



**Cruzeiro do Sul**  
**Virtual**  
Educação a Distância

## VISUALIZAÇÃO GEOGRÁFICA

Prof. Ismar Frango



## Visualização De Informação Geográfica

A consciência a respeito de onde estamos e qual o lugar que ocupamos no mundo sempre permeou a História da humanidade. A área da Cartografia representa o conjunto de estudos e operações científicas, técnicas e artísticas que, tendo por base os resultados de observações diretas ou da análise de documentação, voltam-se basicamente para a elaboração de mapas e outros objetos para fins de localização.

A visualização de informação geográfica, nos dias de hoje, é tornada possível com a disponibilização, em diferentes formatos, de dados com diferentes níveis de detalhes, que vão das fronteiras dos países ao nível de detalhe de ruas e edificações.

Nesta unidade, iremos estudar os princípios básicos de visualização geográfica, sua evolução histórica, os principais conceitos envolvidos e técnicas computacionais para manipular e representar visualmente dados geográficos.

Fonte [https://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:World\\_Map\\_Blank.svg](https://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:World_Map_Blank.svg) - Licença CC-BY

## Um pouco de História

Não se sabe exatamente quando o ser humano começou a representar informações relativas a seu entorno por meio de elementos visuais. O mapa mais antigo que se tem notícia seria do ano 6.500 a. C., encontrado na região de Ankara, na Turquia, que indicaria a organização de **Çatalhöyük**, hoje um sítio arqueológico.



Fonte: Anadolu Medeniyetleri Müzesi



Conheça um pouco mais sobre esse sítio arqueológico clicando [aqui](#)



Cientista grego que viveu no Egito, com Contribuições significativas à matemática, astronomia, geografia e outros campos da ciência.

Saiba mais sobre ele em:  
<https://pt.wikipedia.org/wiki/Ptolomeu>



Importante matemático, geógrafo e astrônomo da Pérsia. Seu nome deu origem aos termos algarismo e algoritmo.

Saiba mais sobre ele em:  
<https://pt.wikipedia.org/wiki/Alcuarismi>

A representação de dados geográficos teve avanços em diferentes povos em diferentes lugares, como pode ser visto nos registros de **Ptolomeu** quanto de **Al-Khwārizmī**. Obviamente, essas representações em geral limitavam-se ao trecho do mundo que era conhecido por esses povos, com as distorções que se podem ter com os métodos rudimentares de medição e coleta de dados daquela época.



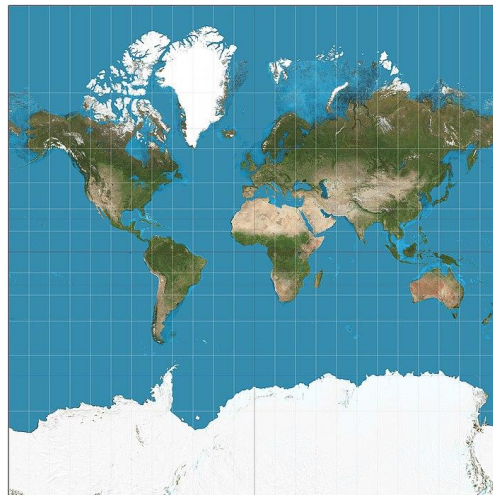
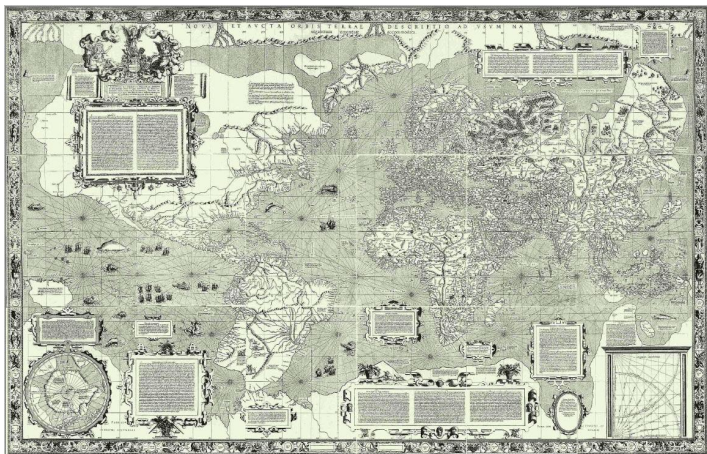
Período da história que decorreu entre o século XV e o início do século XVII, durante o qual, inicialmente, portugueses, depois espanhóis e, posteriormente, alguns países europeus exploraram intensivamente o globo terrestre em busca de novas rotas de comércio.

