

Cálculo Diferencial e Integral:  
um kit de sobrevivência  
"Software R"

Nome do autor: Franciele Aparecida Pelosi da Silva.  
Orientador: Rodrigo Martins.

## Distribuição binomial negativa

### *Definição:*

A variável aleatória  $X$  cuja função de probabilidade é dada por :

$$P(X = n) = \binom{n-1}{r-1} p^r (1-p)^{n-r}, n = r, r+1, \dots$$

é chamada de variável aleatória binomial negativa com parâmetros  $r$  e  $p$ .

Onde:

$n$  = número de tentativas;

$p$  = probabilidade de sucesso;

$r$  = número de sucesso.

São características da distribuição binomial negativa:

- o resultado é completamente determinado por chance (aleatório);
- existem somente dois possíveis resultados, experimento Bernoulli;
- todas as tentativas possuem a mesma probabilidade para um resultado em particular. Ou seja, as tentativas ou realizações do experimento são independentes;
- isso implica que, existe uma probabilidade  $p$  de sucesso constante em cada tentativa.
- A média é dada por:

$$E[X] = \frac{r}{p}$$

- A variância é dada por:

$$Var(X) = \frac{1-p}{p^2}$$

## Distribuição Binomial Negativa no R:

Para facilitar, você pode copiar as áreas em azul e verde, colar no R e substituir as verdes pelas informações que você tem, como a função, o ponto, o intervalo etc.

- Para calcular a **distribuição binomial negativa** temos:

`dnbinom(x, size, prob,opções)`# Retorna a densidade de probabilidade para o valor de x.

`pnbinom(q, size, prob, opções)`#Retorna a distribuição de probabilidade acumulada para o valor de q.

`qnbinom(p, size, prob,opções)`#Retorna a distribuição de probabilidade acumulada inversa para a probabilidade p.

`rnbinom(n, size, prob )`#Retorna um vetor de n números aleatórios.

Onde:

**x**: vetor de quantis (inteiros não negativos);

**p**: probabilidade de sucesso;

**q**: vetor contendo os quantis;

**prob**:probabilidade de sucesso em cada tentativa;

**n,size**: número de observações.

- Gráficos das funções da distribuição binomial negativa:

```
#Para plotar os gráficos iremos usar o pacote "ggplot2".
```

```
install.packages("ggplot2") # intalando o pacote
```

```
library(ggplot2)          # carregando o pacote
```

```
#Função densidade da distribuição binomial negativa (Dnbinom)
```

```
ggplot(data.frame(x = c(0, 100, by = 1)), aes(x)) +
```

```
stat_function(geom="point",
```

```
fun = function(x)dnbinom(x,size=100,prob=0.5), colour="blue", n = 101)
```

```
#Função de distribuição binomial negativa (Pnbinom)
```

```
ggplot(data.frame(x = c(0, 100, 0.01)), aes(x)) +
```

```
stat_function(geom="point",
```

```
fun = function(x)pnbinom(x,size=100,prob=0.5), colour="blue", n = 101)
```

```
#Função quartil da distribuição binomial negativa (Qnbinom)
```

```
ggplot(data.frame(x = c(0, 1, 1)), aes(x)) +
```

```
stat_function(geom="point",
```

```
fun = function(x)qnbinom(x,size=100,prob=0.5), colour="blue", n = 101)
```

```
#Função que gera amostras aleatórias da distribuição binomial negativa (Rnbinom)
```

```
ggplot()+ aes(rnbinom(10000,100,0.5))+ geom_bar(fill = "blue")+
```

```
labs(x = "x", y = "y")
```

