

MBA
USP
ESALQ

Análisis Espacial II

Rafael de Freitas Souza

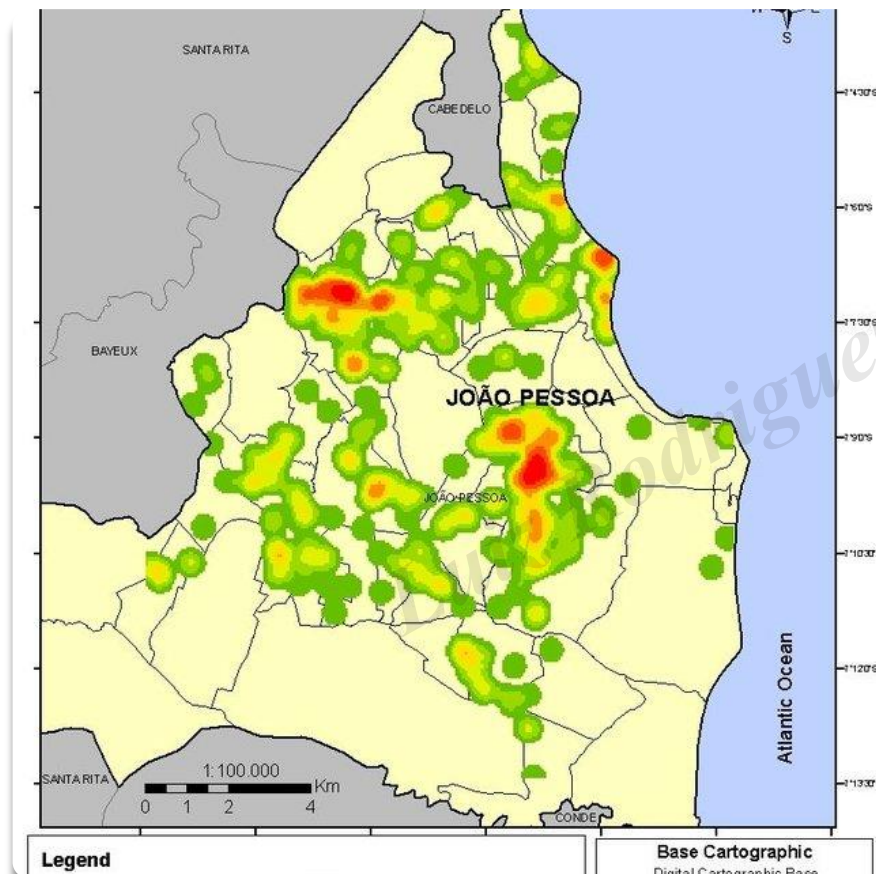
Datos Espaciales

- Diferentemente de la lógica estudiada hasta el momento, nuestra disciplina se preocupará con los **datos espaciales**. Sin embargo, ¿cuál es la diferencia entre datos y datos espaciales?

Según Fotheringham, Brunsdon y Charlton (2000) los **datos espaciales** indican cuánto varía dado fenómeno, preocupándose con el lugar dónde ocurre esa variación; ya los **datos no espaciales** indican cuánto varía determinado fenómeno, sin preocupación acerca del lugar en que ocurre esa variación.

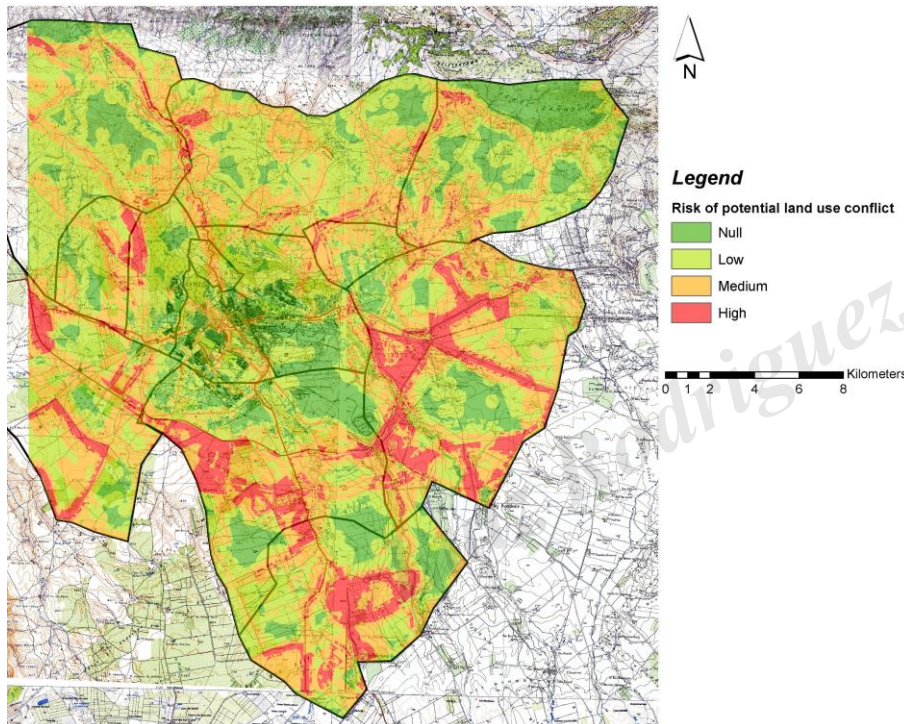
- **Primera Ley de la Geografía:** “Todas las cosas están relacionadas con todas las otras, pero cosas próximas están más relacionadas que cosas distantes” (Tobler, 1970).