Saiba mais em:  
[https://pt.wikipedia.org/wiki/Era\\_dos\\_Descobrimentos](https://pt.wikipedia.org/wiki/Era_dos_Descobrimentos)

Foi com as **Grandes Navegações** que o registro e a representação visual de dados geográficos tiveram seu grande salto qualitativo, com o desenvolvimento de muitas técnicas utilizadas até hoje, como a **Projeção de Mercator**.

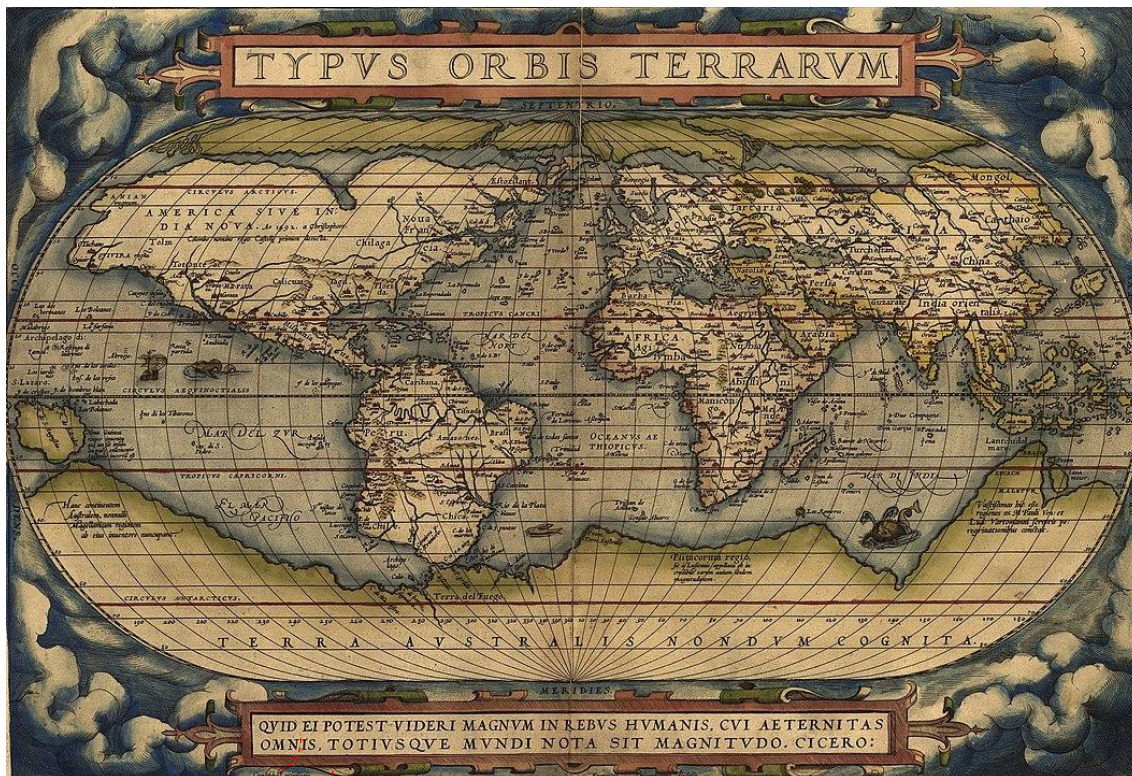
A projeção de Mercator é uma projeção cilíndrica da Terra, em que os **meridianos** são linhas retas paralelas verticais que são horizontalmente equidistantes, ao passo que os **paralelos** são planificados na forma de linhas retas paralelas horizontais, de modo que a distância vertical entre dois paralelos sucessivos é tanto menor quanto mais próximos esses paralelos estiverem da linha do Equador. Foi apresentada em 1569, pelo cosmógrafo e cartógrafo Gerardus Mercator.

