

Geração de relatórios e apresentações com R

Aplicação prática no contexto de ocorrências aeronáuticas

João Matheus Slujala Krüger Taborda Hneda

19/06/2022

Sumário

Introdução	2
Apresentação do problema	3
Explicação do processo utilizado	4
Download das tabelas em .csv	4
Fluxo de trabalho com pacotes da linguagem R	4
Pacotes	5
Tratamento dos dados originais em R	5
Definindo diretórios	5
Tabelas principais (ocorrencia e ocorrenciatipo)	5
Tabela de relacionamento (ocorrencia_ocorrencia_tipo)	7
Conexão e criação do banco de dados	7
Criação de banco de dados: ocorrencias	7
Criação de tabelas principais (ocorrencia e ocorrenciatipo)	8
Criação de tabela de relacionamento (ocorrencia_ocorrencia_tipo)	8
Inserir dados no banco de dados	9
Tabelas principais (ocorrencia e ocorrenciatipo)	9
Tabela de relacionamento (ocorrencia_ocorrencia_tipo)	10
Hipóteses levantadas (Consultas para criação de gráficos e tabelas)	10
Q1 – Ocorrem mais incidentes do que acidentes (frequência maior de ocorrências menos graves)?	10
Q2 – O número de acidentes tem caído com o passar do tempo?	11
Q3 – Ocorrem mais acidentes em estados de maior atividade econômica (Ex.: SP, MG, RJ, PR)?	16
Q4 – Ocorrem mais acidentes na saída da pista?	23
Q5 – Quais são os tipos de ocorrência associadas com maior proporção de acidentes?	26
Conclusões e insights gerados	39
Referências	39

Introdução

Quando o assunto é aviação civil e transporte aéreo, vários eventos ou intercorrências podem ocorrer pelo percurso. Formalmente falando, esses eventos podem ser chamados de ocorrências aeronáuticas.

Ocorrência aeronáutica é qualquer evento envolvendo aeronave que poderá ser classificado como incidente, incidente grave ou acidente (link), permitindo ao SIPAER (Sistema de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos) a adoção dos procedimentos pertinentes.

- Incidente é toda ocorrência aeronáutica que não chega a se caracterizar como um acidente mas que afeta ou possa afetar a segurança da operação.
- Incidente grave é um incidente que ocorre sob circunstâncias em que um acidente quase ocorreu.
- Acidente é uma ocorrência tal que qualquer pessoa sofra lesão grave ou morra.

Dadas essas possíveis classificações de uma ocorrência aeronáutica, é importante conhecer fatores que estão associados a ocorrências aeronáuticas perigosas com objetivos de prevenção.



Figura 1: Gládio - Símbolo da Força Aérea Brasileira

Apresentação do problema

- O trabalho consiste em gerar documentos (relatórios e apresentação) resultantes da exploração da base de dados “Ocorrências Aeronáuticas na Aviação Civil Brasileira”
- A base de dados é composta por 5 tabelas que são gerenciadas pelo Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (CENIPA) - Organização Militar Brasileira vinculada ao Comando da Aeronáutica
- Para obter as tabelas, consulte o link: <https://dados.gov.br/dataset/ocorrencias-aeronauticas-da-aviacao-civil-brasileira>
- As tabelas têm informações sobre: aeronaves envolvidas, fatalidades, local, data, tipo de ocorrência, fatores contribuintes, etc.

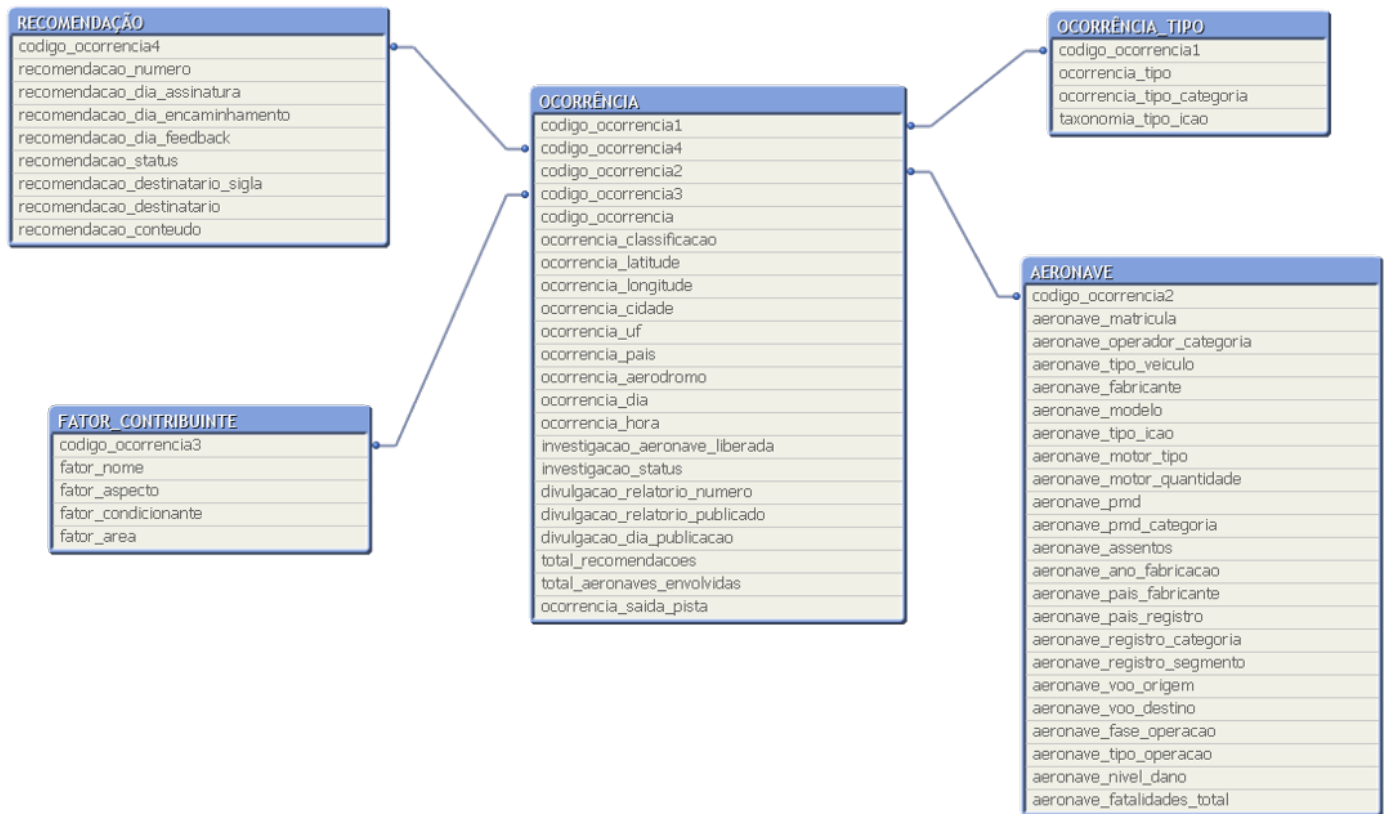


Figura 2: Tabelas das ocorrências aeronáuticas

O nome das tabelas são: Ocorrência, Ocorrência_Tipo, Aeronave, Fator_Contribuente e Recomendação. Para a realização desse teste, deu-se ênfase às tabelas Ocorrência e Ocorrência_Tipo.

Explicação do processo utilizado

Download das tabelas em .csv

Dados e recursos






	Tabela de ocorrência Ocorrências Aeronáuticas.	Explorar
	Tabela do tipo de ocorrência Informações sobre os tipos de ocorrências aeronáuticas.	Mais informações Ir para recurso
	Tabela de aeronave Aeronaves envolvidas nas ocorrências aeronáuticas.	Explorar
	Tabela de fator contribuinte Fatores contribuintes das ocorrências aeronáuticas.	Explorar
	Tabela de recomendação de segurança Recomendações de Segurança emitidas nas investigações de acidentes	Explorar

Figura 3: Link: <https://dados.gov.br/dataset/ocorrencias-aeronauticas-da-aviacao-civil-brasileira>

Fluxo de trabalho com pacotes da linguagem R

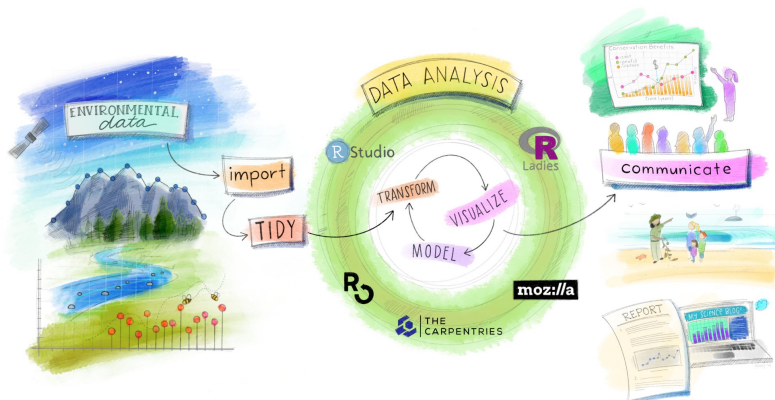


Figura 4: Fluxo de trabalho em Estatística e Ciência de Dados



Figura 5: Alguns pacotes da linguagem R

Os dados foram obtidos das tabelas baixadas por meio do site mencionado acima, tratados inicialmente com a linguagem R (base, utils, tibble, dplyr), posteriormente importados para um banco de dados (DBI e RPostgres), analisados através de recursos de estatística descritiva como tabelas e gráficos (base, utils, tibble, dplyr, ggplot2, plotly, highcharter), e finalmente, um relatório (rmarkdown) e uma apresentação (xaringan) foram gerados.

Pacotes

```
##### Pacotes básicos
#base::library(namespace)
base::library(magrittr, include.only = base::c("%>%"))
namespace::registerNamespace('mg', base::loadNamespace('magrittr')) %>% base::try()

namespace::registerNamespace('bs', base::loadNamespace('base')) %>% base::try()
namespace::registerNamespace('meth', bs::loadNamespace('methods')) %>% bs::try()
namespace::registerNamespace('ds', bs::loadNamespace('datasets')) %>% bs::try()
namespace::registerNamespace('ut', bs::loadNamespace('utils')) %>% bs::try()
namespace::registerNamespace('grD', bs::loadNamespace('grDevices')) %>% bs::try()
namespace::registerNamespace('gph', bs::loadNamespace('graphics')) %>% bs::try()
namespace::registerNamespace('sta', bs::loadNamespace('stats')) %>% bs::try()

##### Pacotes adicionais
namespace::registerNamespace('rdr', bs::loadNamespace('readr')) %>% bs::try()
namespace::registerNamespace('tb', bs::loadNamespace('tibble')) %>% bs::try()
namespace::registerNamespace('dp', bs::loadNamespace('dplyr')) %>% bs::try()
namespace::registerNamespace('ti', bs::loadNamespace('tidyr')) %>% bs::try()
namespace::registerNamespace('fc', bs::loadNamespace('forcats')) %>% bs::try()
namespace::registerNamespace('stg', bs::loadNamespace('stringr')) %>% bs::try()
namespace::registerNamespace('gg', bs::loadNamespace('ggplot2')) %>% bs::try()
namespace::registerNamespace('hc', bs::loadNamespace('highcharter')) %>% bs::try()
namespace::registerNamespace('pl', bs::loadNamespace('plotly')) %>% bs::try()
namespace::registerNamespace('dbi', bs::loadNamespace('DBI')) %>% bs::try()
namespace::registerNamespace('rp', bs::loadNamespace('RPostgres')) %>% bs::try()

namespace::registerNamespace('kn', bs::loadNamespace('knitr')) %>% bs::try()
namespace::registerNamespace('hw', bs::loadNamespace('htmlwidgets')) %>% bs::try()
namespace::registerNamespace('wb', bs::loadNamespace('webshot')) %>% bs::try()
```

Tratamento dos dados originais em R

Definindo diretórios

```
endereço_dados <- "../2.Dados_e_recursos/1.Datasets/"
endereço_imagens <- "imagens/"
endereço_graficos_estaticos <- "graficos_estaticos/"
endereço_graficos_interativos <- "graficos_interativos/"
endereço_funcoes_auxiliares <- "funcoes_auxiliares/"
```

```
source(paste0(endereço_funcoes_auxiliares, 'tabela_metadados.R'), encoding="UTF-8")
source(paste0(endereço_funcoes_auxiliares, 'funcoes_analiseunivariada.R'), encoding="UTF-8")
source(paste0(endereço_funcoes_auxiliares, 'funcoes_analisebivariada.R'), encoding="UTF-8")
source(paste0(endereço_funcoes_auxiliares, 'arruma_grafico_plotly.R'), encoding="UTF-8")
source(paste0(endereço_funcoes_auxiliares, 'salva_grafico.R'), encoding = "UTF-8")
source(paste0(endereço_funcoes_auxiliares, 'leitura_grafico.R'), encoding = "UTF-8")
```

Tabelas principais (ocorrendia e ocorrenciatipo)

```
ocorrendia.1 <- ut::read.csv2(file=bs::paste0(endereço_dados, "originais/1.ocorrendia.csv"),
                             fileEncoding = 'UTF-8-BOM') %>%
  tb::as_tibble()
#ocorrendia.1 %>% dim()

ocorrendia.1 <- ocorrendia.1 %>%
```

```

dp::select(-('codigo_ocorrencia1':'codigo_ocorrencia4')) %>%
dp::mutate(divulgacao_dia_publicacao = bs::ifelse(divulgacao_dia_publicacao == "NULL",
          NA,divulgacao_dia_publicacao),
          ocorrencia_hora = bs::ifelse(ocorrencia_hora == "NULL",
          NA,ocorrencia_hora))

ocorrencia.1 %>% bs::dim()

## [1] 5167    18

ocorrencia.1 %>% dp::glimpse()

## Rows: 5,167
## Columns: 18
## $ codigo_ocorrencia      <int> 52242, 45331, 45333, 45401, 45407, 52243, 50713, 45334, 45391, 52244, .
## $ ocorrencia_classificacao <chr> "INCIDENTE", "ACIDENTE", "ACIDENTE", "ACIDENTE", "ACIDENTE", "INCIDENTE"
## $ ocorrencia_latitude     <chr> "", "-23.4355555556", "****", "****", "****", "", "****", "", "-19.91333333"
## $ ocorrencia_longitude    <chr> "", "-46.4730555556", "****", "****", "****", "", "****", "", "-48.29305555"
## $ ocorrencia_cidade       <chr> "PORTO ALEGRE", "GUARULHOS", "VIAMÃO", "SÃO SEBASTIÃO", "SÃO SEPÉ", "U"
## $ ocorrencia_uf           <chr> "RS", "SP", "RS", "SP", "RS", "SP", "SP", "PA", "MG", "MG", "RS", "RS"
## $ ocorrencia_pais         <chr> "BRASIL", "BRASIL", "BRASIL", "BRASIL", "BRASIL", "BRASIL", "BRASIL", "BRASIL",
## $ ocorrencia_aerodromo     <chr> "SBPA", "SBGR", "****", "****", "****", "****", "SDAI", "SBBE", "****"
## $ ocorrencia_dia          <chr> "05/01/2012", "06/01/2012", "06/01/2012", "06/01/2012", "06/01/2012",
## $ ocorrencia_hora         <chr> "20:27:00", "13:44:00", "13:00:00", "17:00:00", "16:30:00", "14:30:00"
## $ investigacao_aeronave_liberada <chr> "****", "SIM", "NULL", "****", "SIM", "****", "SIM", "****", "****", "****",
## $ investigacao_status      <chr> "FINALIZADA", "FINALIZADA", "FINALIZADA", "NULL", "FINALIZADA", "FINAL"
## $ divulgacao_relatorio_numero <chr> "****", "A-582/CENIPA/2014", "A-070/CENIPA/2013", "NULL", "A-071/CENIPA"
## $ divulgacao_relatorio_publicado <chr> "NÃO", "SIM", "SIM", "NÃO", "SIM", "NÃO", "SIM", "NÃO", "NÃO", "NÃO",
## $ divulgacao_dia_publicacao <chr> NA, "2016-09-01", "2013-11-27", NA, "2013-11-27", NA, "2014-01-08", NA
## $ total_recomendacoes      <int> 0, 3, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 2, 0, 0
## $ total_aeronaves_envolvidas <int> 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1
## $ ocorrencia_saida_pista    <chr> "NÃO", "NÃO", "NÃO", "NÃO", "NÃO", "NÃO", "NÃO", "NÃO", "NÃO", "NÃO", "NÃO",

ut::write.table(x = ocorrencia.1,
               file = paste0(endereco_dados,"final/", "1.ocorrencia.csv"),
               sep = ";",
               row.names = FALSE,
               fileEncoding = 'UTF-8')

ocorrencia_tipo.2 <- ut::read.csv2(file=bs::paste0(endereco_dados,"originais/2.ocorrencia_tipo.csv"),
                                fileEncoding = 'UTF-8-BOM') %>%
  tb::as_tibble() %>% dp::rename("codigo_ocorrencia" = "codigo_ocorrencia1")
#ocorrencia_tipo.2 %>% bs::dim()

ocorrencia_tipo <- ocorrencia_tipo.2 %>%
  dp::select('ocorrencia_tipo') %>%
  dp::distinct() %>%
  dp::mutate("codigo_ocorrencia_tipo" = 1:dp::n(),
            .before = "ocorrencia_tipo")

ocorrencia_tipo %>% bs::dim()

## [1] 81    2

ocorrencia_tipo %>% dp::glimpse()

## Rows: 81
## Columns: 2
## $ codigo_ocorrencia_tipo <int> 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22,
## $ ocorrencia_tipo        <chr> "COM PESSOAL EM VOO", "PERDA DE CONTROLE NO SOLO", "FALHA DO MOTOR EM VOO", "E"

ut::write.table(x = ocorrencia_tipo,
               file = bs::paste0(endereco_dados,"final/", "2.ocorrencia_tipo.csv"),
               sep = ";",