Ejemplo del Funcionamiento de la Espacialidad de los Datos



- El ejemplo al lado se refiere al estudio de la delincuencia en João Pessoa/PB en el año de 2012.

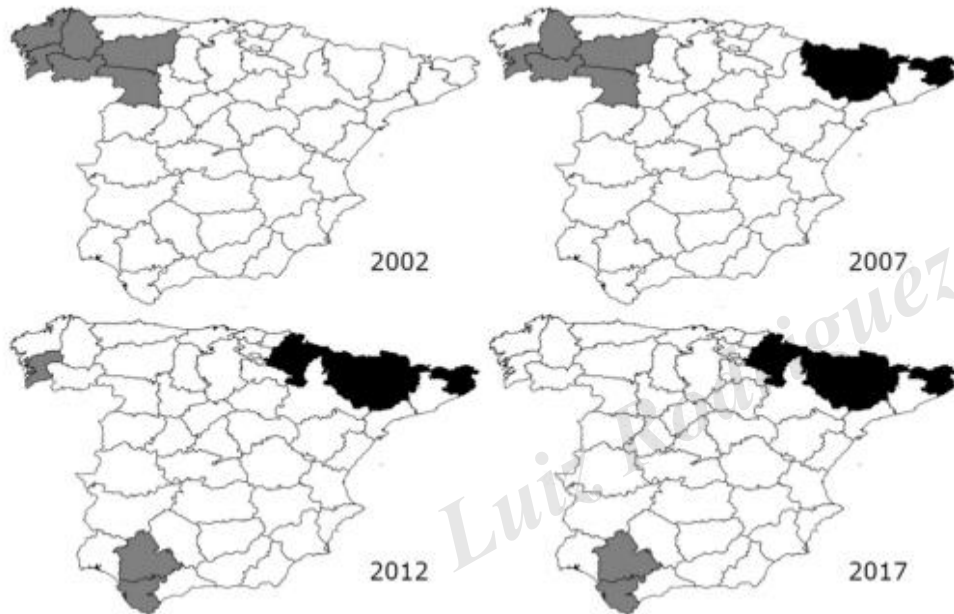
Ejemplo del Funcionamiento de la Espacialidad de los Datos



- El ejemplo al lado se refiere al estudio de la potencialidad de conflictos generados debido al uso de la tierra en Mequinez, Marruecos.

Debolini, Valette, François y Chery (2015)

Ejemplo del Funcionamiento de la Espacialidad de los Datos



- El ejemplo al lado se refiere a *clusters* espaciales respecto a la precificación y a la compra del tabaco en las fronteras de España, de 2002 a 2017.

Almeida, Golpe y Álvarez (2020)

La Estructuración de la Base de Datos Espacial

id	cep	gastos	hijos	latitud	longitud
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

La Utilización del R de Forma Análoga a un Software del Tipo Geographic Information Systems (GIS)

Entonces, por lo demostrado, ¿existe la necesidad de la utilización de un mapa preestablecido?

La respuesta es NO. El mapa es un recurso gráfico que, dependiendo de los propósitos de su estudio, puede, o no, existir. Por otro lado, la consideración de las posiciones geográficas es de imprescindible importancia.

- En el curso, aprenderemos a lidiar con objetos de los tipos *shapefiles*, *simple features*, *spatial points* y *rasters*.

Atención con las Clases de Objetos

Recuerde: para observar a qué clase pertenece determinado objeto del lenguaje R, se debe utilizar la función `class()`



En los ejemplos de arriba, las clases de objetos serían las formas; los objetos, las galletitas. Cada clase de objeto del R posee sus propias especificidades.

Atención con la Elección de un *Coordinate Reference System* (CRS)

- ▶ De manera simple, un CRS indica coordenadas en la superficie terrestre (ej. longitud y latitud);
- ▶ Hay que prestar atención en su elección ya que hay coordenadas que consideran medidas geodésicas, otras consideran medidas euclidianas; otras toman en consideración el centro de masa del planeta; otras asumen puntos arbitrarios de interés.



