

TCC

Tiago de Almeida Silva

2023-01-06

Carregando os pacotes

```
pacotes <- c("plotly", "tidyverse", "ggrepel", "knitr", "kableExtra", "reshape2",
  "misc3d", "plot3D", "cluster", "factoextra", "ade4", "flexclust",
  "factoextra", "ggpubr", "openxlsx", "arrow", "tmap", "rgdal",
  "maptools", "leaflet", "Hmisc", "corrplot",
  "PerformanceAnalytics", "vtable", "fmsb", "scales", "showtext",
  "raster", "tmap", "rgdal", "rayshader")

if(sum(as.numeric(!pacotes %in% installed.packages())) != 0){
  instalador <- pacotes[!pacotes %in% installed.packages()]
  for(i in 1:length(instalador)) {
    install.packages(instalador, dependencies = T)
    break()}
  sapply(pacotes, require, character = T)
} else {
  sapply(pacotes, require, character = T)
}
```

Carregando dataset

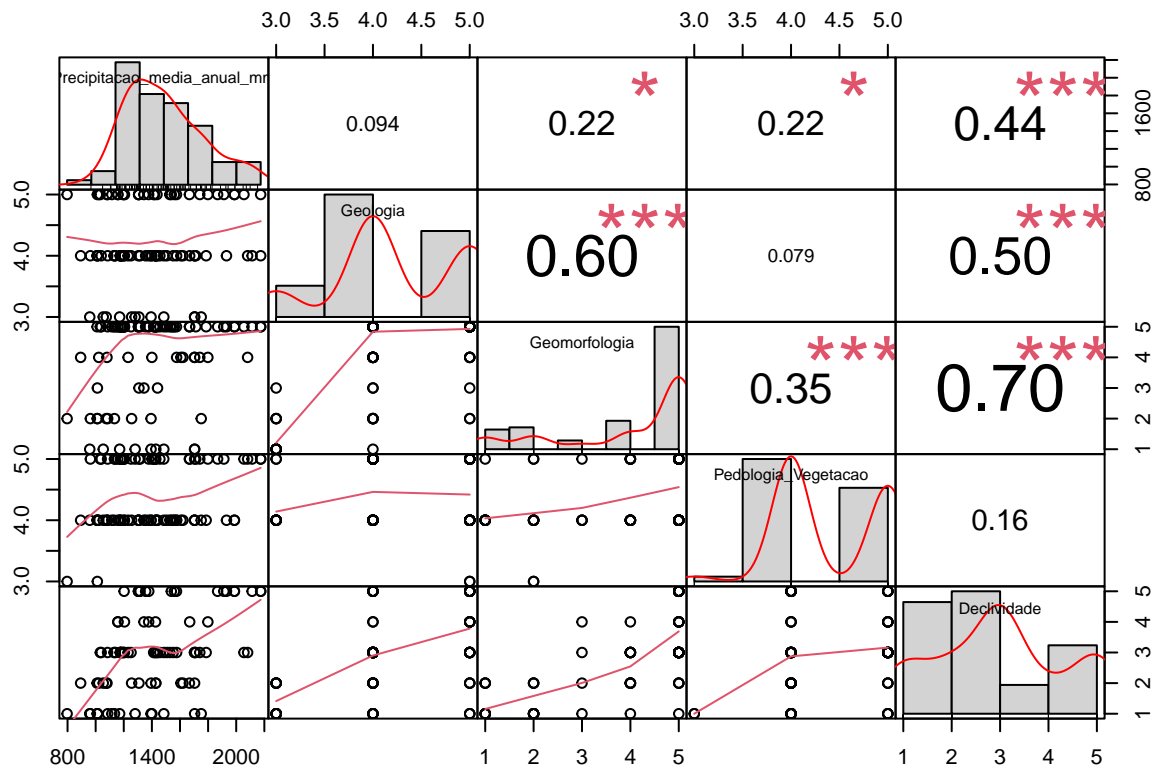
```
df_tcc <- readxl::read_xlsx("df_tcc.xlsx", col_names = T)
```

Correlação da base de Dados

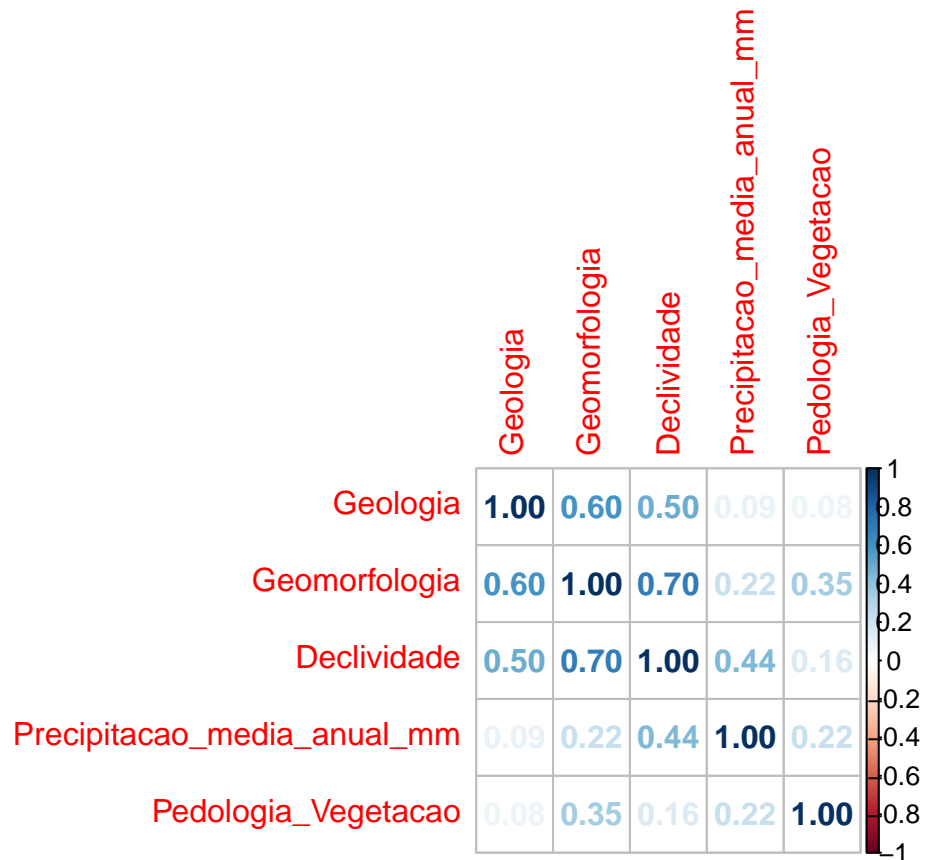
Matriz de Correlação de Pearson com nível de significância

```
correl <- rcorr(as.matrix(df_tcc[,c(4,6:9)]))

chart.Correlation(df_tcc[,c(4,6:9)], histogram = T, pch = 19, method = "pearson")
```



```
corrplot(correl$r, type = "full", order = "hclust", method = "number")
```