Mapa original de Mercator: *Nova et Aucta Orbis Terrae Descriptio ad Usum Navigantium Emendate Accommodata* (à esquerda) e uso da Projeção de Mercator em um mapa atual (à direita)





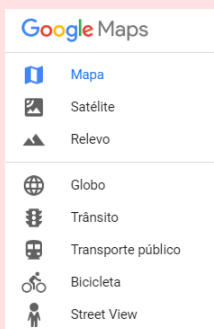
O mapa a seguir se chama "*Theatrum Orbis Terrarum*" ("Teatro do Globo Terrestre") de Abraão Ortélio, publicado em 1570 em Antuérpia (hoje Holanda), considerado o primeiro atlas moderno, resultado das intensas explorações marítimas do período das Grandes Navegações.



Fonte: [https://pt.wikipedia.org/wiki/Era\\_dos\\_Descobrimentos#/media/Ficheiro:OrteliusWorldMap1570.jpg](https://pt.wikipedia.org/wiki/Era_dos_Descobrimentos#/media/Ficheiro:OrteliusWorldMap1570.jpg) - Licença: CC-BY

Muitos instrumentos de navegação tiveram que ser desenvolvidos para dar suporte à expansão colonizadora europeia, o que os tornava úteis também para registro dos dados geográficos. Hoje em dia, o sistema de posicionamento global por satélite (GPS - *Global Positioning System*) permite acesso a dados detalhados de localização para navegar, rastrear e localizar destinos desejados. Atualmente, a maioria dos mapas é criada associada a um sistema de informações geográficas (**GIS – Geographic Information System**), que armazena e analisa diferentes informações sobre a Terra, organizadas em um sistema de **camadas** (cada uma com objetivos diferentes).

**Exemplo de camadas no Google Maps**



Um dos GIS de acesso aberto ao público mais conhecidos é o Google Maps. Mas uma alternativa baseada em licenças abertas e software livre é o OpenStreetMap, que é um projeto de mapeamento colaborativo para criar um mapa livre e editável do mundo, inspirado por sites como a Wikipédia.

Conheça mais em:

<https://www.openstreetmap.org/>

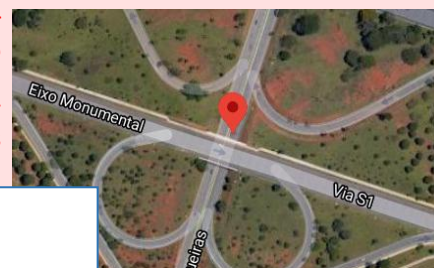
## Termos importantes

- **Coordenadas geográficas (latitude e longitude):** a latitude corresponde a uma coordenada geográfica medida em graus em relação Equador, que pode variar de  $0^\circ$  até  $90^\circ$  em direção norte (N) ou sul (S) – as coordenadas sul podem ser indicadas com sinal negativo. A longitude também é medida em graus e pode variar  $0^\circ$  e  $180^\circ$  para Leste (E - *East*) ou para Oeste (W - *West*), a partir do meridiano de Greenwich – as coordenadas oeste sul podem ser indicadas com sinal negativo. Por exemplo, o ponto central de Brasília tem as seguintes coordenadas: latitude: -15,78, Longitude: -47,92 ou podem ser escritas como:

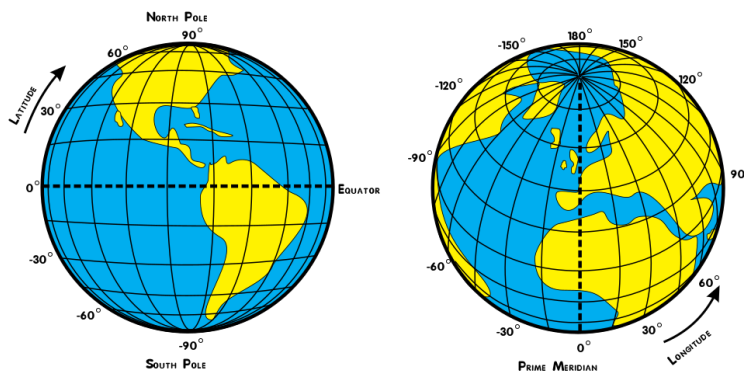
**15°46'48"S, 47°55'45"W**

No Google Maps, é possível identificar qualquer ponto no globo terrestre, bastando indicar os valores de latitude e longitude, com valores positivos e negativos (para identificar norte ou sul e leste ou oeste, ou colocando os símbolos N, S, E, W)

