

MBA
USP
ESALQ

Análise Espacial II
Rafael de Freitas Souza

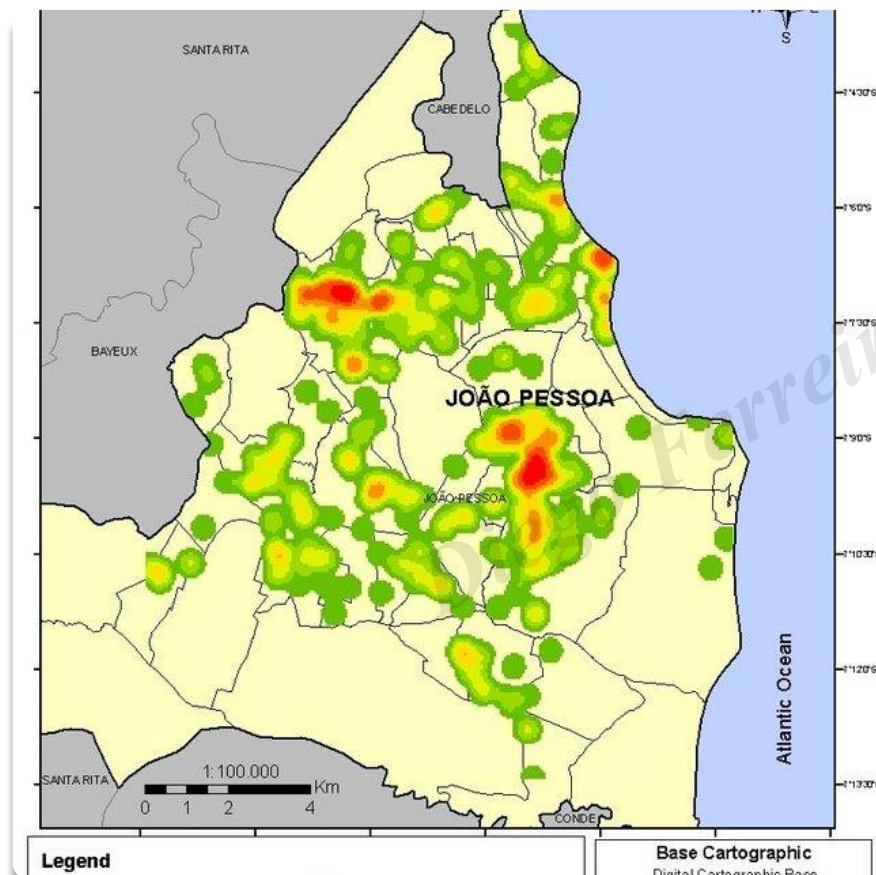
Dados Espaciais

- Diferentemente da lógica estudada até o momento, nossa disciplina preocupar-se-á com os **dados espaciais**. Porém, qual a diferença entre dados e dados espaciais?

Segundo Fotheringham, Brunson e Charlton (2000) os **dados espaciais** indicam o quanto varia dado fenômeno, preocupando-se com onde (lugar) ocorre tal variação; já os **dados não espaciais** indicam o quanto varia determinado fenômeno, sem preocupação acerca do lugar em que ocorre essa variação.

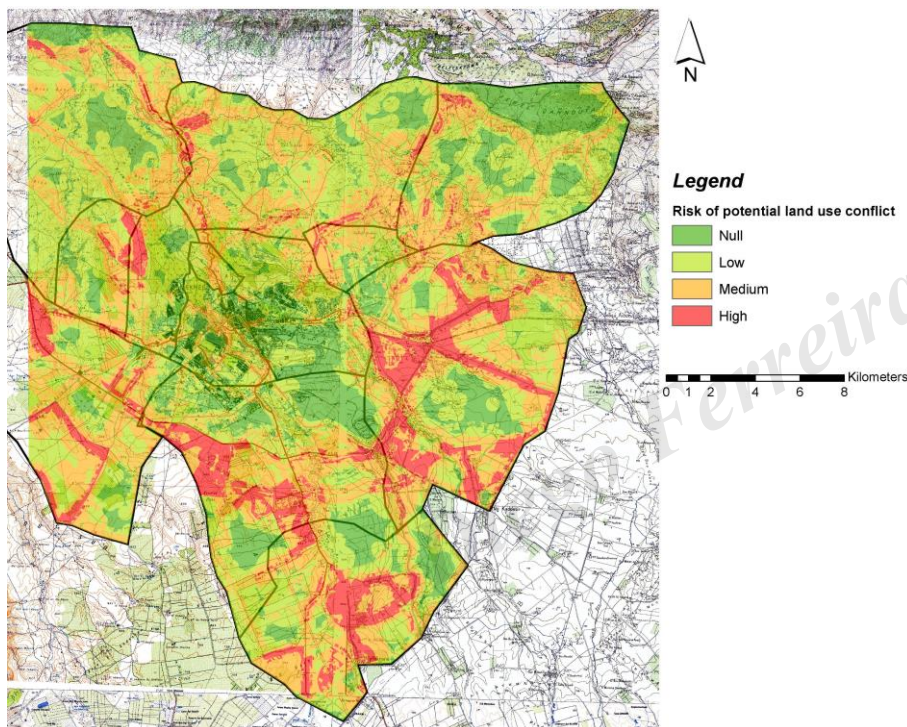
- **Primeira Lei da Geografia:** “Todas as coisas estão relacionadas com todas as outras, mas coisas próximas estão mais relacionadas do que coisas distantes” (Tobler, 1970).

