

# Capítulo 9 Produção de Mapas

*Felipe Micaíl da Silva Smolski*

Este capítulo almeja levantar o ferramental básico para a construção de mapas simples no RStudio. Ainda, interessa demonstrar os comandos para a manipulação destes tipos de bases de dados, inclusive possibilitando a junção de indicadores de municípios, regiões e países. Estes dados podem ser advindos de institutos de pesquisas ou mesmo dados criados pelo estudante em suas análises.

Os pacotes utilizados neste capítulo são: `tmap`, `maptools`, `tmap` e `rgdal`.

## 9.1 Introdução aos *shapes*

Existem vários *softwares* específicos para a produção de mapas, sejam produtos comerciais ou no formato *software* livre. A grande vantagem da utilização do R para criação de mapas é a utilização dos *shapes* disponibilizadas para vários programas.

Denominam-se *shapes* os arquivos que contêm os elementos gráficos, em formato de ponto, linhas ou polígonos, contendo coordenadas geográficas para um elemento para que possa ser transformado em mapa. O *shape* é formado por três arquivos principais individuais que armazenam os dados: o arquivo “.shp”, “.shx” e “.dbf”. Além disto, podem ser acompanhados de arquivos “.prj”, o “.sbn” e o “.sbx” (Semace 2018).

Os *shapefiles* podem ser obtidos de várias fontes oficiais, como institutos de pesquisa e universidades. A seguir alguns links para *download*:

- IBGE: [ftp://geoftp.ibge.gov.br/organizacao\\_do\\_territorio/malhas\\_territoriais/malhas\\_municipais/municipio\\_2017/](ftp://geoftp.ibge.gov.br/organizacao_do_territorio/malhas_territoriais/malhas_municipais/municipio_2017/)
- IPEAGEO: <http://www.ipea.gov.br/ipeageo/malhas.html>
- Forest Gis: <http://forest-gis.com/2009/04/base-de-dados-shapefile-do-brasil-todo.html/>
- FEPAM: [http://www.fepam.rs.gov.br/biblioteca/geo/bases\\_geo.asp](http://www.fepam.rs.gov.br/biblioteca/geo/bases_geo.asp)

No exemplo abaixo, é utilizado um *shape* proveniente do IBGE representando os municípios do Estado do Rio Grande do Sul

([ftp://geoftp.ibge.gov.br/organizacao\\_do\\_territorio/malhas\\_territoriais/malhas\\_municipais/municipio\\_2017/UFs/RS/rs\\_municipios.zip](ftp://geoftp.ibge.gov.br/organizacao_do_territorio/malhas_territoriais/malhas_municipais/municipio_2017/UFs/RS/rs_municipios.zip)). Ao *shape* denominado `municipios_IBGE` será dado o nome de “MAPARS”, com a utilização do pacote `raster` para carregar a malha:

```
library(raster)

# Carregando o arquivo

MAPARS=shapefile("D:/Github/livroavancado/mapas/rs_municipios/43MUE250GC_SIR.shp")

# Excluindo dados inconvenientes

MAPARS=MAPARS[MAPARS$CD_GEOCMU != "4300001" & MAPARS$CD_GEOCMU != "4300002",]
```

O arquivo MAPARS se constitui em um *SpatialPolygonsDataFrame*, objeto complexo que carrega informações dos dados ( `MAPARS@data` ) e demais informações com as coordenadas para criarem-se os mapas no R. Utilizando a função `summary` podem ser observados alguns dos itens que compõe este objeto, o nome dos municípios (NM\_MUNICIP) o seu código IBGE (CD\_GEOCMU), lembrando que cada município terá um código de IBGE diferente, informação extremamente útil como será visto posteriormente ao efetuar a manipulação da base de dados e a inclusão de informações provenientes de outras bases. Abaixo efetua-se também a padronização do código IBGE (comando `substr` ), mantendo os 6 primeiros dígitos, sendo necessária para que posteriormente sejam agregados outros dados.

```
class(MAPARS)
```

```
[1] "SpatialPolygonsDataFrame"
attr(,"package")
[1] "sp"
```

```
summary(MAPARS)
```