Objetos de la clase *Shapefile*

Shapefiles: presentación


- ▶ Conforme lo discutido por Lansley y Cheshire (2018), los *shapefiles* son **archivos** que contienen informaciones de determinada geografía, incluyendo su ubicación y su formato, comúnmente utilizado en software GIS.
- ▶ En un lenguaje directo, los *shapefiles* corresponden a conjuntos de archivos que posibilitan la existencia de un mapa ligado a una base de datos. Esos archivos, al mínimo, poseen extensiones *.shp, *.shx, *.dbf y *.prj.
 - ▶ *.shp: archivo que contiene la geometría, es decir, los polígonos que componen el mapa;
 - ▶ *.dbf: archivo que contiene la base de datos;
 - ▶ *.shx: archivo que relaciona los archivos *.shp y *.dbf;
 - ▶ *.prj: archivo que describe cuál sistema de proyección geográfica el mapa utiliza.

Abriendo un *shapefile* en R

- ▶ Biblioteca principal adoptada por el curso: `rgdal`

- ▶ Rutina básica para la apertura de *shapefiles* en R:

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



Nombre de la carpeta donde están los archivos que forman el *shapefile*.

Nomenclatura principal de los archivos que forman el *shapefile*.



Objetos de la clase *Simple Feature*

Generando un objeto *simple feature* en R

- ▶ De acuerdo con Pebesma (2018) los objetos del tipo *simple feature* se refieren, por lo general, a *data frames* que poseen vectores con información de referencia geográfica.
- ▶ Biblioteca principal adoptada por el curso: **sf**
- ▶ El primer paso, por lo tanto, es poseer un data frame que contenga columnas al respecto de la posición geográfica de las observaciones.
- ▶ A continuación, se puede convertir el data frame en un objeto simple feature con el uso de la función **st_as_sf()**:

```
st_as_sf(x = su data frame aquí,  
        coords = variables de la longitud y latitud aquí,  
        crs = sistema de referencias de coordenadas aquí)
```

The background of the slide is a blue-toned historical map, likely a world map from the 17th or 18th century, showing continents and a grid of latitude and longitude lines. In the top right corner, there are two overlapping green squares. A dark blue horizontal band spans the width of the slide, containing the title text in white.

Objetos de la clase *Spatial Points*

Generando un objeto *spatial points* en R

- ▶ Son objetos semejantes a los de la clase `sf`, pudiendo o no, poseer una base de datos ligada.
- ▶ La biblioteca principal adoptada por el curso es **sp**;
- ▶ Los objetos `sp` son obtenidos, comumente, con la utilización de las funciones `SpatialPoints()` o `SpatialPointsDataFrame()`:

`SpatialPoints`(coords = *variables de la longitud y latitud aquí*,
proj4string = *sistema de referencias de proyecciones aquí*)

`SpatialPointsDataFrame`(data = *su data frame aquí*,
coords = *variables de la longitud y latitud aquí*,
proj4string = *sistema de referencias de proyecciones aquí*)



Objetos de la clase *Raster*

Rasters: presentación

- ▶ Objetos *raster* son aquellos que contienen imágenes con descripciones de cada uno de los píxeles que los componen. Esa especie de recurso trae, en el lugar de polígonos o puntos, una imagen (formato *.tiff, *.jpeg, *.bmp, etc.) georreferenciada.
- ▶ La biblioteca principal adoptada por el curso será la **raster**;
- ▶ Rutina básica para la apertura de *rasters* en R:

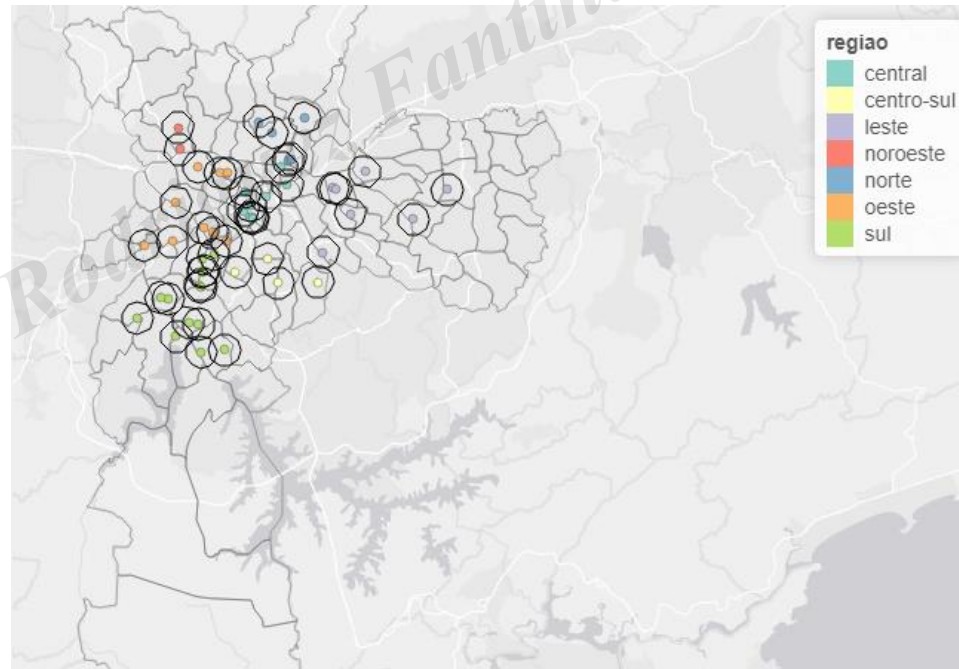
```
raster(raster = "raster_sp/relevo_sp.tif")
```