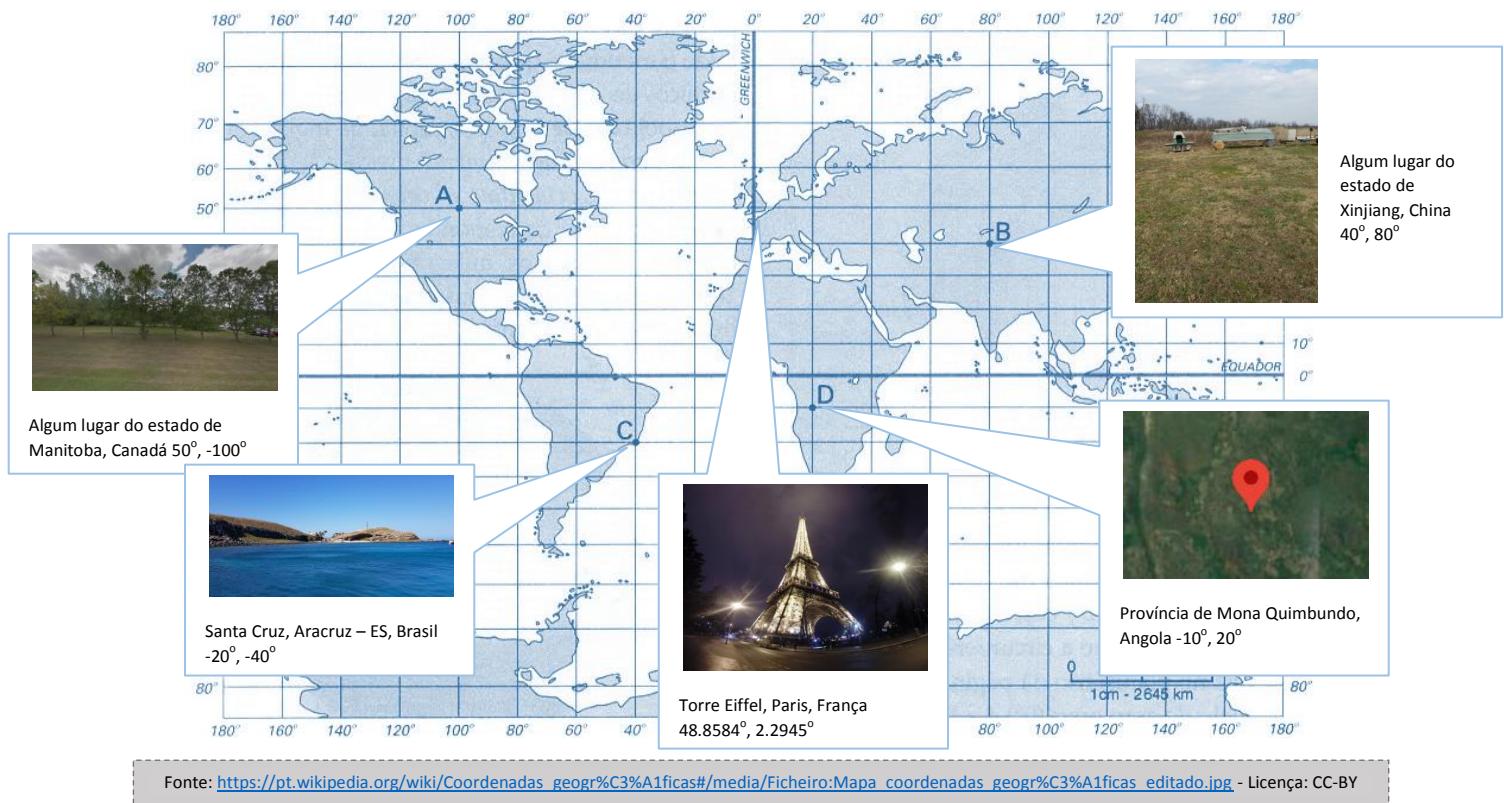
15°46'48.0"S 47°55'45.0"W  
-15.780000, -47.929167



