

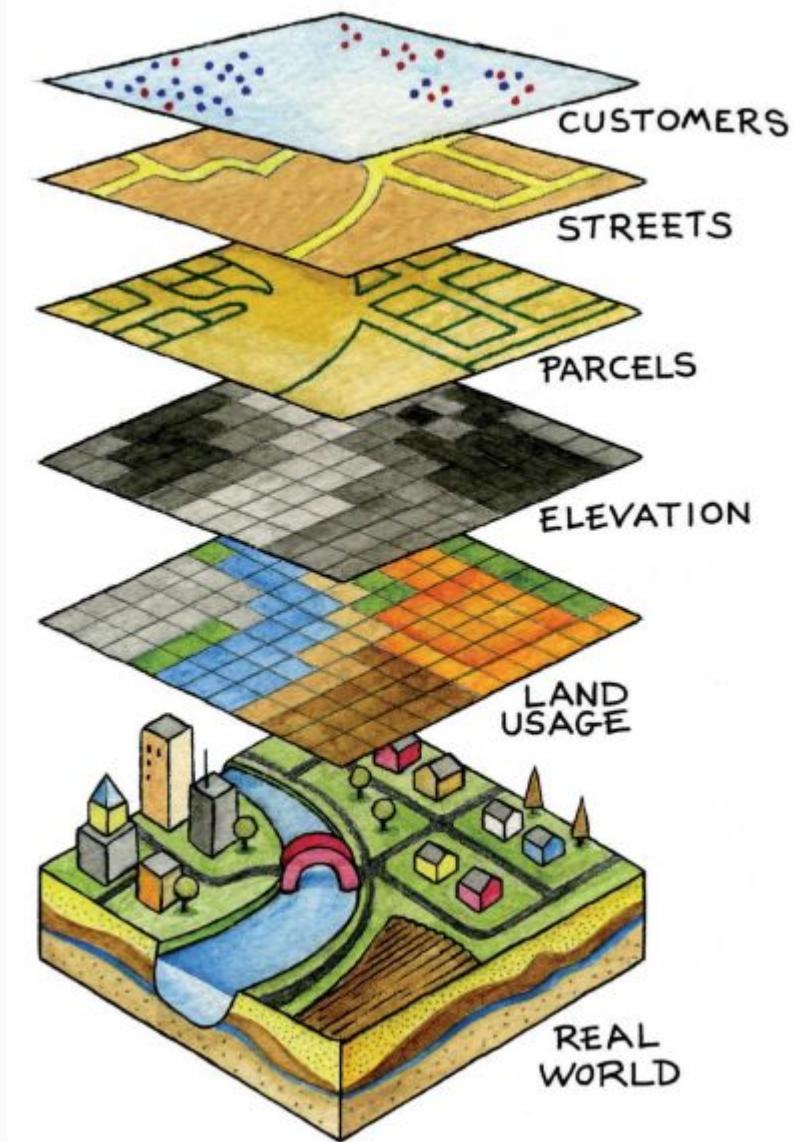
Introdução à análise geoespacial com R

5 Estrutura e fonte de dados geoespaciais

Maurício H. Vancine

Milton C. Ribeiro

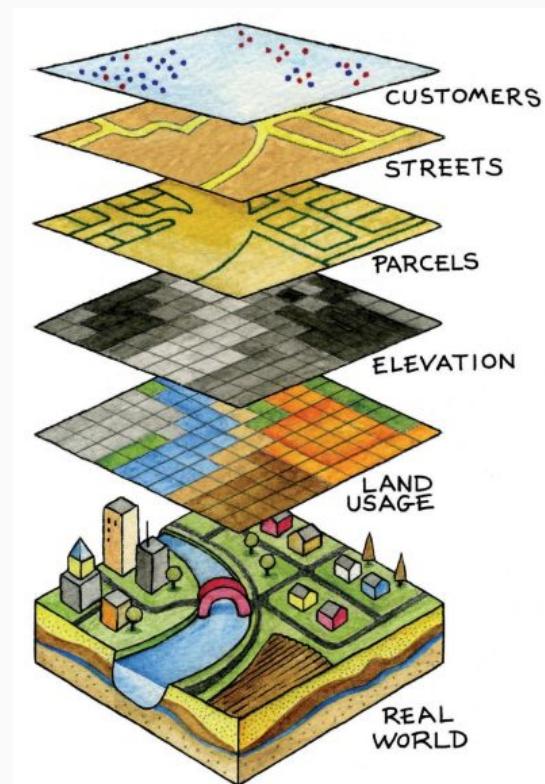
21/10/2020



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)

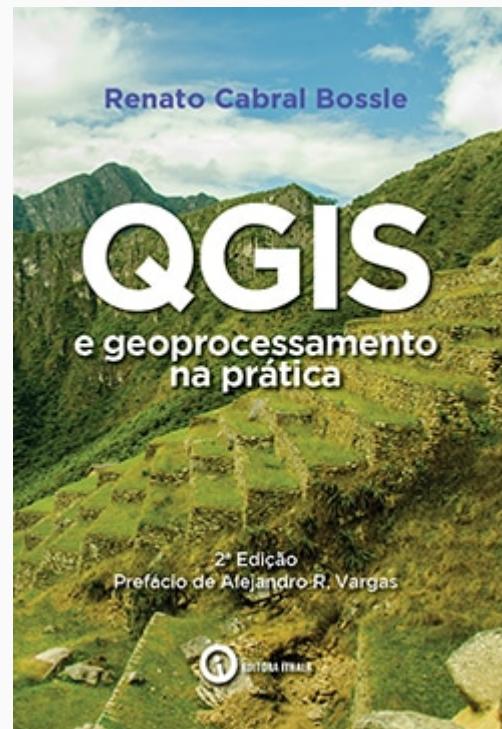
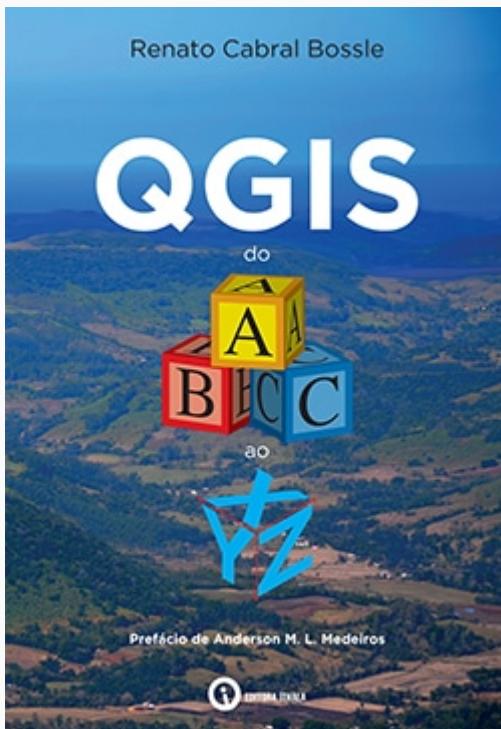


[*] <https://www.ofitexto.com.br/livro/geoprocessamento-sem-complicacao/>

5.1 Geoprocessamento

Livros

QGIS ABC ao XYZ | QGIS e geoprocessamento na prática

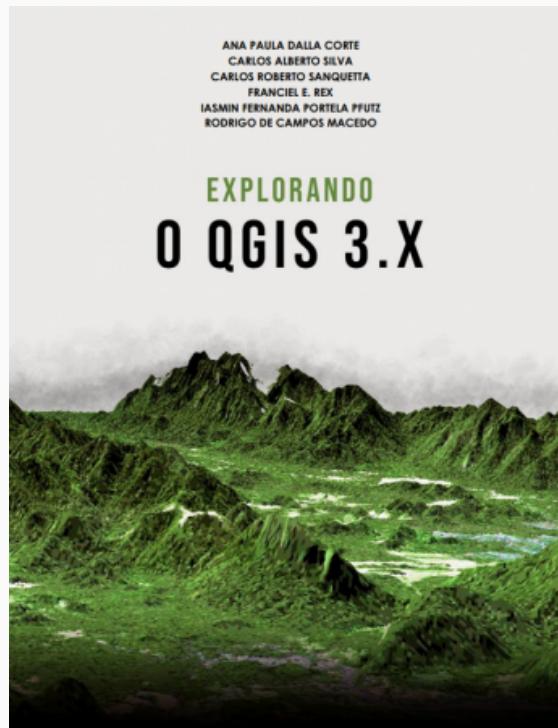


[*] <https://ecojustus.com.br/livros>

5.1 Geoprocessamento

Livos

Explorando o QGIS 3.X (2020)



[*] <https://github.com/anadallacorte/LIVROQGIS2020>

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).

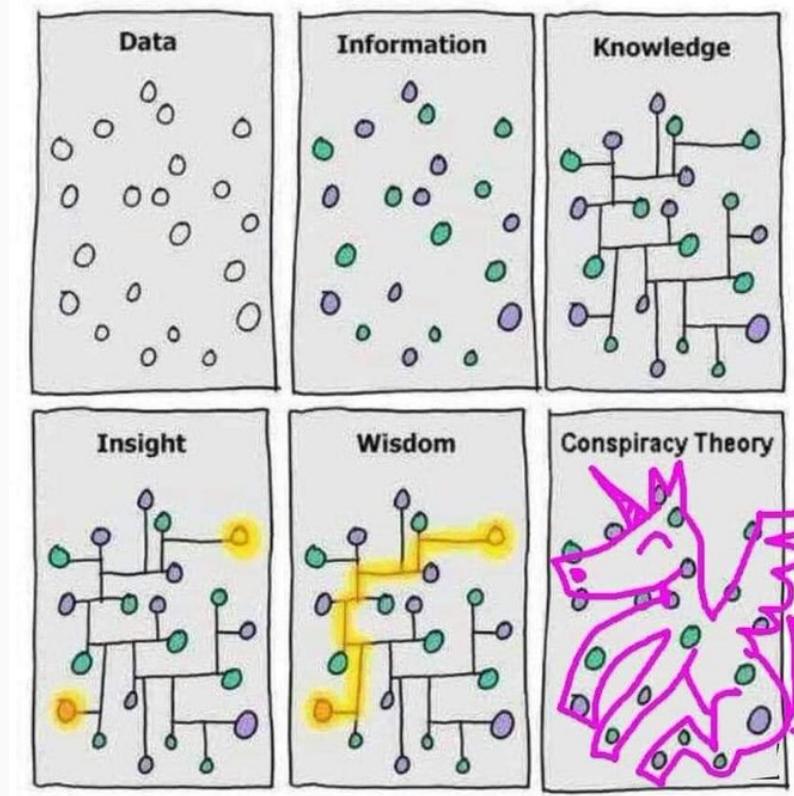
Geógrafo Jorge Xavier da Silva

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

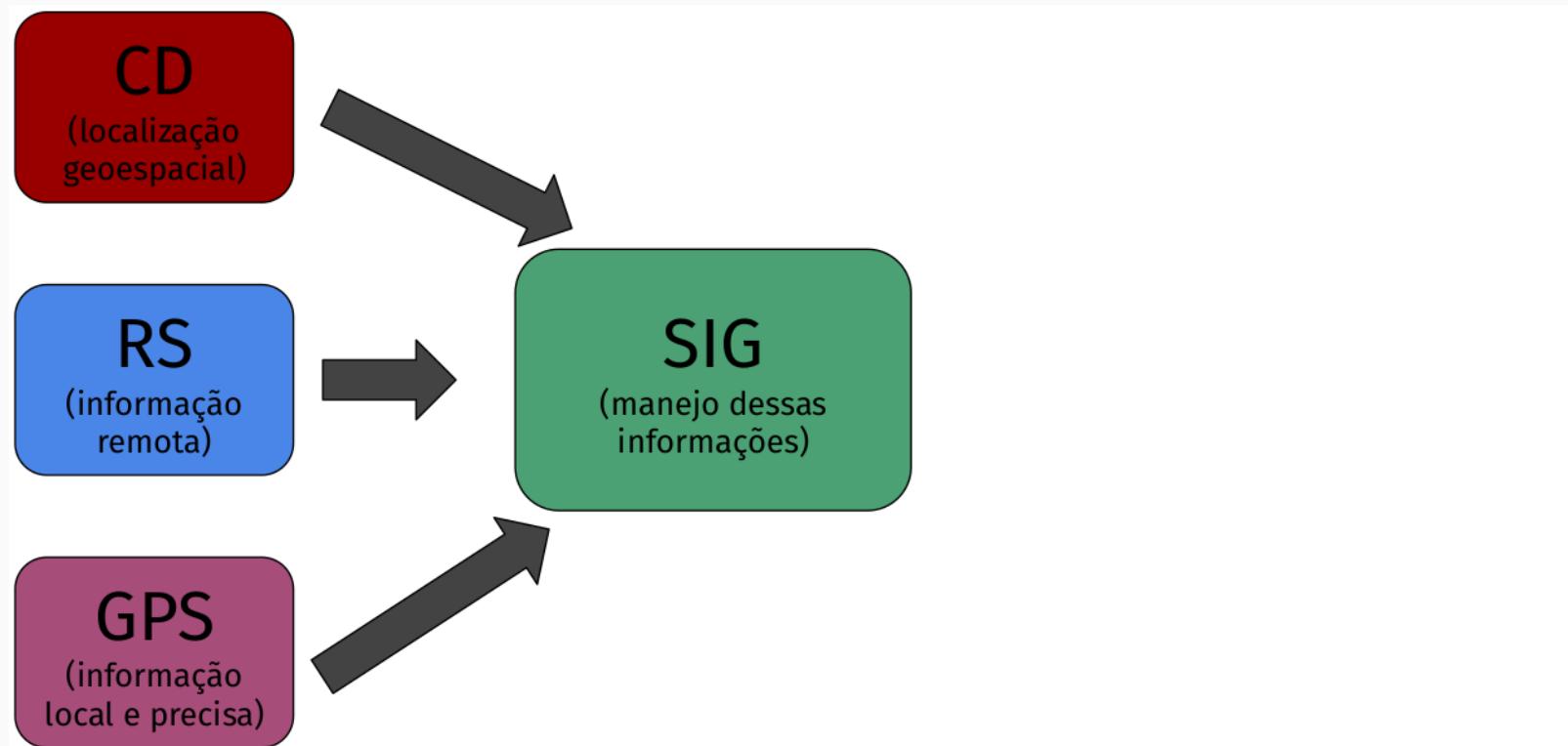
Engloba quatro Geotecnologias:

