

“Moore’s Law is no More” (Hennessy, Patterson; 2017)

# Portas Lógicas

Paulo Ricardo Lisboa de Almeida



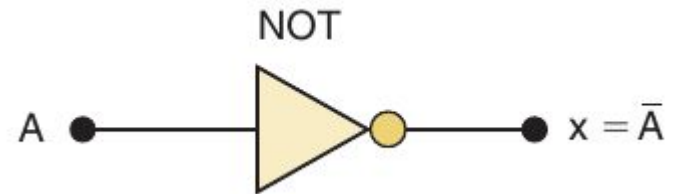
# Circuito Combinacional

Um circuito combinacional é constituído de portas lógicas que determinam os valores das saídas diretamente a partir dos valores das entradas.

A saída depende exclusivamente da entrada atual.

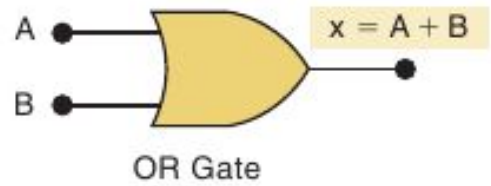
# Not

A	$\bar{A}$
0	1
1	0



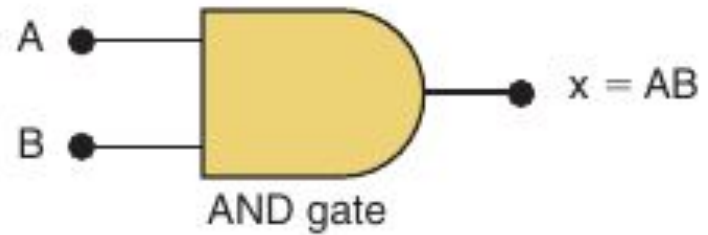
# OR

A	B	A+B
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1



# AND

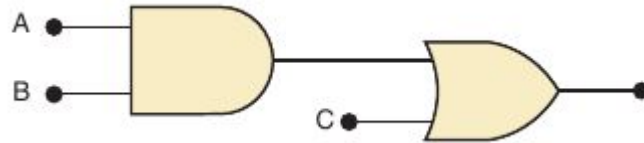
A	B	A.B
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1



# Combinando

Podemos combinar as operações/portas para formar expressões booleanas complexas.

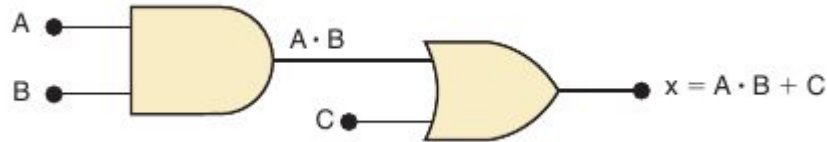
Exemplo: Qual a expressão representada pelas portas a seguir?



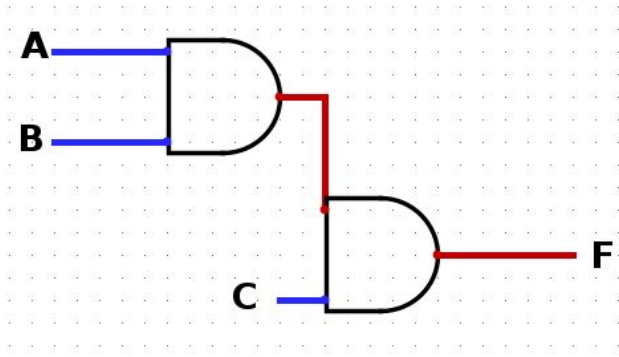
# Combinando

Podemos combinar as operações/portas para formar expressões booleanas complexas.

Exemplo: Qual a expressão representada pelas portas a seguir?

