

P3 - Matemática Atuarial Não Vida

Fernando Failla Foschiani

09/02/2022

```
setwd("D:\\Documents\\Unifesp 2020\\2021\\6ºTermo\\Mat-Atu-NaoVida\\P3")
getwd()
```

```
## [1] "D:/Documents/Unifesp 2020/2021/6ºTermo/Mat-Atu-NaoVida/P3"
```

Simulação Com Carteira de Perfil Alto Risco

Essa carteira é composta por uma composição majoritaria de clientes de perfil mais arriscado. Inicialmente será calculado o valor arrecadado nos 12 meses, com base na distribuição de sinistralidade inicial Gamma(9,3), para isso será utilizada o formula de Scol, de forma que o valor arrecadado cubra todos os custos com 99% de confiança.

```
#Definindo Numero de Contratos
N_Contrato = 30000

#lendo a tabela que fornece frequencia de perfil
Tabela_Frequencia = read.csv2('FrequenciaInicial.csv')

#Criando uma coluna dando um Id para cada perfil, de 1 a 18
Tabela_Frequencia$Perfil <- c(1:nrow(Tabela_Frequencia))

#Ordenando a tabela com as maiores frequencias no topo
Tabela_Frequencia <- Tabela_Frequencia[order(Tabela_Frequencia$Freq, decreasing = TRUE),]

# Os perfis mais arriscados estão concentrados nas primeiras linhas então essas receberam mais conrtatos

Tabela_Frequencia$Qtd_Contratos <- 30000 * c(0.15,0.10,0.10,0.05,0.05,0.05,0.05,0.05,0.04,
                                              0.04,0.04,0.04,0.04,0.04,0.04,0.04,0.04)

Tabela_Frequencia$Qtd_Sinistros <- round(Tabela_Frequencia$Qtd_Contratos * Tabela_Frequencia$Freq, digits = 2)
Tabela_Frequencia$LambdaMensal <- round(Tabela_Frequencia$Qtd_Sinistros/12, digits = 2)

# Definindo Função para o Sinistro coletivo

SinistroColetivo = function(x, alpha, beta, lambda, nmax){
  n = 0:nmax
  return(sum(pgamma(x,shape = n*alpha,rate = beta)*dpois(n, lambda)) )
}

#Loop For Para Gerar O Prêmio Coletivo para cada perfil de contrato
```

```
PremioPerfil <- c()

for (i in c(1:nrow(Tabela_Frequencia))) {

PremioPerfil[i] <- uniroot(function(x) SinistroColetivo(x,
                                alpha = 9,
                                beta = 3,
                                lambda = Tabela_Frequencia$LambdaMensal[i],
                                nmax = Tabela_Frequencia$Qtd_Contratos[i])
                                - 0.99,c(1e-8,1e8)) $root

}

Tabela_Frequencia$PremioPerfil <- PremioPerfil

ValorArrecadado <- sum(PremioPerfil)*12
ValorArrecadado
```

```
## [1] 6535.991
```

Mês 4

A partir do mês 4 houveram mudanças na variável exógena Câmbio, com isso modificando a frequência de sinistros de cada perfil, assim afetando diretamente o lambda, além disso, a média da Distribuição de sinistralidades cresceu em 15%, transformando-se assim em uma Gamma(10.5,3).

