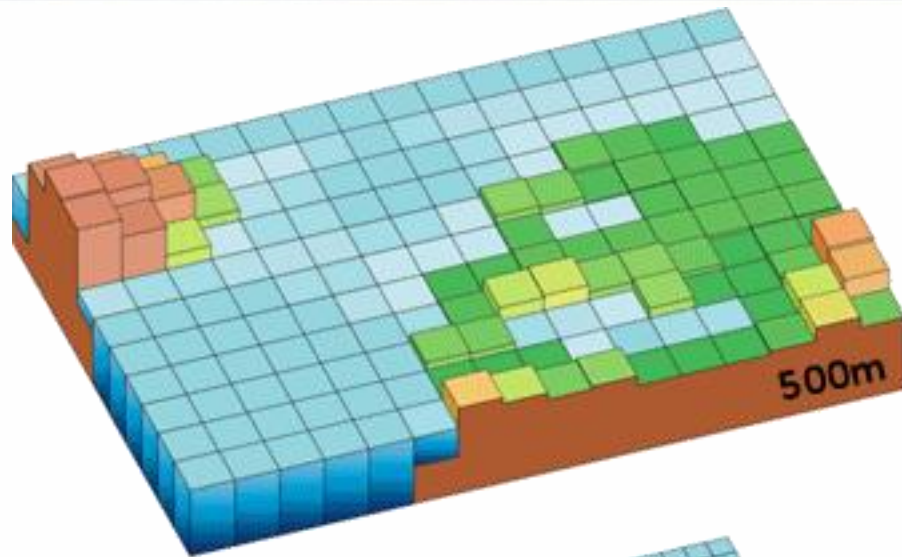
- Decreto 89.817 de 20/06/1984
- Instruções Reguladoras das Normas Técnicas da Cartografia Brasileira
 - Procedimentos e padrões a serem obedecidos na elaboração e apresentação de documentos cartográficos

Classe	A	B	C
Erro planimétrico padrão	0,3 mm x escala	0,5 mm x escala	0,6 mm x escala
Erro altimétrico padrão	1/3 equidistância	2/5 equidistância	½ equidistância

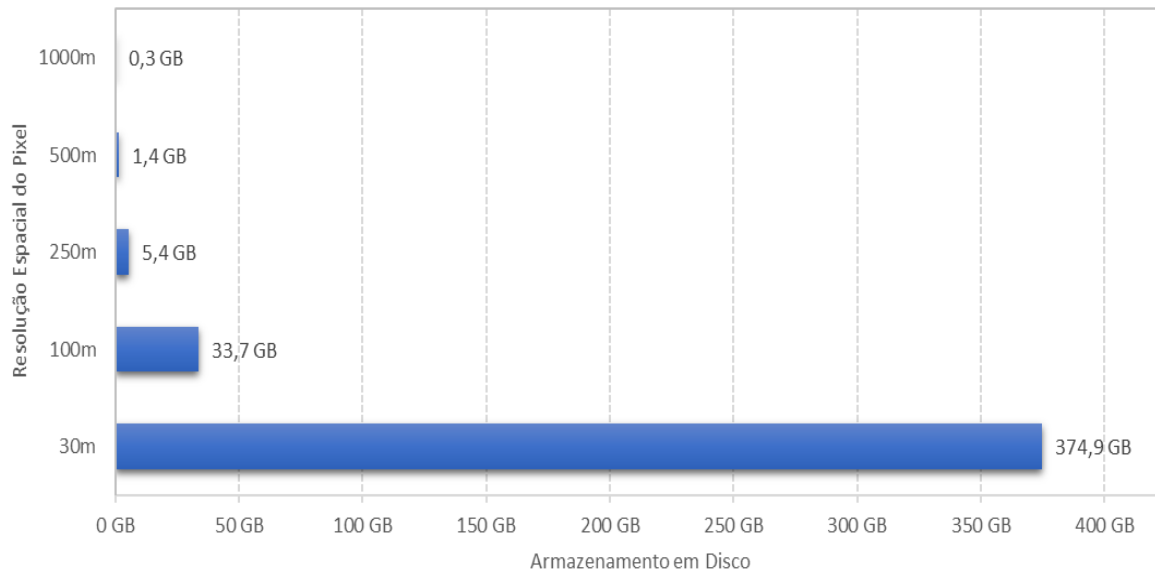
* Em fase de revisão para produtos cartográficos digitais, devendo não se aplicar a esses

- 90% dos pontos bem definidos numa carta, quando testados no terreno, não deverão apresentar erro superior ao PEC planimétrico estabelecido
- 90% dos pontos isolados de altitude, obtidos por interpolação de curvas de nível, quando testados no terreno, não deverão apresentar erro superior ao PEC altimétrico estabelecido

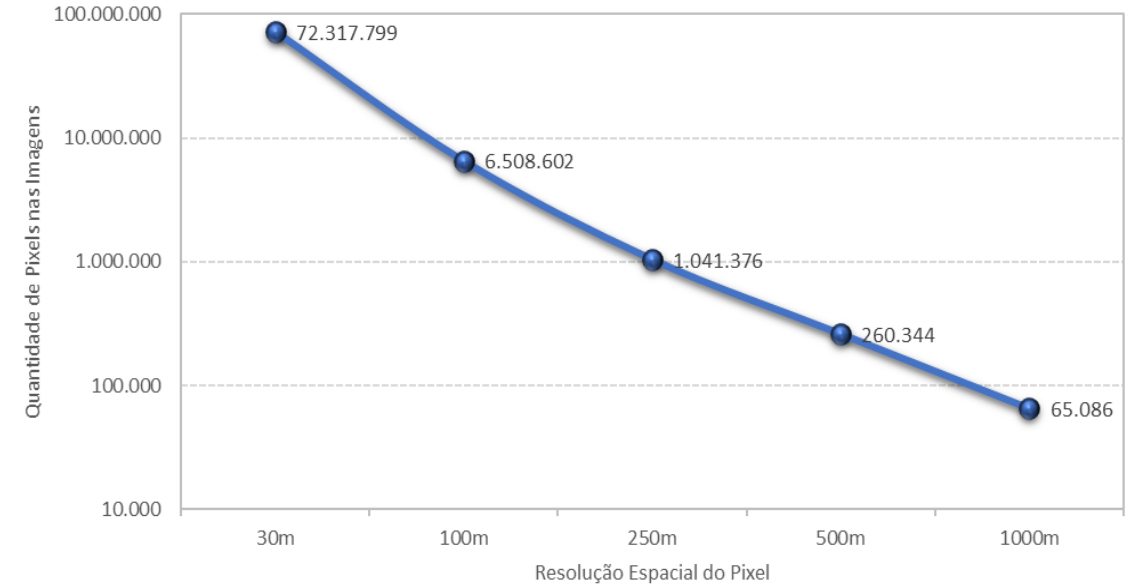
Resolução Espacial do Raster



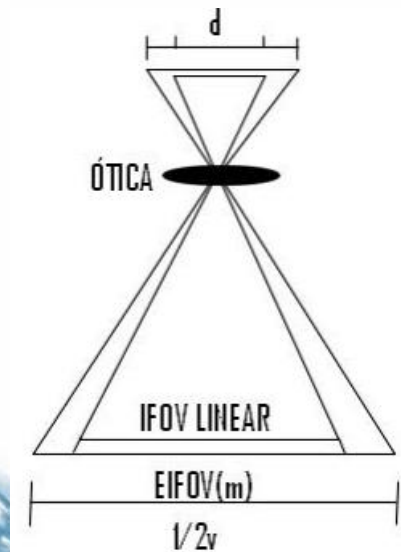
Armazenamento em Disco Dados Históricos



Quantidade de Pixels Dados Históricos



- O tamanho do pixel tem a ver com a amostragem em terreno
- IFOV (*Instantaneous Field of View*)
 - Área definida para corresponder a projeção de um só detector sobre a superfície da Terra levando em conta uma dada altitude num certo instante de tempo
- EIFOV (*Effective Instantaneous Field of View*)
 - Medida de desempenho do sistema que é particularmente pessimista com relação à detectabilidade de detalhes em cena.
 - Resolução espacial efetiva do sistema



EIFOV dos sistemas Landsat, CBERS 2 e SPOT 3

BANDAS	LANDSAT 5	LANDSAT 7	CBERS 2	SPOT 3
1	41,6 – 45,4	31,25 - 35,35	61 - 36	
2	41,6 – 45,4	33,10 - 36,15	59 - 35	26,59 – 28,1
3	41,6 – 45,4	33,42 - 37,40	58 - 43	28,48 – 29,95
4	41,6 – 45,4	34,74 - 39,16	63 - 37	33,51 – 30,93
5	41,6 – 45,4	34,74 -34,56	60 - 48	
8		21,03 - 23,94		

