

# Introdução à análise geoespacial com R

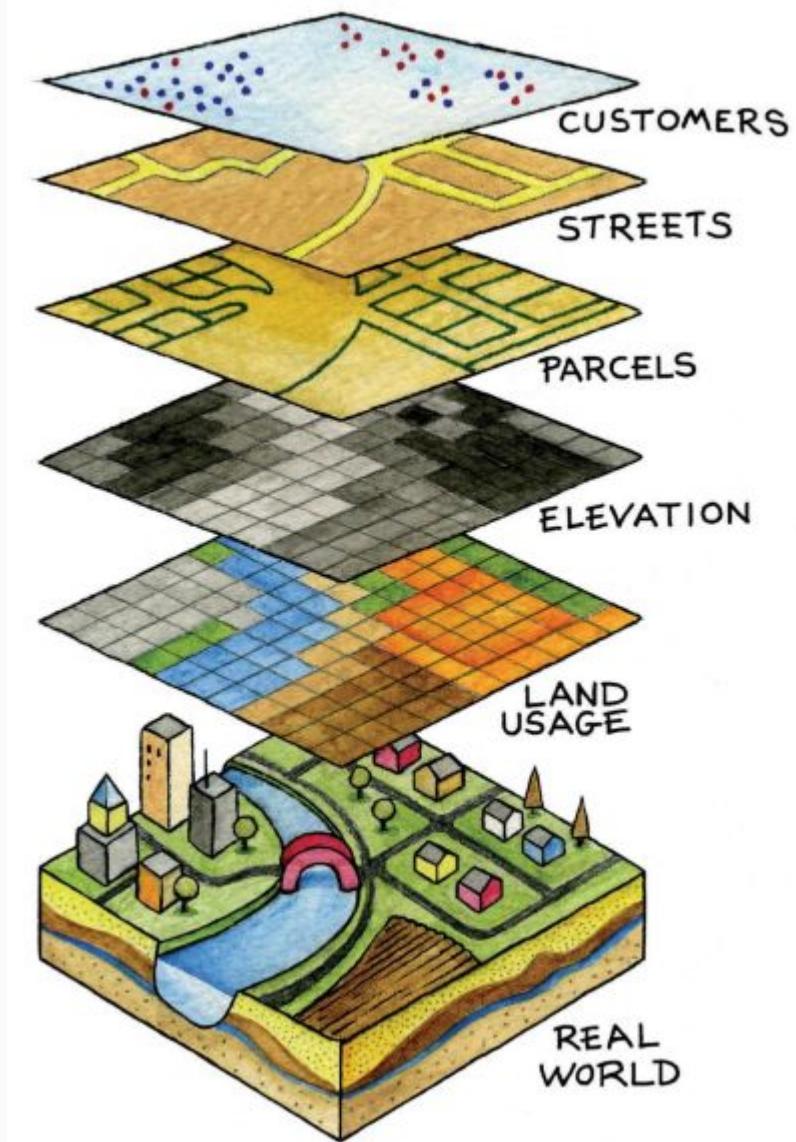
## 5 Estrutura e fonte de dados geoespaciais

---

Maurício H. Vancine

Milton C. Ribeiro

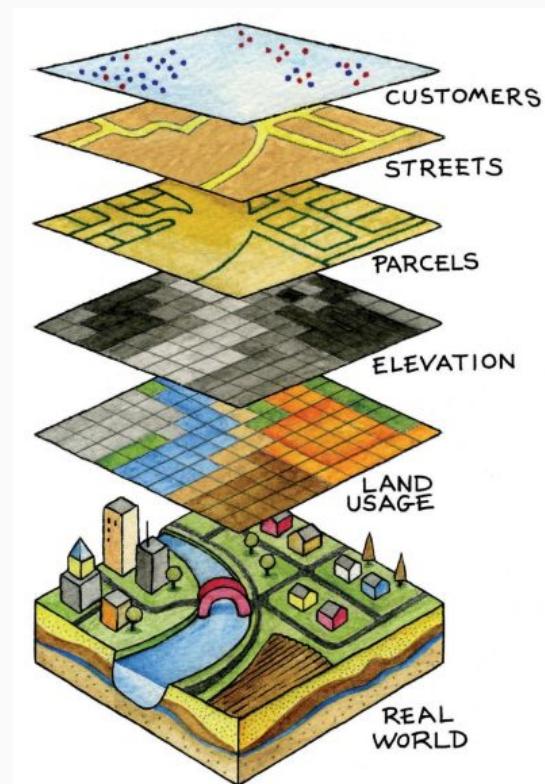
21/10/2020



# 5 Estrutura de dados geoespaciais

## Tópicos

1. Geoprocessamento
2. Cartografia
3. GPS
4. Sensoriamento Remoto
5. Sistema de Informação Geográfica (SIG)
6. Dados geoespaciais
7. Dados vetoriais
8. Tabela de atributos
9. Formato de arquivos vetoriais
10. Dados matriciais
11. Formatos de arquivos matriciais
12. Banco de dados geoespaciais
13. Conversão de dados geoespaciais
14. Repositórios de dados geoespaciais
15. Material para análise de dados geoespaciais



# 5.1 Geoprocessamento

## Livos

Geoprocessamento sem complicaçāo (2008)

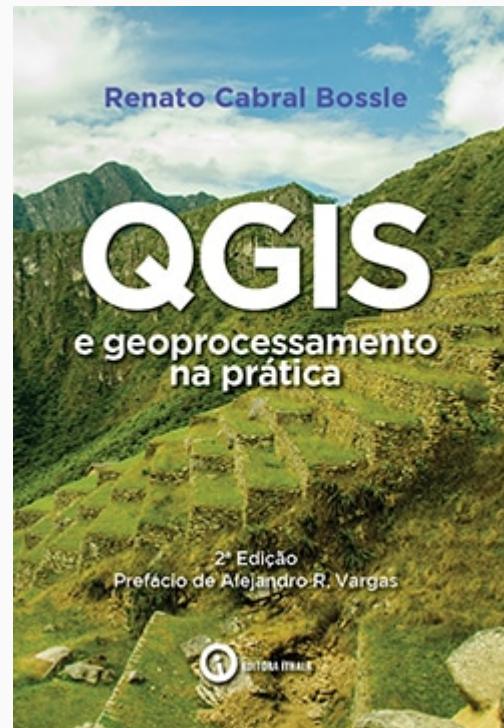
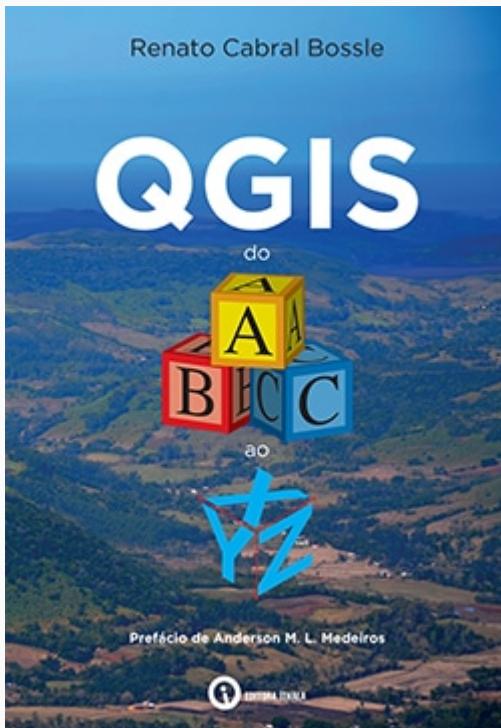


[\*] <https://www.ofitexto.com.br/livro/geoprocessamento-sem-complicacao/>

# 5.1 Geoprocessamento

## Livros

QGIS ABC ao XYZ e QGIS e geoprocessamento na prática



[\*] <https://ecojustus.com.br/livros>

# 5.1 Geoprocessamento

## Leitura

### I O que é Geoprocessamento?

Conceito não pode ser confundido com todo o conjunto das geotecnologias, como o Sensoriamento Remoto, a Cartografia e os Sistemas de Posicionamento Global (GPS).

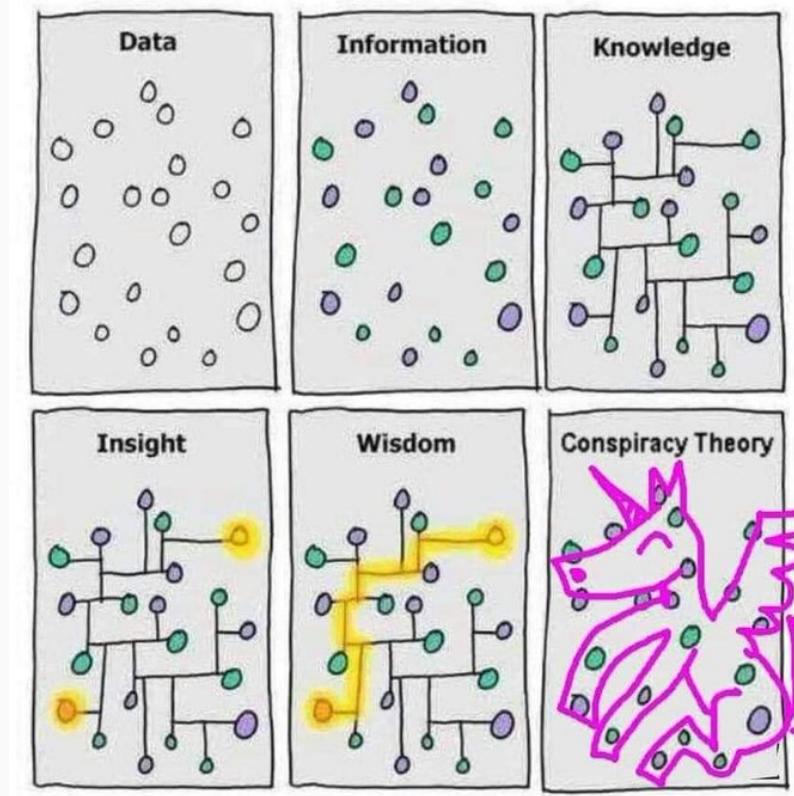
Geógrafo Jorge Xavier da Silva

Coordenador do Laboratório de Geoprocessamento (LAGEOP) da UFRJ

\*[<http://www.ufrj.br/lga/tiagomarino/artigos/oqueegeoprocessamento.pdf>]

# 5.1 Geoprocessamento

## Resumo da leitura



\*[<http://www.ufrj.br/lga/tiagomarino/artigos/oqueegeoprocessamento.pdf>]

# 5.1 Geoprocessamento

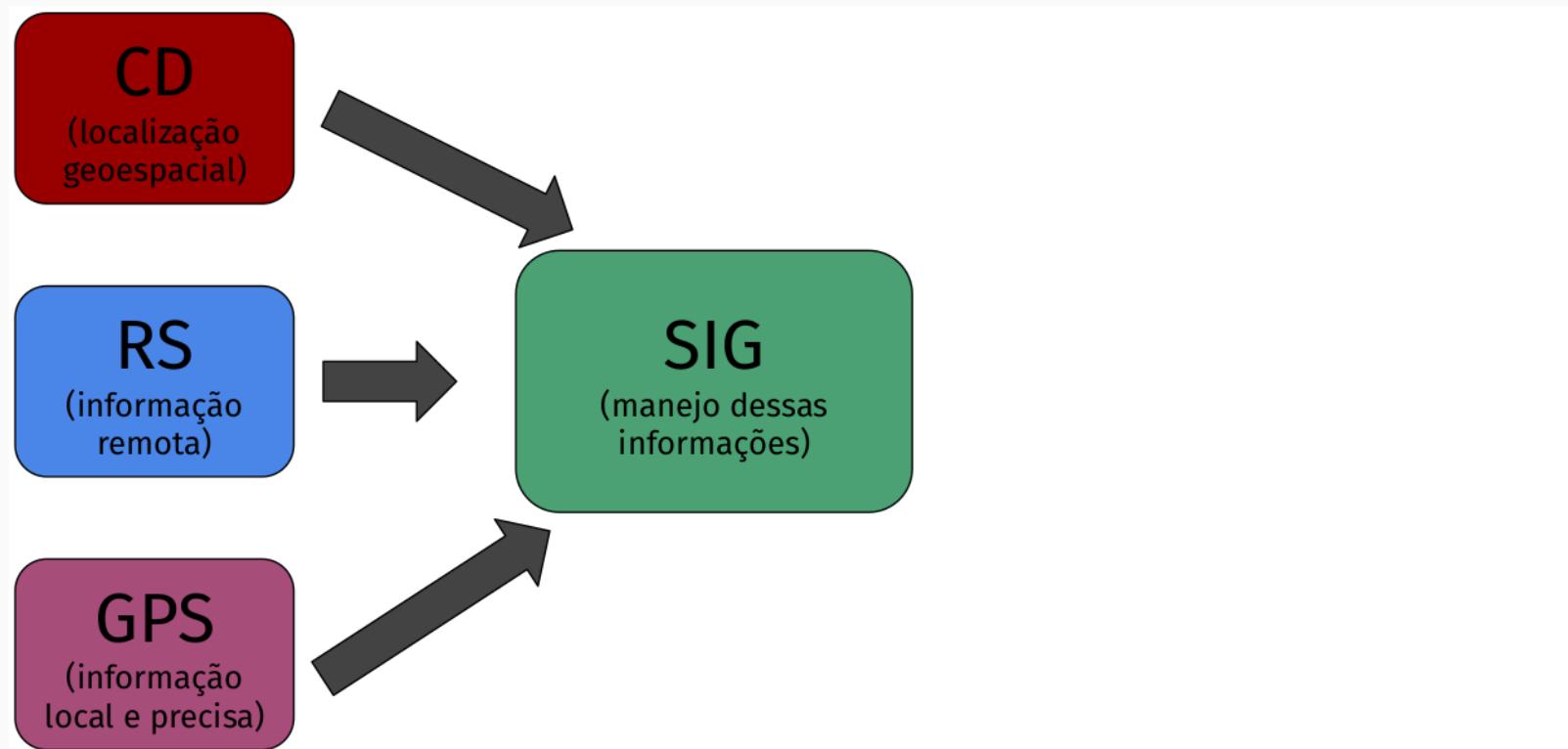
Engloba quatro Geotecnologias:

1. Cartografia digital (CD)
2. Global Positioning System (GPS)
3. Sensoriamento Remoto (RS)
4. Sistemas de Informações Geográficas (SIG)