#Estatísticas Descritivas dos dados

```
summary(df_tcc[,c(4,6:9)])
```

```
## Precipitacao_media_anual_mm    Geologia    Geomorfologia
## Min.      : 797                Min.      :3.000    Min.      :1.000
## 1st Qu.:1174                1st Qu.:4.000    1st Qu.:3.750
## Median :1366                Median :4.000    Median :5.000
## Mean   :1401                Mean   :4.228    Mean   :4.054
## 3rd Qu.:1584                3rd Qu.:5.000    3rd Qu.:5.000
## Max.    :2174                Max.    :5.000    Max.    :5.000
## Pedologia_Vegetacao Declividade
## Min.      :3.000    Min.      :1.000
## 1st Qu.:4.000    1st Qu.:2.000
## Median :4.000    Median :3.000
## Mean   :4.402    Mean   :2.989
## 3rd Qu.:5.000    3rd Qu.:4.000
## Max.    :5.000    Max.    :5.000
```

```
#st(df_tcc[,c(4,6:9)], title = "Estatísticas Descritivas")
```

Padronização dos dados Dados (Z-score)

```
df_padronizado <- as.data.frame(scale(df_tcc[,c(4, 6:9)]))
rownames(df_padronizado) <- df_tcc$nome
```

#Esquema de aglomeração não hierárquico K-MEANS (Machine Learning)

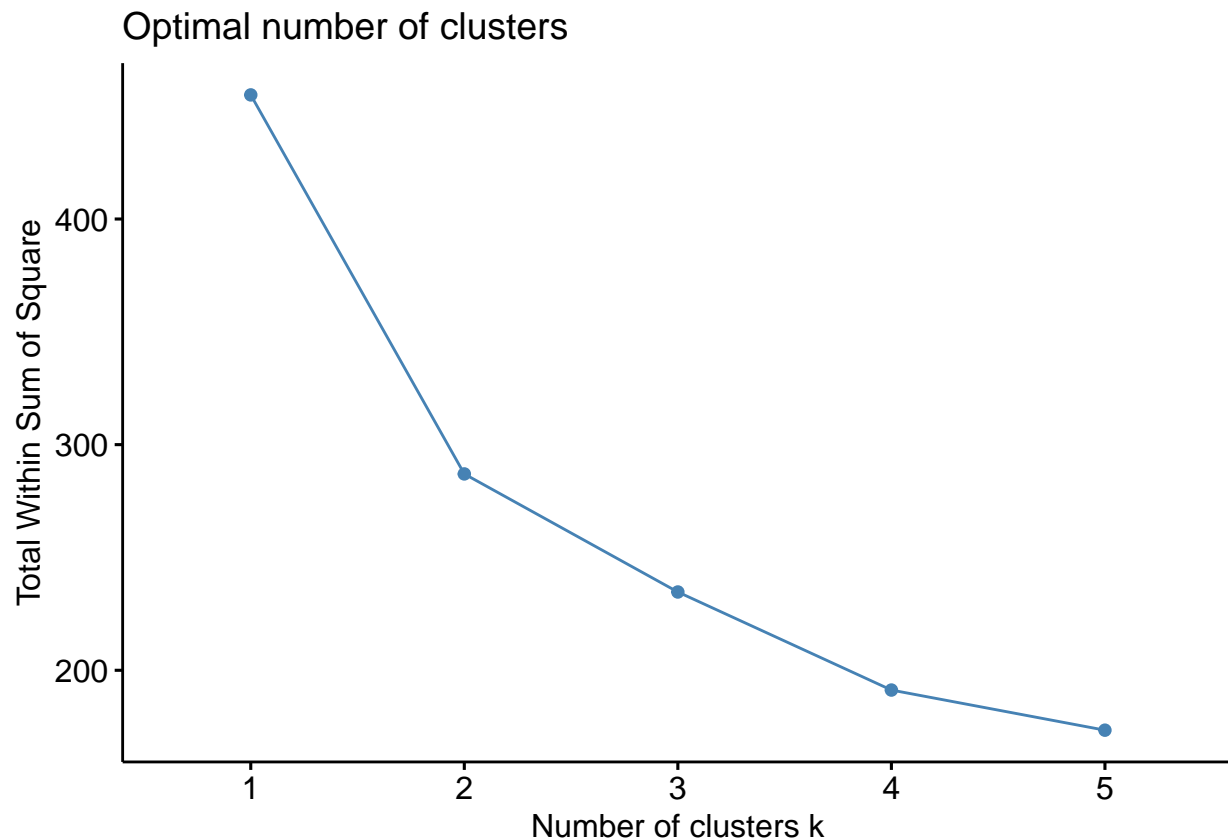
Elaboração da clusterização não hierárquica k-means

```
set.seed(123)

cluster_kmeans <- kmeans(df_padronizado[,1:5],
                        centers = 5)
```

Método de Elbow para identificação do número ótimo de clusters

```
fviz_nbclust(df_padronizado[,1:5], kmeans, method = "wss", k.max = 5)
```



Criando variável categórica para indicação do cluster no banco de dados

```
df_padronizado$cluster_K <- factor(cluster_kmeans$cluster)
```

Análise de variância de um fator (ANOVA)

ANOVA da variável 'precipitação'

```
summary(anova_matematica <- aov(formula =
  Precipitacao_media_anual_mm ~ cluster_K, data = df_padronizado))
```

```
##           Df Sum Sq Mean Sq F value    Pr(>F)
## cluster_K    4  43.71   10.928    20.1 9.43e-12 ***
## Residuals   87  47.29    0.544
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

ANOVA da variável 'Geologia'

```
summary(anova_matematica <- aov(formula =
                                   Geologia ~ cluster_K,data = df_padronizado))
```

```
##           Df Sum Sq Mean Sq F value    Pr(>F)
## cluster_K    4  53.59   13.40   31.16 4.27e-16 ***
## Residuals   87  37.41    0.43
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

ANOVA da variável 'Geomorfologia'

```
summary(anova_matematica <- aov(formula =
                                   Geomorfologia ~ cluster_K,data = df_padronizado))
```

```
##           Df Sum Sq Mean Sq F value    Pr(>F)
## cluster_K    4  77.97   19.49  130.2 <2e-16 ***
## Residuals   87  13.03    0.15
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

ANOVA da variável 'Pedologia_Vegetacao'

```
summary(anova_matematica <- aov(formula =
                                   Pedologia_Vegetacao ~ cluster_K,data = df_padronizado))
```

```
##           Df Sum Sq Mean Sq F value    Pr(>F)
## cluster_K    4  39.79   9.946   16.9 2.77e-10 ***
## Residuals   87  51.21    0.589
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

ANOVA da variável 'Declividade'

```
summary(anova_matematica <- aov(formula =
                                   Declividade ~ cluster_K,data = df_padronizado))
```

```
##           Df Sum Sq Mean Sq F value    Pr(>F)
## cluster_K    4  65.91  16.477   57.12 <2e-16 ***
## Residuals   87  25.09    0.288
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Cluster com pesos