Object of class `SpatialPolygonsDataFrame`

Coordinates:

```
      min      max
x -57.65 -49.69
y -33.75 -27.08
```

Is projected: FALSE

proj4string : [+proj=longlat +ellps=GRS80 +no\_defs]

Data attributes:

```
  NM_MUNICIP      CD_GEOCMU
Length:497      Length:497
Class :character Class :character
Mode  :character  Mode  :character
```

```
# Corrigindo os dados do código IBGE dos municípios
```

```
MAPARS$CD_GEOCMU=substr(MAPARS$CD_GEOCMU,1,6)
```

```
# Visualização dos dados principais
```

```
head(MAPARS@data)
```

```
  NM_MUNICIP CD_GEOCMU
0  ACEGUÃ\201  430003
1  Ã\201GUA SANTA  430005
2      AGUDO  430010
3  AJURICABA  430020
4  ALECRIM  430030
5  ALEGRETE  430040
```

Note novamente que este objeto pertence a uma classe diferente

(*SpatialPolygonsDataFrame*), indicando que é constituída especialmente de um conjunto de polígonos para a construção de mapas conjuntamente com o carregamento de dados.

A seguir, a função `plot()` pode ser utilizada para a plotagem da malha carregada:

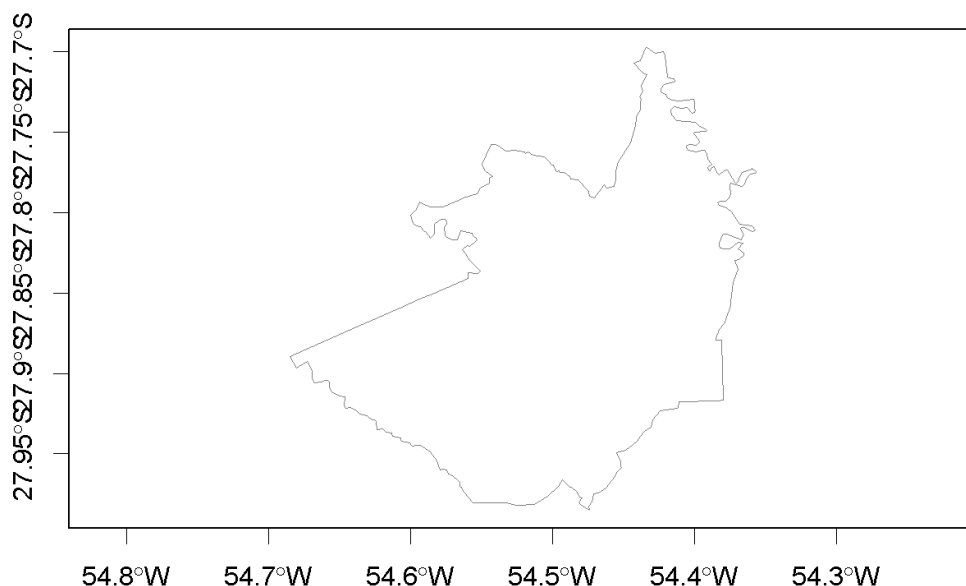
```
plot(MAPARS)
```



Um exercício simples é a filtragem dos dados do *shape* pelo nome do município, obtendo assim apenas o mapa da(s) unidade(s) escolhida(s):

```
plot(MAPARS[MAPARS$NM_MUNICIP=='SANTA ROSA', ],  
     axes="TRUE",  
     main="Mapa do município de Santa Rosa - RS",  
     border=gray(0.5),  
     lwd=.5)
```