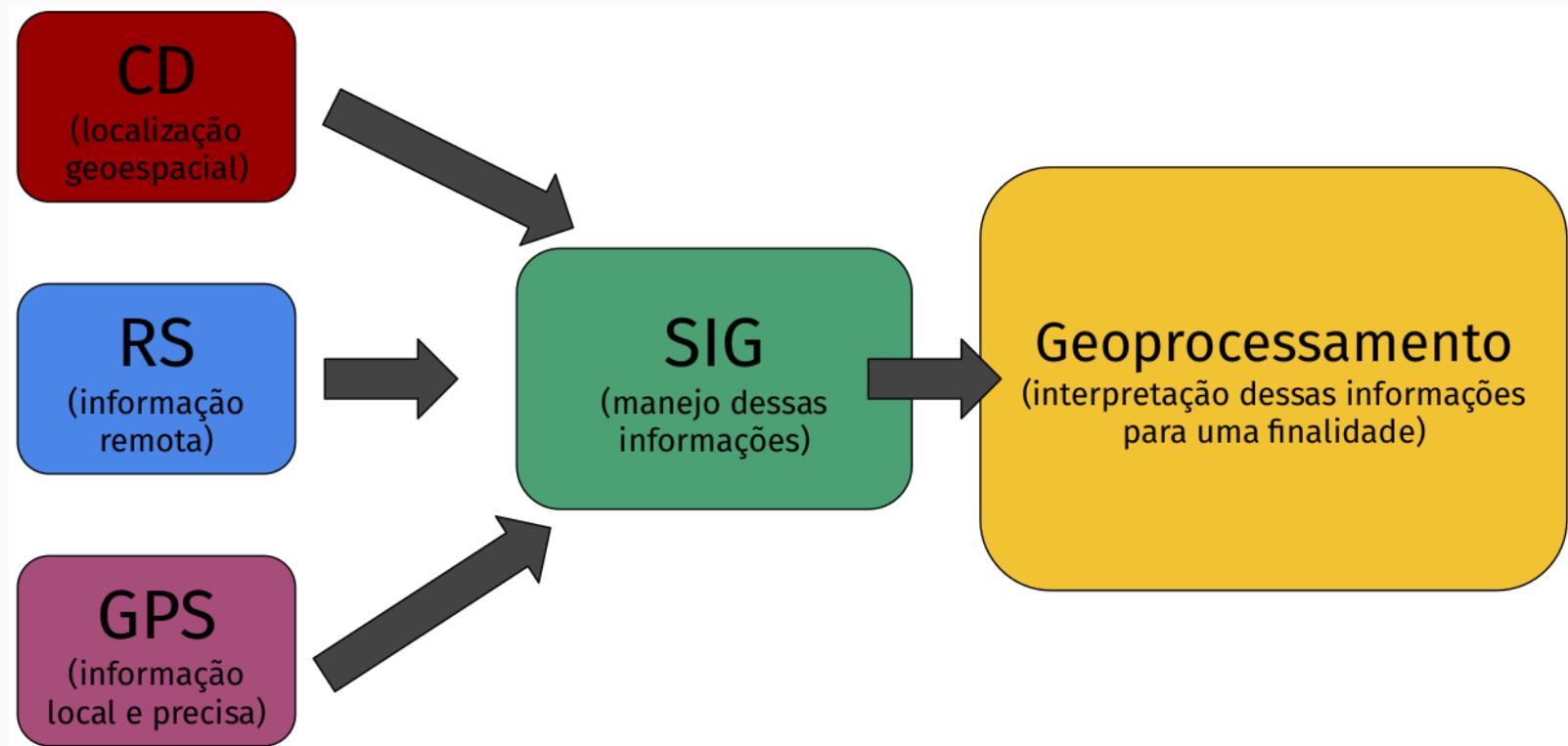
# 5.1 Geoprocessamento

Gerar informações para tomada de decisões



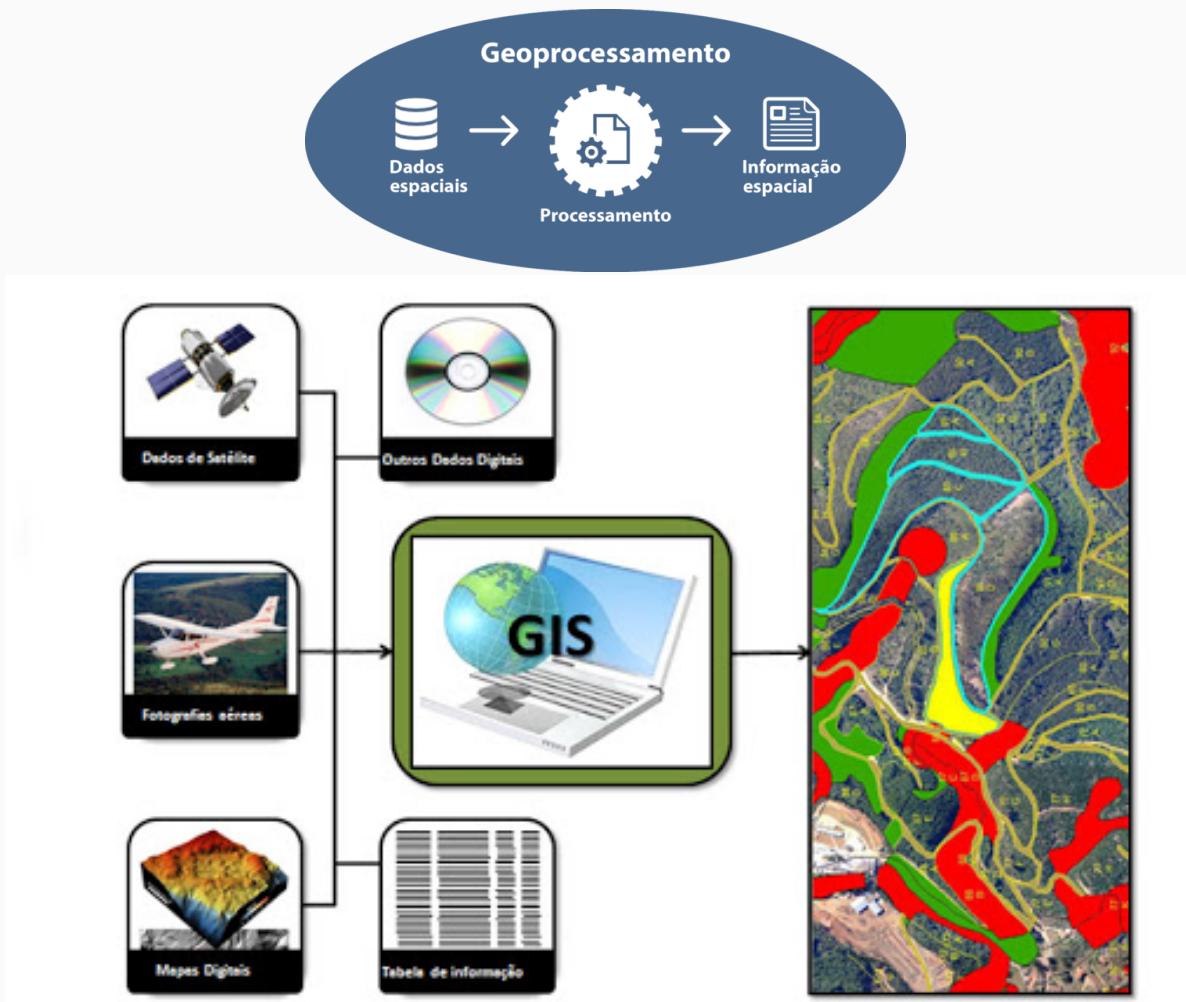
# 5.1 Geoprocessamento

Gerar informações para tomada de decisões



# 5.1 Geoprocessamento

Gerar informações para tomada de decisões



# Cartografía

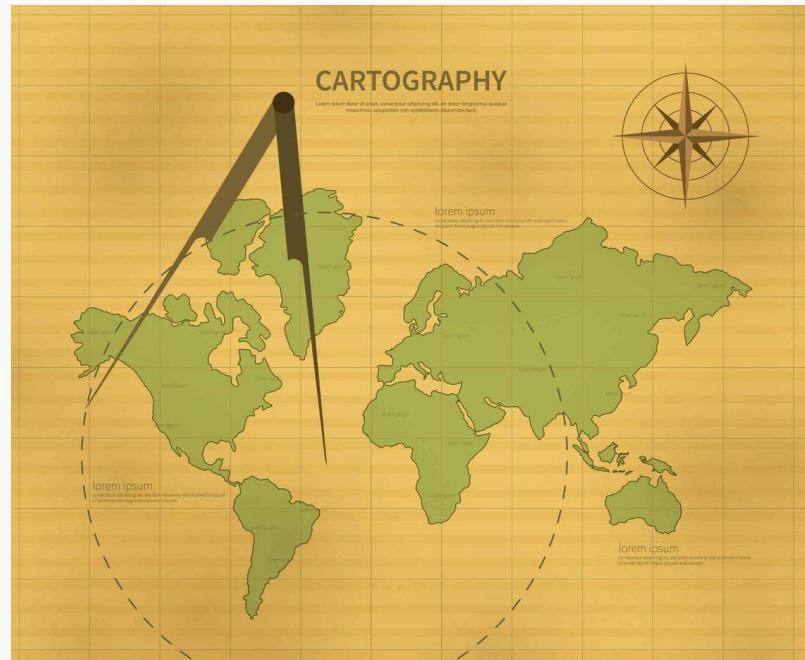
# 5.2 Cartografia

## Conceitos

1. Escala

2. Sistemas de coordenadas

3. Datum



## 5.2 Cartografia

### Escala

**Relação** entre a **medida de um objeto ou lugar** representado no papel (medida gráfica) e sua **medida real**

**D (distância real):** 250 m

**d (distância gráfica):** 0.01 m (1 cm)

Fazendo  $D/d = 250/0.01 = 25000$ , i.e., **reduzimos a realidade 25000 vezes**

## 5.2 Cartografia

### Escala

**Relação** entre a **medida de um objeto ou lugar** representado no papel (medida gráfica) e sua **medida real**

**D (distância real):** 250 m

**d (distância gráfica):** 0.01 m (1 cm)

**T (título da escala):** indica a **quantidade de vezes** que cada unidade gráfica (papel) representa da medida real

$$T = D/d = 250/0.01 = 25000$$

## 5.2 Cartografia

### Escala

Dessa forma, **1 cm do papel** equivale a **25000 cm (ou 250 metros)** na medida real

A escala (**E**) é a relação entre uma **(1) unidade da medida gráfica** e **T unidades da medida real**

$$E = 1/T$$

Logo, a **escala** é de  $1/25000$  ou  $1:25000$

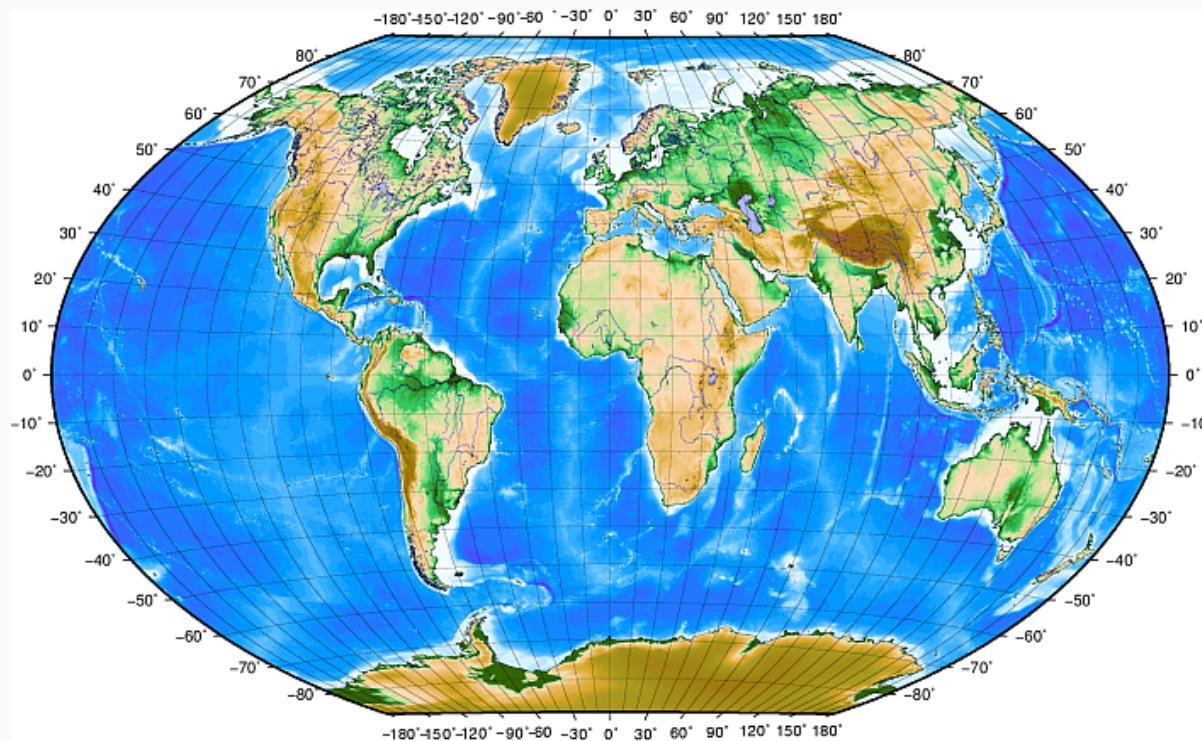


Um cm no mapa equivale a 250 m no terreno.

# 5.2 Cartografia

## Sistemas de coordenadas

### Geográficas (graus)



# 5.2 Cartografia

## Sistemas de coordenadas

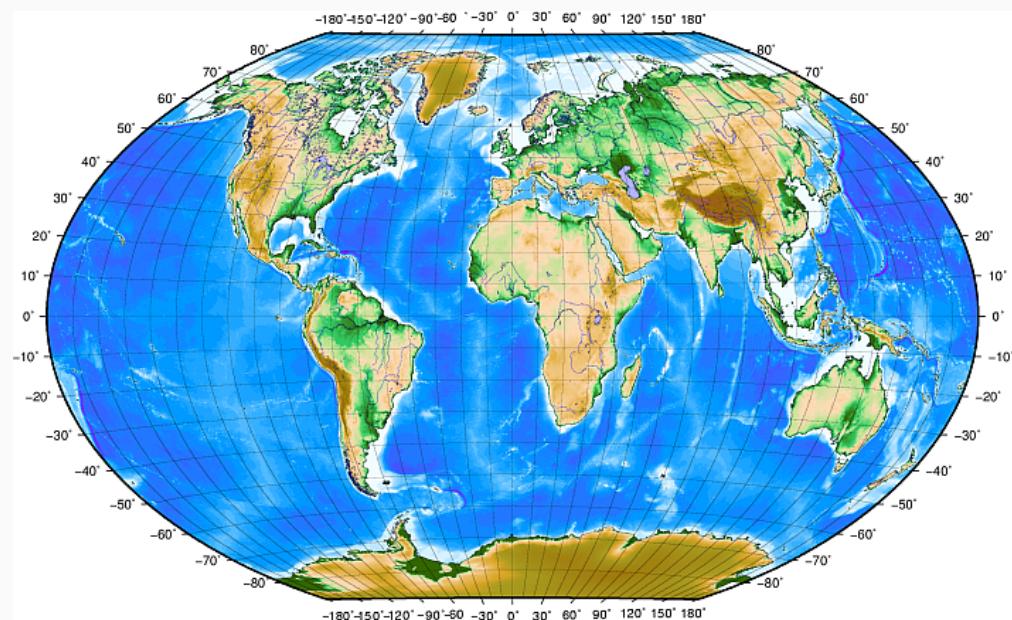
### Geográficas (graus)

#### 1. Graus, minutos e segundos

- Longitude:  $42^{\circ}42'42''\text{O}$
- Latitude:  $23^{\circ}23'23''\text{S}$

#### 2. Graus decimais

- Longitude: -42.71167
- Latitude: -23.38972



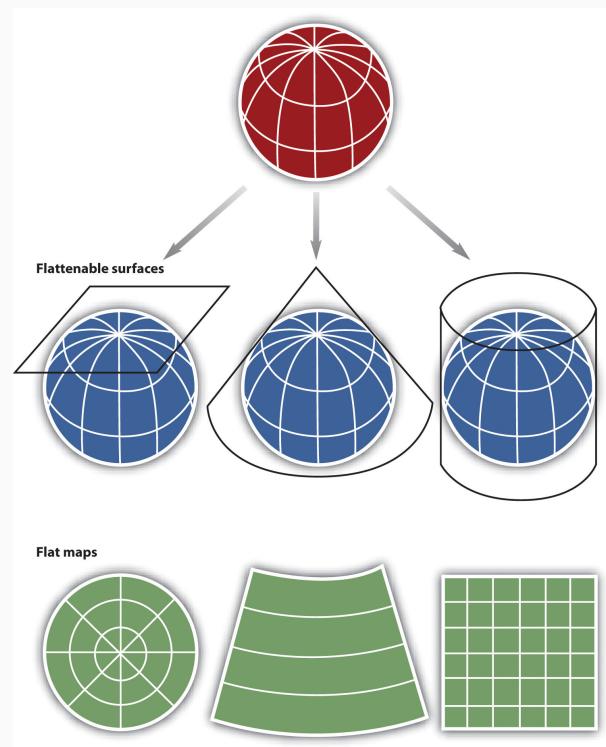
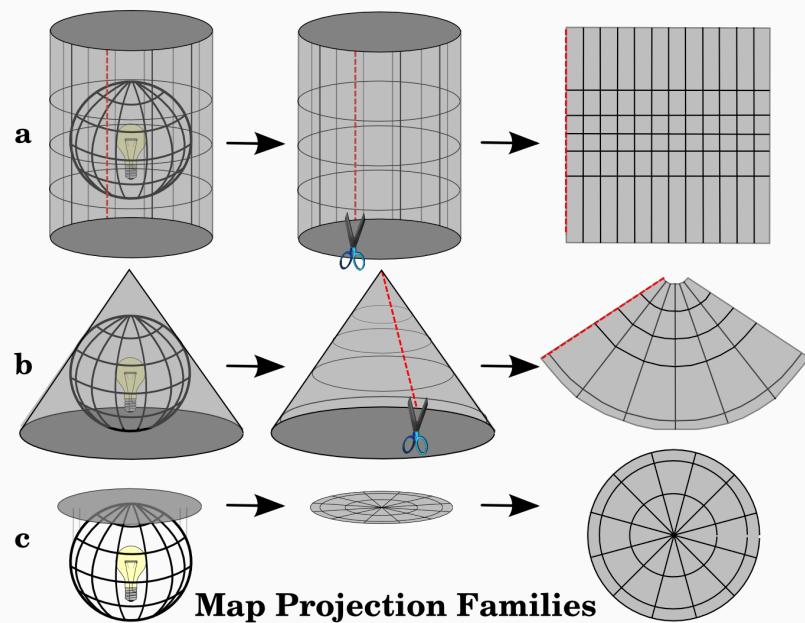
**Conversão:**  $42 + (42/60) + (42/3600) = 42.71167$

