Mineração de texto aplicada à Lei de Acesso à informação - LAI

Packages for this routine

BASE DE DADOS E ANÁLISE EXPLORATÓRIA

Importação dos dados

```
Caminho do projeto
```

```
PATH = "..;/proj_eSIC_v10/textmining_pt/DATA/"
```

• Pedidos e-SIC

• Respostas e-SIC (DIRETORIAS EPE)

```
FILE1 = "DATA/relatorio_respostas.xlsx"
db1_raw = readxl::read_excel(paste0(PATH,FILE1), sheet = "DADOS", col_names = TRUE);
# dim(db1_raw); names(db1_raw)
colnames(db1_raw) = c("ID", "DATA", "SOLICITACAO", "DIRETORIA", "DATA_RESPOSTA")
#View(head(db1_raw))
LAI1 = db1_raw
```

• Stopwords

```
FILE2 = "DATA/stopwords_PT_FINAL.csv"
stopwords_pt = read.csv(paste0(PATH,FILE2), sep = ';', header = F, encoding = "UTF-8")
stopwords_pt = stopwords_pt[,-2];
cat(paste0("O nosso vetor de stopwords contém ",length(stopwords_pt), " palavras únicas"))
## O nosso vetor de stopwords contém 618 palavras únicas
## dim(stopwords_pt); class(stopwords_pt)
stopwords_pt = as.character(stopwords_pt)
stopwords_pt[1:14]
```

```
## [1] "a" "acerca" "acesso" "adeus" "agora" "aí" ## [8] "ainda" "alem" "além" "algmas" "algo" "algumas" "alguns"
```

• Dicionário > BASE DE DADOS - REAL PRO TEXTO DO TCC

Dicionário de variáveis - PEDIDOS

```
dicionario = "DATA/Dicionario-Dados-Exportacao.txt"
dic_pedidos = read.delim(dicionario, sep = "-", skip = 3, header = FALSE, nrows = 21) %>%
    select(-V1)
```

```
colnames(dic_pedidos) = c("Nome das variáveis", "Tipo e descrição da variável")
#dimnames(dic_pedidos); View(dic_pedidos)

Dicionário de variáveis - RECURSOS

dic_recursos = read.delim(dicionario, sep = "-", skip = 30, header = FALSE, nrows = 17) %>%
    select(-V1)

colnames(dic_recursos) = c("Nome das variáveis", "Tipo e descrição da variável")
#dimnames(dic_recursos); View(dic_recursos)
```

Dicionário de variáveis - SOLICITANTES

```
dicionario = "DATA/Dicionario-Dados-Exportacao.txt"
dic_solicitantes = read.delim(file = dicionario, sep = "-", skip = 53, header = FALSE, nrows = 10) %>%
    select(-V1)
colnames(dic_solicitantes) = c("Nome das variáveis", "Tipo e descrição da variável")
#dimnames(dic_solicitantes); View(dic_solicitantes)
```

Pré-processamento dos dados

Pedidos por diretoria

Tabela 01 número de solcitações/pedidos de informação

Table 1: Quantitativo de solicitações por Diretoria/EPE via e-SIC

DIRETORIA	$total_pedidos$
DEA	210
DEE	197
DGC	115
DPG	24
OUTROS	19
SIC	1

```
diretorias0 = levels(as.factor(LAI1$DIRETORIA))
```

Verificamos a existência de 5 diretorias, sendo elas: *DEA*, *DEE*, *DGC*, *DPG*, *SIC* e *OUTROS*. Essa última é devido a existência de informações solicitadas que não são de competência direta de nenhuma das cinco diretorias, daí a necessidade de uma última categoria *OUTROS* para atender essas demandas.

A seguir, um passo importante de reclassificação será executado devido ao número pequeno de solicitações para a diretoria SIC. Apenas uma solcitação existente no nosso banco de dados para essa diretoria. Iremos, portanto, unificar essa demanda à categoria OUTROS.

• Respostas e-SIC - Reclassificação Diretorias

```
LAI1 = LAI1 %>%
  mutate(DIRETORIA = ifelse(DIRETORIA == diretorias0[6], diretorias0[5], DIRETORIA))
diretorias = levels(as.factor(LAI1$DIRETORIA))
```

```
#dim(LAI1)
#View(head(LAI1))
```

• Tabela 02 número de solcitações/pedidos de informação - após reclassificação

```
pedidos_diretoria = LAI1 %>%
  count(DIRETORIA, sort = TRUE, name = "total_pedidos")
pedidos_diretoria %>%
  kable("latex", caption = "Quantitativo de solicitações por Diretoria/EPE via e-SIC - após reclassific
      booktabs = T) %>%
  kable_styling(latex_options = c("striped", "hold_position"))
```

Table 2: Quantitativo de solicitações por Diretoria/EPE via e-SIC - após reclassificação

DIRETORIA	$total_pedidos$
DEA	210
DEE	197
DGC	115
DPG	24
OUTROS	20

As constatações anteriores foram feitas apenas na base de dados referente às respostas, donde temos a classificação das diretorias responsáveis por responder cada uma das demandas. É necessário, agora, unificar as bases de dados pertinentes a solicitações e respostas.

Unificando as duas bases

```
LAI = LAI %>% select(-DATA_RESPOSTA); #dim(LAI)

LAI1 = LAI1 %>% select(-DATA); #dim(LAI1)

DB = left_join(x = LAI, y = LAI1, by = "ID")

#View(head(DB))
```

Ver Anexo 01 c/ amostra dos dados da tabela que serpá utilizada para manipulação daqui pra frente.

Mineração de texto

Iniciamos as manipulações utilizando recursos da função unnest_tokens() do pacote library(tidytext) que nos permite trabalhar com textos em um formato tidy que coloca uma palavra por linha em uma única coluna, formando, assim, termos/palavras por linha. Utilizamos, também, ainda os recursos do pacote library(diplyr) para, posteriormente, agrupar esses termos por diretoria e calcular a frequência dos termos.

Palavras

```
library(tidytext)
palavras <- DB %>%
  unnest_tokens(palavra, DESCRI_PEDIDO) %>%
  count(palavra, sort = TRUE) %>%
  ungroup()
```

• Tabela 03 Palavras mais frequentes no conjunto de solicitações por diretoria

```
palavras[0:10,] %>%
  kable("latex", caption = "Principais palavras com stopwords",
```

```
booktabs = T, format.args = list(decimal.mark = ',', big.mark = "'")) %>%
kable_styling(latex_options = c("striped", "hold_position"))
```

Table 3: Principais palavras com stopwords

palavra	n
de	3'038
a	1'093
e	946
O	775
do	679
da	670
para	576
em	481
que	462
no	461

Verificamos que as 10 palavras mais frequentes em todos os pedidos realizados são palavras sem acréscimo contextual para alcançar o objetivo aqui proposto, pois não acrescentam nenhum sentido semântico, são essas: preposições (de, da, do, para), conjunção (e) e artigos(o,a).

Citar o que é preoposição.

No passo seguinte iremos remover essas palavras, *stopwords*, e trabalhar apenas com palavras de sentido semântico relevante aos subjetivos solicitados às diretorias, acrescentando assim maior assertividade na classificação do nosso modelo, ainda a ser proposto no capítulo (indicar capítulo).

• Palavras por diretoria

```
library(tidytext)
diretoria_palavras <- DB %>%
  unnest_tokens(palavra, DESCRI_PEDIDO) %>%
  count(DIRETORIA, palavra, sort = TRUE) %>%
  ungroup()
```

A tabela a seguir mostra a frequência das 10 palavras de maior ocorrência de todos os pedidos, agregadados por diretoria.

• Tabela 04 Palavras mais frequentes no conjunto de solicitações por diretoria

• Total de palavras

```
total_palavras = diretoria_palavras %>%
group_by(DIRETORIA) %>%
summarize(total_palavras = sum(n))
```

• Tabela 05 Total de palavras por diretoria

Table 4: Palavras mais frequentes no conjunto de solicitações

DIRETORIA	palavra	n
DEA	de	1'127
DEE	de	979
DGC	de	736
DEE	a	364
DEA	a	350
DEA	e	329
DGC	a	304
DEE	e	273
DGC	e	266
DEA	О	262

Table 5: Palavras mais frequentes no conjunto de solicitações

DIRETORIA	$total_palavras$
DEA	14.079
DEE	12.907
DGC	10.355
DPG	1.434
OUTROS	1.022

É importante ressaltar aqui, a diferença extrema entre o número de palavras existente por diretoria, isso se dá devido ao número de pedidos realizados por diretoria já constatado anteriormente. Temos 210 solicitações registradas para a DEA, 197 para a DEE, 115 para a DGC e, apenas, 24 e 20 pedidos para a DPG e OUTROS, respectivamente.

Vamos, portanto, visualizar o número médio de palavras por pedido e diretoria. Para isso, vamos pegar o total de palavras por diretoria e dividir pelo total de pedidos por diretoria.

• Tabela 06 Número médio de palavras por pedido e diretoria

Table 6: Palavras mais frequentes no conjunto de solicitações

		<u> </u>	
DIRETORIA	$total_pedidos$	$total_palavras$	palavras_por_pedido
DEA	210	14.079	67,04
DEE	197	12.907	$65,\!52$
DGC	115	10.355	90,04
DPG	24	1.434	59,75
OUTROS	20	1.022	51,10

• Junta informações

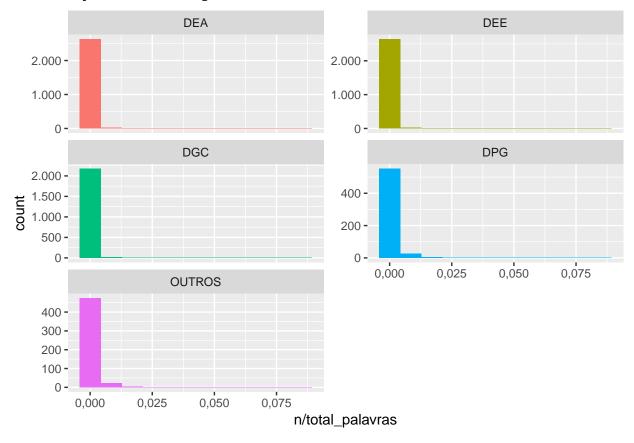
```
diretoria_palavras = left_join(diretoria_palavras, total_palavras, by = "DIRETORIA")
```

• Distribuição do nº de palavras usadas em solicitações por diretoria (histograma)

```
library(ggplot2)
gcomma <- function(x) format(x, big.mark = ".", decimal.mark = ",", scientific = FALSE)

ggplot(diretoria_palavras, aes(n/total_palavras, fill = DIRETORIA)) +
geom_histogram(show.legend = FALSE, binwidth = .0085) + xlim(NA, .025) +
facet_wrap(~DIRETORIA, ncol = 2, scales = "free_y") +
    scale_y_continuous(labels=gcomma) +
    scale_x_continuous(labels=gcomma)</pre>
```

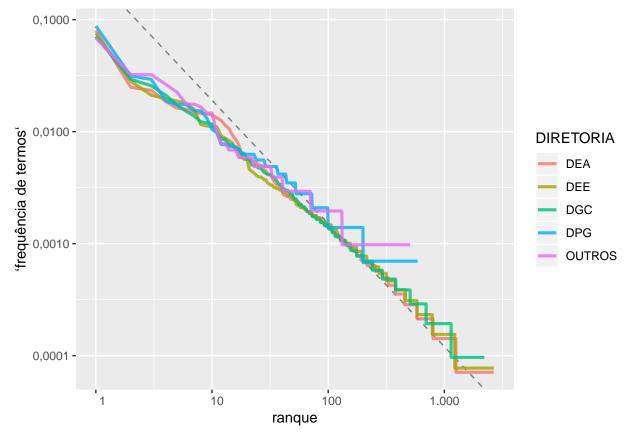
Scale for 'x' is already present. Adding another scale for 'x', which ## will replace the existing scale.