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



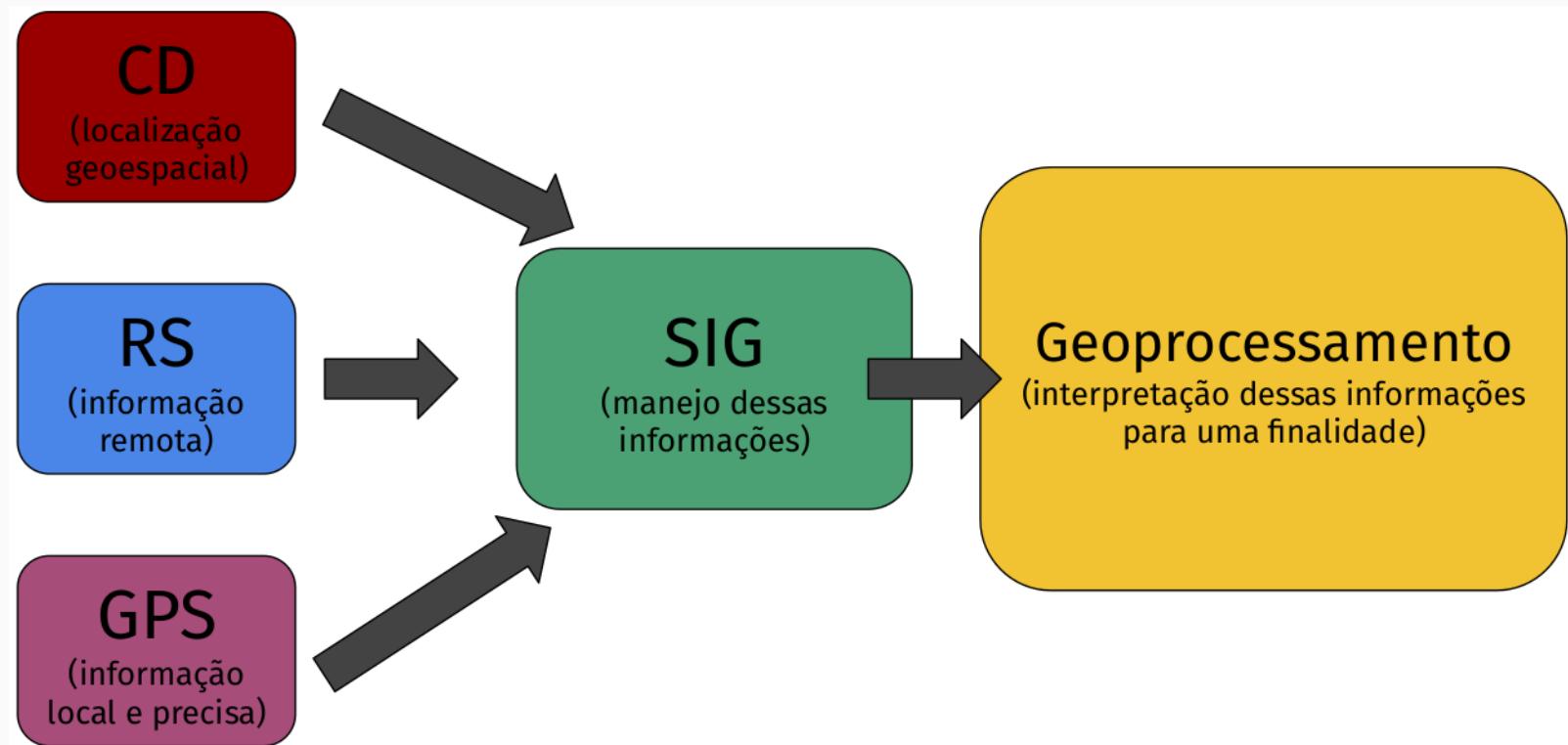
5.1 Geoprocessamento

Gerar informações para tomada de decisões



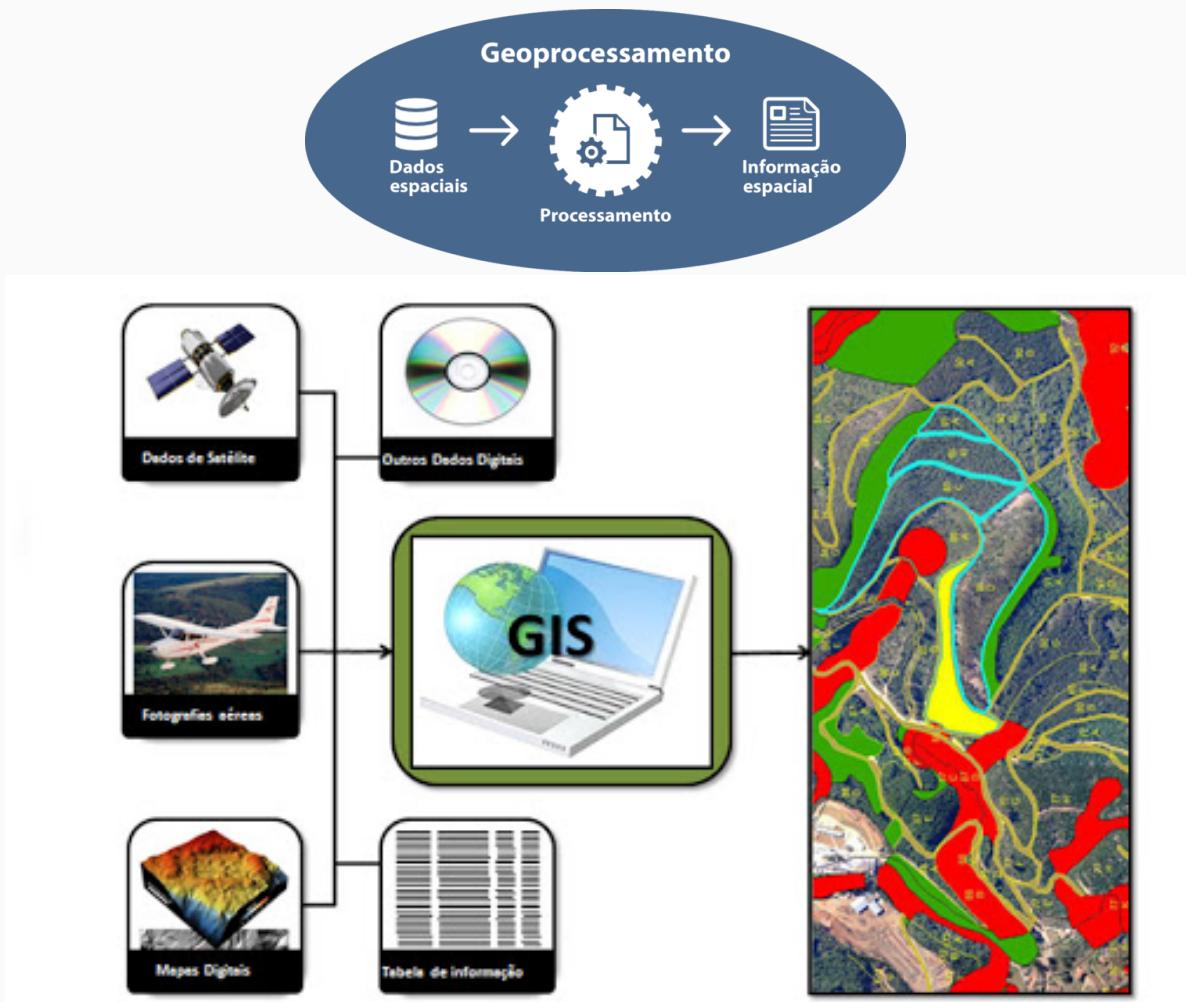
5.1 Geoprocessamento

Gerar informações para tomada de decisões



5.1 Geoprocessamento

Gerar informações para tomada de decisões



Cartografia

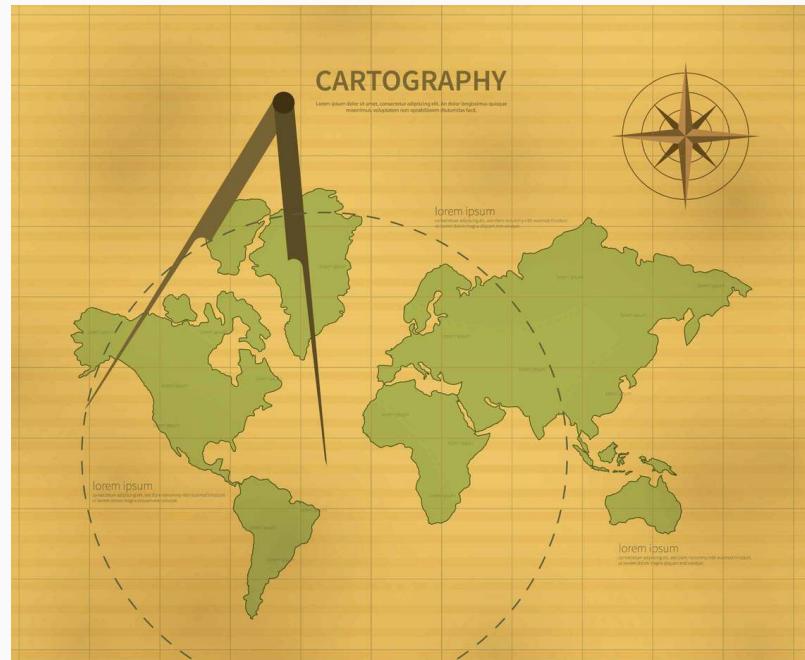
5.2 Cartografia

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

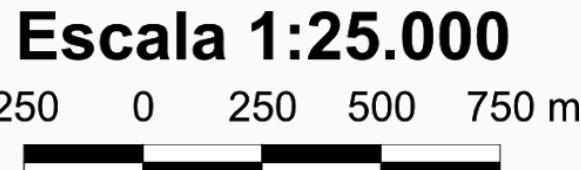
Escala

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 $1:25000$

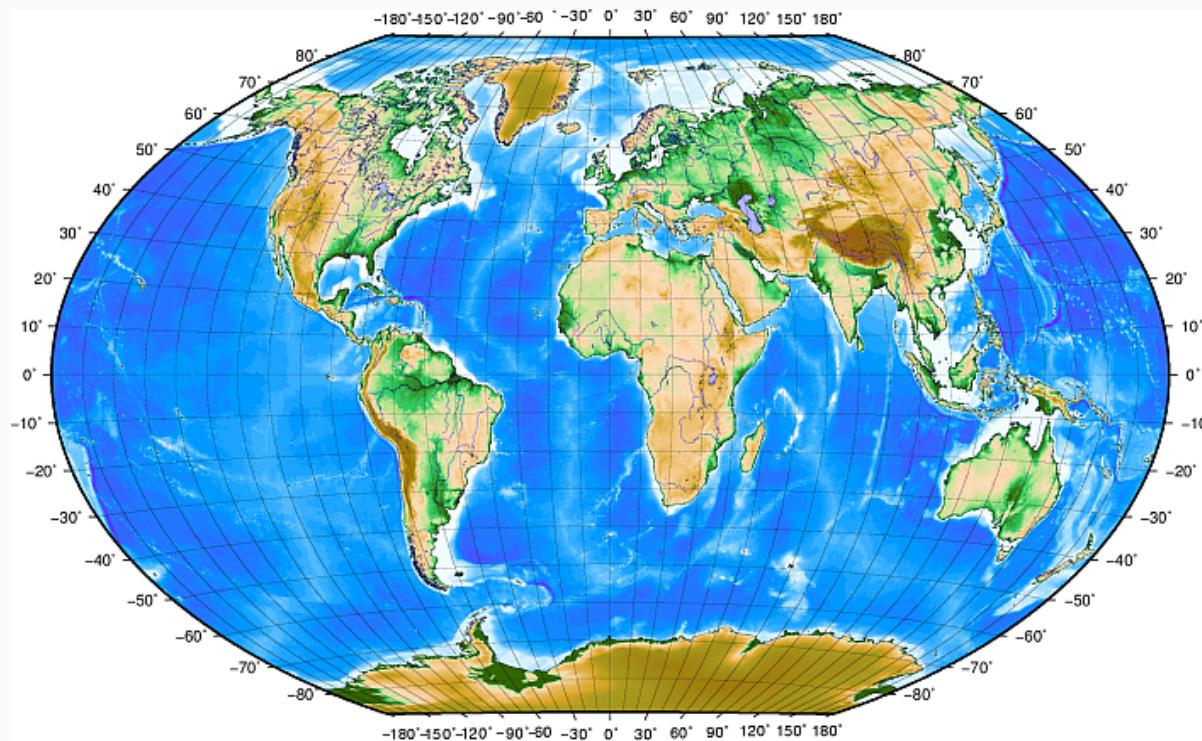


Um cm no mapa equivale a 250 m no terreno.

5.2 Cartografia

Sistemas de coordenadas

Geográficas (graus)



5.2 Cartografia

Sistemas de coordenadas

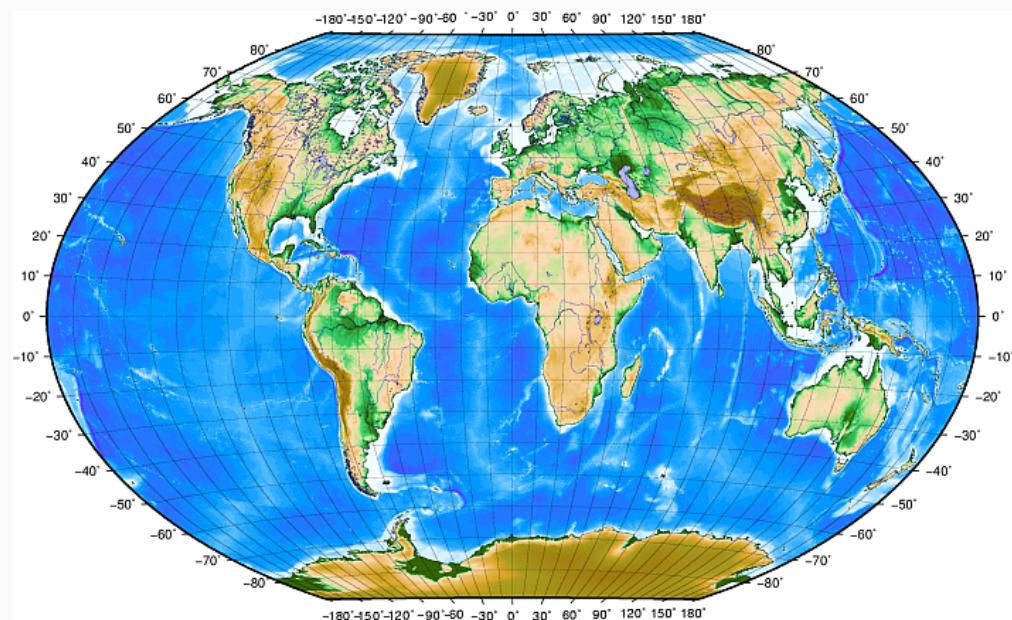
Geográficas (graus)