### Mapa do município de Santa Rosa - RS

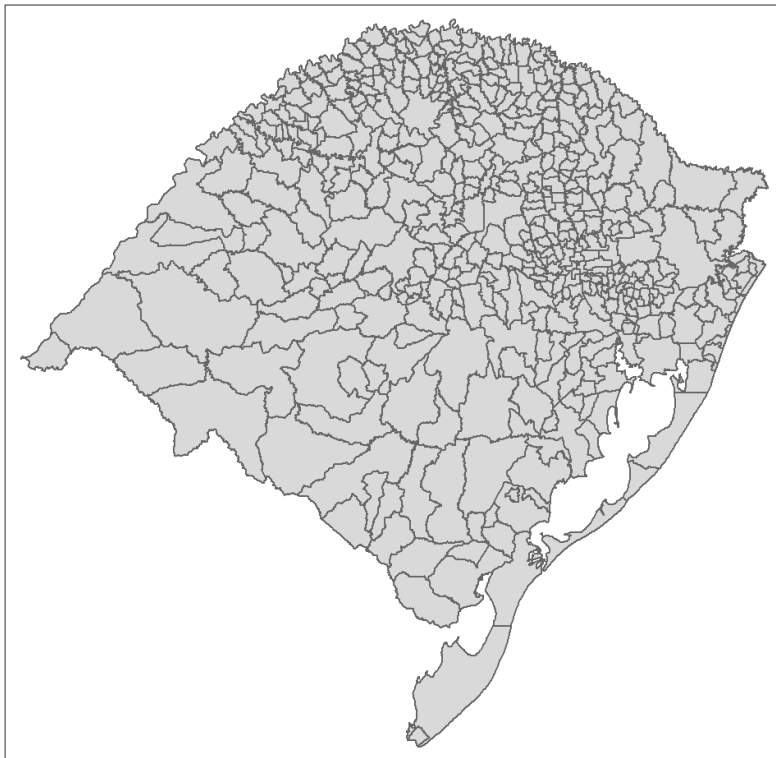


## 9.2 Pacote tmap

O pacote `tmap` (Tennekes 2018) é utilizado para gerar mapas temáticos com relativa facilidade, sendo possível ajustar todos os itens de visualização (legendas, cores, bordas, alinhamento, etc.) para um ajuste desejado do pesquisador. Todas as funções do pacote podem ser encontradas em <https://www.rdocumentation.org/packages/tmap/versions/2.2> ou no endereço <https://www.jstatsoft.org/article/view/v084i06> como exemplos.

Inicialmente utiliza-se a função `tm_shape` para carregar a base, `tm_fill` para plotar o fundo e `tm_borders` cria as bordas entre os municípios. A função `tmap_mode` não é obrigatória, e varia da apresentação tradicional do mapa ("plot") e da apresentação para web ("view").

```
library(tmap)
tmap_mode("plot")
tm_shape(MAPARS)+
  tm_fill()+
  tm_borders()
```



## 9.2.1 Adicionando dados ao mapa

Para enriquecer a análise, serão incluídos novos dados relativos aos municípios do Rio Grande do Sul provenientes da FEE (2016), como o indicador de IDESE (Índice de Desenvolvimento Socioeconômico), PIB (Produto Interno Bruto), população, etc.

```
#Carrega a planilha com as informações
library(readr)
RS2013 <- read_delim("mapas/RS2013.csv",
  ";", escape_double = FALSE, trim_ws = TRUE)

# Corrigindo o campo com o código do IBGE
names(RS2013)[3]="CD_GEOCMU"
# Corrigindo os dados do código IBGE dos municípios
RS2013$CD_GEOCMU=substr(RS2013$CD_GEOCMU,1,6)

head(RS2013)
```

```
# A tibble: 6 x 20
  Label_N COREDE CD_GEOCMU IDESE_2013 POUPANCA OP_CREDITO `OBRIGACOES _RE~
  <chr>    <chr>    <chr>      <chr>          <dbl>      <dbl>          <dbl>
1 Alto A~ "Alto~ 430055    0,7973015~      NA          NA          NA
2 Barros~ "Alto~ 430200    0,6103697~ 7647609    27295139      5931
3 Campos~ "Alto~ 430410    0,7352054~      NA          NA          NA
4 Espumo~ "Alto~ 430750    0,79296863 45673907   230697134      66237
5 Fontou~ "Alto~ 430830    0,6336514~ 13985159   54390691      4177
6 Gramad~ "Alto~ 430915    0,6578415~ 1119359    2073680        0
# ... with 13 more variables: DEP_A_VISTA_PRIV <dbl>, DEP_A_VISTA_GOV <dbl>,
#   DEP_PRAZO <dbl>, COOP_CRED <dbl>, CEF <dbl>, BANCO_COM <dbl>,
#   N_VINCULOS_EMP <dbl>, DENS_DEM_HABKM2 <dbl>, IMPOSTOS <dbl>,
#   AREA_KM2 <dbl>, PIB_PERC <dbl>, PIB <dbl>, POPULACAO <dbl>
```