- os símbolos  $^\circ$ ,  $'$  e  $''$  indicam graus, minutos e segundos, respectivamente, na proporção  $1^\circ = 60'$ ;  $1' = 60''$ ;  $1^\circ = 3600''$ .
- Logo, 15°46'48"S (Sul) significa uma latitude (sul ou norte) 15 graus negativos (sul = negativo). 46'48" significam  $46/60 + 48/3600 = 0,78$ . Assim, 15°46'48"S = -15,78.





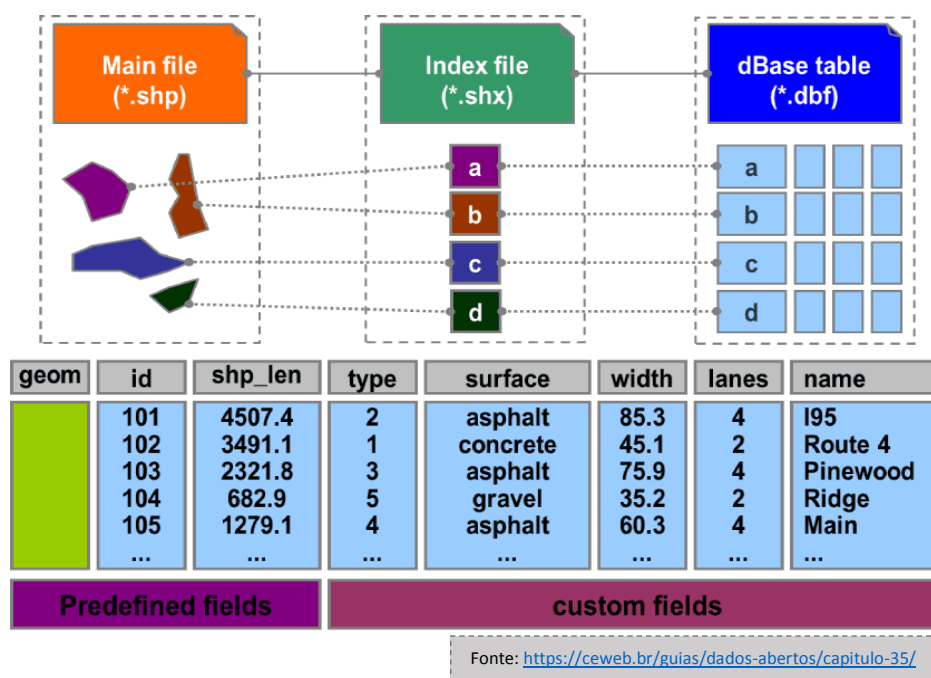


- **Geolocalização:** identificação ou estimativa da localização geográfica de um elemento. Hoje o termo é utilizado para se referir à geolocalização suportada por tecnologias como o GPS, por exemplo.
- **Código geográfico (geocode):** identificação de um local de um registro em termos de algum identificador geográfico, por exemplo, o par latitude + longitude, CEP (em vários lugares conhecido por *ZIP code*), endereço ou setor censitário.
- **Conjunto de coordenadas geográficas:** valores de latitude / longitude para um determinado ponto
- **Geodésica:** a menor distância entre dois pontos na superfície de um esferoide (como a Terra).
- **Grande círculo:** o maior círculo possível que pode ser desenhado em torno de uma esfera (tanto o equador como o primeiro meridiano são exemplos de grandes círculos).

## Formatos de dados geográficos

Existem vários formatos padrão para representação de dados geográficos. É importante conhecermos um pouco sobre os principais formatos para ser capazes de identificar suas características.

- **Shapefile:** é um dos formatos mais antigos, utilizados pelos primeiros GIS. Foi um formato proposto pela ESRI (*Environmental Systems Research Institute*), a principal empresa de GIS em nível mundial. Trata-se de uma representação dos elementos geográficos por meio de geometrias. Por ser uma representação antiga, se baseia em um esquema de dados indexados não-relacionais, como pode ser visto a seguir:



O formato Shapefile é um conjunto de três arquivos que são obrigatórios:

- .shp: é a geometria do recurso.
- .shx: é a posição do índice de forma.
- .dbf: são os dados do atributo.