Algunas técnicas de Análisis Espacial

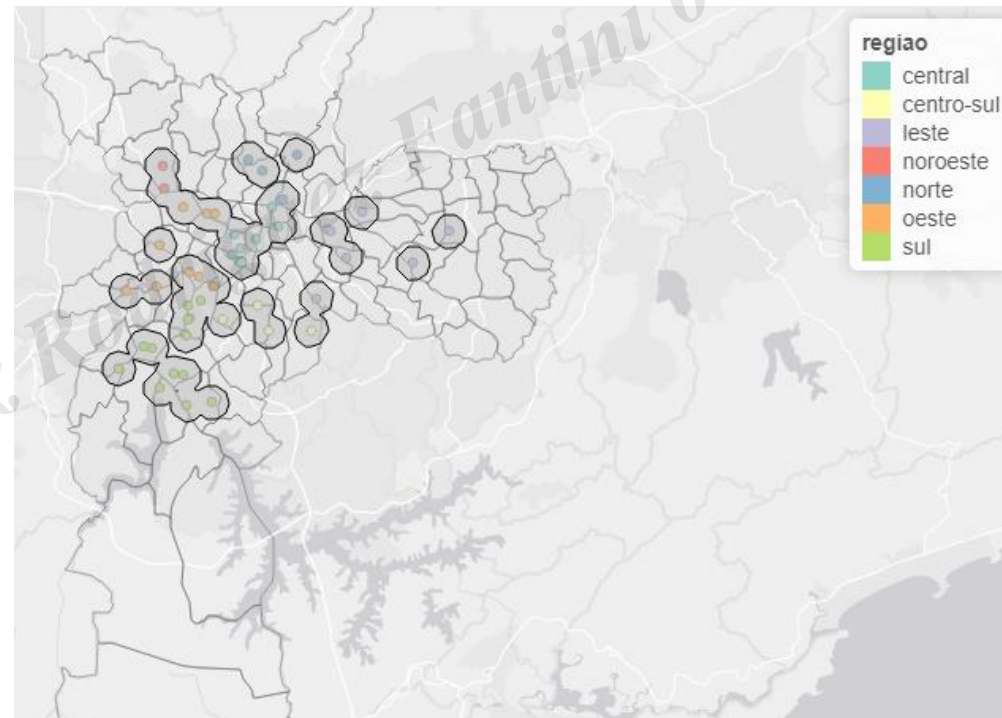
Buffer Analysis

- *Buffering* es una técnica para medir distancias hacia afuera, a partir del centro de un determinado punto geográfico.