Landsat 5	Landsat 7	CBERS 2	SPOT 3
43 m 1: 86.000	35 m 1: 70.000	50 m 1: 100.000	30 m 1: 60.000
	22 m 1: 44.000		

$$\text{Escala} = \frac{1}{2 \cdot \text{EIFOV} \cdot 1000}$$

$$\text{Escala} = \frac{1}{2 \cdot 43 \cdot 1000} = \frac{1}{86.000}$$

- Circunferência da Terra no Equador $\cong 40.075$ km
- Ângulo da circunferência = 360°

$$\frac{40075}{360} = 111,32 \text{ km}/1^\circ \quad (1^\circ = 60 \text{ min} = 3600 \text{ seg})$$

$$1 \text{ min} = \frac{111,32}{60} = 1,855 \text{ km}$$

$$1 \text{ seg} = \frac{1,855}{60} = 0,03092 \text{ km} \quad (1 \text{ arcosegundo} = 92 \text{ m} \frac{1}{60''} = 30,92 \text{ m})$$

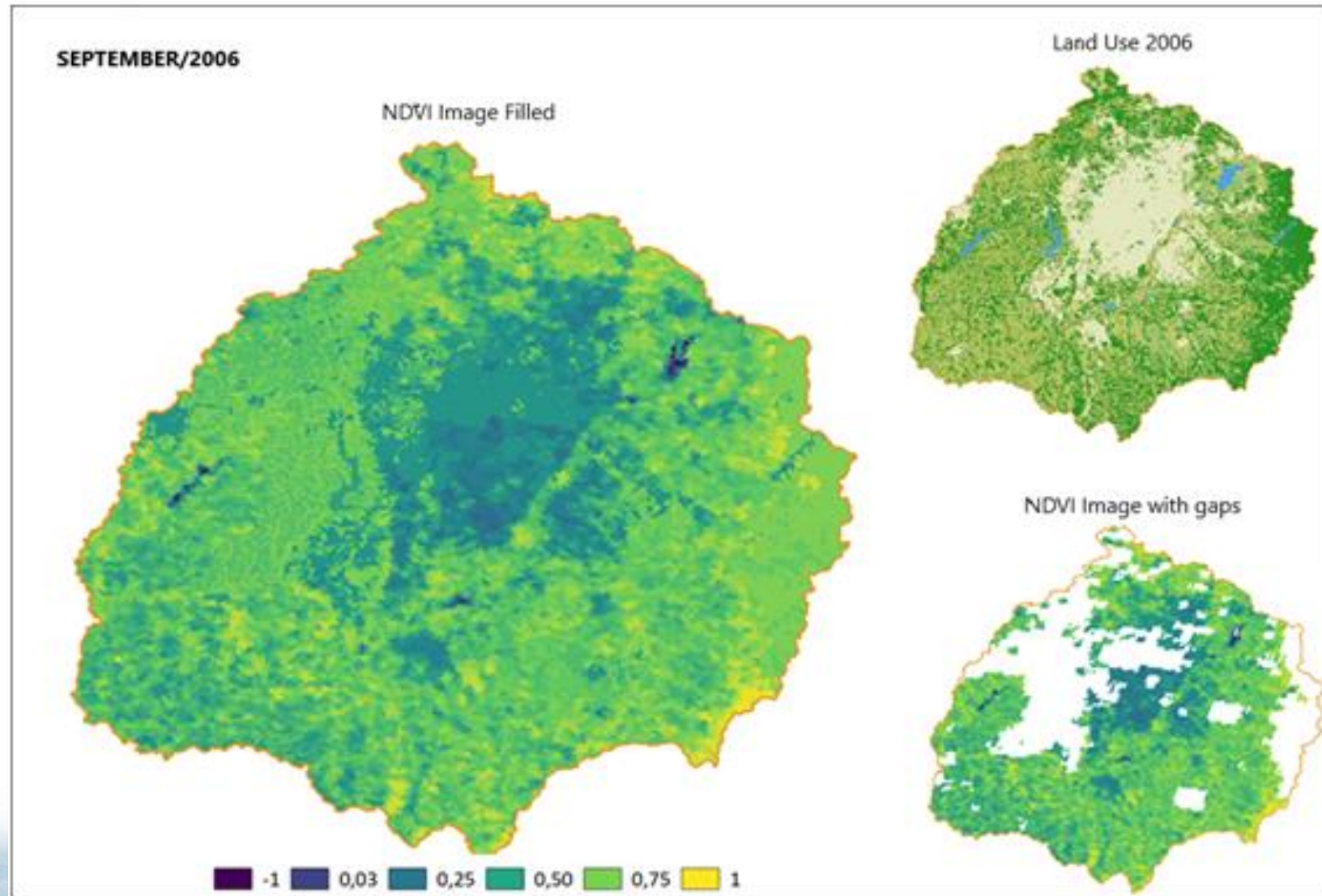
Ex: raster 500 m \Rightarrow 16,17 arcseg
100 m \Rightarrow 3,234 arcseg
1 m \Rightarrow 0,03234 arcseg

Índice de Vegetação por sensoriamento remoto

- Normalized Difference Vegetation Index: descreve a razão normalizada entre as bandas infravermelho próximo (nir) e vermelho (red) do espectro de radiação eletromagnética
- Varia de -1 a 1
 - 1 indica maior atividade vegetativa
 - 0 a -1 indica superfície de água, solo nu, construções (pouca ou nenhuma atividade fotossintética)

$$NDVI = \frac{\rho_{nir} - \rho_{red}}{\rho_{nir} + \rho_{red}}$$

- Passo 1: parear a imagem do NDVI do mês com falha com o mapa de cobertura do mesmo ano
- Passo 2: obter o valor do NDVI médio do mês em análise para cada classe de cobertura
- Passo 3: definição do critério de preenchimento de falha
 - Critério 1: adotar o NDVI médio da classe de cobertura na célula faltante
 - Critério 2: adotar o NDVI médio do mês anterior ou seguinte da classe de cobertura na célula faltante
 - Critério 3: adotar a média do NDVI daquele ano na célula faltante
- Passo 4: gravar o valor do NDVI estimado para a célula faltante



Harmonized Sentinel-2 MSI: MultiSpectral Instrument, Level-1C



Dataset Availability

2015-06-23T00:00:00Z-2023-03-26T13:38:54

Dataset Provider

[European Union/ESA/Copernicus](#)

Earth Engine Snippet

```
ee.ImageCollection("COPERNICUS/S2_HARMONIZED")
```



Tags

copernicus

esa

eu

msi

radiance

sentinel

Description

[Bands](#)

[Image Properties](#)

[Terms of Use](#)

After 2022-01-25, Sentinel-2 scenes with PROCESSING_BASELINE '04.00' or above have their DN (value) range shifted by 1000. The HARMONIZED collection shifts data in newer scenes

[Description](#)[Bands](#)[Image Properties](#)[Terms of Use](#)

After 2022-01-25, Sentinel-2 scenes with PROCESSING_BASELINE '04.00' or above have their DN (value) range shifted by 1000. The HARMONIZED collection shifts data in newer scenes to be in the same range as in older scenes.

Sentinel-2 is a wide-swath, high-resolution, multi-spectral imaging mission supporting Copernicus Land Monitoring studies, including the monitoring of vegetation, soil and water cover, as well as observation of inland waterways and coastal areas.

The Sentinel-2 data contain 13 UINT16 spectral bands representing TOA reflectance scaled by **10000**. See the [Sentinel-2 User Handbook](#) for details. In addition, three QA bands are present where one (QA60) is a bitmask band with cloud mask information. For more details, [see the full explanation of how cloud masks are computed](#).

Each Sentinel-2 product (zip archive) may contain multiple granules. Each granule becomes a separate Earth Engine asset. EE asset ids for Sentinel-2 assets have the following format: COPERNICUS/S2/20151128T002653_20151128T102149_T56MNN. Here the first numeric part represents the sensing date and time, the second numeric part represents the product generation date and time, and the final 6-character string is a unique granule identifier indicating its UTM grid reference (see [MGRS](#)).

The Level-2 data produced by ESA can be found in the collection [COPERNICUS/S2_SR](#).