```

```
row.names = FALSE,
fileEncoding = 'UTF-8')
```

Tabela de relacionamento (ocorrencia_ ocorrencia_tipo)

Como o relacionamento entre as tabelas ocorrencia e ocorrenciatipo é de cardinalidade N:N e os dados posteriormente foram inseridos em um banco de dados, é considerado uma boa prática no mapeamento MER-MR (Modelo Entidade Relacionamento para Modelo Relacional) criar uma tabela de relacionamento.

```
ocorrencia_ocorrencia_tipo <- dp::left_join(
  x = ocorrencia_tipo.2,
  y = ocorrencia_tipo,
  by = "ocorrencia_tipo"
) %>%
  dp::relocate("codigo_ocorrencia_tipo", .before = "ocorrencia_tipo") %>%
  dp::select("codigo_ocorrencia", "codigo_ocorrencia_tipo")
ocorrencia_ocorrencia_tipo %>% bs::dim()
```

```
## [1] 5347    2
```

```
ocorrencia_ocorrencia_tipo %>% dp::glimpse()
```

```
## Rows: 5,347
```

```
## Columns: 2
```

```
## $ codigo_ocorrencia      <int> 45331, 45332, 45333, 45334, 45390, 45391, 45392, 45393, 45393, 45396, 45397, 4
```

```
## $ codigo_ocorrencia_tipo <int> 1, 2, 3, 4, 5, 3, 6, 7, 2, 8, 3, 3, 9, 3, 10, 2, 6, 6, 2, 11, 12, 8, 3, 2, 13,
```

```
ut::write.table(x = ocorrencia_ocorrencia_tipo,
  file = bs::paste0(endereco_dados,"final/","2.ocorrencia_ocorrencia_tipo.csv"),
  sep = ";",
  row.names = FALSE,
  fileEncoding = 'UTF-8')
```

Conexão e criação do banco de dados

Criação de banco de dados: ocorrencias

```
# library(DBI)
# library(RPostgres)

con <- dbi::dbConnect(rp::Postgres(),
  host = "localhost",
  user = "postgres",
  password = "123",
  port = 5432,
  dbname = "postgres")

# usar para gerar relatório novamente
bs::try(dbi::dbExecute(con, "select pg_terminate_backend(pid)
  from pg_stat_activity
  where datname = 'ocorrencias';"))
```

```
## [1] 0
```

```
bs::try(dbi::dbExecute(con, "DROP DATABASE ocorrencias;"))
```

```
## [1] 0
```

```
dbi::dbExecute(con, "CREATE DATABASE ocorrencias;")
```

```
## [1] 0
```

```
con <- dbi::dbConnect(rp::Postgres(),
  user = "postgres",
  password = "123",
  host = "localhost",
  port = 5432,
  dbname = "ocorrencias")
```

Criação de tabelas principais (ocorrencia e ocorrenciatipo)

```
# dbi::dbExecute(con, "CREATE SCHEMA public;")

# dbi::dbExecute(con, "DROP TABLE ocorrencia;")
dbi::dbExecute(con, "CREATE TABLE ocorrencia (
  codigo_ocorrencia INTEGER not null,
  ocorrencia_classificacao VARCHAR(25) not null,
  ocorrencia_latitude VARCHAR(20),
  ocorrencia_longitude VARCHAR(20),
  ocorrencia_cidade VARCHAR(60) not null,
  ocorrencia_uf VARCHAR(5) not null,
  ocorrencia_pais VARCHAR(40) not null,
  ocorrencia_aerodromo VARCHAR(5),
  ocorrencia_dia date not null,
  ocorrencia_hora time,
  investigacao_aeronave_liberada VARCHAR(5),
  investigacao_status VARCHAR(20),
  divulgacao_relatorio_numero VARCHAR(60),
  divulgacao_relatorio_publicado VARCHAR(5),
  divulgacao_dia_publicacao date,
  total_recomendacoes integer,
  total_aeronaves_envolvidas integer not null,
  ocorrencia_saida_pista VARCHAR(5),
  CONSTRAINT ocorrencia_pk PRIMARY KEY (codigo_ocorrencia)
);")
```

```
## [1] 0
```

```
# dbi::dbExecute(con, "DROP TABLE ocorrenciatipo;")
dbi::dbExecute(con,
"CREATE TABLE ocorrenciatipo (
  codigo_ocorrencia_tipo INTEGER not null,
  ocorrencia_tipo VARCHAR(120) not null,
  CONSTRAINT ocorrenciatipo_pk PRIMARY KEY (codigo_ocorrencia_tipo)
);
"
)
```

```
## [1] 0
```

Criação de tabela de relacionamento (ocorrencia__ocorrenciatipo)

```
## relações entre as tabelas
```

```
# dbi::dbExecute(con, "DROP TABLE ocorrencia_ocorrenciatipo;")
dbi::dbExecute(con, "CREATE TABLE ocorrencia_ocorrenciatipo (
  codigo_ocorrencia INTEGER not null,
  codigo_ocorrencia_tipo INTEGER not null
);
"
)
```



```
## [1] 0
```

Inserir dados no banco de dados

Tabelas principais (ocorrenciata e ocorrenciata)

```
# alterar formato de data de mdy para dmy
dbi::dbGetQuery(con,"show datestyle;")

##      DateStyle
## 1      ISO, MDY

dbi::dbGetQuery(con,"set datestyle = euro;")

## data frame with 0 columns and 0 rows
dbi::dbGetQuery(con,"show datestyle;")

##      DateStyle
## 1      ISO, DMY

dbi::dbExecute(con,paste0("COPY ocorrencia(codigo_ocorrencia,
  ocorrencia_classificacao,
  ocorrencia_latitude,
  ocorrencia_longitude,
  ocorrencia_cidade,
  ocorrencia_uf,
  ocorrencia_pais,
  ocorrencia_aerodromo,
  ocorrencia_dia,
  ocorrencia_hora,
  investigacao_aeronave_liberada,
  investigacao_status,
  divulgacao_relatorio_numero,
  divulgacao_relatorio_publicado,
  divulgacao_dia_publicacao,
  total_recomendacoes,
  total_aeronaves_envolvidas,
  ocorrencia_saida_pista)
FROM ",bs::paste0("'",
  bs::normalizePath(endereco_dados,
    winslash = "/"),
  "/final/"),"1.ocorrencia.csv'

WITH DELIMITER ';'
CSV
HEADER
NULL AS 'NA'
ENCODING 'UTF8';
"))
```

```
## [1] 5167
```

```
dbi::dbExecute(con,bs::paste0("COPY ocorrenciata (
  codigo_ocorrencia_tipo,
  ocorrencia_tipo)
FROM ",bs::paste0("'",
  bs::normalizePath(endereco_dados,
    winslash = "/"),
  "/final/"),"2.ocorrencia_tipo.csv'

WITH DELIMITER ';'
CSV
```

```

HEADER
NULL AS 'NA'
ENCODING 'UTF8';
""))

```

```
## [1] 81
```

Tabela de relacionamento (ocorrencia_ocorrencia_tipo)

```

dbi::dbExecute(con,bs::paste0("COPY ocorrencia_ocorrenciatipo (
  codigo_ocorrencia,
  codigo_ocorrencia_tipo)
FROM ",bs::paste0("'",
  bs::normalizePath(endereco_dados,
    winslash = "/"),
  "/final/"),"2.ocorrencia_ocorrencia_tipo.csv'

WITH DELIMITER ';'
CSV
HEADER
NULL AS 'NA'
ENCODING 'UTF8';
""))

```

```
## [1] 5347
```

Hipóteses levantadas (Consultas para criação de gráficos e tabelas)

Q1 – Ocorrem mais incidentes do que acidentes (frequência maior de ocorrências menos graves)?

- As ocorrências aeronáuticas são classificadas em três categorias: Incidente, Incidente grave e Acidente
 - Incidente é toda ocorrência que não chega a se caracterizar como um acidente mas que afeta ou possa afetar a segurança da operação.
 - Incidente grave é um incidente que ocorre sob circunstâncias em que um acidente quase ocorreu.
 - Acidente é uma ocorrência tal que qualquer pessoa sofra lesão grave ou morra.

```

#source('funcoes_auxiliares/funcoes_analiseunivariada.R',encoding="UTF-8")
p_oco_r_classif <- calcula_tab_frequencia_dplyr(
  tabela_de_entrada = ocorrencia,
  nome_variavel = `ocorrencia_classificacao`,
  especific_order = bs::c("ACIDENTE","INCIDENTE GRAVE", "INCIDENTE")
)

p_oco_r_classif$`Category` <- p_oco_r_classif$`Category` %>% fc::fct_inorder()

if (kn::is_html_output()) {
  p_oco_r_classif
} else {
  p_oco_r_classif %>% kn::kable()
}

```

Category	Frequency	Percentage	Cumulative.Frequency	Cumulative.Percentage
ACIDENTE	1667	32.26243	1667	32.26243
INCIDENTE GRAVE	691	13.37333	2358	45.63577
INCIDENTE	2809	54.36423	5167	100.00000

```
##### Cria gráfico
```

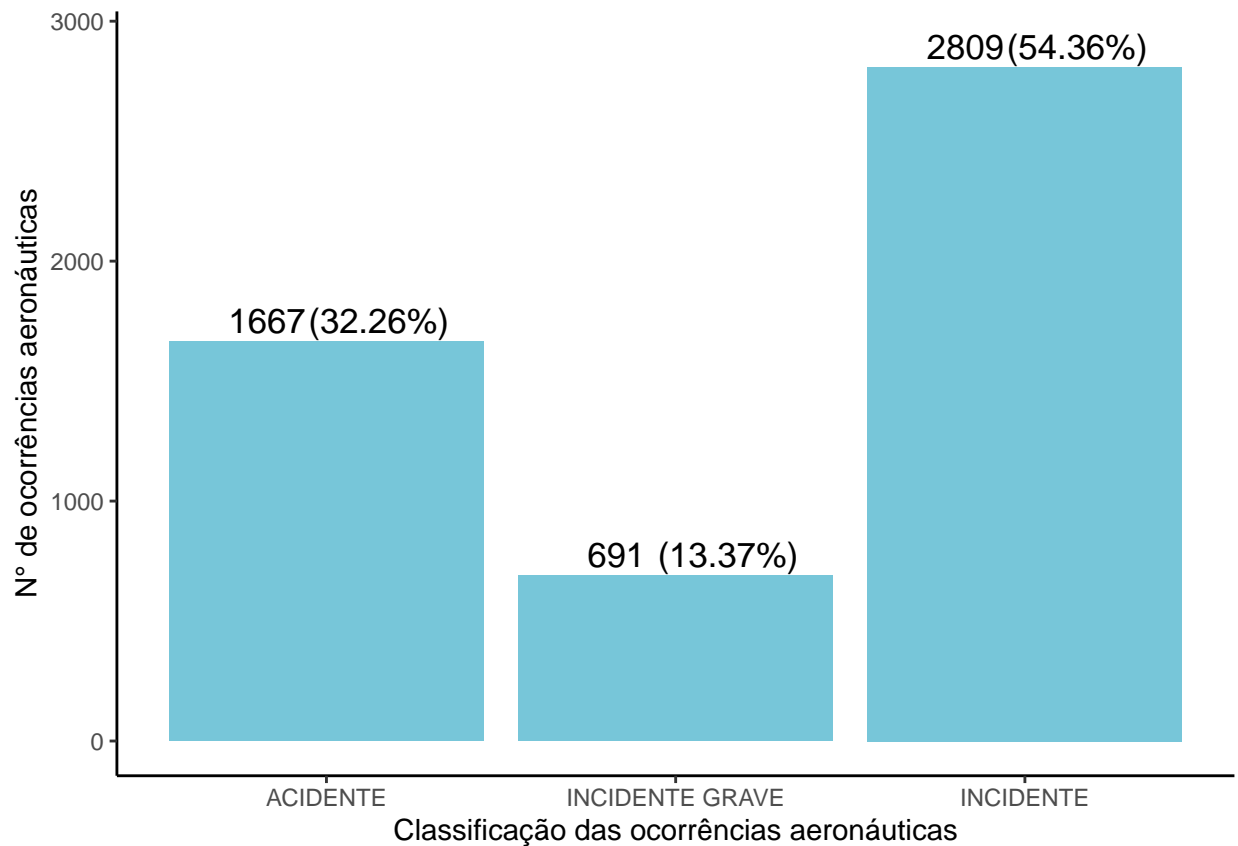
```
#source('funcoes_auxiliares/funcoes_analiseunivariada.R', encoding="UTF-8")
ggplot2_p_ocor_classif <- grafico_tab_frequencia(
  table_count_prop = p_ocor_classif,
  nome_variavel = "Category",
  cor_grafico = "#77C6D9",
  hjust_e = -0.17,
  hjust_d = 0.15,
  size = 4.5,
  tx1 = 0.05,
  tx2 = 1,
  xlab = "Classificação das ocorrências aeronáuticas",
  ylab = "Nº de ocorrências aeronáuticas"
)

##### Salva gráfico

#source('funcoes_auxiliares/salva_grafico.R', encoding = "UTF-8")
salva_grafico(ggplot2_grafico = ggplot2_p_ocor_classif)

##### Leitura gráfico

#source('funcoes_auxiliares/leitura_grafico.R', encoding = "UTF-8")
leitura_grafico(ggplot2_grafico = ggplot2_p_ocor_classif)
```



Apesar de incidentes (~ 54.4%) ocorrerem mais do que incidentes graves ou acidentes (~ 45.6%), este último número ainda é preocupante. O ideal é que se tenha uma porcentagem mais baixa de incidentes graves e acidentes pois essas são mais danosas.

Q2 – O número de acidentes tem caído com o passar do tempo?

```
#source('funcoes_auxiliares/funcoes_analiseunivariada.R', encoding="UTF-8")
p_ocor_ano <- calcula_tab_frequencia_dplyr(
```

```

tabela_de_entrada = (ocorrencias %>%
  dp::mutate(`ocorrencias_ano` = dp::sql("DATE_PART('year', ocorrencias_dia)"))
),
nome_variavel = `ocorrencias_ano`,
specific_order = (ocorrencias %>%
  dp::mutate(`ocorrencias_ano` = dp::sql("DATE_PART('year', ocorrencias_dia)")) %>%
  dp::pull(`ocorrencias_ano`) %>%
  unique() %>% sort())
)

if (kn::is_html_output()) {
  p_ocor_ano
} else {
  p_ocor_ano %>% kn::kable()
}

```

Category	Frequency	Percentage	Cumulative.Frequency	Cumulative.Percentage
2012	647	12.521773	647	12.52177
2013	654	12.657248	1301	25.17902
2014	569	11.012193	1870	36.19121
2015	471	9.115541	2341	45.30675
2016	403	7.799497	2744	53.10625
2017	433	8.380104	3177	61.48636
2018	444	8.592994	3621	70.07935
2019	496	9.599381	4117	79.67873
2020	509	9.850977	4626	89.52971
2021	541	10.470292	5167	100.00000

Cria gráfico

```
p_ocor_ano[["Category"]] <- bs::as.factor(p_ocor_ano[["Category"]])
```

```

ggplot2_p_ocor_ano <- gg::ggplot(gg::aes(
  x = Category,
  y = Frequency,
  group = 1
), data = p_ocor_ano) +
  gg::geom_point(colour='#022634') +
  gg::geom_line(colour='#022634') +
  gg::geom_text(gg::aes(label=paste0(round(Percentage,2), '%'),
    y=Frequency+0.035*min(Frequency))) +
  gg::xlab('Ano') +
  gg::ylab('Nº de ocorrências aeronáuticas') +
  gg::theme_classic()