Para estimar como essas mudanças afetaram a carteira, será simulada a distribuição do sinistro coletivo considerando essas mudanças, a partir disso será possível estimar a nova média mensal de sinistralidade, e assim aplicá-la no modelo de Ruína.

```
FrequenciaM4 <- read.csv2('FrequenciaM4.csv')
#Criando uma coluna dando um Id para cada perfil, de 1 a 18
FrequenciaM4$Perfil <- c(1:nrow(FrequenciaM4))

#Ordenando a tabela com as maiores frequencias no topo
FrequenciaM4 <- FrequenciaM4[order(FrequenciaM4$Freq, decreasing = TRUE),]

# Os perfis mais arriscados estão concentrados nas primeiras linhas então essas receberam mais contratos

FrequenciaM4$Qtd_Contratos <- 30000 * c(0.15,0.10,0.10,0.05,0.05,0.05,0.05,0.05,0.04,
                                         0.04,0.04,0.04,0.04,0.04,0.04,0.04,0.04,0.04)

FrequenciaM4$Qtd_Sinistros <- round(FrequenciaM4$Qtd_Contratos * FrequenciaM4$Freq, digits = 0)
FrequenciaM4$LambdaMensal <- round(FrequenciaM4$Qtd_Sinistros/12, digits = 2)

#Visualizando as diferenças entre os lambdas do m1 e do m4
DiferencaLambdaMensal <- FrequenciaM4$LambdaMensal - Tabela_Frequencia$LambdaMensal

DiferencaLambdaMensal

## [1] 3.50 2.33 2.33 1.17 1.17 1.25 1.17 1.17 0.92 1.00 0.58 0.83
## [13] -0.25 0.00 0.08 -0.25 -0.25 -0.17
```

```