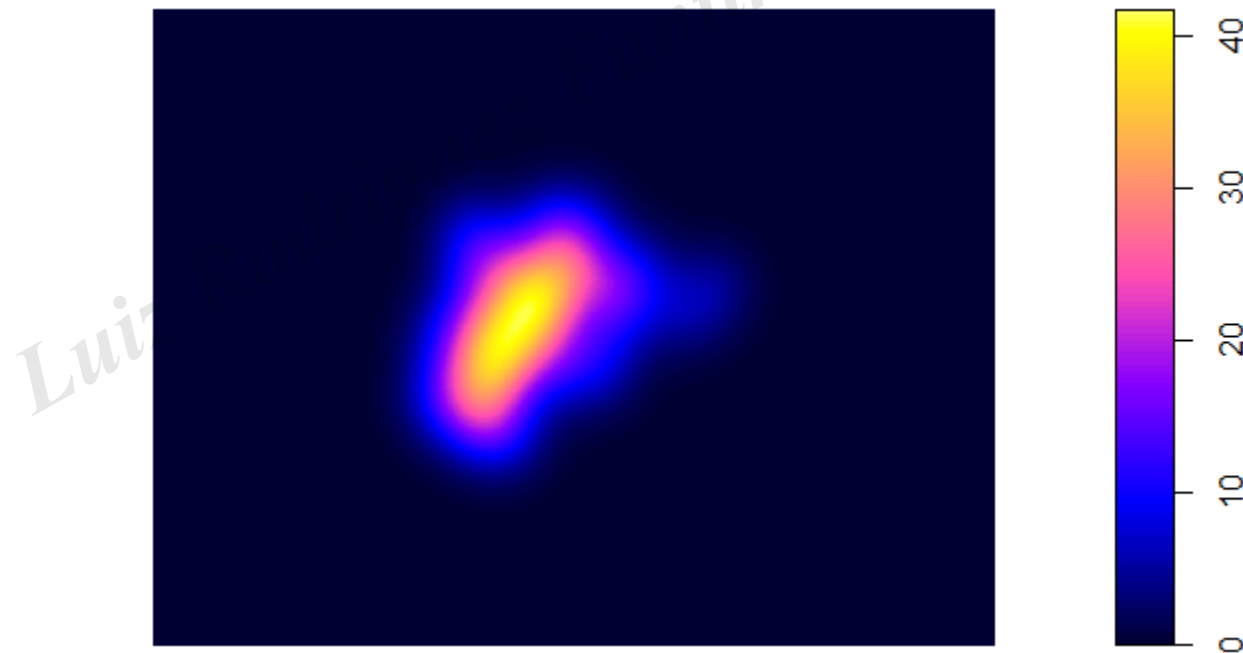
Buffer Union

- *Buffer Union* es una técnica que combina los puntos de encuentro de los *outputs* de la técnica de *buffering*.



Kernel Densities

- La técnica de *kernel densities* mensura la densidad de la presencia de puntos de interés en determinada área geográfica.



Kernel Densities

- Según Silverman (1986), el cálculo de las densidades para una ubicación (x,y) es realizado de la siguiente manera:

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

donde:

$i = 1, 2, \dots, n$ y se refiere a las localizaciones además de (x,y) ; Sólo incluya puntos en la suma si están dentro del radio de distancia del local (x,y) ;


pop_i indica la población de observaciones en el campo i ;

$dist_i$ apunta la distancia entre el punto i y la ubicación (x,y) .

La densidad calculada es entonces multiplicada por el número de puntos o por la suma del campo de la población, si la hay.




Masificando el concepto de *datum*



Datum – Puntos de Referencia, Modelo de Forma de la Tierra, Sistemas de Coordenadas Geográficas

- ▶ En el campo del Análisis Espacial, podemos entender el concepto de *datum* como un conjunto de informaciones que engloba un sistema de puntos de referencia en la superficie terrestre que se conecta (o debe conectarse) al modelo de la forma de la Tierra (plana, elipsoide, etc.) para que se pueda definir un sistema de coordenadas geográficas.
- ▶ El *datum* más comúnmente utilizado se refiere al World Geodetic System 1984 (WGS 84), también conocido como WGS 1984, EPSG:4326.
- ▶ En el lenguaje R, el fundamento holístico de *datum* es, generalmente, resumido al componente CRS.



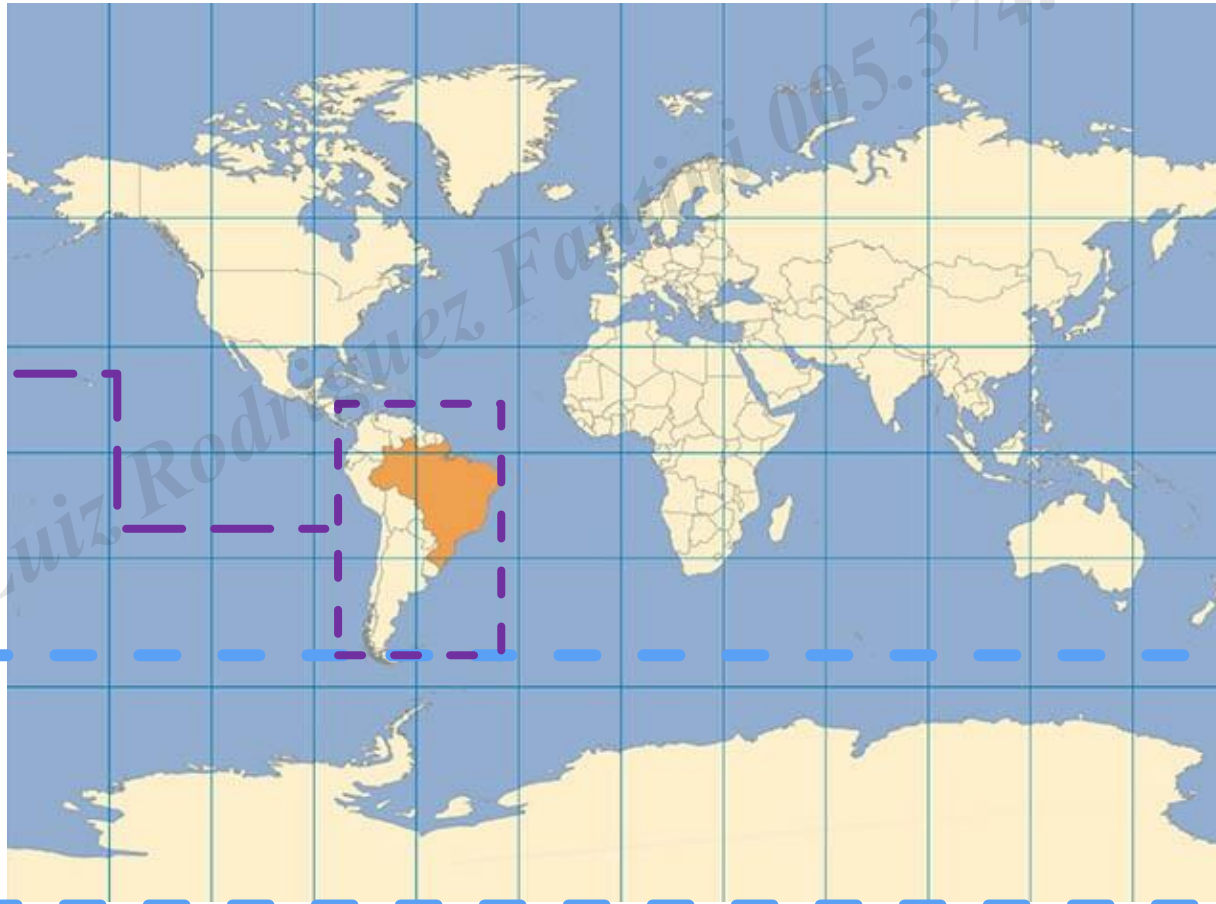
Por partes: ¿qué es el WGS 84 o WGS 84, EPSG:4326, de hecho?