• Palavras mais frequentes por diretoria

```
PROP_PALAVRA = diretoria_palavras %>%
    mutate(palavra = str_extract(palavra, "[a-z']+")) %>%
    count(DIRETORIA, palavra) %>%
    group_by(DIRETORIA) %>%
    mutate(proportion = n / sum(n)) %>%
    select(-n) %>%
    spread(DIRETORIA, proportion)
```

• Zipf's law



Frequência de palavras por diretoria

```
diretoria_palavras <- DB %>%
   unnest_tokens(palavra, DESCRI_PEDIDO) %>%
   count(DIRETORIA, palavra, sort = TRUE) %>%
   ungroup()
#diretoria_palavras

plot_diretoria_palavras <- diretoria_palavras %>%
   bind_tf_idf(palavra, DIRETORIA, n) %>%
   arrange(desc(tf_idf)) %>%
   mutate(palavra = factor(palavra, levels = rev(unique(palavra)))) %>%
   mutate(DIRETORIA = factor(DIRETORIA, levels = c("DEA",
```

```
"DEE",
                                                                              "DGC",
                                                                              "DPG",
                                                                              "OUTROS")))
#View(head(plot_diretoria_palavras))
#jpeg("02_freq_palavras_dir.jpeg")
plot_diretoria_palavras %>%
group_by(DIRETORIA) %>%
top_n(10, tf_idf) %>%
ungroup() %>%
mutate(palavra = reorder(palavra, tf_idf)) %>%
ggplot(aes(palavra, tf_idf, fill = DIRETORIA)) +
geom_col(show.legend = FALSE) +
labs(x = NULL, y = "tf-idf") +
facet_wrap(~DIRETORIA, ncol = 2, scales = "free") +
coord_flip() +
scale_y_continuous(labels=gcomma)
                                        DEA
                                                                                                            DEE
                                                                             leilão -
     consumo -
                                                                             dee -
      balanço -
                                                                           leilões -
      elétrica -
                                                                            eólica -
    energético -
                                                                               nt -
        carga -
                                                                               r0 -
       região -
                                                                           região -
       estado -
                                                                            fontes -
       fontes -
                                                                          geração -
    município -
                                                                               re -
      mensal -
                                                                            usina -
                        0.0005
                                   0,0010
                                                        0,0020
                                                                                                     0,002
                                                                                                                        0,004
             0.0000
                                              0,0015
                                                                                  0.000
                                                                                                            DPG
                                        DGC
  funcionários -
                                                                        gasodutos -
                                                                           açúcar -
etanol -
     entidade -
     concurso -
                                                                            m.pol -
        cargo -
  empregados -
                                                                          projeção -
                                                                              gás -
       cargos -
      locação -
                                                                         produção -
      salários -
                                                                           bacias -
                                                                        exploração -
passar -
     contratos -
      licitação -
                                                                              sal -
     requeiro -
                                                                         toneladas -
    servidores -
                                                                                                0,0025
              0,000
                                 0,002
                                                    0,004
                                                                                 0,0000
                                                                                                              0,0050
                                                                                                                             0,0075
                                      OUTROS
labex -
comissão -
embrapa -
pesquisadores -
autos -
invertido -
prevenção
trabalhista -
validação -
acordos -
advogados -
cadastramento -
cooperação -
  cooperação
corrente
profissional
          rios -
                                                               0,006
                              0,002
                                              0,004
              0,000
                                                                         tf-idf
#dev.off()
```

Filtrando um pedaço de texto

```
DB %>%
filter(str_detect(DESCRI_PEDIDO, "r0")) %>%
select(DESCRI_PEDIDO) %>%
head()
```

2 ## 3 Solicitamos para nossa análise cópias dos relatórios nºs EPE-DEE-RE-147/2008-r0 que trata dos ESTU ## 4 ## 5

1

6

Uma limpeza removendo palavras sem significado semântico (stopwords) pode auxiliar o algoritmo a retornar palavras ainda mais acertivas

Stemming

Podemos diminuir redundâncias por parte do algoritmo ensinando-o a compreender palavras que podem estar escritas de forma diferente mas que em significado semântico são semelhantes. Para isso, analisamos o radical de palavras com um mesmo prefixo mas com sufixos diferentes seja por quisistos como gênero ou plural.

Exemplos:

leilão \propto leilões estado \propto estados região \propto regiões

Falta implementar

Usando o pacote ptstem

```
library(ptstem)
ptstem(DB$DESCRI_PEDIDO[227])
```

[1] "Sou funcionário da Simple Energy, empresa representante da UTE Manauara. Estou realizando um le
stemming1 = ptstem(DB\$DESCRI_PEDIDO)
#ptstem(diretoria_palavras\$palavra)

Frequência de palavras por diretoria

```
diretoria_palavras_stem1 <- DB %>%
  mutate(DESCRI_PEDIDO = stemming1) %>%
  unnest_tokens(palavra, DESCRI_PEDIDO) %>%
  count(palavra, sort = TRUE) %>%
  ungroup()
```

cat(paste0("Utilizando o algoritmo de stemming do pacote 'ptstem' o número de palavras chaves sem stemm

Utilizando o algoritmo de stemming do pacote 'ptstem' o número de palavras chaves sem stemming reduz Usando o pacote rslp

```
library(rslp)
rslp(DB$DESCRI_PEDIDO[227])
```

[1] "Sou funcionario da Simple Energy, empresa representante da UTE Manauara. Estou realizando um le stemming2 = rslp(DB\$DESCRI_PEDIDO)

Frequência de palavras por diretoria

```
diretoria_palavras_stem2 <- DB %>%
  mutate(DESCRI_PEDIDO = stemming2) %>%
  unnest_tokens(palavra, DESCRI_PEDIDO) %>%
  count(palavra, sort = TRUE) %>%
  ungroup()
```

cat(paste0("Utilizando o algoritmo de stemming do pacote 'rslp' o número de palavras chaves sem stemming

Utilizando o algoritmo de stemming do pacote 'rslp' o número de palavras chaves sem stemming reduziu Uma redução considerável no número de termos ocorreu ao usar o algoritmo ptstem, cerca de 55% de redução

Uma redução considerável no número de termos ocorreu ao usar o algoritmo ptstem, cerca de 55% de redução de termos versus 38% utilziando o algoritmo rslp.

Vale ressaltar, tabmbém, o tempo de processamento que ambos os algoritmos requerem.

```
temp_stem1 = proc.time()
test0 = ptstem(DB$DESCRI_PEDIDO)
tempo_stem1 = proc.time() - temp_stem1
remove(teste0)

## Warning in remove(teste0): objeto 'teste0' não encontrado
temp_stem2 = proc.time()
teste00 = rslp(DB$DESCRI_PEDIDO)
tempo stem2 = proc.time() - temp stem2
```

O tempo decorrido para processamento do algoritmo do ptstem foi de aproximadamente 12,4 segundos versus 1,0 segundo decorrido para o processamento do algoritmo do rslp. Logo, o rslp é quase 13 vezes mais eficiente em termos de tempo de processamento. Além disso, o rslp remove acentuações e caracteres como "ç". Isso irá nos ajudar mais a frente quando utilizarmos os principais termos como variáveis binárias e preditoras do modelo de classificação.

Entretanto, o algoritmo mais lento, ptstem, foi mais interessante em termos de redução do número de termos únicos, cerca de 22% menos termos em relação ao outro algoritmo. Além disso, por se tratar de uma base de dados relativamente pequena, 565 pedidos, e o alto poder de processamento da máquina utilizada para esse estudo.

Optamos, portanto, por utilizar ambos algoritmos. Vamos, primeiro, aplicar o removedor de sufixos da lingua portuguesa rslp seguido do ptstem.

Frequência de palavras por diretoria

remove(teste00)

```
stemming3 = ptstem(stemming2)
diretoria_palavras_stem3 <- DB %>%
  mutate(DESCRI_PEDIDO = stemming3) %>%
  unnest_tokens(palavra, DESCRI_PEDIDO) %>%
  count(DIRETORIA, palavra, sort = TRUE) %>%
  ungroup()
#diretoria_palavras
```

Vamos, agora, plotar as quinze palavras mais relevantes de acordo com a estatística tf_idf, por diretoria

```
plot_diretoria_palavras_stem <- diretoria_palavras_stem3 %>%
  bind_tf_idf(palavra, DIRETORIA, n) %>%
  arrange(desc(tf_idf)) %>%
  mutate(palavra = factor(palavra, levels = rev(unique(palavra)))) %>%
```

```
mutate(DIRETORIA = factor(DIRETORIA, levels = c("DEA",
                                                                                                            "DGC",
                                                                                                            "DPG",
                                                                                                            "OUTROS")))
#View(head(plot_diretoria_palavras))
#jpeg("02_freq_palavras_dir.jpeg")
plot_diretoria_palavras_stem %>%
group_by(DIRETORIA) %>%
top_n(15, tf_idf) %>%
ungroup() %>%
mutate(palavra = reorder(palavra, tf_idf)) %>%
ggplot(aes(palavra, tf_idf, fill = DIRETORIA)) +
geom_col(show.legend = FALSE) +
labs(x = NULL, y = "tf-idf") +
facet_wrap(~DIRETORIA, ncol = 2, scales = "free") +
coord_flip() +
scale_y_continuous(labels=gcomma)
                                                                                                                                                       DEE
                                                   DEA
                                                                                             leilao -
eolica -
dee -
leiloes -
nt -
r0 -
regiao -
fonte -
empreendimentos -
re -
utilizada -
usinas -
geracao -
transmissao -
solar -
    consumo -
balanco -
eletrica -
  eletrica -
municipio -
series -
mensal -
regiao -
fonte -
utilizada -
geracao -
regioes -
residencial -
       solar -
faixas -
tensao -
                                                              0,002
                                                                                                                                             0,002
                                                                                                                                                                      0,004
                                       0,001
                 0,000
                                                                                     0,003
                                                                                                                    0,000
                                                   DGC
                                                                                                                                                       DPG
                                                                                                  gasodutos - acucar - etanol - m.pol - projecao - producao - producao - toneladas - cana - anp - us - bqa - cento - descobertas - dezolta - gasolina - sal - sedimentares -
concurso -
salarios -
locacao -
locacao -
imoveis -
funcionario -
licitacao -
requeiro -
empregados -
aos -
esporte -
prestacao -
viagens -
contratar -
carga -
orgao -
                              0,001
                                            0,002
                 0,000
                                                          0,003
                                                                        0.004
                                                                                     0,005
                                                                                                                                      0,0025
                                                                                                                                                       0,0050
                                                                                                                                                                         0,0075
                                                                                                                                                                                           0,010
                                                                                                                   0,0000
                                                 OUTROS
    labex -
comissao -
embrapa -
autos -
estrangeiras -
invertido -
prevencao -
validacao -
 interna -
profissional -
 eletrica -
advogados -
cooperacao -
possibilitam -
        vindas -
                                                            0,004
                                      0,002
                                                                                 0,006
                 0,000
                                                                                                    tf-idf
```

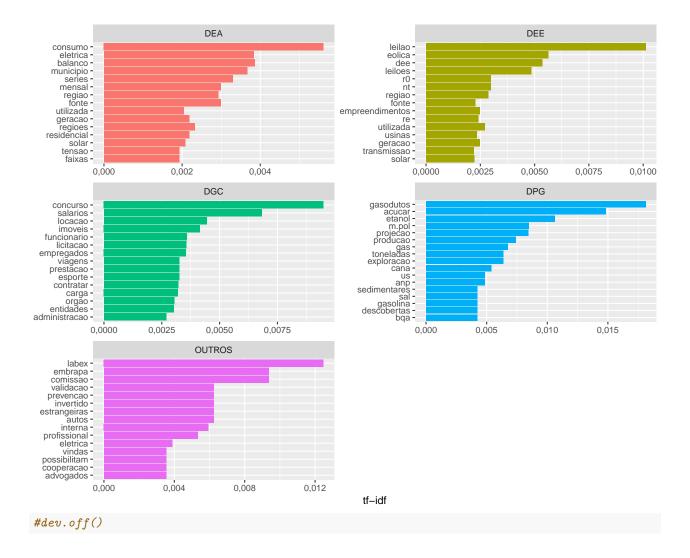
#dev.off()

Stopwords

Com o arquivo de **stopwords**previamente inserido vamos, primeiramente, transforma-lo em um data_frame a fim de futuramente utilizá-lo para extrair do texto palavras em comum.

Freq. de palavras sem stopwords por diretoria

```
mystopwords <- data_frame(palavra = stopwords_pt)</pre>
## Warning: `data_frame()` is deprecated, use `tibble()`.
## This warning is displayed once per session.
diretoria_palavras_noSTOP <- anti_join(diretoria_palavras_stem3, mystopwords, by = "palavra")
#View(head(diretoria_palavras_noSTOP))
\#diretoria\_palavras\_noSTOP\_noSTOP
plot_diretoria_palavras_noSTOP <- diretoria_palavras_noSTOP %>%
 bind_tf_idf(palavra, DIRETORIA, n) %>%
  arrange(desc(tf idf)) %>%
 mutate(word = factor(palavra, levels = rev(unique(palavra)))) %>%
  mutate(DIRETORIA = factor(DIRETORIA, levels = c("DEA",
                                                   "DEE",
                                                   "DGC",
                                                   "DPG",
                                                   "OUTROS")))
\#plot\_diretoria\_palauras\_noSTOP
#windows.options(width=10, height=10)
#jpeg("03_freq_palauras_dir_nostop.jpeg")
plot_diretoria_palavras_noSTOP %>%
group_by(DIRETORIA) %>%
top_n(15, tf_idf) %>%
ungroup() %>%
mutate(palavra = reorder(palavra, tf_idf)) %>%
ggplot(aes(palavra, tf_idf, fill = DIRETORIA)) +
geom_col(show.legend = FALSE) +
labs(x = NULL, y = "tf-idf") +
facet_wrap(~DIRETORIA, ncol = 2, scales = "free") +
coord flip() +
scale_y_continuous(labels=gcomma)
```



Gráficos de comparação de frequência de palavras por diretorias (2 a 2)

COM STOPWORDS

É importante ressaltar que os gráficos a seguir mostram, apenas, a comparação de frequência de palavras existentes em ambas diretorias. Ou seja, palavras existentes em apenas uma diretoria serão desconsideradas para a geração destes.