Para agregar estas informações aos dados das malhas, é preciso em primeiro lugar que se tenha um campo em comum único dos arquivos. Neste caso, o código do IBGE dos municípios (“CD\_GEOCMU”) será utilizado, sendo que precisa ser exatamente igual nos dois objetos que se quer unir, para que as informações de determinado município sejam corretamente unidas às informações geográficas da malha para o mapa.

```
#Une a base de dados da planilha com o mapa pelo nome do município
RS2013MAPA=merge(MAPARS,RS2013,by="CD_GEOCMU", all.x=T)
names(RS2013MAPA)
```

```
[1] "CD_GEOCMU"          "NM_MUNICIP"
[3] "Label_N"            "COREDE"
[5] "IDESE_2013"          "POUPANCA"
[7] "OP_CREDITO"          "OBRIGACOES _RECEBIMENTO"
[9] "DEP_A_VISTA_PRIV"    "DEP_A_VISTA_GOV"
[11] "DEP_PRAZO"           "COOP_CRED"
[13] "CEF"                 "BANCO_COM"
[15] "N_VINCULOS_EMP"      "DENS_DEM_HABKM2"
[17] "IMPOSTOS"            "AREA_KM2"
[19] "PIB_PERC"            "PIB"
[21] "POPULACAO"
```

```
head(RS2013MAPA@data)
```

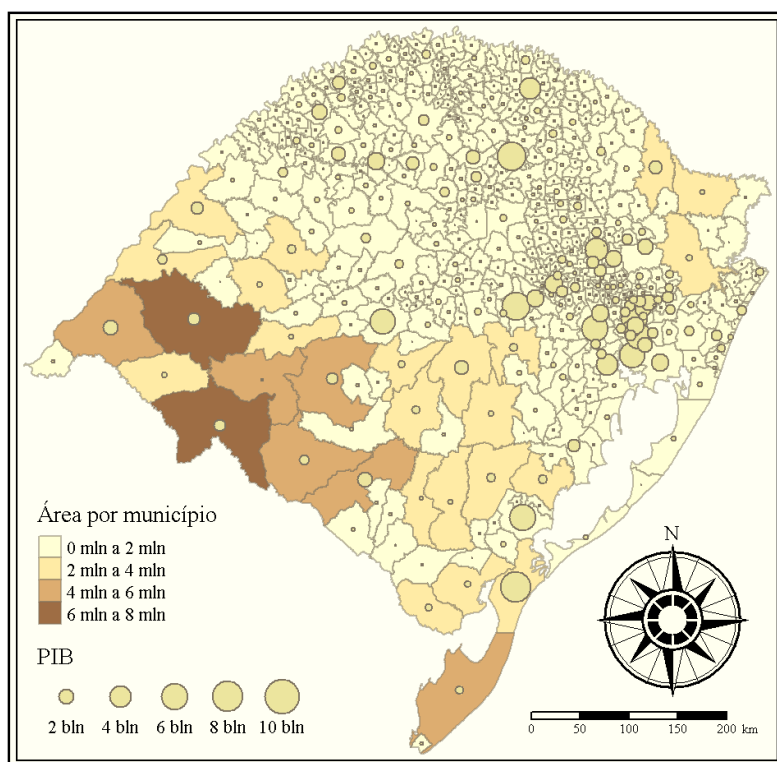
	CD_GEOCMU	NM_MUNICIP	Label_N	COREDE	IDESE_2013	POUPANCA	
1	430003	ACEGUÃ\201	Acegu<e1>	Campanha	0,718832327	654998	
2	430005	Ã\201GUA SANTA	<c1>gua Santa	Nordeste	0,867600828	5771664	
3	430010	AGUDO	Agudo	Central	0,702817421	60413751	
4	430020	AJURICABA	Ajuricaba	Noroeste Colonial	0,785470135	10097428	
5	430030	ALECRIM	Alecrim	Fronteira Noroeste	0,677111834	11317058	
6	430040	ALEGRETE	Alegrete	Fronteira Oeste	0,726877131	143979215	
	OP_CREDITO	OBRIGACOES	_RECEBIMENTO	DEP_A_VISTA_PRIV	DEP_A_VISTA_GOV	DEP_PRAZO	
1	2123323		990	436095	211613	0	
2	58309611		40094	1814681	89008	3205509	
3	129527759		28351	7005194	593901	5826631	
4	89098650		35621	4739225	1116209	2322985	
5	14649086		265	1754832	150166	740890	
6	747409945		232866	42122392	1138492	63194800	
	COOP_CRED	CEF	BANCO_COM	N_VINCULOS_EMP	DENS_DEM_HABKM2	IMPOSTOS	AREA_KM2
1	NA	NA	1	1075	2.922e+09	7712922	1549383
2	NA	NA	1	743	1.293e+08	2339861	291792
3	1	1	3	3374	3.105e+09	26733502	536114
4	NA	NA	2	1610	2.223e+08	12668813	323239
5	NA	NA	2	690	2.163e+09	3193931	314743
6	NA	1	6	20091	9.794e+09	96877929	7803954
	PIB_PERC	PIB	POPULACAO				
1	383451	1.778e+08	4623				
2	6343962	2.435e+08	3825				
3	206121	3.537e+08	17044				
4	2715728	2.015e+08	7568				
5	1202022	8.426e+07	6905				
6	1902703	1.504e+09	78056				