**Conversão:**  $23 + (23/60) + (23/3600) = 23.38972$

# 5.2 Cartografia

## Sistemas de coordenadas

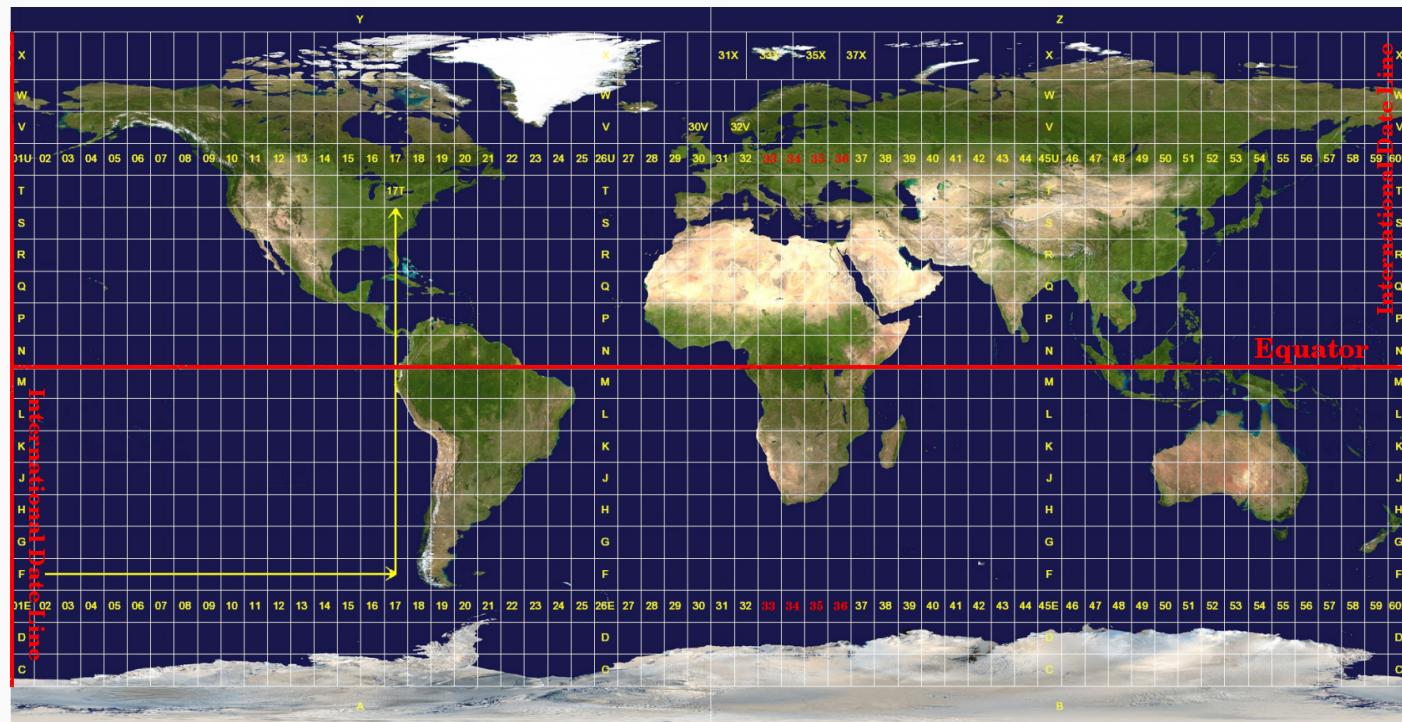
Projetadas (metros)



# 5.2 Cartografia

## Sistemas de coordenadas

### Projetadas (metros) - UTM



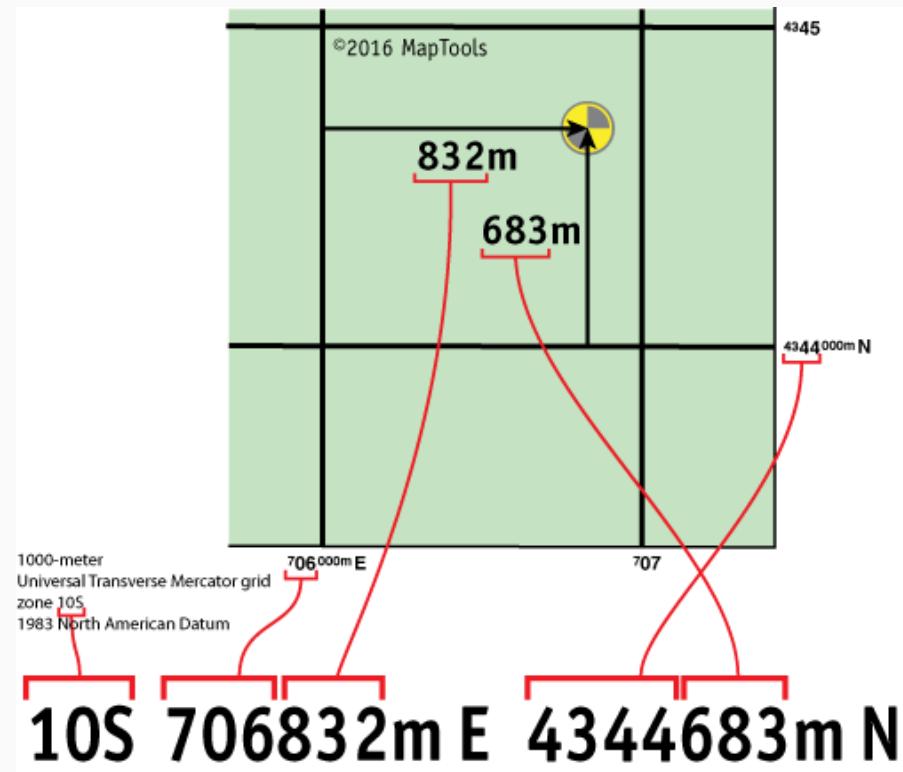
# 5.2 Cartografia

## Sistemas de coordenadas

### Projetadas (metros) - UTM

#### 1. Zona e metros

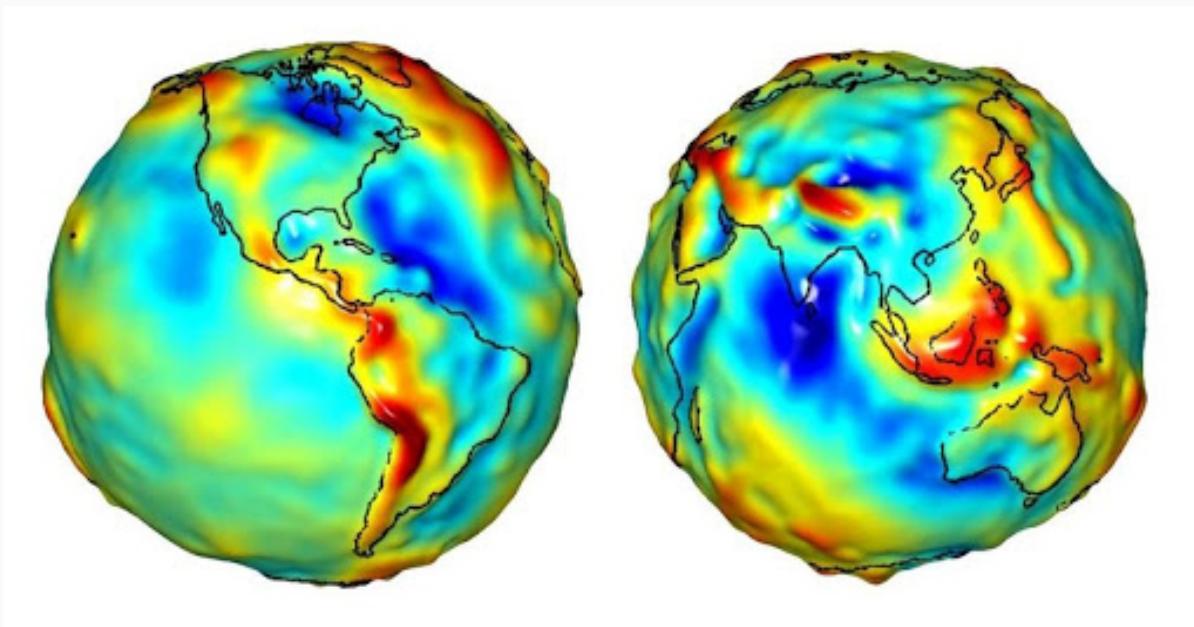
- X UTM: 733876 m E
- Y UTM: 7411482 m S
- Zona: 23K



## 5.2 Cartografia

### Sistemas de referências (Datum)

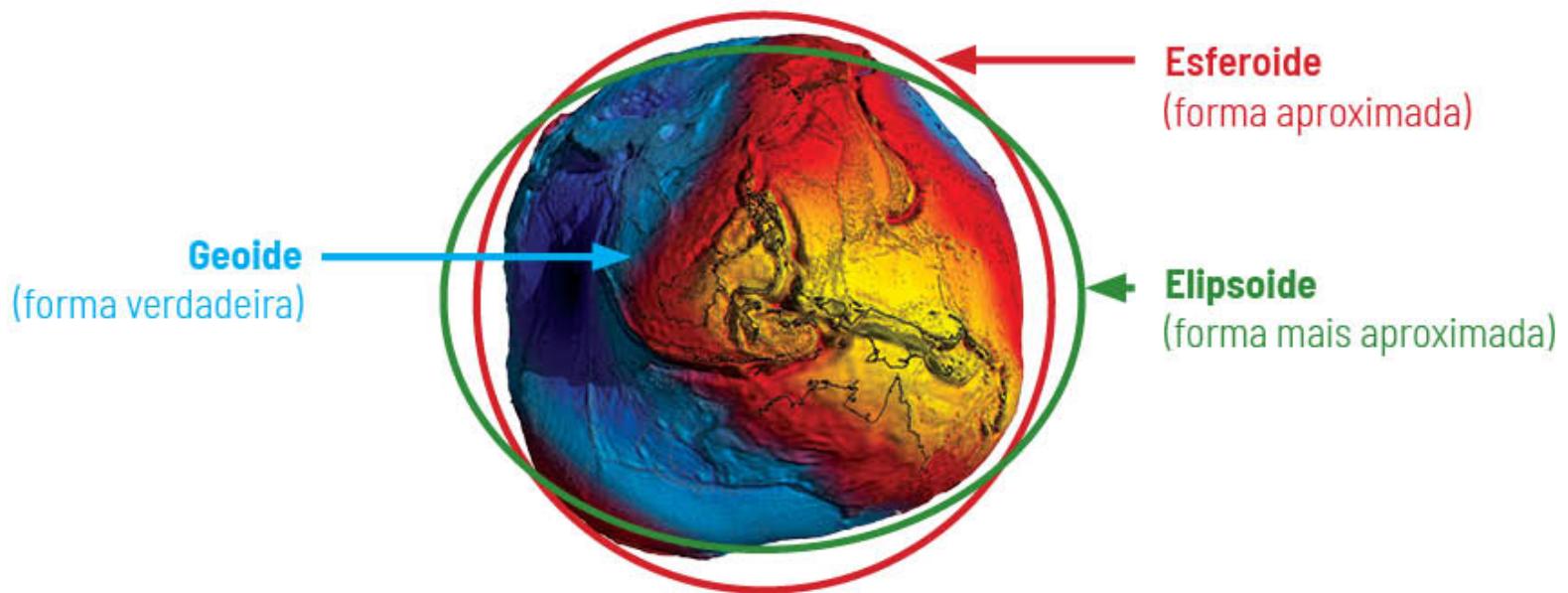
Geoide



## 5.2 Cartografia

### Sistemas de referências (Datum)

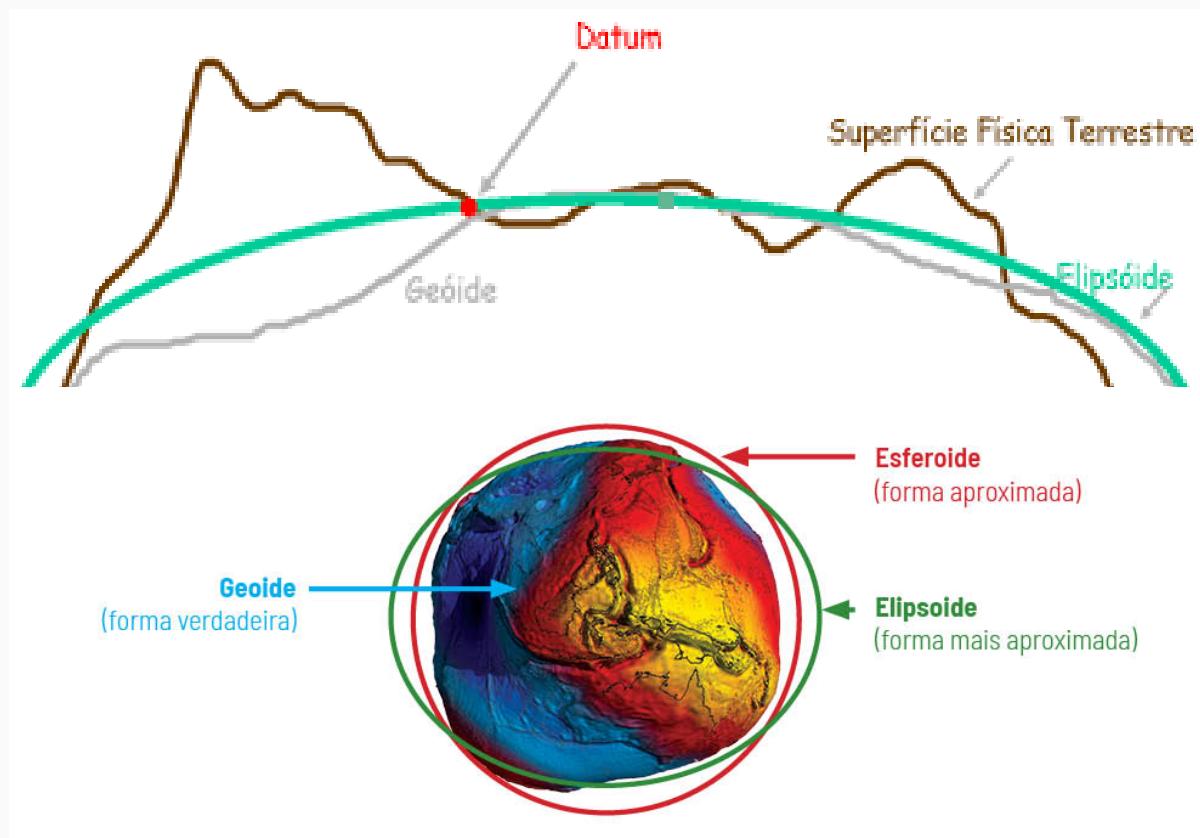
Geoide, esferoide e elipsoide



## 5.2 Cartografia

### Sistemas de referências (Datum)

#### Datum



# 5.2 Cartografia

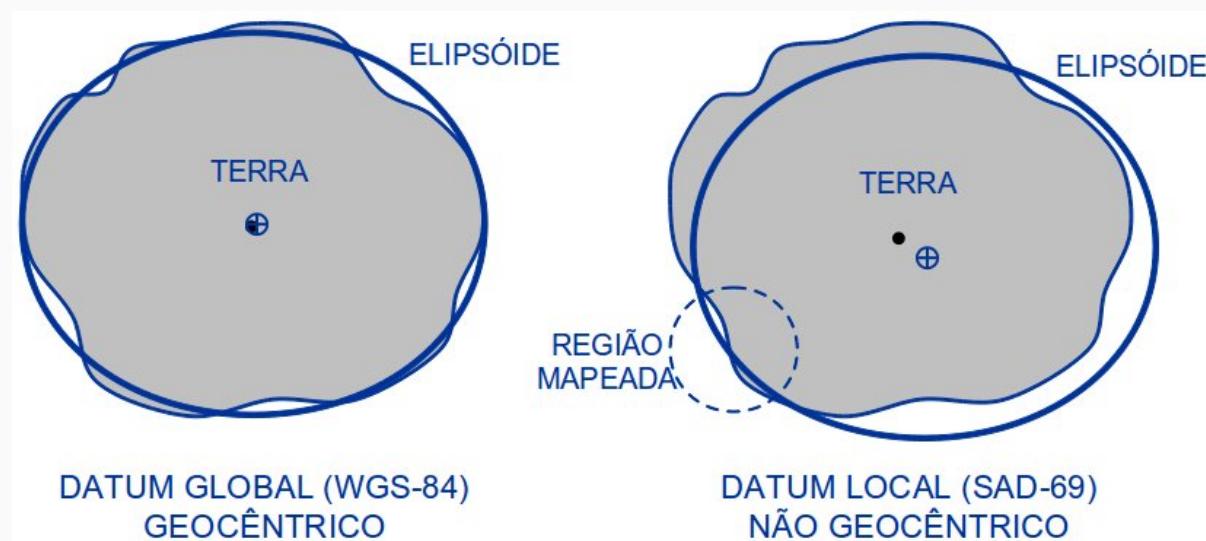
## Sistemas de referências (Datum)