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



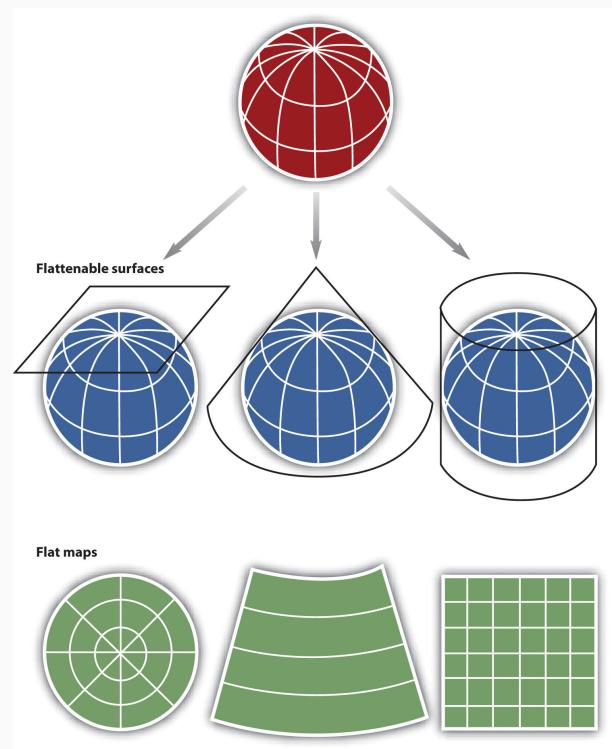
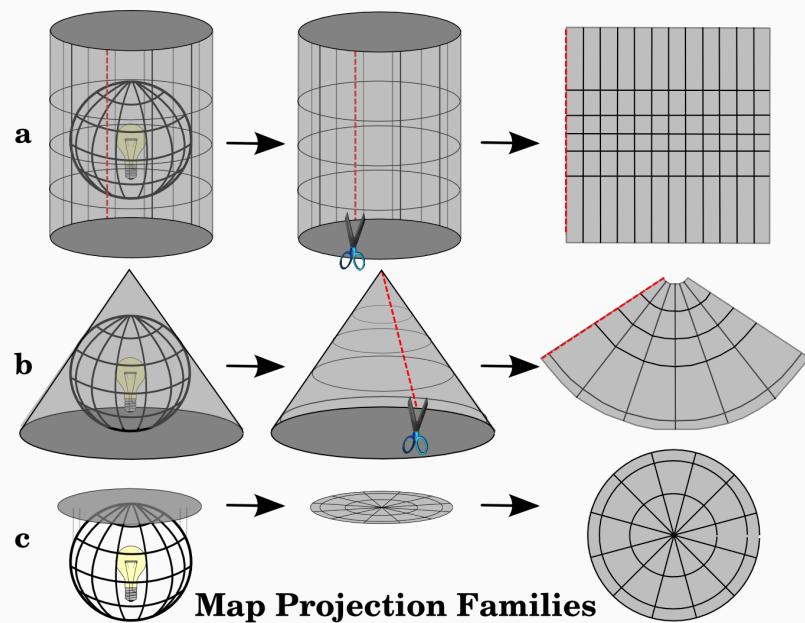
Conversão: $42 + (42/60) + (42/3600) = 42.71167$

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

5.2 Cartografia

Sistemas de coordenadas

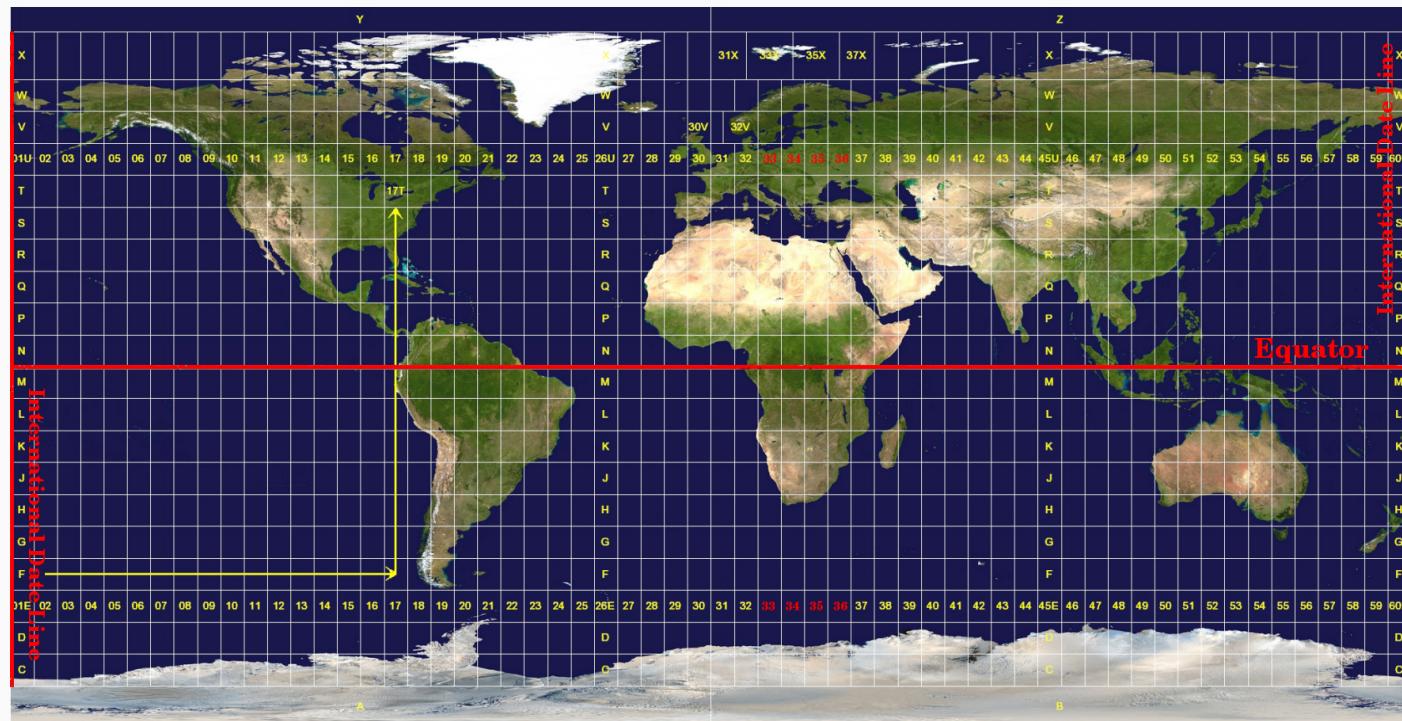
Projetadas (metros)



5.2 Cartografia

Sistemas de coordenadas

Projetadas (metros) - UTM



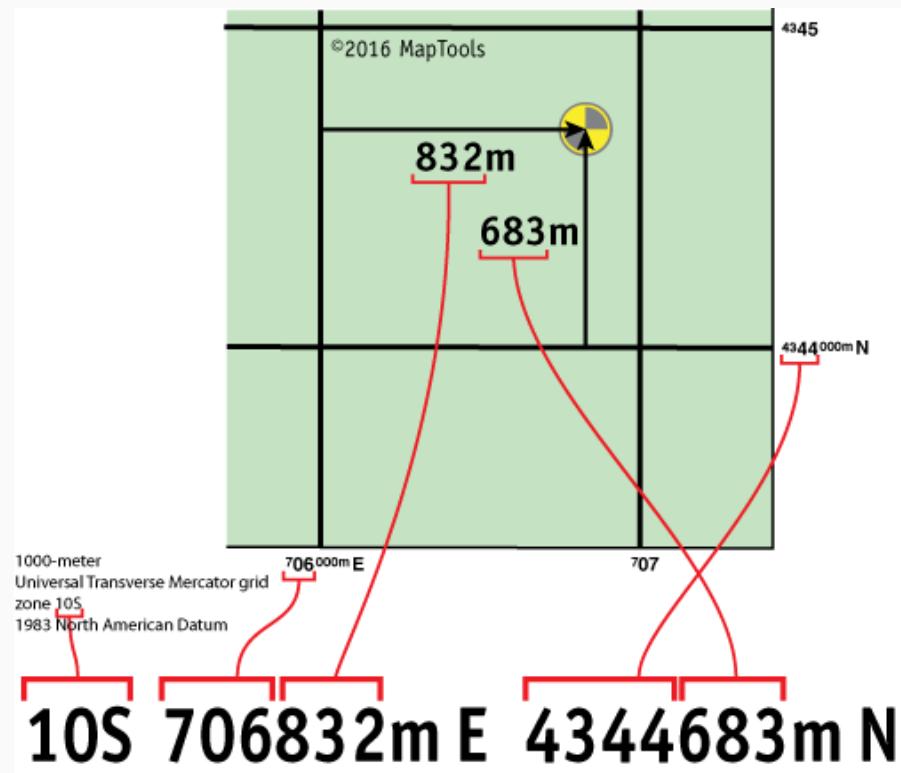
5.2 Cartografia

Sistemas de coordenadas

Projetadas (metros) - UTM

1. Zona e metros

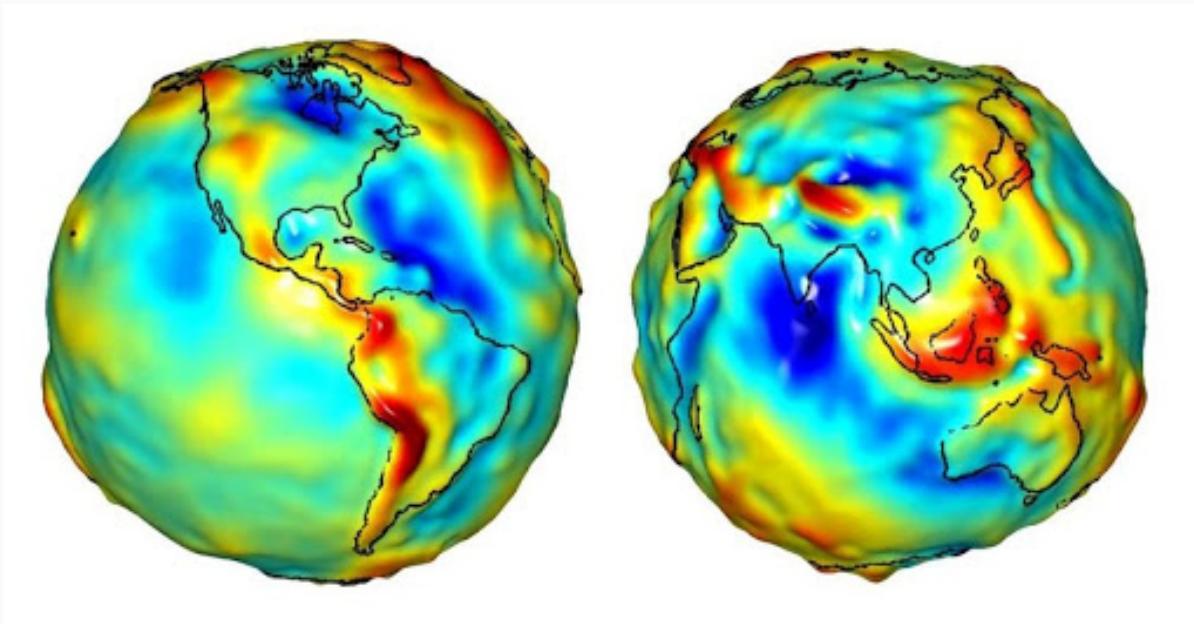
- X UTM: 733876 m E
- Y UTM: 7411482 m S
- Zona: 23K



5.2 Cartografia

Sistemas de referências (Datum)

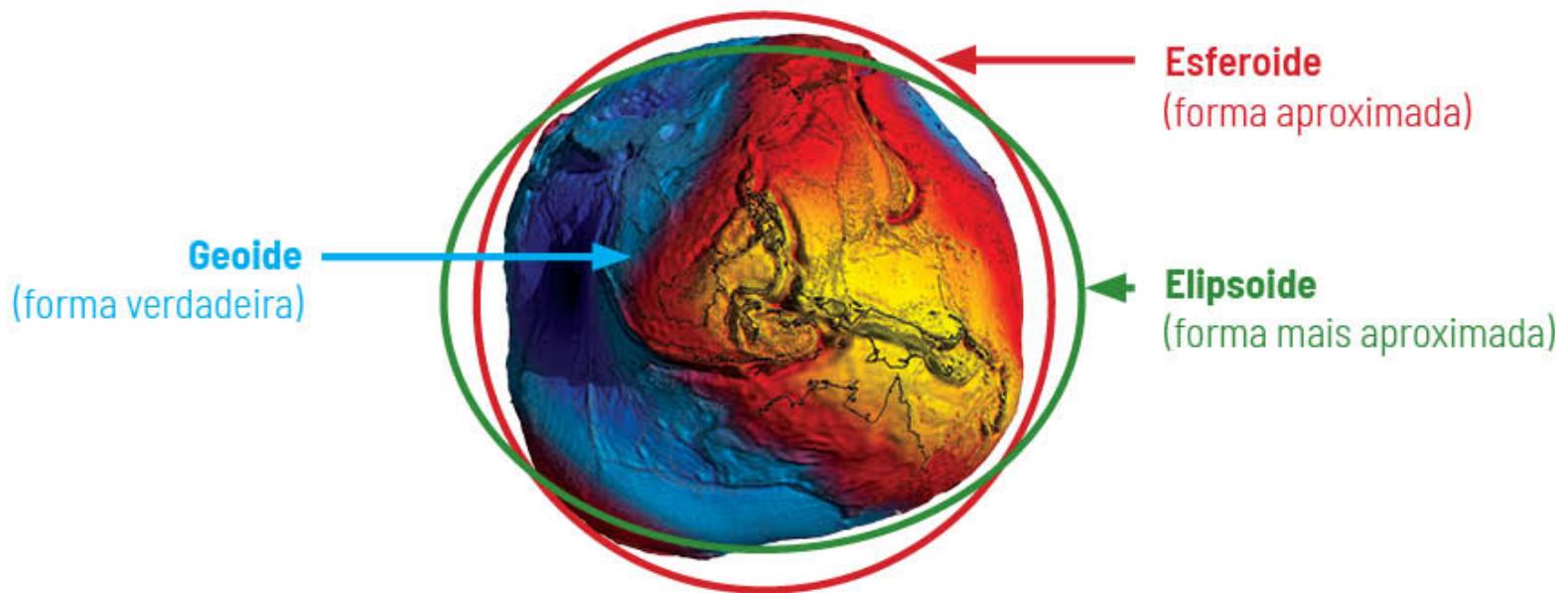
Geoide



5.2 Cartografia

Sistemas de referências (Datum)