## 9.2.2 Plotando o mapa e melhorando a visualização

Após unidas as informações da malha e dos índices para todos os municípios, é possível criar o mapa temático. Além de utilizar a função `tm_shape` para carregar os novos dados e `tm_fill` inclui a área de cada município (KM<sup>2</sup>). Ainda é possível definir opções de formato (`tm_format_Europe2`), de estilo (`tm_style_classic`), ajustar a legenda (`tm_legend`), incluir o compasso (`tm_compass`), a escala (`tm_scale_bar`).

```
tm_shape(RS2013MAPA)+
  tm_fill("AREA_KM2", auto.palette.mapping=FALSE,
          title="Área por município")+
  tm_format_Europe2()+
  tm_style_classic()+
  tm_legend(position=c("left","bottom"))+
  tm_compass()+
  tm_scale_bar()+
  tm_borders(alpha=.5)+
tm_bubbles(size = 'PIB', col = '#b3de69', title.size='PIB') +
tm_legend(legend.format = list(text.separator= "a"))
```

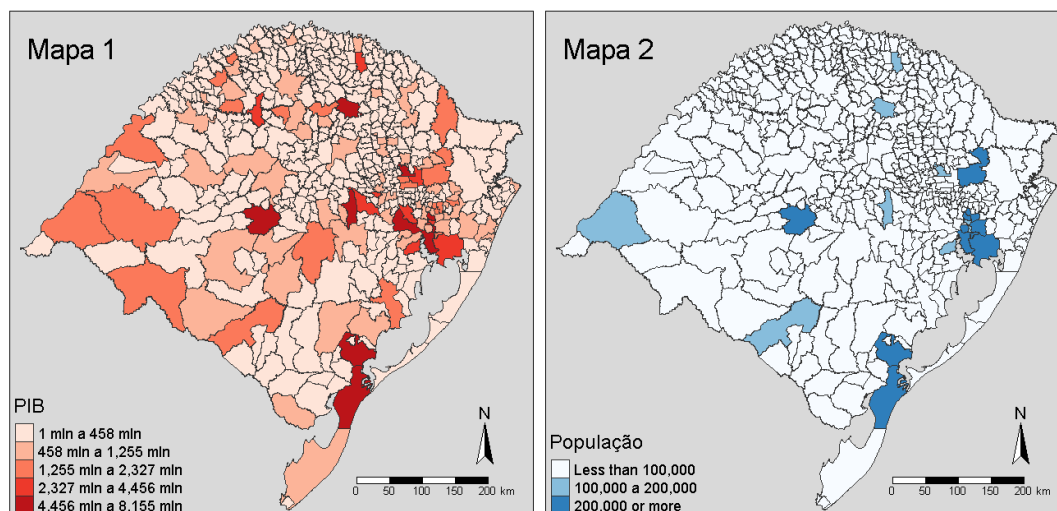


Algumas opções de layout podem ser escolhidas pelo pesquisador com as funções: `tm_format_World`, `tm_format_World_wide`, `tm_format_Europe`, `tm_format_Europe2`, `tm_format_Europe_wide`, `tm_format_NLD`, `tm_format_NLD_wide`,