```
df_padronizado$prec_p <- df_padronizado$Precipitacao_media_anual_mm * 0.2
df_padronizado$geo_p <- df_padronizado$Geologia * 0.15
df_padronizado$geomor_p <- df_padronizado$Geomorfologia * 0.2
df_padronizado$ped_p <- df_padronizado$Pedologia_Vegetacao * 0.1
df_padronizado$dec_p <- df_padronizado$Declividade * 0.35
```

#Esquema de aglomeração não hierárquico K-MEANS

Elaboração da clusterização não hierárquica k-means

```
set.seed(123)

cluster_kmeans_p <- kmeans(df_padronizado[,7:11],
                           centers = 5)
```

Estatística sobre o cluster

```
print(cluster_kmeans_p)
```

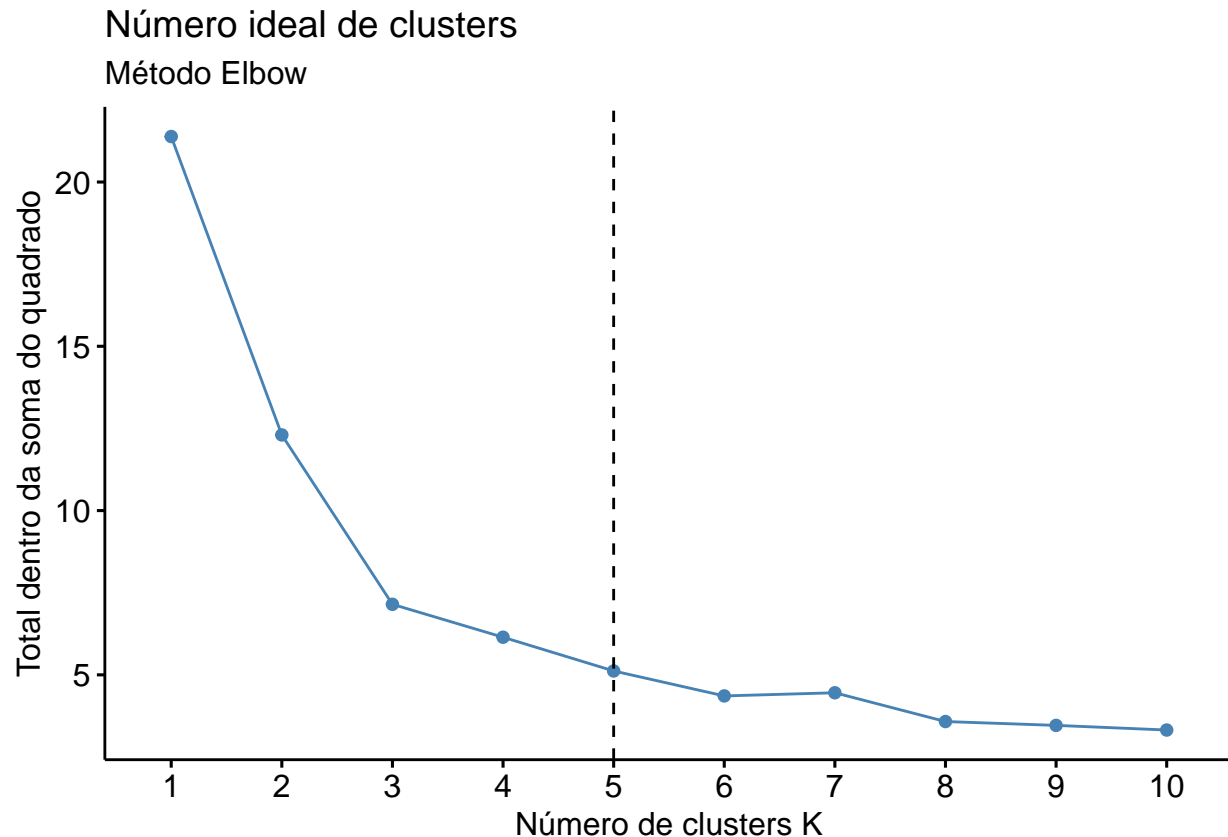
```
## K-means clustering with 5 clusters of sizes 12, 21, 18, 19, 22
##
## Cluster means:
##      prec_p      geo_p      geomor_p      ped_p      dec_p
## 1 -0.08216134  0.15534891  0.11055211  0.049368679  0.13360400
## 2  0.16086091  0.08818679  0.12744712 -0.003961088  0.50098115
## 3  0.15568611 -0.00136271  0.06324609  0.018259648 -0.04074448
## 4 -0.15915970 -0.01587915  0.10432763  0.013347696 -0.09350784
## 5 -0.09865721 -0.15408531 -0.32380316 -0.049614600 -0.43699102
##
## Clustering vector:
##      Angra dos Reis      Aperibé
##      2      4
##      Araruama      Areal
##      4      2
##      Armação dos Búzios      Arraial do Cabo
##      5      5
##      Barra do Piraí      Barra Mansa
##      4      4
##      Belford Roxo      Bom Jardim
##      5      2
##      Bom Jesus do Itabapoana      Cabo Frio
##      3      5
##      Cachoeiras de Macacu      Cambuci
##      1      4
##      Carapebus      Comendador Levy Gasparian
##      5      3
##      Campos dos Goytacazes      Cantagalo
##      5      2
```

##	Cardoso Moreira	Carmo
##	4	1
##	Casimiro de Abreu	Conceição de Macabu
##	3	3
##	Cordeiro	Duas Barras
##	2	2
##	Duque de Caxias	Engenheiro Paulo de Frontin
##	5	2
##	Guapimirim	Iguaba Grande
##	3	4
##	Itaboraí	Itaguaí
##	5	5
##	Italva	Itaocara
##	1	1
##	Itaperuna	Itatiaia
##	4	3
##	Japeri	Laje do Muriaé
##	4	3
##	Macaé	Macuco
##	4	2
##	Magé	Mangaratiba
##	3	2
##	Maricá	Mendes
##	4	1
##	Mesquita	Miguel Pereira
##	5	2
##	Miracema	Natividade
##	4	1
##	Nilópolis	Niterói
##	5	5
##	Nova Friburgo	Nova Iguaçu
##	2	5
##	Paracambi	Paraíba do Sul
##	1	4
##	Parati	Paty do Alferes
##	2	1
##	Petrópolis	Pinheiral
##	2	4
##	Piraí	Porciúncula
##	1	3
##	Porto Real	Quatis
##	4	3
##	Queimados	Quissamã
##	4	5
##	Resende	Rio Bonito
##	3	3
##	Rio Claro	Rio das Flores
##	2	3
##	Rio das Ostras	Rio de Janeiro
##	5	4
##	Santa Maria Madalena	Santo Antônio de Pádua
##	2	4
##	São Francisco de Itabapoana	São Fidelis
##	5	3

```
##                São Gonçalo                São João da Barra
##                5                5
##                São João de Meriti                São José de Ubá
##                5                4
## São José do Vale do Rio Preto                São Pedro da Aldeia
##                2                5
##                São Sebastião do Alto                Sapucaia
##                2                1
##                Saquarema                Seropédica
##                5                5
##                Silva Jardim                Sumidouro
##                3                2
##                Tanguá                Teresópolis
##                3                2
##                Trajano de Moraes                Três Rios
##                2                1
##                Valença                Varre-Sai
##                3                2
##                Vassouras                Volta Redonda
##                1                3
##
## Within cluster sum of squares by cluster:
## [1] 0.5133343 1.4384234 0.8561053 0.8863680 1.9062413
## (between_SS / total_SS = 73.8 %)
##
## Available components:
##
## [1] "cluster"      "centers"      "totss"        "withinss"     "tot.withinss"
## [6] "betweenss"    "size"         "iter"         "ifault"
```

Método de Elbow para identificação do número ótimo de clusters