Outros arquivos adicionais podem ser incluídos.

- **CSV:** o formato CSV (*Comma-Separated Values*) é um dos mais simples de gerenciar, mas não traz nenhum padrão geográfico específico: apenas os dados, separados por vírgulas (ou ponto-e-vírgulas – ou tabulações, na variação conhecida como TSV).

Continente, País
África, Argélia
África, Angola
África, Benin
África, Botswana
África, Burkina Faso
África, Burundi
África, Camarões
África, Cabo Verde
África, Rep Central Africana
África, Chade

- **XML:** também um formato fácil de compreender e gerenciar, o formato XML (*eXtensible Markup Language*) permite a representação de dados geográficos. Enquanto o formato CSV depende dos nomes de cada uma das colunas contidos no cabeçalho (primeira linha) do arquivo, no formato XML a definição do significado de cada dado é estabelecido pelas *tags* inseridas ao redor dos dados. Embora possa ser usado na forma conhecida como “XML plano”, com *tags* livres, certos *flavors* (arquivos XML que seguem um conjunto de *tags* pré-determinadas) de XML são geralmente preferidos:

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<kml
  xmlns="http://www.opengis.net/kml/2.2">
  <Placemark>
    <name>A simple placemark
    </name>
    <Point>
      <coordinates>
        -24.5429,47.3668,0
      </coordinates>
    </Point>
  </Placemark>
</kml>
```

○ **GML** – *Geometry Markup Language*, ligada ao formato OpenGIS (utilizado no Brasil pelo INPE)

○ **KML** – *Keyhole Markup Language*, formato inicialmente planejado para uso com o Google Earth, mas atualmente também suportado pelo Google Maps.

○ **KMZ** - composto por um arquivo KML principal e zero ou mais arquivos de suporte compactados.

○ **OSM** – formato do Open Street Map baseado em XML.

- **JSON:** Atualmente, há dois formatos padrão baseados em JSON: o GeoJSON e o TopoJSON. O último é uma extensão do primeiro, com otimizações de representação, gerando arquivos geralmente menores.



## Exemplos práticos

Atualmente, é possível gerar visualizações geográficas sem esforço de programação, simplesmente usando serviços disponíveis na Internet. Por exemplo, em ambientes que usam o serviço Google Maps, visualizações de dados geográficos são oferecidas diretamente.

<https://trends.google.com>

Como exemplo, na busca do **Google Trends** sobre as tendências de busca a respeito dos termos **covid-19** e **h1n1** na Rússia e no Brasil, nos meses de fevereiro a abril de 2020, o serviço mostra um mapa-múndi indicando que, em todos os países onde há registros, há proporcionalmente mais buscas sobre o primeiro termo (covid-19) do que sobre o segundo (h1n1). Porém, com o auxílio de um **gráfico de setores modificado**, nota-se uma predominância maior na Rússia de buscas sobre COVID-19 do que sobre H1N1. Já no caso do Brasil, possivelmente pelo início da campanha de vacinação contra H1N1 iniciada em março/2020, há uma presença relativa importante de buscas sobre H1N1.