### 1. Geocêntricos

- WGS 84
- SIRGAS 2000

### 2. Topocêntricos

- SAD 69
- Córrego Alegre



**Conversão:** não é trivial e requer muita trigonometria - feita por computador

# 5.2 Cartografia

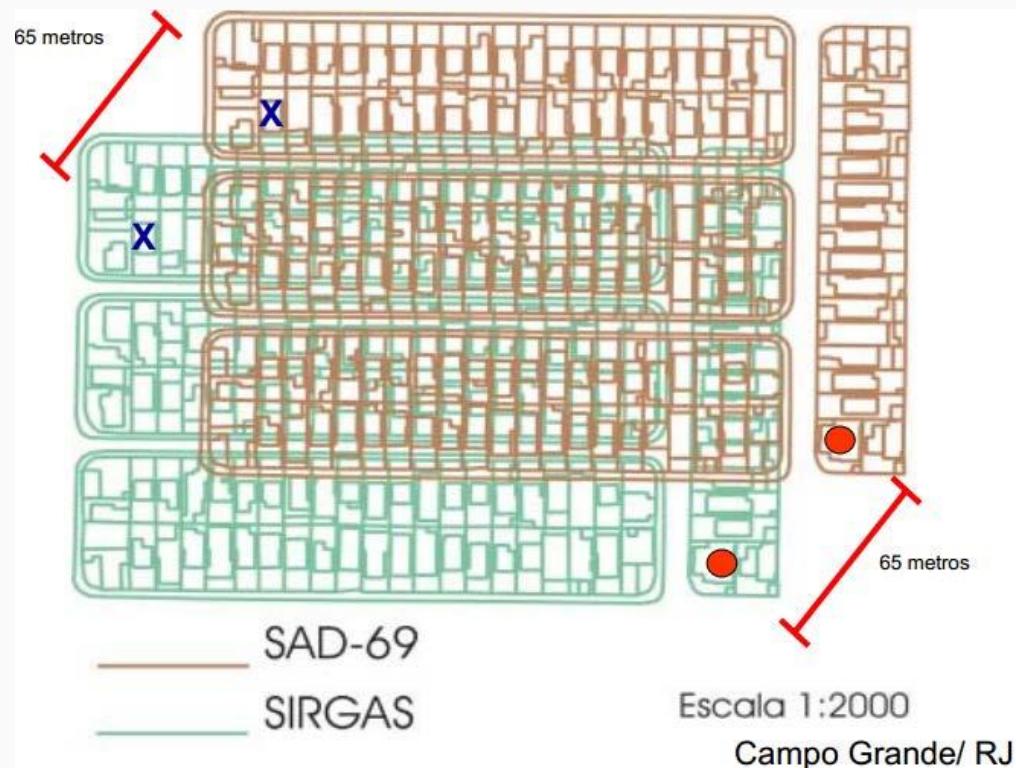
## Sistemas de referências (Datum)

### 1. Geocêntricos

- SIRGAS 2000

### 2. Topocêntricos

- SAD 69



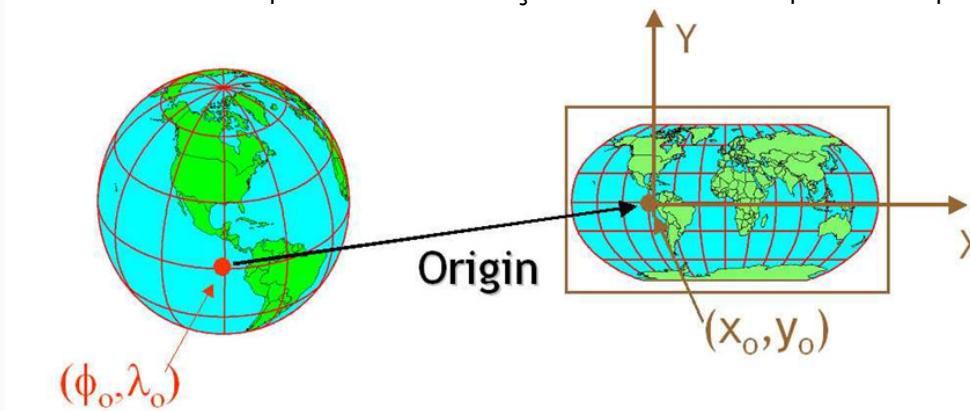
Diferença: cerca de 60 m

## 5.2 Cartografia

### Sistemas de referências de coordenadas (SRC)

O SRC é composto de quatro componentes

1. **Sistema de coordenadas**: grade X e Y, na qual os dados são sobrepostos e como um ponto está localizado no espaço
2. **Unidades horizontais e verticais**: unidades usadas para definir a grade ao longo dos eixos X, Y (e Z)
3. **Datum**: versão modelada da forma da Terra que define a origem usada para colocar o sistema de coordenadas no espaço
4. **Informações de projeção**: equação matemática usada para nivelar objetos que estão em uma superfície redonda para visualização em uma superfície plana



# 5.2 Cartografia

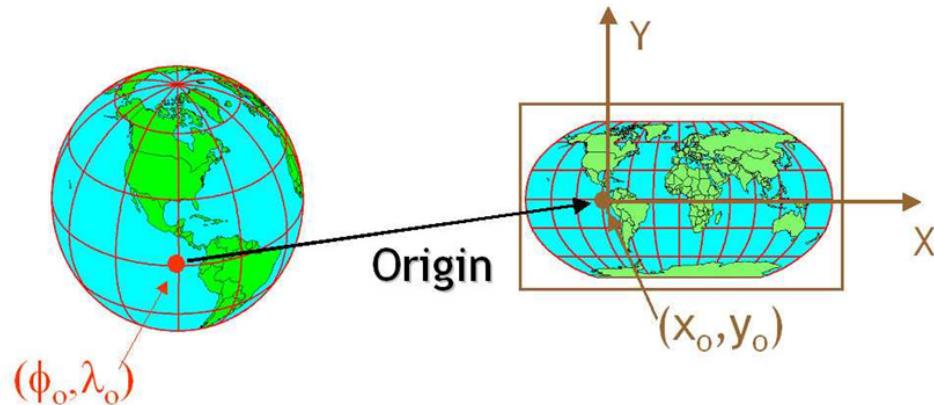
## Sistemas de referências de coordenadas (SRC)

### Coordenadas geográficas

- $23^{\circ}23'23"S\ 42^{\circ}42'42"O$ ; WGS 84
- $23^{\circ}23'23"S\ 42^{\circ}42'42"O$ ; SIRGAS 2000
- $-23.38972, -42.71167$ ; WGS 84

### Coordenadas projetadas (UTM)

- 23K 733876E, 7411482S; WGS 84
- 23K 733876E, 7411482S; SIRGAS 2000



Para facilitar o trabalho com CRSs,  
existem códigos numéricos para cada  
SRC

## 5.2 Cartografia

EPSG (*European Petroleum Survey Group*)

Possui códigos numéricos para quase todos os CRSs

The logo for epsg.io is centered over a faint background of a world map. The logo consists of the word "epsg" in a dark grey serif font and ".io" in a blue sans-serif font. To the right of ".io" is a small icon of a square with a crosshair and a plus sign (+) in the top-right corner.

epsg.io

Coordinate Systems Worldwide

\*[<https://epsg.io/>]

## 5.2 Cartografia

EPSG (*European Petroleum Survey Group*)

EPSG:4326 [SRC Geográfico Datum WGS 84](#)

EPSG:4674 [SRC Geográfico Datum SIRGAS 2000](#)

EPSG:32723 [SRC UTM 25L Datum WGS 84](#)

\*[<https://epsg.io/>]

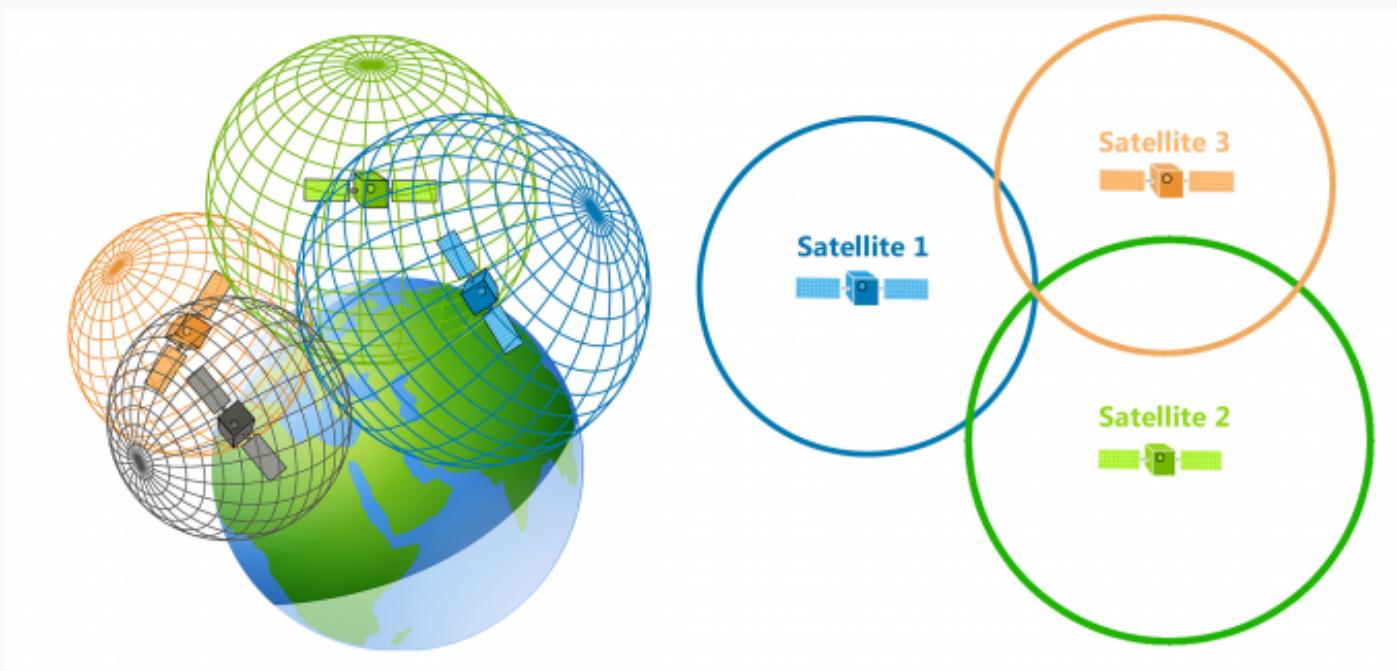
# GPS

# 5.3 GPS (Global Positioning System)

Indica sua localização no planeta

3 satélites - localização

4 satélites - altitude



# 5.3 GPS (Global Positioning System)

## Formatos

- 1. Formato de saída (.gpx):** formato XML leve para transferência de dados de GPS (waypoints, rotas e trilhas), usado em aparelhos, como Garmin, dentre outros
- 2. Formato do google earth (.kml ou .kmz):** linguagem XML focada em visualização geográfica, incluindo anotações de mapas e imagens, usado para exibir dados geográficos no Google Earth e/ou Google Maps

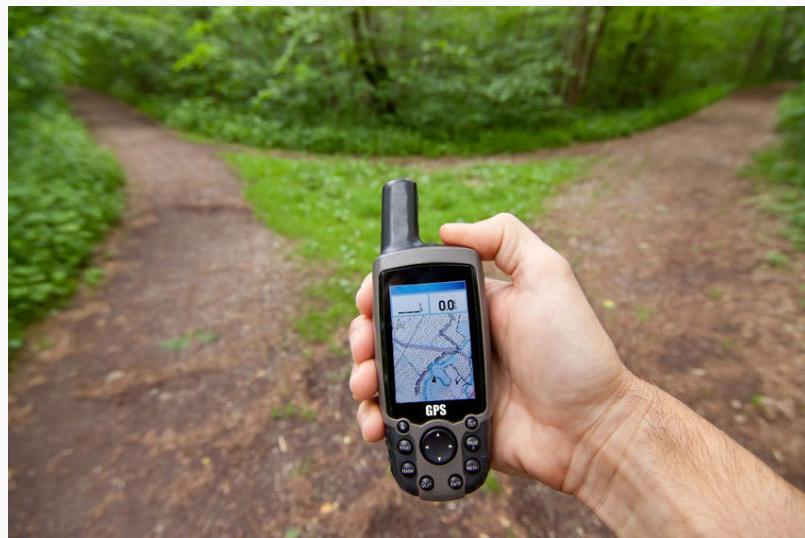
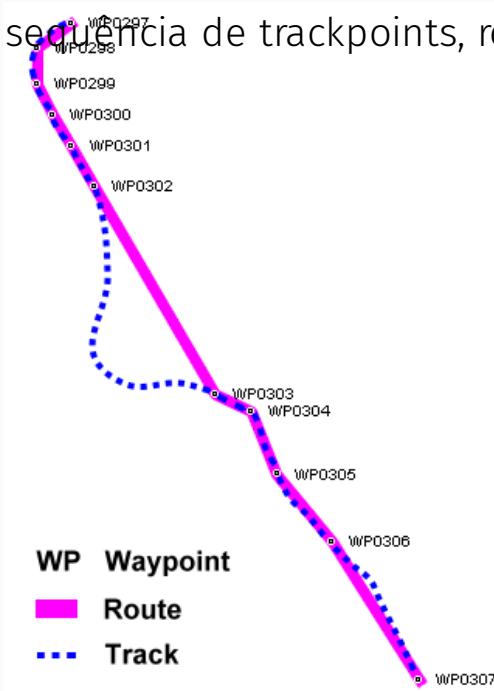


**Conversão:** <https://kml2gpx.com/>

# 5.3 GPS (Global Positioning System)

## Tipos de dados em GPSs

- 1. Waypoints:** ponto de interesse, contendo longitude e latitude, além de informações como elevação, nome, descrição, etc.
- 2. Rotas:** sequência de waypoints, representa uma **sugestão da trajetória** entre os waypoints
- 3. Trilhas:** sequência de trackpoints, representa a **trajetória percorrida**