Clouds can be mostly removed by using [COPERNICUS/S2_CLOUD_PROBABILITY](#). See [this tutorial](#) explaining how to apply the cloud mask.

For more details on Sentinel-2 radiometric resolution, [see this page](#).

Obtenção da imagem de satélite

Earth Engine Data Catalog

Search

Language

Home View all datasets Browse by tags Landsat MODIS Sentinel API Docs

Description Bands Image Properties Terms of Use

Bands

Name	Scale	Pixel Size	Wavelength	Description
B1	0.0001	60 meters	443.9nm (S2A) / 442.3nm (S2B)	Aerosols
B2	0.0001	10 meters	496.6nm (S2A) / 492.1nm (S2B)	Blue
B3	0.0001	10 meters	560nm (S2A) / 559nm (S2B)	Green
B4	0.0001	10 meters	664.5nm (S2A) / 665nm (S2B)	Red
B5	0.0001	20 meters	703.9nm (S2A) / 703.8nm (S2B)	Red Edge 1
B6	0.0001	20 meters	740.2nm (S2A) / 739.1nm (S2B)	Red Edge 2
B7	0.0001	20 meters	782.5nm (S2A) / 779.7nm (S2B)	Red Edge 3
B8	0.0001	10 meters	835.1nm (S2A) / 833nm (S2B)	NIR
B8A	0.0001	20 meters	864.8nm (S2A) / 864nm (S2B)	Red Edge 4
B9	0.0001	60 meters	945nm (S2A) / 943.2nm (S2B)	Water vapor
B10	0.0001	60 meters	1373.5nm (S2A) / 1376.9nm (S2B)	Cirrus
B11	0.0001	20 meters	1613.7nm (S2A) / 1610.4nm (S2B)	SWIR 1
B12	0.0001	20 meters	2202.4nm (S2A) / 2185.7nm (S2B)	SWIR 2
QA10		10 meters		Always empty
QA20		20 meters		Always empty
QA60		60 meters		Cloud mask

Bandas Imagem Sentinel Level 1C

The screenshot displays the Google Earth Engine (GEE) interface. The top navigation bar includes the Google Earth Engine logo, a search bar, and utility icons. The left sidebar shows a file tree with folders like 'NDVI_IPT', 'Selecao Imagem', and 'users/animellojr/Sentinel'. The main editor window is titled 'Sentinel_1C_bands' and contains a JavaScript script for cloud masking. The right sidebar shows the 'Tasks' panel with a list of tasks, including 'EVA' and 'Ingest table: 'projects/earthengine-legacy/assets/users/ari...'. The bottom portion of the image shows a map of the Recife region in Brazil, with a dark brown cloud mask overlaying the satellite imagery. The map includes labels for various municipalities and a scale bar.

Google Earth Engine Search places and datasets...

Scripts Docs Assets

Resexchicomendes

- NDVI_IPT
This folder is empty.
- Selecao Imagem
 - SelecaoImagem
 - IPT_ndvi
 - NDVI-1
 - indice_vegetation
- users/animellojr/Sentinel
 - Sentinel_1C_bands

Writer
No accessible repositories. Click Refresh to check again.

Reader (1)

Sentinel_1C_bands Get Link Save Run Reset Apps

```
Imports (1 entry)
  var table: Table users/animellojr/Ipojuca
1 /**
2  * Function to mask clouds using the Sentinel-2 QA band
3  * @param {ee.Image} image Sentinel-2 image
4  * @return {ee.Image} cloud masked Sentinel-2 image
5  */
6 function maskS2clouds(image) {
7   var qa = image.select('QA60');
8
9   // Bits 10 and 11 are clouds and cirrus, respectively.
10  var cloudBitMask = 1 << 10;
11  var cirrusBitMask = 1 << 11;
12
13  // Both flags should be set to zero, indicating clear conditions.
14
```

Inspector Console Tasks

Search or cancel multiple tasks in the Task Manager

UNSUBMITTED TASKS

- EVA RUN

SUBMITTED TASKS

- Ingest table: 'projects/earthengine-legacy/assets/users/ari...' ✓ <1m

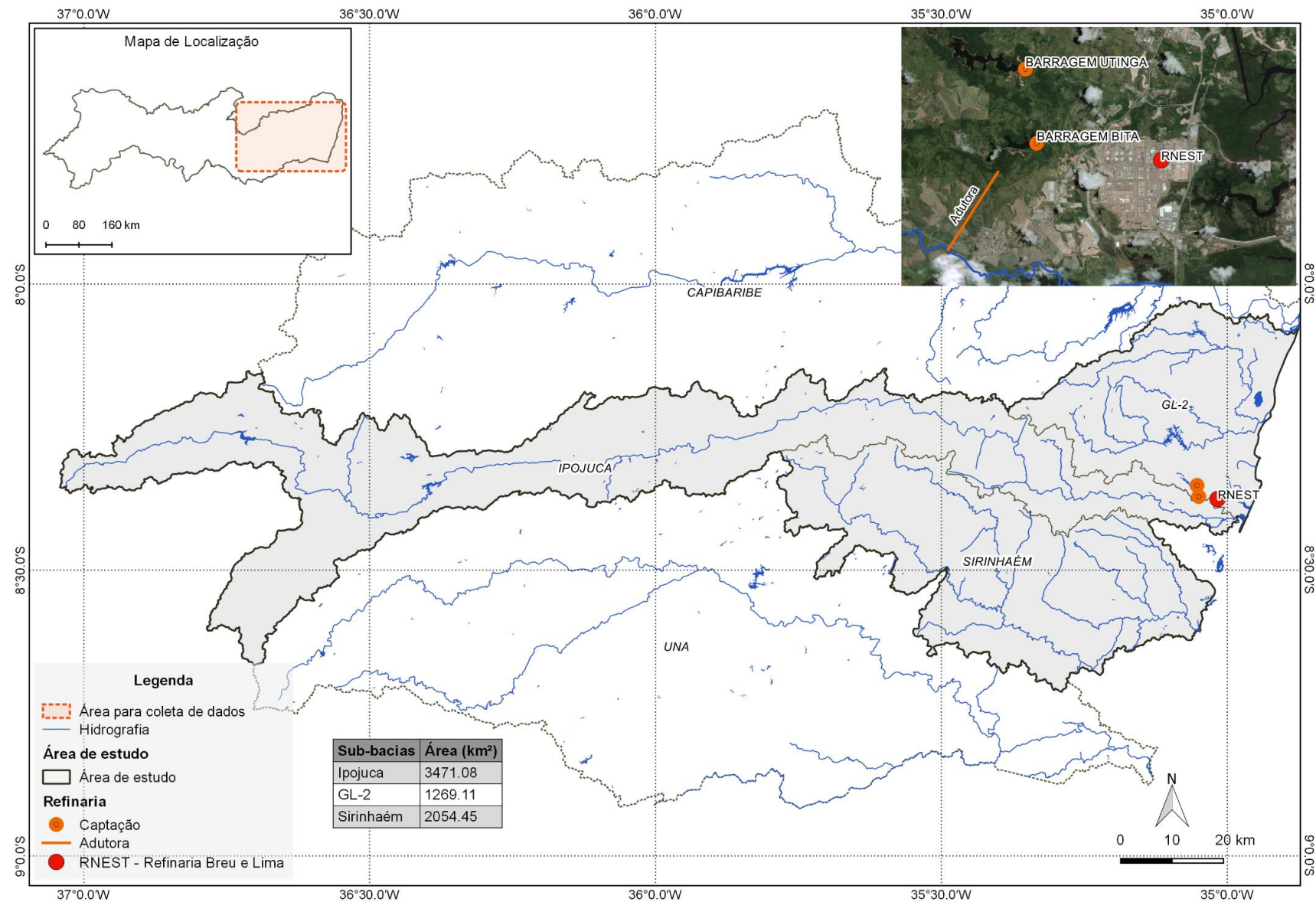
Layers Mapa Satélite

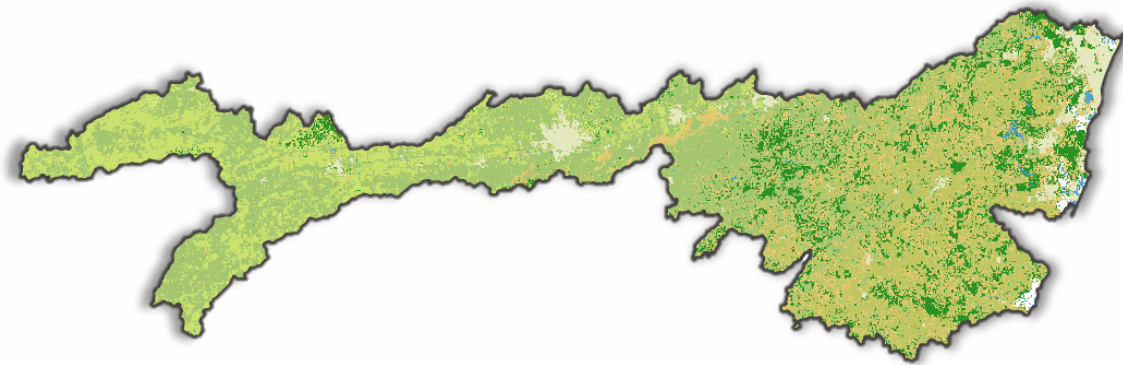
Google

Atalhos do teclado Dados cartográficos ©2023 Google 20 km Termos de Uso Informar erro no mapa