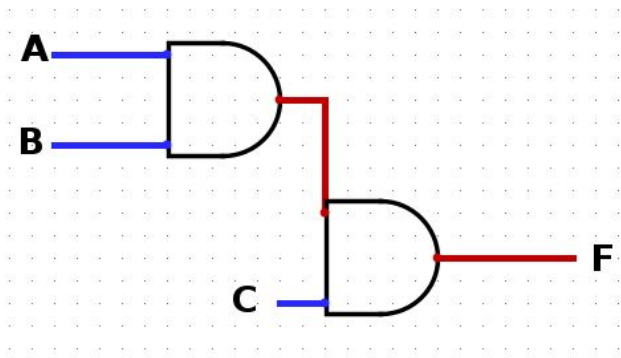


# Múltiplas entradas

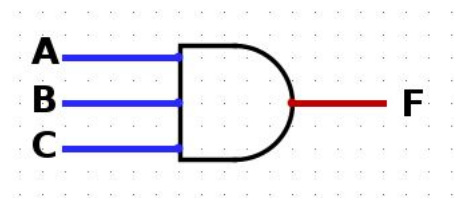




# Múltiplas entradas



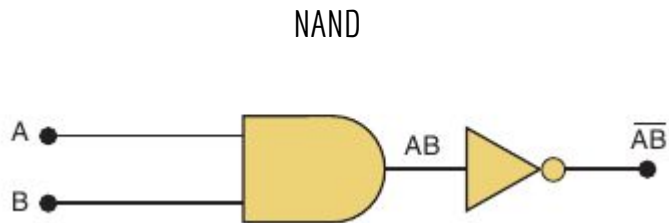
É o mesmo que



# NANDs e NORs

Um NAND é um AND seguido de um NOT.

A	B	$\overline{A.B}$
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

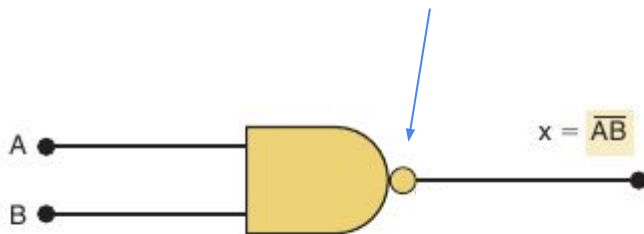


# NANDs e NORs

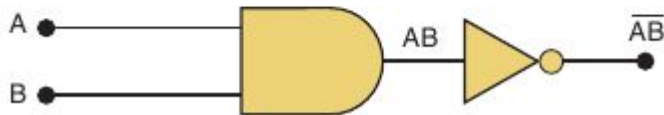
Um NAND é um AND seguido de um NOT.

A	B	$\overline{A.B}$
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Um círculo denota uma negação.



Essas representações são **equivalentes**.

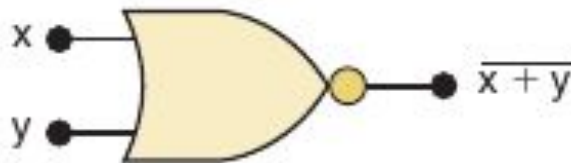


# NANDs e NORs

Um NOR é um OR seguido de um NOT.

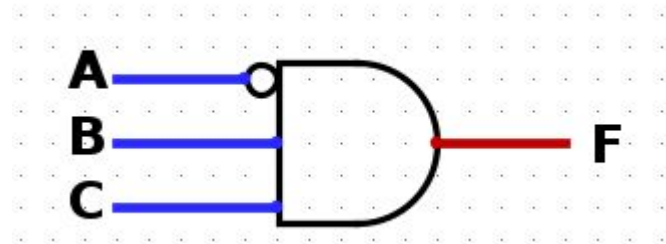
A	B	$\overline{A+B}$
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

NOR



# Faça você mesmo

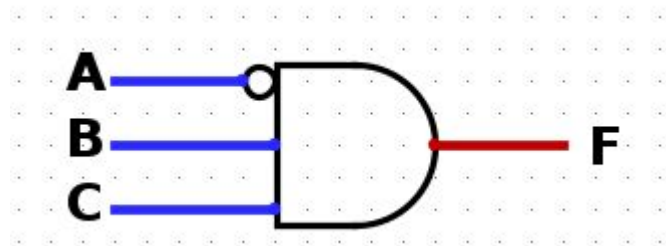
Qual a operação sendo realizada na porta a seguir?



# Faça você mesmo

Qual a operação sendo realizada na porta a seguir?