```

Salva gráfico

```

#source('funcoes_auxiliares/salva_grafico.R', encoding = "UTF-8")
salva_grafico(ggplot2_grafico = ggplot2_p_ocor_ano)

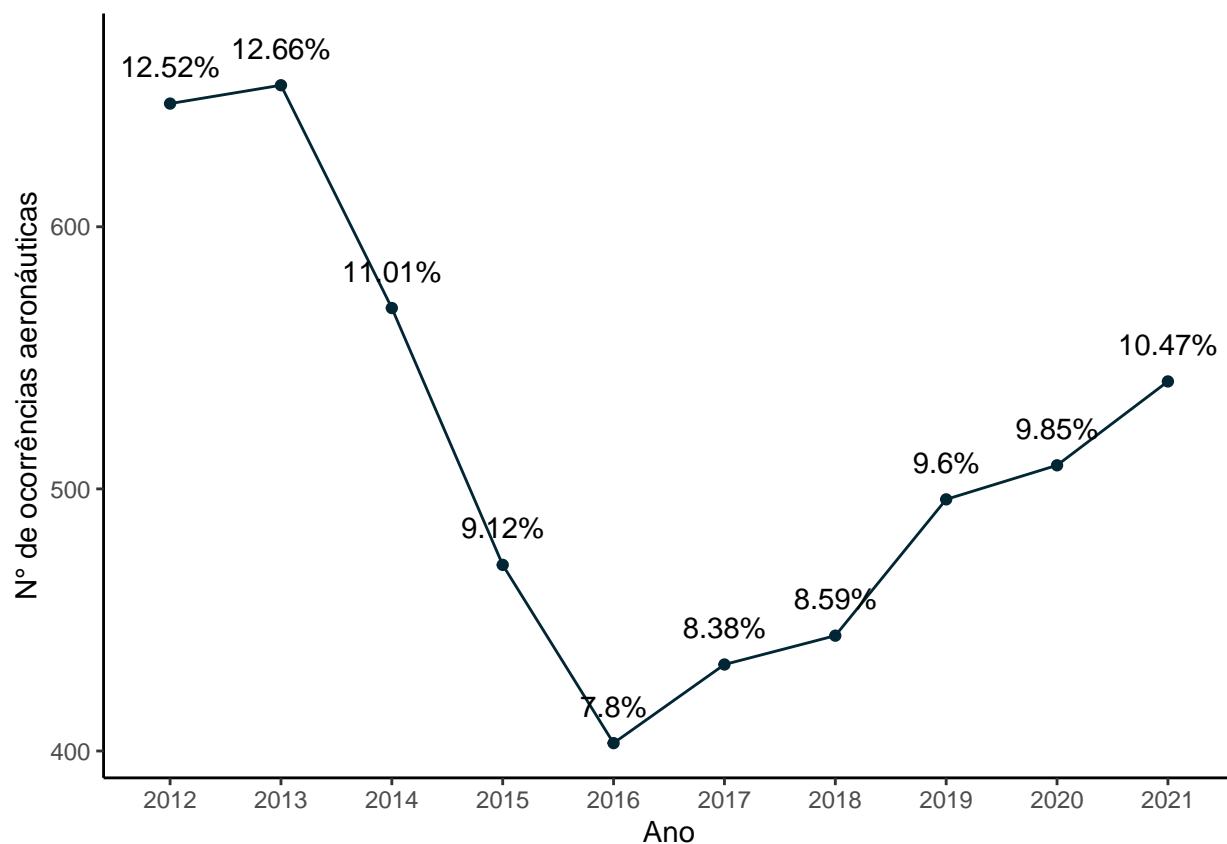
```

Leitura gráfico

```

#source('funcoes_auxiliares/leitura_grafico.R', encoding = "UTF-8")
leitura_grafico(ggplot2_grafico = ggplot2_p_ocor_ano)

```



É possível perceber que o número absoluto de ocorrências aeronáuticas teve uma queda até o ano de 2016 e voltou a subir a partir desse ano.

```

ocorrencia_aux <- ocorrencia %>%
  dp::mutate(`ocorrencia_ano` = dp::sql("DATE_PART('year', ocorrencia_dia)"))
p_ocor_ano_classif <- calcula_tab_frequencia_bivariada_dplyr(ocorrencia_aux,
  `ocorrencia_ano`,
  `ocorrencia_classificacao`)

if (kn::is_html_output()) {
  p_ocor_ano_classif
} else {
  p_ocor_ano_classif %>% kn::kable()
}

```

ocorrencia_ano	ocorrencia_classificacao	Frequency	sum_Frequency	Percentage
2012	INCIDENTE GRAVE	77	647	11.90108
2012	ACIDENTE	205	647	31.68470
2012	INCIDENTE	365	647	56.41422
2013	ACIDENTE	199	654	30.42813
2013	INCIDENTE GRAVE	69	654	10.55046
2013	INCIDENTE	386	654	59.02141
2014	INCIDENTE	318	569	55.88752
2014	ACIDENTE	176	569	30.93146
2014	INCIDENTE GRAVE	75	569	13.18102
2015	INCIDENTE GRAVE	49	471	10.40340
2015	ACIDENTE	172	471	36.51805
2015	INCIDENTE	250	471	53.07856
2016	INCIDENTE	192	403	47.64268
2016	INCIDENTE GRAVE	47	403	11.66253
2016	ACIDENTE	164	403	40.69479
2017	ACIDENTE	146	433	33.71824
2017	INCIDENTE GRAVE	55	433	12.70208

ocorrencia_ano	ocorrencia_classificacao	Frequency	sum_Frequency	Percentage
2017	INCIDENTE	232	433	53.57968
2018	INCIDENTE	199	444	44.81982
2018	INCIDENTE GRAVE	80	444	18.01802
2018	ACIDENTE	165	444	37.16216
2019	INCIDENTE GRAVE	80	496	16.12903
2019	ACIDENTE	150	496	30.24194
2019	INCIDENTE	266	496	53.62903
2020	INCIDENTE GRAVE	77	509	15.12770
2020	INCIDENTE	283	509	55.59921
2020	ACIDENTE	149	509	29.27308
2021	ACIDENTE	141	541	26.06285
2021	INCIDENTE	318	541	58.78004
2021	INCIDENTE GRAVE	82	541	15.15712

Cria gráfico

```
# p_ocor_ano_classif[["ocorrencia_ano"]] <-
#   as.factor(p_ocor_ano_classif[["ocorrencia_ano"]])
# p_ocor_ano_classif[, "ocorrencia_classificacao"] <-
#   factor(p_ocor_ano_classif[, "ocorrencia_classificacao"],
#         levels=c("ACIDENTE", "INCIDENTE GRAVE", "INCIDENTE"))

ggplot2_ocor_ano_classif <- gg::ggplot(
  gg::aes(
    x = ocorrencia_ano,
    y = Frequency,
    colour = ocorrencia_classificacao,
    group = ocorrencia_classificacao
  ),
  data = p_ocor_ano_classif
) +
  gg::geom_point() +
  gg::geom_line() +
  gg::ylab('Nº de ocorrências aeronáuticas') +
  gg::scale_fill_discrete(name = "Classificação das ocorrências aeronáuticas") +
  gg::theme_classic() +
  gg::geom_text(gg::aes(label = bs::paste0(bs::round(Percentage, 1), "%"),
    y = bs::as.numeric(Frequency) + 20)) +
  gg::labs(color='Classificação das ocorr. aeron.') +
  gg::theme(legend.position="top") +
  gg::expand_limits(y = bs::max(p_ocor_ano_classif[["Frequency"]]) * 1.2) +
  gg::scale_x_continuous(
    name="Ano",
    labels = bs::as.character(bs::unique(p_ocor_ano_classif$ocorrencia_ano)),
    breaks = bs::unique(p_ocor_ano_classif$ocorrencia_ano)
  )
```

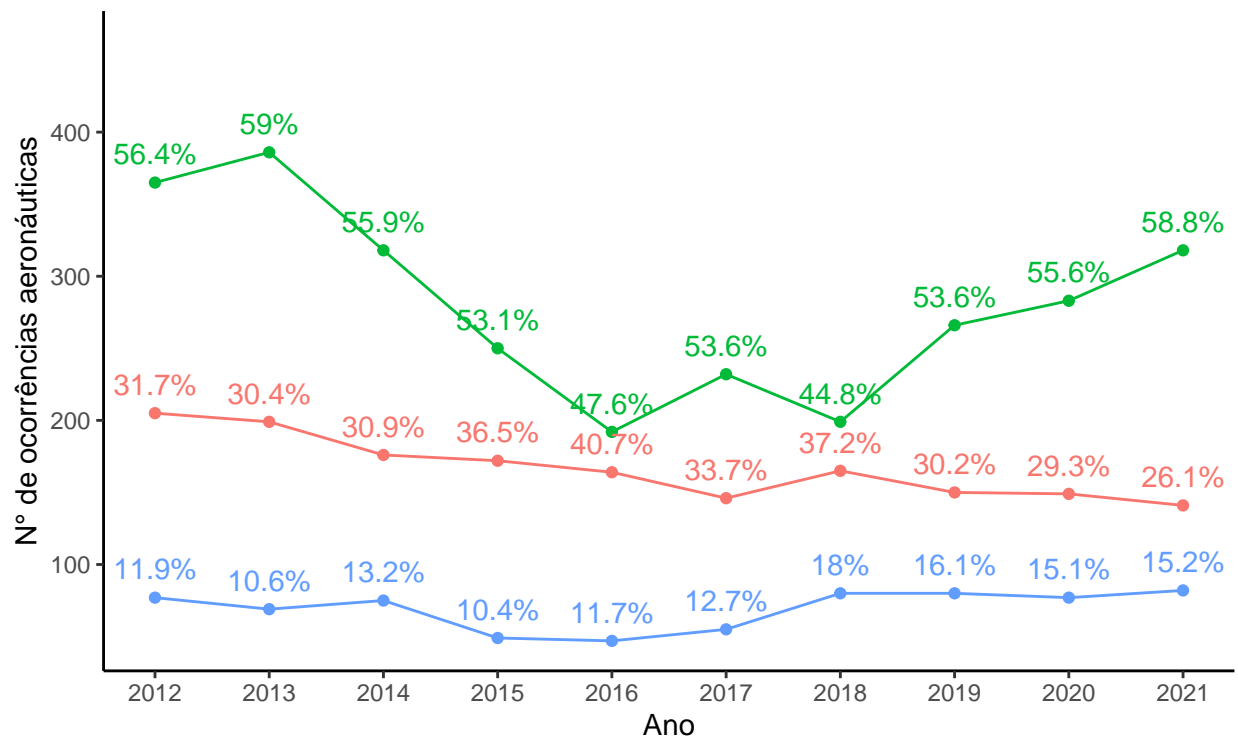
Salva gráfico

```
#source('funcoes_auxiliares/salva_grafico.R', encoding = "UTF-8")
salva_grafico(ggplot2_grafico = ggplot2_ocor_ano_classif)
```

Leitura gráfico

```
#source('funcoes_auxiliares/leitura_grafico.R', encoding = "UTF-8")
leitura_grafico(ggplot2_grafico = ggplot2_ocor_ano_classif)
```

Classificação das ocorr. aeron. ACIDENTE INCIDENTE INCIDENTE GRAVE



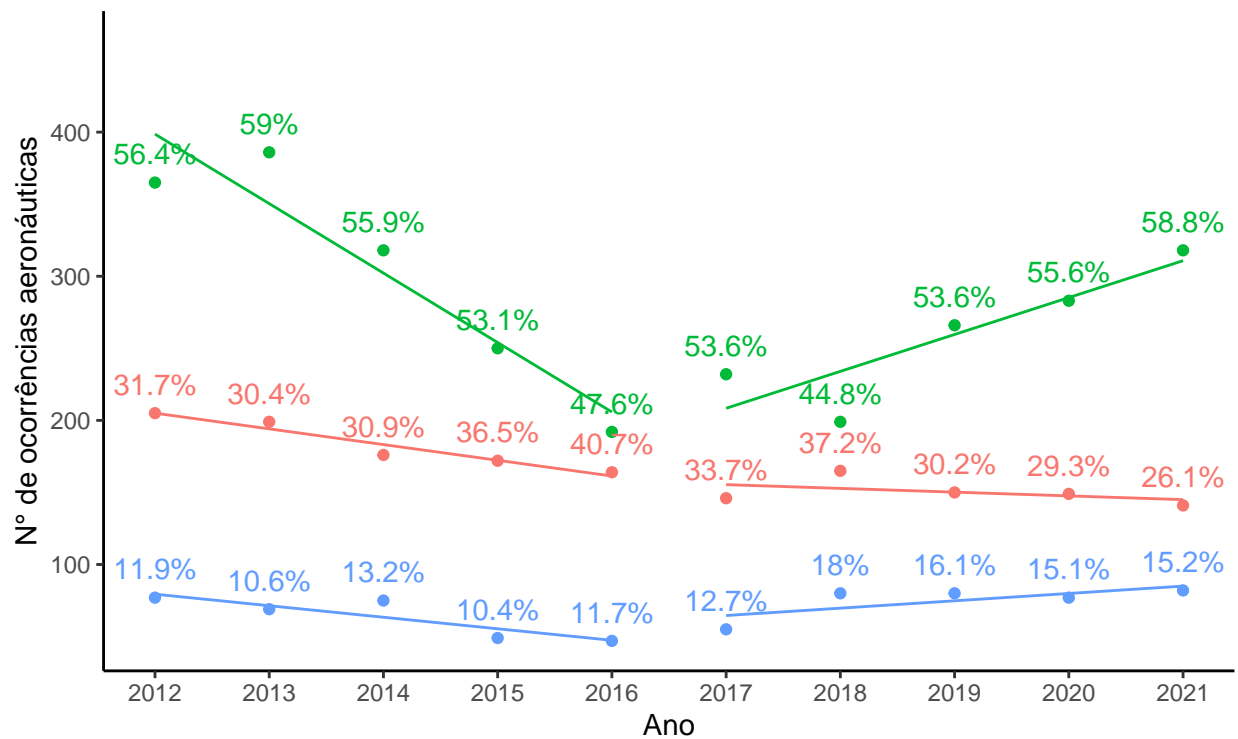
```
ggplot2_ocor_ano_classif_lm <- ggplot2_ocor_ano_classif
ggplot2_ocor_ano_classif_lm$layers[[2]] <- NULL # remove gg$geom_line()
ggplot2_ocor_ano_classif_lm <- ggplot2_ocor_ano_classif_lm +
  gg::geom_smooth(data = p_ocor_ano_classif[p_ocor_ano_classif$ocorrencia_ano <= 2016, ],
    method = sta::lm,
    se = F, lwd=0.5) + # acrescenta regressão linear por partes (Ano <= 2016)
  gg::geom_smooth(data = p_ocor_ano_classif[p_ocor_ano_classif$ocorrencia_ano > 2016, ],
    method = sta::lm,
    se = F, lwd=0.5) # acrescenta regressão linear por partes (Ano > 2016)
##### Salva gráfico

#source('funcoes_auxiliares/salva_grafico.R', encoding = "UTF-8")
salva_grafico(ggplot2_grafico = ggplot2_ocor_ano_classif_lm)

##### Leitura gráfico

#source('funcoes_auxiliares/leitura_grafico.R', encoding = "UTF-8")
leitura_grafico(ggplot2_grafico = ggplot2_ocor_ano_classif_lm)
```

Classificação das ocorr. aeron. ACIDENTE INCIDENTE INCIDENTE GRAVE



Nota-se que a tendência geral do número absoluto de ocorrências aeronáuticas também ocorre nas ocorrências de classificação do tipo “INCIDENTE” e em menor grau na classificação do tipo “INCIDENTE GRAVE”, ou seja, há presença de tendência de baixa até 2016 e de alta após o mesmo ano. Comportamento diferente é observado na tendência do número de ocorrências aeronáuticas com classificação do tipo “ACIDENTE” que se manteve em queda desde 2012. Além disso, é importante ressaltar que as somas das frequências relativas de “ACIDENTES” e “INCIDENTES GRAVES” ao longo dos anos variaram com valores mínimo e máximo iguais à 41% em 2013 e 55.2% em 2018, respectivamente.