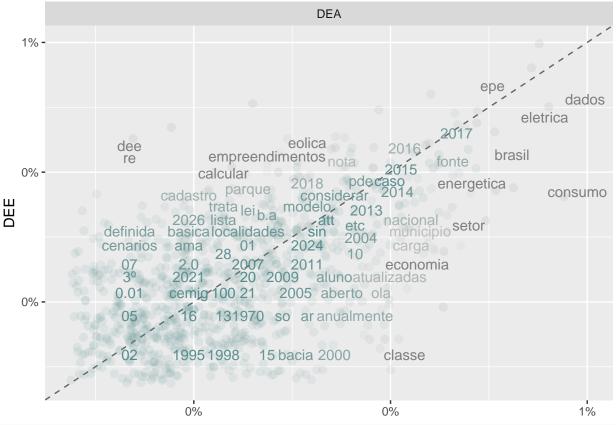
```
PROP_PALAVRA = diretoria_palavras_noSTOP %>%
  #mutate(palavra = str_extract(palavra, "[a-z']+")) %>%
  mutate(proportion = n / sum(n)) %>%
  select(-n) %>%
  spread(DIRETORIA, proportion)
```

• DEE X DEA

```
freq00 <- PROP_PALAVRA %>%
    gather(DIRETORIA, proportion, c(`DEA`))

library(scales)
# expect a warning about rows with missing values being removed
ggplot(freq00, aes(x = proportion, y = `DEE`,
```

- ## Warning: Removed 2825 rows containing missing values (geom_point).
- ## Warning: Removed 2823 rows containing missing values (geom_text).



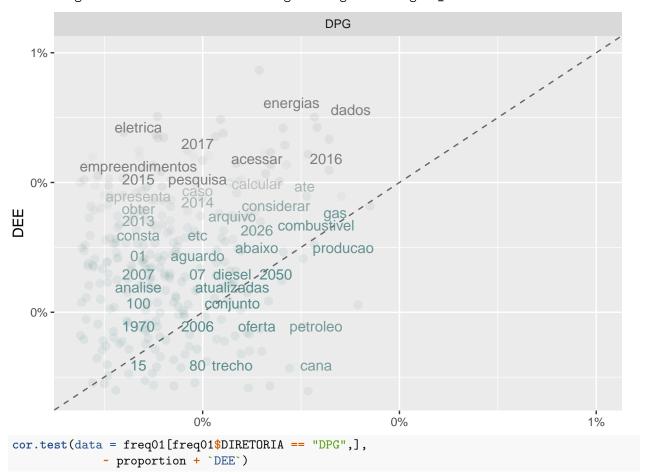
```
##
## Pearson's product-moment correlation
##
## data: proportion and DEE
## t = 30.221, df = 890, p-value < 2.2e-16
## alternative hypothesis: true correlation is not equal to 0
## 95 percent confidence interval:
## 0.6776757 0.7426100
## sample estimates:</pre>
```

```
## cor
## 0.7116595
```

• DEE X DPG

```
freq01 <- PROP PALAVRA %>%
   gather(DIRETORIA, proportion, c(`DPG`))
  library(scales)
  # expect a warning about rows with missing values being removed
  ggplot(freq01, aes(x = proportion, y = `DEE`,
                        color = abs(`DEE` - proportion))) +
    geom_abline(color = "gray40", lty = 2) +
   geom_jitter(alpha = 0.1, size = 2.5, width = 0.3, height = 0.3) +
    geom_text(aes(label = palavra), check_overlap = TRUE, vjust = 1.5) +
   scale_x_log10(labels = percent_format(big.mark = ".", decimal.mark = ",", accuracy = 1), limits = c
    scale_y_log10(labels = percent_format(big.mark = ".", decimal.mark = ",", accuracy = 1), limits = c
    scale_color_gradient(limits = c(0, 0.001),
                         low = "darkslategray4", high = "gray75") +
   facet_wrap(~DIRETORIA, ncol = 1) +
   theme(legend.position="none") +
   labs(y = "DEE", x = NULL)
```

- ## Warning: Removed 3438 rows containing missing values (geom_point).
- ## Warning: Removed 3438 rows containing missing values (geom_text).



```
##
## Pearson's product-moment correlation
##
## data: proportion and DEE
## t = 7.7037, df = 275, p-value = 2.406e-13
## alternative hypothesis: true correlation is not equal to 0
## 95 percent confidence interval:
## 0.3193085 0.5136596
## sample estimates:
## cor
## 0.4213092
Warning messages:
1: Removed 4235 rows containing missing values (geom_point).
2: Removed 4236 rows containing missing values (geom_text).
```

• DEE X DGC

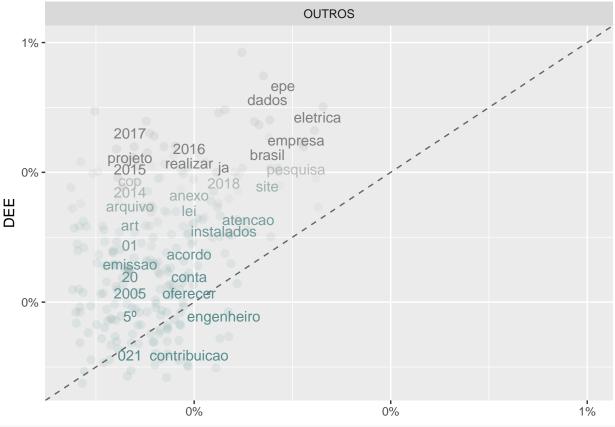
```
freq02 <- PROP_PALAVRA %>%
   gather(DIRETORIA, proportion, c(`DGC`))
  library(scales)
  # expect a warning about rows with missing values being removed
  ggplot(freq02, aes(x = proportion, y = `DEE`,
                       color = abs(`DEE` - proportion))) +
   geom_abline(color = "gray40", lty = 2) +
   geom_jitter(alpha = 0.1, size = 2.5, width = 0.3, height = 0.3) +
   geom_text(aes(label = palavra), check_overlap = TRUE, vjust = 1.5) +
    scale_x_log10(labels = percent_format(big.mark = ".", decimal.mark = ",", accuracy = 1), limits = c
   scale_y_log10(labels = percent_format(big.mark = ".", decimal.mark = ",", accuracy = 1), limits = c
    scale_color_gradient(limits = c(0, 0.001),
                         low = "darkslategray4", high = "gray75") +
   facet_wrap(~DIRETORIA, ncol = 1) +
   theme(legend.position="none") +
   labs(y = "DEE", x = NULL)
```

- ## Warning: Removed 3075 rows containing missing values (geom_point).
- ## Warning: Removed 3075 rows containing missing values (geom_text).

```
DGC
  1% -
                                                             ере
                            energias
                                              dados
                                  estudante
                                                2017
                                                                      empresa
                                                  utilizada 2016
                                 brasil
                       relatorio
  0% -
                            analises base 2014
DEE
                                        desenvolvo existentes
             combustivel grato 2013
                                        art etc
                              2004 iii
                                          data
                ajuda
                                                  resposta carga
                                                                     contratar
            07 2.0 2007
agradecemos 23 30 1°20
                                               12.527
                                                            numero
                                              atualizadas
                0.01
                          21, pt 18 11 cidade itenspagava
  0% -
                              16 05 via 5° ativas
                              cnpj 09
                                         alocados norma
                                                       0%
                          0%
                                                                                    1%
cor.test(data = freq02[freq02$DIRETORIA == "DGC",],
             ~ proportion + `DEE`)
##
##
   Pearson's product-moment correlation
##
## data: proportion and DEE
## t = 10.85, df = 638, p-value < 2.2e-16
## alternative hypothesis: true correlation is not equal to 0
## 95 percent confidence interval:
## 0.3271860 0.4581655
## sample estimates:
##
        cor
## 0.394679
Warning messages:
1: Removed 3794 rows containing missing values (geom_point).
2: Removed 3795 rows containing missing values (geom_text).
  • DEE X OUTROS
freq03 <- PROP_PALAVRA %>%
    gather(DIRETORIA, proportion, c(`OUTROS`))
  library(scales)
  # expect a warning about rows with missing values being removed
  ggplot(freq03, aes(x = proportion, y = `DEE`,
                        color = abs(`DEE` - proportion))) +
```

geom_abline(color = "gray40", lty = 2) +

- ## Warning: Removed 3477 rows containing missing values (geom_point).
- ## Warning: Removed 3477 rows containing missing values (geom_text).



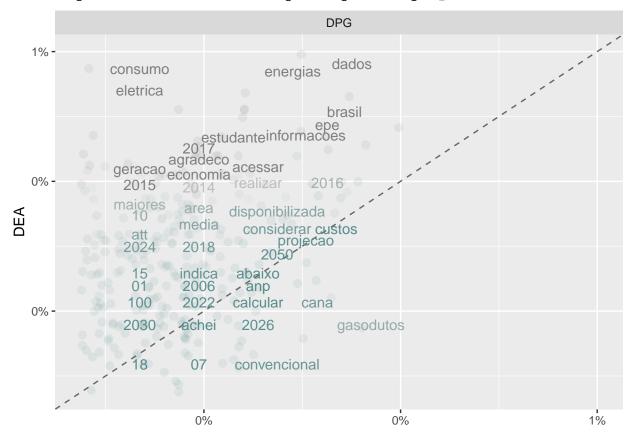
```
##
## Pearson's product-moment correlation
##
## data: proportion and DEE
## t = 12.789, df = 236, p-value < 2.2e-16
## alternative hypothesis: true correlation is not equal to 0
## 95 percent confidence interval:
## 0.5580327 0.7092533
## sample estimates:
## cor
## 0.6397945</pre>
```

```
Warning messages:
1: Removed 4273 rows containing missing values (geom_point).
2: Removed 4274 rows containing missing values (geom_text).
```

• DEA X DPG

```
freq04 <- PROP PALAVRA %>%
   gather(DIRETORIA, proportion, c(`DPG`))
  library(scales)
  # expect a warning about rows with missing values being removed
  ggplot(freq04, aes(x = proportion, y = `DEA`,
                        color = abs(`DEA` - proportion))) +
    geom_abline(color = "gray40", lty = 2) +
   geom_jitter(alpha = 0.1, size = 2.5, width = 0.3, height = 0.3) +
    geom_text(aes(label = palavra), check_overlap = TRUE, vjust = 1.5) +
    scale_x_log10(labels = percent_format(big.mark = ".", decimal.mark = ",", accuracy = 1), limits = c
    scale_y_log10(labels = percent_format(big.mark = ".", decimal.mark = ",", accuracy = 1), limits = c
    scale_color_gradient(limits = c(0, 0.001),
                         low = "darkslategray4", high = "gray75") +
   facet_wrap(~DIRETORIA, ncol = 1) +
   theme(legend.position="none") +
   labs(y = "DEA", x = NULL)
```

- ## Warning: Removed 3438 rows containing missing values (geom_point).
- ## Warning: Removed 3437 rows containing missing values (geom_text).