```
fviz_nbclust(df_padronizado[,7:11], kmeans, method = "wss", k.max = 10) +
  geom_vline(xintercept = 5, linetype = 2) +
  labs(title = "Número ideal de clusters",
        subtitle = "Método Elbow",
        x = "Número de clusters K",
        y = "Total dentro da soma do quadrado")
```

Criando variável categórica para indicação do cluster no banco de dados

```
df_padronizado$cluster_K_p <- factor(cluster_kmeans_p$cluster)
```

Análise de variância de um fator (ANOVA)

Análise de variância de um fator (ANOVA). Interpretação do output:

Mean Sq do cluster_K: indica a variabilidade entre grupos
Mean Sq dos Residuals: indica a variabilidade dentro dos grupos
F value: estatística de teste (Sum Sq do cluster_H / Sum Sq dos Residuals)
Pr(>F): p-valor da estatística
p-valor < 0.05: pelo menos um cluster apresenta média estatisticamente diferente dos demais

ANOVA da variável 'precipitação'

```
summary(anova_prec <- aov(formula =  
  Precipitacao_media_anual_mm ~ cluster_K_p, data = df_padronizado))
```

```
##           Df Sum Sq Mean Sq F value    Pr(>F)
## cluster_K_p  4   43.9   10.976   20.27 7.92e-12 ***
## Residuals   87   47.1    0.541
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

ANOVA da variável 'Geologia'

```
summary(anova_geom <- aov(formula =
  Geologia ~ cluster_K_p,data = df_padronizado))
```

```
##           Df Sum Sq Mean Sq F value    Pr(>F)
## cluster_K_p  4  43.56   10.890    19.97 1.08e-11 ***
## Residuals    87  47.44    0.545
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

ANOVA da variável 'Geomorfologia'

```
summary(anova_geomor <- aov(formula =
  Geomorfologia ~ cluster_K_p,data = df_padronizado))
```

```
##           Df Sum Sq Mean Sq F value    Pr(>F)
## cluster_K_p  4  76.83   19.208   117.9 <2e-16 ***
## Residuals    87  14.17    0.163
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

ANOVA da variável 'Pedologia_Vegetacao'

```
summary(anova_ped <- aov(formula =
  Pedologia_Vegetacao ~ cluster_K_p,data = df_padronizado))
```

```
##           Df Sum Sq Mean Sq F value    Pr(>F)
## cluster_K_p  4   9.31   2.3280    2.479 0.0498 *
## Residuals    87  81.69   0.9389
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

ANOVA da variável 'Declividade'

```
summary(anova_decl <- aov(formula =
  Declividade ~ cluster_K_p,data = df_padronizado))
```

```
##           Df Sum Sq Mean Sq F value    Pr(>F)
## cluster_K_p  4  80.67   20.167   169.8 <2e-16 ***
## Residuals    87  10.33    0.119
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

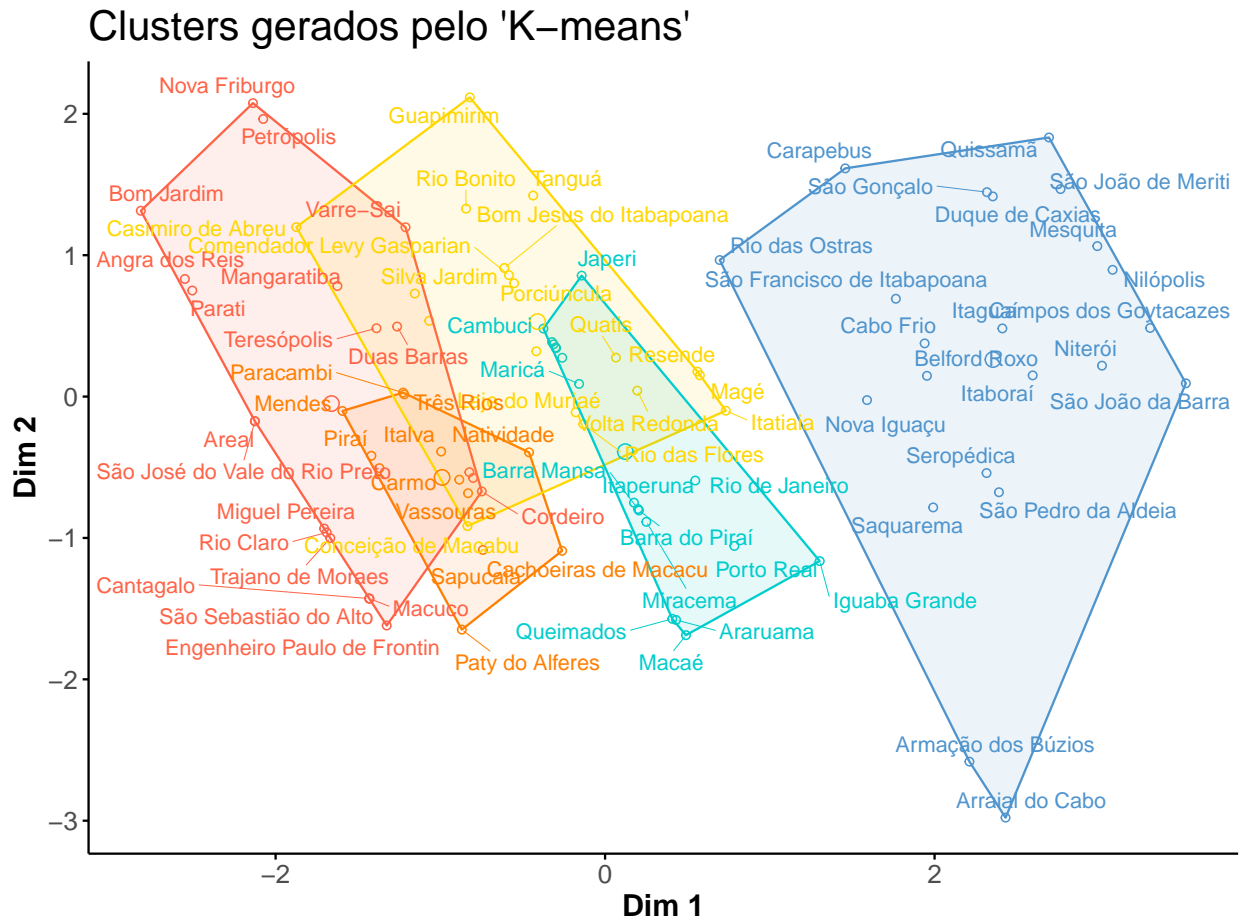
Scatter plot

```
fviz_cluster(cluster_kmeans_p, data = df_padronizado[,7:11],
  palette = c("darkorange1", "tomato", "gold1", "cyan3", "steelblue3"),
  geom = c("point", "text"),
  repel = T,
  ellipse.type = "convex",
  ggtheme = theme_classic(),
```

```

main = "Clusters gerados pelo 'K-means'",
labelsize = 11,
xlab = "Dim 1",
ylab = "Dim 2",
shape = 1,
ellipse.alpha = 0.1,
legend = "none"
) + theme(axis.text=element_text(size=12),
axis.title=element_text(size=14,face="bold"),
title = element_text(size = 16))