Exemplo do Funcionamento da Espacialidade dos Dados



- O exemplo ao lado diz respeito ao estudo da criminalidade em João Pessoa/PB no ano de 2012.

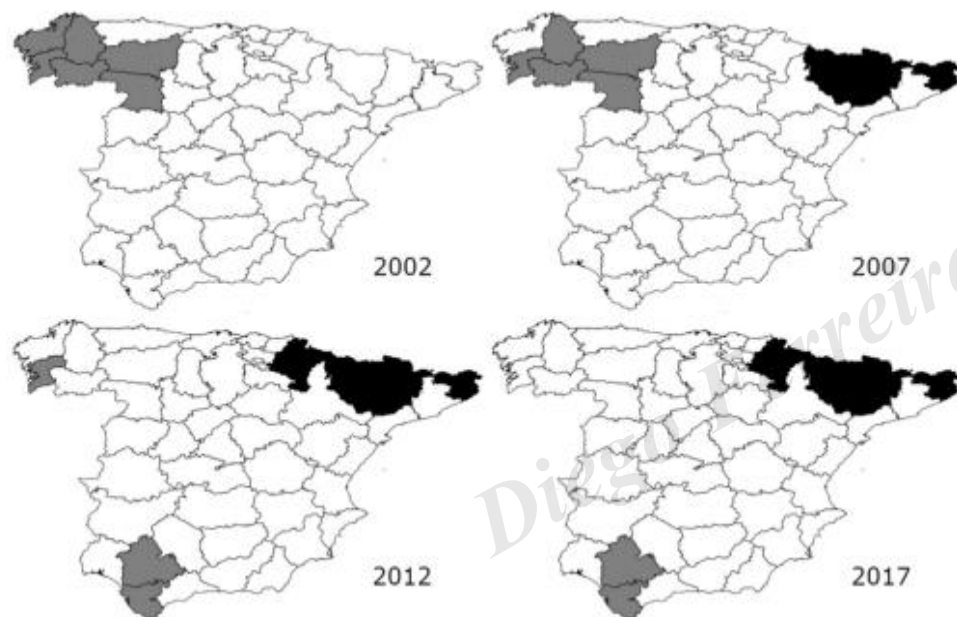
Exemplo do Funcionamento da Espacialidade dos Dados



- O exemplo ao lado diz respeito ao estudo da potencialidade de conflitos gerados em razão do uso da terra em Mequinez, Marrocos.

Debolini, Valette, François e Chery (2015)

Exemplo do Funcionamento da Espacialidade dos Dados



- O exemplo ao lado diz respeito a *clusters* espaciais a respeito da precificação e da compra do tabaco nas fronteiras da Espanha, de 2002 a 2017.

Almeida, Golpe e Álvarez (2020)

A Estruturação da Base de Dados Espaciais

id	cep	gastos	filhos	latitude	longitude
Cliente 1	04537-120	4.356,90	0	-23,5928180	-46,6787473
Cliente 2	04533-020	3.999,01	1	-23,5872953	-46,6878729
...					
Cliente 3	05507-000	1.653,88	2	-23,5663135	-46,7125806
Cliente 4	05503-120	1.522,65	2	-23,5701952	-46,7133214
...					
Cliente 5	03612-160	871,32	2	-23,5167665	-46,5381829
Cliente 6	03614-030	888,09	3	-23,5163167	-46,5331962

A Utilização do R de Forma Análoga a um Software do Tipo Geographic Information Systems (GIS)

Então, pelo demonstrado, há a necessidade da utilização de um mapa pré-estabelecido?

A resposta é **NÃO**. O mapa é um recurso gráfico que, a depender dos propósitos do seu estudo, pode, ou não, existir. Por outro lado, a consideração das posições geográficas é de imprescindível importância.

- ▶ No curso, aprenderemos a lidar com objetos dos tipos *shapefiles*, *simple features*, *spatial points* e *rasters*.

Atenção com as Classes de Objetos

Lembre-se: para observar a qual classe pertence determinado objeto da linguagem R, deve-se utilizar a função **class()**



Nas exemplificações acima, as classes de objetos seriam as formas; os objetos, os biscoitos. Cada classe de objeto do R possui suas próprias especificidades.