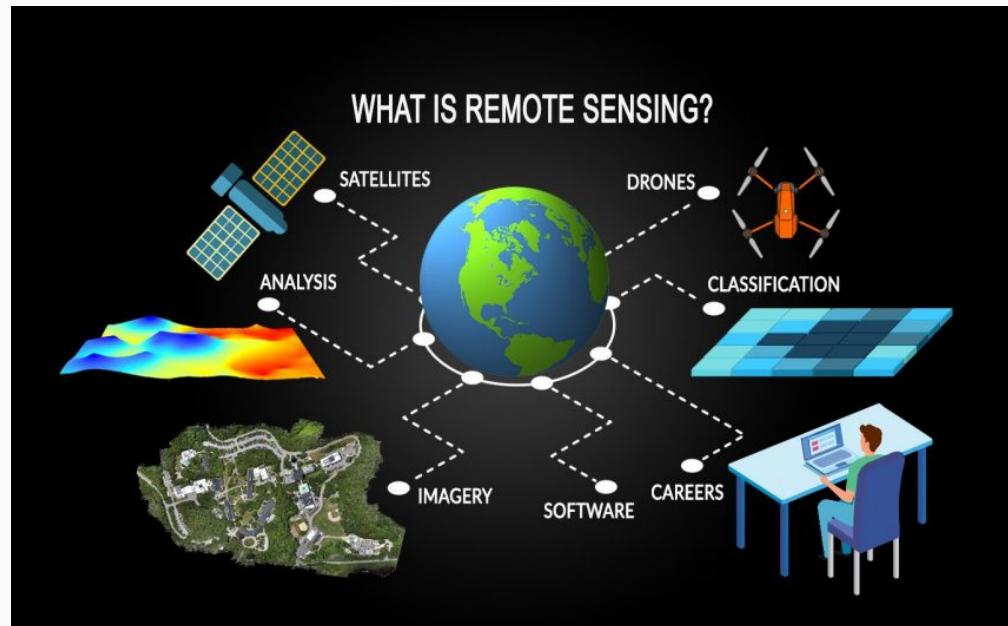


# Sensoriamento Remoto

# 5.4 Sensoriamento Remoto

## Conceitos

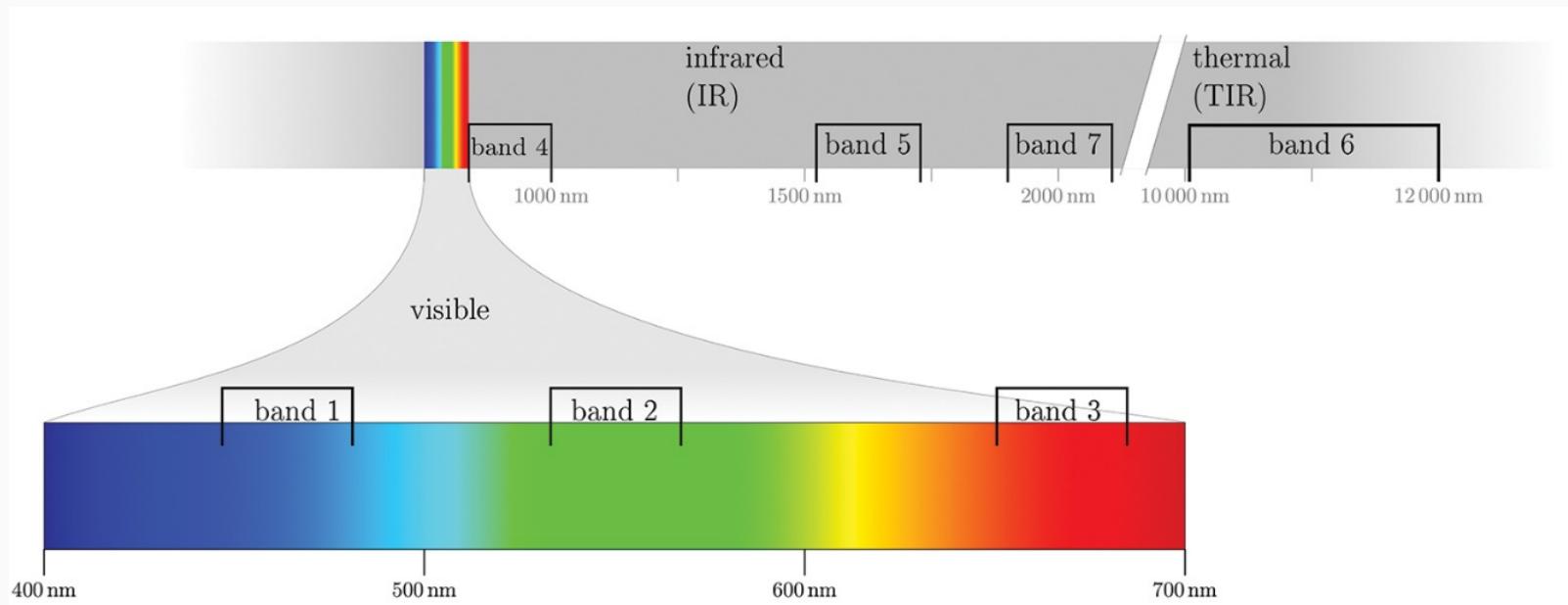
1. Bandas
2. Satélites
3. Resoluções
4. Aplicações



# 5.4 Sensoriamento Remoto

## 1. Bandas

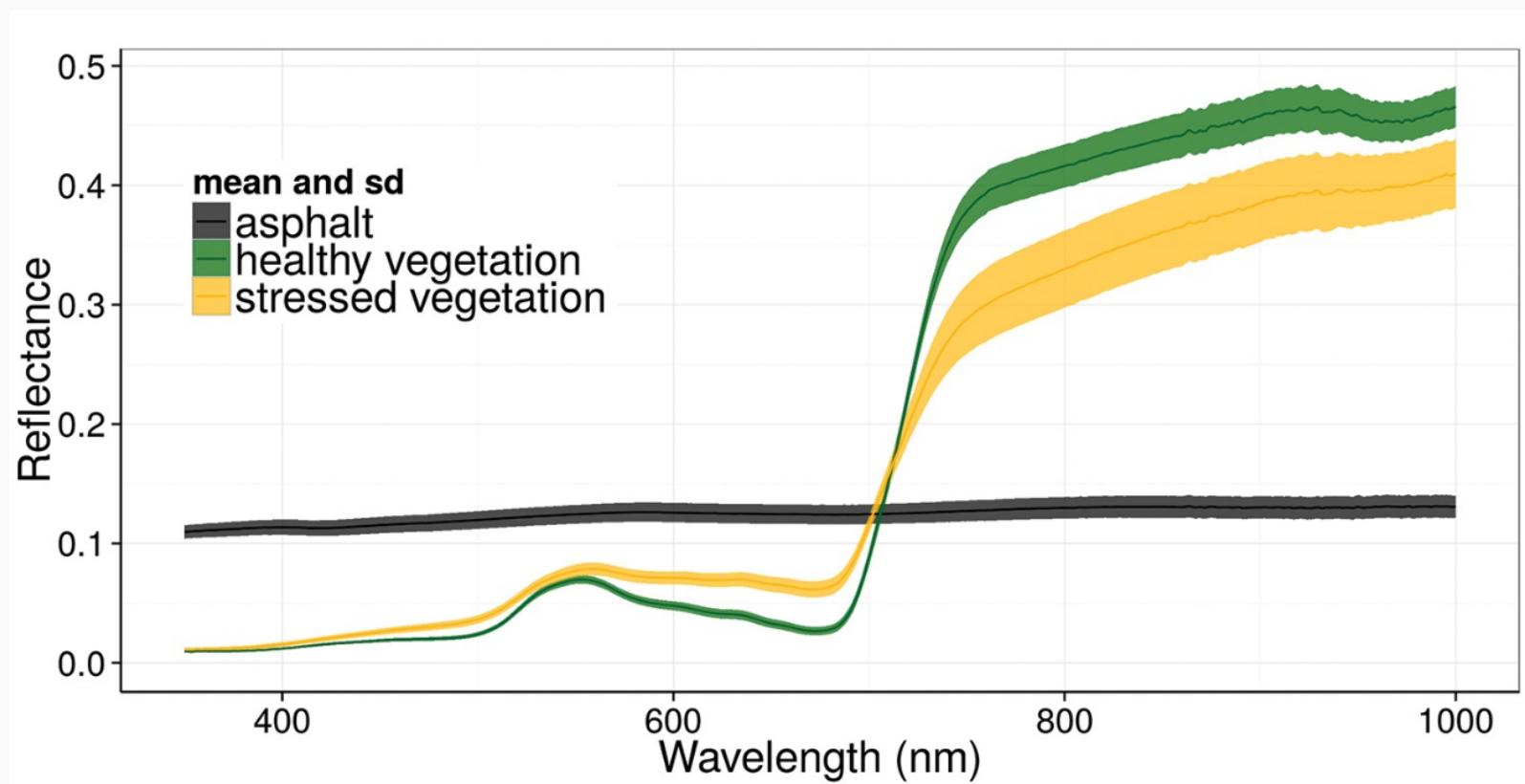
Espectro eletromagnético e bandas



# 5.4 Sensoriamento Remoto

## 1. Bandas

### Respostas espectrais



# 5.4 Sensoriamento Remoto

## 2. Satélites

### 1. Landsat (1-8)

### 2. Sentinel (1-3)

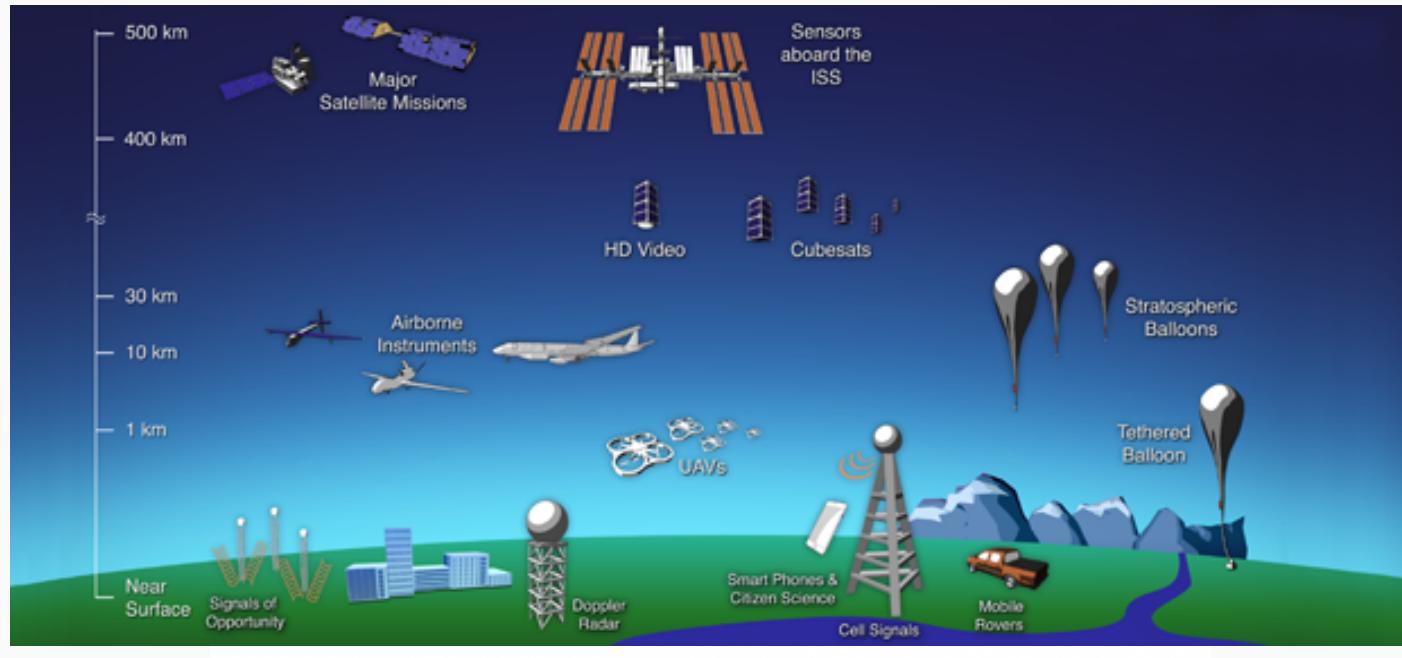
### 3. MODIS

Satellite	Sensor	Spatial resolution (pan)	Spatial resolution (multi)	Spatial resolution (thermal)	Swath width	Revisiting time
IKONOS	Ikonos	0.82 m	3.2 m		11 km	1–3 days
QuickBird-2	BGIS 2000	0.61 m	2.4 m		17 km	1–3 days
WorldView-2	IRU	0.46 m	1.85 m		16 km	1–4 days
WorldView-3	IRU	0.31 m	1.24 m		13 km	5 days
SSTL-150	RapidEye		6.5m		77 km	5.5 days
Landsat 1–3	MSS		80 m		185 km	16 days
Landsat 4 & 5	TM		30 m	120 m	185 km	16 days
Landsat 7	ETM+	15 m	30 m	120 m	185 km	16 days
Landsat 8	OLI/TIRS	15 m	30 m	100 m	185 km	16 days
SPOT 1–4	HRV, HRVIR	10 m	20 m		60 km	2–3 days
SPOT 5	HRG, HRS	5 m	10–20 m		60 m	2–3 days
SPOT 4 & 5	VEGETATION		1,000 m		2250 km	1 day
Terra	ASTER		15–30 m	90 m	60 km	1–2 days
Sentinel-2	MSI		10–60 m		290 km	5 days
Terra/Aqua	MODIS		250–1,000 m	1,000 m	2,330 km	1–2 days
NOAA 6–18	AVHRR 2–3		1,090 m	1,090 m	2,000 km	1 day

[\*] <https://webapps.itc.utwente.nl/sensor/default.aspx?view=searchsat>

# 5.4 Sensoriamento Remoto

## 2. Satélites - outros remotos



### UAVs and Drones

#### ADVANTAGES

- Very high resolution imagery
- Programmable flight paths
- LiDAR capabilities

#### DISADVANTAGES

- Very small coverage extent
- Visual line of sight



### Airplanes and Helicopters

#### ADVANTAGES

- High resolution imagery
- Pilot-flown flight paths
- LiDAR capabilities

#### DISADVANTAGES

- Small coverage extent
- Flight operation



### Low Earth Orbit Satellites

#### ADVANTAGES

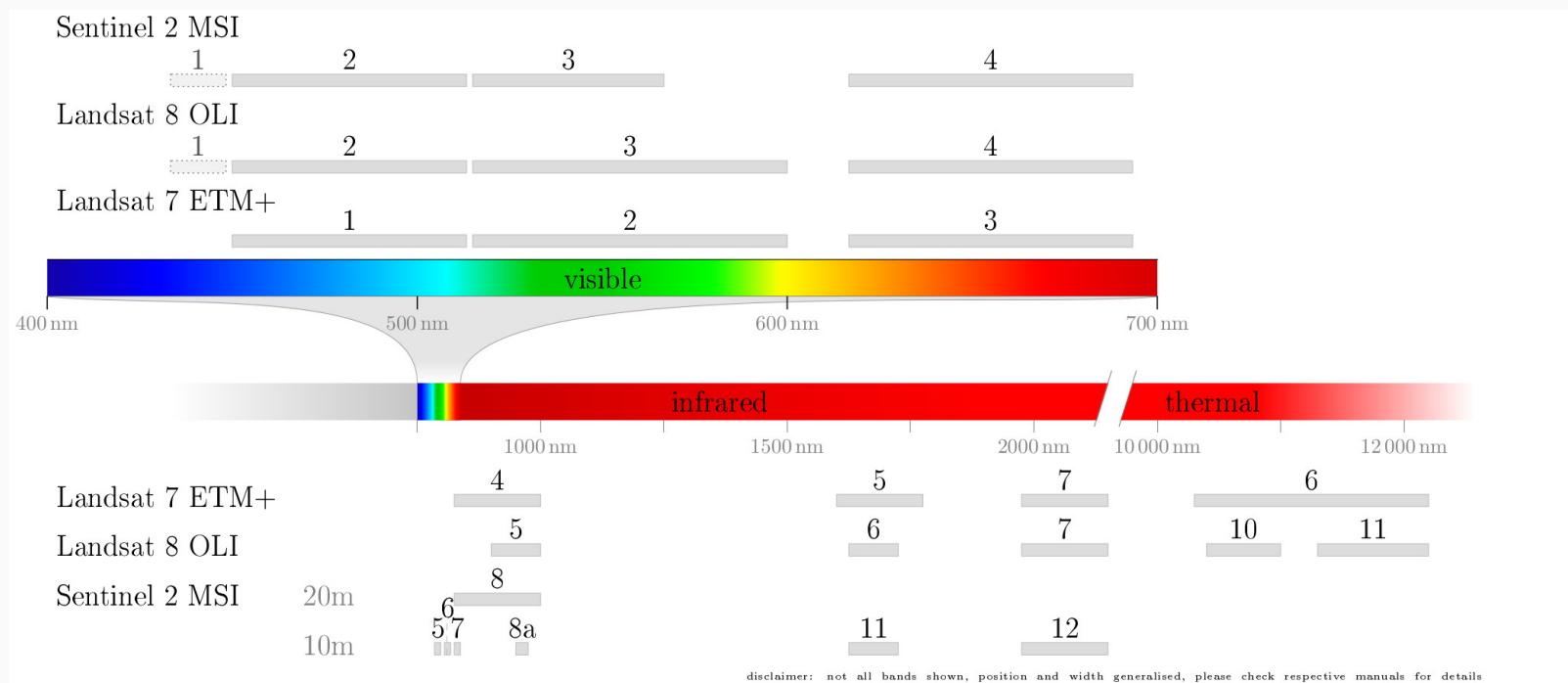
- High to coarse resolution imagery
- Large coverage extent