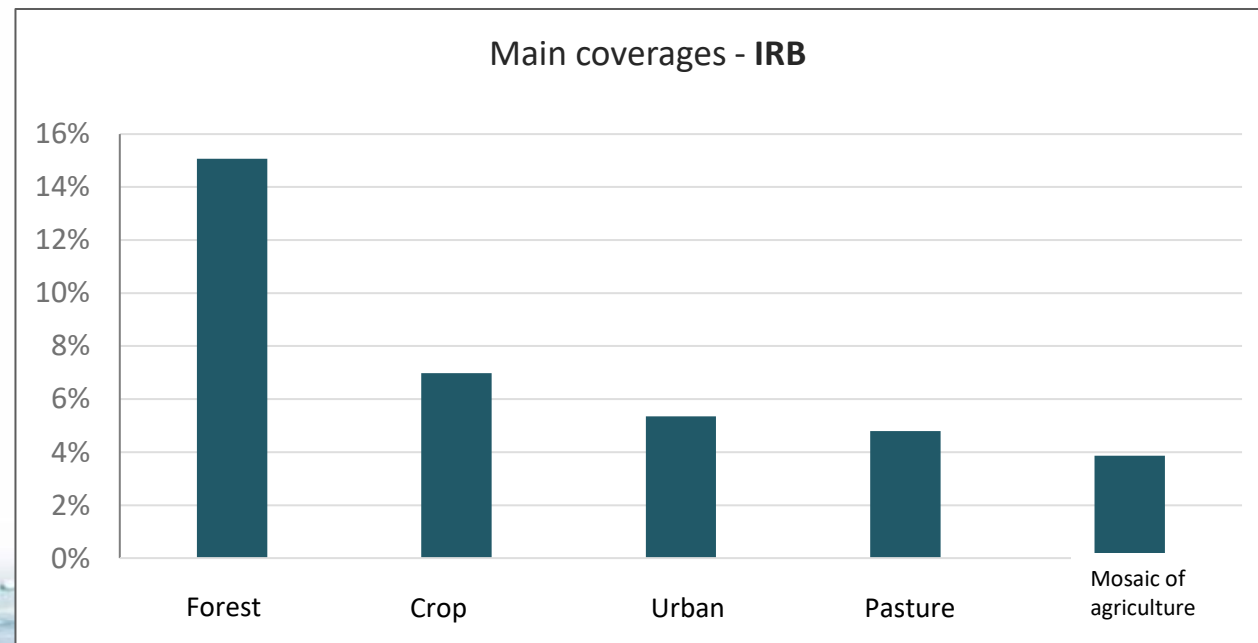
LABSUI

Área de Abrangência da bacia do Rio Ipojuca

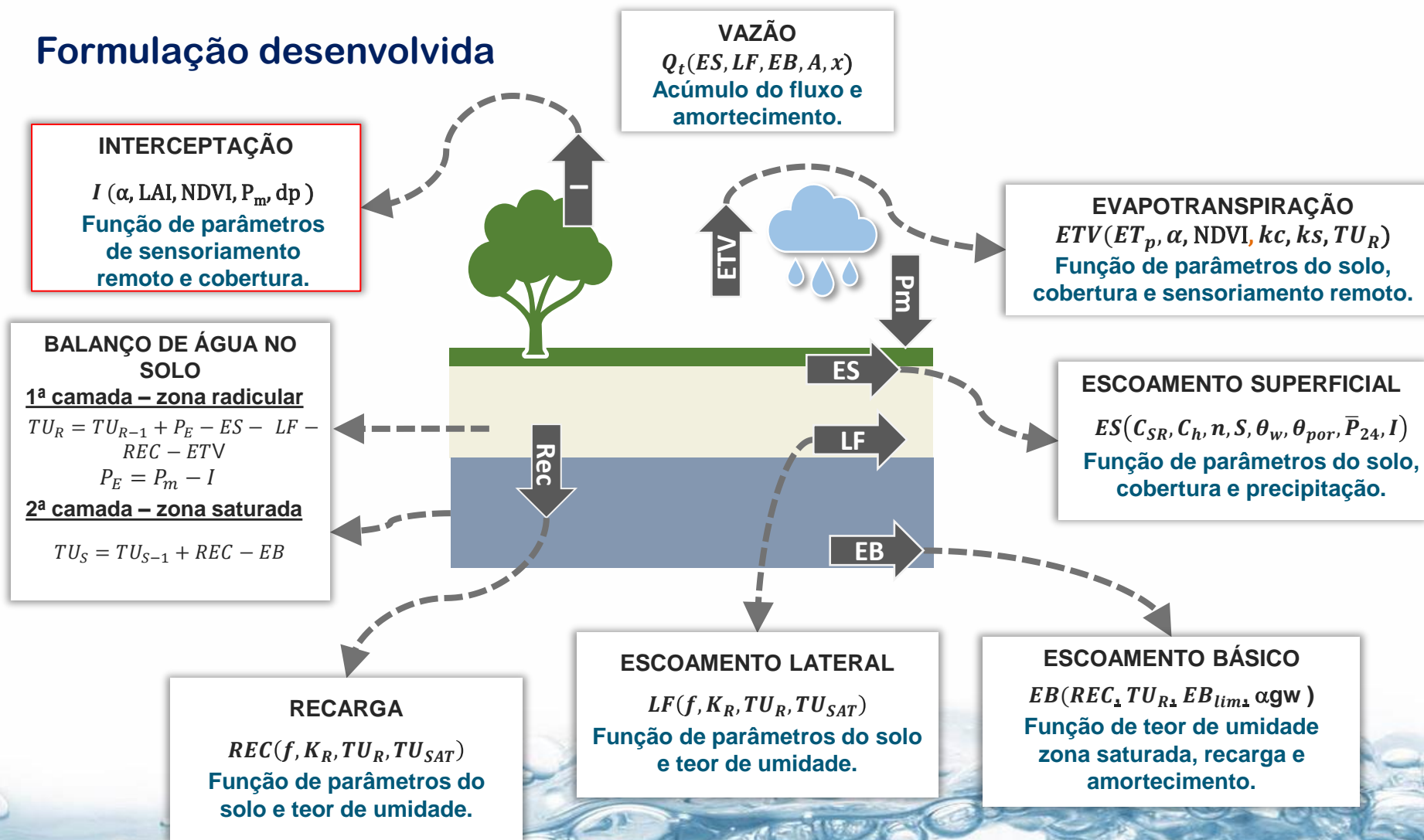




- A more significant number of coverages (16 classes)
- Natural forest closer to the coast and Savanna Formation in center region
- Average pasture around 5% of the area between 1985-2018



Formulação desenvolvida



■ Fração da chuva retida pelo dossel da vegetação

$$I = \alpha_v \cdot I_v$$

$$I_v = P_m \cdot I_R$$

$$I_R = 1 - \exp\left(-\frac{I_D \cdot d_p}{P_m}\right)$$

$$I_D = \alpha \cdot LAI \cdot \left(1 - \frac{1}{1 + \frac{P_m \cdot [1 - \exp(-0.463 \cdot LAI)]}{\alpha \cdot LAI}}\right)$$

$$LAI = LAI_{max} \cdot \frac{\log(1 - FPAR)}{\log(1 - FPAR_{max})}$$

$$FPAR = \min\left(\frac{(RS - RS_{min}) \cdot (FPAR_{max} - FPAR_{min})}{(RS_{max} - RS_{min})} + FPAR_{min}, 0.95\right)$$

$$RS = \frac{1 + NDVI}{1 - NDVI}$$

I - Interception (mm)

I_v - Interception at the vegetated area (mm)