```



Classificando as cidades com o grau de risco no dataset

#Escala numérica

```

df_padronizado$grau_risco_deslizamento[df_padronizado$cluster_K_p == 5] <- 1
df_padronizado$grau_risco_deslizamento[df_padronizado$cluster_K_p == 4] <- 2
df_padronizado$grau_risco_deslizamento[df_padronizado$cluster_K_p == 3] <- 3
df_padronizado$grau_risco_deslizamento[df_padronizado$cluster_K_p == 1] <- 4
df_padronizado$grau_risco_deslizamento[df_padronizado$cluster_K_p == 2] <- 5

```

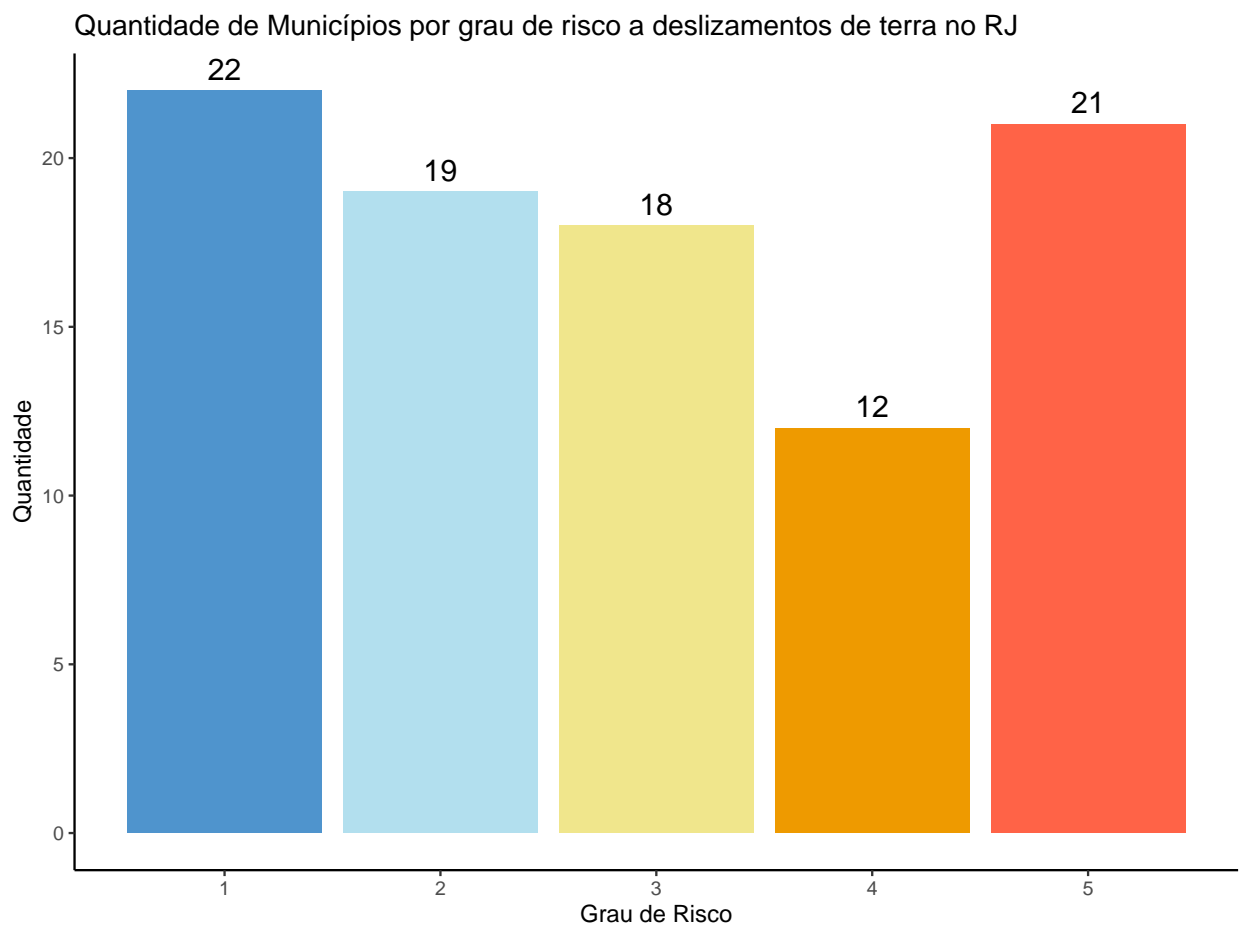
#Escala descritiva

```
df_padronizado$risco[df_padronizado$grau_risco_deslizamento == 1] <- "Muito Baixo"
df_padronizado$risco[df_padronizado$grau_risco_deslizamento == 2] <- "Baixo"
df_padronizado$risco[df_padronizado$grau_risco_deslizamento == 3] <- "Moderado"
df_padronizado$risco[df_padronizado$grau_risco_deslizamento == 4] <- "Alto"
df_padronizado$risco[df_padronizado$grau_risco_deslizamento == 5] <- "Muito Alto"
```

Graficos dos clusteres

Com peso

```
ggplot(df_padronizado, aes(x = grau_risco_deslizamento)) +
  geom_bar(fill = c("steelblue3", "lightblue2", "khaki", "orange2", "tomato")) +
  labs(title = "Quantidade de Municípios por grau de risco a deslizamentos de terra no RJ",
       x = "Grau de Risco",
       y = "Quantidade") +
  geom_text(stat = "count", aes(label = ..count..), vjust = -0.5, size = 5) +
  theme_classic()
```



Mapa

lendo o shapefile

```
shp_rio <- readOGR(dsn = "RJ_shp", layer = "Base2018abril2019_equiv_albers",  
                  encoding = "UTF-8", use_iconv = TRUE)
```

