

## **Objetivos**

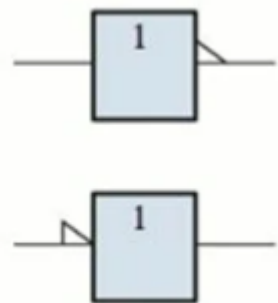
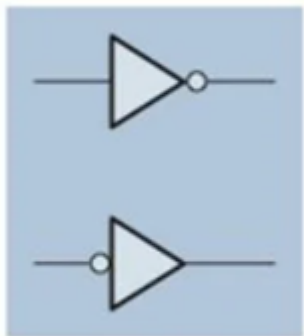
- Introdução as portas lógicas
- Introdução à análise de circuitos digitais

# Introdução às portas lógicas

## O inversor

O inversor (circuito *NOT*) realiza a operação denominada inversão ou complementação.

Símbolos característicos



Símbolos retangulares  
Padrão 91-1984 ANSI/IEEE

Operação do inversor

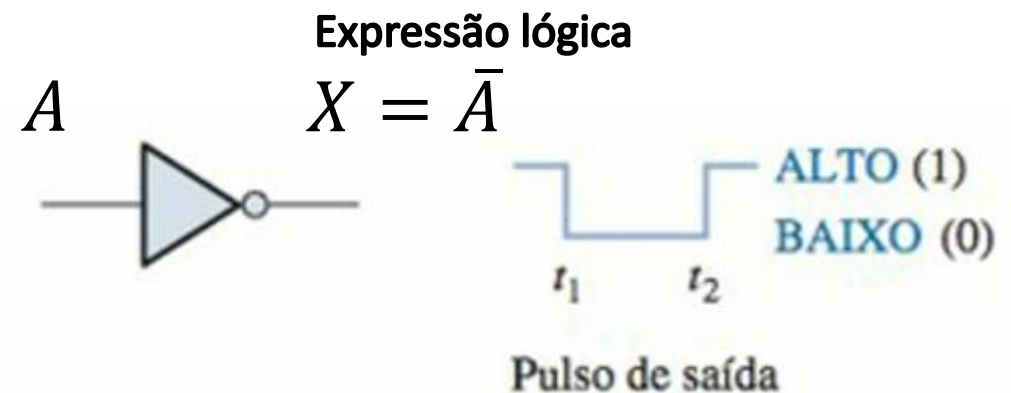
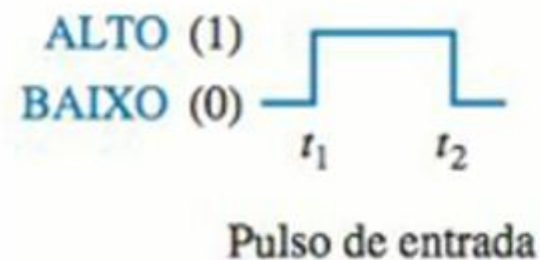


