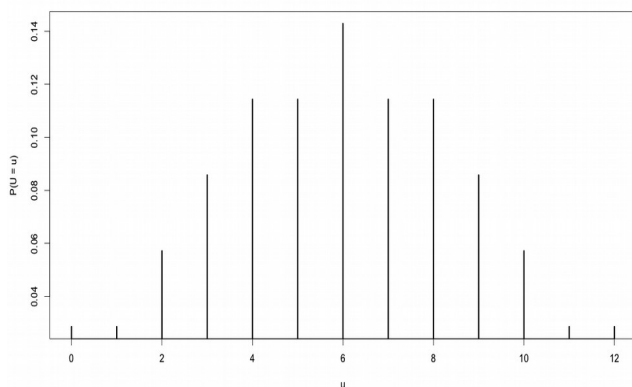


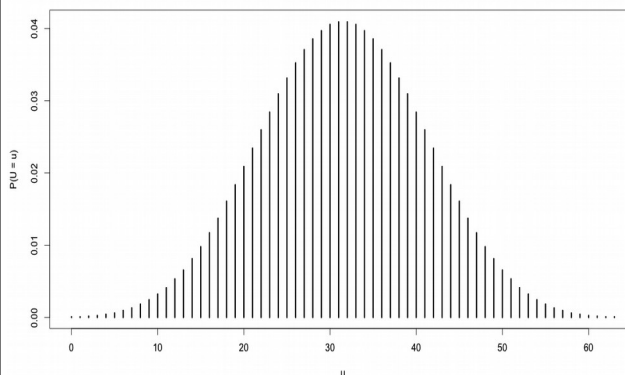
## Teste de Wilcoxon-Mann-Whitney

```
## Distribuição exata de U
```

```
m <- 3
n <- 4
faixa <- 0:(m * n)
d0 <- dwilcox(faixa, m, n)
plot(faixa, d0, type = "h", xlab = "u", ylab = "P(U = u)", lwd = 3)
```



```
m <- 7
n <- 9
faixa <- 0:(m * n)
d0 <- dwilcox(faixa, m, n)
plot(faixa, d0, type = "h", xlab = "u", ylab = "P(U = u)", lwd = 3)
```



```
## Dados
```

```
## Exercício 5.18, p. 194 em Sprent & Smeeton (3rd ed, 2001)
```

```
## Variação percentual no teor de açúcar no sangue em um intervalo de 1h
```

```
## Dois níveis de dose de uma droga são comparados
```

```
## Deve ser testado se há diferença na resposta entre os dois níveis.
```

```
dosei <- c(0.21, -16.2, -10.1, -8.67, -11.13, 1.96, -10.19, -15.87, -12.81)
```

```
doseii <- c(1.59, 2.66, -6.27, -2.32, -10.87, 7.23, -3.76, 3.02, 15.01)
```

```
m <- length(dosei)
```

```
n <- length(doseii)
```

```
cat("\ Tamanhos amostrais: m =", m, ", n =", n)
```

```
Tamanhos amostrais: m = 9 , n = 9
```

```
summary(dosei)
```

```
   Min. 1st Qu.  Median    Mean 3rd Qu.    Max.
-16.20 -12.81  -10.19   -9.20  -8.67    1.96
```

```
summary(doseii)
```

```
   Min. 1st Qu.  Median    Mean 3rd Qu.    Max.
-10.8700 -3.7600   1.5900   0.6989  3.0200  15.0100
```