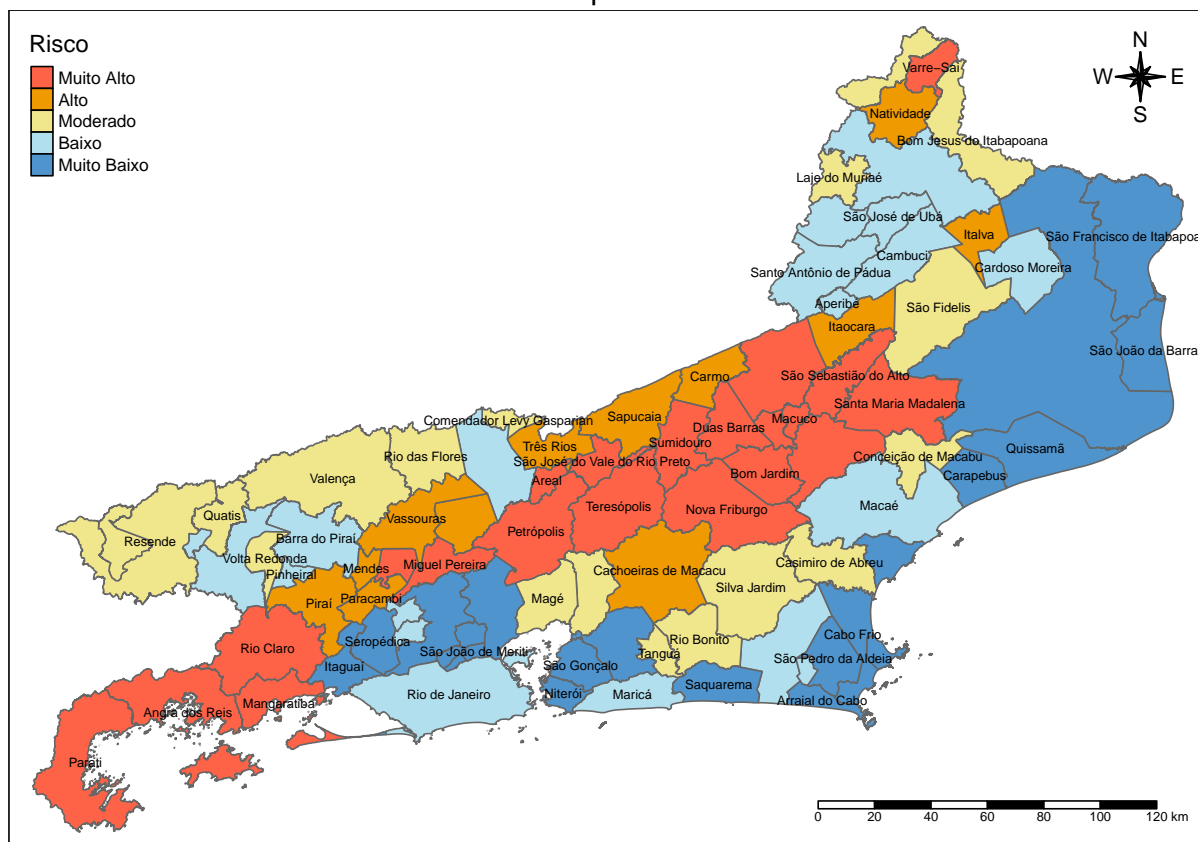
Juntando os datasets

```
df_padronizado$mun <- rownames(df_padronizado)  
  
shp_rio@data <- left_join(x = shp_rio@data,  
                         y = df_padronizado,  
                         by = c("MUNICN" = "mun"))
```

Plotando o mapa

```
tm_shape(shp = shp_rio) +  
  tm_polygons("risco",  
             palette = c("orange2", "lightblue2", "khaki", "tomato", "steelblue3"),  
             legend.show = F) +  
  tm_layout(main.title = "Risco de deslizamento de terra nos municípios do estado do Rio de Janeiro",  
            main.title.size = 1.2) +  
  tm_text("MUNICN", size = 0.5,  
         remove.overlap = TRUE,  
         col = "black") +  
  tm_compass(type = "8star",  
            show.labels = 2,  
            size = 2,  
            position = c("right", "top")) +  
  tm_add_legend("fill",  
              labels = c("Muito Alto", 'Alto', 'Moderado', 'Baixo', "Muito Baixo"),  
              col = c("tomato", "orange2", "khaki", "lightblue2", "steelblue3"),  
              title="Risco") +  
  tm_scale_bar()
```

Risco de deslizamento de terra nos municípios do estado do Rio de Janeiro



```
#labels = c("Muito Alto", "Alto", "Moderado", "Baixo", "Muito Baixo")
```

Mapa com relevo sombreado

```
relevo_rj <- raster("RelevoSombreado_SRTM/RelSomb_315_45.tif")

tm_shape(shp = relevo_rj) +
  tm_raster(style = "quantile", n = 5,
            palette = c("azure4", "gray", "snow"),
            legend.show = F) +

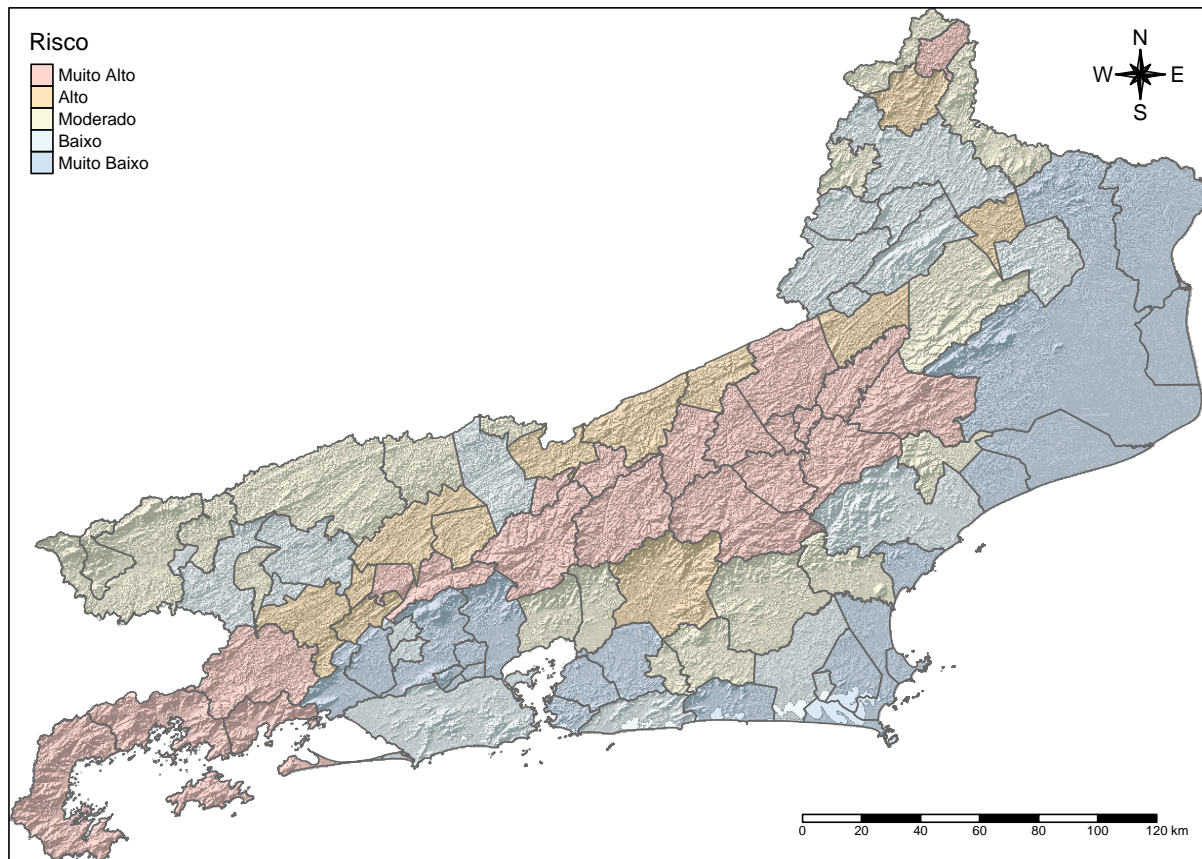
  tm_shape(shp = shp_rio) +
  tm_polygons("risco",
             alpha = 0.2,
```

```

        #title = "Risco de deslizamento de terra",
        #style = "pretty",
        palette = c("orange2", "lightblue2", "khaki", "tomato", "steelblue3"),
        legend.show = F) +
tm_borders() +
tm_layout(main.title = "Risco de deslizamento de terra sobre o relevo sombreado do RJ",
          title.size = 0.5) +
tm_compass(type = "8star",
          show.labels = 2,
          size = 2,
          position = c("right", "top")) +
tm_add_legend("fill",
  labels = c("Muito Alto", 'Alto', 'Moderado', 'Baixo', "Muito Baixo"),
  col = alpha(c("tomato", "orange2", "khaki", "lightblue2", "steelblue3"), 0.25),
  title="Risco") +
tm_scale_bar()