Atenção com a Escolha de um *Coordinate Reference System* (CRS)

- ▶ De maneira simples, uma CRS indica coordenadas na superfície terrestre (e.g. longitude e latitude);
- ▶ Há que se haver atenção em sua escolha já que há coordenadas que consideram medidas geodésicas, outras consideram medidas euclidianas; outras levam em consideração o centro de massa do planeta; outras assumem pontos arbitrários de interesse.



Objetos da Classe *Shapefile*

Shapefiles: apresentação

- ▶ Conforme o discutido por Lansley e Cheshire (2018), os *shapefiles* são **arquivos** que contêm informações de determinada geografia, incluindo a sua localização e o seu formato, comumente utilizado em softwares GIS.
- ▶ Numa linguagem direta, os *shapefiles* correspondem a conjuntos de arquivos que possibilitam a existência de um mapa atrelado a uma base de dados. Esses arquivos, no mínimo, possuem extensões *.shp, *.shx, *.dbf e *.prj.
 - ▶ *.shp: arquivo que contém a geometria, isto é, os polígonos que comporão o mapa;
 - ▶ *.dbf: arquivo que contém a base de dados;
 - ▶ *.shx: arquivo que relaciona os arquivos *.shp e *.dbf;
 - ▶ *.prj: arquivo que descreve qual o sistema de projeção geográfica o mapa utiliza.

Abrindo um *shapefile* no R

- ▶ Biblioteca principal adotada pelo curso: `rgdal`
- ▶ Rotina básica para a abertura de *shapefiles* no R:

```
readOGR(dsn = "shapefile_sp", layer = "estado_sp")
```

Nome da pasta onde os arquivos que formam o *shapefile* estão.

Nomenclatura principal dos arquivos que formam o *shapefile*.



Objetos da Classe *Simple Feature*

Gerando um objeto *simple feature* no R

- ▶ De acordo com Pebesma (2018) os objetos do tipo *simple feature* referem-se, em regra, a *data frames* que possuam vetores com informações de referência geográfica.
- ▶ Biblioteca principal adotada pelo curso: **sf**
- ▶ O primeiro passo, portanto, é possuir um data frame que contenha colunas a respeito da posição geográfica das observações.
- ▶ A seguir, pode-se converter o data frame em um objeto *simple feature* com o uso da função **st_as_sf()**:

```
st_as_sf(x = seu data frame aqui,  
        coords = variáveis da longitude e latitude aqui,  
        crs = sistema de referências de coordenadas aqui)
```

The background of the slide is a blue-tinted historical world map. A semi-transparent watermark with the text 'Ferreira Mello 159.129.131' is oriented diagonally across the center. In the top right corner, there is a solid green rectangular bar.

Objetos da Classe *Spatial Points*

Gerando um objeto *spatial points* no R

- ▶ São objetos semelhantes aos da classe `sf`, podendo ou não, possuir uma base de dados atrelada.
- ▶ A biblioteca principal adotada pelo curso é a **sp**;
- ▶ Os objetos `sp` são obtidos, comumente, com a utilização das funções `SpatialPoints()` ou `SpatialPointsDataFrame()`:

`SpatialPoints`(coords = *variáveis da longitude e latitude aqui*,
proj4string = *sistema de referências de projeções aqui*)

`SpatialPointsDataFrame`(data = *seu data frame aqui*,
coords = *variáveis da longitude e latitude aqui*,
proj4string = *sistema de referências de projeções aqui*)

The background of the slide is a dark blue map with a light blue grid. The map features various geographical elements like continents, oceans, and islands, along with decorative elements like compass roses and stylized trees. A semi-transparent dark blue banner is positioned across the middle of the slide, containing the title text. In the top right corner, there is a small yellow rectangular graphic.

Objetos da Classe *Raster*

Rasters: apresentação

- ▶ Objetos *raster* são aqueles que contêm imagens com descrições de cada um dos pixels que os compõem. Essa espécie de recurso traz, no lugar de polígonos ou pontos, uma imagem (formato *.tiff, *.jpeg, *.bmp, etc.) georreferenciada.
- ▶ A biblioteca principal adotada pelo curso será a **raster**;
- ▶ Rotina básica para a abertura de *rasters* no R:

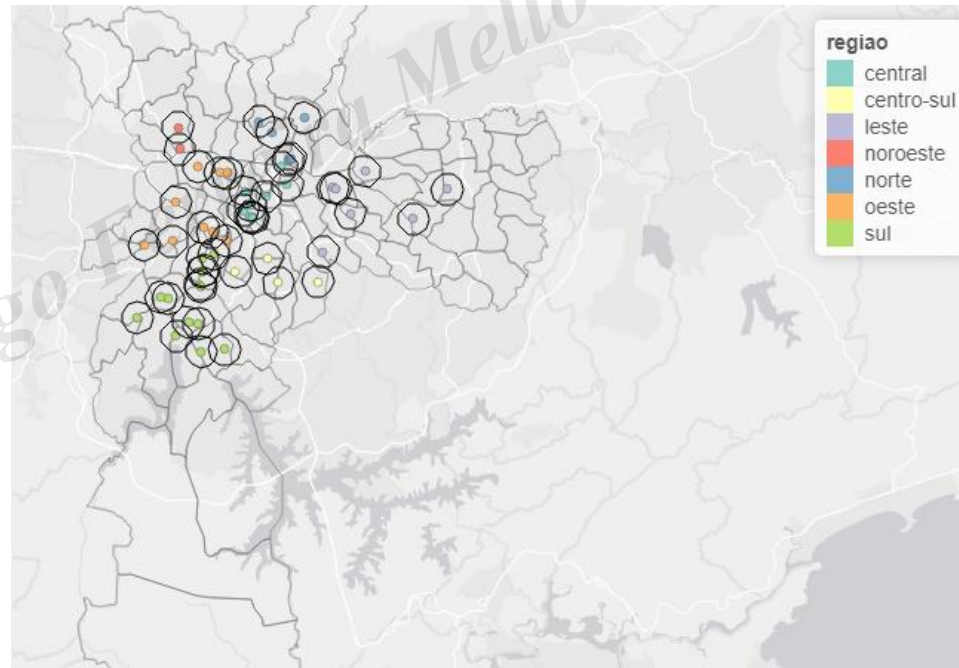
```
raster(raster = "raster_sp/relevo_sp.tif")
```




Algumas técnicas de Análise Espacial

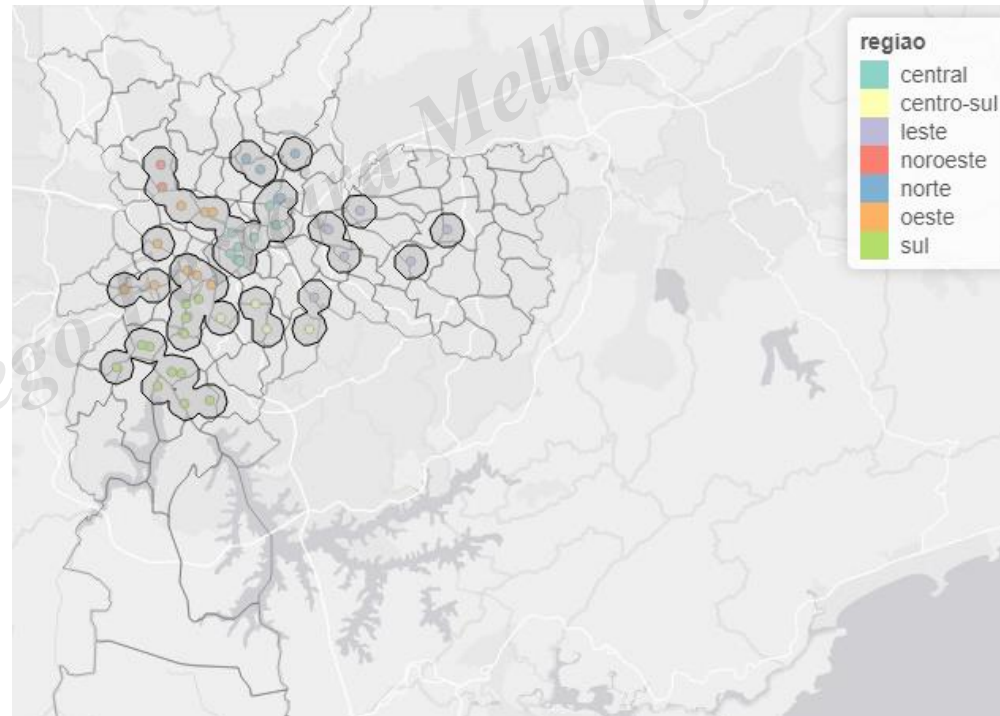
Buffer Analysis

- *Buffering* é uma técnica para se medir distâncias para fora, a partir do centro de um dado ponto geográfico.