α_v - Sub-grid vegetated area fraction (%)

I_R - Interception rate, dependent on land cover characteristics, represented by the Leaf Area Index (LAI) (mm)

P_m - Total monthly precipitation (mm)

d_p - Number of rainy days in the month (days);

I_D - Minimum threshold for daily interception depends on the canopy storage capacity. Its calculation is associated with the LAI (mm);

LAI - Leaf Area Index (-)

α - Interception **calibration parameter**

$FPAR$ - Fraction Photosynthetically Active Radiation (-)

$FPAR_{min}, FPAR_{max}$ - minimum and maximum values for $FPAR$ (0.001 and 0.95, respectively), corresponding to the minimum and maximum values for LAI for a particular vegetation class

RS - Factor related to NDVI for each pixel

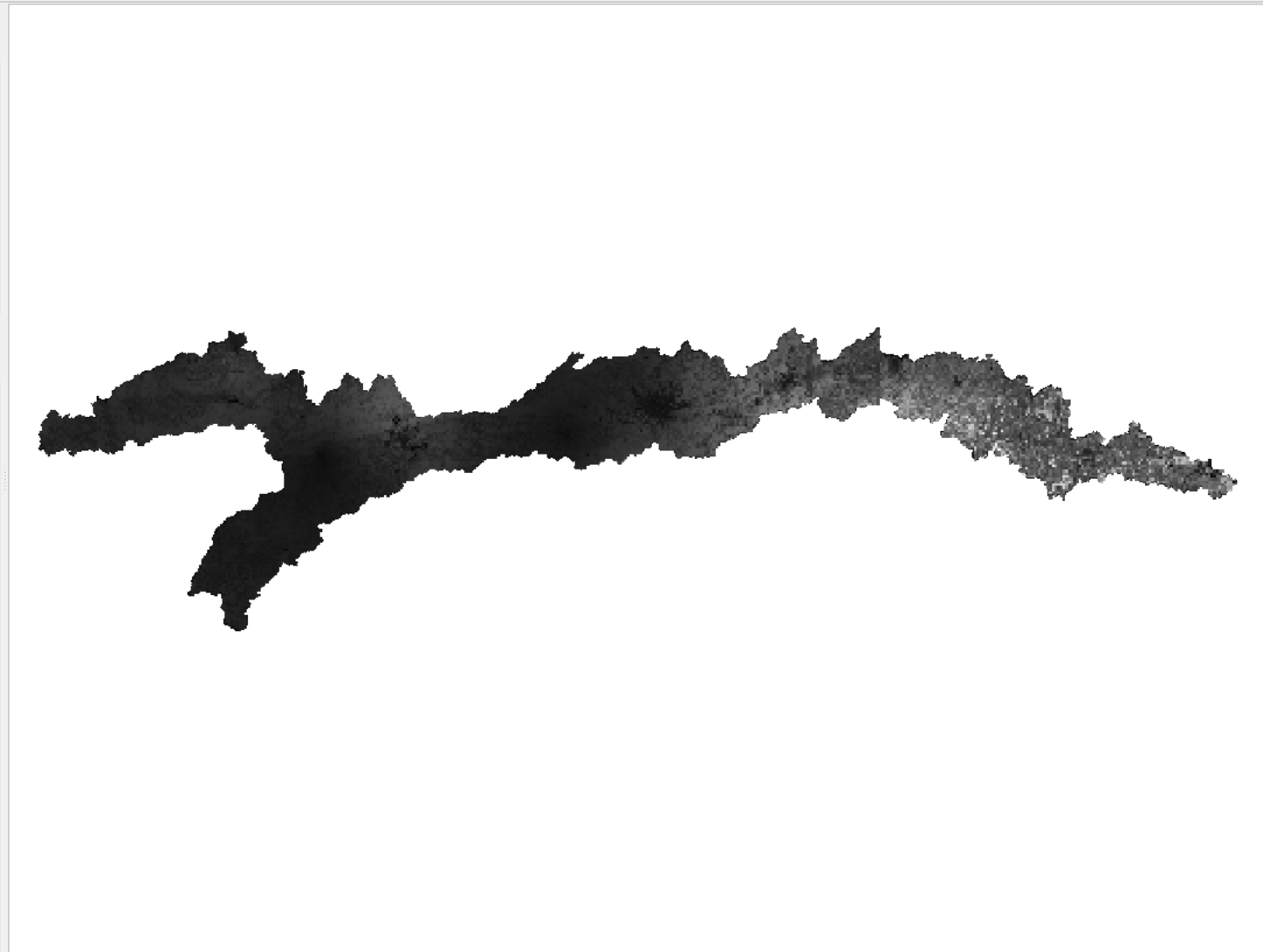


Navegador

- ★ Favoritos
- ▶ Favoritos Espaciais
- ▶ Início
- ▶ C:\ (OS)
- ▶ G:\ (Google Drive)
- ▶ GeoPackage
- ▶ SpatialLite
- ▶ PostGIS
- ▶ SAP HANA
- ▶ MSSQL

Camadas

- IV
Banda 1 (Gray)
108,34551
- IR
- ID
Banda 1 (Gray)
17,575415
- prec_jul2018
Banda 1 (Gray)
162,735886
- area_estudo



Caixa de Ferramentas de Processamento

- sample
- ▶ Análise raster
 - ▶ Amostragem de valores do raster
 - ▶ GRASS
 - ▶ Raster (r.*)
 - r.resamp.filter
 - r.resamp.interp
 - r.resamp.stats
 - r.resample
 - ▶ Vector (v.*)
 - v.sample
 - ▶ SAGA
 - ▶ Import/Export - Rasters
 - Import, Clip and Resample Rasters

Covers Collection 4	Area fraction ¹				Manning roughness ²
	α_V	α_S	α_W	α_I	
Forest Formation	1.000	-	-	-	0.160
Savanna Formation	1.000	-	-	-	0.200
Mangrove	0.700	0.300	-	-	0.150
Forest Plantation	1.000	-	-	-	0.160
Wetland	0.700	0.300	-	-	0.150
Grass Land	0.900	0.100	-	-	0.200
Salt Flat	0.700	0.300	-	-	0.150
Rocky Outcrop	0.200	0.300	-	0.500	0.045
Other Non-Forest Natural Formation	0.900	0.100	-	-	0.200
Pasture	0.800	0.200	-	-	0.150
Agriculture	0.800	0.200	-	-	0.170
Annual and Perennial Crop	0.800	0.200	-	-	0.170
Semi-Perennial Crop	0.800	0.200	-	-	0.170
Mosaic of Agriculture and Pasture	0.800	0.200	-	-	0.160
Beach and Dune	0.300	0.700	-	-	0.040
Urban Infrastructure	0.400	0.100	-	0.500	0.600
Mining	-	1.000	-	-	0.045
Other Non-Vegetated Area	0.400	0.100	-	0.500	0.600
River, Lake, and Ocean	-	-	1.000	-	0.100
Aquaculture	-	-	1.000	-	0.150

α_V - vegetation
 α_S - bare soil
 α_W - water
 α_I - impermeable

1 – Abdollahi et al. (2017); 2 - Chow (1959) and Dieguez and Smith (2016).



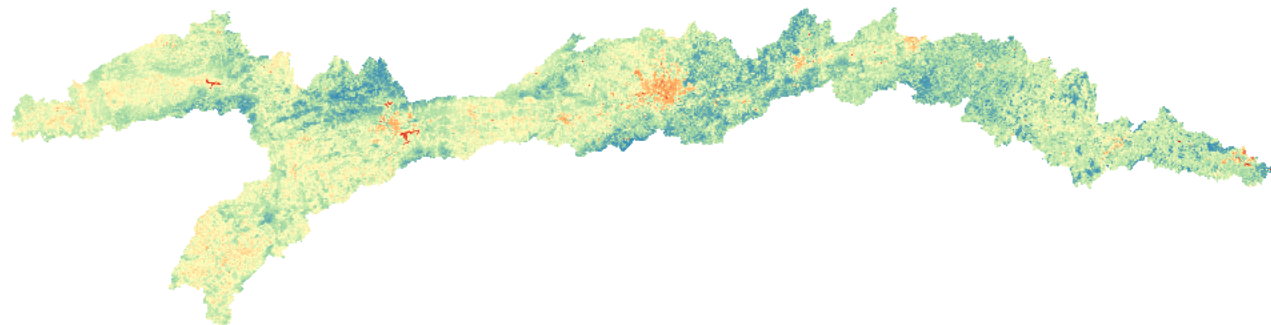
- Calculadora Raster...
- Alinhar Imagens (Rasters)...
- Georreferenciador...
- Análise
- Projeções
- Miscelânea
- Extrair
- Converter