- ▶ Se puede decir, entonces, que el WGS 84 se configura en una especie de norma utilizada por la Cartografía que posee un sistema de coordenadas terrestres (latitud y longitud) asumiendo la Tierra como una elipsoide – para efectos de su superficie y altitudes – y un *equipotential gravitational surface* (geoide) para su nivel del mar.
- ▶ ¿El WGS 84 es la única norma posible?
 - ▶ ¡No!
 - ▶ Hay otras normas que pueden ser utilizadas, dependiendo de cómo se asume el formato de la Tierra y de cómo se mensuram sus coordenadas, así como a partir de qué punto de referencia a esas coordenadas se orientan (ej. EPSG:3857, EPSG:7789, Corrego Alegre, etc.)

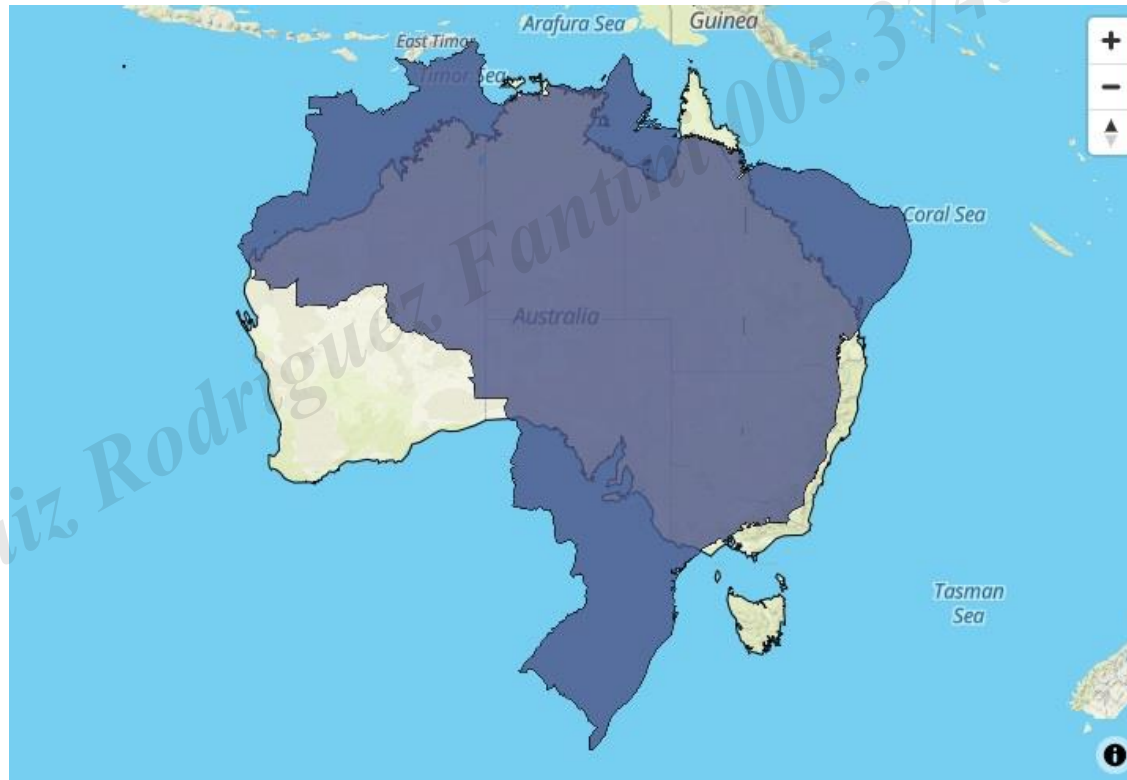
Ejemplos de Distorsiones que Pueden ser Causadas por un Descuido en el *Datum* (CRS, para el R)