#### DISADVANTAGES

- Coverage limited to orbital path
- Cloud obstructions

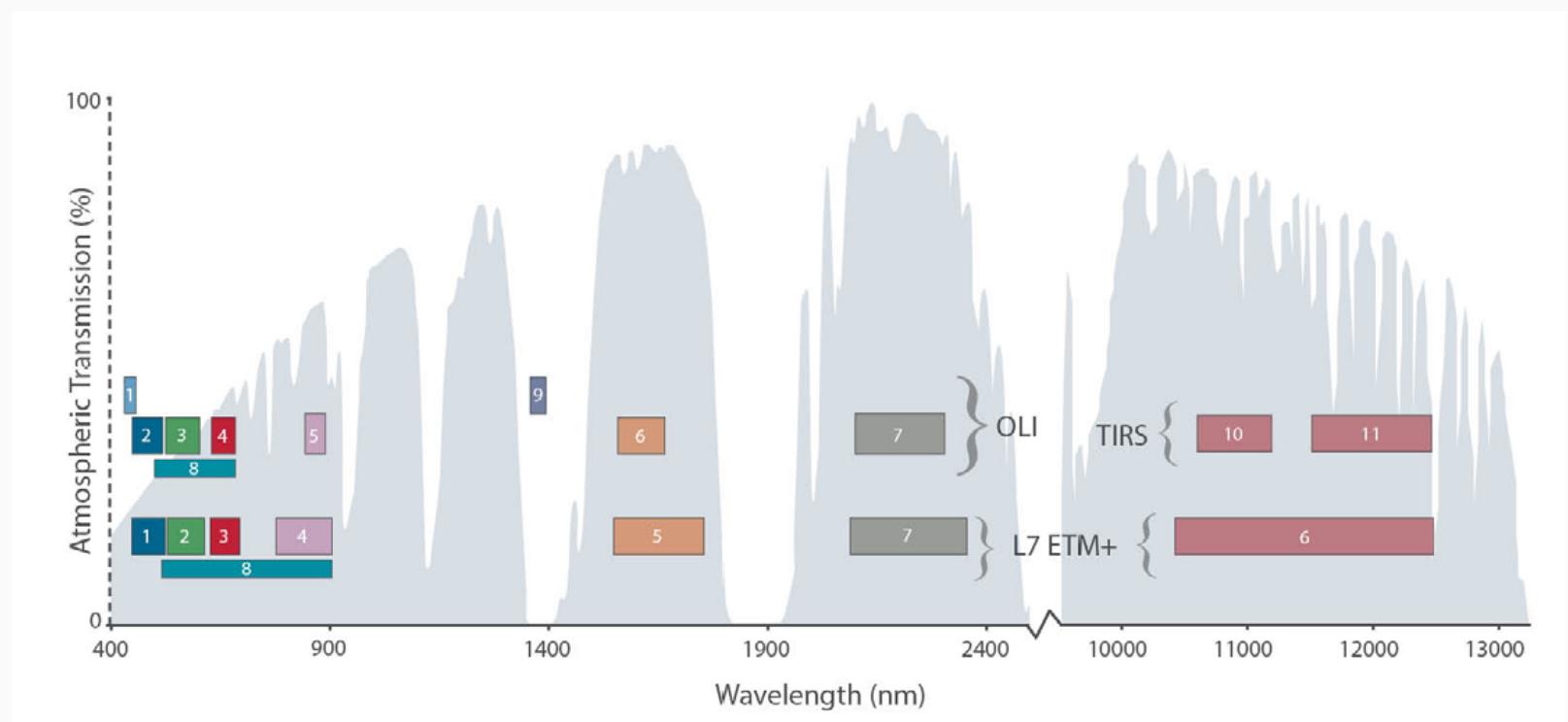
# 5.4 Sensoriamento Remoto

## 2. Satélites - bandas



# 5.4 Sensoriamento Remoto

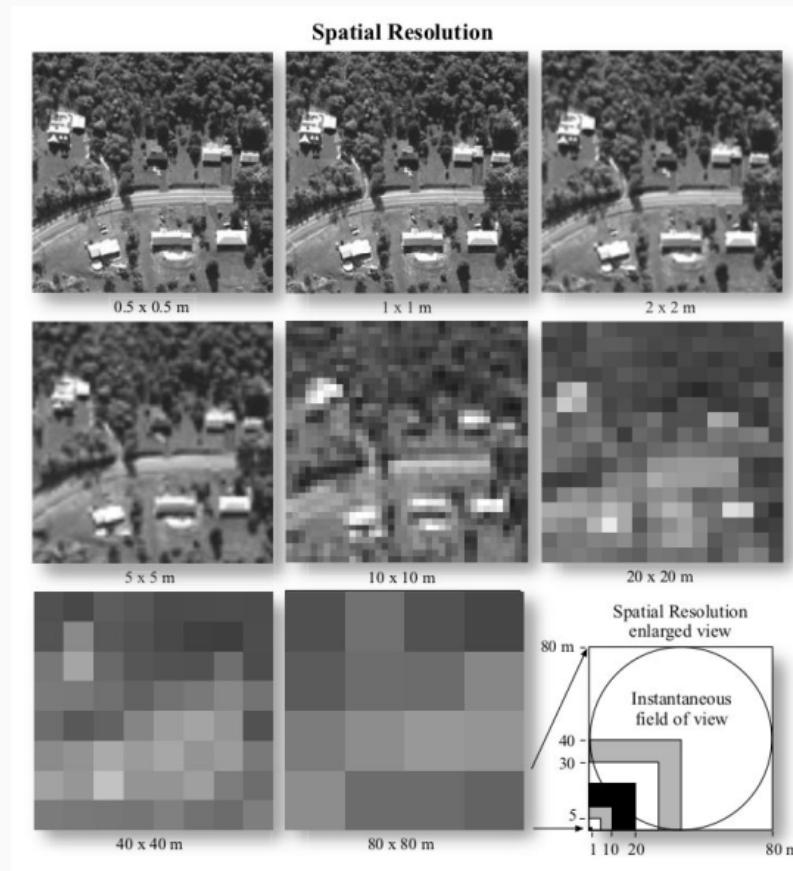
## 2. Satélites - bandas - landsat



# 5.4 Sensoriamento Remoto

## 3. Resoluções

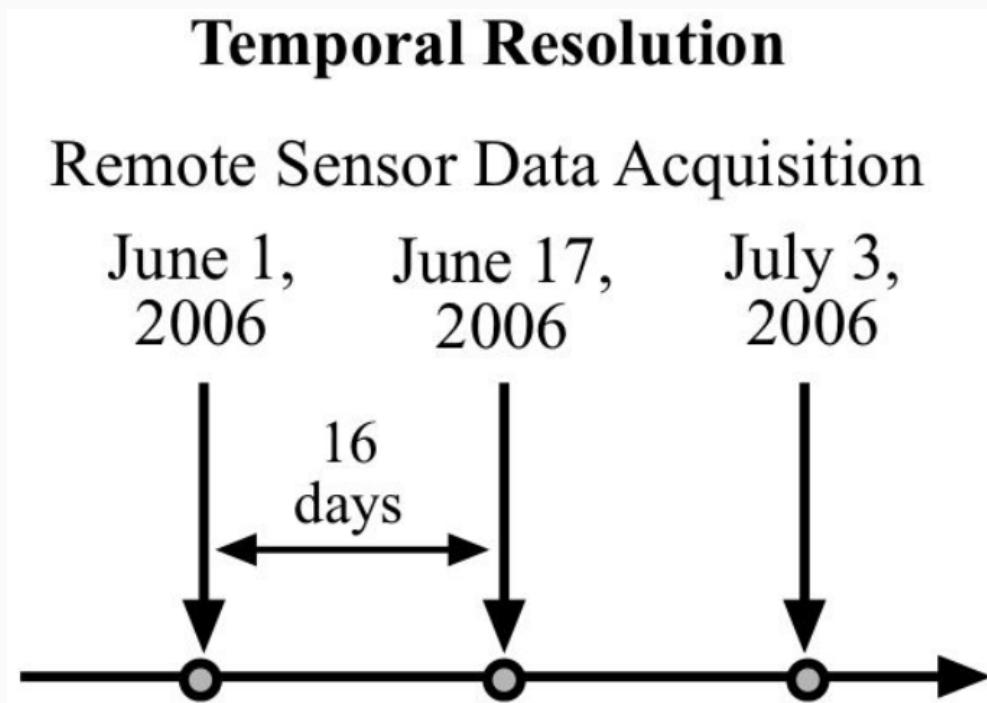
### 1. Resolução espacial



# 5.4 Sensoriamento Remoto

## 3. Resoluções

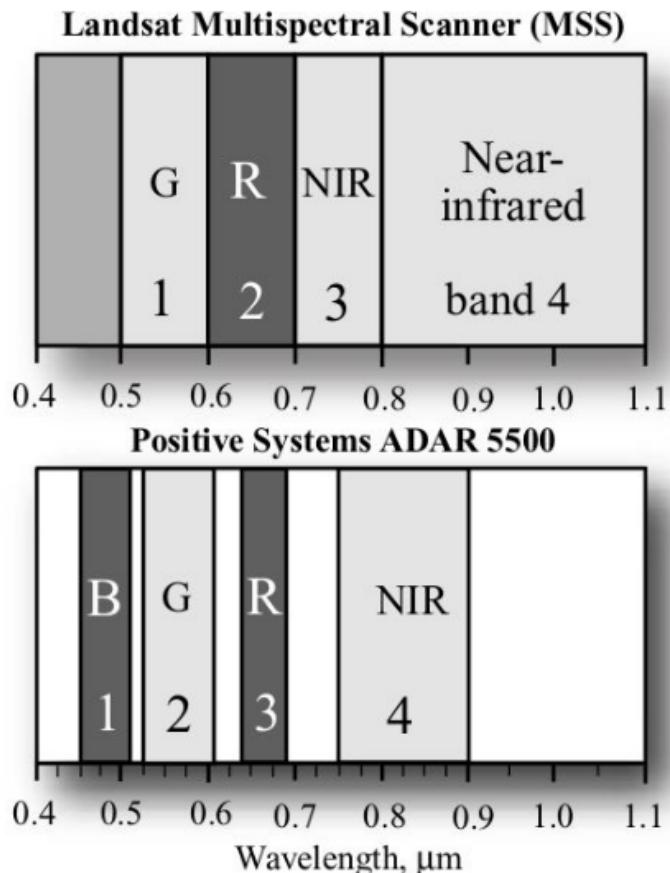
### 2. Resolução temporal



# 5.4 Sensoriamento Remoto

## 3. Resoluções

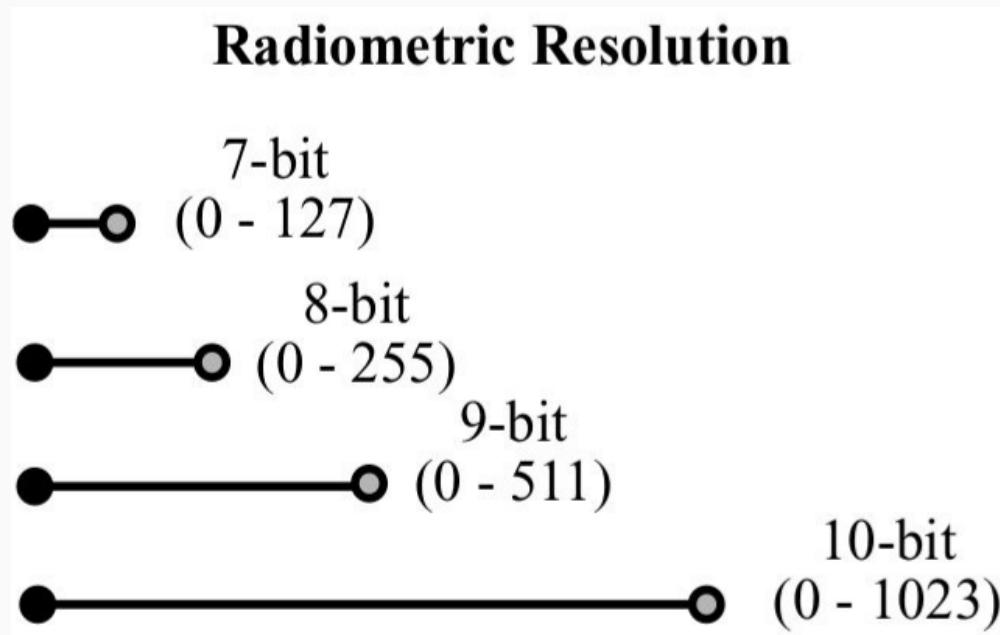
### 3. Resolução espectral



# 5.4 Sensoriamento Remoto

## 3. Resoluções

### 4. Resolução radiométrica



# 5.4 Sensoriamento Remoto

## 4. Aplicações

1. Mapeamento do uso e cobertura da terra
2. Características do solo
3. Características da vegetação (agricultura)
4. Relevo (topografia, declividade, curvas de nível)
5. Hidrografia (rios e limites de bacias)
6. Balanço de energia na superfície
7. Monitoramento de queimadas
8. Monitoramento de desmatamentos



# Sistema de Informação Geográfica

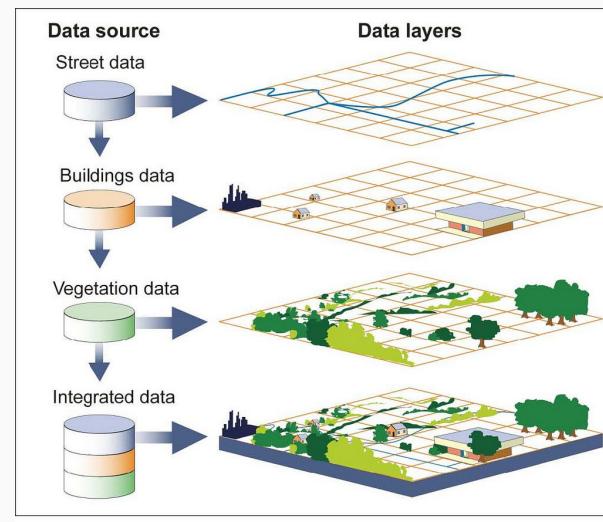
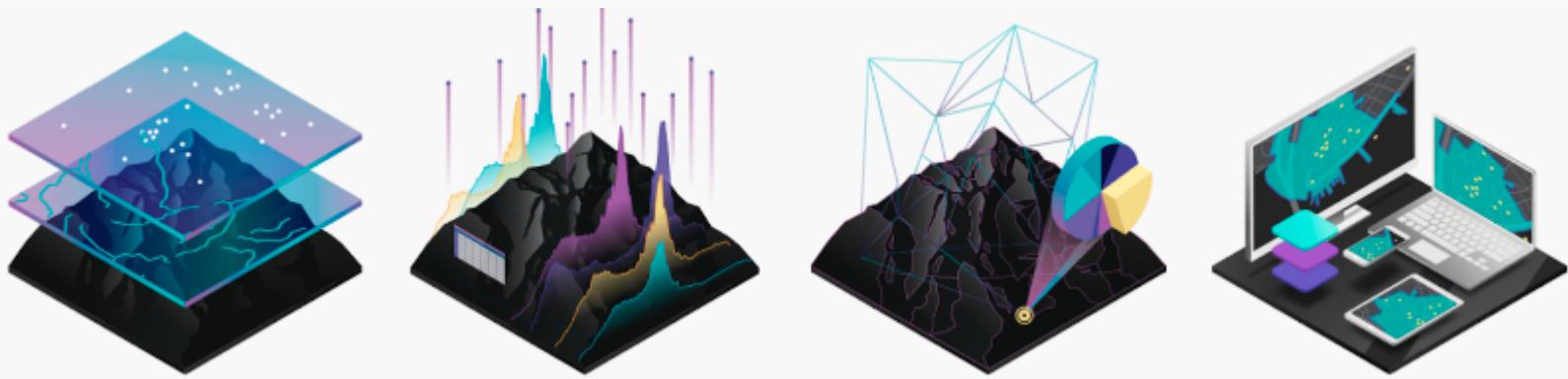
# 5.5 Sistema de Informação Geográfica

Composto por vários elementos e tecnologias



# 5.5 Sistema de Informação Geográfica

## Integração das informações espaciais



Source: GAO.