```

Risco de deslizamento de terra sobre o relevo sombreado do RJ



Quantidade de municípios em cada grau de risco por região do estado

```
# arrumando o nome das regiões

p <- ggplot(shp_rio@data, aes(y = grau_risco_deslizamento, fill = REGGOV)) +
  geom_bar() +
  labs(title = "Quantidade de municípios por região do estado de acordo com o grau de risco",
       y = "Grau de risco de deslizamento de terra",
       x = "Quantidade") +
  theme_classic()

p + guides(fill=guide_legend(title="Região"))
```


Quantidade de municípios por região do estado de acordo com o grau de risco

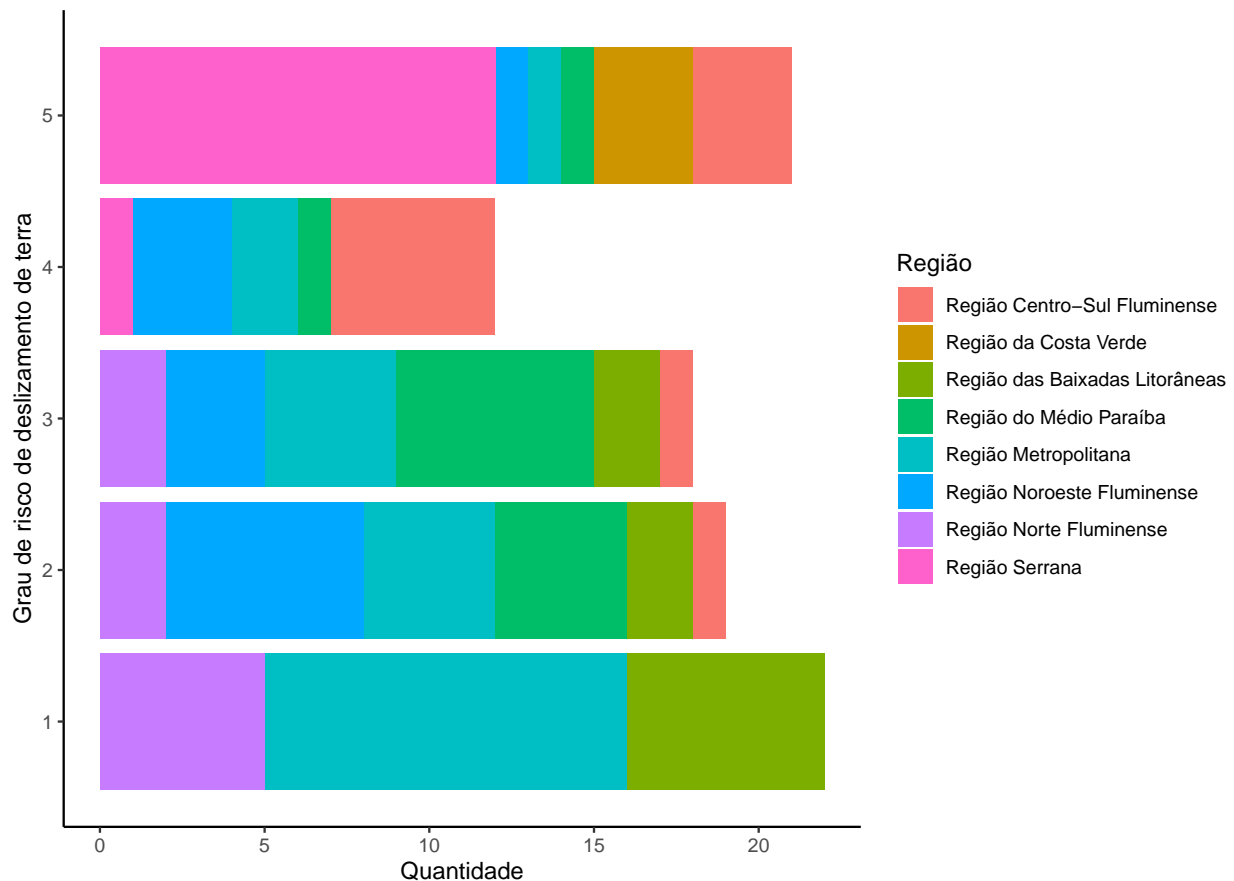


Gráfico de radar com regiões do estado

```
set.seed(99)

#criando o dataset para o grafico

df_reg <- left_join(x = df_tcc,
                    y = shp_rio@data,
                    by = c("nome" = "MUNICN"))

df_reg <- df_reg %>%
  group_by(REGGOV) %>%
  summarise(Pluviosidade = round(mean(Precipitacao_media_anual_mm.x)),
            Geologia = round(mean(Geologia.x)),
            Geomorfologia = round(mean(Geomorfologia.x)),
            Pedologia_Vegetação = round(mean(Pedologia_Vegetacao.x)),
            Declividade = round(mean(Declividade.x)))

df_reg[9, 1] <- "Max."
df_reg[9, 2] <- 2000
df_reg[10, 1] <- "Min."
df_reg[10, 2] <- 1000
```

```

df_reg[9, 3:6] <- 8
df_reg[10, 3:6] <- 0

df_reg2 <- df_reg[c(9,10,1:8), ]

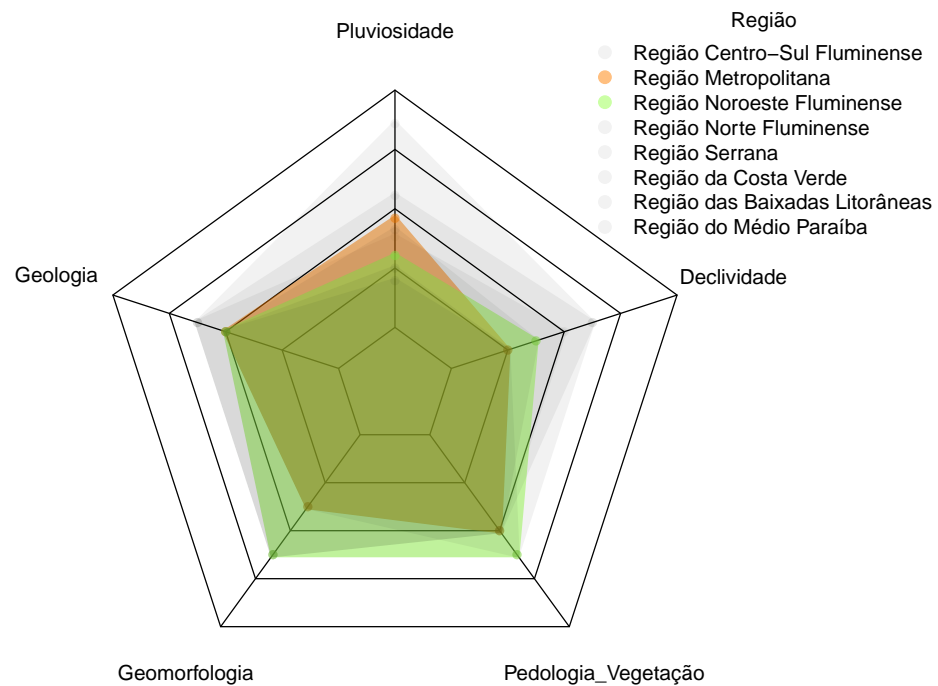
rownames(df_reg2) <- df_reg2$REGGOV

areas <- c(rgb(0, 0.02, 0, 0.05),
           rgb(1, 0.5, 0, 0.5),
           rgb(0.6, 1, 0.3, 0.5),
           rgb(0, 0.02, 0, 0.05),
           rgb(0, 0.02, 0, 0.05),
           rgb(0, 0.02, 0, 0.05),
           rgb(0, 0.02, 0, 0.05),
           rgb(0, 0.02, 0, 0.05))

radarchart(df_reg2[, 2:6],
           cglty = 1,           # Tipo de línea del grid
           cglcol = "black",   # Color del grid
           pcol = areas,       # Color para cada línea
           plwd = 4,           # Ancho para cada línea
           plty = 1,
           pfc col = areas,
           #title = "Região com maior e menor risco de deslizamento
           #de terra explicitada por cada variável"
           )

legend("topright",
       legend = df_reg2$REGGOV[3:10],
       bty = "n", pch = 20,
       text.col = "black", pt.cex = 2, col = areas, title = "Região")

```



Dataset 2

```
df2 <- left_join(df_padronizado,
                 df_tcc,
                 by = c("mun" = "nome"))
```

```
group_by(df2, grau_risco_deslizamento) %>%
  summarise(
    mean = mean(Precipitacao_media_anual_mm.y, na.rm = TRUE),
    sd = sd(Precipitacao_media_anual_mm.y, na.rm = TRUE),
    min = min(Precipitacao_media_anual_mm.y, na.rm = TRUE),
    max = max(Precipitacao_media_anual_mm.y, na.rm = TRUE))
```

```
## # A tibble: 5 x 5
##   grau_risco_deslizamento mean    sd   min   max
##   <dbl> <dbl> <dbl> <dbl> <dbl>
## 1      1 1244. 265.  797 1751
## 2      2 1149. 112.  893 1427.
## 3      3 1647. 188. 1426 2081
## 4      4 1271. 147. 1033 1436.
## 5      5 1655. 330. 1202. 2174
```