Área de América del Sur: 17.840.000 km²

Área de la Antártida: 14.200.000 km²



Otros Ejemplos de Distorsiones: Comparaciones entre las áreas de Brasil y de Australia



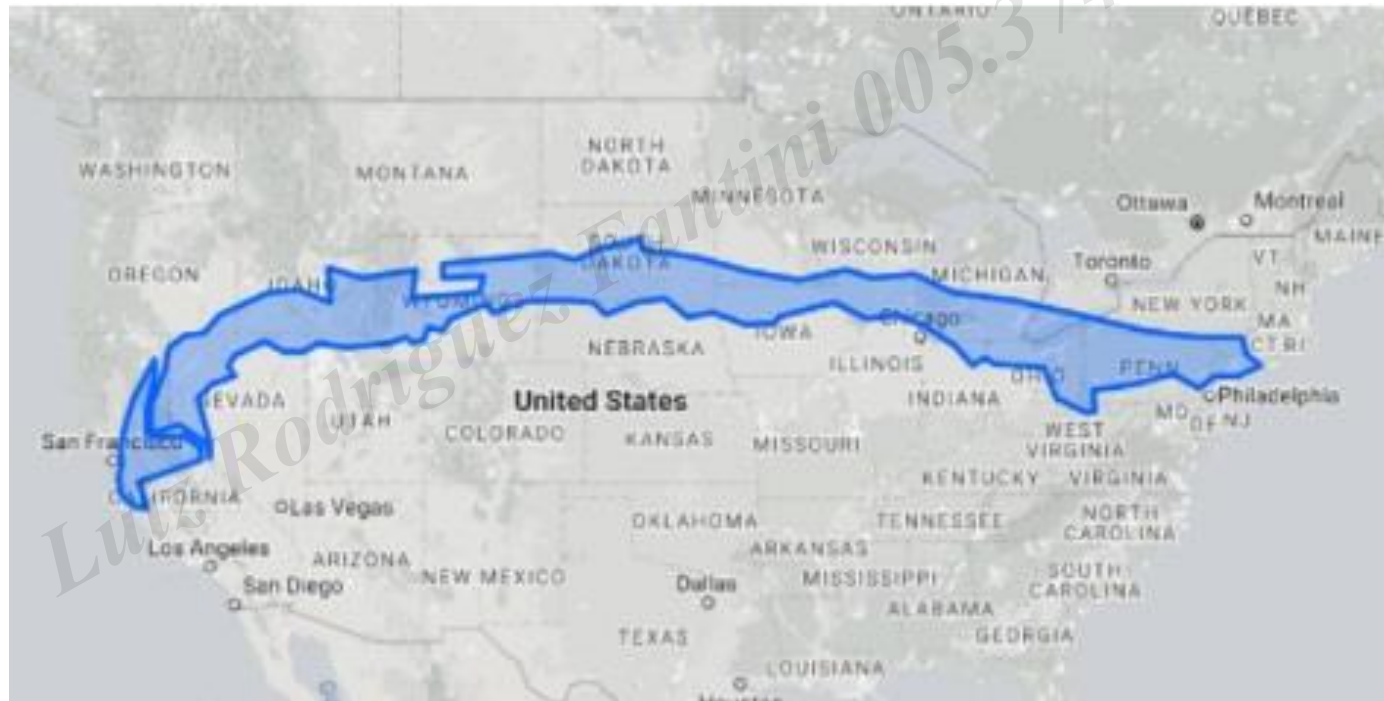
Fuente: Sitio electrónico <https://www.mylifeelsewhere.com>

Otros Ejemplos de Distorsiones: Comparaciones entre las áreas de Australia y de los EE. UU.



Fuente: Sitio electrónico <https://www.mylifeelsewhere.com>

Otros Ejemplos de Distorsiones: Comparaciones entre las áreas de los EE. UU. y de Chile