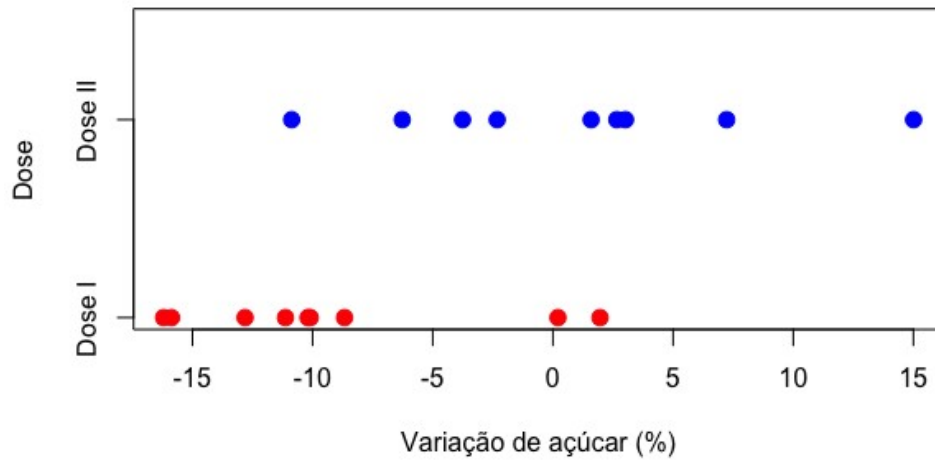
```
# Amostra combinada
```

```
comb <- c(dosei, doseii)
```

```

# Gráfico de pontos
dose <- factor(rep(c("Dose I", "Dose II"), times = c(m, n)))
stripchart(comb ~ dose, method = "stack", pch = 20, cex = 2,
           xlab = "Variação de açúcar (%)", col = c("red", "blue"),
           ylab = "Dose")

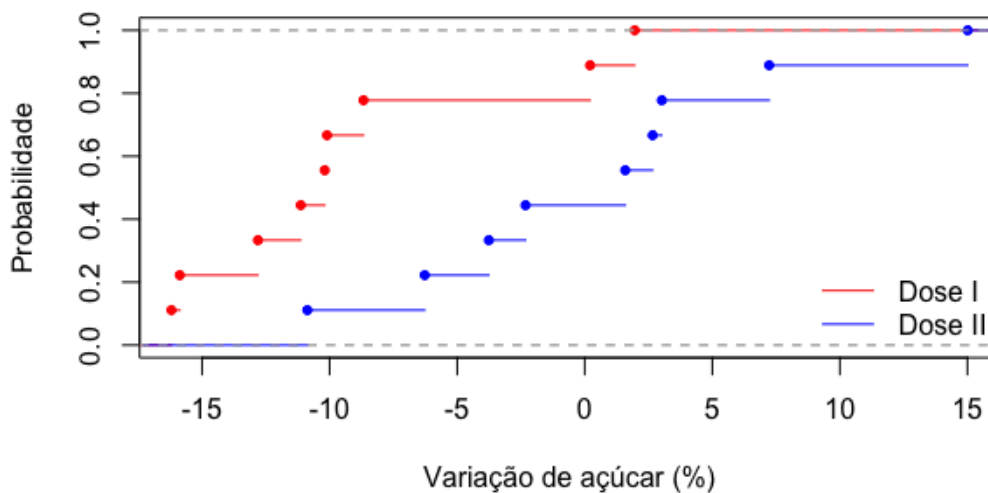
```



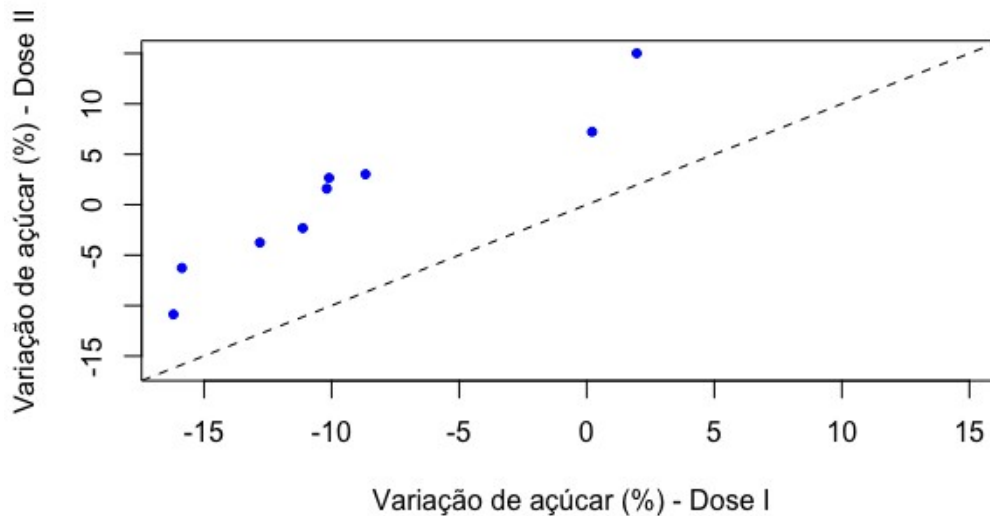
```

# Função distribuição empírica
Fm <- ecdf(dosei)
Fn <- ecdf(doseii)
plot(Fm, main = "", pch = 20, xlim = range(comb),
     xlab = "Variação de açúcar (%)",
     ylab = "Probabilidade", col = "red")
lines(Fn, col = "blue", pch = 20)
legend("bottomright", c("Dose I", "Dose II"), lty = 1,
      col = c("red", "blue"), bty = "n")

```



```
# Gráfico de quantis (QQ)
faixa <- range(comb)
qqplot(dosei, doseii, pch = 20, xlim = faixa, ylim = faixa,
       xlab = "Variação de açúcar (%) - Dose I",
       ylab = "Variação de açúcar (%) - Dose II", col = "blue")
abline(0, 1, lty = 2)
```



```
# Teste de Wilcoxon-Mann-Whitney
wilcox.test(dosei, doseii, alternative = "two.sided")

Wilcoxon rank sum test

data: dosei and doseii
W = 12, p-value = 0.01061
alternative hypothesis: true location shift is not equal to 0
```

Adotando um nível de significância de 5%, com base nos dados coletados e utilizando o teste de Mann-Whitney, há diferença significativa na variação percentual de açúcar no sangue entre os dois níveis de dose da droga ( $p = 0,0106$ ).