# 5.5 Sistema de Informação Geográfica

## Softwares



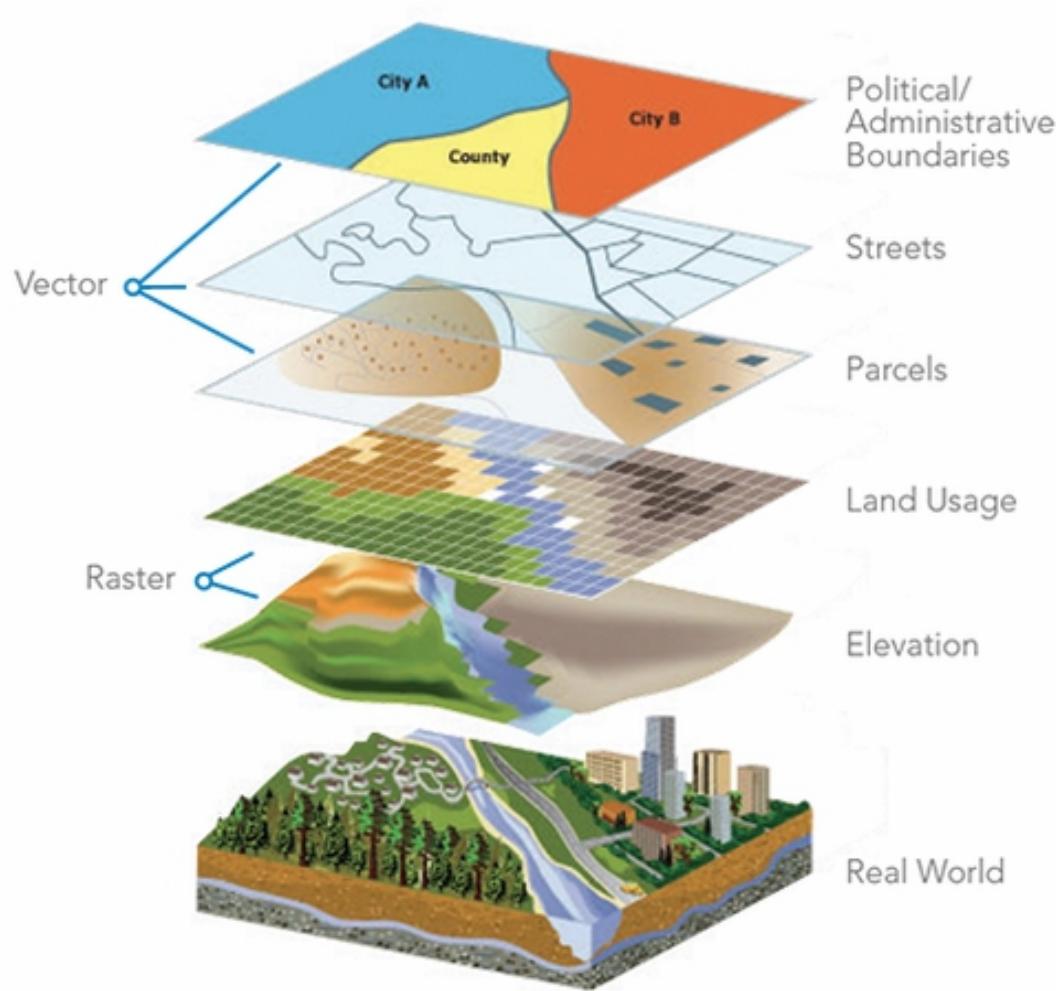
ArcGIS



# Dados geoespaciais

# 5.6 Dados geoespaciais

## Tipos de dados

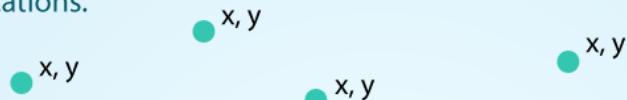


# 5.7 Dados vetoriais

## Ponto, linha e polígono

**POINTS:** Individual **x, y** locations.

ex: Center point of plot locations, tower locations, sampling locations.



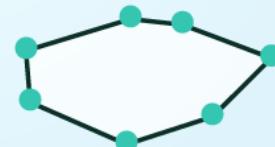
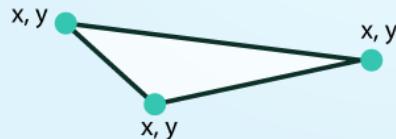
**LINES:** Composed of many (at least 2) vertices, or points, that are connected.

ex: Roads and streams.



**POLYGONS:** 3 or more vertices that are connected and **closed**.

ex: Building boundaries and lakes.

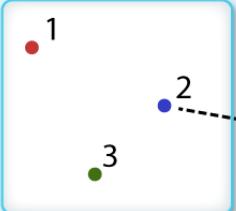


neon

# 5.8 Tabela de atributos

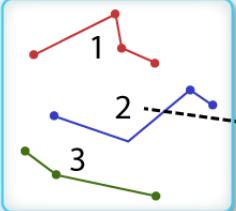
## Relação entre a geometria e suas características

Example Attributes for Point Data



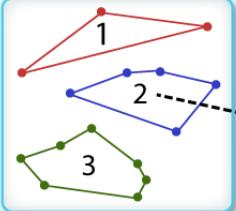
ID	Plot Size	Type	VegClass
1	40	Vegetation	Conifer
2	20	Vegetation	Deciduous
3	40	Vegetation	Conifer

Example Attributes for Line Data



ID	Type	Status	Maintenance
1	Road	Open	Year Round
2	Dirt Trail	Open	Summer
3	Road	Closed	Year Round

Example Attributes for Polygon Data



ID	Type	Class	Status
1	Herbaceous	Grassland	Protected
2	Herbaceous	Pasture	Open
3	Herbaceous / Woody	Grassland	Protected

neon

# 5.9 Formato de arquivos vetoriais

## Shapefile

### Formato fechado de arquivos vetoriais

**.shp:** contém as informações da feição (desenho)

**.dbf:** tabela que contém as informação (colunas) sobre cada feição (linhas)

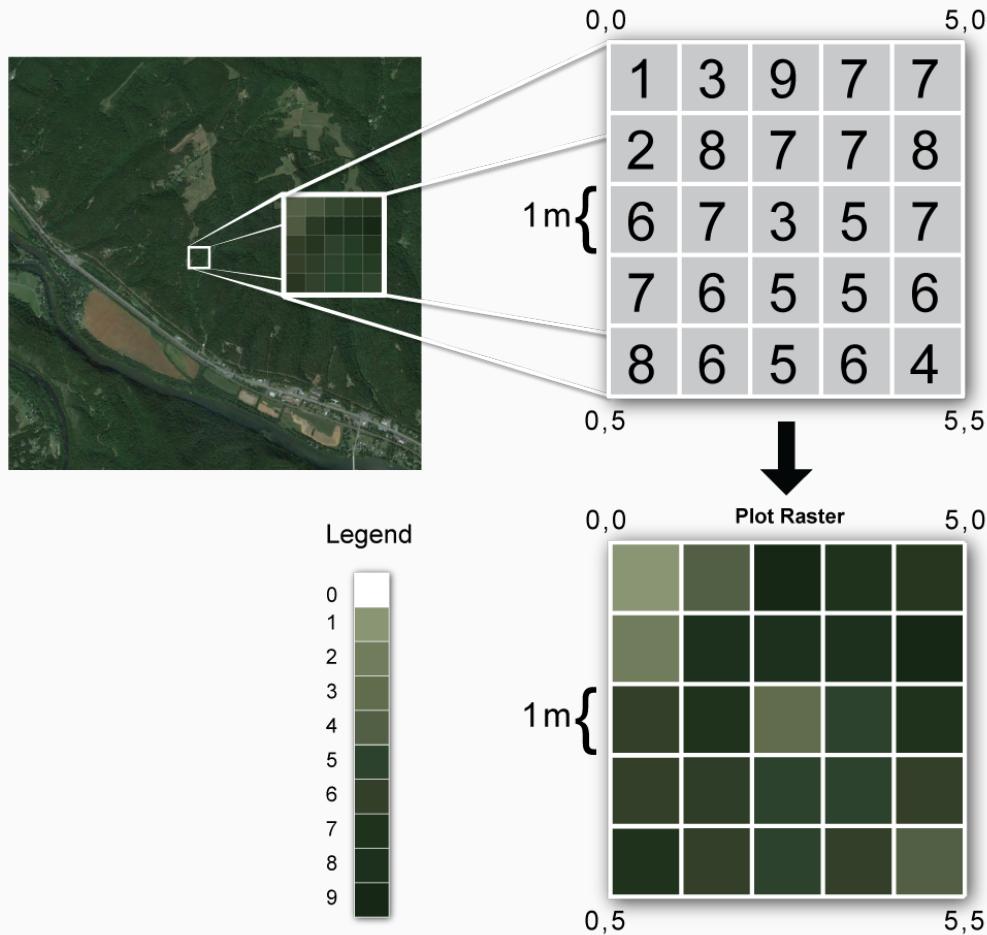
**.shx:** arquivo de índice que une o .shp ao .dbf

**.prj:** contém as informações do sistema de referências de coordenadas



# 5.10 Dados matriciais

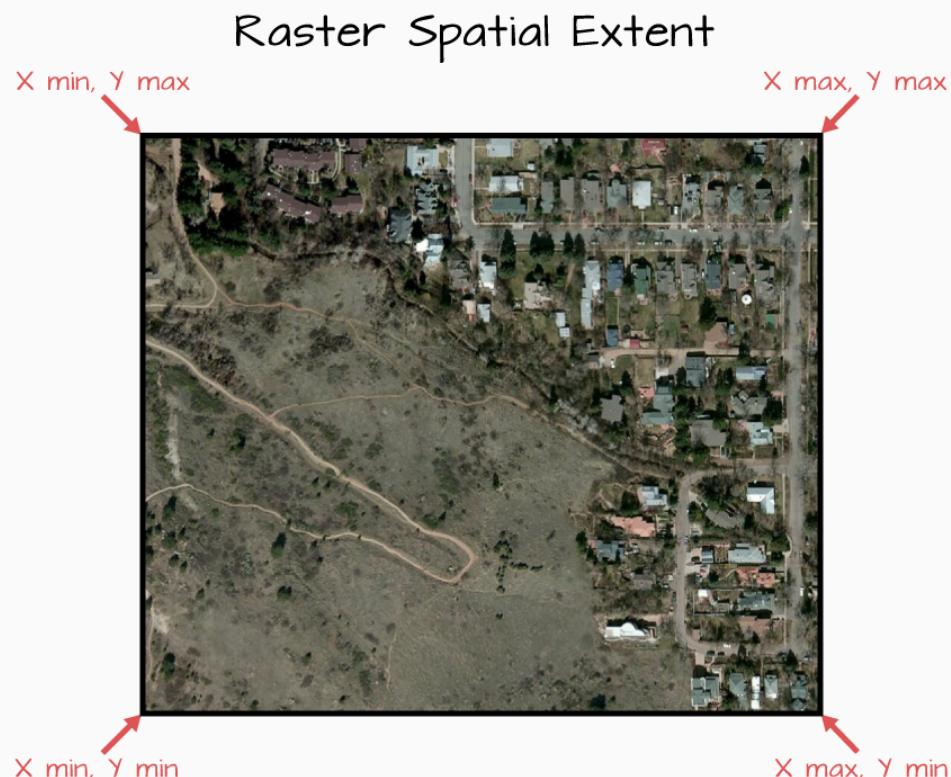
## Gride ou raster



# 5.10 Dados matriciais

## Gride ou raster

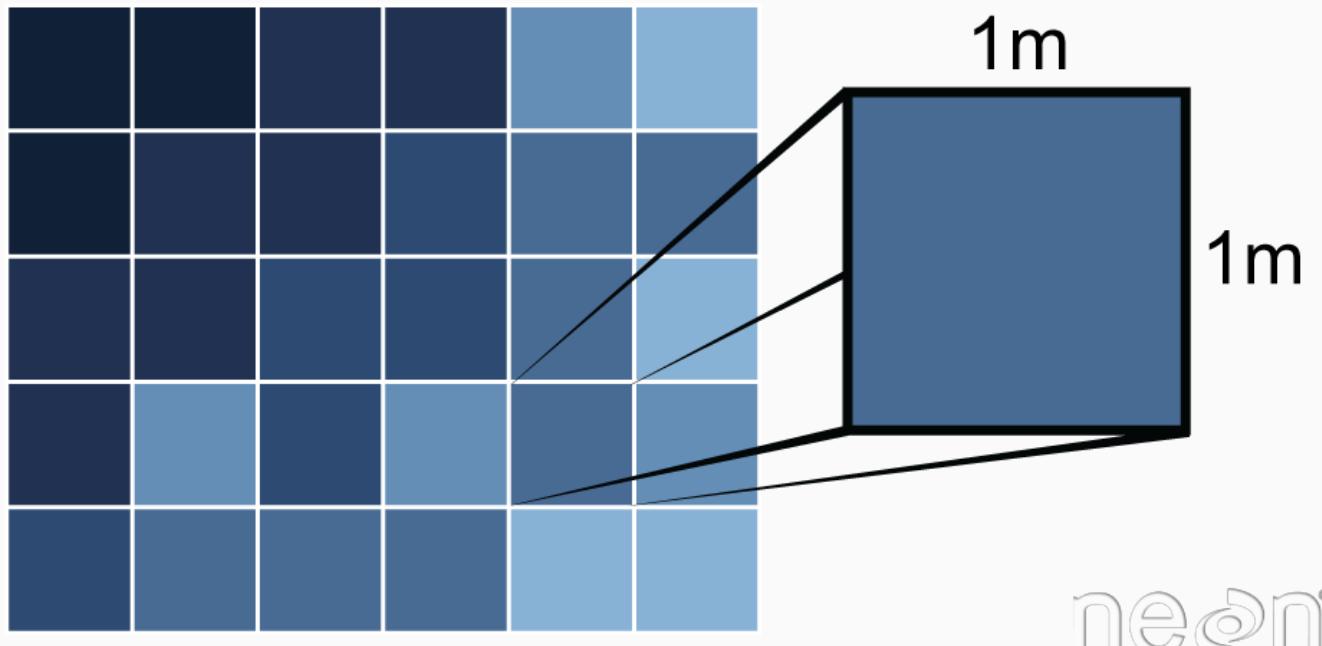
### Extensão



# 5.10 Dados matriciais

Gride ou raster

Resolução



neon

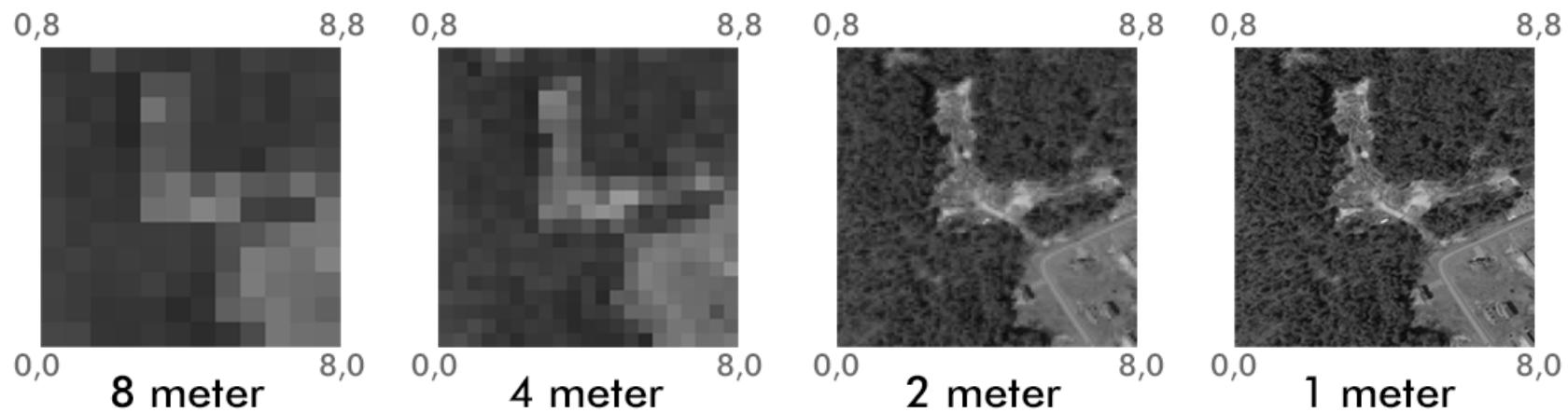
# 5.10 Dados matriciais

## Gride ou raster

### Resolução

- menor resolução -> maior tamanho do pixel
- maior resolução -> menor tamanho do pixel