```
group_by(df2, grau_risco_deslizamento) %>%
  summarise(
    mean = mean(Geologia.y, na.rm = TRUE),
    sd = sd(Geologia.y, na.rm = TRUE),
    min = min(Geologia.y, na.rm = TRUE),
    max = max(Geologia.y, na.rm = TRUE))
```

```
## # A tibble: 5 x 5
##   grau_risco_deslizamento mean    sd   min   max
##             <dbl> <dbl> <dbl> <dbl> <dbl>
## 1             1  3.55 0.671     3     5
## 2             2  4.16 0.375     4     5
## 3             3  4.22 0.428     4     5
## 4             4  4.92 0.289     4     5
## 5             5  4.62 0.498     4     5
```

```
group_by(df2, grau_risco_deslizamento) %>%
  summarise(
    mean = mean(Geomorfologia.y, na.rm = TRUE),
    sd = sd(Geomorfologia.y, na.rm = TRUE),
    min = min(Geomorfologia.y, na.rm = TRUE),
    max = max(Geomorfologia.y, na.rm = TRUE))
```

```
## # A tibble: 5 x 5
##   grau_risco_deslizamento mean    sd   min   max
##             <dbl> <dbl> <dbl> <dbl> <dbl>
## 1             1  1.77 0.813     1     4
## 2             2  4.79 0.419     4     5
## 3             3  4.5  0.618     3     5
## 4             4  4.83 0.577     3     5
## 5             5  4.95 0.218     4     5
```

```
group_by(df2, grau_risco_deslizamento) %>%
  summarise(
    mean = mean(Pedologia_Vegetacao.y, na.rm = TRUE),
    sd = sd(Pedologia_Vegetacao.y, na.rm = TRUE),
    min = min(Pedologia_Vegetacao.y, na.rm = TRUE),
    max = max(Pedologia_Vegetacao.y, na.rm = TRUE))
```

```
## # A tibble: 5 x 5
##   grau_risco_deslizamento mean    sd   min   max
##             <dbl> <dbl> <dbl> <dbl> <dbl>
## 1             1  4.14 0.560     3     5
## 2             2  4.47 0.513     4     5
## 3             3  4.5  0.514     4     5
## 4             4  4.67 0.492     4     5
## 5             5  4.38 0.498     4     5
```

```
group_by(df2, grau_risco_deslizamento) %>%
  summarise(
    mean = mean(Declividade.y, na.rm = TRUE),
```

```
sd = sd(Declividade.y, na.rm = TRUE),
min = min(Declividade.y, na.rm = TRUE),
max = max(Declividade.y, na.rm = TRUE))
```

```
## # A tibble: 5 x 5
##   grau_risco_deslizamento mean    sd    min    max
##               <dbl> <dbl> <dbl> <dbl> <dbl>
## 1               1  1.32 0.477     1     2
## 2               2  2.63 0.597     1     3
## 3               3  2.83 0.383     2     3
## 4               4  3.5  0.522     3     4
## 5               5  4.90 0.301     4     5
```

Radar 2

```
radar2 <- readxl::read_xlsx("radar2.xlsx", col_names = T)

rownames(radar2) <- radar2$Cluster

class(radar2$Declividade) <- "numeric"

areas2 <- c("steelblue3", "lightblue2", "khaki", "orange2", "tomato")

radarchart(radar2[,2:6],
  cglty = 1,          # Tipo de línea del grid
  cglcol = "gray",    # Color del grid
  pcol = areas2,      # Color para cada línea
  plwd = 3,          # Ancho para cada línea
  plty = 1)

legend("topright",
  legend = radar2$Cluster[3:7],
  bty = "n", pch = 20,
  text.col = "black", pt.cex = 2, col = areas2,
  title = "Cluster")
```