`tm_format_NLD_wide` . Seguem as opções de estilo do gráfico: `tm_style_white` , `tm_style_gray` , `tm_style_natural` , `tm_style_grey` , `tm_style_cobalt` , `tm_style_col_blind` , `tm_style_albatross` , `tm_style_beaver` , `tm_style_bw` , `tm_style_classic` .

Abaixo segue um exemplo de criação e plotagem de múltiplos mapas na mesma imagem. A função `style` determina como serão determinadas as cores do mapa, juntamente com a função `palette` . Já a função `breaks` ajuda a determinar os pontos de corte para a plotagem das cores, no primeiro mapa utilizando a função `quantile` e no segundo determinando intervalos de valores pré-determinados pelo autor.

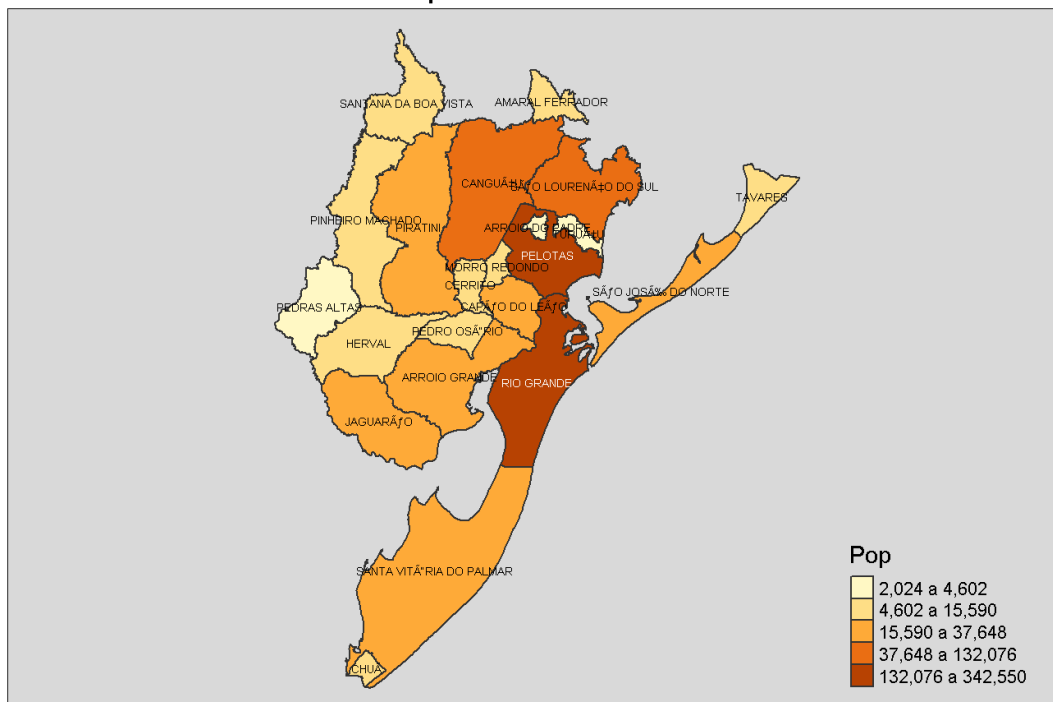
```
tm_shape(RS2013MAPA) +
  tm_polygons(c("PIB", "POPULACAO"),
    style=c("kmeans","fixed"),
    palette=list("Reds", "Blues"),
    auto.palette.mapping=FALSE,
    breaks=list(quantile(RS2013MAPA$POPULACAO),
      c(-Inf,100000,200000,Inf)),
    title=c("PIB", "População")) +
tm_format_World() +
tm_style_grey()+
tm_compass()+
tm_scale_bar()+
tm_legend(legend.format = list(text.separator= "a"))+
tm_layout(legend.position = c("LEFT","BOTTOM"),
  legend.frame = FALSE, title = c("Mapa 1","Mapa 2"))
```