Q3 – Ocorrem mais acidentes em estados de maior atividade econômica (Ex.: SP, MG, RJ, PR)?

```
p_ocor_uf <- calcula_tab_frequencia_dplyr(
  tabela_de_entrada = ocorrencia,
  nome_variavel = `ocorrencia_uf`
)

p_ocor_uf[, 'Category'] <- bs::as.character(p_ocor_uf[, 'Category'], 2)
p_ocor_uf[, 'Percentage'] <- bs::round(p_ocor_uf[, 'Percentage'], 2)

if (kn::is_html_output()) {
  p_ocor_uf
} else {
  p_ocor_uf %>% kn::kable()
}
```

Category	Frequency	Percentage	Cumulative.Frequency	Cumulative.Percentage
RR	54	1.05	54	1.045094
MG	499	9.66	553	10.702535
MT	276	5.34	829	16.044126
CE	78	1.51	907	17.553706
AC	49	0.95	956	18.502032
RS	327	6.33	1283	24.830656
DF	106	2.05	1389	26.882137
SP	1261	24.40	2650	51.287014

Category	Frequency	Percentage	Cumulative.Frequency	Cumulative.Percentage
AP	12	0.23	2662	51.519257
ES	73	1.41	2735	52.932069
BA	183	3.54	2918	56.473776
MA	59	1.14	2977	57.615638
AL	28	0.54	3005	58.157538
RN	17	0.33	3022	58.486549
PE	86	1.66	3108	60.150958
RJ	402	7.78	3510	67.931101
SE	14	0.27	3524	68.202051
SC	167	3.23	3691	71.434101
GO	268	5.19	3959	76.620863
PB	22	0.43	3981	77.046642
PI	38	0.74	4019	77.782079
PR	431	8.34	4450	86.123476
RO	43	0.83	4493	86.955680
MS	158	3.06	4651	90.013548
***	2	0.04	4653	90.052255
AM	207	4.01	4860	94.058448
PA	261	5.05	5121	99.109735
TO	46	0.89	5167	100.000000

```

# se der erro parecido com:
# Error: parse error: trailing garbage
#      [2804,4640],[2713,4570]]]]}}};
#      (right here) -----^
# instalar pacote com remotes::install_github("jbkunst/highcharter")
# e tentar novamente

#remotes::install_github("jbkunst/highcharter")
#library(highcharter)

if (bs::file.exists(bs::paste0(endereco_graficos_interativos, "map.rds"))) {
  map <- bs::readRDS(file = bs::paste0(endereco_graficos_interativos, "map.rds"))
} else {
  map <- hc::get_data_from_map(hc::download_map_data("countries/br/br-all"))
}

if (file.exists(bs::paste0(endereco_graficos_interativos, "map2.rds"))) {
  map2 <- bs::readRDS(file = bs::paste0(endereco_graficos_interativos, "map2.rds"))
} else {
  map2 <- hc::download_map_data("countries/br/br-all")
}

bs::saveRDS(
  map,
  file = bs::paste0(
    endereco_graficos_interativos,
    "map.rds"
  )
)

bs::saveRDS(
  map2,
  file = bs::paste0(
    endereco_graficos_interativos,
    "map2.rds"
  )
)

```

```

dados <- map[,bs::c("woe-name","hc-a2")] %>%
  dp::left_join(x=.,y=p_ocor_uf, by = bs::c("hc-a2" = "Category"))

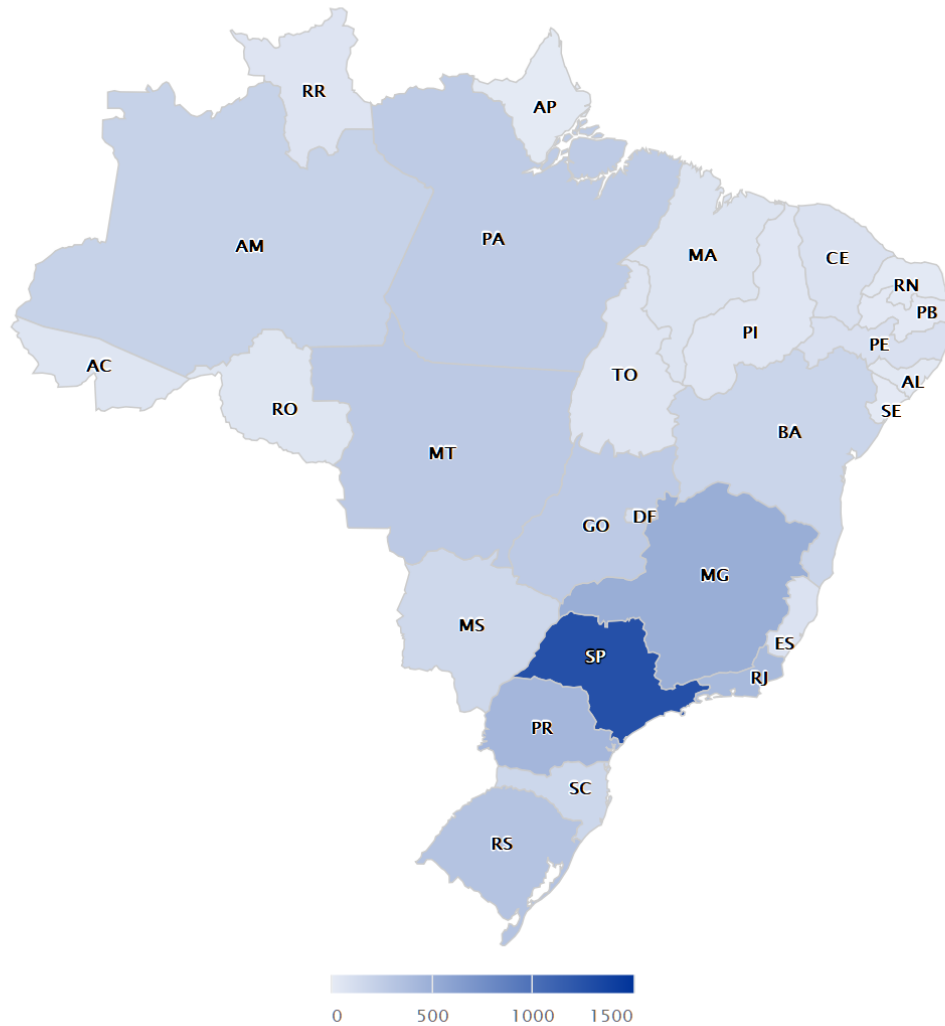
# instalar phantomjs se gráfico não ser gerado em pdf
# webshot::install_phantomjs()

plot <- hc::highchart(type = "map") %>%
  #hc::hc_plotOptions(series = list(animation = FALSE)) %>%
  hc::hc_add_series_map(map = map2,
    df = dados,
    value = "Frequency",
    joinBy = "hc-a2",
    dataLabels = bs::list(
      enabled = TRUE,
      format = "{point.hc-a2}"
    )) %>%
  hc::hc_tooltip(
    useHTML = TRUE, headerFormat = "",
    pointFormat = "{point.name} - {point.value} ({point.Percentage}%)"
  ) %>%
  hc::hc_title(text = "Ocorrências aeronáuticas por unidade federativa")

hw::saveWidget(widget = plot, file = bs::paste0(endereco_imagens,"plot.html"))
if (kn::is_html_output()) {
  plot
} else {
  wb::webshot(url = bs::paste0(endereco_imagens,"plot.html"),
    file =bs::paste0(endereco_imagens,"plot.png"),
    delay = 0.2,
    zoom=1.5)
}

```

Ocorrências aeronáuticas por unidade federativa



```
bs::saveRDS(plot,
  file = bs::paste0(endereco_graficos_interativos,
    bs::substitute(plot),
    ".rds"))
```

```
p_oco_uf_classif <- calcula_tab_frequencia_bivariada_dplyr(ocorrencia_aux,
  `ocorrencia_uf`,
  `ocorrencia_classificacao`)

p_oco_uf_classif <- p_oco_uf_classif %>% dp::arrange(dplyr::desc(sum_Frequency))
p_oco_uf_classif$`Percentage` <- bs::round(p_oco_uf_classif$`Percentage`,1)
p_oco_uf_classif$`ocorrencia_uf` <- fc::fct_inorder(p_oco_uf_classif$`ocorrencia_uf`)

if (kn::is_html_output()) {
  p_oco_uf_classif
} else {
  p_oco_uf_classif %>% kn::kable()
}
```

ocorrencia_uf	ocorrencia_classificacao	Frequency	sum_Frequency	Percentage
SP	INCIDENTE GRAVE	132	1261	10.5
SP	ACIDENTE	348	1261	27.6
SP	INCIDENTE	781	1261	61.9
MG	INCIDENTE GRAVE	67	499	13.4
MG	ACIDENTE	141	499	28.3
MG	INCIDENTE	291	499	58.3

ocorrencia_uf	ocorrencia_classificacao	Frequency	sum_Frequency	Percentage
PR	INCIDENTE	248	431	57.5
PR	INCIDENTE GRAVE	50	431	11.6
PR	ACIDENTE	133	431	30.9
RJ	ACIDENTE	58	402	14.4
RJ	INCIDENTE GRAVE	40	402	10.0
RJ	INCIDENTE	304	402	75.6
RS	INCIDENTE GRAVE	43	327	13.1
RS	ACIDENTE	155	327	47.4
RS	INCIDENTE	129	327	39.4
MT	INCIDENTE GRAVE	47	276	17.0
MT	ACIDENTE	157	276	56.9
MT	INCIDENTE	72	276	26.1
GO	INCIDENTE	88	268	32.8
GO	ACIDENTE	114	268	42.5
GO	INCIDENTE GRAVE	66	268	24.6
PA	ACIDENTE	117	261	44.8
PA	INCIDENTE GRAVE	38	261	14.6
PA	INCIDENTE	106	261	40.6
AM	INCIDENTE	122	207	58.9
AM	ACIDENTE	63	207	30.4
AM	INCIDENTE GRAVE	22	207	10.6
BA	INCIDENTE GRAVE	32	183	17.5
BA	INCIDENTE	99	183	54.1
BA	ACIDENTE	52	183	28.4
SC	INCIDENTE GRAVE	14	167	8.4
SC	ACIDENTE	56	167	33.5
SC	INCIDENTE	97	167	58.1
MS	INCIDENTE	54	158	34.2
MS	ACIDENTE	78	158	49.4
MS	INCIDENTE GRAVE	26	158	16.5
DF	ACIDENTE	6	106	5.7
DF	INCIDENTE	90	106	84.9
DF	INCIDENTE GRAVE	10	106	9.4
PE	INCIDENTE	63	86	73.3
PE	ACIDENTE	14	86	16.3
PE	INCIDENTE GRAVE	9	86	10.5
CE	INCIDENTE GRAVE	14	78	17.9
CE	ACIDENTE	19	78	24.4
CE	INCIDENTE	45	78	57.7
ES	ACIDENTE	13	73	17.8
ES	INCIDENTE	50	73	68.5
ES	INCIDENTE GRAVE	10	73	13.7
MA	INCIDENTE GRAVE	12	59	20.3
MA	ACIDENTE	27	59	45.8
MA	INCIDENTE	20	59	33.9
RR	ACIDENTE	30	54	55.6
RR	INCIDENTE	17	54	31.5
RR	INCIDENTE GRAVE	7	54	13.0
AC	INCIDENTE	28	49	57.1
AC	ACIDENTE	12	49	24.5
AC	INCIDENTE GRAVE	9	49	18.4
TO	INCIDENTE	17	46	37.0
TO	INCIDENTE GRAVE	10	46	21.7
TO	ACIDENTE	19	46	41.3
RO	INCIDENTE GRAVE	9	43	20.9
RO	INCIDENTE	18	43	41.9
RO	ACIDENTE	16	43	37.2
PI	INCIDENTE	17	38	44.7
PI	INCIDENTE GRAVE	7	38	18.4

ocorrencia_uf	ocorrencia_classificacao	Frequency	sum_Frequency	Percentage
PI	ACIDENTE	14	38	36.8
AL	INCIDENTE GRAVE	5	28	17.9
AL	ACIDENTE	1	28	3.6
AL	INCIDENTE	22	28	78.6
PB	INCIDENTE	10	22	45.5
PB	INCIDENTE GRAVE	5	22	22.7
PB	ACIDENTE	7	22	31.8
RN	INCIDENTE GRAVE	4	17	23.5
RN	INCIDENTE	9	17	52.9
RN	ACIDENTE	4	17	23.5
SE	INCIDENTE GRAVE	2	14	14.3
SE	ACIDENTE	7	14	50.0
SE	INCIDENTE	5	14	35.7
AP	ACIDENTE	4	12	33.3
AP	INCIDENTE	7	12	58.3
AP	INCIDENTE GRAVE	1	12	8.3
***	ACIDENTE	2	2	100.0

```
ggplot2_ocor_uf_classif1 <- grafico_tab_frequencia_bivariada2(
  p_ocor_uf_classif,
  "ocorrencia_classificacao",
  "ocorrencia_uf",
  tx1 = 0.6,
  tx2 = 1.3,
  size = 3,
  legend = TRUE
) + gg::coord_cartesian(xlim = c(p_ocor_uf_classif[["ocorrencia_uf"]][1],
                                p_ocor_uf_classif[["ocorrencia_uf"]][15])) +
  gg::scale_fill_discrete(name = "Classificação das ocorr. aeron.") +
  gg::theme(legend.position="top") +
  gg::ylab('Nº de ocorrências aeronáuticas') +
  gg::xlab('UF')
```

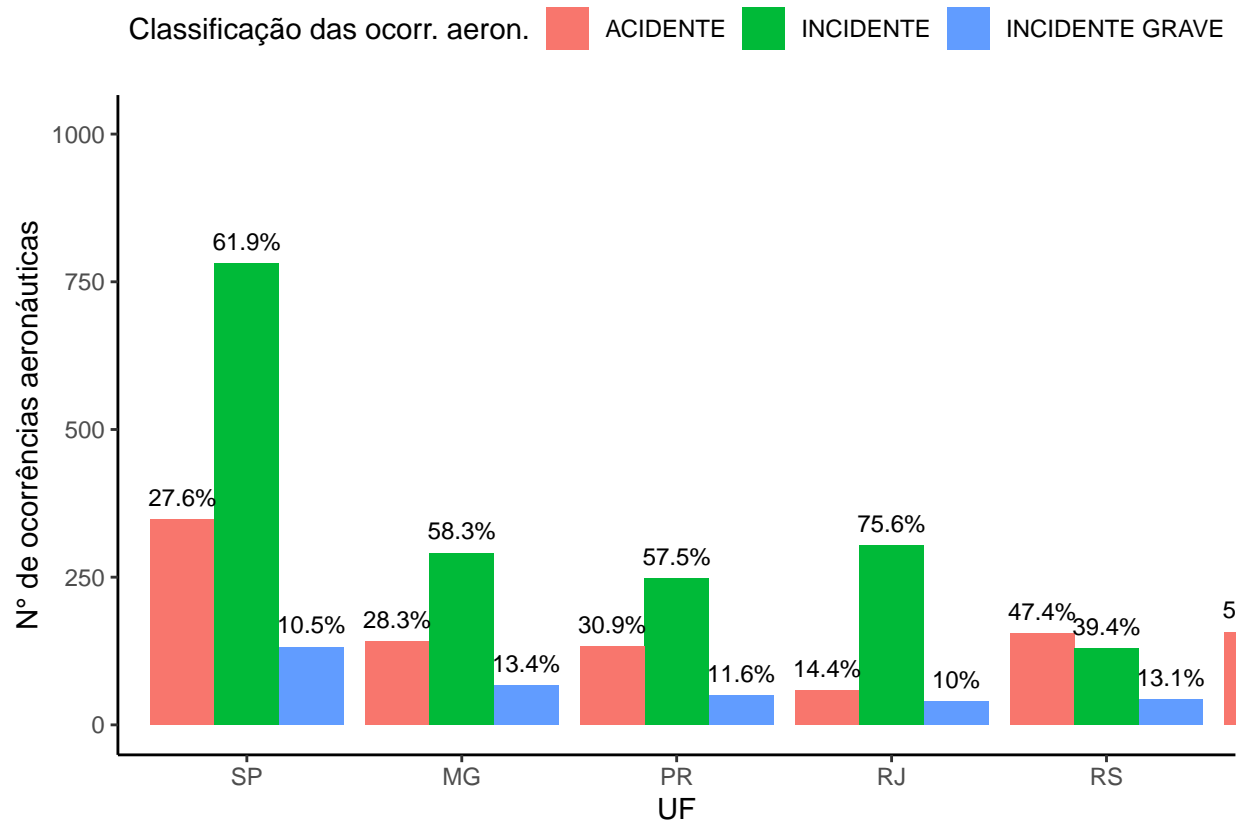
```
## [1] "Para retirar as porcentagens, use size = 0!"
```

```
##### Salva gráfico
```

```
#source('funcoes_auxiliares/salva_grafico.R', encoding = "UTF-8")
salva_grafico(ggplot2_grafico = ggplot2_ocor_uf_classif1)
```

```
##### Leitura gráfico
```

```
#source('funcoes_auxiliares/leitura_grafico.R', encoding = "UTF-8")
leitura_grafico(ggplot2_grafico = ggplot2_ocor_uf_classif1)
```



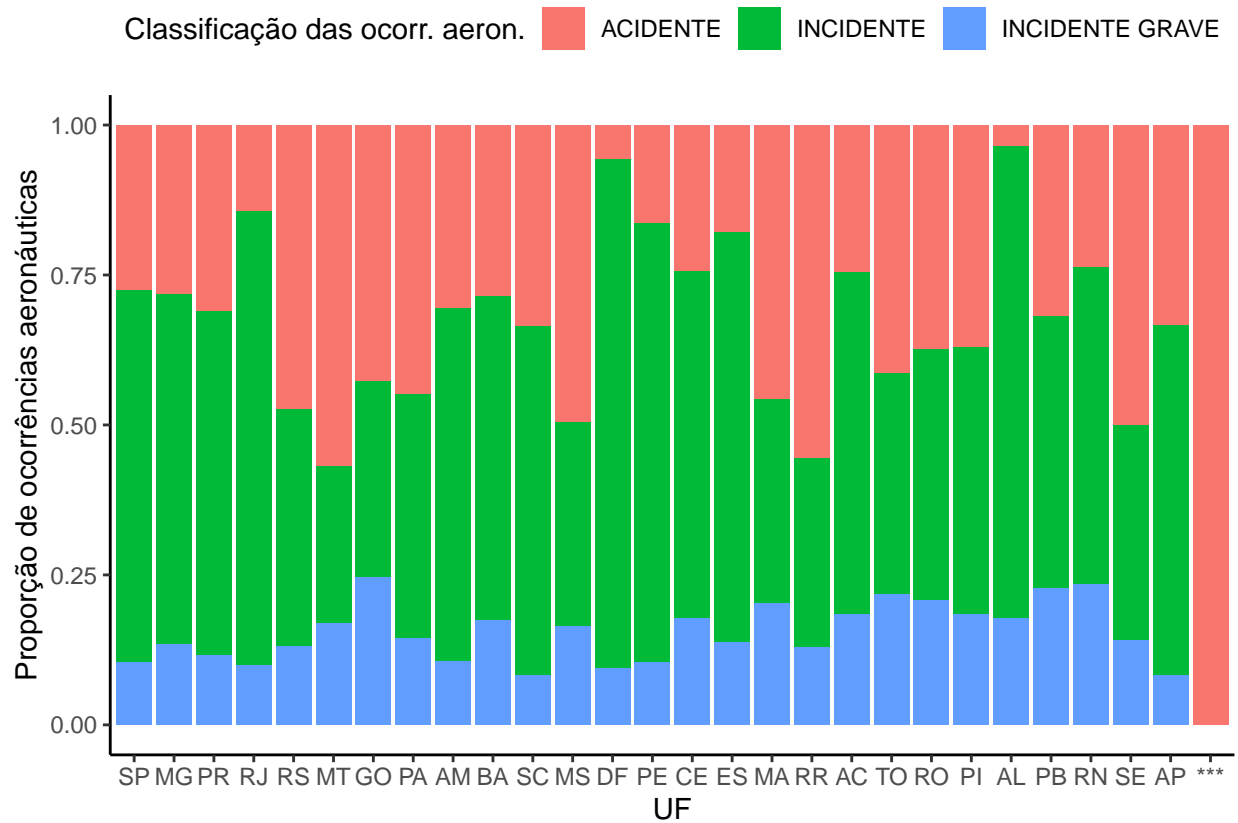
```
ggplot2_ocor_uf_classif2 <- grafico_tab_frequencia_bivariada3(
  p_ocor_uf_classif,
  "ocorrencia_classificacao",
  "ocorrencia_uf",
  size = 2,
  tx1 = 0.025,
  tx2 = 0.00025,
  legend=FALSE
) + gg::scale_fill_discrete(name = "Classificação das ocorr. aeron.") +
  gg::theme(legend.position="top") +
  gg::ylab('Proporção de ocorrências aeronáuticas') +
  gg::xlab('UF')

##### Salva gráfico

#source('funcoes_auxiliares/salva_grafico.R', encoding = "UTF-8")
salva_grafico(ggplot2_grafico = ggplot2_ocor_uf_classif2, subir_eixo_y = T)

##### Leitura gráfico

#source('funcoes_auxiliares/leitura_grafico.R', encoding = "UTF-8")
leitura_grafico(ggplot2_grafico = ggplot2_ocor_uf_classif2)
```



Naturalmente, pelo fato de existir maior movimentação de aviões em estados de alta atividade econômica, esses mesmos têm as maiores quantidades de ocorrências. Porém, são os estados de MT(~56.9%), RR(~55.6%), e SE(~50%) que têm as maiores proporções de acidentes.