#Vale ressaltar que a freq de determinados perfis diminuíram com o crescimento do cambio

#Agora será calculado o valor médio para sinistralia a partir do M4, porém não sera feito por perfil, m
#Para isso iremos simular a distribuição completa do Sinistro Coletivo

Distr <- c() # Variavel para guardar os valores da distribuição
quantis <- seq(0.0001,0.9999, by = 0.001) # Variavel representando os percentis

#Looping para simular a distribuição do sinistro coletivo, sendo a nova distribuição da severidade uma G

for (i in 1:length(quantis) ) {
Distr[i] <- uniroot(function(x) SinistroColetivo(x,
                                alpha = 10.35,
                                beta = 3,
                                lambda = sum(FrequenciaM4$LambdaMensal),
                                nmax = 30000)
                    - quantis[i],c(1e-8,1e8)) $root
}

library(fitdistrplus) #biblioteca para determinar parametros da distribuição

## Loading required package: MASS

## Loading required package: survival

ParametrosSinistroColetivo <- fitdist(Distr, 'norm')

MediaSinistroM4 <- ParametrosSinistroColetivo$estimate[1]
MediaSinistroM4

##      mean
## 350.6506

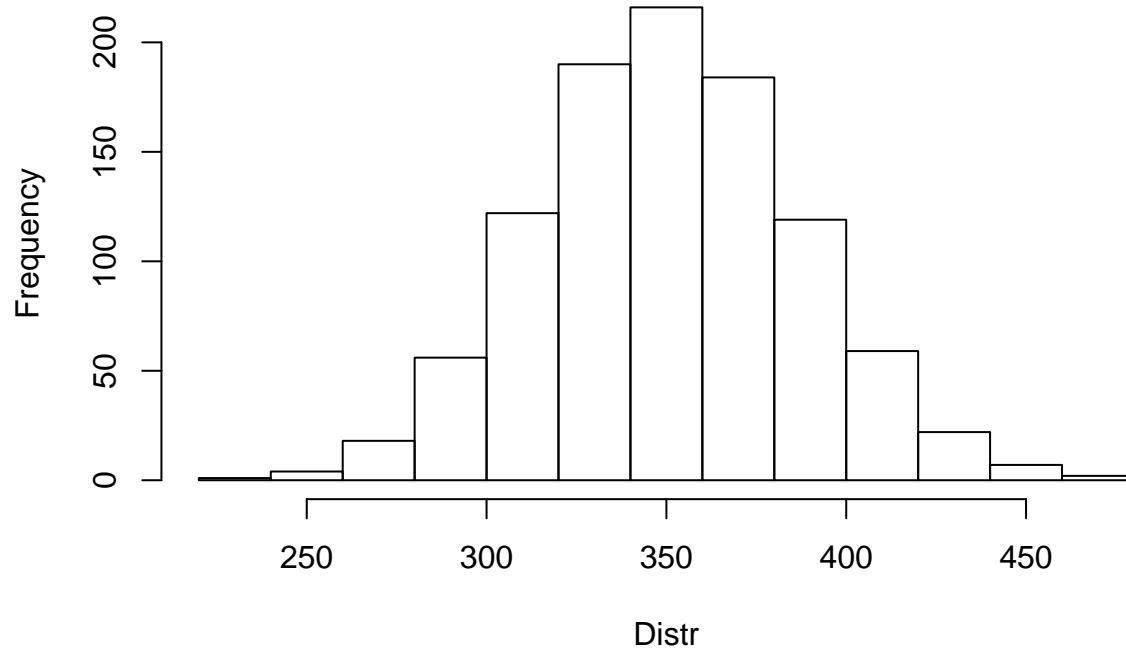
DesvPadM4 <- ParametrosSinistroColetivo$estimate[2]
DesvPadM4

##      sd
## 36.41641

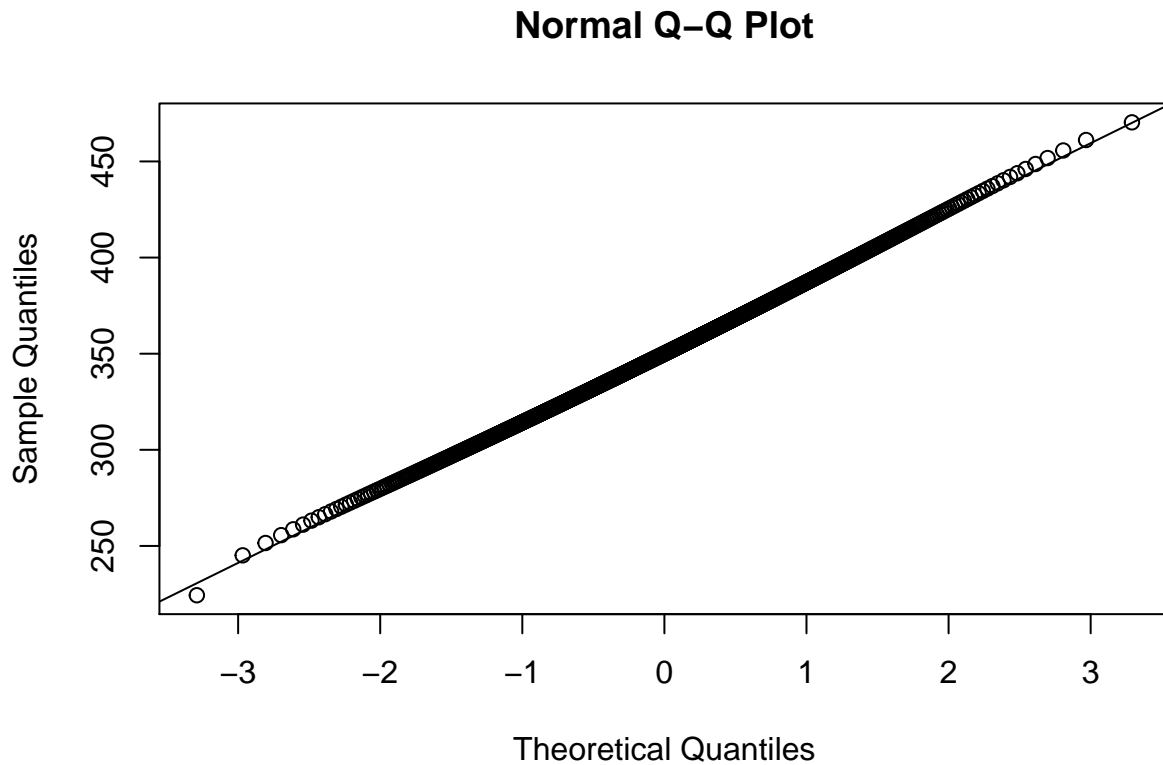
hist(Distr)