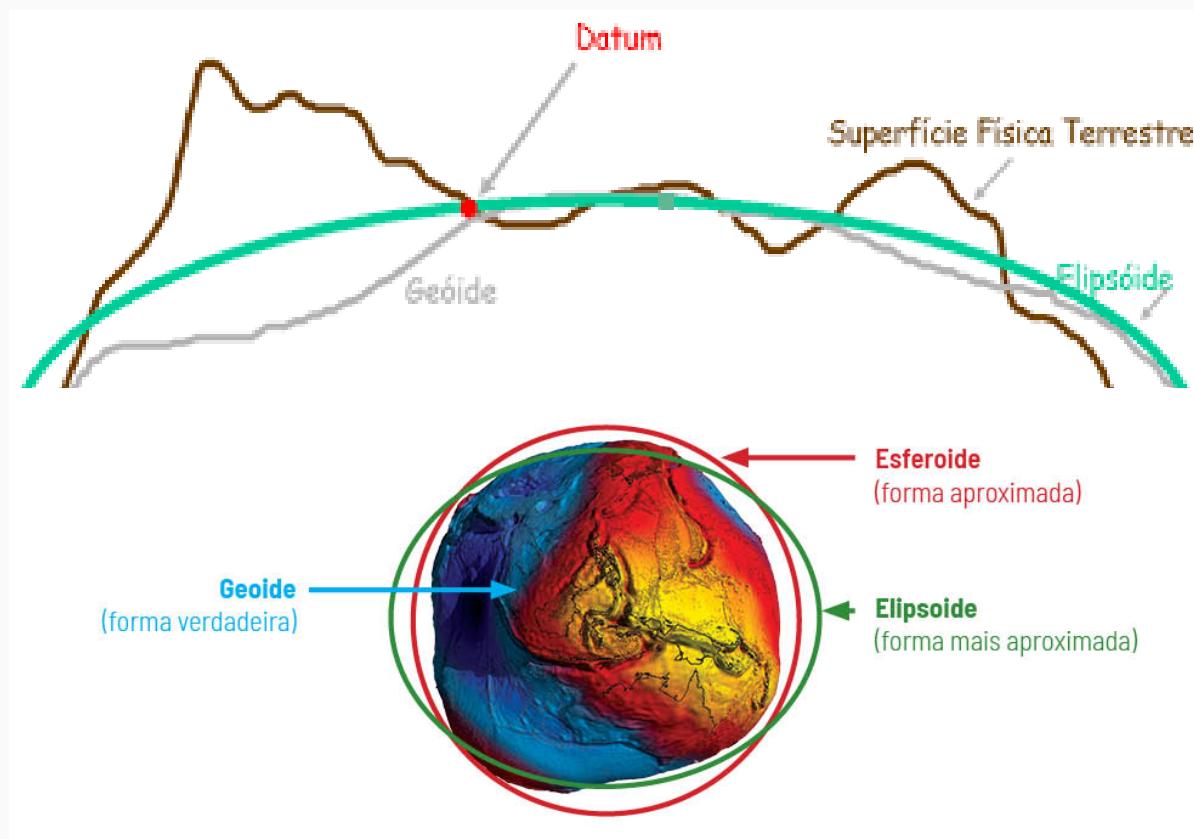
Geoide, esferoide e elipsoide



5.2 Cartografia

Sistemas de referências (Datum)

Datum



5.2 Cartografia

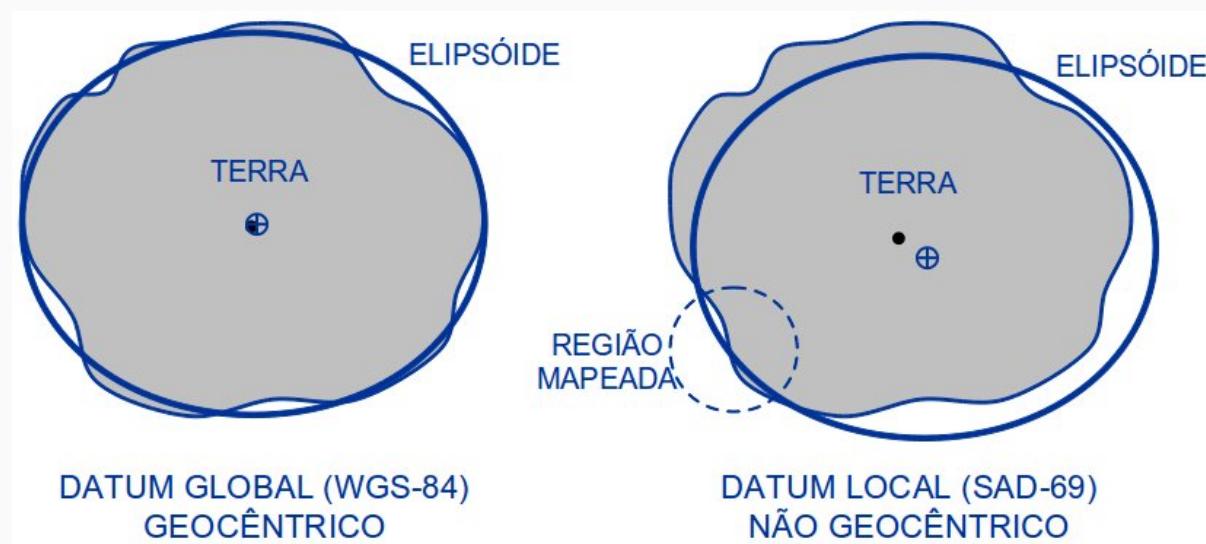
Sistemas de referências (Datum)

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

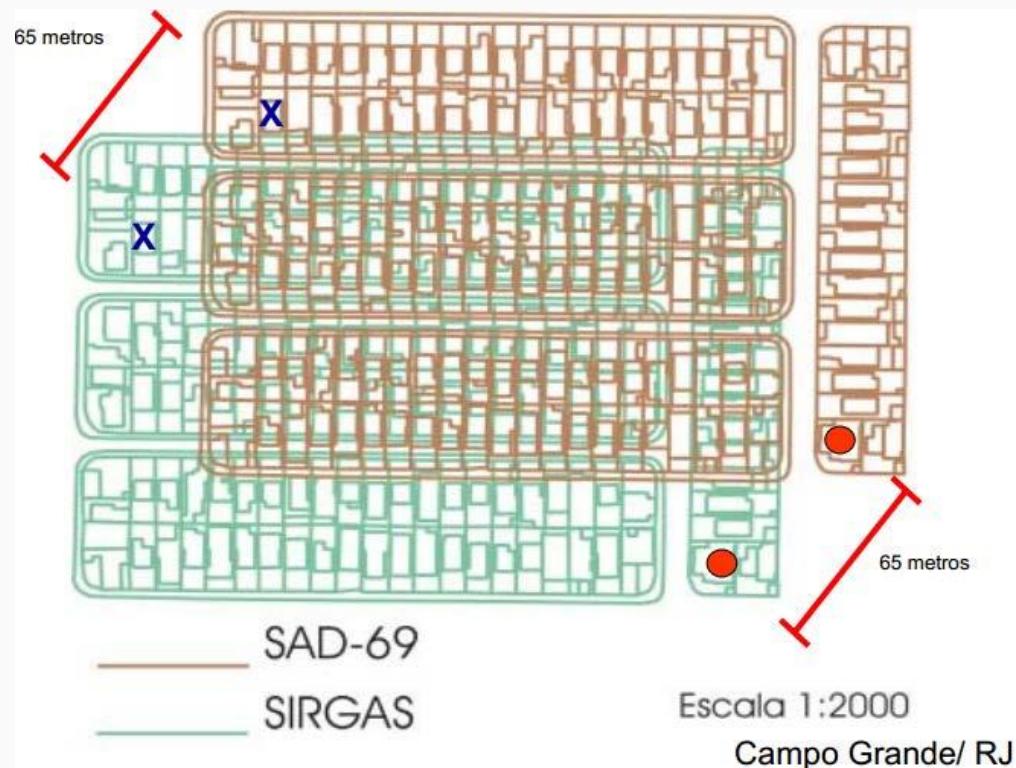
Sistemas de referências (Datum)

1. Geocêntricos

- SIRGAS 2000

2. Topocêntricos

- SAD 69



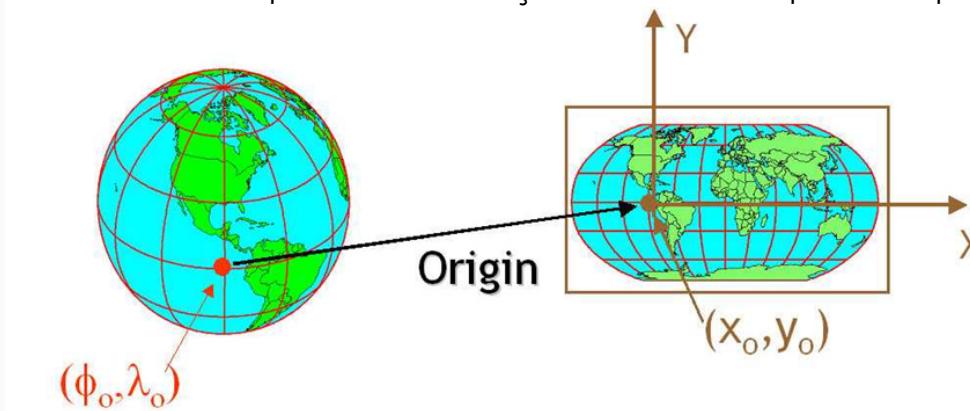
Diferença: cerca de 60 m

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

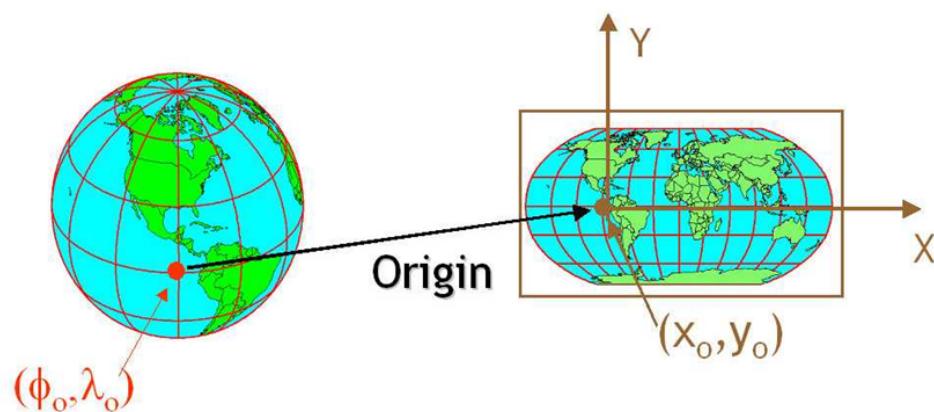
Sistemas de referências de coordenadas (SRC)

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



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/>]

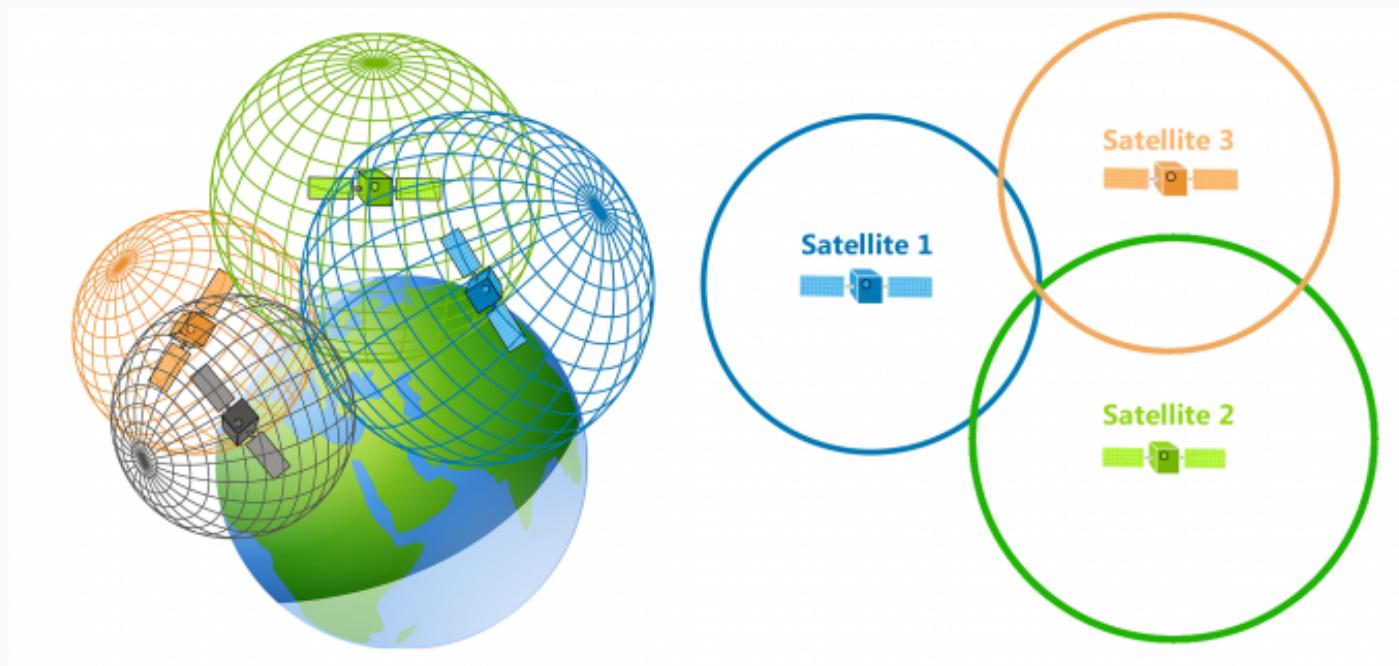
GPS

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

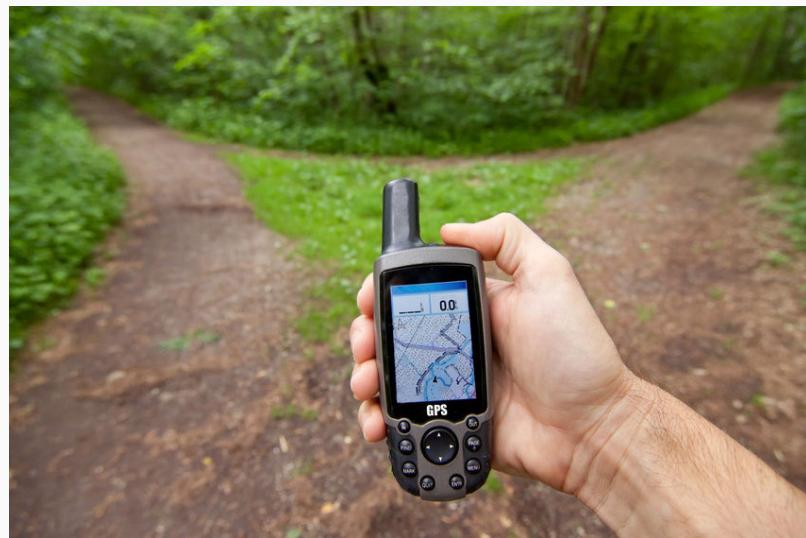
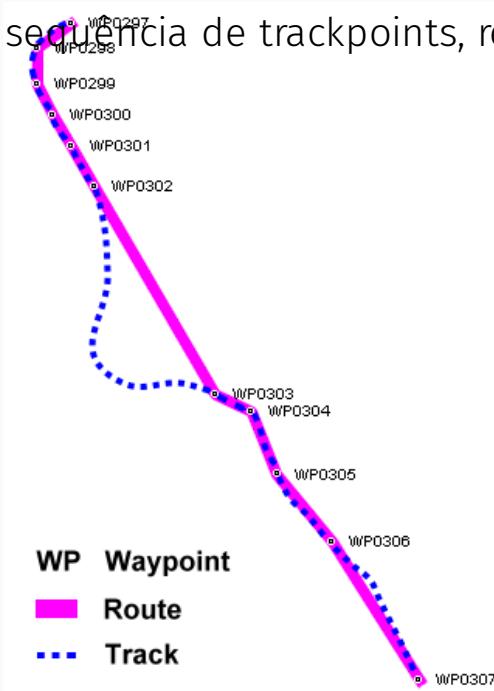