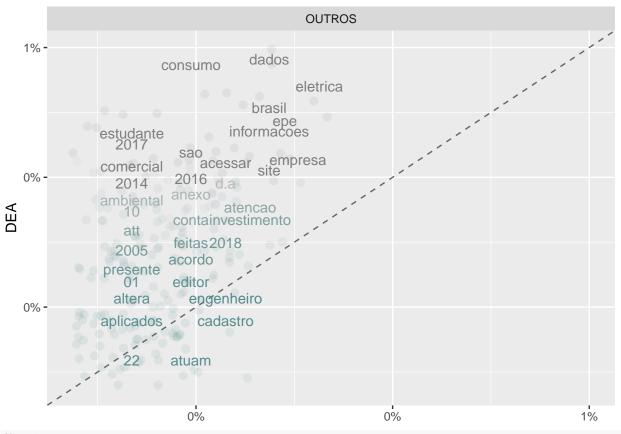


```
Warning messages:
1: Removed 4221 rows containing missing values (geom_point).
2: Removed 4222 rows containing missing values (geom text).
cor.test(data = freq04[freq04$DIRETORIA == "DPG",],
             ~ proportion + `DEA`)
##
## Pearson's product-moment correlation
##
## data: proportion and DEA
## t = 6.1072, df = 276, p-value = 3.432e-09
## alternative hypothesis: true correlation is not equal to 0
## 95 percent confidence interval:
## 0.2370151 0.4446322
## sample estimates:
         cor
## 0.3450374
  • DEA X DGC
freq05 <- PROP_PALAVRA %>%
   gather(DIRETORIA, proportion, c(`DGC`))
  library(scales)
  # expect a warning about rows with missing values being removed
  ggplot(freq05, aes(x = proportion, y = `DEA`,
                        color = abs(`DEA` - proportion))) +
   geom_abline(color = "gray40", lty = 2) +
   geom_jitter(alpha = 0.1, size = 2.5, width = 0.3, height = 0.3) +
   geom_text(aes(label = palavra), check_overlap = TRUE, vjust = 1.5) +
   scale_x_log10(labels = percent_format(big.mark = ".", decimal.mark = ",", accuracy = 1), limits = c
   scale_y_log10(labels = percent_format(big.mark = ".", decimal.mark = ",", accuracy = 1), limits = c
    scale_color_gradient(limits = c(0, 0.001),
                         low = "darkslategray4", high = "gray75") +
   facet_wrap(~DIRETORIA, ncol = 1) +
   theme(legend.position="none") +
   labs(y = "DEA", x = NULL)
## Warning: Removed 3087 rows containing missing values (geom_point).
```

Warning: Removed 3086 rows containing missing values (geom_text).

```
DGC
   1% -
                                               dados
                            energias
                                 brasil
                                                                informacoes
                                  estudante
                                                2017
                            industrial
                                                 agradeco sao
                                                              acessar empresa
                                               site utilizada
             precisando
  0% -
                                                     d.a 2015
                                             2014
                            analises
                                        rio anexo
            distribuidoras
DEA
                                   curso 10
                                                             publica
                                              conta
                2000
                         2012 Sul
                                          cidade 2011
             academica caros
                                 2005
                ajuda
                                  ba abaixo
                                                                     orgao
                              2006
                 a.a
                                    20
                                                editor cop
                                                             lei
                                                                    contratar
                 2.3
                             trataacoes
                                                   artigo funcionario
  0% -
               cadastro
                              cep 05 grafico 1.1 12.527
                          0%
                                                       0%
                                                                                    1%
Warning messages:
1: Removed 3812 rows containing missing values (geom_point).
2: Removed 3813 rows containing missing values (geom_text).
cor.test(data = freq05[freq05$DIRETORIA == "DGC",],
             ~ proportion + `DEA`)
##
##
    Pearson's product-moment correlation
##
## data: proportion and DEA
## t = 7.5906, df = 627, p-value = 1.158e-13
## alternative hypothesis: true correlation is not equal to 0
## 95 percent confidence interval:
## 0.2168448 0.3601121
## sample estimates:
        cor
## 0.290103
   • DEA X OUTROS
freq06 <- PROP_PALAVRA %>%
    gather(DIRETORIA, proportion, c(`OUTROS`))
  library(scales)
  # expect a warning about rows with missing values being removed
  ggplot(freq06, aes(x = proportion, y = `DEA`,
                        color = abs(`DEA` - proportion))) +
    geom_abline(color = "gray40", lty = 2) +
```

- ## Warning: Removed 3499 rows containing missing values (geom_point).
- ## Warning: Removed 3498 rows containing missing values (geom_text).



Warning messages:

```
1: Removed 4303 rows containing missing values (geom_point).
```

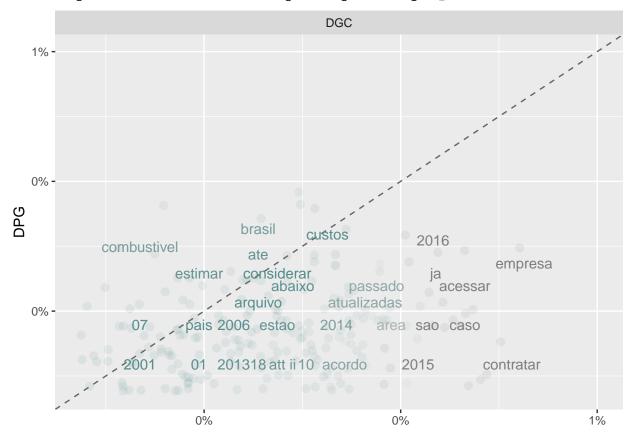
2: Removed 4304 rows containing missing values (geom_text).

```
##
## Pearson's product-moment correlation
##
## data: proportion and DEA
## t = 10.187, df = 215, p-value < 2.2e-16
## alternative hypothesis: true correlation is not equal to 0
## 95 percent confidence interval:</pre>
```

```
## 0.4733414 0.6540412
## sample estimates:
## cor
## 0.5705569
• DPG X DGC
```

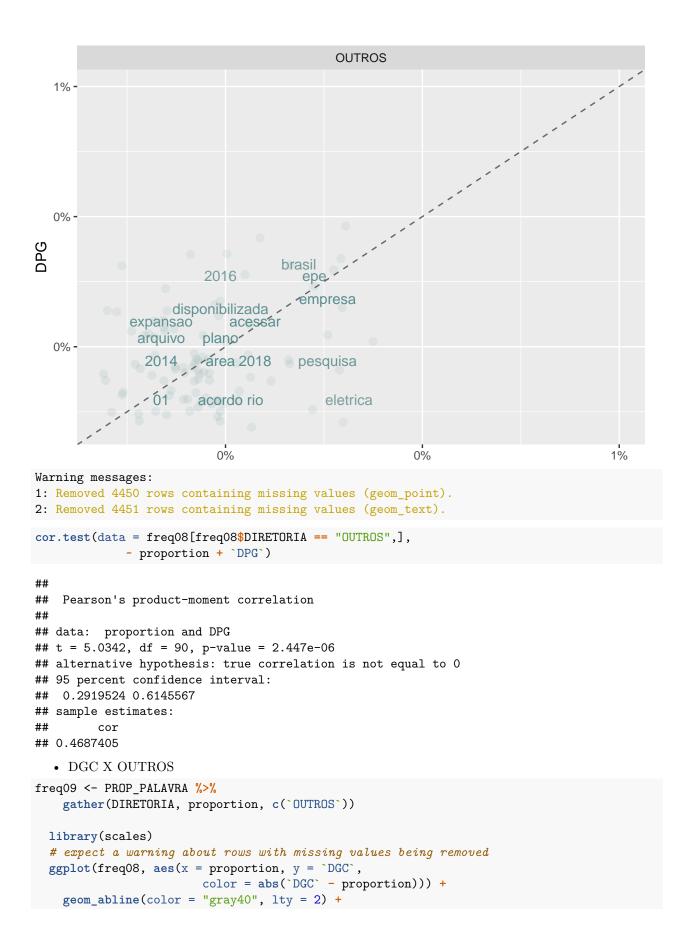
```
freq07 <- PROP_PALAVRA %>%
    gather(DIRETORIA, proportion, c(`DGC`))
  library(scales)
  # expect a warning about rows with missing values being removed
  ggplot(freq07, aes(x = proportion, y = `DPG`,
                        color = abs(`DPG` - proportion))) +
    geom_abline(color = "gray40", lty = 2) +
   geom_jitter(alpha = 0.1, size = 2.5, width = 0.3, height = 0.3) +
   geom_text(aes(label = palavra), check_overlap = TRUE, vjust = 1.5) +
   scale_x_log10(labels = percent_format(big.mark = ".", decimal.mark = ",", accuracy = 1), limits = c
    scale_y_log10(labels = percent_format(big.mark = ".", decimal.mark = ",", accuracy = 1), limits = c
    scale_color_gradient(limits = c(0, 0.001),
                         low = "darkslategray4", high = "gray75") +
   facet_wrap(~DIRETORIA, ncol = 1) +
   theme(legend.position="none") +
   labs(y = "DPG", x = NULL)
```

- ## Warning: Removed 3507 rows containing missing values (geom_point).
- ## Warning: Removed 3507 rows containing missing values (geom_text).

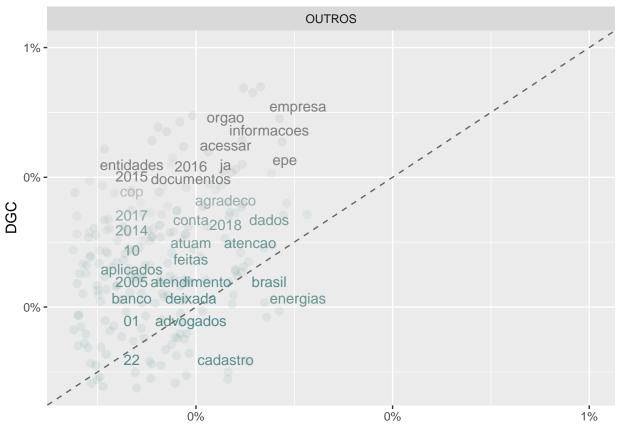


```
Warning messages:
1: Removed 4296 rows containing missing values (geom_point).
2: Removed 4297 rows containing missing values (geom text).
cor.test(data = freq07[freq07$DIRETORIA == "DGC",],
             ~ proportion + `DPG`)
##
## Pearson's product-moment correlation
##
## data: proportion and DPG
## t = 3.4202, df = 206, p-value = 0.0007543
## alternative hypothesis: true correlation is not equal to 0
## 95 percent confidence interval:
## 0.09888554 0.35660374
## sample estimates:
         cor
## 0.2318083
  • DPG X OUTROS
freq08 <- PROP_PALAVRA %>%
   gather(DIRETORIA, proportion, c(`OUTROS`))
  library(scales)
  # expect a warning about rows with missing values being removed
  ggplot(freq08, aes(x = proportion, y = `DPG`,
                        color = abs(`DPG` - proportion))) +
   geom_abline(color = "gray40", lty = 2) +
   geom_jitter(alpha = 0.1, size = 2.5, width = 0.3, height = 0.3) +
   geom_text(aes(label = palavra), check_overlap = TRUE, vjust = 1.5) +
   scale_x_log10(labels = percent_format(big.mark = ".", decimal.mark = ",", accuracy = 1), limits = c
   scale_y_log10(labels = percent_format(big.mark = ".", decimal.mark = ",", accuracy = 1), limits = c
    scale_color_gradient(limits = c(0, 0.001),
                         low = "darkslategray4", high = "gray75") +
   facet_wrap(~DIRETORIA, ncol = 1) +
   theme(legend.position="none") +
   labs(y = "DPG", x = NULL)
## Warning: Removed 3623 rows containing missing values (geom_point).
```

Warning: Removed 3623 rows containing missing values (geom_text).



- ## Warning: Removed 3510 rows containing missing values (geom_point).
- ## Warning: Removed 3510 rows containing missing values (geom_text).



Warning messages:

```
1: Removed 4302 rows containing missing values (geom_point).
```

2: Removed 4303 rows containing missing values (geom_text).

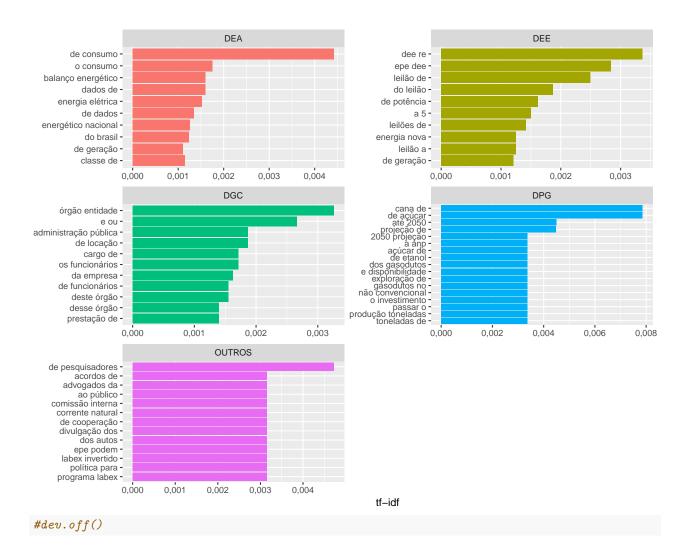
```
##
## Pearson's product-moment correlation
##
## data: proportion and DGC
## t = 8.4142, df = 203, p-value = 7.03e-15
## alternative hypothesis: true correlation is not equal to 0
## 95 percent confidence interval:
```

```
## 0.3992974 0.6034898
## sample estimates:
## cor
## 0.508508
```

Usando bigram para n=2 palavras por token

Frequência de palavras por diretoria

```
diretoria_palavras_bigram <- DB %>%
  select(DESCRI_PEDIDO,DIRETORIA) %>%
  unnest tokens(BIGRAM, DESCRI PEDIDO, token = "ngrams", n = 2) %>%
  count(DIRETORIA, BIGRAM, sort = TRUE) %>%
  ungroup()
#diretoria_palauras_bigram
plot_diretoria_palavras_bigram <- diretoria_palavras_bigram %>%
  bind_tf_idf(BIGRAM, DIRETORIA, n) %>%
  arrange(desc(tf_idf)) %>%
  mutate(BIGRAM = factor(BIGRAM, levels = rev(unique(BIGRAM)))) %>%
  mutate(DIRETORIA = factor(DIRETORIA, levels = c("DEA",
                                                   "DGC",
                                                   "DPG",
                                                   "OUTROS")))
#View(head(plot_diretoria_palavras_bigram))
#jpeg("02_freq_palavras_dir.jpeg")
plot_diretoria_palavras_bigram %>%
group by (DIRETORIA) %>%
top_n(10, tf_idf) %>%
ungroup() %>%
mutate(BIGRAM = reorder(BIGRAM, tf_idf)) %>%
ggplot(aes(BIGRAM, tf_idf, fill = DIRETORIA)) +
geom_col(show.legend = FALSE) +
labs(x = NULL, y = "tf-idf") +
facet_wrap(~DIRETORIA, ncol = 2, scales = "free") +
coord_flip() +
scale_y_continuous(labels=gcomma)
```