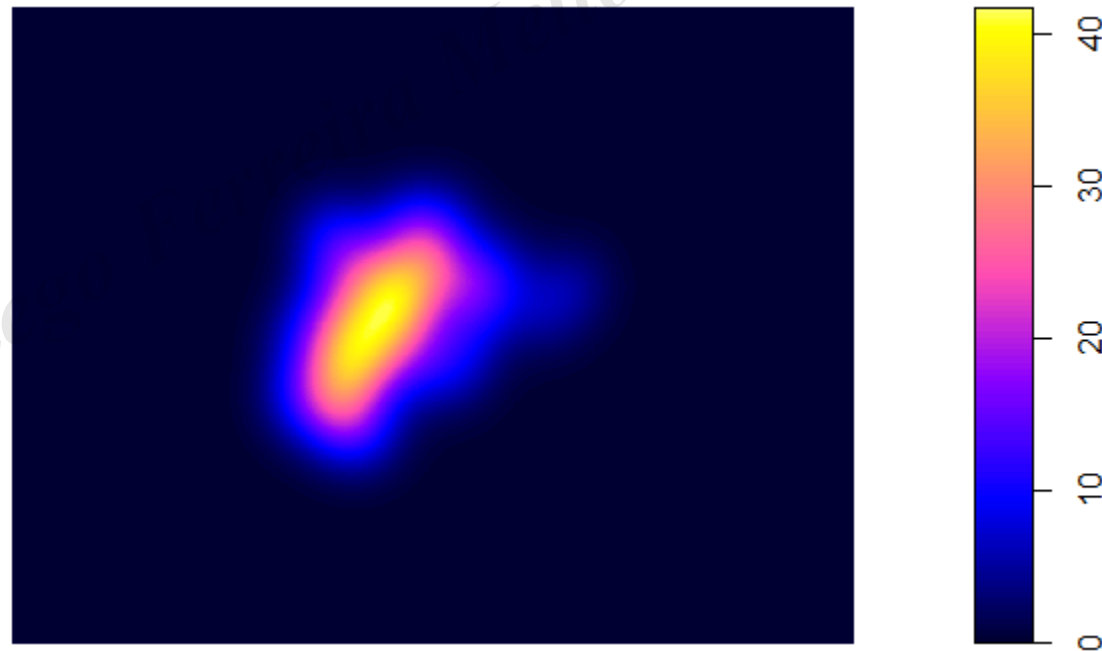
Buffer Union

- *Buffer Union* é uma técnica que combina os pontos de encontro dos *outputs* da técnica de *buffering*.



Kernel Densities

- A técnica de *kernel densities* mensura a densidade da presença de pontos de interesse em determinada área geográfica.



Kernel Densities

- Segundo Silverman (1986), o cálculo das densidades para uma localização (x, y) é feito da seguinte maneira:

$$Densidade = \frac{1}{(raio)^2} \times \sum_{i=1}^n \left\{ \frac{3}{\pi} \times pop_i \times \left[1 - \left(\frac{dist_i}{raio} \right)^2 \right]^2 \right\}$$

em que:

$i = 1, 2, \dots, n$ e diz respeito às localizações além de (x, y) ; Somente inclua pontos na soma se eles estiverem dentro do raio de distância do local (x, y) ;


pop_i indica a população de observações no campo i ;

$dist_i$ aponta a distância entre o ponto i e a localização (x, y) .

A densidade calculada é então multiplicada pelo número de pontos ou pela soma do campo da população, se houver.




Massificando o conceito de *datum*

A satellite image of Earth from space, showing the curvature of the planet, blue oceans, and white clouds. The image is partially obscured by a dark blue banner on the right side.

Datum – Pontos de Referência, Modelo de Forma da Terra, Sistemas de Coordenadas Geográficas

- ▶ No campo da Análise Espacial, podemos entender o conceito de *datum* como um conjunto de informações que engloba um sistema de pontos de referência na superfície terrestre que se conecta (ou deve se conectar) ao modelo da forma da Terra (planar, elipsoide, etc.) para que se possa definir um sistema de coordenadas geográficas.
- ▶ O *datum* mais comumente utilizado diz respeito ao World Geodetic System 1984 (WSG 84), também conhecido como WGS 1984, EPSG:4326.
- ▶ Na linguagem R, todo o bojo holístico de *datum* é, via de regra, resumido ao componente CRS.

A satellite image of Earth from space, showing the curvature of the planet and the blue oceans. The image is partially obscured by a dark blue and green graphic overlay on the right side, which contains the title text.

Por partes: o que é o WSG 84 ou o WSG 84, EPSG:4326, de fato?

- ▶ Pode-se dizer, então, que o WSG 84 configura-se numa espécie de norma utilizada pela Cartografia que possui um sistema de coordenadas terrestres (latitude e longitude), assumindo a Terra como uma elipsoide – para efeitos de sua superfície e altitudes – e uma *equipotential gravitational surface* (geoide) para seu nível do mar.
- ▶ O WSG 84 é a única norma possível?
 - ▶ Não!
 - ▶ Há outras normas que podem ser utilizadas, a depender de como se assume o formato da Terra e de como se mensuram suas coordenadas, bem como a partir de qual ponto de referência a essas coordenadas se orientam (e.g. EPSG:3857, EPSG:7789, Corrego Alegre, etc.)