Conversão: <https://kml2gpx.com/>

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**

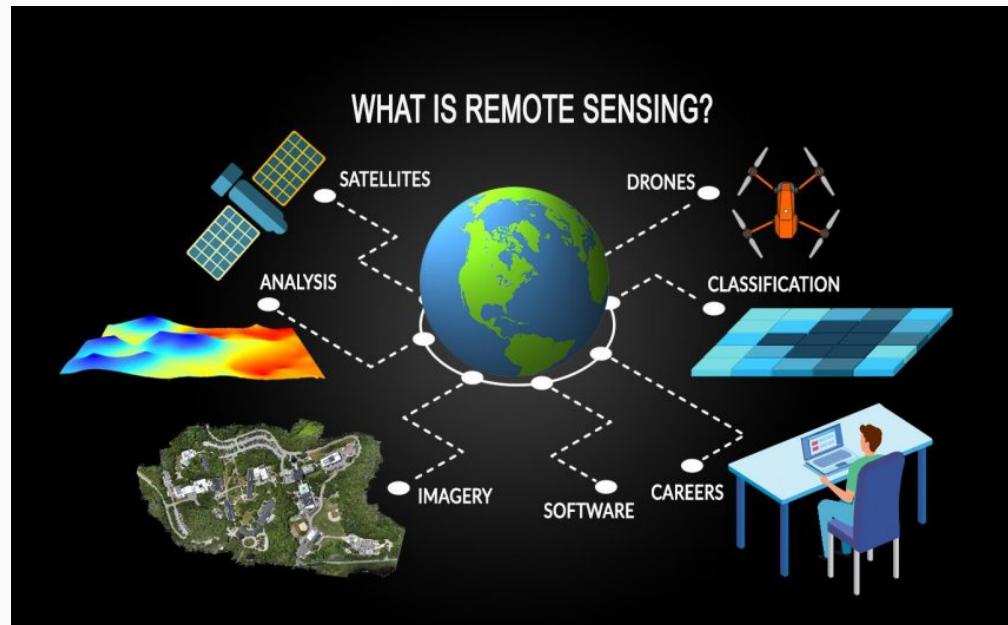


Sensoriamento Remoto

5.4 Sensoriamento Remoto

Conceitos

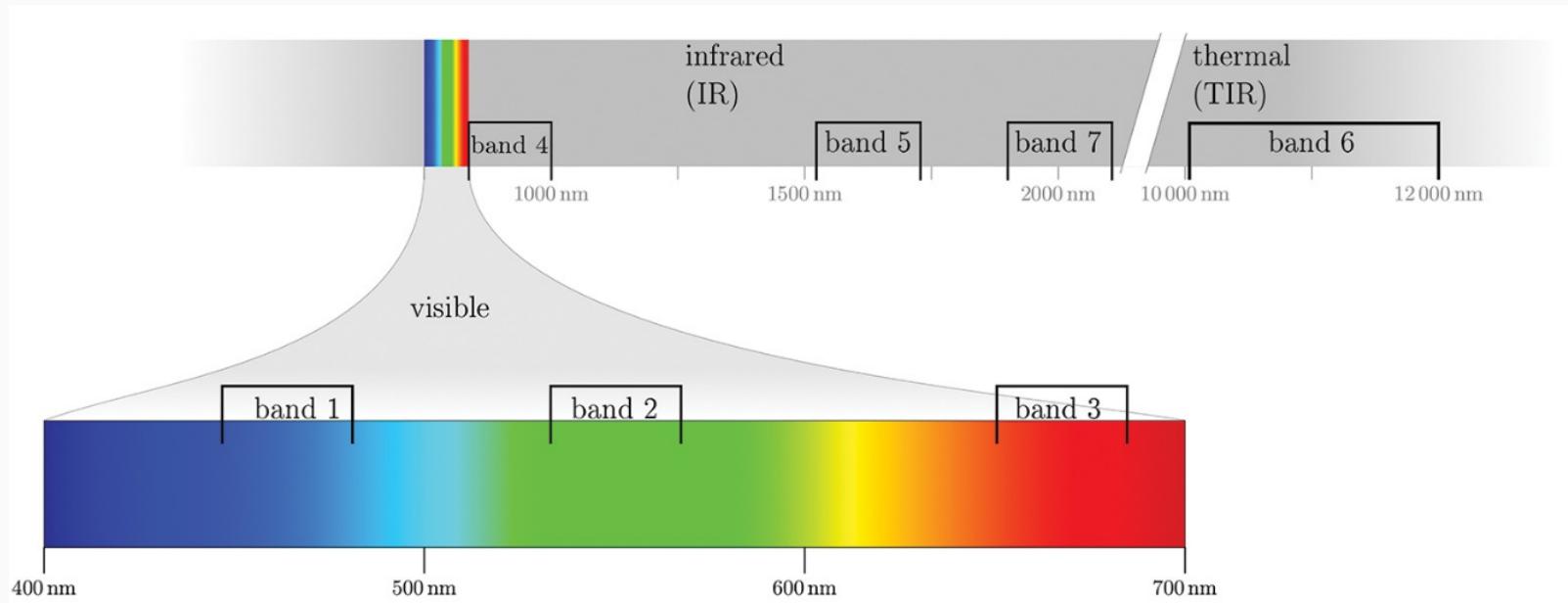
1. Bandas
2. Satélites
3. Resoluções
4. Aplicações



5.4 Sensoriamento Remoto

1. Bandas

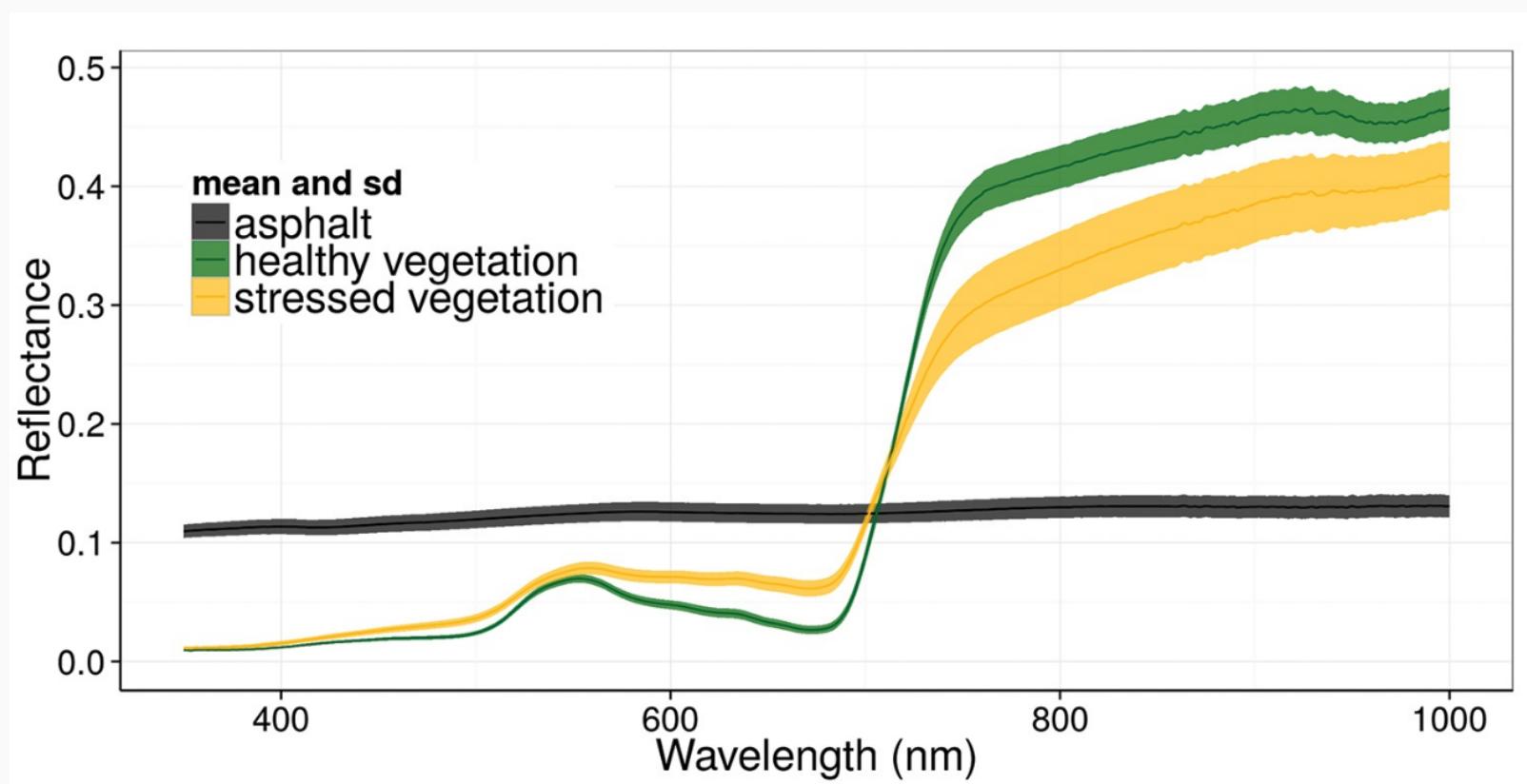
Espectro eletromagnético e bandas



5.4 Sensoriamento Remoto

1. Bandas

Respostas espectrais



5.4 Sensoriamento Remoto

2. Satélites

1. Landsat (1-8)

2. Sentinel (1-3)

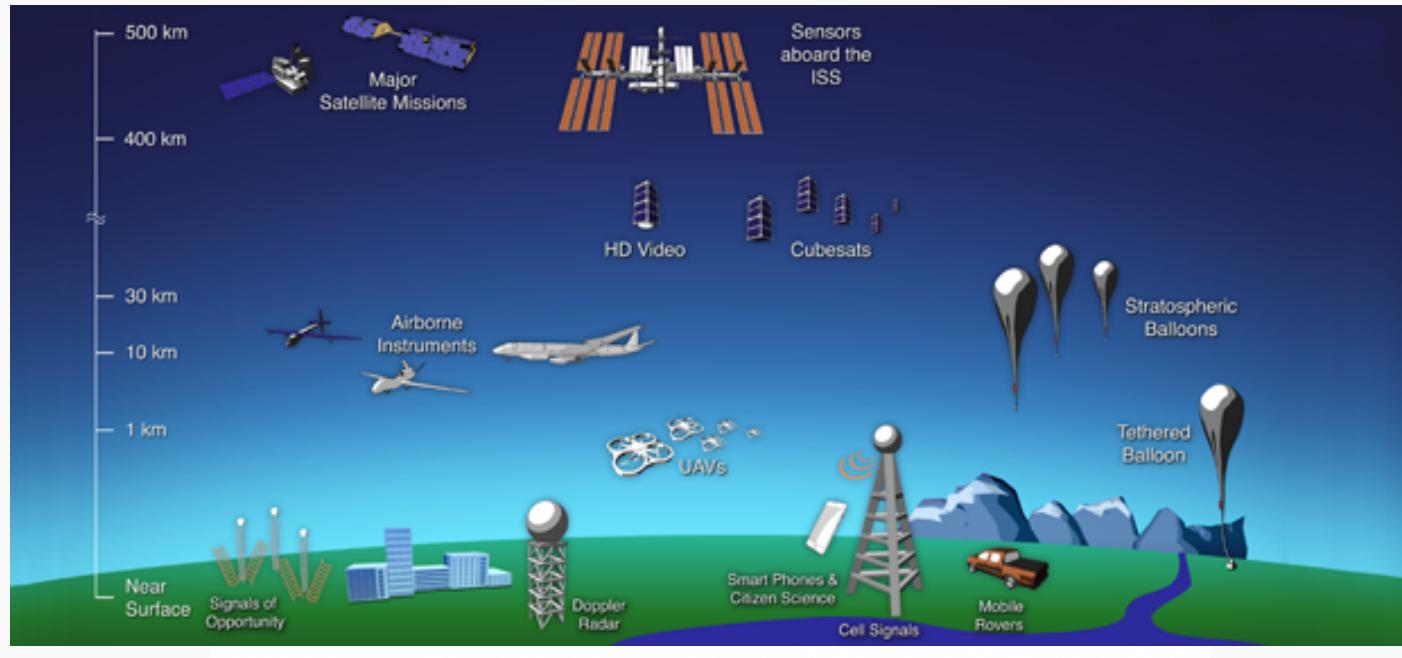
3. MODIS

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



ADVANTAGES

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

DISADVANTAGES

- Very small coverage extent
- Visual line of sight

ADVANTAGES

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

DISADVANTAGES

- Small coverage extent
- Flight operation

ADVANTAGES

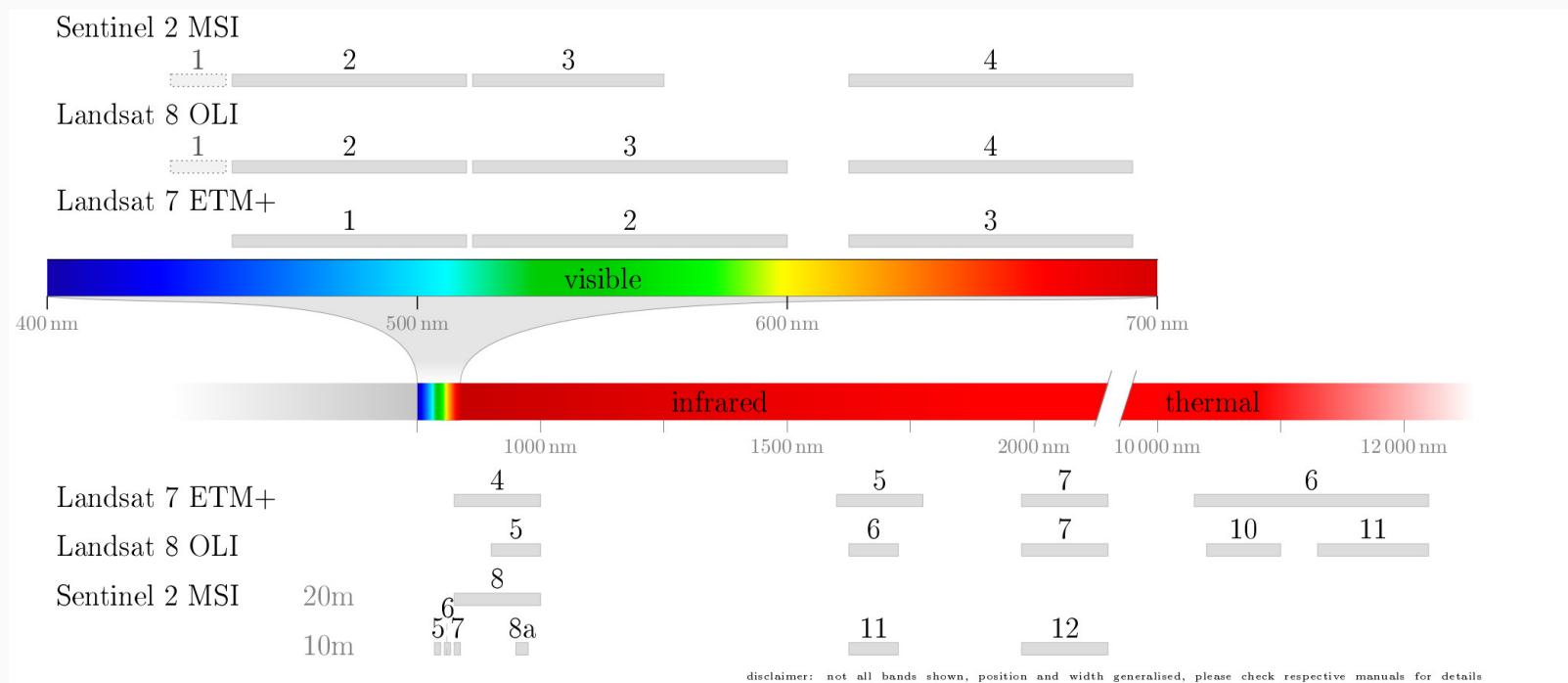
- High to coarse resolution imagery
- Large coverage extent