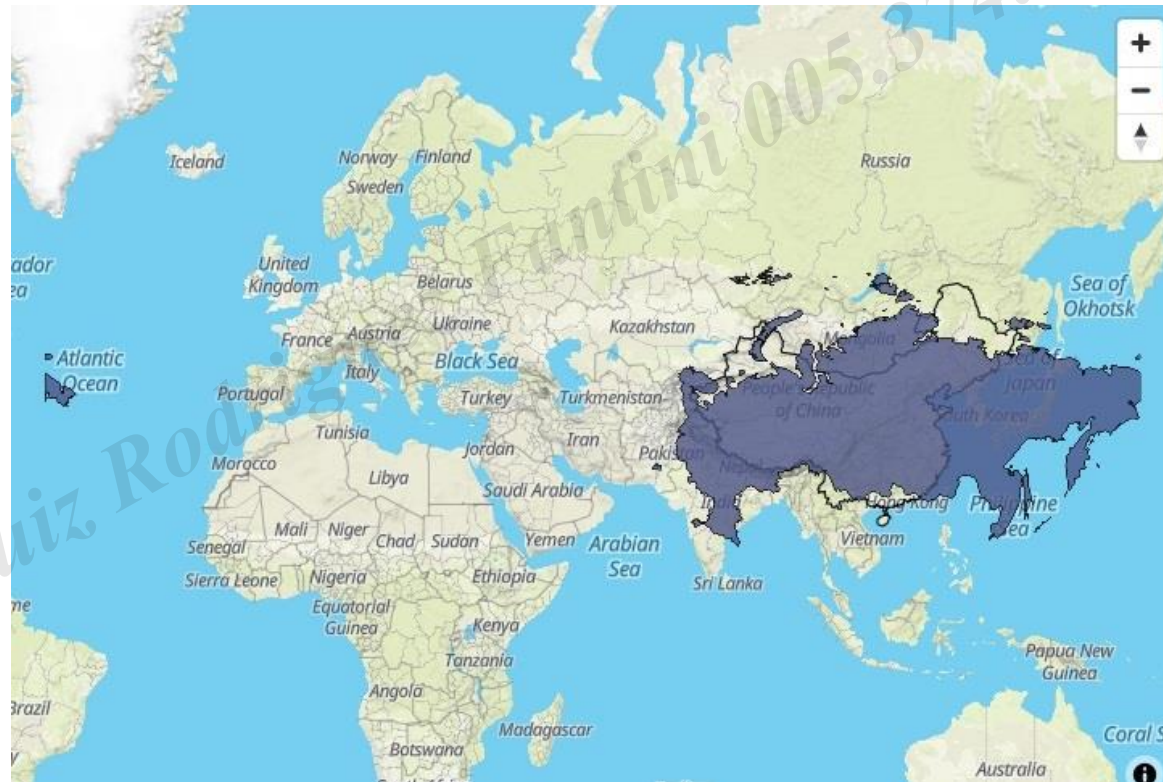
Fuente: Sitio electrónico <https://www.mylifeelsewhere.com>

Otros Ejemplos de Distorsiones: Comparaciones entre las áreas de Europa y de Chile



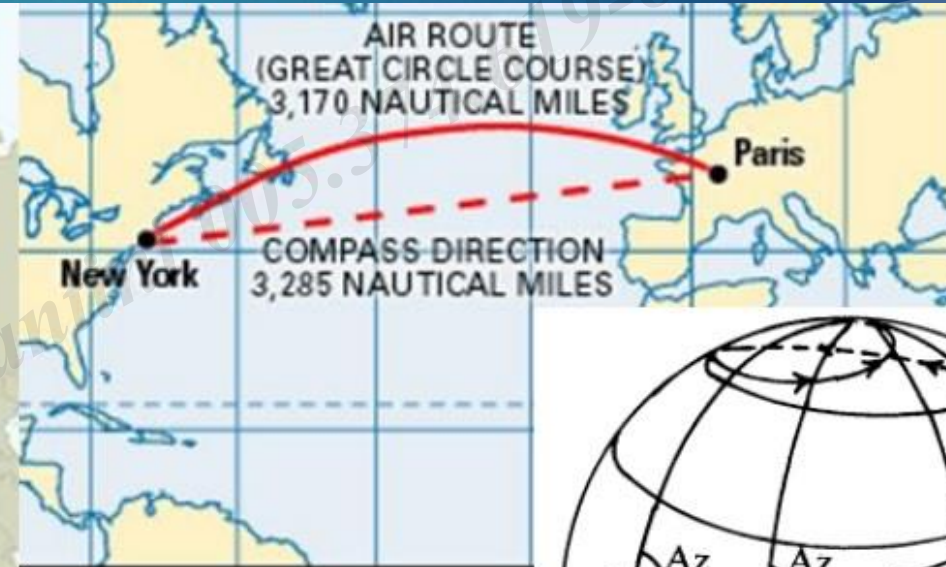
Fuente: Sitio electrónico <https://www.mylifeelsewhere.com>

Otros Ejemplos de Distorsiones: Comparaciones entre las áreas de China y de Rusia



Fuente: Sitio electrónico <https://www.mylifeelsewhere.com>

Otros Ejemplos de Distorsiones: Comparaciones de distancias siguiendo una línea recta o siguiendo un arco



Fuente: Universidad de Lisboa

Referencias

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*. Presentado en el 8º Congreso de la Fédération Internationale des Géomètres. Montevideo, noviembre de 2012.

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