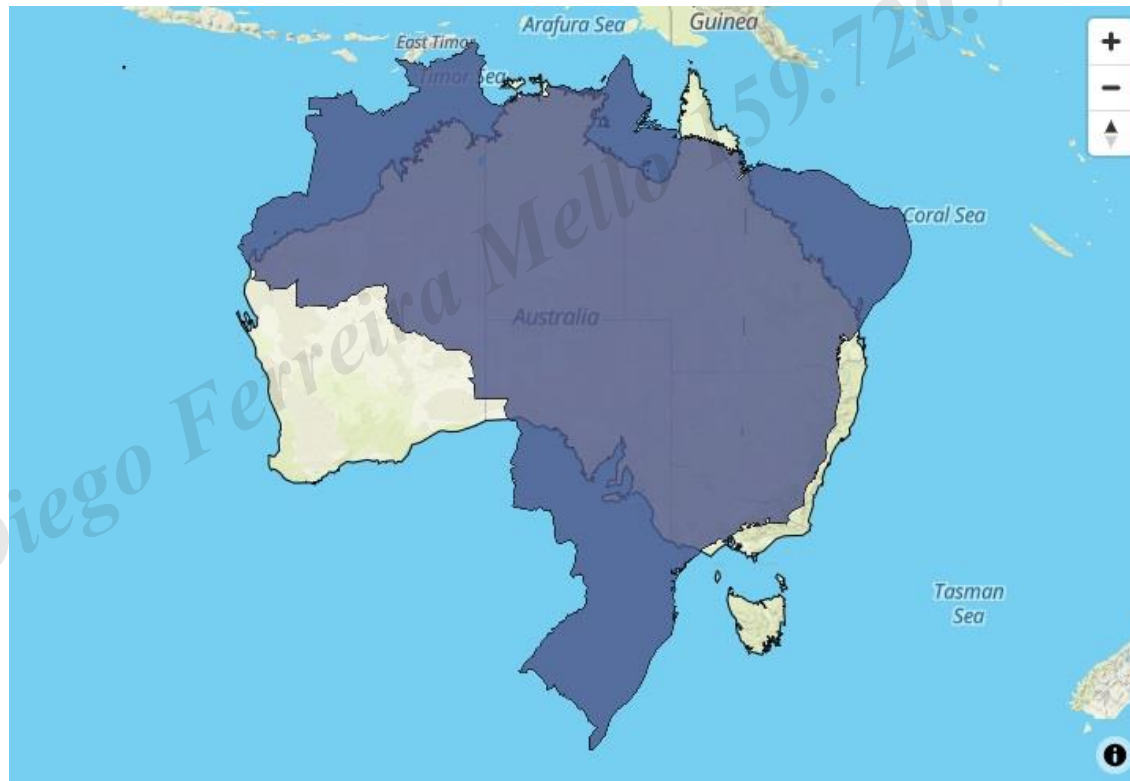
Exemplos de Distorções que Podem ser Causadas por um Descuido no *Datum* (CRS, para o R)