DISADVANTAGES

- Coverage limited to orbital path
- Cloud obstructions

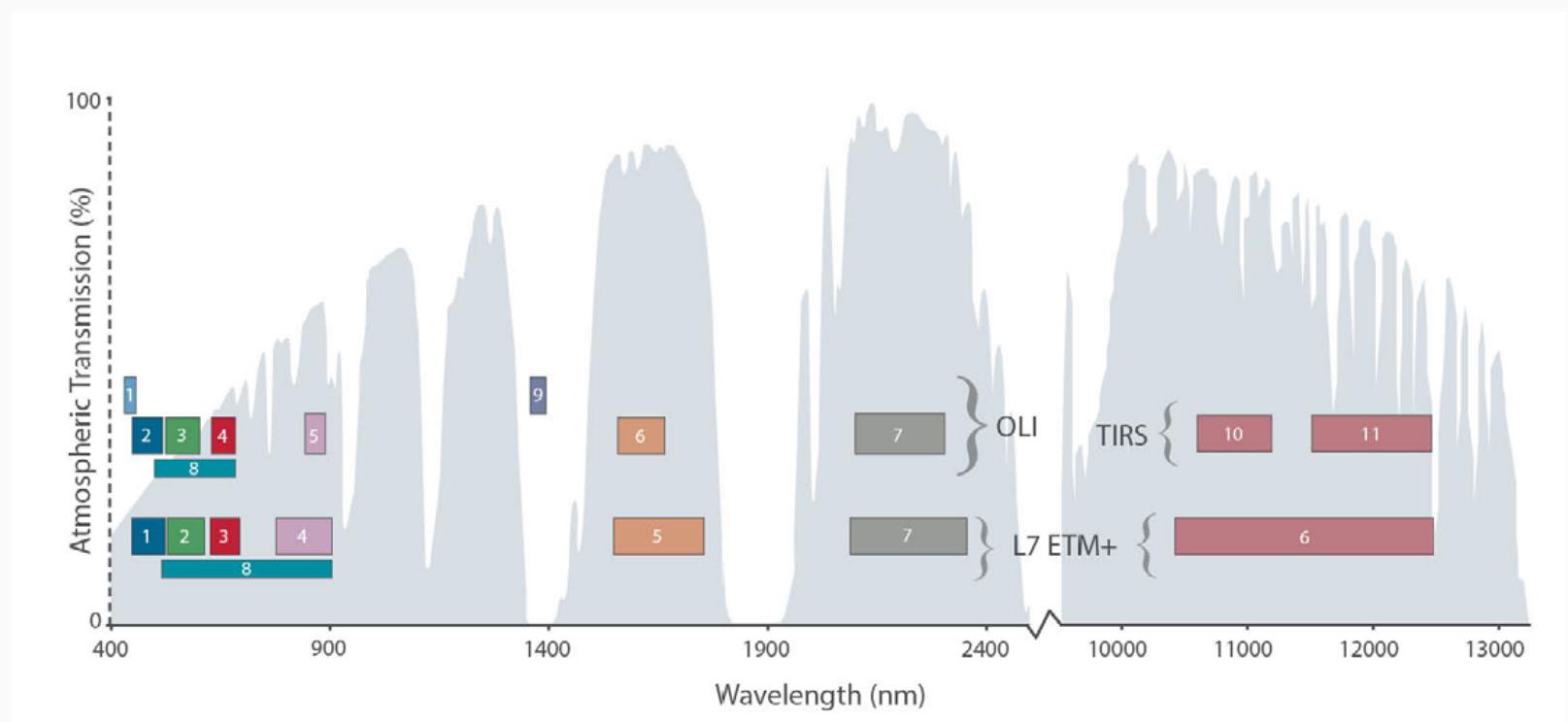
5.4 Sensoriamento Remoto

2. Satélites - bandas



5.4 Sensoriamento Remoto

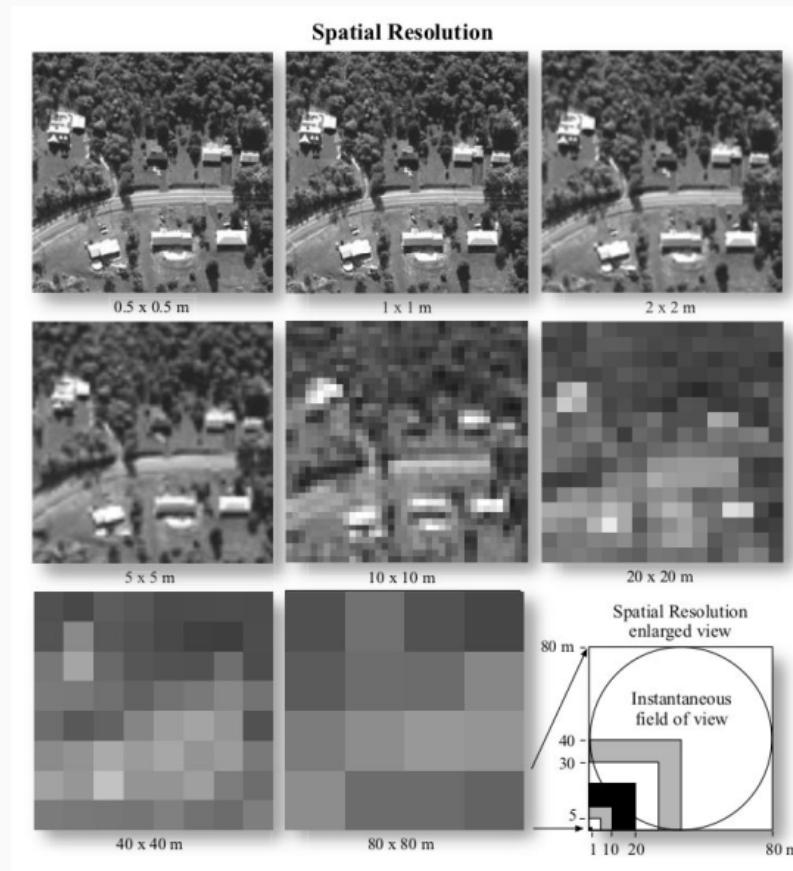
2. Satélites - bandas - landsat



5.4 Sensoriamento Remoto

3. Resoluções

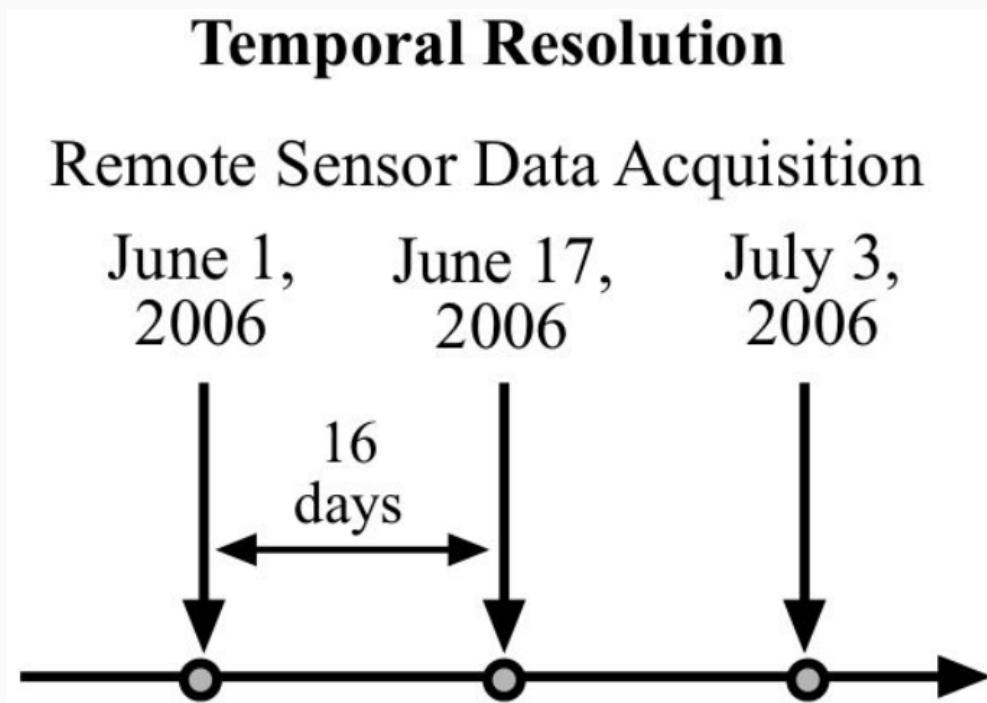
1. Resolução espacial



5.4 Sensoriamento Remoto

3. Resoluções

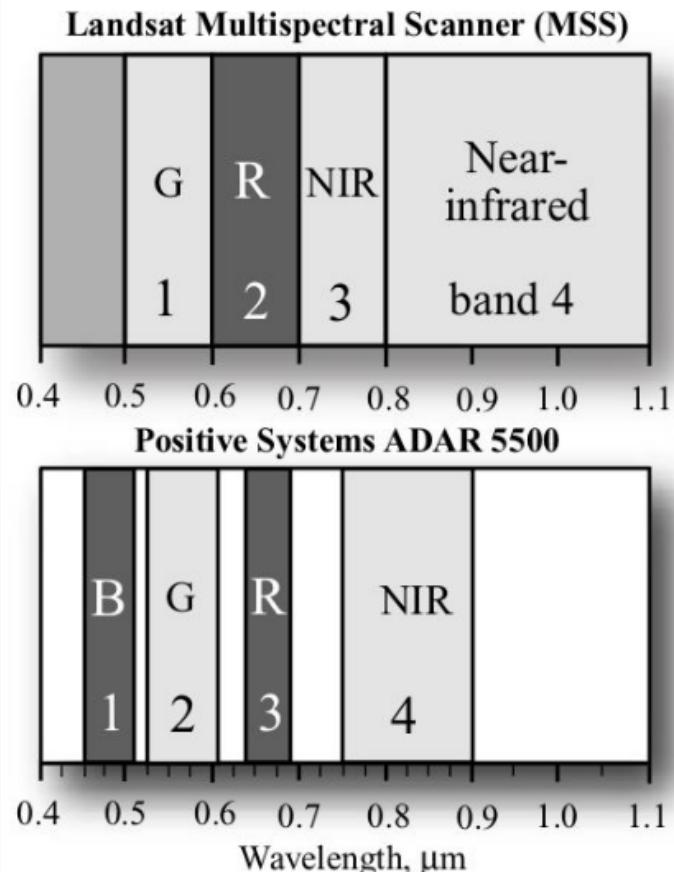
2. Resolução temporal



5.4 Sensoriamento Remoto

3. Resoluções

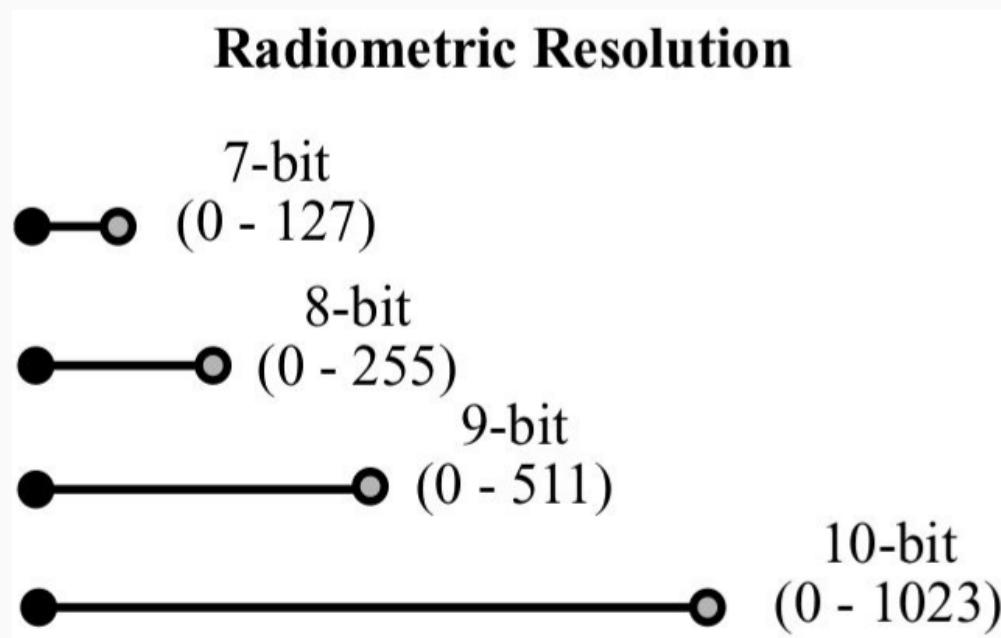
3. Resolução espectral



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

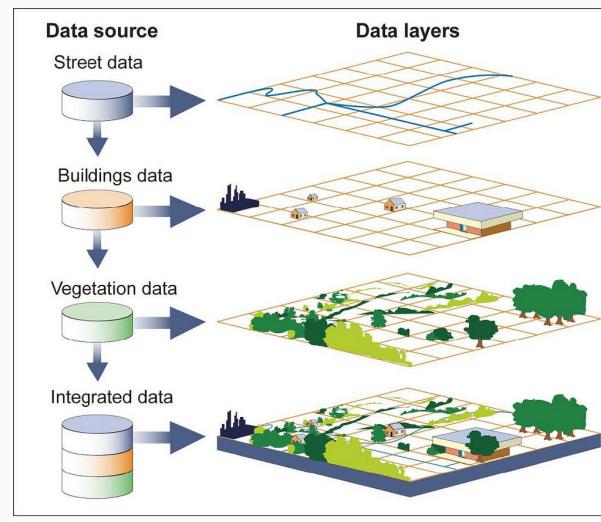
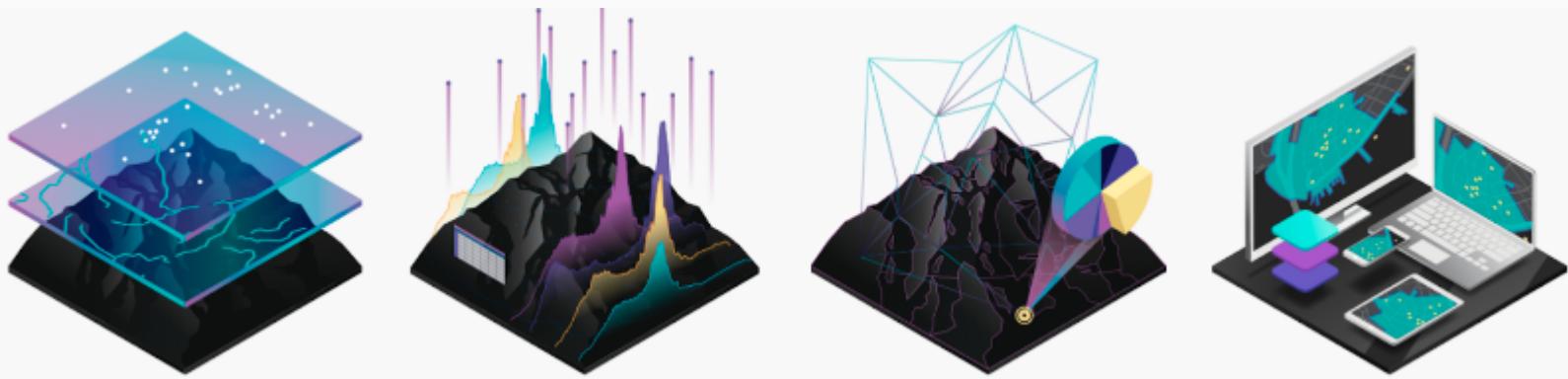
5.5 Sistema de Informação Geográfica