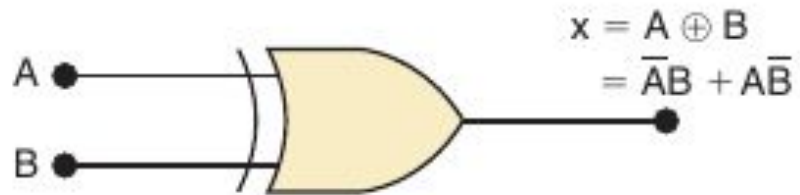
$$F = \overline{A}.B.C$$



# XOR

A	B	$A \oplus B$
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

XOR



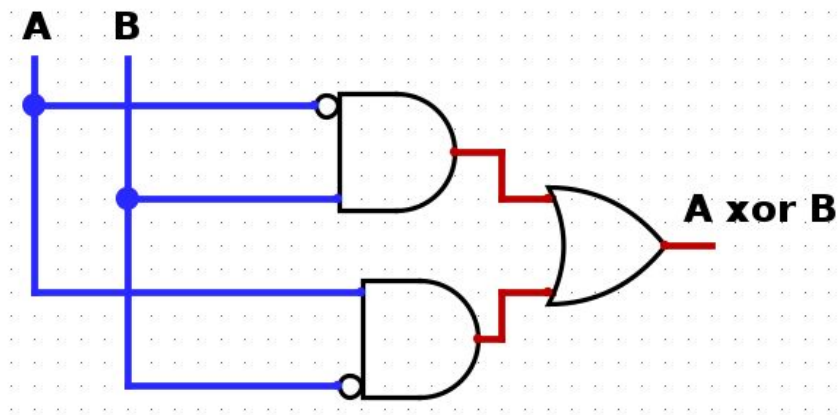
# Faça você mesmo

Sabendo-se que  $A \oplus B = \bar{A}B + A\bar{B}$  desenhe um circuito usando portas lógicas usando apenas ANDs, ORs e NOTs para um XOR.



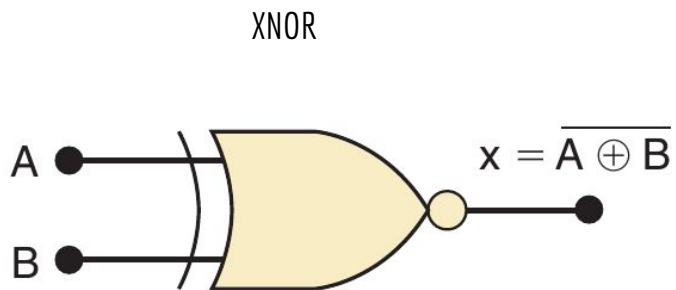
# Faça você mesmo

Sabendo-se que  $A \oplus B = \bar{A}B + A\bar{B}$  desenhe um circuito usando portas lógicas usando apenas ANDs, ORs e NOTs para um XOR.



# XNOR

A	B	$\overline{A \oplus B}$
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1



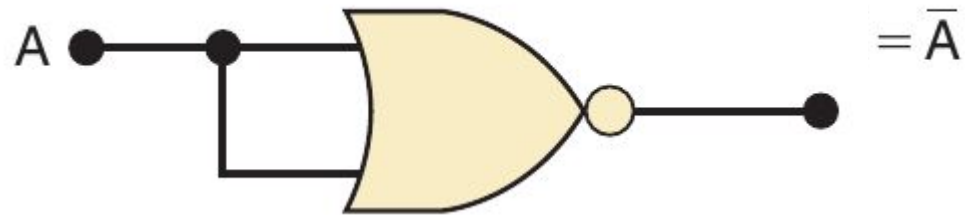
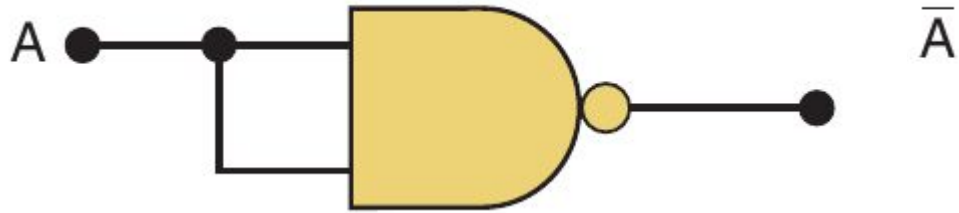
# Universalidade de NAND e NOR

Tanto portas NAND quanto NOR são **universais**.