É possível ainda efetuar a filtragem de uma determinada característica para a criação do mapa. No exemplo, são filtrados os municípios do Corede Sul:

```
tm_shape(RS2013MAPA[RS2013MAPA$COREDE == 'Sul',]) +
  tm_polygons("POPULACA0", title="Pop",
              style="kmeans", text="Label_N") +
  tm_facets("COREDE") +
  tm_text("NM_MUNICIP", scale=0.45)+
tm_style_grey()+
tm_layout(inner.margins = c(.03,.03,.03,.03),
          main.title = "Municípios do Corede Sul",
          main.title.position = 'center')+
tm_legend(legend.format = list(text.separator= "a"))
```

## Municípios do Corede Sul



### 9.2.3 Utilizando dados de fontes externas: pacote datasus

Encontrar informações de bases de dados que podem ser diretamente utilizadas no R é de extrema importância aos pesquisadores. Neste exemplo são demonstrados alguns comandos para utilizar o pacote `datasus` (Prado Siqueira 2018), que agiliza a utilização de alguns dados do Ministério da Saúde (<http://www2.datasus.gov.br/DATASUS/index.php?area=02>).

Utilizando o pacote `devtools` ( `library(devtools)` ) é feita a instalação do pacote `datasus` diretamente do repositório Github pelo comando `install_github("rpradosiqueira/datasus")` .

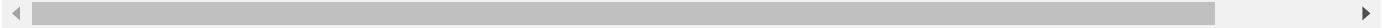
Após instalado o pacote `datasus` , utiliza-se a função `sinasc_nv_uf` para carregar a quantidade de nascimentos por município:

```
library(datasus)
nascimentos=sinasc_nv_uf(uf = "rs",
                          periodo = c(2014:2016),
                          coluna = "Ano do nascimento")
head(nascimentos)
```

	Município	2014	2015	2016	Total
1	TOTAL	143315	148359	141411	433085
2	430003 Aceguá	73	55	49	177
3	430005 Água Santa	48	36	43	127
4	430010 Agudo	162	161	165	488
5	430020 Ajuricaba	61	68	78	207
6	430030 Alecrim	59	48	57	164

Efetua-se uma limpeza da linha de total, bem como a criação de uma coluna com o código do IBGE (“CD\_GEOCMU”):

```
nascimentos=nascimentos[-1,]
library(tidyr)
nascimentos <- separate(nascimentos, `Município`, c("CD_GEOCMU", "NM_MUNICIP"), sep=" ", into=c("CD_GEOCMU", "NM_MUNICIP"))
head(nascimentos)
```



	CD_GEOCMU	NM_MUNICIP	2014	2015	2016	Total
2	430003	Aceguá	73	55	49	177
3	430005	Água Santa	48	36	43	127
4	430010	Agudo	162	161	165	488
5	430020	Ajuricaba	61	68	78	207
6	430030	Alecrim	59	48	57	164
7	430040	Alegrete	925	954	858	2737

Após é possível criar novo mapa (“RS2013MAPAN”), unindo as informações novas com o mapa anterior:

```
RS2013MAPAN=merge(RS2013MAPA,nascimentos,by="CD_GEOCMU", all.x=T)
names(RS2013MAPAN)
```

[1]	"CD_GEOCMU"	"NM_MUNICIP.x"
[3]	"Label_N"	"COREDE"
[5]	"IDESE_2013"	"POUPANCA"
[7]	"OP_CREDITO"	"OBRIGACOES _RECEBIMENTO"
[9]	"DEP_A_VISTA_PRIV"	"DEP_A_VISTA_GOV"
[11]	"DEP_PRAZO"	"COOP_CRED"
[13]	"CEF"	"BANCO_COM"
[15]	"N_VINCULOS_EMP"	"DENS_DEM_HABKM2"
[17]	"IMPOSTOS"	"AREA_KM2"
[19]	"PIB_PERC"	"PIB"
[21]	"POPULACAO"	"NM_MUNICIP.y"
[23]	"2014"	"2015"
[25]	"2016"	"Total"