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



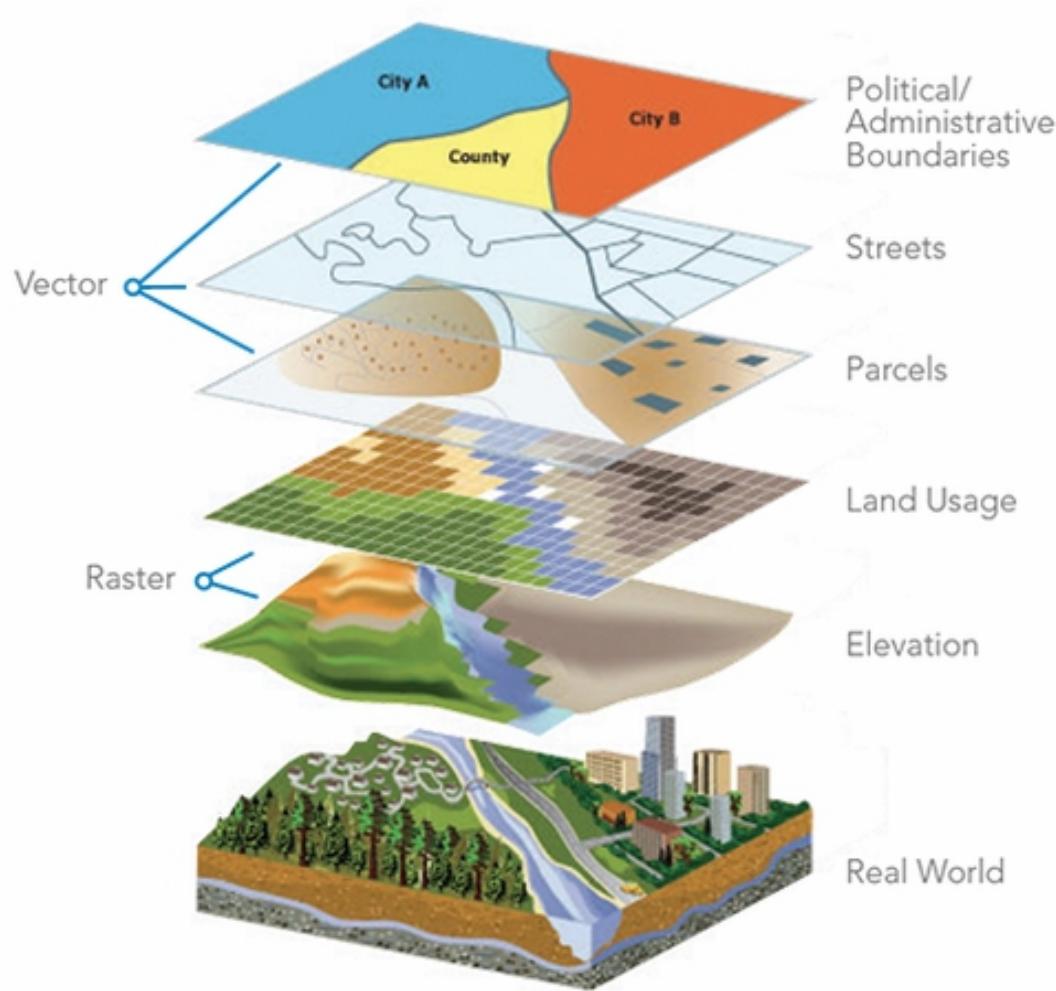
ArcGIS



Dados geoespaciais

5.6 Dados geoespaciais

Tipos de dados

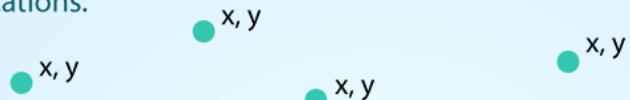


5.7 Dados vetoriais

Ponto, linha e polígono

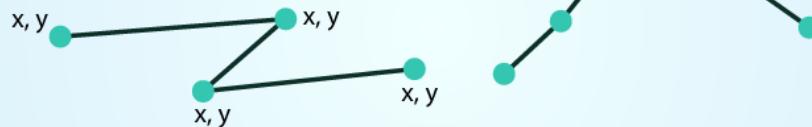
POINTS: Individual **x, y** locations.

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



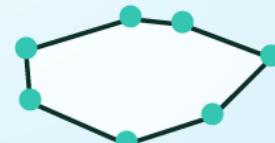
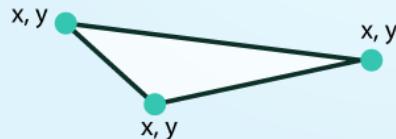
LINES: Composed of many (at least 2) vertices, or points, that are connected.

ex: Roads and streams.



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

ex: Building boundaries and lakes.

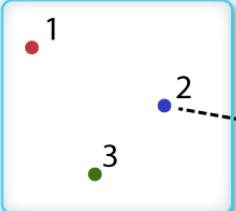


neon

5.8 Tabela de atributos

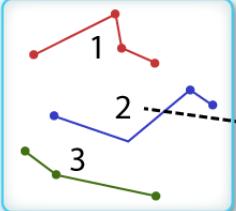
Relação entre a geometria e suas características

Example Attributes for Point Data



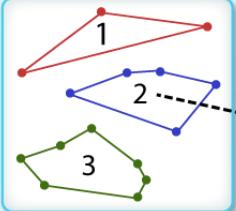
ID	Plot Size	Type	VegClass
1	40	Vegetation	Conifer
2	20	Vegetation	Deciduous
3	40	Vegetation	Conifer

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

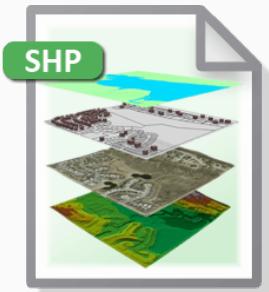
Formato fechado de arquivos vetoriais

.shp: contém as informações da feição (desenho)

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

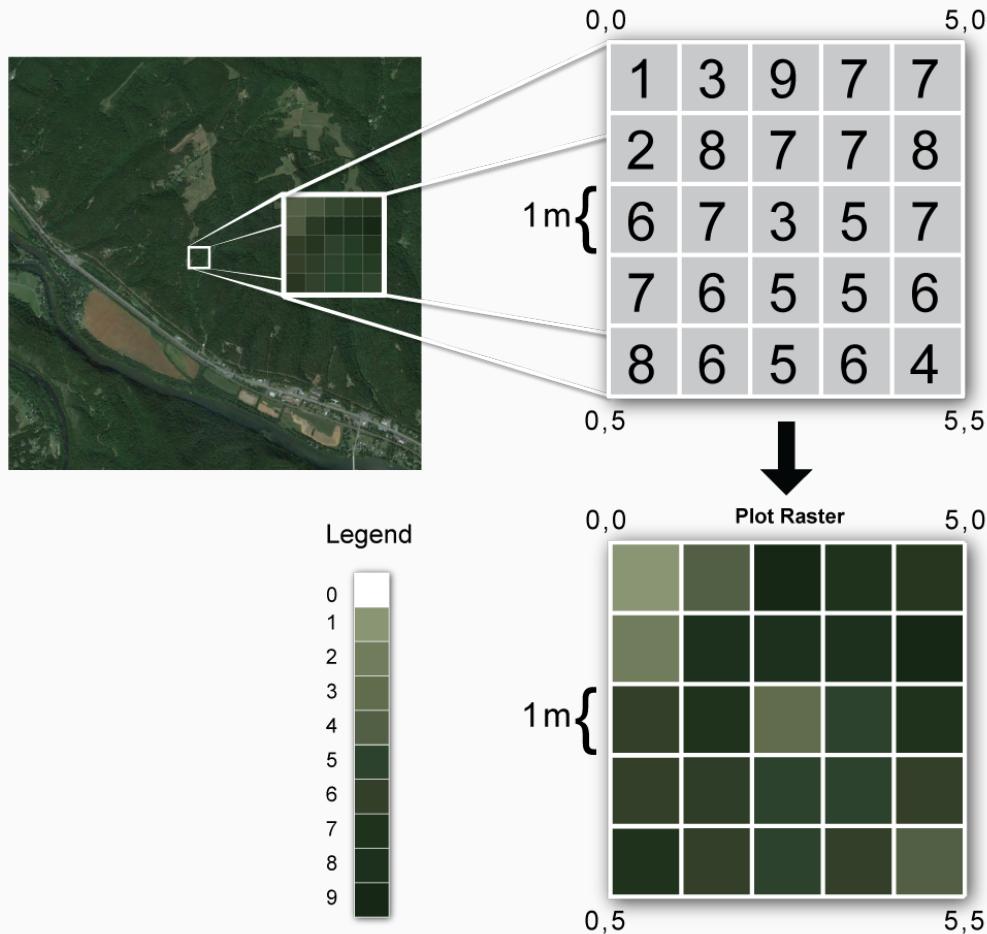
.shx: arquivo de índice que une o .shp ao .dbf