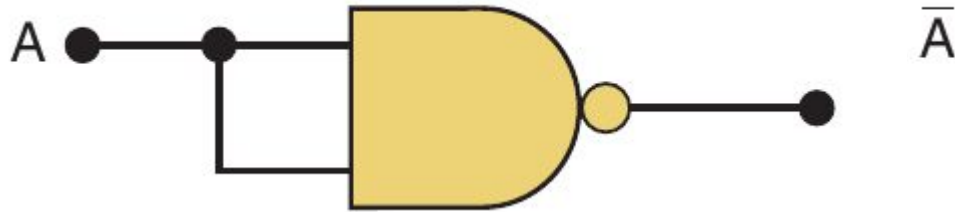
Podemos gerar qualquer outra porta usando só NANDs ou NORs.

Pode não ser o mais eficiente em quantidade de transistores necessários.

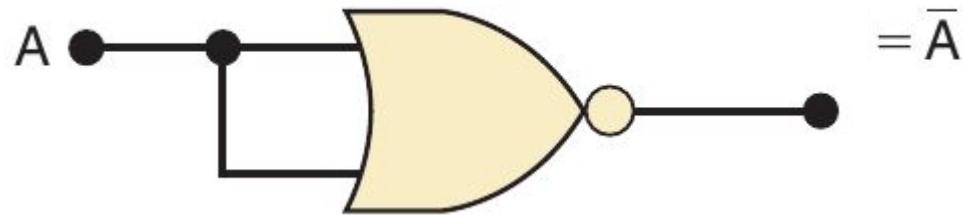
# NOT com NANDs e NORs



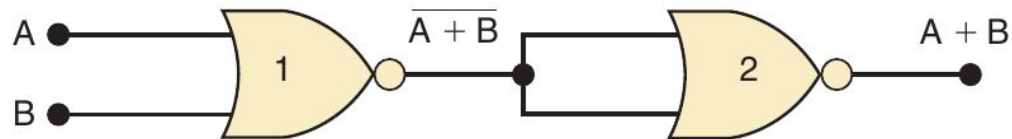
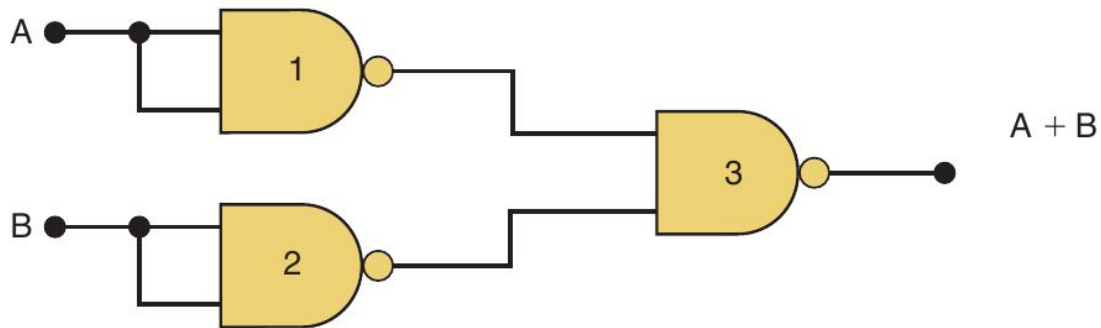
# NOT com NANDs e NORs