Então pode ser criado o mapa com as informações de nascimentos por município. Neste caso, foi utilizado o `style` denominado `kmeans`, pois utilizamos os quartis para determinar as faixas de cores das quantidades de nascimentos:

```
quantile(RS2013MAPAN$`2016`)
```

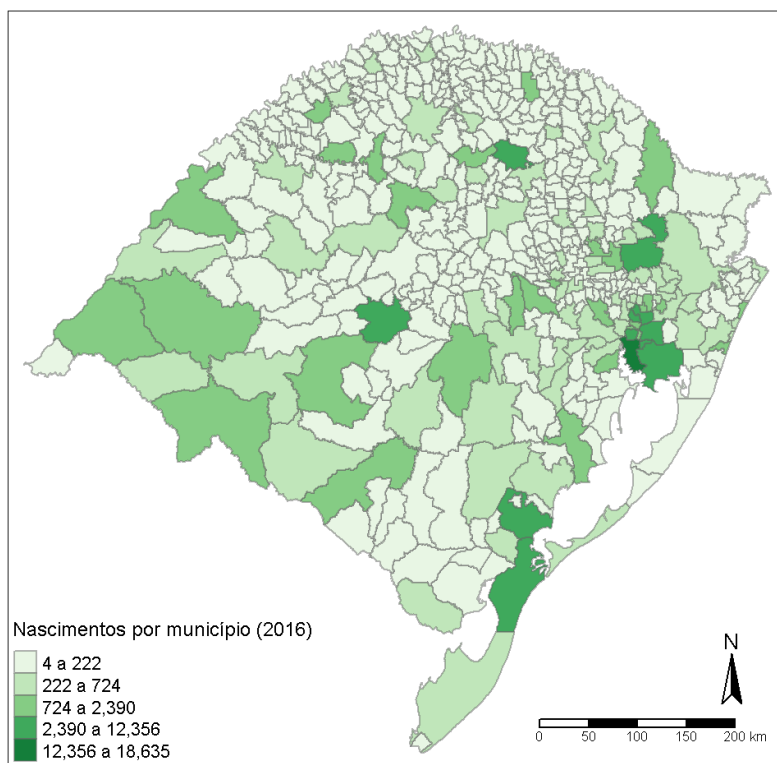
0%	25%	50%	75%	100%
4	28	55	175	18635

```

tm_shape(RS2013MAPAN)+
  tm_fill("2016", auto.palette.mapping=FALSE,
    title="Nascimentos por município (2016)",
    textNA="NA",
    palette="Greens",
    style = "kmeans",
    breaks = quantile(RS2013MAPAN$`2016`))+
  tm_legend(position=c("left","bottom"))+
  tm_compass()+
  tm_scale_bar()+
  tm_borders(alpha=.5)+
  tm_legend(legend.format = list(text.separator= "a")) +
  tm_layout(legend.position = c("LEFT","BOTTOM"),
    legend.frame = FALSE)

```

Warning: The argument `auto.palette.mapping` is deprecated. Please use `midpoint` for numeric data and `stretch.palette` for categorical data to control the palette mapping.



## Referências

FEE. 2016. «Fundação de Economia e Estatística Siegfried Emanuel Heuser - FEEDADOS». <http://feedados.fee.tche.br/feedados/>.

Prado Siqueira, Renato. 2018. «datasus: An Interface to DATASUS System». <https://cran.r-project.org/package=datasus>.

Semace. 2018. «Shape – Definições e Conversão». <http://www.semace.ce.gov.br/2011/06/shape-definicoes-e-conversao/>.

Tennekes, Martijn. 2018. «{tmap}: Thematic Maps in {R}». *Journal of Statistical Software* 84 (6): 1–39. <https://doi.org/10.18637/jss.v084.i06>.