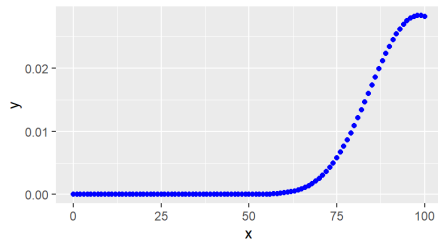


Figura 1: Dnbinom

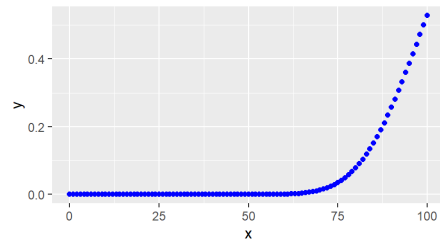


Figura 2: Pnbinom

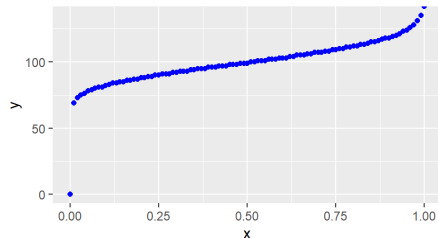


Figura 3: Qnbinom

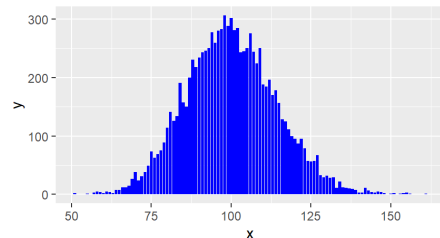


Figura 4: Rnbinom

### Exemplo 1:

Lançamos repetidas vezes uma moeda. Seja  $X$  o número de caras até que consigamos oito coroas. Qual é a probabilidade de que o número de caras seja igual a cinco até que consigamos as oito coroas,  $P(X = 5)$ ?

Com o auxílio da linguagem R, obtemos:

```
#X = número de caras até que se consiga 8 coroas.
# X~BinNeg(8, 0.5)
#Queremos que o número de caras seja igual a 5, até conseguir 8 coroas. Então,
como queremos exatamente  $P(X = 5)$ , usaremos a função dnbinom.
x <- 5 # fracassos
r <- 8 # sucessos
p <- 0.5 # probabilidade

dnbinom(x,r,p)
```

```
[1] 0.09667969
```

Portanto, a probabilidade de que o número de caras seja igual a cinco até que se consiga oito coroas é de 9.667969%.

· Visualizando o exemplo acima graficamente:

### Exemplo 2:

Uma petrolífera possui 20% de probabilidade de encontrar petróleo ao perfurar um poço. Qual a probabilidade da petrolífera, extrair petróleo na terceira tentativa, considerando um total de sete tentativas?

```
#X: probabilidade da petrolífera extrair petróleo na terceira tentativa, em um
total de sete tentativas.
#X ~ BinNeg(3, 0.2)
x <- 4 # fracassos
r <- 3 # sucessos
```

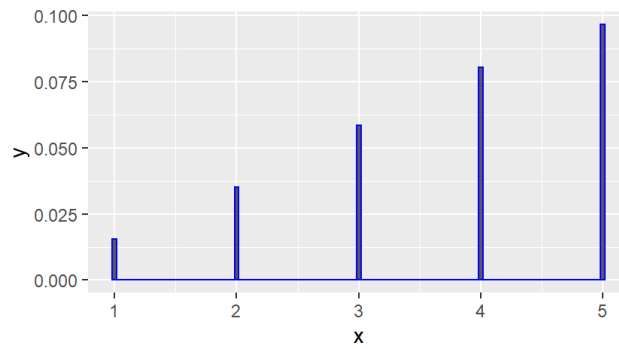


Figura 5: Número de fracassos até conseguir 8 coroas.

```
p <- 0.2 # probabilidade
dnbinom(x,r,p)
```

```
[1] 0.049152
```

Portanto, a probabilidade da empresa encontrar petróleo na terceira tentativa, é de 4.9152 %.

· Visualizando o exemplo acima graficamente:

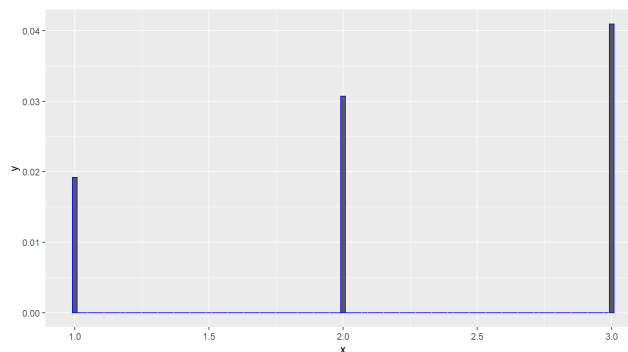


Figura 6: Probabilidade de sucesso ao extrair petróleo na terceira tentativa.

## Referências

- [1] MORETTIN, Pedro Alberto; BUSSAB, WILTON OLIVEIRA. Estatística básica. Saraiva Educação SA, 2017.
- [2] R Core Team (2020). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.