Q4 – Ocorrem mais acidentes na saída da pista?

```
p_ocor_saida_pista <- calcula_tab_frequencia_dplyr(
  tabela_de_entrada = ocorrencia,
  nome_variavel = `ocorrencia_saida_pista`
)

if (kn::is_html_output()) {
  p_ocor_saida_pista
} else {
  p_ocor_saida_pista %>% kn::kable()
}
```

Category	Frequency	Percentage	Cumulative.Frequency	Cumulative.Percentage
NÃO	4684	90.652216	4684	90.65222
SIM	483	9.347784	5167	100.00000

Cria gráfico

```
#source('funcoes_auxiliares/funcoes_analiseunivariada.R',encoding="UTF-8")
ggplot2_p_ocor_saida_pista <- grafico_tab_frequencia(
  table_count_prop = p_ocor_saida_pista,
  nome_variavel = "Category",
  cor_grafico = "#77C6D9",
  hjust_e = -0.17,
  hjust_d = 0.15,
  size = 4.5,
```

```

tx1 = 0.05,
tx2 = 1,
xlab = "Ocorrências aeronáuticas na saída de pista",
ylab = "Nº de ocorrências aeronáuticas"
)

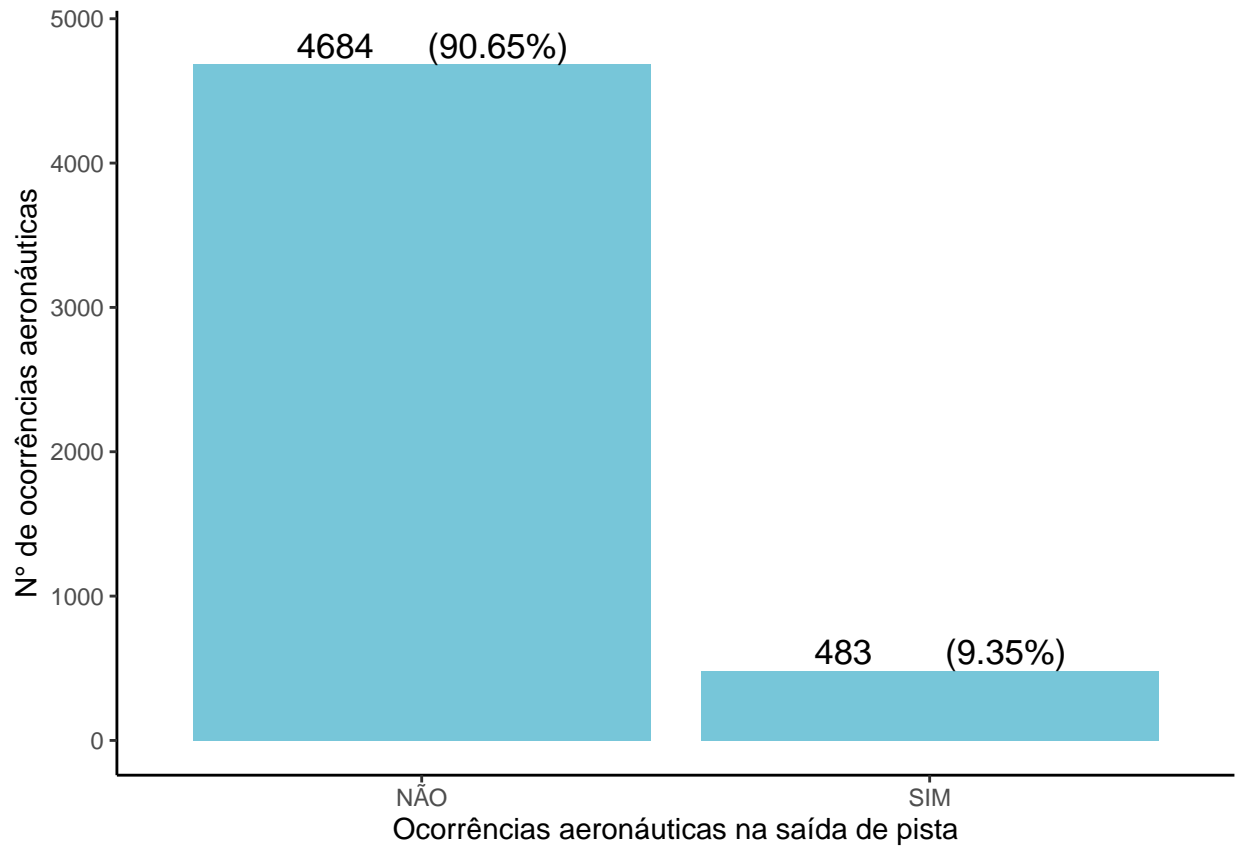
##### Salva gráfico

#source('funcoes_auxiliares/salva_grafico.R', encoding = "UTF-8")
salva_grafico(ggplot2_grafico = ggplot2_p_ocor_saida_pista)

##### Leitura gráfico

#source('funcoes_auxiliares/leitura_grafico.R', encoding = "UTF-8")
leitura_grafico(ggplot2_grafico = ggplot2_p_ocor_saida_pista)

```



```

p_ocor_saida_pista_classif <- calcula_tab_frequencia_bivariada_dplyr(ocorrencia,
                                                                      `ocorrencia_saida_pista`,
                                                                      `ocorrencia_classificacao`)

p_ocor_saida_pista_classif$`Percentage` <- bs::round(p_ocor_saida_pista_classif$`Percentage`,1)

if (kn::is_html_output()) {
  p_ocor_saida_pista_classif
} else {
  p_ocor_saida_pista_classif %>% kn::kable()
}

```

ocorrencia_saida_pista	ocorrencia_classificacao	Frequency	sum_Frequency	Percentage
NÃO	INCIDENTE GRAVE	500	4684	10.7
NÃO	INCIDENTE	2767	4684	59.1
NÃO	ACIDENTE	1417	4684	30.3

ocorrencia_saida_pista	ocorrencia_classificacao	Frequency	sum_Frequency	Percentage
SIM	INCIDENTE GRAVE	191	483	39.5
SIM	ACIDENTE	250	483	51.8
SIM	INCIDENTE	42	483	8.7

```
ggplot2_ocor_saida_pista_classif1 <- grafico_tab_frequencia_bivariada2(
  p_ocor_saida_pista_classif,
  "ocorrencia_classificacao",
  "ocorrencia_saida_pista",
  tx1 = 0.3,
  tx2 = 1.3,
  size = 4,
  legend = TRUE
) + gg::scale_fill_discrete(name = "Classificação das ocorr. aeron.") +
  gg::theme(legend.position="top") +
  gg::ylab('Nº de ocorrências aeronáuticas') +
  gg::xlab('Ocorrências aeronáuticas na saída de pista')
```

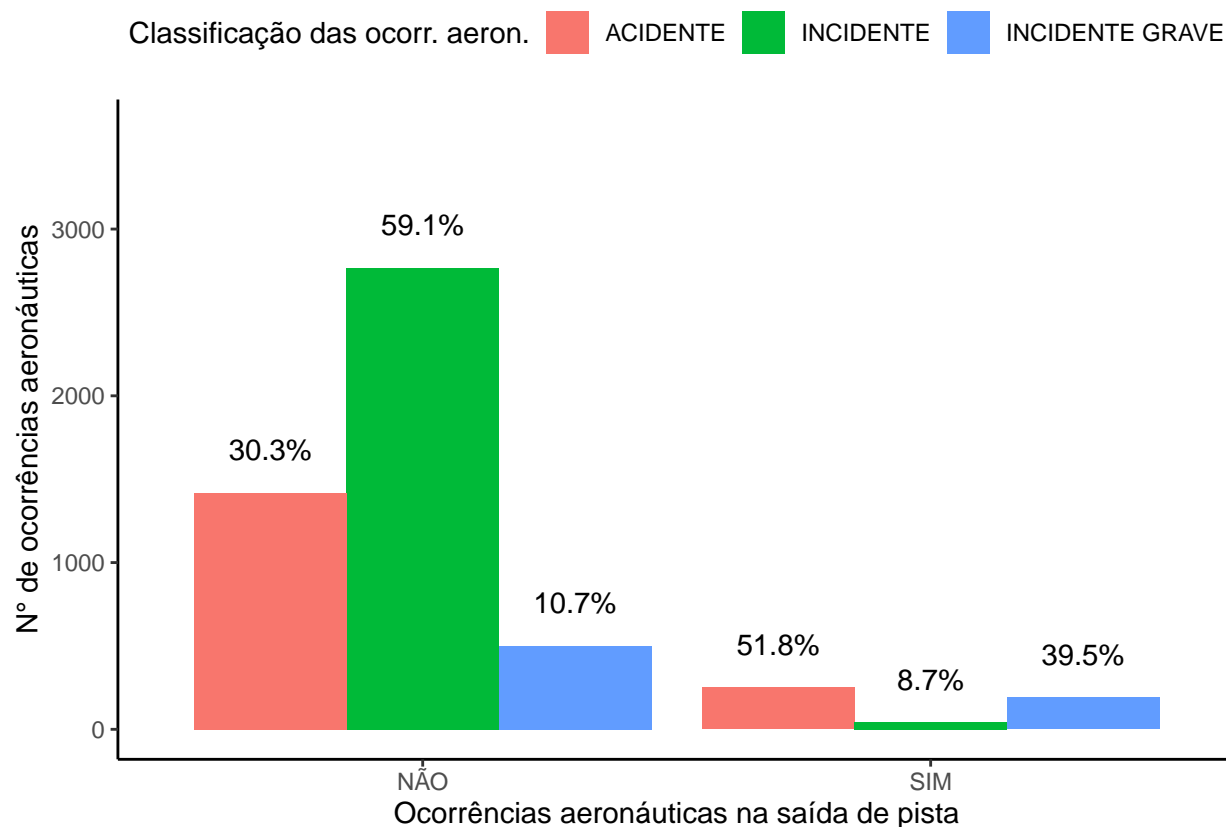
```
## [1] "Para retirar as porcentagens, use size = 0!"
```

```
##### Salva gráfico
```

```
#source('funcoes_auxiliares/salva_grafico.R', encoding = "UTF-8")
salva_grafico(ggplot2_grafico = ggplot2_ocor_saida_pista_classif1)
```

```
##### Leitura gráfico
```

```
#source('funcoes_auxiliares/leitura_grafico.R', encoding = "UTF-8")
leitura_grafico(ggplot2_grafico = ggplot2_ocor_saida_pista_classif1)
```



```
ggplot2_ocor_saida_pista_classif2 <- grafico_tab_frequencia_bivariada3(
  p_ocor_saida_pista_classif,
  "ocorrencia_classificacao",
```

```

"ocorrencia_saida_pista",
size = 5,
tx1 = 0.025,
tx2 = 0.00025,
legend=FALSE
) + gg::scale_fill_discrete(name = "Classificação das ocorr. aeron.") +
gg::theme(legend.position="top") +
gg::ylab('Proporção de ocorrências aeronáuticas') +
gg::xlab('Ocorrências aeronáuticas na saída de pista')

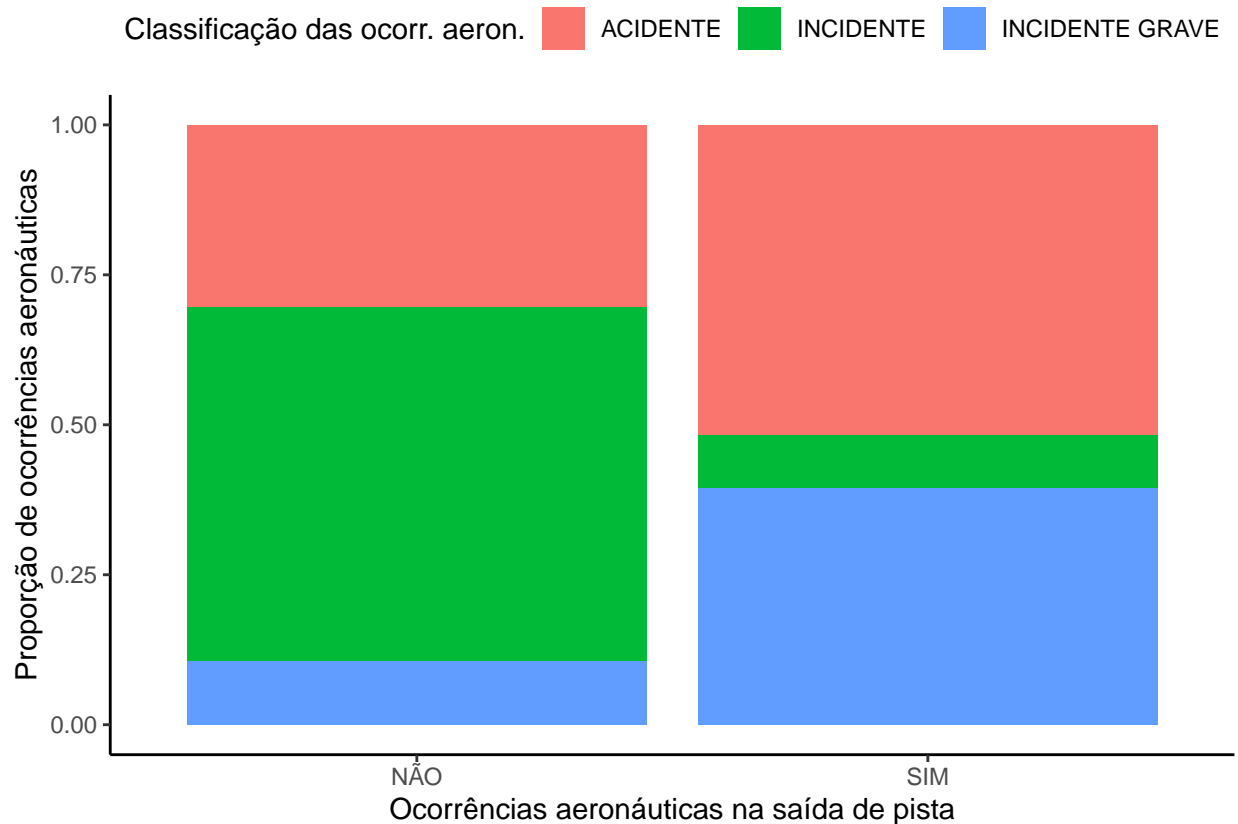
##### Salva gráfico

#source('funcoes_auxiliares/salva_grafico.R', encoding = "UTF-8")
salva_grafico(ggplot2_grafico = ggplot2_ocor_saida_pista_classif2, subir_eixo_y = T)

##### Leitura gráfico

#source('funcoes_auxiliares/leitura_grafico.R', encoding = "UTF-8")
leitura_grafico(ggplot2_grafico = ggplot2_ocor_saida_pista_classif2)

```



Não se observa uma quantidade maior de ocorrências nas saídas de pista, porém a proporção de ocorrências classificadas como acidentes é maior quando se tem uma ocorrência na saída de pista ($51.8\% > 30.3\%$).