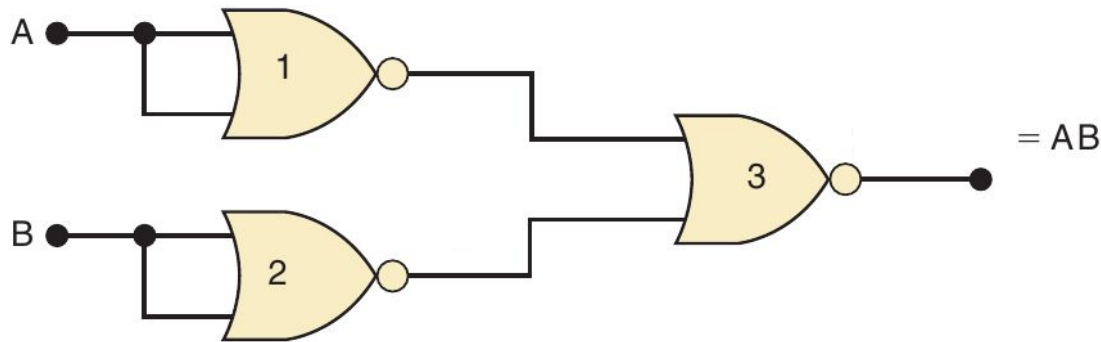
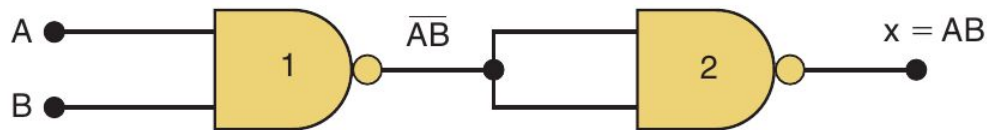
Exercício: Utilize Álgebra de Boole para demonstrar que os circuitos realmente geram *not*  $A$ .



# OR com NANDs e NORs

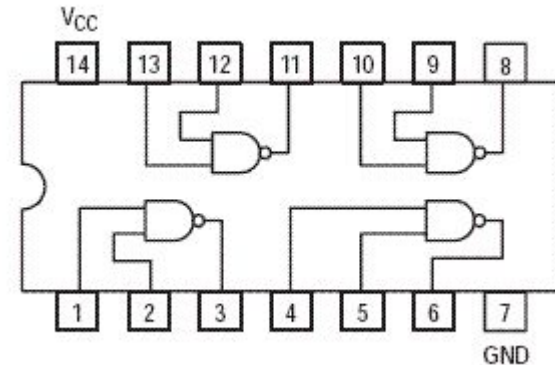
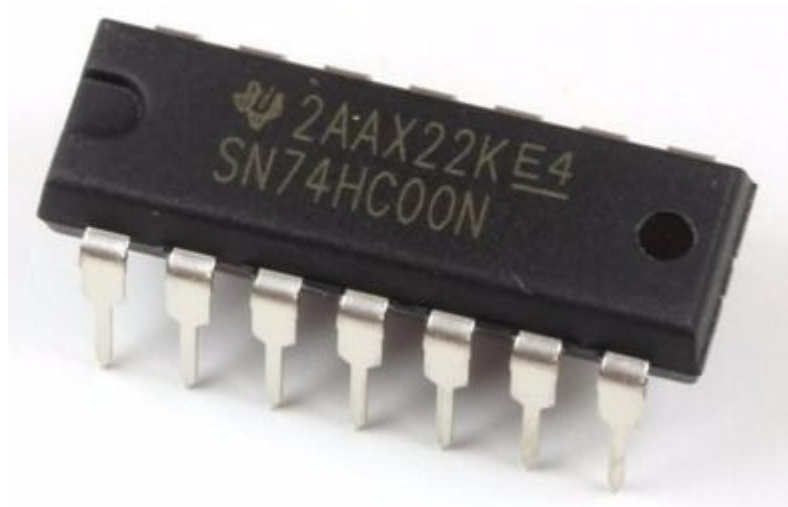


# AND com NANDs e NORs



# No Mundo Real

As portas lógicas podem ser encontradas como circuitos integrados pré-fabricados.





# No Mundo Real

As portas lógicas podem ser encontradas como circuitos integrados pré-fabricados.

Porta	Exemplo TTL	Exemplo CMOS
NOT	7404	CD4049
AND	7408	CD4081
NAND	7400	CD4012
OR	7432	CD4071
NOR	7402	CD4001
...	...	...

# No Mundo Real

TTL - 74XX - Mais robustas

CMOS - CD40XX - Maior miniaturização e menor consumo

As portas lógicas podem ser encontradas como circuitos integrados pré-fabricados.

Porta	Exemplo TTL	Exemplo CMOS
NOT	7404	CD4049
AND	7408	CD4081
NAND	7400	CD4012
OR	7432	CD4071
NOR	7402	CD4001
...	...	...