Área da América do Sul: 17.840.000 km²

Área da Antártica: 14.200.000 km²

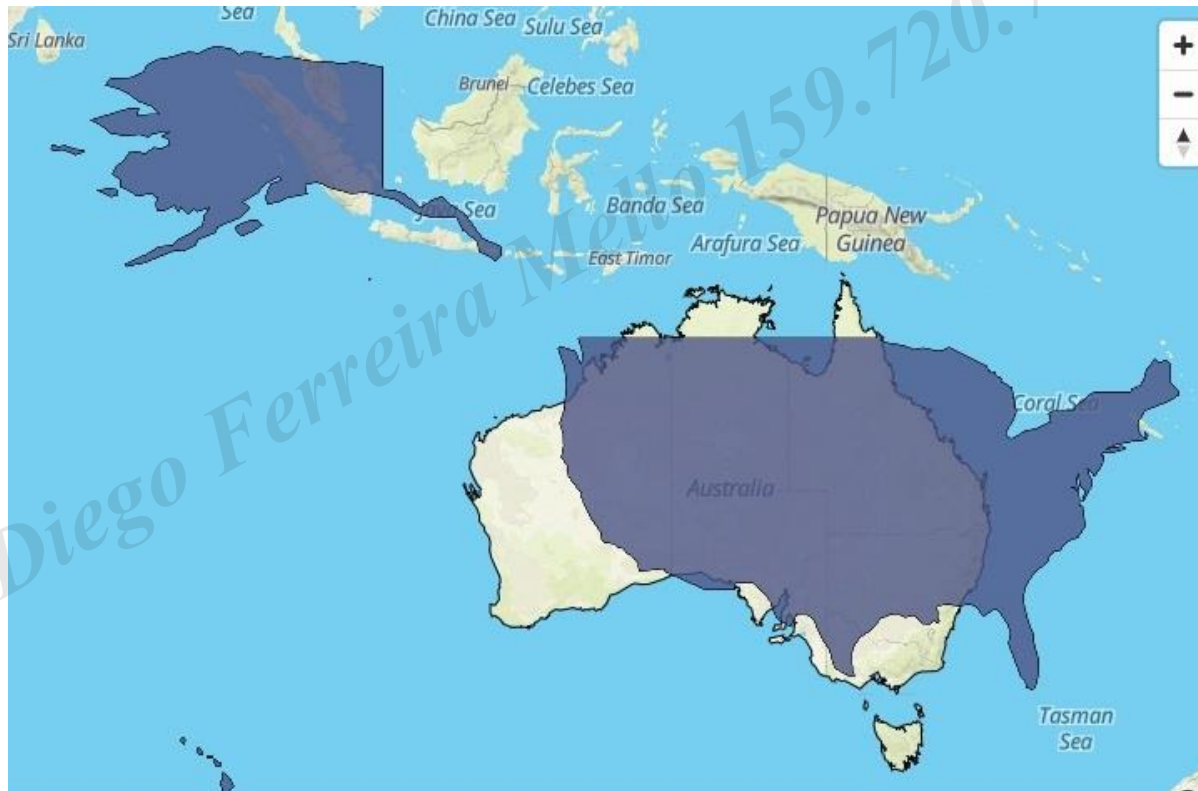


Outros Exemplos de Distorções: Comparações entre as áreas do Brasil e da Austrália



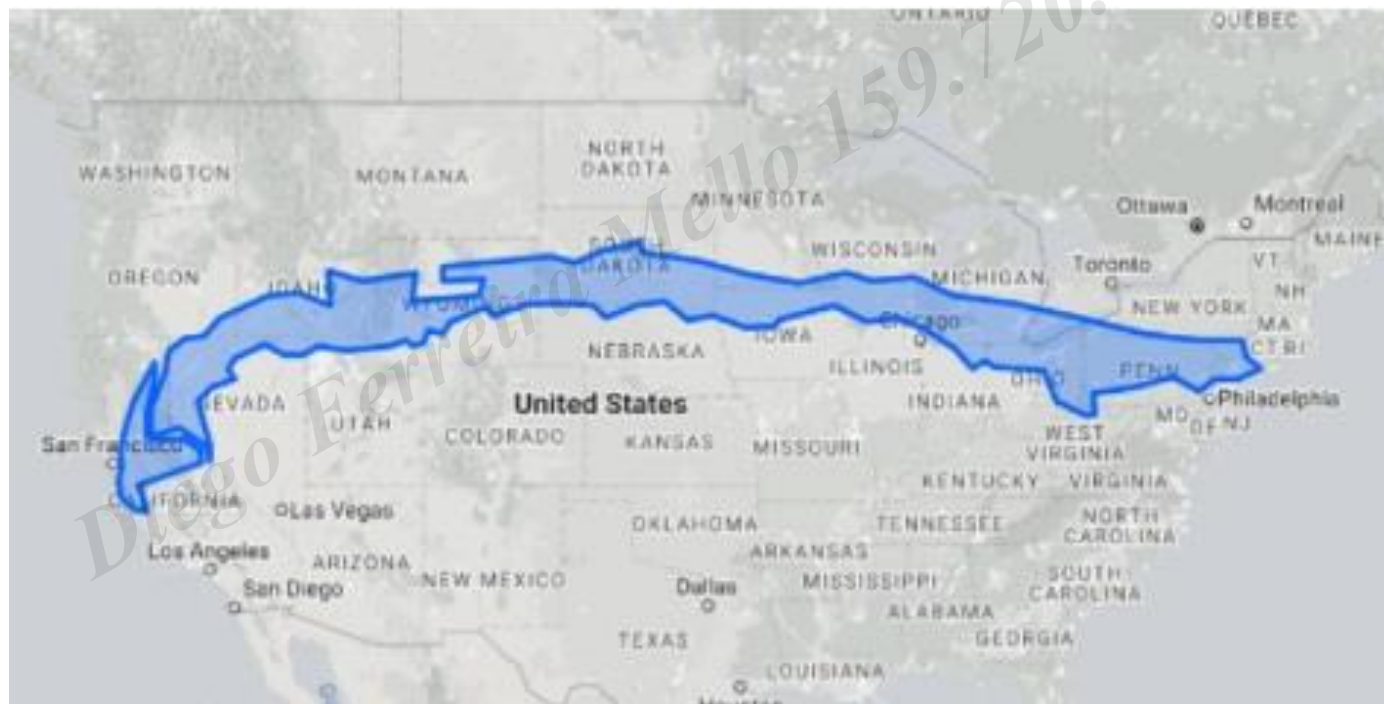
Fonte: Sítio eletrônico <https://www.mylifeelsewhere.com>