Navegador

- Favoritos
- Favoritos Espaciais
- Início
- C:\ (OS)
- G:\ (Google Drive)
- GeoPackage
- SpatialLite
- PostGIS
- SAP HANA
- MSSQL

Camadas

- NDVI Ipojuca
 - Banda 1 (Gray)
 - 0,795792
 - 0,107454
- EVA
- B8_nir
- B4_red



$$NDVI = \frac{\rho_{nir} - \rho_{red}}{\rho_{nir} + \rho_{red}}$$

Caixa de Ferramentas de Processamento

- sample
- Análise raster
 - Amostrar valores do raster
- GRASS
 - Raster (r.*)
 - r.resamp.filter
 - r.resamp.interp
 - r.resamp.stats
 - r.resample
 - Vector (v.*)
 - v.sample
- SAGA
 - Import/Export - Rasters
 - Import, Clip and Resample Rasters

Identificar Resultados

Feição	Valor
NDVI Ipojuca	0
NDVI Ipojuca	
Banda 1	0,536433
(Derivado)	

Modo Camada Atual

Ver Árvore

Propriedades da camada — NDVI_lpojuca — Informação

Informação

fonte

Simbologia

Transparência

Histograma

Renderização

Temporal

Pirâmides

Metadados

Legenda

QGIS Server

Nome	NDVI_lpojuca
Caminho	C:\QGIS\lpojuca\NDVI_lpojuca.tif
Tamanho	5,07 MB
Última modificação	segunda-feira, 27 de março de 2023 15:08:22
Provedor	gdal

Informação do provedor

Extensão	-37.042029999999969,-8.6660500000000003 : -34.981299999999974,-8.1468200000000000
Largura	2294
Altura	578
tipo de dado	Float32 - Ponto flutuante de 32 bits
Descrição do driver	GTiff
GDAL	
Metadados do driver	GeoTIFF
GDAL	
Descrição do registro	C:\QGIS\lpojuca\NDVI_lpojuca.tif
Compressão	
Banda 1	<ul style="list-style-type: none">• STATISTICS_APPROXIMATE=YES• STATISTICS_MAXIMUM=0.79579204320908• STATISTICS_MEAN=0.47907814100407• STATISTICS_MINIMUM=-0.10745399445295• STATISTICS_STDDEV=0.12361223704878• STATISTICS_VALID_PERCENT=26.01
Mais informação	<ul style="list-style-type: none">• AREA_OR_POINT=Area
Dimensões	X: 2294 Y: 578 Bandas: 1
Origem	-37.042,-8.14682
Tamanho do Pixel	0.0008983129904097643609,-0.0008983217993079590071

Sistema de referência de coordenadas (SRC)

Estilo

OK Cancel Apply Help

NDVI max = 0,79579
NDVI min = - 0,10745

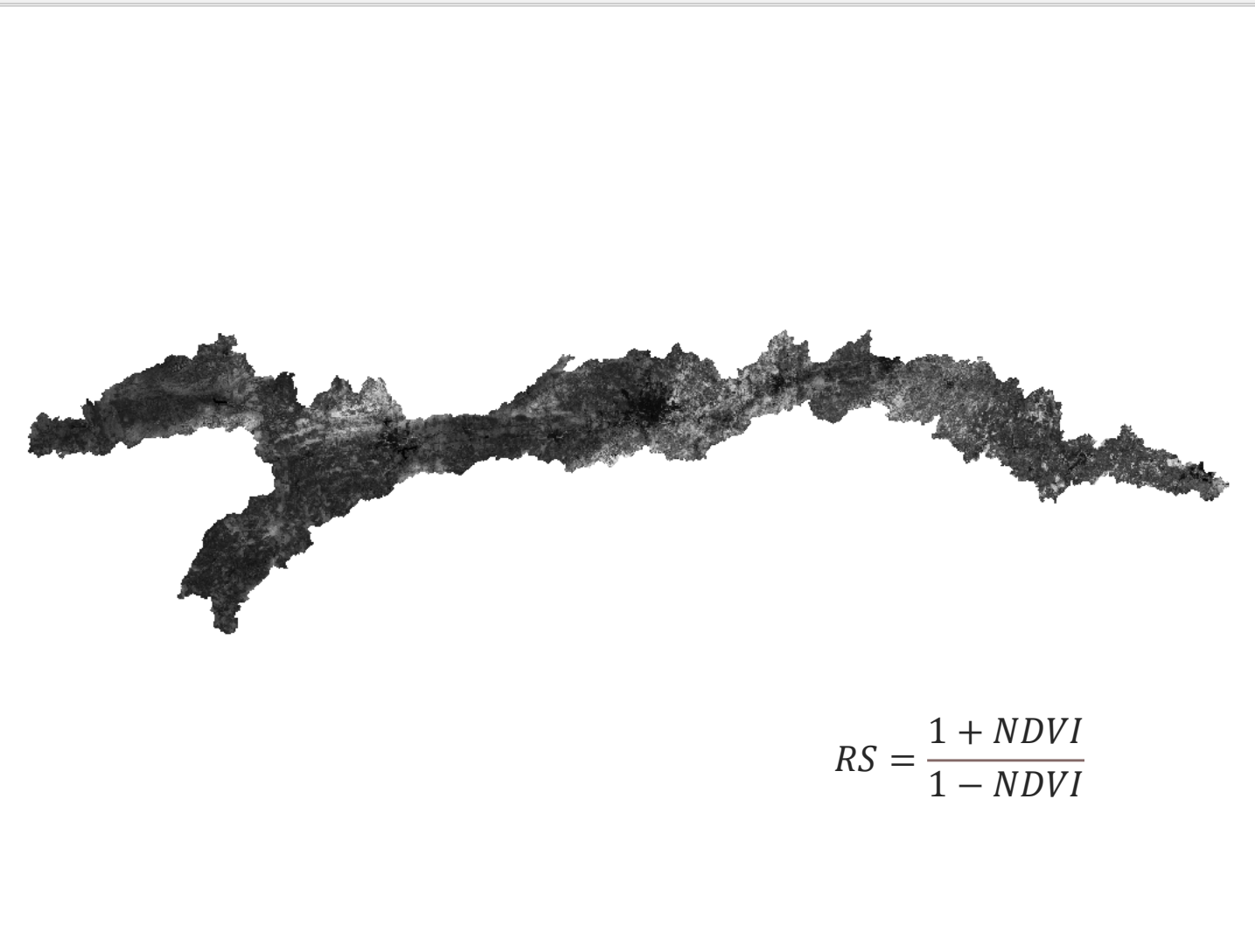


Navegador

- Favoritos
- Favoritos Espaciais
- Início
- C:\ (OS)
- G:\ (Google Drive)
- GeoPackage
- SpatialLite
- PostGIS
- SAP HANA
- MSSQL

Camadas

- RS**
Banda 1 (Gray)
8,793938
- NDVI_Ipojuca**
Banda 1 (Gray)
0,795792
- EVA**
- B8_nir**
- B4_red**



$$RS = \frac{1 + NDVI}{1 - NDVI}$$

Caixa de Ferramentas de Processamento

sample

- Análise raster
 - Amostrar valores do raster
- GRASS
 - Raster (r.*)
 - r.resamp.filter
 - r.resamp.interp
 - r.resamp.stats
 - r.resample
 - Vector (v.*)
 - v.sample
- SAGA
 - Import/Export - Rasters
 - Import, Clip and Resample Rasters



Navegador

- Favoritos
- Favoritos Espaciais
- Início
- C:\ (OS)
- G:\ (Google Drive)
- GeoPackage
- SpatialLite
- PostGIS
- SAP HANA
- MSSQL

Camadas

- FPAR**
Banda 1 (Gray)
0,95
0,001
- RS**
Banda 1 (Gray)
8,793938
0,805944
- NDVI_Ipojuca**
Banda 1 (Gray)
0,795792
-0,107454
- EVA**
- B8_nir**

$$FPAR = \min \left(\frac{(RS - RS_{min}) \cdot (FPAR_{max} - FPAR_{min})}{(RS_{max} - RS_{min})} + FPAR_{min}, 0.95 \right)$$