Usando bigram para n=3 palavras por token

Frequência de palavras por diretoria

```
diretoria_palavras_trigram <- DB %>%
  select(DESCRI_PEDIDO,DIRETORIA) %>%
  unnest_tokens(TRIGRAM, DESCRI_PEDIDO, token = "ngrams", n = 3) %>%
  count(DIRETORIA, TRIGRAM, sort = TRUE) %>%
  ungroup()
#diretoria_palauras_trigram
plot_diretoria_palavras_trigram <- diretoria_palavras_trigram %>%
  bind_tf_idf(TRIGRAM, DIRETORIA, n) %>%
  arrange(desc(tf_idf)) %>%
  mutate(TRIGRAM = factor(TRIGRAM, levels = rev(unique(TRIGRAM)))) %>%
  mutate(DIRETORIA = factor(DIRETORIA, levels = c("DEA",
                                                   "DEE",
                                                   "DGC",
                                                   "DPG",
                                                   "OUTROS")))
#View(head(plot_diretoria_palavras_trigram))
```

```
#jpeg("02_freq_palavras_dir.jpeg")
plot_diretoria_palavras_trigram %>%
group_by(DIRETORIA) %>%
top_n(10, tf_idf) %>%
ungroup() %>%
mutate(TRIGRAM = reorder(TRIGRAM, tf_idf)) %>%
ggplot(aes(TRIGRAM, tf_idf, fill = DIRETORIA)) +
geom col(show.legend = FALSE) +
labs(x = NULL, y = "tf-idf") +
facet_wrap(~DIRETORIA, ncol = 2, scales = "free") +
coord_flip() +
scale_y_continuous(labels=gcomma)
                                                                                                                                     DEE
                                                    DEA
                                                                                            epe dee re
leilões de energia
leilão de energia
         dados de consumo -
       consumo de energia -
            de consumo de -
         de energia elétrica -
balanço energético nacional -
  número de consumidores -
              o consumo de -
                para o setor -
                                                                                            energia nova a
fluxo de potência
garantia física de
nos leilões de
o presente mês
partir de janeiro
         classe de consumo -
          de solicitar dados -
         energia nuclear no -
               o período de -
                                             0,001
                                                             0,002
                                                                                                                            0,001
                                                                                                                                         0,002
                                                                                                                                                      0,003
                            0,000
                                                                                                              0,000
                                                    DGC
                                                                                                                                     DPG
                                                                               cana de açúcar -
2016 até 2050 -
2050 projeção de -
acúcar de 2016 -
até 2050 projeção -
combustível e disponibilidade -
de cana de -
gasodutos no brasil -
passar o valor -
preço de combustível -
produção toneladas de -
projeção de produção -
projeções de preço -
          pedido de acesso -
         postos de trabalho -
       esse órgão entidade -
      desse órgão entidade -
      prestação de serviços -
                 em 2015 e -
            caso a resposta -
              de locação de -
          no distrito federal -
                                                                                           projeções de preço -
toneladas de cana -
               quais são os -
                            0,0000 0,0005 0,0010 0,0015 0,0020
                                                                                                              0,000
                                                                                                                          0,002
                                                                                                                                     0,004
                                                                                                                                                            0,008
                                                 OUTROS
              a política para -
    acordos de cooperação -
         advogados da epe
       comissão interna de -
             da epe podem -
                 o que está -
           os advogados da -
              qual a política -
                   se o que -
           se os advogados -
                                           0.001
                                                         0,002
                            0,000
                                                                       0,003
                                                                                            tf-idf
#dev.off()
```

tidy object into document-term matrix

```
plot_diretoria_palavras <- diretoria_palavras %>%
  bind_tf_idf(palavra, DIRETORIA, n) %>%
  arrange(desc(tf_idf)) %>%
  mutate(palavra = factor(palavra, levels = rev(unique(palavra)))) %>%
```

Nuvem de palavras

Nuvem de palavras por diretoria - s/ steeming e/ c/ stopwords - onegram

```
#View(head(plot diretoria palavras))
library(wordcloud)
plot_diretorias_tf_dif = plot_diretoria_palavras %>%
    select(palavra, tf_idf, DIRETORIA) %>%
    mutate(palavra = reorder(palavra, tf_idf))
#jpeg("XX_wordclou_tfidf_dir01_DEE.jpeg")
nuvem1 =
plot_diretorias_tf_dif %>%
  filter(DIRETORIA == "DEE") %>%
  select(-DIRETORIA, word = palavra,freq = tf_idf) %>%
  #top_n(150, freq) %>%
  as.data.frame()
set.seed(231321)
wordcloud(words = nuvem1$word, freq = nuvem1$freq, min.freq = 0.2,
          max.words=250, random.order=FALSE, rot.per=0.35,
          colors=brewer.pal(10, "Dark2"))
```

```
encontraragentes
                                ncontrar agentes capacidade nossa interiore déficit substações planejamento certificaçãoviana estação dia conexão 230 ventos apresenta todas fevereiro novembro monte monte o produtilizandor ondônia grato state produtilizandor ondônia grato state o solar tv suprimento expansão física revice.
                                                                                                                                capacidade cmo 16a5 cadastrada térmica nossa medição matemático
                 2 medidos
O défi
estaçã
estação dia estado estado estados en estados estados estados estados en entrada esta estados en entradados en estados en estados en estados en estados en entradados en entrada en estados en entrada en entradado en entrada en entrado en entrada en entrada en entrado en entrada en entrada en entrado en entrada en entrado en entrada en entrado en entrado en entrada en entrado en entrada en entrado en entrada en en
    ## DGC
     #jpeg("XX_wordclou_tfidf_dir02_DGC.jpeg")
    nuvem2 =
   plot_diretorias_tf_dif %>%
                filter(DIRETORIA == "DGC") %>%
                select(-DIRETORIA, word = palavra,freq = tf_idf) %>%
                #top_n(150, freq) %>%
                as.data.frame()
    set.seed(75437)
    wordcloud(words = nuvem2$word, freq = nuvem2$freq, min.freq = 0.2,
```

max.words=250, random.order=FALSE, rot.per=0.35,

colors=brewer.pal(10, "Dark2"))

```
pessoai
                                                 aéreas
   ĭnstrução
veículo
questiono
  ministra
                 0
                                                   ed via
   con
                                                 depois
                                                   dos
## DEA
#jpeg("XX_wordclou_tfidf_dir03_DEA.jpeg")
nuvem3 =
plot_diretorias_tf_dif %>%
  filter(DIRETORIA == "DEA") %>%
  select(-DIRETORIA, word = palavra,freq = tf_idf) %>%
  #top_n(150, freq) %>%
  as.data.frame()
set.seed(231321)
wordcloud(words = nuvem3$word, freq = nuvem3$freq, min.freq = 0.2,
          max.words=250, random.order=FALSE, rot.per=0.35,
```

```
etrica migo estado região estado região estado região estado região estado região estado região estado esta
```

colors=brewer.pal(10, "Dark2"))

```
## DPG
#jpeg("XX_wordclou_tfidf_dir04_DPG.jpeg")
nuvem4 =
plot_diretorias_tf_dif %>%
  filter(DIRETORIA == "DPG") %>%
  select(-DIRETORIA, word = palavra, freq = tf_idf) %>%
  #top_n(150, freq) %>%
```

```
as.data.frame()
 set.seed(75437)
 wordcloud(words = nuvem4$word, freq = nuvem4$freq, min.freq = 0.1,
             max.words=250, random.order=FALSE, rot.per=0.35,
             colors=brewer.pal(10, "Dark2"))
                                                              entares
                                           an
                                                S
 biometano 2001 omițidos
   petróleo achou<sup>bioc</sup>
         evento
                                                             fez
       .0150g
     latas
                                                    decenal † o
a baseou E
 ## OUTROS
 #jpeg("XX_wordclou_tfidf_dir05_OUTROS.jpeg")
 nuvem5 =
 plot_diretorias_tf_dif %>%
   filter(DIRETORIA == "OUTROS") %>%
   select(-DIRETORIA, word = palavra,freq = tf_idf) %>%
   #top_n(150, freq) %>%
   as.data.frame()
 set.seed(75437)
 wordcloud(words = nuvem5$word, freq = nuvem5$freq, min.freq = 0.1,
            max.words=250, random.order=FALSE, rot.per=0.35,
             colors=brewer.pal(10, "Dark2"))
       en
breve
e eige
       astra
    himen
                                                    odados
 contencioso
                                                         atuam
       ad
```

amazônia

acol 010

```
#View(head(plot_diretoria_palavras))
library(wordcloud2)
plot_diretorias_tf_dif = plot_diretoria_palavras %>%
    select(palavra, tf_idf, DIRETORIA) %>%
    mutate(palavra = reorder(palavra, tf_idf))
#jpeg("XX_wordclou_tfidf_dir01_DEE.jpeg")
set.seed(233115)
plot_diretorias_tf_dif %>%
  filter(DIRETORIA == "DEE") %>%
  top n(150, tf idf) %>%
  wordcloud2(shuffle = TRUE,
             color = "random-dark",
             shape = "circle")
## DGC
#jpeq("XX_wordclou_tfidf_dir01_DGC.jpeq")
set.seed(233115)
plot_diretorias_tf_dif %>%
  filter(DIRETORIA == "DGC") %>%
  top_n(150, tf_idf) %>%
  wordcloud2()
## DEA
\#jpeg("XX\_wordclou\_tfidf\_dir01\_DEA.jpeg")
set.seed(233115)
plot_diretorias_tf_dif %>%
  filter(DIRETORIA == "DEA") %>%
  top_n(150, tf_idf) %>%
  wordcloud2()
## DPG
\#jpeg("XX\_wordclou\_tfidf\_dir04\_DPG.jpeg")
set.seed(233115)
plot_diretorias_tf_dif %>%
  filter(DIRETORIA == "DPG") %>%
  top_n(150, tf_idf) %>%
  wordcloud2()
#jpeg("XX_wordclou_tfidf_dir01_OUTROS.jpeg")
set.seed(233115)
plot_diretorias_tf_dif %>%
  filter(DIRETORIA == "OUTROS") %>%
  top_n(150, tf_idf) %>%
 wordcloud2()
```

->

Nuvem de palavras por diretoria - s/ steeming e/ou remoção de stopwords - bigram

```
plot_diretorias_tf_dif_bigram = DB %>%
  select(DESCRI_PEDIDO,DIRETORIA) %>%
  unnest_tokens(BIGRAM, DESCRI_PEDIDO, token = "ngrams", n = 2) %>%
  count(DIRETORIA, BIGRAM, sort = TRUE) %>%
  bind_tf_idf(BIGRAM, DIRETORIA, n) %>%
  arrange(desc(tf_idf)) %>%
  mutate(BIGRAM = factor(BIGRAM, levels = rev(unique(BIGRAM)))) %>%
  mutate(DIRETORIA = factor(DIRETORIA,levels=c("DEA","DEE","DGC","DPG","OUTROS"))) %>%
  select(BIGRAM, tf_idf, DIRETORIA)
## DEE
#jpeg("XX_wordclou_tfidf_dir01_DEE.jpeg")
nuvem1.2 =
plot_diretorias_tf_dif_bigram %>%
  filter(DIRETORIA == "DEE") %>%
  select(-DIRETORIA, word = BIGRAM, freq = tf_idf) %>%
  #top_n(150, freq) %>%
  as.data.frame()
set.seed(231321)
wordcloud(words = nuvem1.2$word, freq = nuvem1.2$freq, min.freq = 0.2,
         max.words=250, random.order=FALSE, rot.per=0.35,
         colors=brewer.pal(10, "Dark2"))
de atendimento
                    breve retorno de mestrado
cálculo da
               dados do dos leilões cópia dos
 a memória
                     habilitação técnicaleilões a
  gno leilão 💆
                  2016 r0 nota técnica nº epe
               <u>—</u>
                                          da análise fluxo de
     etri
        Φ
     Φ
  dos estudos
   partır de 📭
                                    estado de o
      de empreendimentos
                                    de entrada
```

```
## DGC
#jpeg("XX_wordclou_tfidf_dir02_DGC.jpeg")
nuvem2.2 =
plot_diretorias_tf_dif_bigram %>%
```