Q5 – Quais são os tipos de ocorrência associadas com maior proporção de acidentes?

```

ocorrenciatipo <- dp::tbl(con, "ocorrenciatipo")
ocorrencia_ocorrenciatipo <- dp::tbl(con, "ocorrencia_ocorrenciatipo")

```

```

ocorrencia_ocorrenciatipo_aux <-
  dp::left_join(x = ocorrencia_ocorrenciatipo,
                y = ocorrenciatipo,
                by = 'codigo_ocorrencia_tipo') %>%
  dp::left_join(

```

```

x = .,
y = (
  ocorrencia_ocorrencia_tipo %>%
    dp::select(codigo_ocorrencia) %>%
    dp::group_by(codigo_ocorrencia) %>%
    dp::summarise(codigo_ocorrencia_count = dplyr::n())
),
by = 'codigo_ocorrencia'
) %>%
dp::mutate(ocorrencia_tipo_new = ifelse(codigo_ocorrencia_count==1,
                                         ocorrencia_tipo,
                                         (ifelse(codigo_ocorrencia_count==2,
                                                    '2 TIPOS DE OCORRÊNCIA',
                                                    (ifelse(codigo_ocorrencia_count==3,
                                                            '3 TIPOS DE OCORRÊNCIA',
                                                            'NA')))))) %>%

  dp::select(codigo_ocorrencia, codigo_ocorrencia_tipo, ocorrencia_tipo, ocorrencia_tipo_new) %>%
bs:: as.data.frame()

ocorrencia_ocorrencia_tipo_aux1.5 <- ocorrencia_ocorrencia_tipo_aux %>% dp::select(codigo_ocorrencia,
                                         ocorrencia_tipo_new) %>%

  dp::distinct() %>% as.data.frame()

ocorrencia_ocorrencia_tipo_aux2 <- ocorrencia %>%
  bs::as.data.frame() %>%
  dp::select(codigo_ocorrencia, ocorrencia_classificacao) %>%
  dp::left_join(
    x = .,
    y = ocorrencia_ocorrencia_tipo_aux1.5,
    by = 'codigo_ocorrencia'
  )

p_oco_oco_tipo_new <- calcula_tab_frequencia_dplyr(
  tabela_de_entrada = ocorrencia_ocorrencia_tipo_aux2,
  nome_variavel = `ocorrencia_tipo_new`
)

p_oco_oco_tipo_new <- p_oco_oco_tipo_new %>% dp::arrange(dplyr::desc(Frequency))
p_oco_oco_tipo_new$`Percentage` <- bs::round(p_oco_oco_tipo_new$`Percentage`,1)
p_oco_oco_tipo_new[['Category']] <- bs::factor(p_oco_oco_tipo_new[['Category']],
                                              levels=bs::rev(p_oco_oco_tipo_new[['Category']]))

if (kn::is_html_output()) {
  p_oco_oco_tipo_new
} else {
  p_oco_oco_tipo_new %>% kn::kable()
}

```

Category	Frequency	Percentage	Cumulative.Frequency	Cumulative.Percentage
FALHA DO MOTOR EM VOO	655	12.7	2667	51.6160248
FALHA OU MAU FUNCIONAMENTO DE SISTEMA / COMPONENTE	589	11.4	3288	63.6346042
ESTOURO DE PNEU	571	11.1	1896	36.6944068
PERDA DE CONTROLE NO SOLO	313	6.1	4624	89.4910006
COM TREM DE POUSO	295	5.7	1246	24.1145733
PERDA DE CONTROLE EM VOO	293	5.7	4311	83.4333269
OUTROS	244	4.7	3859	74.6855042
COLISÃO COM AVE	198	3.8	512	9.9090381
COLISÃO COM OBSTÁCULO DURANTE A DECOLAGEM E POUSO	168	3.3	702	13.5862202

Category	Frequency	Percentage	Cumulative.Frequency	Cumulative.Percentage
2 TIPOS DE OCORRÊNCIA	166	3.2	167	3.2320495
INDETERMINADO	125	2.4	3527	68.2601123
POUSO BRUSCO	90	1.7	4731	91.5618347
COLISÃO COM OBSTÁCULOS NO SOLO	86	1.7	788	15.2506290
PANE SECA	86	1.7	3945	76.3499129
POUSO EM LOCAL NÃO PREVISTO	86	1.7	4817	93.2262435
CAUSADO POR FENÔMENO METEOROLÓGICO EM VOO	82	1.6	288	5.5738339
POUSO SEM TREM	77	1.5	4947	95.7422102
TRÁFEGO AÉREO	77	1.5	5066	98.0452874
EXCURSÃO DE PISTA	76	1.5	1972	38.1652797
OPERAÇÃO A BAIXA ALTITUDE	71	1.4	3606	69.7890459
COM PARA-BRISAS / JANELA / PORTA	67	1.3	933	18.0568996
POUSO LONGO	53	1.0	4870	94.2519837
VAZAMENTO DE OUTROS FLUIDOS	48	0.9	5136	99.4000387
PERDA DE COMPONENTE EM VOO	46	0.9	3995	77.3175924
DESCOMPRESSÃO NÃO INTENCIONAL / EXPLOSIVA	40	0.8	1320	25.5467389
F.O.D.	39	0.8	2012	38.9394233
VOO CONTROLADO CONTRA O TERRENO	31	0.6	5167	100.0000000
FALHA OU MAU FUNCIONAMENTO DO MOTOR	29	0.6	3317	64.1958583
FUMAÇA NA CABINE	25	0.5	3375	65.3183666
FALHA DO MOTOR NO SOLO	24	0.5	2691	52.0805109
COLISÃO COM FAUNA	22	0.4	534	10.3348171
COM COMANDOS DE VOO	22	0.4	839	16.2376621
PERDA DE COMPONENTE NO SOLO	21	0.4	4016	77.7240178
COM HÉLICE	20	0.4	859	16.6247339
INCURSÃO EM PISTA	20	0.4	3402	65.8409135
FOGO NO SOLO	18	0.3	3341	64.6603445
POUSO ANTES DA PISTA	15	0.3	4640	89.8006580
ALARME FALSO DE FOGO OU DE SUPERAQUECIMENTO	14	0.3	206	3.9868396
SOPRO DE REATOR	14	0.3	4972	96.2260499
SUPERAQUECIMENTO	14	0.3	4989	96.5550610
VAZAMENTO DE COMBUSTÍVEL	14	0.3	5088	98.4710664
COLISÃO COM AERONAVE NO SOLO	13	0.3	314	6.0770273
AERONAVE ATINGIDA POR OBJETO	12	0.2	192	3.7158893
CAUSADO POR FENÔMENO METEOROLÓGICO NO SOLO	12	0.2	300	5.8060770
COM ROTOR	11	0.2	949	18.3665570
COMBUSTÍVEL	10	0.2	1256	24.3081092
COLISÃO DE AERONAVES EM VOO	9	0.2	797	15.4248113
COLISÃO DE VEÍCULO COM AERONAVE	9	0.2	806	15.5989936
CONTATO ANORMAL COM A PISTAA	9	0.2	1269	24.5597058
OPERAÇÕES NO SOLO	9	0.2	3615	69.9632282
PROBLEMAS FISIOLÓGICOS	9	0.2	4956	95.9163925
FALHA ESTRUTURAL	8	0.2	2699	52.2353397
MANOBRA ABRUPTA	8	0.2	3535	68.4149410
TURBULÊNCIA	8	0.2	5074	98.2001161
3 TIPOS DE OCORRÊNCIA	7	0.1	174	3.3675247
COM CARGAS EXTERNAS	7	0.1	817	15.8118831
FOGO/FUMAÇA (SEM IMPACTO)	7	0.1	3348	64.7958196
AERÓDROMO	6	0.1	180	3.4836462
CORTE INVOLUNTÁRIO DO MOTOR	6	0.1	1280	24.7725953
FOGO EM VOO	6	0.1	3323	64.3119799
COM PESSOAL EM VOO	5	0.1	938	18.1536675
CORTANTE DE VENTO / TEMPESTADE	5	0.1	1274	24.6564738
DESORIENTAÇÃO ESPACIAL	5	0.1	1325	25.6435069
GERENCIAMENTO DE TRÁFEGO AÉREO (ATM) / SERVIÇO	5	0.1	3380	65.4151345
DE COMUNICAÇÃO NAVEGAÇÃO, OU VIGILÂNCIA (CNS)				
COM LANÇAMENTO DE CARGA	4	0.1	863	16.7021482
CONTATO ANORMAL COM A PISTA	4	0.1	1260	24.3855235

Category	Frequency	Percentage	Cumulative.Frequency	Cumulative.Percentage
PERDA DA CONSCIÊNCIA	4	0.1	3949	76.4273273
COM LANÇAMENTO DE PESSOAS	3	0.1	866	16.7602090
SOPRO DE ROTOR	3	0.1	4975	96.2841107
COLISÃO EM VOO COM OBSTÁCULO	2	0.0	808	15.6377008
COLISÃO NO SOLO	2	0.0	810	15.6764080
COM TRANSPORTE DE CARGA	2	0.0	951	18.4052642
FORMAÇÃO DE GELO	2	0.0	3350	64.8345268
PERDA DE CONDIÇÕES DE SUSTENTAÇÃO EM ROTA	2	0.0	4018	77.7627250
CAUSADO POR RICOCHETE	1	0.0	1	0.0193536
EXPLOSÃO	1	0.0	301	5.8254306
HIPÓXIA	1	0.0	1973	38.1846332
IMC NÃO INTENCIONAL	1	0.0	3381	65.4344881
PERDA DE SEPARAÇÃO / COLISÃO EM VOO	1	0.0	3382	65.4538417
POUSO AQUÉM/ALÉM DA PISTA	1	0.0	4625	89.5103542
REBOQUE DE PLANADOR	1	0.0	4641	89.8200116
RELACIONADO COM SECURITY	1	0.0	4957	95.9357461
	1	0.0	4958	95.9550997

Cria gráfico

```
#source('funcoes_auxiliares/funcoes_analiseunivariada.R',encoding="UTF-8")
ggplot2_p_oco_oco_oco_tipo_new <- grafico_tab_frequencia2(
  table_count_prop = p_oco_oco_oco_tipo_new,
  nome_variavel = 'oco_oco_oco_tipo_new',
  cor_grafico = '#77C6D9',
  size = 5,
  tx1 = 1.5,
  tx2 = 1.2
)

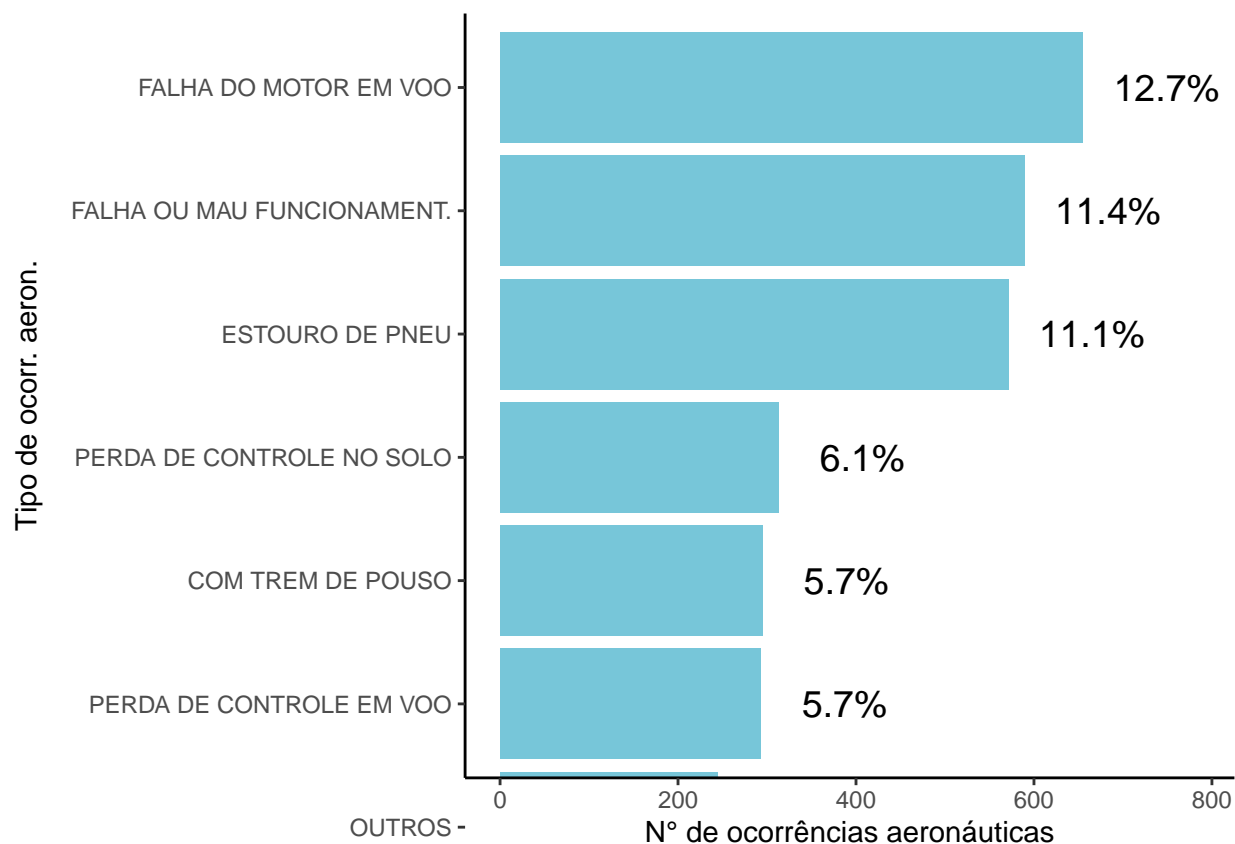
ggplot2_p_oco_oco_oco_tipo_new <- ggplot2_p_oco_oco_oco_tipo_new +
  gg::scale_x_discrete(
    labels = function(x) {
      is_long <- bs::nchar(x) > 25
      x[is_long] <- bs::paste0(bs::substr(x[is_long], 1, 25), ".")
      x
    }
  ) +
  gg::coord_flip(xlim=c(p_oco_oco_oco_tipo_new[['Category']][1],
    p_oco_oco_oco_tipo_new[['Category']][6])) +
  gg::xlab('Tipo de ocorr. aeron.') +
  gg::ylab('Nº de ocorrências aeronáuticas')
```

Salva gráfico

```
#source('funcoes_auxiliares/salva_grafico.R', encoding = "UTF-8")
salva_grafico(ggplot2_grafico = ggplot2_p_oco_oco_oco_tipo_new)
```

Leitura gráfico

```
#source('funcoes_auxiliares/leitura_grafico.R', encoding = "UTF-8")
leitura_grafico(ggplot2_grafico = ggplot2_p_oco_oco_oco_tipo_new)
```



```
p_ocr_ocorrencia_tipo_new_classif <- calcula_tab_frequencia_bivariada_dplyr(ocorrencia_ocr_ocr_tipo_aux2,
  `ocorrencia_tipo_new`,
  `ocorrencia_classificacao`)

p_ocr_ocorrencia_tipo_new_classif <- p_ocr_ocorrencia_tipo_new_classif %>%
  dp::arrange(match(`ocorrencia_tipo_new`, p_ocr_ocorrencia_tipo_new[['Category']]))
p_ocr_ocorrencia_tipo_new_classif$`Percentage` <- bs::round(p_ocr_ocorrencia_tipo_new_classif$`Percentage`,1)
p_ocr_ocorrencia_tipo_new_classif[['ocorrencia_tipo_new']] <- fc::fct_rev(fc::fct_inorder(
  p_ocr_ocorrencia_tipo_new_classif[['ocorrencia_tipo_new']]))
)

if (kn::is_html_output()) {
  p_ocr_ocorrencia_tipo_new_classif
} else {
  p_ocr_ocorrencia_tipo_new_classif %>% kn::kable()
}
```

ocorrencia_tipo_new	ocorrencia_classificacao	Frequency	sum_Frequency	Percentage
FALHA DO MOTOR EM VOO	ACIDENTE	332	655	50.7
FALHA DO MOTOR EM VOO	INCIDENTE	230	655	35.1
FALHA DO MOTOR EM VOO	INCIDENTE GRAVE	93	655	14.2
FALHA OU MAU FUNCIONAMENTO DE SISTEMA / COMPONENTE	ACIDENTE	37	589	6.3
FALHA OU MAU FUNCIONAMENTO DE SISTEMA / COMPONENTE	INCIDENTE	539	589	91.5
FALHA OU MAU FUNCIONAMENTO DE SISTEMA / COMPONENTE	INCIDENTE GRAVE	13	589	2.2
ESTOURO DE PNEU	ACIDENTE	4	571	0.7
ESTOURO DE PNEU	INCIDENTE	558	571	97.7
ESTOURO DE PNEU	INCIDENTE GRAVE	9	571	1.6