$FPAR_{min} = 0,001$ $FPAR_{max} = 0,95$

$$RS_{max} = \frac{1 + NDVI_{max}}{1 - NDVI_{max}} = \frac{1 + 0,79579}{1 - 0,79579} = 8,7938$$

$$RS_{min} = \frac{1 + NDVI_{min}}{1 - NDVI_{min}} = \frac{1 + (-0,107454)}{1 - (-0,107454)} = 0,80594$$

Caixa de Ferramentas de Processamento

sample

- Análise raster
 - Amostrar valores do raster
- GRASS
 - Raster (r.*)
 - r.resamp.filter
 - r.resamp.interp
 - r.resamp.stats
 - r.resample
 - Vector (v.*)
 - v.sample
- SAGA
 - Import/Export - Rasters
 - Import, Clip and Resample Rasters

$$LAI = LAI_{max} \cdot \frac{\log(1 - FPAR)}{\log(1 - FPAR_{max})}$$

Valores máximos de IAF para diferentes tipos de vegetação

Tipo de vegetação	LAI _{max}
Árvores verdes de folhas largas	7
Árvores de folhas largas decíduas	7
Árvores mistas	7,5
Árvores sempre verdes de folhas de agulhas	8
Árvores de folha decíduas de alta latitude	8
Gramma com 10 - 40% de cobertura lenhosa	5
Gramma com menos de 10% de cobertura lenhosa	5
Arbustos e solo nu	5
Agricultura	6

Calculadora raster

Bandas raster

- EVA@2
- EVA@3
- EVA@4
- EVA@5
- EVA@6
- EVA@7
- EVA@8
- EVA@9
- EVA@10
- EVA@11
- EVA@12
- EVA@13
- EVA@14
- EVA@15
- EVA@16
- FPAR@1
- NDVI_Ipojuca@1
- RS@1

Camada resultado

Create on-the-fly raster instead of writing layer to disk

Camada de saída: C:\QGIS\Ipojuca\LAI

Formato de saída: GeoTIFF

Extensão Espacial

Use Selected Layer Extent

X min: -37,04203 X max: -34,98130

Y min: -8,66605 Y max: -8,14682

Resolução

Colunas: 2294 Linhas: 578

SRC de saída: EPSG:4326 - WGS 84

Adicionar resultado ao projeto

Operadores

+ * (min IF cos acos

- /) max AND sin asin

< > = abs OR tan atan

<= >= != ^ sqrt log10 ln

Calculadora de expressão raster

7.5*(log10(1 - "FPAR@1")/log10(1 - 0.95)) |

Expressão válida

OK Cancel Help

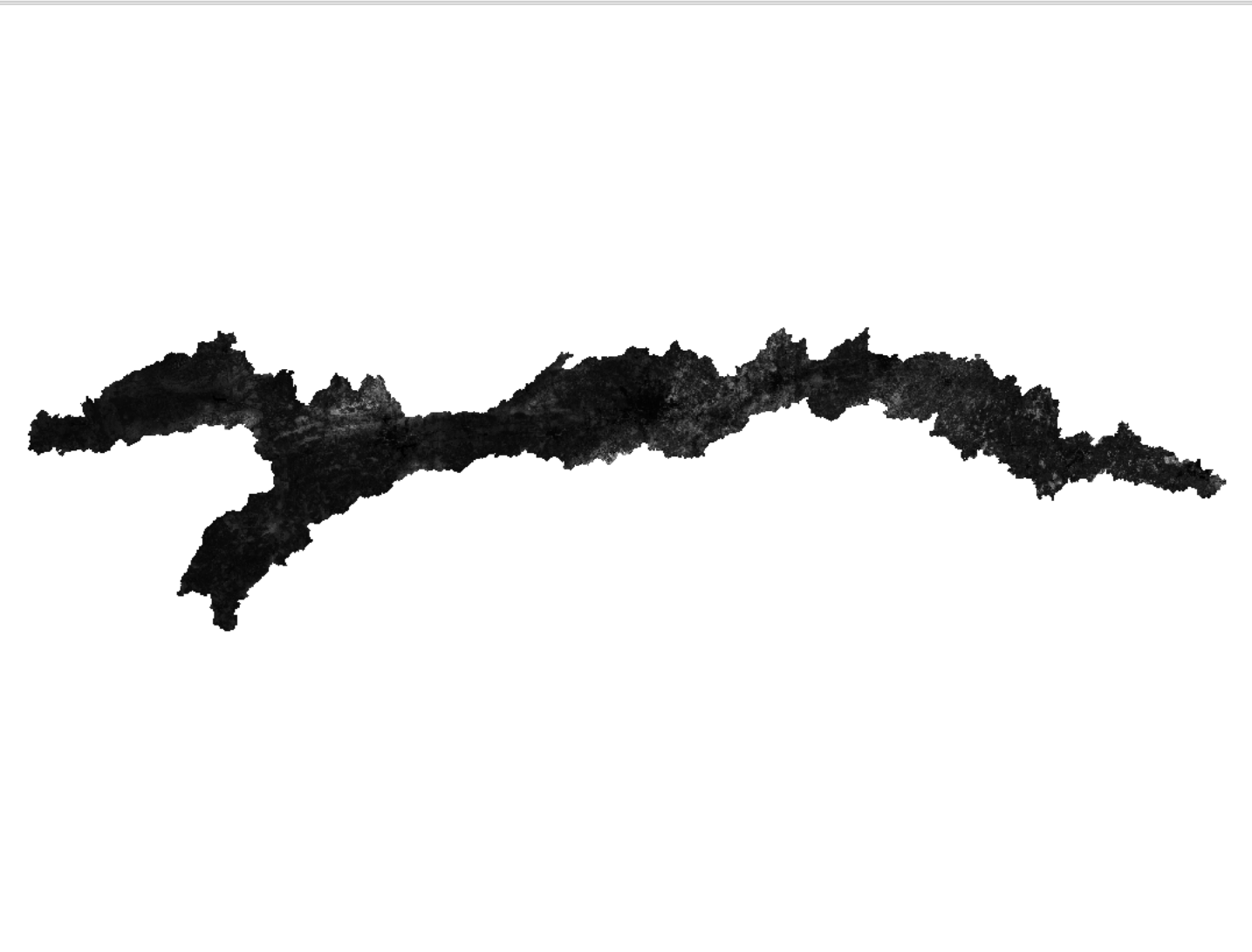


Navegador

- Favorites
- Favorites Espaciais
- Início
- C:\ (OS)
- G:\ (Google Drive)
- GeoPackage
- SpatialLite
- PostGIS
- SAP HANA
- MSSQL

Camadas

- LAI
Banda 1 (Gray)
7,5
0,002506
- FPAR
Banda 1 (Gray)
0,95
0,001
- RS
Banda 1 (Gray)
8,793938
0,805944
- NDVI_Ipojuca
Banda 1 (Gray)
0,705702



Caixa de Ferramentas de Processamento

- sample
- Análise raster
 - Amostrar valores do raster
- GRASS
 - Raster (r.*)
 - r.resamp.filter
 - r.resamp.interp
 - r.resamp.stats
 - r.resample
 - Vector (v.*)
 - v.sample
- SAGA
 - Import/Export - Rasters
 - Import, Clip and Resample Rasters

$$I_D = \alpha \cdot LAI \cdot \left(1 - \frac{1}{1 + \frac{P_m \cdot [1 - \exp(-0.463 \cdot LAI)]}{\alpha \cdot LAI}} \right)$$

$\alpha=4,415$

Calculadora raster

Bandas raster

- EVA@5
- EVA@6
- EVA@7
- EVA@8
- EVA@9
- EVA@10
- EVA@11
- EVA@12
- EVA@13
- EVA@14
- EVA@15
- EVA@16
- FPAR@1
- LAI@1
- NDVI_Ipojuca@1
- RS@1
- prec0000@1
- prec_jul2018@1

Camada resultado

Create on-the-fly raster instead of writing layer to disk

Camada de saída: C:\QGIS\Ipojuca\ID

Formato de saída: GeoTIFF

Extensão Espacial

Use Selected Layer Extent

X min: -37,04083 X max: -34,98528

Y min: -8,66326 Y max: -8,14937

Resolução

Colunas: 444 Linhas: 111

SRC de saída: EPSG:4326 - WGS 84

Adicionar resultado ao projeto

Operadores

+	*	(min	IF	cos	acos
-	/)	max	AND	sin	asin
<	>	=	abs	OR	tan	atan
<=	>=	!=	^	sqrt	log10	ln

Calculadora de expressão raster

```
4.415 * "LAI@1" * (1 - 1 / (1 + ("prec_jul2018@1" * (1 - 2.718281822^(-0.463 * "LAI@1")))) / (4.415 * "LAI@1"))
```