técnica epe

energia eólica

ao estado

de transmissão

dos empreendimentos

belo monte está definidaart 3º

soprado de servicio de tesouro soprado de servicio de

```
aos custos dos anos
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     no mundo
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  cipio do estado obenum obestado estado obestado es dados do estado es dados do estado 
                                  e ar condicionado
                                                                                                                                                                                                                                                                                            residencial e
de 1990
                                       consumo residencial por classe
                                                                       anuario estatistico
      ത്ര
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     2013 2014
                                       de mestrado
                                                                                                                                                                                                                          consumo mensal
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    bahia não é E
                                       E 2010 a período de a 2017 de la nuclear no de la companyo de la c
         Ø
                                         nuclear no de uma do brasila consumo de dados de
                                                                          mensal de O CONSUI
ergético
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 de geração como de geração como de por demanda de como de como
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   faixa
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          base
                                                                                                                                                                                         de dados
                                                 estado de classe de 3
1990 a consumo por 80
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   014
                                          união e solicitar dados 📆
      e outras
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        de gás
    bacia do de obter de carga
                                                                  do de obter de carga o consumo e no estado o o
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               energi
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                dados no
da energia
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     étrica
                                                                             do grupo de impacto 😃
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             bruno arcuri
                                                                                                                                                                                                     dados referentes 50
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          as fontes
                                         e estados
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   mil mw
```

```
2016 não
         gás
                            de dezoito
                             apenas em §
acúcar
  tares
              D
  sedimen
do pós oferta de
                     Ø
                             da cana
                                 US
de
                                          Ø
  bacias
                               e variáveis
  Φ
                       com dúvidas 2016 até
```

de linhas a transmissão ser o labex invertido há nodos autos dia 20 comissão interna advogados da acordos de 22 de acordos de 22 de acordos de cooperação epe podem programa labexima programa programa labexima programa labexima programa labexima programa p

```
#View(head(plot_diretoria_palavras))
library(wordcloud2)
plot_diretorias_tf_dif_bigram = DB %>%
  select(DESCRI_PEDIDO,DIRETORIA) %>%
  unnest_tokens(BIGRAM, DESCRI_PEDIDO, token = "ngrams", n = 2) %>%
  count(DIRETORIA, BIGRAM, sort = TRUE) %>%
  bind_tf_idf(BIGRAM, DIRETORIA, n) %>%
  arrange(desc(tf_idf)) %>%
  mutate(BIGRAM = factor(BIGRAM, levels = rev(unique(BIGRAM)))) %>%
  mutate(DIRETORIA = factor(DIRETORIA,levels=c("DEA","DEE","DGC","DPG","OUTROS"))) %>%
  select(BIGRAM, tf_idf, DIRETORIA)
## DEE
#jpeg("XX_wordclou_tfidf_dir01_DEE.jpeg")
set.seed(233115)
plot_diretorias_tf_dif_bigram %>%
  filter(DIRETORIA == "DEE") %>%
  top_n(150, tf_idf) %>%
  wordcloud2(shuffle = TRUE,
             color = "random-dark",
             shape = "circle")
#jpeq("XX_wordclou_tfidf_dir01_DGC.jpeq")
set.seed(233115)
plot_diretorias_tf_dif_bigram %>%
```

```
filter(DIRETORIA == "DGC") %>%
  top_n(150, tf_idf) %>%
  wordcloud2()
## DEA
#jpeg("XX_wordclou_tfidf_dir01_DEA.jpeg")
set.seed(233115)
plot_diretorias_tf_dif_bigram %>%
  filter(DIRETORIA == "DEA") %>%
  top_n(150, tf_idf) %>%
  wordcloud2()
## DPG
\#jpeg("XX\_wordclou\_tfidf\_dir01\_DPG.jpeg")
set.seed(233115)
plot_diretorias_tf_dif_bigram %>%
  filter(DIRETORIA == "DPG") %>%
  top_n(150, tf_idf) %>%
  wordcloud2()
```

Separando palavras de um bigram em "palavra1" e "palavra2" p/ remover stopwords

Considerando já a exclusão de casos onde houver stopwords consecultivos na "palavra1" e "palavra2", ou seja onde $palavra1 = stopword \land palavra2 = stopword$

```
bigrams = DB %>%
  select(DESCRI_PEDIDO,DIRETORIA) %>%
  unnest tokens (BIGRAM, DESCRI PEDIDO, token = "ngrams", n = 2) %>%
  count(DIRETORIA, BIGRAM, sort = TRUE)
separa_bigrams = bigrams %>%
  separate(BIGRAM, c("palavra1", "palavra2"), sep = " ")
junta_bigrams = separa_bigrams %>%
  unite(BIGRAM, palavra1, palavra2, sep = " ")
# levels(as.factor(junta_bigrams$BIGRAM == bigrams$BIGRAM))
                                                               # CHECK
## remove stopwords
bigrams2 = cbind(separa_bigrams,BIGRAM = junta_bigrams$BIGRAM) %>%
 filter(!palavra1 %in% mystopwords$palavra) %>%
 filter(!palavra2 %in% mystopwords$palavra) %>%
  filter(!palavra1 %in% "a") %>%
 filter(!palavra2 %in% "a") %>%
  filter(!palavra1 %in% "p") %>%
 filter(!palavra1 %in% "s") %>%
  filter(!palavra1 %in% "d") %>%
  filter(!palavra2 %in% "p") %>%
  filter(!palavra2 %in% "s") %>%
  filter(!palavra2 %in% "d") %>%
  filter(!palavra2 %in% "s.a") %>%
  filter(!str_detect(palavra1, "0")) %>%
  filter(!str_detect(palavra1, "1")) %>%
  filter(!str_detect(palavra1, "2")) %>%
 filter(!str_detect(palavra1, "3")) %>%
```

```
filter(!str_detect(palavra1, "4")) %>%
filter(!str_detect(palavra1, "5")) %>%
filter(!str_detect(palavra1, "6")) %>%
filter(!str_detect(palavra1, "7")) %>%
filter(!str_detect(palavra1, "8")) %>%
filter(!str_detect(palavra1, "9")) %>%
filter(!str_detect(palavra2, "0")) %>%
filter(!str detect(palavra2, "1")) %>%
filter(!str detect(palavra2, "2")) %>%
filter(!str_detect(palavra2, "3")) %>%
filter(!str_detect(palavra2, "4")) %>%
filter(!str_detect(palavra2, "5")) %>%
filter(!str_detect(palavra2, "6")) %>%
filter(!str_detect(palavra2, "7")) %>%
filter(!str_detect(palavra2, "8")) %>%
filter(!str_detect(palavra2, "9"))
#count(DIRETORIA, BIGRAM)
```

Nuvem de palavras por diretoria - s/ steeming c/ remoção de stopwords - bigram

```
#View(head(plot diretoria palauras))
library(wordcloud2)
library(wordcloud)
plot_diretorias_tf_dif_bigram2 = bigrams2 %>%
  select(BIGRAM,n,DIRETORIA) %>%
  bind tf idf(BIGRAM, DIRETORIA, n) %>%
  arrange(desc(tf_idf)) %>%
  mutate(BIGRAM = factor(BIGRAM, levels = rev(unique(BIGRAM)))) %>%
  mutate(DIRETORIA = factor(DIRETORIA,levels=c("DEA","DEE","DGC","DPG","OUTROS"))) %>%
  select(BIGRAM, tf_idf, DIRETORIA)
## DEE
#jpeg("XX_wordclou_tfidf_dir01_DEE.jpeg")
nuvem1.2 =
plot_diretorias_tf_dif_bigram2 %>%
  filter(DIRETORIA == "DEE") %>%
  select(-DIRETORIA, word = BIGRAM, freq = tf_idf) %>%
  #top_n(150, freq) %>%
  as.data.frame()
set.seed(231321)
wordcloud(words = nuvem1.2$word, freq = nuvem1.2$freq, min.freq = 0.2,
          max.words=250, random.order=FALSE, rot.per=0.35,
          colors=brewer.pal(10, "Dark2"))
```

```
puc minas região nordeste quantos gwh alternativas relatório
   extremo sul energética epe
                                                                                                                                                     modelo matemático epe mdi
nia última revisão o coque verde
     spositivo legal si universitário codigo unico eol biomassa quas natural esta spositivo legas natural esta supersitativo de constitución de con
                                                    nºs epe acre rondônia última revisão
                                                                                                                               documento epe nt epe
                                          eolica gas natura
biomassa etc
ri<mark>lgado nacional</mark>
                                                                                                                                                                                                                                                                                  carvão gás
                                                                        operação comerciones pura técnica epety pur
                                                                                                                                                                                                                                                                                   aspx porém
                                                                                                                          operação comercial to rio mwmed mensal
                                                                                                                                                                                                                                                                                  fontes atende
fonte eólica
santo antônio
                                                                                                                                               técnica epety puc
               latório epe can
peço informar
                                                                                                                                                                                                                                                                                            fonte e
santo a
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    senhores
                                                                                              recebê
      boletins mensais relatório epe
                                                 ctet bi
                                                                           ntia
                                      geração e
ccpe ctet
utv eol inte
                                                                                                                                                                                                                                                             prt mme
                                                                                                                                                                                                                                                                           rev.o estudo
                                                                                                                                                                                                                            o gwh gerados acima o gwh gerados usinas eólicas região norte dados brutos dados brutos o o o composição por coesso no o composição por coesso no composição da composição por coesso no composição de composição de
                                                                                                                                                                                                                                                                        dados acima
                                                                           a
             solar pv habilitação técnica lei nº ntes utv
                 preço teto
                                                                              energia elétrica
longo prazo
                                                                        dee dea dee ntcop cec
                                                                                                                                                                                                            Φ
                         epe conforme média mwmed o se técnico retorno att dee it grantias físicas belo monte e rupo iv limite módulos fotovoltaicos o
                                                                                                                                                                                                                                             mercado livre atlântico verde
   parques eólicos
                                                                                                                                                                                                                               ത
                                                                                                                                                                                                                               o produção anual
 análise técnico
                                                                                                                                                                                                                                Φ
                                                                                                                                                                                                                                                      geração média
    subgrupo iv
                                                                                                                                                                                                                                              dados utilizados
  cepel limite módulos fotovoltaicos o dados u atendimento elétrico o parque eólico eme utilizando diariamente despachadas sul re
                                                                                                                                                                                                                                                                                         encontrá lo
                                                                                                                                                                                                                                                                                                    igaporã iii
                                                                          diariamente despachadas
                                                                                                                                                                                                                              sul rs fontes renováveis
                          demandas básicaprojetos eólicos
## DGC
 #jpeg("XX_wordclou_tfidf_dir02_DGC.jpeg")
nuvem2.2 =
plot_diretorias_tf_dif_bigram2 %>%
            filter(DIRETORIA == "DGC") %>%
            select(-DIRETORIA, word = BIGRAM, freq = tf_idf) %>%
             #top_n(150, freq) %>%
            as.data.frame()
```

set.seed(95654)

wordcloud(words = nuvem2.2\$word, freq = nuvem2.2\$freq,

colors=brewer.pal(10, "Dark2"))

max.words=250, random.order=FALSE, rot.per=0.35,

```
rio branco
                                                                                                                                                  suporte técnico
                 gratificação natalina
                                                                                                                               entidade possui
                                                                                                                                                                                                                          caf
modalidades entidades
                                                                                                                               estatuto social analista administrativo
                      beneficiados anexar-
                                                                                                                                   distrito federal
    administrativa empresa
                                        lei nº
                                                                                                                               ordem cronológica
       estatal direcionou
                                                                stica administrativ
                                  ercial sul
alguma norma
                                                   previstos
                 entidades órgãos
corporate bloco
                                                                                                                                   cargos beneficiados
abaixo listadas
                                                                                            SSUI
                                                                                                                                              norma interna
                                                                                   norma
                                                                                                                                             listar cargos
                                                                                                                                           iniciativa privada
                                                                                             ö<sub>d</sub>
                                                                                                                           exista lista.
compra caso
centro rio ODD La centro rio ODD La centro rio ODD La centro teor de site por la centro recordante de la centro rio oddicionale del centro rio oddicionale de la centro rio oddicionale del centro rio oddicion
                                                                                                                             o cidade corporate □
                                                                                                                             possui contratos
                                                                                                                             CUL
                                                                                                                                                                            caso exista
                                                                                                                                       classe executiva
                                                                                                                                          passagens aéreas
                                                                                                                             O
   pública federal
                                                                                                                                                                                                            jardim
 lei federal parque cidade
                                                                                                                                                 tais salários
                                                                                                                                previsao legal
convenções coletivas
                                                                                                                            tesouro nacional
                          banheiro exclusivo
                                    empresa estatal
                                                                                                                                empresas fornecedoras
                                                                                                                             termos aditivos caso positivo
                       pareceres notas
                                                                                                                          recursos financeiros
andar alto processo dl.epe (V)
```

eia rima impacto ambiental

```
licor negro
                                    college london
                               a
                                      dados atualizados
bruno arcuri cosen coelba
eficiência energeti
     series temporai
                               SO
                                  ambiental eia
                                  tais altas
                                     tais dados
                               gla
                                  redes neurais
                                     baixa tensão
                               er
er
                                   santa maria
                               en
                                   possui algum
                 \D
                  S
                               gás natural
   nota técnica
                              energética total
     carga diária
                               classe residencial
                                      aneel ccee
                                             maria rs
                    consumidorasatt matteo
```

```
aguardo atenciosamente formato shapefile us m.pol pós sal aguardo retorno poderia passar incentivos fiscais aguardo retorno alguma empresa incentivos fiscais aguma empresa açucar destinada oxiede lise investimento total existe alguma pré sal algum erro consulta pública acompanha los att maurício
```