Nota 1. Como você justificaria a aplicação do teste de Mann-Whitney a estes dados?

Uma estimativa do deslocamento entre as duas funções distribuição pode ser obtida com a opção `conf.int = TRUE` (por default, o coeficiente de confiança é 0,95).

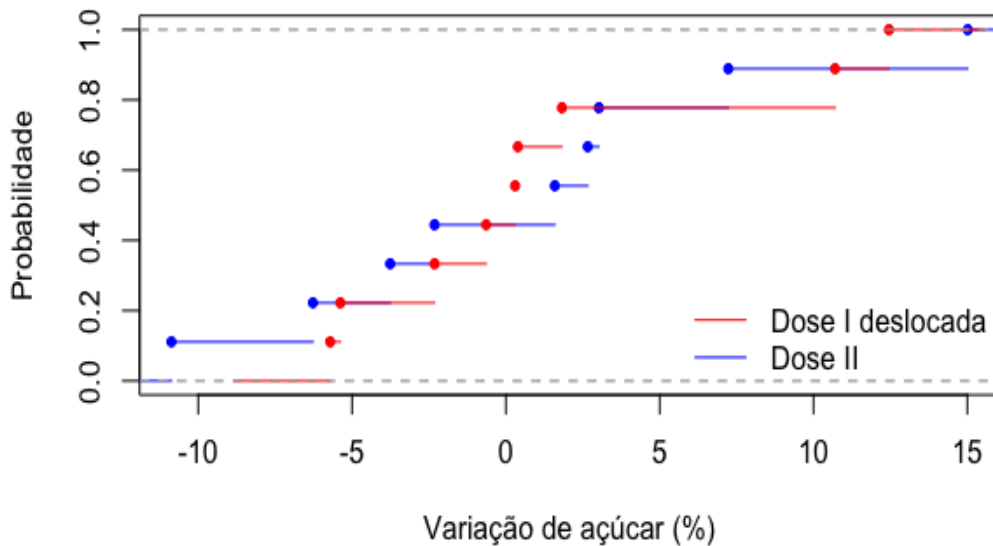
```
result <- wilcox.test(dosei, doseii, alternative = "two.sided", conf.int = TRUE)
```

A estimativa da diferença ( $= -10,49$ ) está no componente `result$estimate`. Com esta estimativa podemos obter a função distribuição empírica da variação percentual com a dose I após deslocamento e comparar com a função distribuição empírica da variação percentual com a dose II.

```

# Função distribuição empírica com deslocamento
Fmloc <- ecdf(dosei - result$estimate)
plot(Fn, main = "", pch = 20, xlim = range(doseii, dosei -
result$estimate), xlab = "Variação de açúcar (%)", ylab =
"Probabilidade", col = "blue")
lines(Fmloc, col = "red", pch = 20)
legend("bottomright", c("Dose I deslocada", "Dose II"), lty = 1,
col = c("red", "blue"), bty = "n")

```



Nota 2. Utilize o gráfico acima para responder à pergunta da Nota 1.

Nota 3. Verifique se é apropriado utilizar o teste  $t$  de Student para amostras independentes.

Um intervalo de confiança (IC) para a diferença de localização (diferença mediana) está no componente `result$conf.int`.

95 percent confidence interval: -17.42 -2.40

A função `wilcox_test` do pacote `coin` permite obter inferências exatas para a diferença de localização, mesmo quando há empates. Havendo empates, a distribuição da estatística de teste é exata condicional. Esta função requer uma fórmula com a variável resposta do lado esquerdo e a variável de grupo (da classe `factor`) do lado direito.

```

library(coin)
wilcox_test(comb ~ dose, distribution = "exact", conf.int = TRUE,
alternative = "two.sided")

```

### Exact Wilcoxon-Mann-Whitney Test

```
data:  comb by dose (Dose I, Dose II)
Z = -2.5166, p-value = 0.01061
alternative hypothesis: true mu is not equal to 0
95 percent confidence interval:
 -17.42  -2.40
sample estimates:
difference in location
                -10.49
```

A função `wilcox_test` efetua a comparação utilizando a ordem alfabética dos níveis do fator `dose`. ("Dose I" e "Dose II") Se for necessário, a ordem dos níveis de um fator pode ser modificada com o argumento `levels` na chamada da função `factor`.