Expressão válida

OK Cancel Help

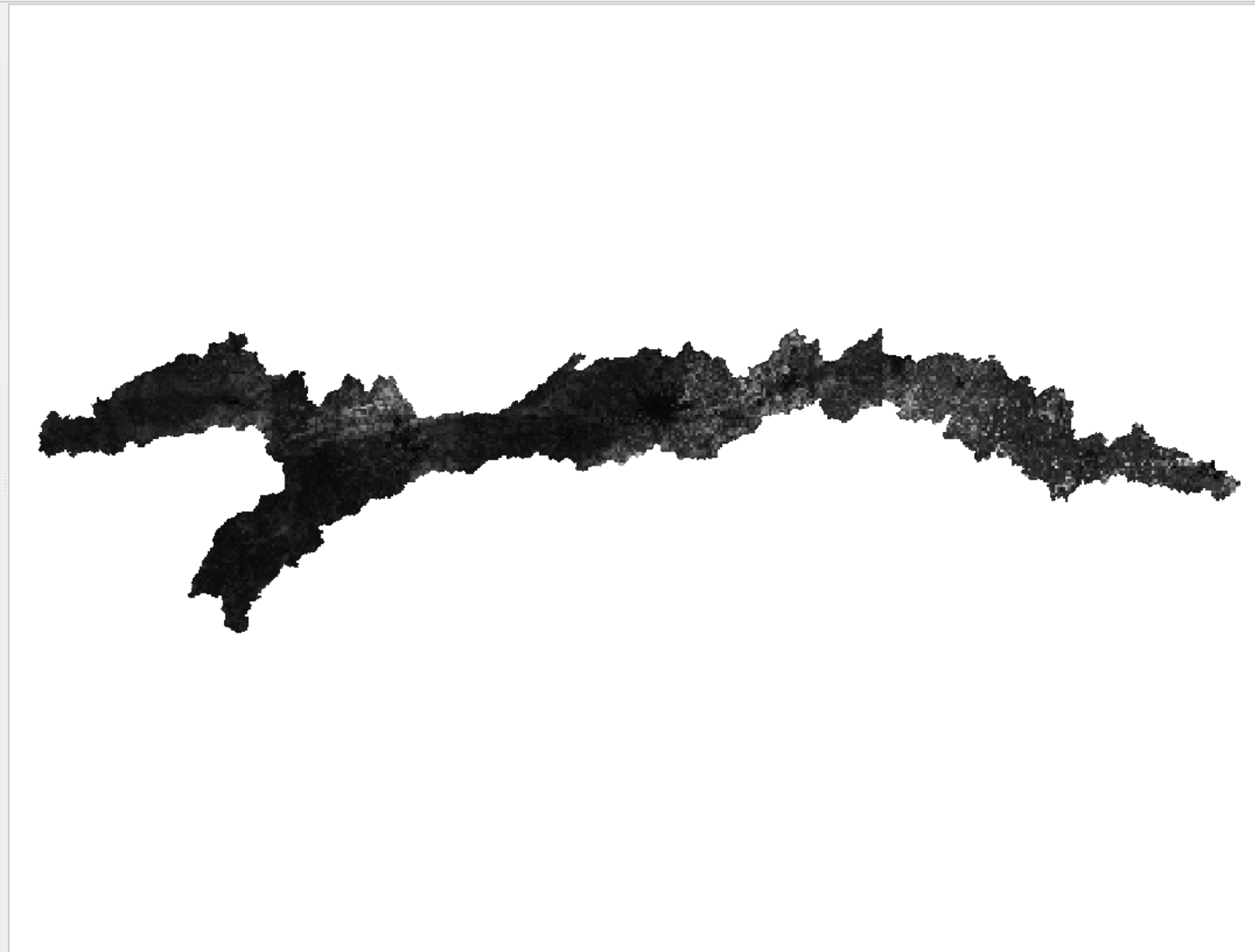


Navegador

- Favoritos
- Favoritos Espaciais
- Início
- C:\ (OS)
- G:\ (Google Drive)
- GeoPackage
- SpatialLite
- PostGIS
- SAP HANA
- MSSQL

Camadas

- ID
Banda 1 (Gray)
17,575415
- prec_jul2018
Banda 1 (Gray)
162,735886
- area_estudo
- prec0000
Banda 1
179,903351
- LAI
Banda 1
2,740968



Caixa de Ferramentas de Processamento

sample

- Análise raster
 - Amostrar valores do raster
- GRASS
 - Raster (r.*)
 - r.resamp.filter
 - r.resamp.interp
 - r.resamp.stats
 - r.resample
 - Vector (v.*)
 - v.sample
- SAGA
 - Import/Export - Rasters
 - Import, Clip and Resample Rasters



Navegador

- Favorites
- Favorites Espaciais
- Início
- C:\ (OS)
- G:\ (Google Drive)
- GeoPackage
- SpatialLite
- PostGIS
- SAP HANA
- MSSQL

Camadas

- IR
- ID
 - Banda 1 (Gray)
 - 17,575415
 - 0,209145
- prec_jul2018
 - Banda 1 (Gray)
 - 162,735886
 - 2,740968
- area_estudo
- prec0000
 - Banda 1
 - 179,903351
 - 2,740968

$$I_R = 1 - \exp\left(-\frac{I_D \cdot d_p}{P_m}\right)$$

$d_p = 15$ dias Número de dias chuvosos no mês



Caixa de Ferramentas de Processamento

sample

- Análise raster
 - Amostrar valores do raster
- GRASS
 - Raster (r.*)
 - r.resamp.filter
 - r.resamp.interp
 - r.resamp.stats
 - r.resample
 - Vector (v.*)
 - v.sample
- SAGA
 - Import/Export - Rasters
 - Import, Clip and Resample Rasters



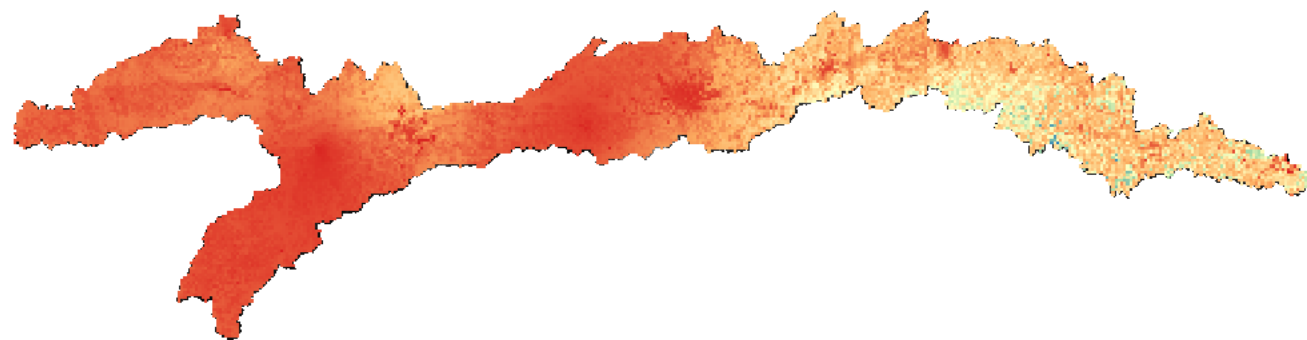
Navegador

- Favoritos
- Favoritos Espaciais
- Início
- C:\ (OS)
- G:\ (Google Drive)
- GeoPackage
- SpatialLite
- PostGIS
- SAP HANA
- MSSQL

Camadas

- IV**
Banda 1 (Gray)
108,345551
- IR**
- ID**
Banda 1 (Gray)
17,575415
- prec_jul2018**
Banda 1 (Gray)
162,735886
- area_estudo**

$$I_v = P_m \cdot I_R$$



$$I = \alpha_v \cdot I_v$$

Para calcular a Interceptação é necessário o raster da fração vegetada da área da (%)

Caixa de Ferramentas de Processamento

sample

- Análise raster
 - Amostrar valores do raster
- GRASS
 - Raster (r.*)
 - r.resamp.filter
 - r.resamp.interp
 - r.resamp.stats
 - r.resample
 - Vector (v.*)
 - v.sample
- SAGA
 - Import/Export - Rasters
 - Import, Clip and Resample Rasters

Identificar Resultados

Feição	Valor
IV	0
IV	
Banda 1	9.385125
(Derivado)	

Modo: Camada Atual

Ver: Árvore



Fim

LabSid