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



5.10 Dados matriciais

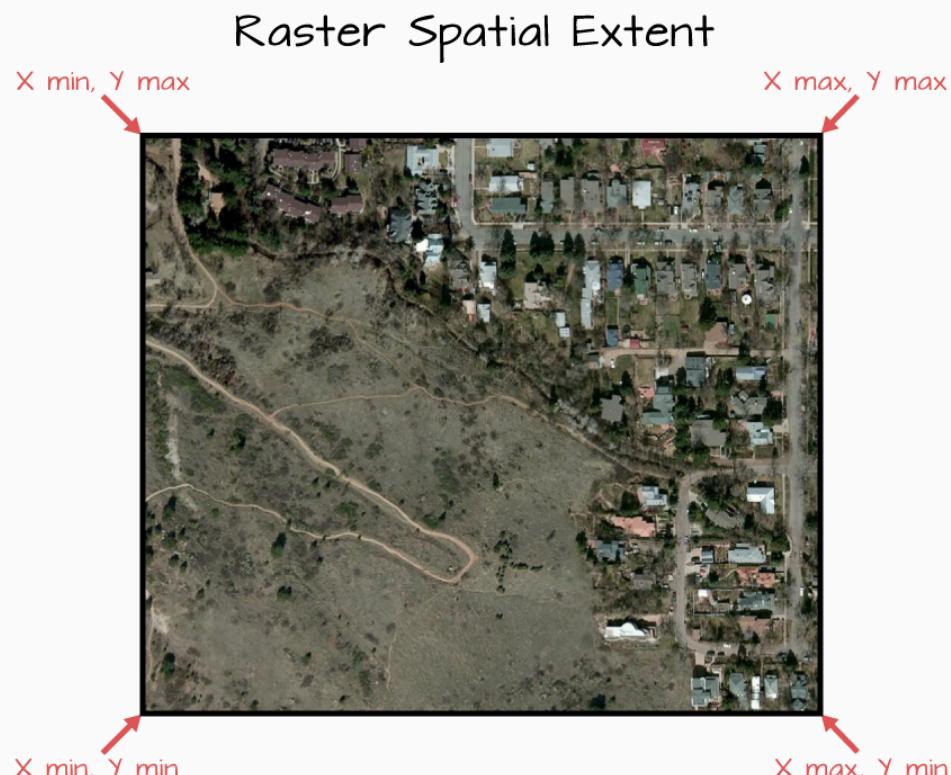
Gride ou raster



5.10 Dados matriciais

Gride ou raster

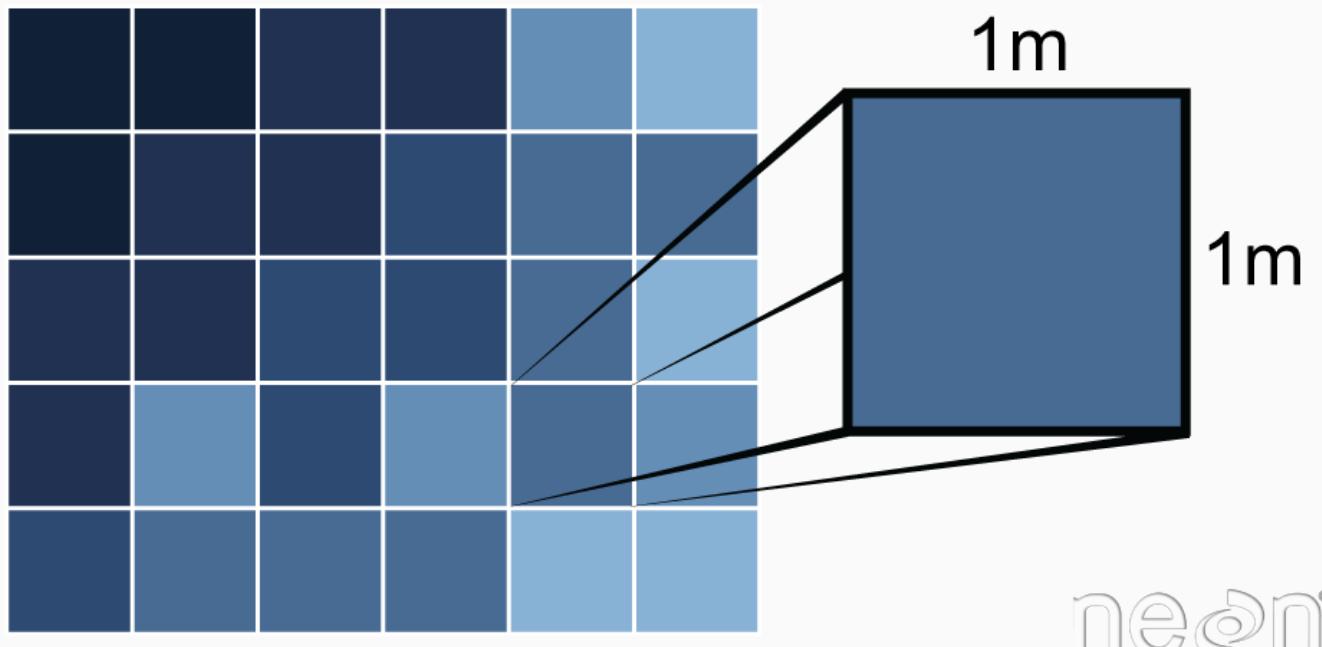
Extensão



5.10 Dados matriciais

Gride ou raster

Resolução



neon

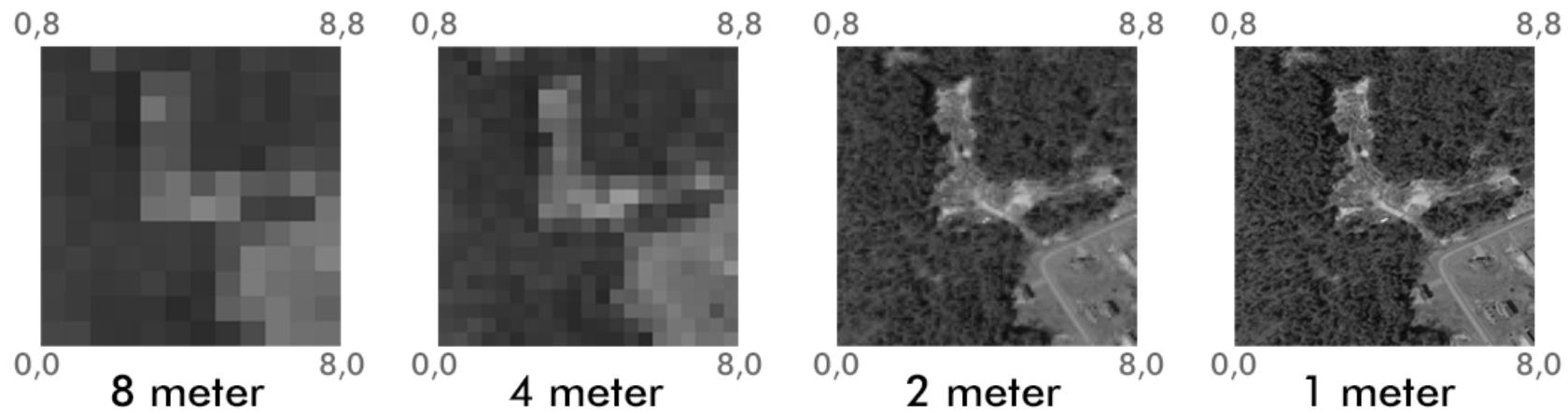
5.10 Dados matriciais

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

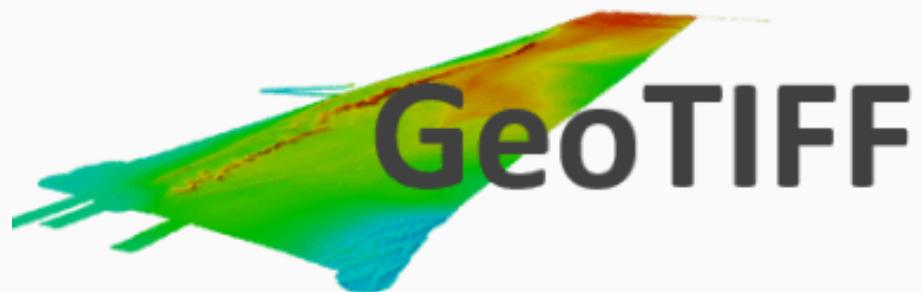


5.11 Formatos de arquivos matriciais

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

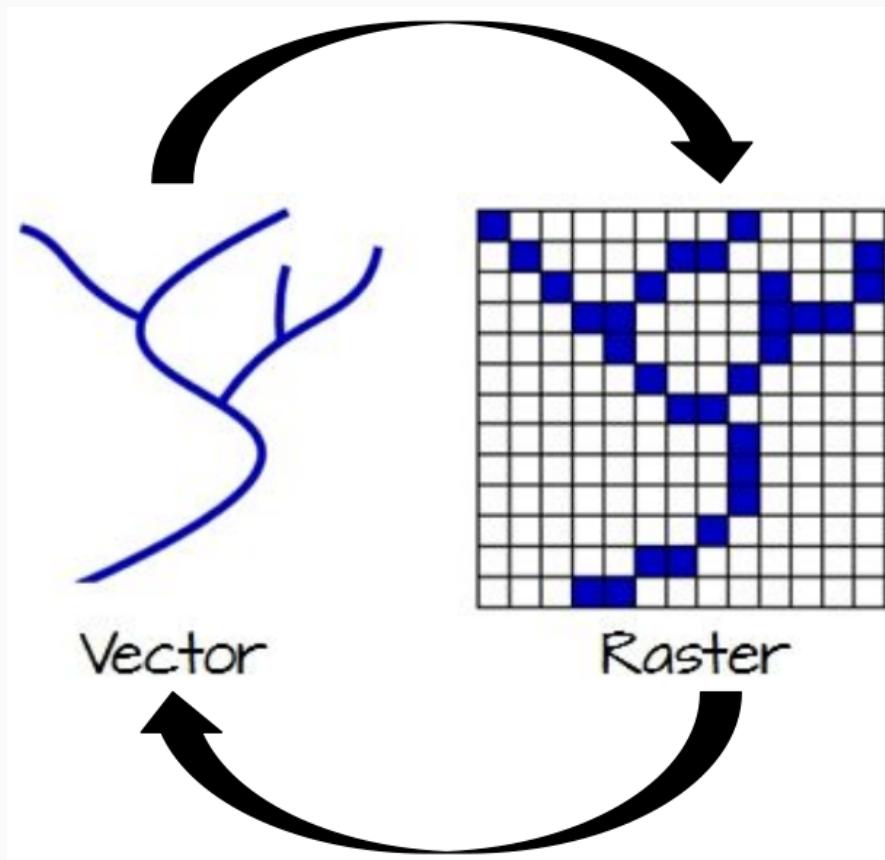
.gpkg: armazena dados vetoriais, matriciais, metadados, dados alfanuméricos, entre outros aspectos internos do banco



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

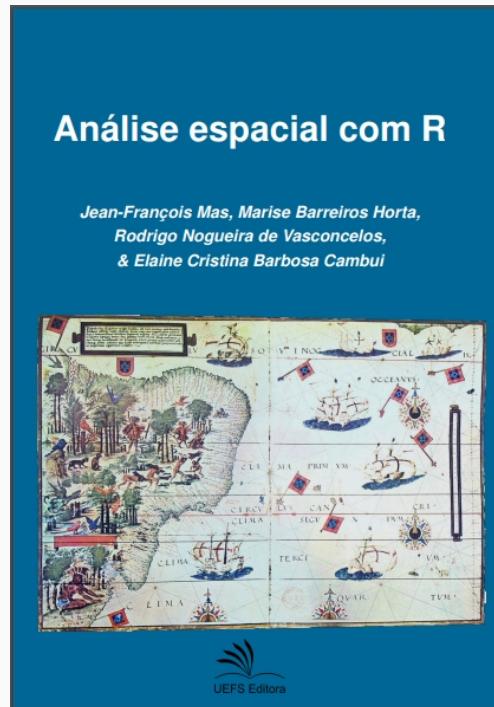
Matriciais

- **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)

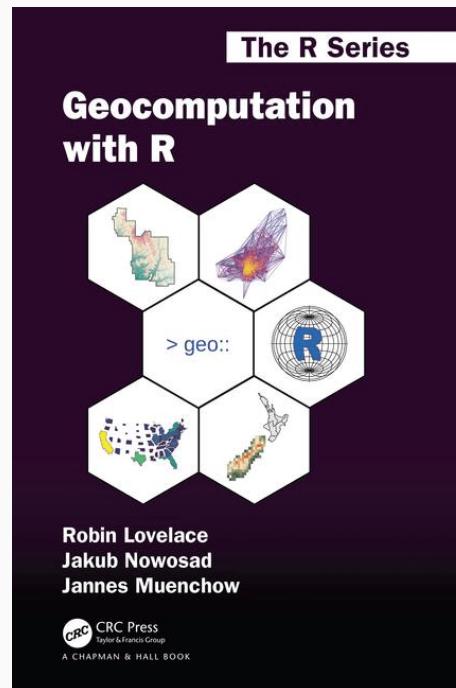


[*] <https://www.dropbox.com/s/blgtp2bmpdghol7/AnaliseEspacialComR.pdf?dl=0>

5.15 Material

Livros

Geocomputation with R (2019)

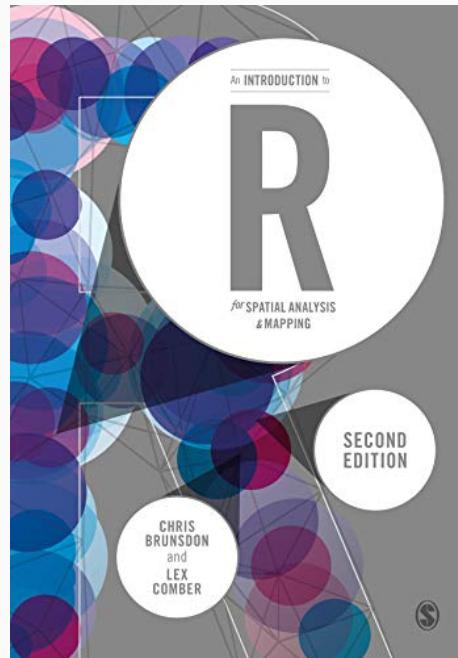


[*] <https://geocompr.robinlovelace.net/>

5.15 Material

Livros

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

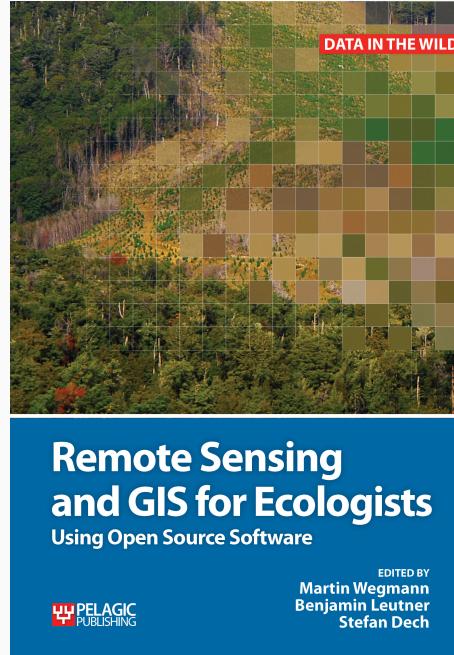


[*] <https://bookdown.org/lexcomber/brunsdoncomber2e/>

5.15 Material

Livros

Remote Sensing and GIS for Ecologists (2016)

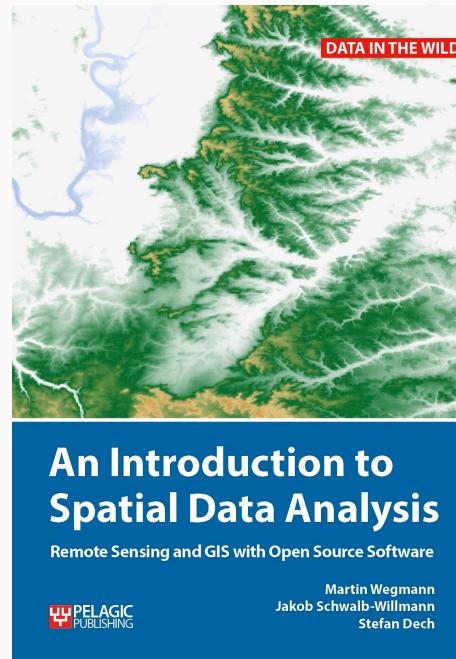


[*] <http://book.ecosens.org/rsebook/>

5.15 Material

Livros

An Introduction to Spatial Data Analysis (2020)

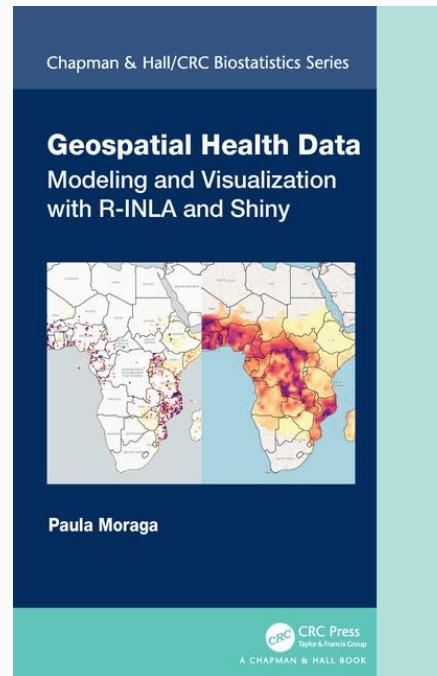


[*] <http://book.ecosens.org/gsbook/>

5.15 Material

Livros

Geospatial Health Data

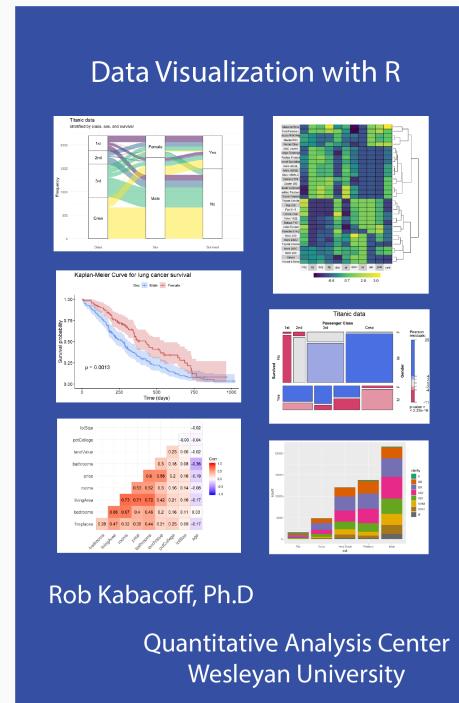


[*] <https://www.paulamoraga.com/book-geospatial/>

5.15 Material

Livros

Data Visualization with R (2019)

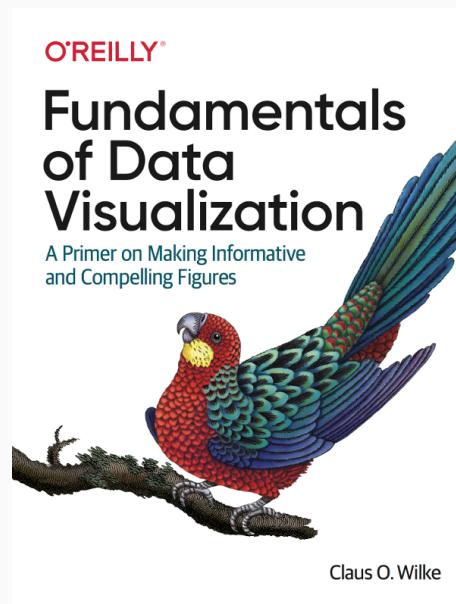


[*] <https://keen-swartz-3146c4.netlify.com/>

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

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

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

 mauriciovancine.github.io



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