ocorrencia_tipo_new	ocorrencia_classificacao	frequency	sum_Frequency	Percentage
PERDA DE CONTROLE NO SOLO	ACIDENTE	147	313	47.0
PERDA DE CONTROLE NO SOLO	INCIDENTE	73	313	23.3
PERDA DE CONTROLE NO SOLO	INCIDENTE	93	313	29.7
	GRAVE			
COM TREM DE POUSO	ACIDENTE	47	295	15.9
COM TREM DE POUSO	INCIDENTE	143	295	48.5
COM TREM DE POUSO	INCIDENTE	105	295	35.6
	GRAVE			
PERDA DE CONTROLE EM VOO	ACIDENTE	282	293	96.2
PERDA DE CONTROLE EM VOO	INCIDENTE	11	293	3.8
	GRAVE			
OUTROS	ACIDENTE	47	244	19.3
OUTROS	INCIDENTE	181	244	74.2
OUTROS	INCIDENTE	16	244	6.6
	GRAVE			
COLISÃO COM AVE	ACIDENTE	2	198	1.0
COLISÃO COM AVE	INCIDENTE	193	198	97.5
COLISÃO COM AVE	INCIDENTE	3	198	1.5
	GRAVE			
COLISÃO COM OBSTÁCULO DURANTE A DECOLAGEM E POUSO	ACIDENTE	117	168	69.6
COLISÃO COM OBSTÁCULO DURANTE A DECOLAGEM E POUSO	INCIDENTE	29	168	17.3
COLISÃO COM OBSTÁCULO DURANTE A DECOLAGEM E POUSO	INCIDENTE	22	168	13.1
	GRAVE			
2 TIPOS DE OCORRÊNCIA	ACIDENTE	104	166	62.7
2 TIPOS DE OCORRÊNCIA	INCIDENTE	13	166	7.8
2 TIPOS DE OCORRÊNCIA	INCIDENTE	49	166	29.5
	GRAVE			
INDETERMINADO	ACIDENTE	108	125	86.4
INDETERMINADO	INCIDENTE	10	125	8.0
INDETERMINADO	INCIDENTE	7	125	5.6
	GRAVE			
POUSO BRUSCO	ACIDENTE	35	90	38.9
POUSO BRUSCO	INCIDENTE	42	90	46.7
POUSO BRUSCO	INCIDENTE	13	90	14.4
	GRAVE			
COLISÃO COM OBSTÁCULOS NO SOLO	ACIDENTE	19	86	22.1
COLISÃO COM OBSTÁCULOS NO SOLO	INCIDENTE	64	86	74.4
COLISÃO COM OBSTÁCULOS NO SOLO	INCIDENTE	3	86	3.5
	GRAVE			
PANE SECA	ACIDENTE	61	86	70.9
PANE SECA	INCIDENTE	6	86	7.0
PANE SECA	INCIDENTE	19	86	22.1
	GRAVE			
POUSO EM LOCAL NÃO PREVISTO	ACIDENTE	21	86	24.4
POUSO EM LOCAL NÃO PREVISTO	INCIDENTE	39	86	45.3
POUSO EM LOCAL NÃO PREVISTO	INCIDENTE	26	86	30.2
	GRAVE			
CAUSADO POR FENÔMENO METEOROLÓGICO EM VOO	ACIDENTE	11	82	13.4
CAUSADO POR FENÔMENO METEOROLÓGICO EM VOO	INCIDENTE	70	82	85.4
CAUSADO POR FENÔMENO METEOROLÓGICO EM VOO	INCIDENTE	1	82	1.2
	GRAVE			
POUSO SEM TREM	ACIDENTE	25	77	32.5
POUSO SEM TREM	INCIDENTE	9	77	11.7
POUSO SEM TREM	INCIDENTE	43	77	55.8
	GRAVE			
TRÁFEGO AÉREO	ACIDENTE	1	77	1.3

ocorrencia_tipo_new	ocorrencia_classificacao	Frequency	sum_Frequency	Percentage
TRÁFEGO AÉREO	INCIDENTE	62	77	80.5
TRÁFEGO AÉREO	INCIDENTE	14	77	18.2
	GRAVE			
EXCURSÃO DE PISTA	ACIDENTE	33	76	43.4
EXCURSÃO DE PISTA	INCIDENTE	9	76	11.8
EXCURSÃO DE PISTA	INCIDENTE	34	76	44.7
	GRAVE			
OPERAÇÃO A BAIXA ALTITUDE	ACIDENTE	46	71	64.8
OPERAÇÃO A BAIXA ALTITUDE	INCIDENTE	7	71	9.9
OPERAÇÃO A BAIXA ALTITUDE	INCIDENTE	18	71	25.4
	GRAVE			
COM PARA-BRISAS / JANELA / PORTA	ACIDENTE	2	67	3.0
COM PARA-BRISAS / JANELA / PORTA	INCIDENTE	61	67	91.0
COM PARA-BRISAS / JANELA / PORTA	INCIDENTE	4	67	6.0
	GRAVE			
POUSO LONGO	ACIDENTE	30	53	56.6
POUSO LONGO	INCIDENTE	7	53	13.2
POUSO LONGO	INCIDENTE	16	53	30.2
	GRAVE			
VAZAMENTO DE OUTROS FLUIDOS	INCIDENTE	46	48	95.8
VAZAMENTO DE OUTROS FLUIDOS	INCIDENTE	2	48	4.2
	GRAVE			
PERDA DE COMPONENTE EM VOO	ACIDENTE	11	46	23.9
PERDA DE COMPONENTE EM VOO	INCIDENTE	28	46	60.9
PERDA DE COMPONENTE EM VOO	INCIDENTE	7	46	15.2
	GRAVE			
DESCOMPRESSÃO NÃO INTENCIONAL / EXPLOSIVA	INCIDENTE	36	40	90.0
DESCOMPRESSÃO NÃO INTENCIONAL / EXPLOSIVA	INCIDENTE	4	40	10.0
	GRAVE			
F.O.D.	INCIDENTE	38	39	97.4
F.O.D.	INCIDENTE	1	39	2.6
	GRAVE			
VOO CONTROLADO CONTRA O TERRENO	ACIDENTE	29	31	93.5
VOO CONTROLADO CONTRA O TERRENO	INCIDENTE	2	31	6.5
	GRAVE			
FALHA OU MAU FUNCIONAMENTO DO MOTOR	ACIDENTE	2	29	6.9
FALHA OU MAU FUNCIONAMENTO DO MOTOR	INCIDENTE	22	29	75.9
FALHA OU MAU FUNCIONAMENTO DO MOTOR	INCIDENTE	5	29	17.2
	GRAVE			
FUMAÇA NA CABINE	ACIDENTE	1	25	4.0
FUMAÇA NA CABINE	INCIDENTE	22	25	88.0
FUMAÇA NA CABINE	INCIDENTE	2	25	8.0
	GRAVE			
FALHA DO MOTOR NO SOLO	ACIDENTE	1	24	4.2
FALHA DO MOTOR NO SOLO	INCIDENTE	22	24	91.7
FALHA DO MOTOR NO SOLO	INCIDENTE	1	24	4.2
	GRAVE			
COLISÃO COM FAUNA	ACIDENTE	6	22	27.3
COLISÃO COM FAUNA	INCIDENTE	14	22	63.6
COLISÃO COM FAUNA	INCIDENTE	2	22	9.1
	GRAVE			
COM COMANDOS DE VOO	ACIDENTE	8	22	36.4
COM COMANDOS DE VOO	INCIDENTE	12	22	54.5
COM COMANDOS DE VOO	INCIDENTE	2	22	9.1
	GRAVE			
PERDA DE COMPONENTE NO SOLO	ACIDENTE	2	21	9.5
PERDA DE COMPONENTE NO SOLO	INCIDENTE	16	21	76.2
PERDA DE COMPONENTE NO SOLO	INCIDENTE	3	21	14.3
	GRAVE			

ocorrencia_tipo_new	ocorrencia_classificacao	Frequency	sum_Frequency	Percentage
COM HÉLICE	ACIDENTE	9	20	45.0
COM HÉLICE	INCIDENTE	7	20	35.0
COM HÉLICE	INCIDENTE	4	20	20.0
	GRAVE			
INCURSÃO EM PISTA	ACIDENTE	4	20	20.0
INCURSÃO EM PISTA	INCIDENTE	11	20	55.0
INCURSÃO EM PISTA	INCIDENTE	5	20	25.0
	GRAVE			
FOGO NO SOLO	ACIDENTE	3	18	16.7
FOGO NO SOLO	INCIDENTE	11	18	61.1
FOGO NO SOLO	INCIDENTE	4	18	22.2
	GRAVE			
POUSO ANTES DA PISTA	ACIDENTE	12	15	80.0
POUSO ANTES DA PISTA	INCIDENTE	3	15	20.0
	GRAVE			
ALARME FALSO DE FOGO OU DE SUPERAQUECIMENTO	ACIDENTE	1	14	7.1
ALARME FALSO DE FOGO OU DE SUPERAQUECIMENTO	INCIDENTE	13	14	92.9
SOPRO DE REATOR	INCIDENTE	14	14	100.0
SUPERAQUECIMENTO	ACIDENTE	1	14	7.1
SUPERAQUECIMENTO	INCIDENTE	13	14	92.9
VAZAMENTO DE COMBUSTÍVEL	INCIDENTE	14	14	100.0
COLISÃO COM AERONAVE NO SOLO	ACIDENTE	4	13	30.8
COLISÃO COM AERONAVE NO SOLO	INCIDENTE	8	13	61.5
COLISÃO COM AERONAVE NO SOLO	INCIDENTE	1	13	7.7
	GRAVE			
AERONAVE ATINGIDA POR OBJETO	ACIDENTE	1	12	8.3
AERONAVE ATINGIDA POR OBJETO	INCIDENTE	11	12	91.7
CAUSADO POR FENÔMENO METEOROLÓGICO NO SOLO	ACIDENTE	6	12	50.0
CAUSADO POR FENÔMENO METEOROLÓGICO NO SOLO	INCIDENTE	4	12	33.3
CAUSADO POR FENÔMENO METEOROLÓGICO NO SOLO	INCIDENTE	2	12	16.7
	GRAVE			
COM ROTOR	ACIDENTE	3	11	27.3
COM ROTOR	INCIDENTE	7	11	63.6
COM ROTOR	INCIDENTE	1	11	9.1
	GRAVE			
COMBUSTÍVEL	ACIDENTE	4	10	40.0
COMBUSTÍVEL	INCIDENTE	1	10	10.0
COMBUSTÍVEL	INCIDENTE	5	10	50.0
	GRAVE			
COLISÃO DE AERONAVES EM VOO	ACIDENTE	4	9	44.4
COLISÃO DE AERONAVES EM VOO	INCIDENTE	2	9	22.2
COLISÃO DE AERONAVES EM VOO	INCIDENTE	3	9	33.3
	GRAVE			
COLISÃO DE VEÍCULO COM AERONAVE	ACIDENTE	1	9	11.1
COLISÃO DE VEÍCULO COM AERONAVE	INCIDENTE	7	9	77.8
COLISÃO DE VEÍCULO COM AERONAVE	INCIDENTE	1	9	11.1
	GRAVE			
CONTATO ANORMAL COM A PISTAA	ACIDENTE	1	9	11.1
CONTATO ANORMAL COM A PISTAA	INCIDENTE	6	9	66.7
CONTATO ANORMAL COM A PISTAA	INCIDENTE	2	9	22.2
	GRAVE			
OPERAÇÕES NO SOLO	ACIDENTE	1	9	11.1
OPERAÇÕES NO SOLO	INCIDENTE	8	9	88.9
PROBLEMAS FISIOLÓGICOS	ACIDENTE	2	9	22.2
PROBLEMAS FISIOLÓGICOS	INCIDENTE	6	9	66.7
PROBLEMAS FISIOLÓGICOS	INCIDENTE	1	9	11.1
	GRAVE			
FALHA ESTRUTURAL	ACIDENTE	6	8	75.0

ocorrencia_tipo_new	ocorrencia_classificacao	frequency	sum_Frequency	Percentage
FALHA ESTRUTURAL	INCIDENTE	1	8	12.5
FALHA ESTRUTURAL	INCIDENTE	1	8	12.5
	GRAVE			
MANOBRA ABRUPTA	ACIDENTE	1	8	12.5
MANOBRA ABRUPTA	INCIDENTE	4	8	50.0
MANOBRA ABRUPTA	INCIDENTE	3	8	37.5
	GRAVE			
TURBULÊNCIA	ACIDENTE	2	8	25.0
TURBULÊNCIA	INCIDENTE	6	8	75.0
3 TIPOS DE OCORRÊNCIA	ACIDENTE	4	7	57.1
3 TIPOS DE OCORRÊNCIA	INCIDENTE	2	7	28.6
3 TIPOS DE OCORRÊNCIA	INCIDENTE	1	7	14.3
	GRAVE			
COM CARGAS EXTERNAS	ACIDENTE	1	7	14.3
COM CARGAS EXTERNAS	INCIDENTE	6	7	85.7
FOGO/FUMAÇA (SEM IMPACTO)	INCIDENTE	6	7	85.7
FOGO/FUMAÇA (SEM IMPACTO)	INCIDENTE	1	7	14.3
	GRAVE			
AERÓDROMO	ACIDENTE	1	6	16.7
AERÓDROMO	INCIDENTE	3	6	50.0
AERÓDROMO	INCIDENTE	2	6	33.3
	GRAVE			
CORTE INVOLUNTÁRIO DO MOTOR	ACIDENTE	3	6	50.0
CORTE INVOLUNTÁRIO DO MOTOR	INCIDENTE	3	6	50.0
FOGO EM VOO	ACIDENTE	1	6	16.7
FOGO EM VOO	INCIDENTE	3	6	50.0
FOGO EM VOO	INCIDENTE	2	6	33.3
	GRAVE			
COM PESSOAL EM VOO	ACIDENTE	3	5	60.0
COM PESSOAL EM VOO	INCIDENTE	2	5	40.0
CORTANTE DE VENTO / TEMPESTADE	INCIDENTE	5	5	100.0
DESORIENTAÇÃO ESPACIAL	ACIDENTE	4	5	80.0
DESORIENTAÇÃO ESPACIAL	INCIDENTE	1	5	20.0
	GRAVE			
GERENCIAMENTO DE TRÁFEGO AÉREO (ATM) / SERVIÇO DE	INCIDENTE	5	5	100.0
COMUNICAÇÃO NAVEGAÇÃO, OU VIGILÂNCIA (CNS)				
COM LANÇAMENTO DE CARGA	INCIDENTE	4	4	100.0
CONTATO ANORMAL COM A PISTA	INCIDENTE	3	4	75.0
CONTATO ANORMAL COM A PISTA	INCIDENTE	1	4	25.0
	GRAVE			
PERDA DA CONSCIÊNCIA	ACIDENTE	2	4	50.0
PERDA DA CONSCIÊNCIA	INCIDENTE	1	4	25.0
PERDA DA CONSCIÊNCIA	INCIDENTE	1	4	25.0
	GRAVE			
COM LANÇAMENTO DE PESSOAS	ACIDENTE	2	3	66.7
COM LANÇAMENTO DE PESSOAS	INCIDENTE	1	3	33.3
SOPRO DE ROTOR	INCIDENTE	3	3	100.0
COLISÃO EM VOO COM OBSTÁCULO	ACIDENTE	2	2	100.0
COLISÃO NO SOLO	ACIDENTE	1	2	50.0
COLISÃO NO SOLO	INCIDENTE	1	2	50.0
COM TRANSPORTE DE CARGA	INCIDENTE	2	2	100.0
FORMAÇÃO DE GELO	ACIDENTE	1	2	50.0
FORMAÇÃO DE GELO	INCIDENTE	1	2	50.0
PERDA DE CONDIÇÕES DE SUSTENTAÇÃO EM ROTA	ACIDENTE	1	2	50.0
PERDA DE CONDIÇÕES DE SUSTENTAÇÃO EM ROTA	INCIDENTE	1	2	50.0
	GRAVE			
	ACIDENTE	1	1	100.0
CAUSADO POR RICOCHETE	INCIDENTE	1	1	100.0

ocorrencia_tipo_new	ocorrencia_classificacao	Frequency	sum_Frequency	Percentage
EXPLOÇÃO	INCIDENTE	1	1	100.0
HIPÓXIA	INCIDENTE	1	1	100.0
	GRAVE			
IMC NÃO INTENCIONAL	ACIDENTE	1	1	100.0
PERDA DE SEPARAÇÃO / COLISÃO EM VOO	INCIDENTE	1	1	100.0
POUSO AQUÉM/ALÉM DA PISTA	ACIDENTE	1	1	100.0
REBOQUE DE PLANADOR	ACIDENTE	1	1	100.0
RELACIONADO COM SECURITY	INCIDENTE	1	1	100.0
	GRAVE			

```
ggplot2_ocor_ocorrencia_tipo_new_classif1 <- grafico_tab_frequencia_bivariada2(
  p_ocor_ocorrencia_tipo_new_classif,
  "ocorrencia_classificacao",
  "ocorrencia_tipo_new",
  tx1 = 1.2,
  tx2 = 1.3,
  size = 3,
  legend = TRUE
) + gg::scale_fill_discrete(name = "Classif. ocor. aeron.") +
  gg::theme(legend.position="top") +
  gg::coord_flip(xlim=c(p_ocor_ocorrencia_tipo_new_classif[['ocorrencia_tipo_new']][1],
    p_ocor_ocorrencia_tipo_new_classif[['ocorrencia_tipo_new']][20])) +
  gg::scale_x_discrete(
    labels = function(x) {
      is_long <- bs::nchar(x) > 20
      x[is_long] <- bs::paste0(bs::substr(x[is_long], 1, 20), ".")
      x
    }
  ) +
  gg::ylab("N° de ocorrências aeronáuticas") +
  gg::xlab("Tipo de ocorr. aeron.")
```