Trata-se de uma modificação neste caso apenas estética, em que o gráfico de setores tem a aparência de um *donut* (geralmente, o gráfico é chamado assim)



Ainda usando os ambientes da Google, uma planilha no Google Drive com os dados adequados, oferece uma opção de visualização geográfica. Por exemplo, com um *dataset* contendo a população dos doze países da América do Sul (dados de 2019), a seguinte visualização é oferecida →

País	População
Brasil	208.500.000
Colômbia	45.640.400
Argentina	40.117.096
Venezuela	31.028.637
Peru	28.221.500
Chile	16.803.000
Equador	14.881.200
Bolívia	9.694.200
Paraguai	6.238.400
Uruguai	3.350.500
Guiana	736.100
Suriname	492.829

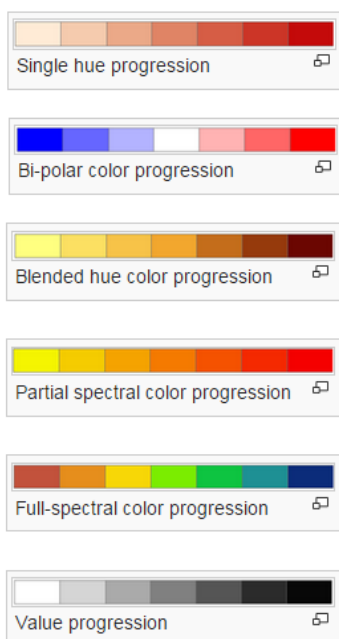
492.829 208.500.000



Fonte: [https://pt.wikipedia.org/wiki/Lista\\_de\\_pa%C3%ADses\\_da\\_Am%C3%A9rica\\_do\\_Sul\\_por\\_popula%C3%A7%C3%A3o](https://pt.wikipedia.org/wiki/Lista_de_pa%C3%ADses_da_Am%C3%A9rica_do_Sul_por_popula%C3%A7%C3%A3o) + Autor + Google Drive

## Choropleths

Um Choropleth é um tipo de mapa em que as áreas são preenchidas com cores ou padrões proporcionais às quantidades relacionadas a cada área. O *dataset* usado anteriormente em uma planilha do Google Drive pode ser exibido como um *choropleth*.

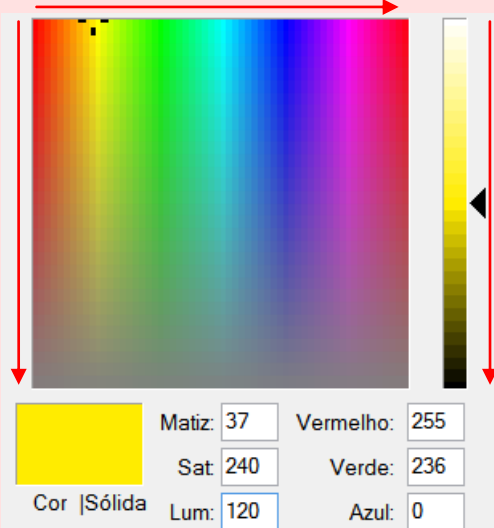


492.829 208.500.000

Quando se elabora um *choropleth*, deve-se escolher um conjunto de cores adequado aos objetivos de visualização. Em geral, em escalas crescentes (por exemplo, população) é mais adequado manter o mesmo tom (*hue*) da cor – na figura ao lado, indicado como *Single hue progression*. Há alguns casos em que se tem um valor médio e pode ser interessante trabalhar com dois tons, um com viés negativo e outro com viés positivo (na figura ao lado, *Bi-polar color progression*).

matiz: de 0 a 360

saturação: de 100% a 0%



luminosidade: de 100% a 0%

Para compreender melhor a questão das cores em um Choropleth, é importante olhar o padrão de cores HSL (*Hue* – Matiz, Saturação e Luminosidade).

O gráfico ao lado dá um exemplo de como compor uma cor no padrão HSL.

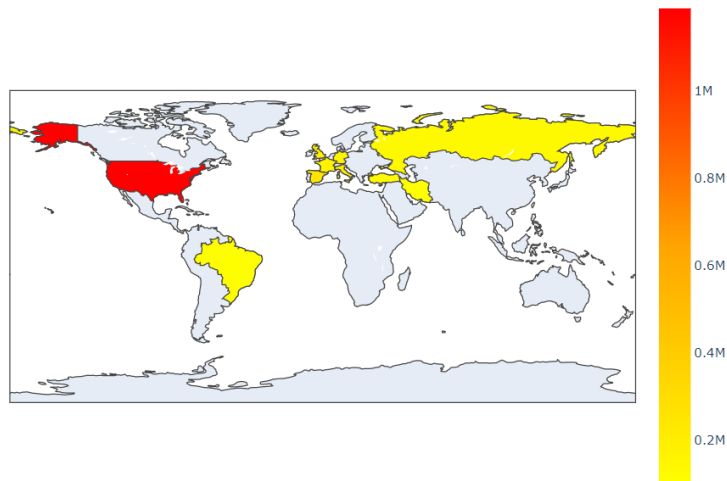
Note que, na maioria das aplicações Windows (como o Paint, por exemplo), 100% para os valores de S e L equivale a 240. E a matiz não vai até 360 e sim até 240. Então, uma regra de três deve ser aplicada entre aplicações, por exemplo GIMP ou Photoshop, que usam o “valor real” HSL.

	Paint	Valor real HSL
H	37	55
S	240	100%
L	120	0%

## Choropleths – Implementação em Python

Uma forma simples de implementar um código em Python que gere um Choropleth é usando o módulo `graph_objs` da biblioteca `plotly`:

```
#Dados de contaminação pela COVID-19 em 03/05/2020
import plotly as py
import plotly.graph_objs as go
data = dict (
    type = 'choropleth',
    locations = ['USA', 'Spain', 'Italy', 'UK', 'France', 'Germany',
                'Russia', 'Turkey', 'Brazil', 'Iran'],
    locationmode='country names',
    colorscale = ['yellow', 'orange', 'red'],
    z=[1188122, 247122, 210717, 186599, 168693, 165664, 134687,
        126045, 101147, 97424])
map = go.Figure(data=[data])
map.show( )
```



O uso deste módulo é bastante simples, bastando alimentar um elemento do tipo *dictionary* com os atributos:

- `type = 'choropleth'`, mas há outras opções
- `locations =` aqui se informa uma lista de países
- `locationmode='country names'`, mas há outras opções
- `colorscale =` indicar uma escala a partir de suas cores ou a partir de escalas pré-determinadas
- `z =` lista de valores

Um outro exemplo de uso do `graph_objs` está a seguir, agora obtendo o dataset a partir de um arquivo CSV



```
import plotly.graph_objects as go
import pandas as pd

df = pd.read_csv('https://raw.githubusercontent.com/ismarfrango/visualizacaoCS/master/southAmerica-pop.csv')

fig = go.Figure(data=go.Choropleth(
    locations=df['name'], # Nome do país
    z = df['pop'].astype(int), # Dados para o Choropleth
    locationmode = 'country names', # Tipo de identificação geográfica
    colorscale = 'Reds', #escala contínua em tons de vermelho
    colorbar_title = "População",
))

fig.update_layout(
    title_text = 'População da América do Sul - 2019',
    geo_scope='south america', # Limita escopo para a América do Sul
)

fig.show()
```

O resultado está abaixo:

População da América do Sul - 2019



Para conhecer mais sobre mapas em Python usando plotly e graph\_objects, acesse:

<https://plotly.com/python/maps/>

Confirme se o módulo está instalado em sua máquina.  
Se não estiver, instale-o.

Uma outra forma de exibir visualizações geográficas em Python é com o módulo **express** do `plotly`. É uma forma um pouco mais limitada, pois traz os dados pré-arranjados, porém é de codificação bastante mais fácil.

Veja o exemplo a seguir, que exibe um mapa proporcional (ou *scatter* ou *bubble*):

```
import plotly.express as px
df = px.data.gapminder().query("year==2007")
fig = px.scatter_geo(df, locations="iso_alpha", color="continent",
                    hover_name="country", size="pop",
                    projection="mercator")
fig.show()
```

No caso do *express*, nem mesmo os dados precisam ser carregados, visto que o pacote mantém um conjunto de dados já disponíveis. O resultado pode ser visto a seguir:



Para conhecer mais sobre este tipo de mapa e o pacote *express*, acesse:

<https://plotly.com/python/bubble-maps/>

e

[https://plotly.com/python-api-reference/generated/plotly.express.scatter\\_geo.html](https://plotly.com/python-api-reference/generated/plotly.express.scatter_geo.html)



continent

- Asia
- Europe
- Africa
- Americas
- Oceania



Para saber mais, leia os capítulos iniciais dos e-books:

PERKOVIC, Ljubomir; VIEIRA, Daniel. Introdução à computação usando Python: um foco no desenvolvimento de aplicações. Rio de Janeiro: LTC, 2016.

McKinney, W. Python Para Análise de Dados: Tratamento de Dados com Pandas, NumPy e IPython. São Paulo: Novatec, 2018