Outros Exemplos de Distorções: Comparações entre as áreas da Austrália e dos EUA



Fonte: Sítio eletrônico <https://www.mylifeelsewhere.com>

Outros Exemplos de Distorções: Comparações entre as áreas dos EUA e do Chile



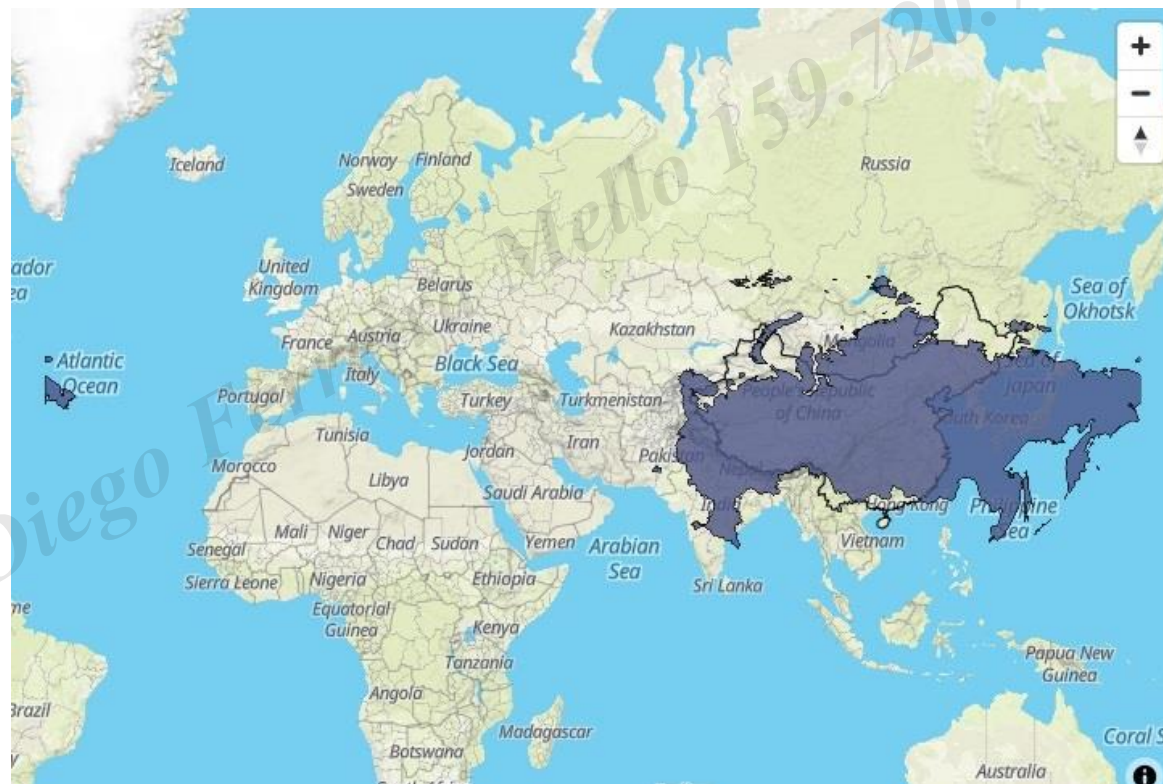
Fonte: Sítio eletrônico <https://www.mylifeelsewhere.com>

Outros Exemplos de Distorções: Comparações entre as áreas da Europa e do Chile



Fonte: Sítio eletrônico <https://www.mylifeelsewhere.com>

Outros Exemplos de Distorções: Comparações entre as áreas da China e da Rússia



Fonte: Sítio eletrônico <https://www.mylifeelsewhere.com>

Outros Exemplos de Distorções: Comparações de distâncias seguindo uma linha reta ou seguindo um arco



Fonte: Universidade de Lisboa

Referências

Almeida, A.; Golpe, A. A.; Álvarez, J. M. M. (2020). A spatial analysis of the Spanish tobacco consumption distribution: Are there any consumption clusters? *Public Health*, 186, 28-30.

Debolini, M.; Valette, E.; François, M.; Chery, J.-P. (2015). Mapping land use competition in the rural-urban fringe and future perspectives on land policies: A case study of Meknès (Morocco). *Land Use Policy*, 47, 371-381.

Fotheringham, A. S.; Brunsdon, C.; Charlton, M. (2000). *Quantitative Geography: Perspectives on spatial data analysis*. Longres: Sage Publications.

Lansley, G.; Cheshire, J. (2018). Challenges to representing the population from new forms of consumer data. *Geography Compass*, 12(7), 1-13.

Pebesma, E. (2018). Simple Features for R: Standardized Support for Spatial Vector Data. *The R Journal*, 10(1), 439-446.

Santana, A. M.; Sá, L. A. C. M. (2012). *Spatial Analysis of the Crime Distribution: A Case Study in João Pessoa-Paraíba-Brazil*. Apresentado no 8º Congresso da Fédération Internationale des Géomètres. Montevideu, novembro de 2012.

Silverman, B. W. (1986). *Density Estimation for Statistics and Data Analysis*. New York: Chapman and Hall.