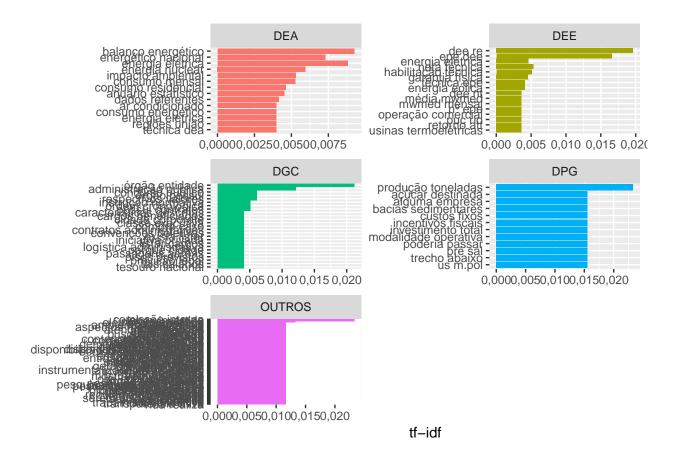
```
caso contrário
mercado cativo brasil algum
obtê laatual situação
atender demandas
co nordeste atenção sib arquivo anexo
aspectos metodológicos
selétrica quantidade a labex tais
calão vou
lós reis
santa catarina dados caso
pote diretora
```

```
#View(head(plot_diretoria_palavras))
library(wordcloud2)
plot_diretorias_tf_dif_bigram2 = bigrams2 %>%
  select(BIGRAM,n,DIRETORIA) %>%
  bind_tf_idf(BIGRAM, DIRETORIA, n) %>%
  arrange(desc(tf_idf)) %>%
  mutate(BIGRAM = factor(BIGRAM, levels = rev(unique(BIGRAM)))) %>%
  mutate(DIRETORIA = factor(DIRETORIA,levels=c("DEA","DEE","DGC","DPG","OUTROS"))) %>%
  select(BIGRAM, tf_idf, DIRETORIA)
## DEE
#jpeg("XX_wordclou_tfidf_dir01_DEE.jpeg")
set.seed(233115)
plot_diretorias_tf_dif_bigram2 %>%
  filter(DIRETORIA == "DEE") %>%
  top_n(150, tf_idf) %>%
  wordcloud2(shuffle = TRUE,
             color = "random-dark",
             shape = "circle")
## DGC
#jpeg("XX_wordclou_tfidf_dir02_DGC.jpeg")
set.seed(233115)
plot_diretorias_tf_dif_bigram2 %>%
  filter(DIRETORIA == "DGC") %>%
  top_n(150, tf_idf) %>%
```

```
wordcloud2()
#jpeg("XX_wordclou_tfidf_dir03_DEA.jpeg")
set.seed(233115)
plot_diretorias_tf_dif_bigram2 %>%
  filter(DIRETORIA == "DEA") %>%
  top_n(150, tf_idf) %>%
  wordcloud2()
## DPG
#jpeg("XX_wordclou_tfidf_dir04_DPG.jpeg")
set.seed(233115)
plot_diretorias_tf_dif_bigram2 %>%
  filter(DIRETORIA == "DPG") %>%
  top_n(150, tf_idf) %>%
  wordcloud2()
## OUTROS
#jpeg("XX_wordclou_tfidf_dir05_OUTROS.jpeg")
set.seed(233115)
plot_diretorias_tf_dif_bigram2 %>%
  filter(DIRETORIA == "OUTROS") %>%
  top_n(150, tf_idf) %>%
  wordcloud2()
```

Gráfico da estatística tf_idf c/ remoção de stopwords

```
plot_diretorias_tf_dif_bigram2 %>%
group_by(DIRETORIA) %>%
top_n(10, tf_idf) %>%
ungroup() %>%
mutate(BIGRAM = reorder(BIGRAM, tf_idf)) %>%
ggplot(aes(BIGRAM, tf_idf, fill = DIRETORIA)) +
geom_col(show.legend = FALSE) +
labs(x = NULL, y = "tf-idf") +
facet_wrap(~DIRETORIA, ncol = 2, scales = "free") +
coord_flip() +
scale_y_continuous(labels=gcomma)
```



Nuvem de palavras por diretoria - s/ steeming e/ou stopwords - trigram

```
#View(head(plot_diretoria_palavras))
library(wordcloud)
plot_diretorias_tf_dif_trigram = DB %>%
  select(DESCRI_PEDIDO,DIRETORIA) %>%
  unnest_tokens(TRIGRAM, DESCRI_PEDIDO, token = "ngrams", n = 3) %>%
  count(DIRETORIA, TRIGRAM, sort = TRUE) %>%
  bind_tf_idf(TRIGRAM, DIRETORIA, n) %>%
  arrange(desc(tf_idf)) %>%
  mutate(TRIGRAM = factor(TRIGRAM, levels = rev(unique(TRIGRAM)))) %>%
  mutate(DIRETORIA = factor(DIRETORIA,levels=c("DEA","DEE","DGC","DPG","OUTROS"))) %>%
  select(TRIGRAM, tf_idf, DIRETORIA)
#jpeg("wordcloud_tfidf_dir01_DEE_trigram_comstop_semstemming.jpeg")
nuvem1.3 =
plot_diretorias_tf_dif_trigram %>%
  filter(DIRETORIA == "DEE") %>%
  select(-DIRETORIA, word = TRIGRAM, freq = tf_idf) %>%
  #top_n(150, freq) %>%
  as.data.frame()
set.seed(8835)
wordcloud(words = nuvem1.3$word, freq = nuvem1.3$freq, min.freq = 0.2,
          max.words=250, random.order=FALSE, rot.per=0.35,
          colors=brewer.pal(10, "Dark2"))
```

```
o com 1.768.000 kw
for correto solicito
    a memória de
de energia elétrica
                       👓 🌣 energia de reserva
         os dados a
                       a disponibilização da
                       o presente mês
           a 5 2014
   da epe o
                             fluxo de potência
         a partir de
                           dos leilões de
                                                         en
                         de energia de de cme e
   \overline{\Phi}
   en
                                                        Ø
solicito os
                    de
                                                  site da CDO
  se isto for do leilão de
                                             demanda
                                                écnica
                                      gia nova
correto
    garantia física de
                             ot
                                                  00
                                                        Ø
       partir de janeiro id
                                                        ē
                                         dados
  acesso ao sistema
                                  Φ
        da geração de
                                                ß
                                  nos
a 4 de de entrada em
                                       ner
                                                         2
 média mwmed mensa
                            2004 cabe a
```

```
caso exista listar
  de incentivo ao U
  o número de
 nos termos do
                               lote c ed
    em 2016 e
 de cargos de
a razão da 09 lote
a compra de
 a sede desse
 a in 05
de acesso n
2004 a 2015
e a previsão
ao inteiro teor
e gestão de
e ou repórter
```

```
nos regiões união ede todas as
de 2000 a por classe de
entre os anos
de 1980 a S
              de impacto ambiental
   90
consumo mensal
                  da energia nuclear
   Ø
                   banco de dados
                o período de
      energia nuclear no
       mensal de energia
os anos de dos dados de de energia eletrica
                                   de energia eletrica
      nota técnica dea
```

número de consumidores os dados de solicitar dados de

```
à produção de de etanol de em ago de de acordo com os nomes 80 us m.pol 63 do pde 2001 e 2007 projeções de preço produção toneladas de produção toneladas de passar o valor até 2050 projeção projeção acúcar de 2016 a 201
```

da constituição da altera a corrente a vinda de a bancos e SE O QUE SEO QUE Está Esta corrento e a síntese desse fazem a transmissão ancorados em corrente

```
#View(head(plot_diretoria_palavras))
library(wordcloud2)
plot_diretorias_tf_dif_trigram = DB %>%
  select(DESCRI_PEDIDO,DIRETORIA) %>%
  unnest_tokens(TRIGRAM, DESCRI_PEDIDO, token = "ngrams", n = 3) %>%
  count(DIRETORIA, TRIGRAM, sort = TRUE) %>%
  bind_tf_idf(TRIGRAM, DIRETORIA, n) %>%
  arrange(desc(tf_idf)) %>%
  mutate(TRIGRAM = factor(TRIGRAM, levels = rev(unique(TRIGRAM)))) %>%
  mutate(DIRETORIA = factor(DIRETORIA,levels=c("DEA","DEE","DGC","DPG","OUTROS"))) %>%
  select(TRIGRAM, tf_idf, DIRETORIA)
## DEE
#jpeq("XX_wordclou_tfidf_dir01_DEE.jpeq")
set.seed(233115)
plot_diretorias_tf_dif_trigram %>%
  filter(DIRETORIA == "DEE") %>%
  top_n(150, tf_idf) %>%
  wordcloud2(shuffle = TRUE,
             color = "random-dark",
             shape = "circle")
## DGC
#jpeg("XX_wordclou_tfidf_dir02_DGC.jpeg")
set.seed(233115)
plot_diretorias_tf_dif_trigram %>%
```

```
filter(DIRETORIA == "DGC") %>%
  top_n(150, tf_idf) %>%
  wordcloud2()
## DEA
#jpeg("XX_wordclou_tfidf_dir03_DEA.jpeg")
set.seed(233115)
plot_diretorias_tf_dif_trigram %>%
  filter(DIRETORIA == "DEA") %>%
  top_n(150, tf_idf) %>%
  wordcloud2()
## DPG
#jpeg("XX_wordclou_tfidf_dir04_DPG.jpeg")
set.seed(233115)
plot_diretorias_tf_dif_trigram %>%
  filter(DIRETORIA == "DPG") %>%
  top_n(150, tf_idf) %>%
  wordcloud2()
## OUTROS
#jpeg("XX_wordclou_tfidf_dir05_OUTROS.jpeg")
set.seed(233115)
plot_diretorias_tf_dif_trigram %>%
  filter(DIRETORIA == "OUTROS") %>%
  top_n(150, tf_idf) %>%
  wordcloud2()
```

MODELAGEM - APLICAÇÃO E RESULTADOS

Preparação e partição de dados

```
key_DIR = plot_diretoria_palavras_noSTOP %>%
group_by(DIRETORIA) %>%
count(DIRETORIA)

key_DIR %>%
  kable("latex", caption = "Número de termos por diretoria",
        booktabs = T, format.args = list(decimal.mark = ',', big.mark = ".")) %>%
kable_styling(latex_options = c("striped", "hold_position"))
```