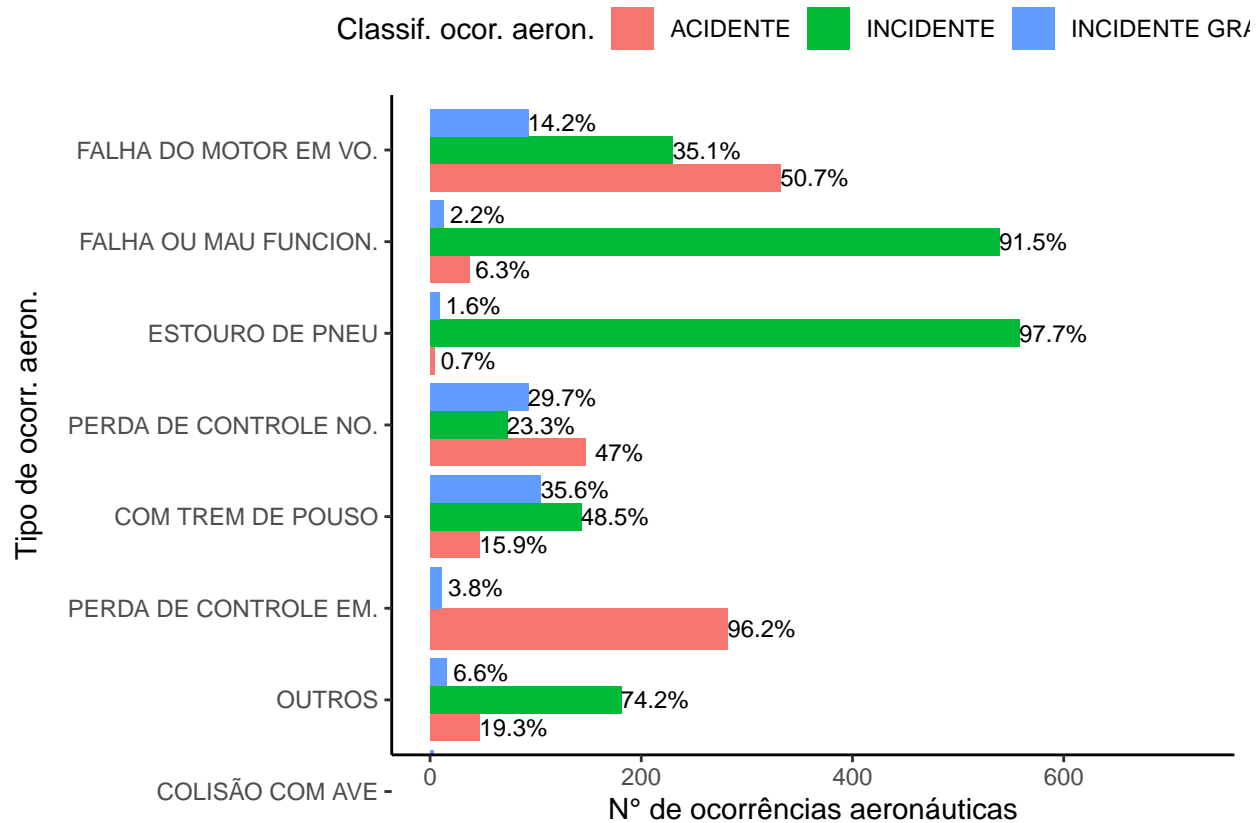
```
## [1] "Para retirar as porcentagens, use size = 0!"
```

```
##### Salva gráfico
```

```
#source('funcoes_auxiliares/salva_grafico.R', encoding = "UTF-8")
salva_grafico(ggplot2_grafico = ggplot2_ocor_ocorrencia_tipo_new_classif1, y=1.075)
```

```
##### Leitura gráfico
```

```
#source('funcoes_auxiliares/leitura_grafico.R', encoding = "UTF-8")
leitura_grafico(ggplot2_grafico = ggplot2_ocor_ocorrencia_tipo_new_classif1)
```



```
ggplot2_ocor_ocorrencia_tipo_new_classif2 <- grafico_tab_frequencia_bivariada3(
  p_ocor_ocorrencia_tipo_new_classif,
  "ocorrencia_classificacao",
  "ocorrencia_tipo_new",
  size = 2,
  tx1 = 0.025,
  tx2 = 0.00025,
  legend=FALSE
) + gg::scale_fill_discrete(name = "Classif. ocor. aeron.") +
  gg::theme(legend.position="top") +
  gg::coord_flip(xlim=c(p_ocor_ocorrencia_tipo_new_classif[['ocorrencia_tipo_new']][1],
    p_ocor_ocorrencia_tipo_new_classif[['ocorrencia_tipo_new']][20])) +
  gg::scale_x_discrete(
    labels = function(x) {
      is_long <- bs::nchar(x) > 20
      x[is_long] <- bs::paste0(bs::substr(x[is_long], 1, 20), ".")
      x
    }
  ) +
  gg::ylab('Proporção de ocorrências aeronáuticas') +
  gg::xlab('Tipo de ocorr. aeron.')
#
```

```
p_ocor_ocorrencia_tipo_new_classif3 <- p_ocor_ocorrencia_tipo_new_classif
aux <- p_ocor_ocorrencia_tipo_new_classif3 %>%
  dp::filter(`ocorrencia_classificacao` == "ACIDENTE") %>%
  dp::arrange(dplyr::desc(`Percentage`)) %>%
  dp::pull(ocorrencia_tipo_new)
p_ocor_ocorrencia_tipo_new_classif3 <- p_ocor_ocorrencia_tipo_new_classif3 %>%
  dplyr::arrange(match(`ocorrencia_tipo_new`, aux)) %>%
  dp::mutate(`ocorrencia_tipo_new` = bs::as.character(`ocorrencia_tipo_new`)) %>%
  dp::mutate(`ocorrencia_tipo_new` = bs::ifelse(`ocorrencia_tipo_new` == "", "NULL",
    `ocorrencia_tipo_new`)) %>%
  dp::mutate(`ocorrencia_tipo_new` = fc::fct_rev(fc::fct_inorder(`ocorrencia_tipo_new`)))
```

```

ggplot2_ocor_ocorrencia_tipo_new_classif3 <- grafico_tab_frequencia_bivariada3(
  p_ocor_ocorrencia_tipo_new_classif3,
  "ocorrencia_classificacao",
  "ocorrencia_tipo_new",
  size = 1.8,
  tx1 = 0.025,
  tx2 = 0.00025,
  legend=FALSE

) + gg::scale_x_discrete(
  labels = function(k) {
    is_long <- bs::nchar(k) > 19
    k[is_long] <- bs::paste0(bs::substr(k[is_long], 1, 19), ".")
    k
  }
) +
  gg::coord_flip(
    xlim = bs::c(
      p_ocor_ocorrencia_tipo_new_classif3[['ocorrencia_tipo_new']][1],
      p_ocor_ocorrencia_tipo_new_classif3[['ocorrencia_tipo_new']][30]
    )
  ) +
  gg::scale_fill_discrete(name = "Classif. ocor. aeron.") +
  gg::theme(legend.position = "top") +
  gg::ylab('Proporção de ocorrências aeronáuticas') +
  gg::xlab('Tipo de ocorr. aeron.')

```

```
##### Salva gráfico
```

```

#source('funcoes_auxiliares/salva_grafico.R', encoding = "UTF-8")
salva_grafico(ggplot2_grafico = ggplot2_ocor_ocorrencia_tipo_new_classif2, y=1.14)

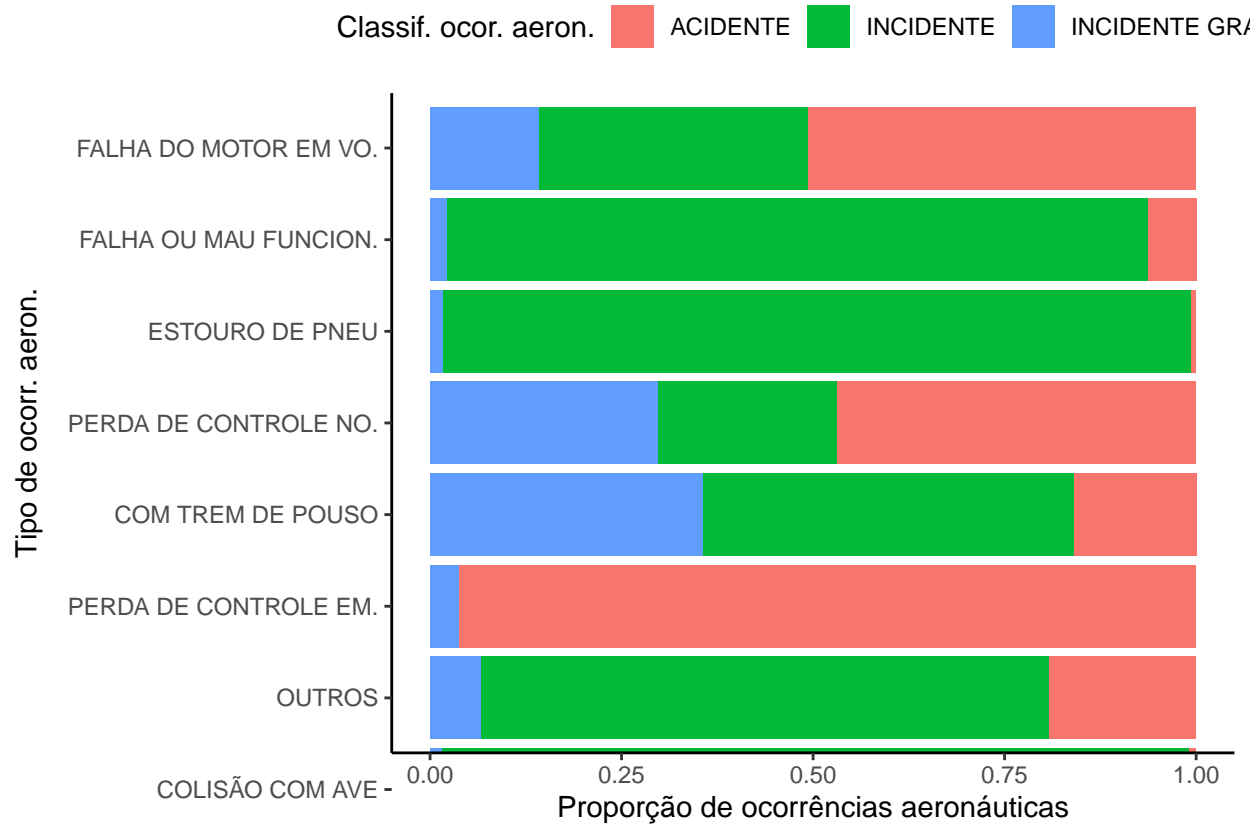
```

```
##### Leitura gráfico
```

```

#source('funcoes_auxiliares/leitura_grafico.R', encoding = "UTF-8")
leitura_grafico(ggplot2_grafico = ggplot2_ocor_ocorrencia_tipo_new_classif2)

```

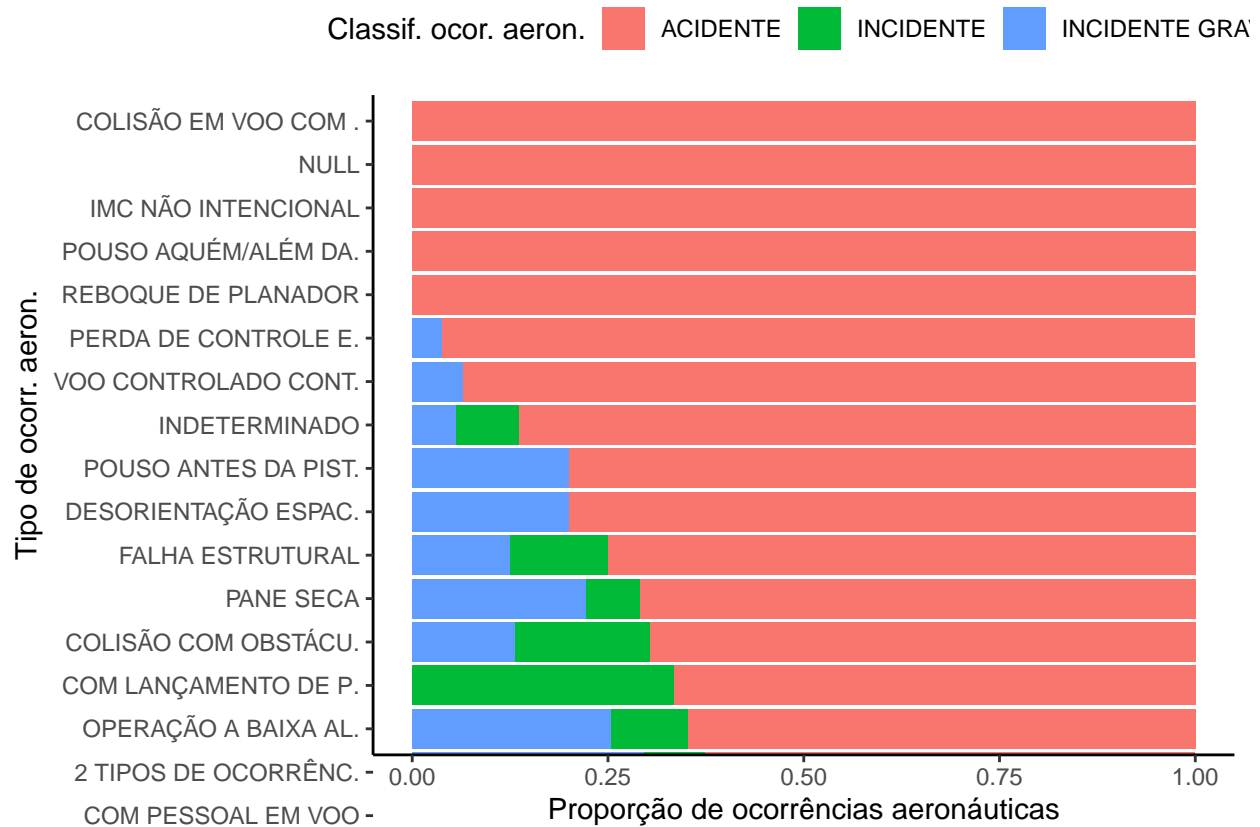


```
##### Salva gráfico

#source('funcoes_auxiliares/salva_grafico.R', encoding = "UTF-8")
salva_grafico(ggplot2_grafico = ggplot2_ocor_ocorrencia_tipo_new_classif3, y=1.14)

##### Leitura gráfico

#source('funcoes_auxiliares/leitura_grafico.R', encoding = "UTF-8")
leitura_grafico(ggplot2_grafico = ggplot2_ocor_ocorrencia_tipo_new_classif3)
```



É possível observar que existem vários tipos de ocorrência, porém alguns tipos são mais propensos a serem classificados como acidentes, tais como: Perda de controle em voo, pane seca, operação a baixa altitude, etc.

Conclusões e insights gerados

Apesar de incidentes (~ 54.4%) ocorrerem mais do que incidentes graves ou acidentes (~ 45.6%), este último número ainda é preocupante. O ideal é que se tenha uma porcentagem mais baixa de incidentes graves e acidentes para que pessoas não sofram qualquer lesão corporal.

É possível perceber que o número absoluto de ocorrências aeronáuticas teve uma queda até o ano de 2016 e voltou a subir a partir desse ano. Nota-se que essa tendência também ocorre nas ocorrências de classificação do tipo “INCIDENTE” e em menor grau na classificação do tipo “INCIDENTE GRAVE”. Comportamento diferente é observado na tendência do número de ocorrências aeronáuticas com classificação do tipo “ACIDENTE” que se manteve em queda desde 2012. Além disso, é importante ressaltar que as somas das frequências relativas de “ACIDENTES” e “INCIDENTES GRAVES” ao longo dos anos variaram com valores mínimo e máximo iguais à 41% em 2013 e 55.2% em 2018, respectivamente.

Naturalmente, pelo fato de existir maior movimentação de aviões em estados de alta atividade econômica, esses mesmos têm as maiores quantidades de ocorrências. Porém, são os estados de MT(~56.9%), RR(~55.6%), e SE(~50%) que têm as maiores proporções de acidentes.

Não se observa uma quantidade maior de ocorrências nas saídas de pista, porém a proporção de ocorrências classificadas como acidentes é maior quando se tem uma ocorrência na saída de pista (51.8% > 30.3%).

É possível observar que existem vários tipos de ocorrência, porém alguns tipos são mais propensos a serem classificados como acidentes, tais como: Perda de controle em voo, pane seca, operação a baixa altitude, etc.

Referências

- A Investigação de acidentes aeronáuticos
- CENIPA - Ocorrências Aeronáuticas na Aviação Civil Brasileira
- tidyverse
- dplyr
- ggplot2
- DBI

- RPostgres
- htmlwidgets
- Plotly
- HighCharts
- HighCharter
- HighCharter Cookbook - Tom Bishop
- R Markdown
- knitr
- yihui/xaringan
- gadenbuie/xaringanthemer
- gadenbuie/xaringanExtra
- Imagem: Ilustração por Allison Horst - Twitter: @allison_horst - Adaptado de Wickham e Grolemund, 2017
- Imagem: Reproducible reports in R