Raster over the same extent, at 4 different resolutions

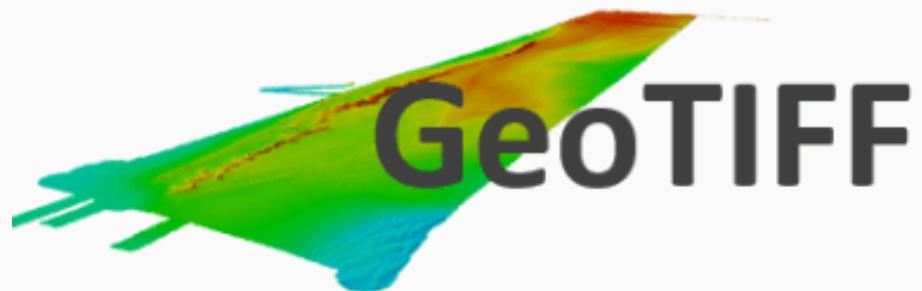


# 5.11 Formatos de arquivos matriciais

## GeoTiff e BIL

Formatos abertos de arquivos matriciais georreferenciados

**.tif:** arquivo matricial georreferenciamento com informações de georreferenciamento



**.bil:** arquivo matricial

**.hdr:** contém as informações do sistema de referências de coordenadas

# 5.12 Banco de dados geoespaciais

## Geopackage

Formato aberto para armazenamento de dados espaciais

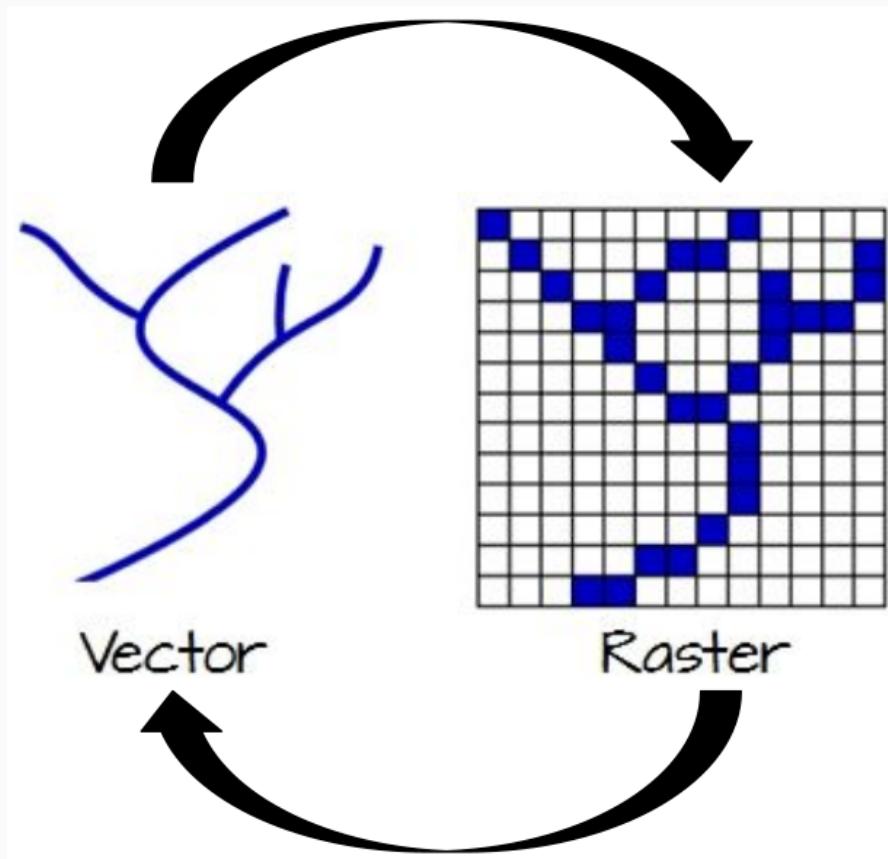
**.gpkg**: armazena dados vetoriais, matriciais, metadados, dados alfanuméricos, entre outros aspectos internos do banco



# 5.13 Conversão de dados geoespaciais

## Conversão entre dados vetoriais e matriciais

É possível converter os dados vetoriais em matriciais e vice-versa



# 5.14 Repositórios de dados geoespaciais

## Vetoriais

- **IBGE**: limites territoriais e censitários do Brasil  
<https://www.ibge.gov.br/geociencias/downloads-geociencias.html>
- **FBDS**: uso da terra, app e hidrografia - Mata Atlântica e Cerrado  
<http://geo.fbds.org.br/>
- **GeoBank**: dados geológicos do Brasil  
<http://geosgb.cprm.gov.br/>
- **GADM**: limites de áreas administrativas do mundo  
<https://gadm.org/>
- **Natural Earth**: diversos limites para o mundo  
<https://www.naturalearthdata.com/>

# 5.14 Repositórios de dados geoespaciais

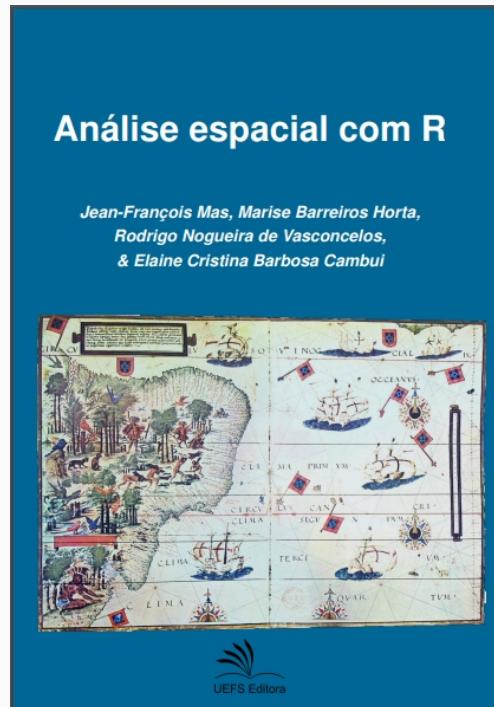
## Matriciais

- **MapBiomas**: uso e cobertura da terra para o Brasil, diversos anos  
<https://mapbiomas.org>
- **USGS**: dados de diversos satélites livres para o mundo  
<https://www.usgs.gov>
- **SRTM**: dados de elevação para o mundo  
<http://srtm.csi.cgiar.org/>
- **WorldClim**: dados climáticos para o mundo  
<https://www.worldclim.org/>
- **EarthEnv**: dados de cobertura da terra, nuvens, relevo e hidrografia  
<https://www.earthenv.org/>
- **Global Forest Watch**: dados de uso e cobertura para todo o planeta  
<https://www.globalforestwatch.org/>

# 5.15 Material

## Livros

### Análise espacial com R (2019)

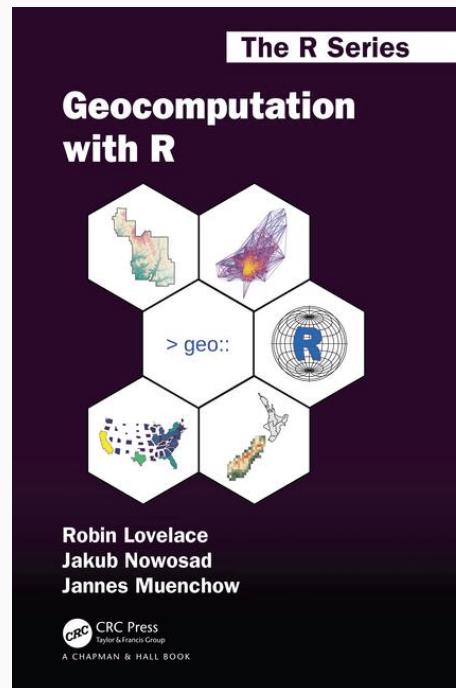


[\*] <https://www.dropbox.com/s/blgtp2bmpdghol7/AnaliseEspacialComR.pdf?dl=0>

# 5.15 Material

## Livros

### Geocomputation with R (2019)

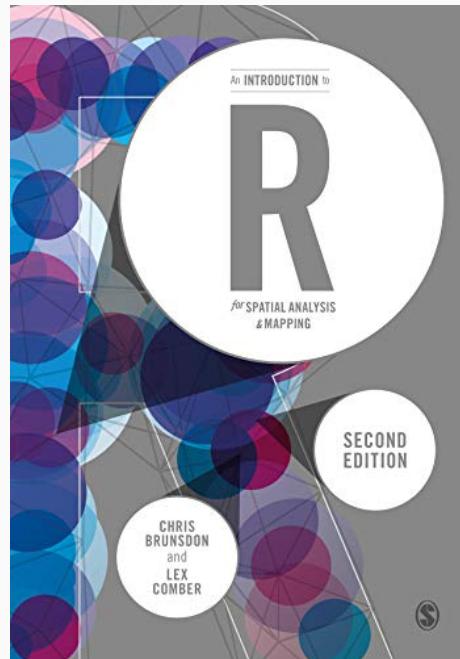


[\*] <https://geocompr.robinlovelace.net/>

# 5.15 Material

## Livros

### An introduction to R for spatial analysis & mapping (2019)

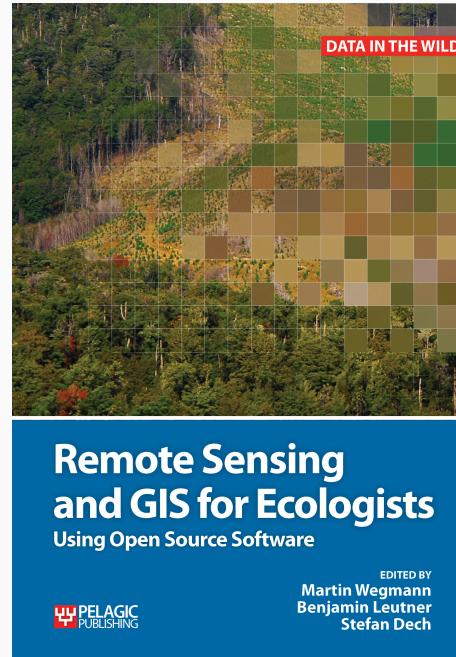


[\*] <https://bookdown.org/lexcomber/brunsdoncomber2e/>

# 5.15 Material

## Livros

### Remote Sensing and GIS for Ecologists (2016)

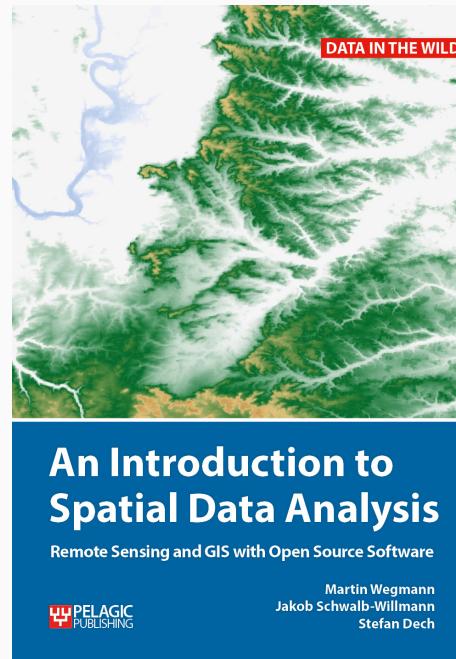


[\*] <http://book.ecosens.org/rsebook/>

# 5.15 Material

## Livros

### An Introduction to Spatial Data Analysis (2020)

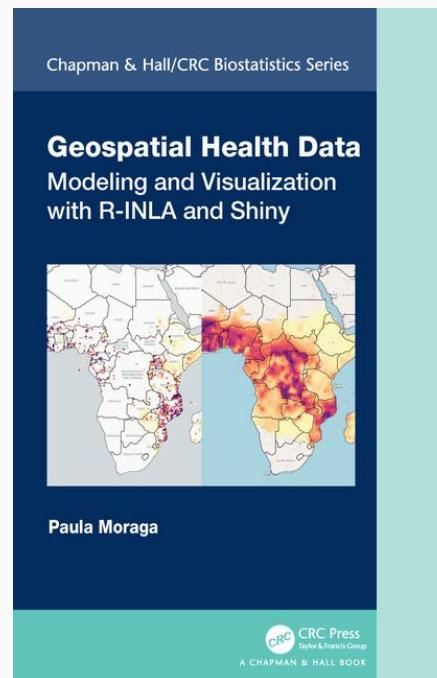


[\*] <http://book.ecosens.org/gsbook/>

# 5.15 Material

## Livros

### Geospatial Health Data

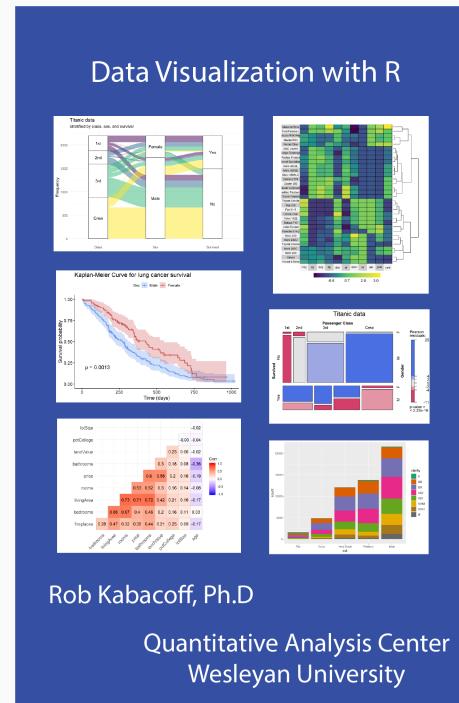


[\*] <https://www.paulamoraga.com/book-geospatial/>

# 5.15 Material

## Livros

### Data Visualization with R (2019)

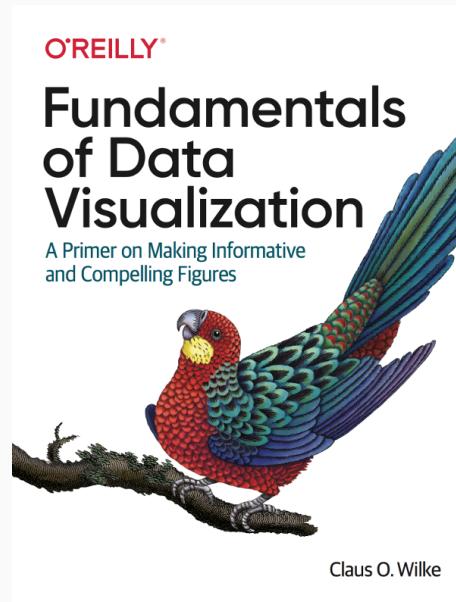


[\*] <https://keen-swartz-3146c4.netlify.com/>

# 5.15 Material

## Livros

### Fundamentals of data visualization (2019)



[\*] <https://keen-swartz-3146c4.netlify.com/>

# 5.15 Material

## Livros

### **Spatial Data Science (2019) - Edzer Pebesma**



[\*] <https://keen-swartz-3146c4.netlify.com/>

# 5.15 Material

## Apostilas

### **Introduction to GIS: Manipulating and Mapping Geospatial Data in R (2019)**



[\*] <https://cdn2.hubspot.net/hubfs/2287011/Atlan%20GIS%20Course/All%20lessons.pdf>

# 5.15 Material

## Site

### **Spatial Data Analysis and Modeling with R (2020)**



[\*] <http://rspatial.org>

# Dúvidas?

# Maurício Vancine

Contatos:

 [mauricio.vancine@gmail.com](mailto:mauricio.vancine@gmail.com)

 [@mauriciovancine](https://twitter.com/mauriciovancine)

 [mauriciovancine](https://github.com/mauriciovancine)

 [mauriciovancine.netlify.com](https://mauriciovancine.netlify.com)

Slides criados via pacote [xaringan](#) e tema [Metropolis](#)