Table 7: Número de termos por diretoria

DIRETORIA	n
DEA	1.829
DEE	1.921
DGC	1.507
DPG	408
OUTROS	348

selecionando as 20 palavras mais importantes de cada uma das 4 diretorias e da categoria 'OUTROS'.

```
# plot_diretoria_palauras_noSTOP$palaura <- gsub(".", "_", as.character(plot_diretoria_palauras_noSTOP$
# devo garantir que esses termos sao unicos dentro de cada diretoria
# devo, ainda, excluir acentos e pontos e caracteres q nao podem ser inclusos em nomes de variaveis no .
# Posteriormente devo refazer esses passos, juntamente com o stemming no arquivo de dados a ser inputad
termos_dir =
plot_diretoria_palavras_noSTOP %>%
group_by(DIRETORIA) %>%
top n(50, tf idf) \%
 select(palavra)
## Adding missing grouping variables: `DIRETORIA`
termos_dir <- unique(termos_dir);</pre>
Cria, antes, uma variáveil DESCRI_PEDIDO1 que repete os passos feitos aos termos quanto ao stemming so
que no texto fonte.
DB$DESCRI_PEDIDO1 = DB$DESCRI_PEDIDO
DB$DESCRI_PEDIDO1 = ptstem(rslp(DB$DESCRI_PEDIDO1))
fe <- matrix(data = 0, nrow = length(DB$DESCRI_PEDIDO1), ncol = length(termos_dir$palavra))
fe <- data.frame(fe); colnames(fe) <- termos_dir$palavra</pre>
i=j=0
for(i in 1:length(DB$ID)){
        for(j in 1:length(termos_dir$palavra)){
                g <- grepl(termos_dir$palavra[j], DB$DESCRI_PEDIDO1[i])
                if(g == TRUE){
                        fe[i, j] <- 1
                }
        }
}
#REMOVE A VARIAVEL geracao que apareceu em deduplicacao
fe = fe[,-50]
termo_dir1 = termos_dir %>%
select(DIRETORIA, palavra) %>%
 mutate(termo = palavra)
NumTermos = as_tibble(rbind(apply(fe,2,sum)))
NumTermos = gather(NumTermos, key = "termo", value = "Num_Pedidos")
NumTermos = NumTermos[order(NumTermos$Num_Pedidos, decreasing = TRUE), ]
highchart() %>%
 hc_add_series(data = NumTermos$Num_Pedidos,
                type = "bar",
                name = "# de pedidos",
                showInLegend = FALSE,
                tooltip = list(valueDecimals = 0, valuePrefix = "", valueSuffix = ""), color="blue") %>
  hc_yAxis(title = list(text = "Quantitativo de pedidos"),
           allowDecimals = TRUE, max = (max(NumTermos$Num_Pedidos)+103),
           labels = list(format = "{value}")) %>%
  hc_xAxis(title = list(text = "Termo"),
```

```
categories = NumTermos$termo,
           tickmarkPlacement = "on",
           opposite = FALSE) %>%
  hc_title(text = "Quantitativo de pedidos por termo (sem exclusividade)",
           style = list(fontWeight = "bold")) %>%
  hc_subtitle(text = paste("")) %>%
      hc_tooltip(valueDecimals = 2,
                 pointFormat = "{point.y} pedidos")%>%
                 #pointFormat = "Variável: {point.x} <br> Missing: {point.y}")
      hc_credits(enabled = TRUE,
                 text = "Fonte: CGU, e-SIC (2019). Elaboração: Ewerson Pimenta.",
                 style = list(fontSize = "10px")) %>%
  hc_exporting(enabled = TRUE, filename = "F3-filmes-genero-Pimenta")
db_modelo = as_tibble(cbind(select(DB,DIRETORIA),fe))
# __Porcentagem de ZEROS por variável__
zeros <- (colSums(fe==0)/nrow(fe)*100); var <- names(fe)</pre>
db_zero <- data.frame(var,zeros); rownames(db_zero) <- NULL</pre>
db_zero <- db_zero[order(db_zero$zeros, decreasing = TRUE), ]</pre>
hc4_1 <- highchart() %>%
 hc_add_series(data = db_zero$zeros,
                type = "bar",
                name = "Porcentagem de zeros",
                showInLegend = FALSE,
                tooltip = list(valueDecimals = 2, valuePrefix = "", valueSuffix = " ","), color="pink")
 hc_yAxis(title = list(text = "Porcentagem de zero"),
           allowDecimals = TRUE, max = 100,
           labels = list(format = "{value}%")) %>%
  hc_xAxis(categories = db_zero$var,
           tickmarkPlacement = "on",
           opposite = FALSE) %>%
  hc_title(text = "Porcentagem de zeros por variável",
           style = list(fontWeight = "bold")) %>%
  hc_subtitle(text = paste("")) %>%
      hc_tooltip(valueDecimals = 2,
                 pointFormat = "Zeros: {point.y}")%>%
                 #pointFormat = "Variável: {point.x} <br> Missing: {point.y}")
      hc_credits(enabled = TRUE,
                 text = "Fonte: IMDB/KAGGLE. Elaboração: Ewerson Pimenta.",
                 style = list(fontSize = "10px")) %>%
 hc_exporting(enabled = TRUE, filename = "Fig00-Pimenta")
#hc <- hc %>%
# hc_add_theme(hc_theme_darkunica())
hc4_1; remove(hc4_1, var, zeros)
```

Modelos de classificação

Partição dos dados

Particionando a base de dados em Treino e Teste, esses dois (Treino e Teste) também terão armazenados as diretorias que foram responsaveis por cada pedido via amostragem probabilística dos dados originais separadamente das bases de Treino e Teste.

Para amostragem aleatória simples

```
intrain <- createDataPartition(y = db_modelo$DIRETORIA, p = 0.65, list = FALSE)
training <- db_modelo[intrain,]
testing <- db_modelo[-intrain,]</pre>
```

Modelagem 1 - Random Forest (RF)

Random Forest (RF) - Metodologia

Descrição 1. Random Forest foi desenvolvido para agregar árvores de decisão (modelo de classificação);

- 2. Pode ser usado para modelo de classificação (p/ var. resposta categórica) ou regressão (no caso de haver variável resposta contínua);
- 3. Evita overfitting;
- 4. Permite trabalhar com um largo número de características de um conjunto de dados;
- 5. Auxilia na seleção de variáveis baseada em um algoritmo que calcula a importância por variável (assim, tendo conhecimento de quais variáveis são mais importantes, podemos usar essa informação para outros modelos de classificação);
- 6. User-friendly: apenas 2 parâmetros livres:
 - Trees ntrees, default 500 (No de árvores);
 - Variáveis selecionadas via amostragem aleatória candidatas à cada "split" (quebra da árvore) mtry, default \sqrt{p} p/ classificação e $\frac{p}{3}$ p/ regressão (p: nº de features/variáveis);

Passo-a-Passo

É realizado em 3 passos:

- 1. Desenha as amostras via bootstrap do número de árvores ntrees;
- 2. Para cada amostra via bootstrap, cresce o número de árvores "un-puned" para a escolha da melhor quebra da árvore baseado na amostra aleatória do valor predito de mtry a cada nó da árvore;
- 3. Faz classificação de novos valores usando a maioria de votos p/ classificação e usa a média p/ regressão baseada nas amostras de ntrees.

Random Forest - Aplicação e Resultados

Inicialmente utilizaremos o pacote random
Forest que implmenta o algoritmo de Random Forest de Breiman (baseado na clusterização de Breiman, originalmente codificada em Fortran) que tem por finalidade classificar e/ou criar regressão. Além disso, pode ser usado em um modelo não supervisionado para avaliar proximidades entre pontos.

Estamos usando, a partir daqui, a base de treino.

```
#library(randomForest)
#library(rpart)
#library(rpart.plot)
#rf <- randomForest(proximity = T,ntree = 38,do.trace = T,WR~.,data=training)</pre>
```

```
set.seed(9984512)
# Training with classification tree
rf <- rpart(DIRETORIA ~ ., data=training, method="class", xval = 4)
print(rf, digits = 3)
## n = 369
##
## node), split, n, loss, yval, (yprob)
        * denotes terminal node
##
    1) root 369 232 DEA (0.37 0.35 0.2 0.043 0.035)
##
##
      2) consumo>=0.5 72 8 DEA (0.89 0.083 0 0.014 0.014) *
##
      3) consumo< 0.5 297 175 DEE (0.25 0.41 0.25 0.051 0.04)
##
        6) orgao< 0.5 272 152 DEE (0.26 0.44 0.2 0.055 0.04)
##
         12) concurso< 0.5 262 142 DEE (0.27 0.46 0.17 0.057 0.042)
##
           24) contratar< 0.5 247 129 DEE (0.29 0.48 0.13 0.057 0.045)
##
             48) interna< 0.5 237 119 DEE (0.3 0.5 0.11 0.059 0.038)
               96) rs>=0.5 39 16 DEA (0.59 0.33 0.051 0 0.026) *
##
               97) rs< 0.5 198 93 DEE (0.24 0.53 0.12 0.071 0.04)
##
                ##
                195) industrial< 0.5 191 87 DEE (0.21 0.54 0.13 0.073 0.042)
##
##
                 390) carga< 0.5 182 80 DEE (0.22 0.56 0.099 0.077 0.044) *
##
                 3 DGC (0.1 0 0.7 0 0.2) *
##
             49) interna>=0.5 10
                                4 DGC (0.067 0.13 0.73 0.067 0) *
##
           25) contratar>=0.5 15
##
         ##
        7) orgao>=0.5 25 4 DGC (0.04 0.08 0.84 0 0.04) *
attributes(rf)
## $names
## [1] "frame"
                            "where"
                                                 "call"
## [4] "terms"
                            "cptable"
                                                "method"
## [7] "parms"
                            "control"
                                                "functions"
## [10] "numresp"
                            "splits"
                                                "variable.importance"
## [13] "y"
                            "ordered"
##
## $xlevels
## named list()
## $ylevels
## [1] "DEA"
               "DEE"
                       "DGC"
                               "DPG"
                                        "OUTROS"
##
## $class
## [1] "rpart"
# Predict the testing set with the trained model
predictions1 <- predict(rf, testing, type = "class")</pre>
# Accuracy and other metrics
confusionMatrix(predictions1, as.factor(testing$DIRETORIA))
## Confusion Matrix and Statistics
##
##
            Reference
```

```
## Prediction DEA DEE DGC DPG OUTROS
##
       DEA
               36
                    7
                         0
                             2
       DEE
##
               29
                   53
                        13
                             6
                                    6
       DGC
##
                8
                    8
                        27
                             0
                                    1
##
       DPG
                0
                    0
                             0
                                    0
##
       OUTROS
                    Λ
                             0
                                    0
                0
                         Ω
##
## Overall Statistics
##
##
                  Accuracy : 0.5918
##
                    95% CI: (0.5195, 0.6613)
       No Information Rate: 0.3724
##
       P-Value [Acc > NIR] : 3.966e-10
##
##
##
                      Kappa: 0.3991
##
    Mcnemar's Test P-Value : NA
##
## Statistics by Class:
##
##
                         Class: DEA Class: DEE Class: DGC Class: DPG
                                        0.7794
## Sensitivity
                             0.4932
                                                    0.6750
                                                               0.00000
## Specificity
                             0.9268
                                        0.5781
                                                    0.8910
                                                               1.00000
## Pos Pred Value
                                        0.4953
                                                    0.6136
                             0.8000
                                                                   NaN
## Neg Pred Value
                                        0.8315
                                                    0.9145
                                                               0.95918
                             0.7550
                                                    0.2041
## Prevalence
                             0.3724
                                        0.3469
                                                               0.04082
## Detection Rate
                             0.1837
                                        0.2704
                                                    0.1378
                                                               0.00000
## Detection Prevalence
                             0.2296
                                        0.5459
                                                    0.2245
                                                               0.00000
                                                               0.50000
## Balanced Accuracy
                             0.7100
                                         0.6788
                                                    0.7830
##
                         Class: OUTROS
## Sensitivity
                               0.00000
## Specificity
                               1.00000
## Pos Pred Value
                                   NaN
## Neg Pred Value
                               0.96429
## Prevalence
                               0.03571
## Detection Rate
                               0.00000
## Detection Prevalence
                               0.00000
## Balanced Accuracy
                               0.50000
Olhando as 6 primeiras observações real X predito
p1 <- predict(rf,training)</pre>
head(p1)
##
           DEA
                      DEE
                                 DGC
                                             DPG
                                                     OUTROS
## 1 0.8888889 0.08333333 0.0000000 0.01388889 0.01388889
## 2 0.8888889 0.08333333 0.0000000 0.01388889 0.01388889
## 3 0.0400000 0.08000000 0.8400000 0.00000000 0.04000000
## 4 0.8888889 0.08333333 0.0000000 0.01388889 0.01388889
## 5 0.2197802 0.56043956 0.0989011 0.07692308 0.04395604
## 6 0.8888889 0.08333333 0.0000000 0.01388889 0.01388889
head(training$DIRETORIA)
```

[1] "DEA" "DEA" "DEA" "DEE" "DEA" "DEA"

Selecionando uma árvore

Tuning do modelo

a partir de n=200 árvores o erro OOB tende a estabilizar

Aparentemente mtry = 18 'e um bom palpite

Reescrevendo, então, o modelo

```
set.seed(09986755)
# Training with classification tree
rf2 <- randomForest(as.factor(DIRETORIA) ~ ., data=training,
                    ntree = 200,
                    mtry = 18,
                    importance = TRUE,
                    proximity = TRUE)
rf2
# Predict the testing set with the trained model
predictions2 <- predict(rf2, testing, type = "class")</pre>
# Accuracy and other metrics
confusionMatrix(predictions2, as.factor(testing$DIRETORIA))
RF_importance = randomForest::importance(rf2)[order(randomForest::importance(rf2)[,1], decreasing = TRU
randomForest::varImpPlot(rf2)
#rpart::plotcp(rf2)
\#rpart.plot(rf2)
#rpart.plot.version1(rf2)
Taxa de Erro Random Forest
plot(rf2)
legend('topright', colnames(rf2$err.rate), col=1:5, fill=1:5)
Histograma do Número de nós por árvore
hist(treesize(rf2), probability = T,
     main = "Distribuição do nº de nós por ávore",
     col = "green")
edit(MDSplot)
fig.align="center"
(MDIM_treino = MDSplot(rf2, training$DIRETORIA, pch=20))
#(MDIM_teste = MDSplot(rf2, testing$DIRETORIA, pch=20))
sum(MDIM_treino$eig[1:2])
```