```

Histogram of Distr



```
qqnorm(y = Distr)
qqline(Distr)
```



Aplicando o Modelo de Ruína

Tendo em vista que todo o valor de prêmios será arrecadado de uma vez no primeiro mês, usaremos esse valor como capital inicial, a média e o desvio padrão estimados para a distribuição de sinistros do quarto mês, e o período de 12 meses que a carteira deverá suportar.

```
P <- 0
m <- MediaSinistroM4
d <- DesvPadM4
nI=0

Tinsolv=c(1:10000)*0
for(simulacao in 1:10000) {
  Capital=c(1:12)*0
  Capital[1]=ValorArrecadado
  i=1
  while (Capital[i]>0 && i<12) {
    i=i+1
    Capital[i]=Capital[i-1] + P - rnorm(1,m,d)
  }
  if (Capital[i]<0) { nI=nI+1
    Tinsolv[nI]=i }
}
x=Tinsolv[1:nI]
```

Tinsolv

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

```
## [9613] 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
## [9649] 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
## [9685] 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
## [9721] 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
## [9757] 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
## [9793] 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
## [9829] 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
## [9865] 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
## [9901] 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
## [9937] 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
## [9973] 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
```

```
library(tidyverse)
```

```
## -- Attaching packages ----- tidyverse 1.3.1 --
```

```
## v ggplot2 3.3.5      v purrr  0.3.4
## v tibble  3.1.1      v dplyr  1.0.7
## v tidyr   1.1.3      v stringr 1.4.0
## v readr   1.4.0      v forcats 0.5.1
```

```
## -- Conflicts ----- tidyverse_conflicts() --
## x dplyr::filter() masks stats::filter()
## x dplyr::lag()     masks stats::lag()
## x dplyr::select() masks MASS::select()
```

```
library(ggplot2)
```

```
Ruina <- data.frame(Data = c(1:12), Cap = Capital)
```

```
Ruina %>%
```

```
  ggplot(aes(Data,Cap)) +
```

```
  geom_line() +
```

```
  geom_line(aes(x = Data, y = 0 ), lty = 2, color = 'red', size = 1.2) +
```

```
  geom_segment(aes(x = 12, y = 0,xend = 12, yend = Capital[12]), lty = 2, color = "DarkGreen",size = 1.2) +
```

```
  geom_point()+
```

```
  annotate("text",label = "Lucro da Operação", x = 12, y = 1400, angle = 90, vjust = -1, color = 'DarkGreen', fontface = 'bold') +
```

```
  annotate("text",label = "Insolvência", x = 2, y = 0.5 , vjust = -1, color = 'Red', fontface = 'bold') +
```

```
  expand_limits(y = 0)+
```

```
  labs(x = "Mês",
```

```
        y = 'Capital Acumulado da Empresa',
```

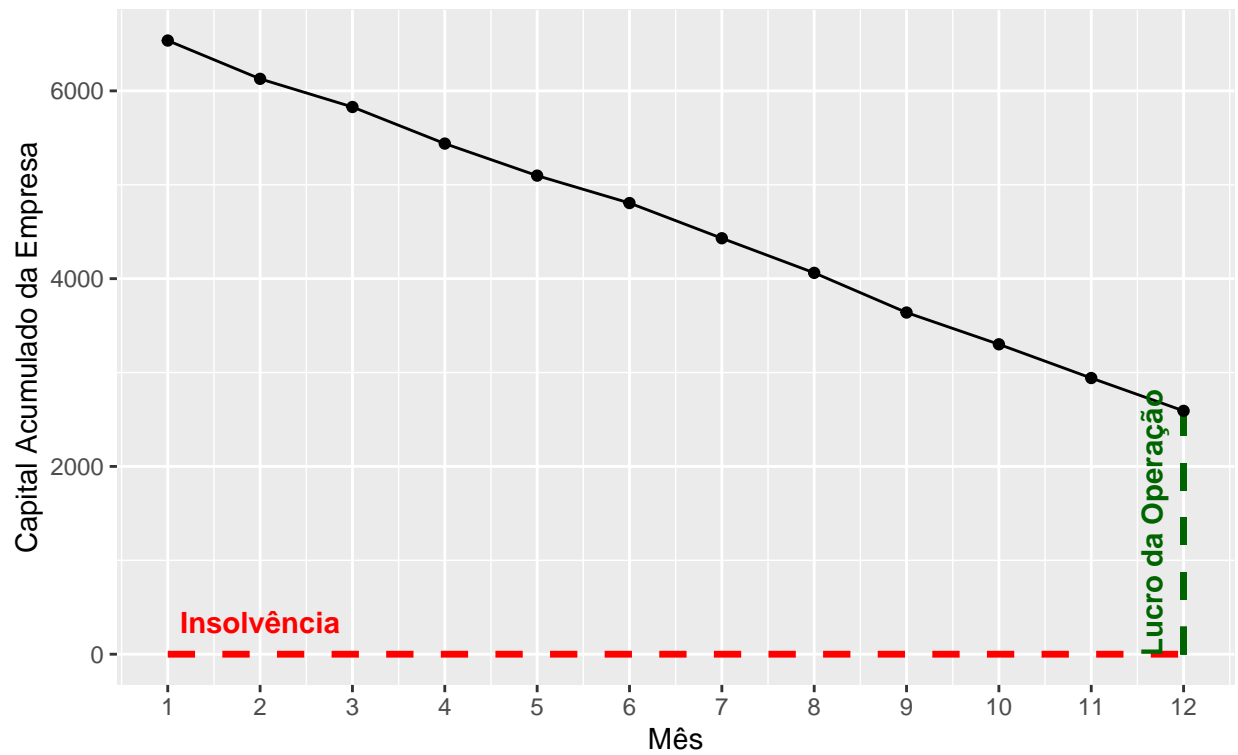
```
        title = 'Simulação Modelo de Ruína',
```

```
        subtitle = paste("Capital Inicial:",round(ValorArrecadado,digits = 2),' Média:',round(MediaSinis
```

```
  scale_x_continuous(breaks = c(1:12))
```

Simulação Modelo de Ruína

Capital Inicial: 6535.99 Média: 350.65 , DesvPad: 36.42



Através do código acima foram realizadas 10.000 simulações do modelo de Ruína, e em nenhuma delas a carteira se tornou insolvente até o mês 12