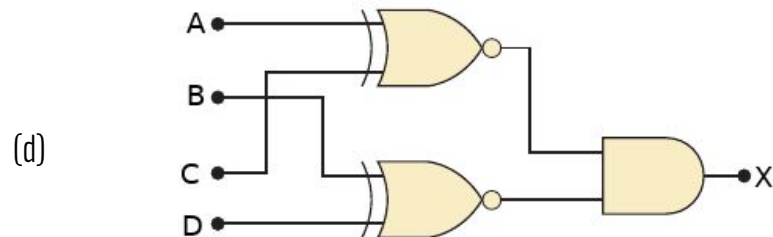
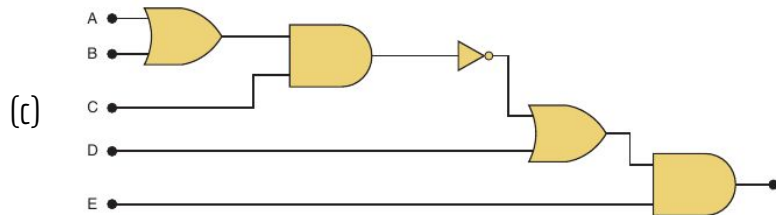
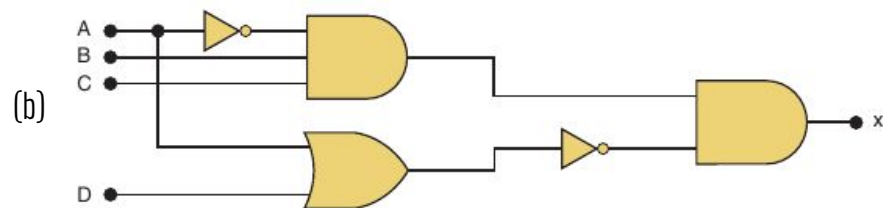
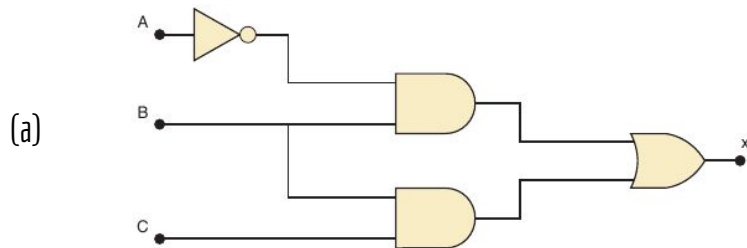
# Faça você mesmo

Faça o circuito com portas lógicas referente a seguinte função booleana:

$$F = \overline{A}.C(\overline{\overline{A}.B.D}) + \overline{A}.B.\overline{C}.\overline{D} + A.\overline{B}.C$$

# Exercícios

1. Qual a expressão booleana representada pelas portas lógicas a seguir?



# Exercícios

2. Desenhe o circuito com portas lógicas para as seguintes expressões:

a)  $F = (A + B).(\overline{B} + C)$

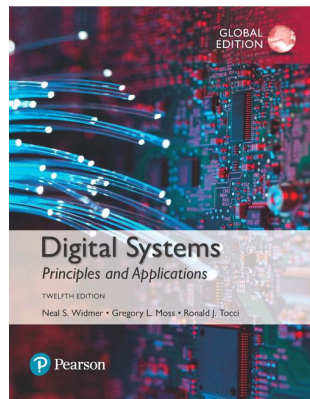
b)  $F = A + B.C$

c)  $F = \overline{A}.B \oplus A.B\overline{\phantom{A}}$

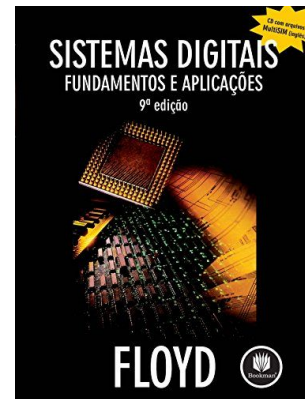
3. Considere a lista de exercícios de simplificações booleanas de aula passadas. Desenhe os circuitos para as versões originais e simplificadas de alguns dos exercícios da lista.

# Referências

Ronald J. Tocci, Gregory L. Moss, Neal S. Widmer. Sistemas digitais. 10a ed. 2017.



Thomas Floyd. Widmer. Sistemas Digitais: Fundamentos e Aplicações. 2009.



# Licença

Esta obra está licenciada com uma Licença [Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).