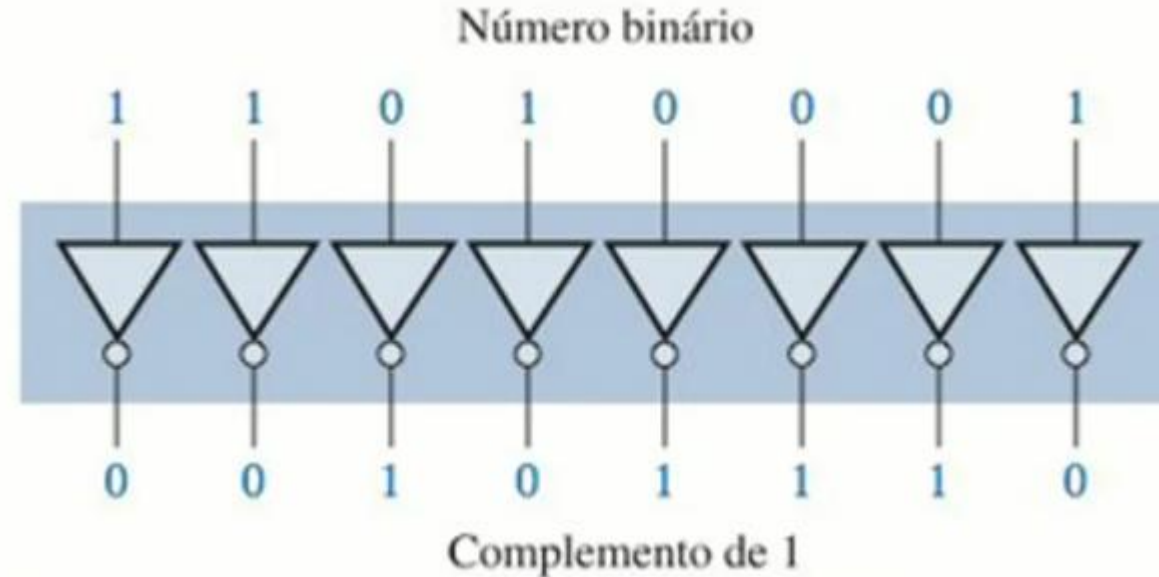
Tabela verdade

ENTRADA	SAÍDA
BAIXO (0)	ALTO (1)
ALTO (1)	BAIXO (0)

# Introdução às portas lógicas

## O inversor

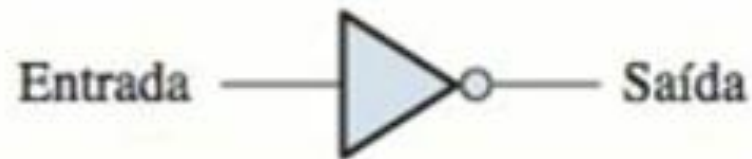
Um exemplo de aplicação do inversor seria o circuito de complemento de 1 de 8 bits mostrado abaixo.



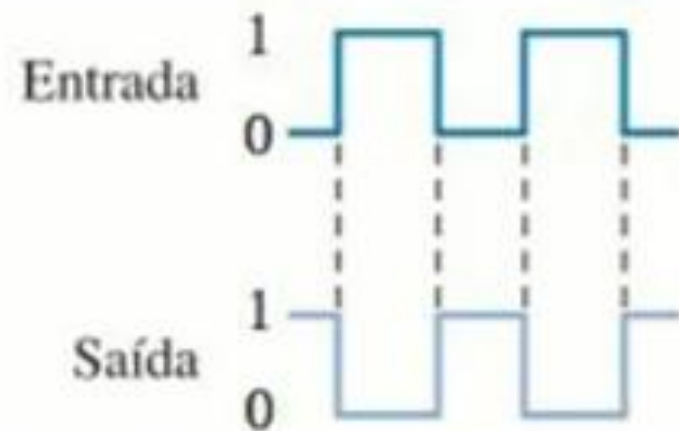
# Introdução às portas lógicas

## Exemplo 01

Uma forma de onda é aplicada no inversor da Figura abaixo. Determine a forma de onda de saída correspondente à entrada e mostre o diagrama de temporização. De acordo com o posicionamento do pequeno círculo, qual é o estado ativo da saída?



O estado ativo da saída é 0.

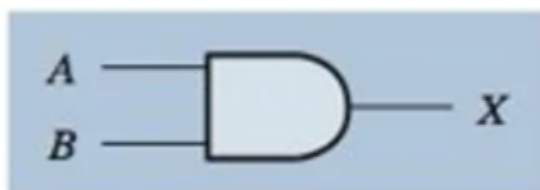


# Introdução às portas lógicas

## Porta lógica AND

A porta *AND* é uma das portas básicas que pode ser combinada para formar qualquer função lógica. Uma porta *AND* pode ter duas ou mais entradas e realizar uma operação conhecida como multiplicação lógica.

Símbolos característicos



Símbolos retangulares

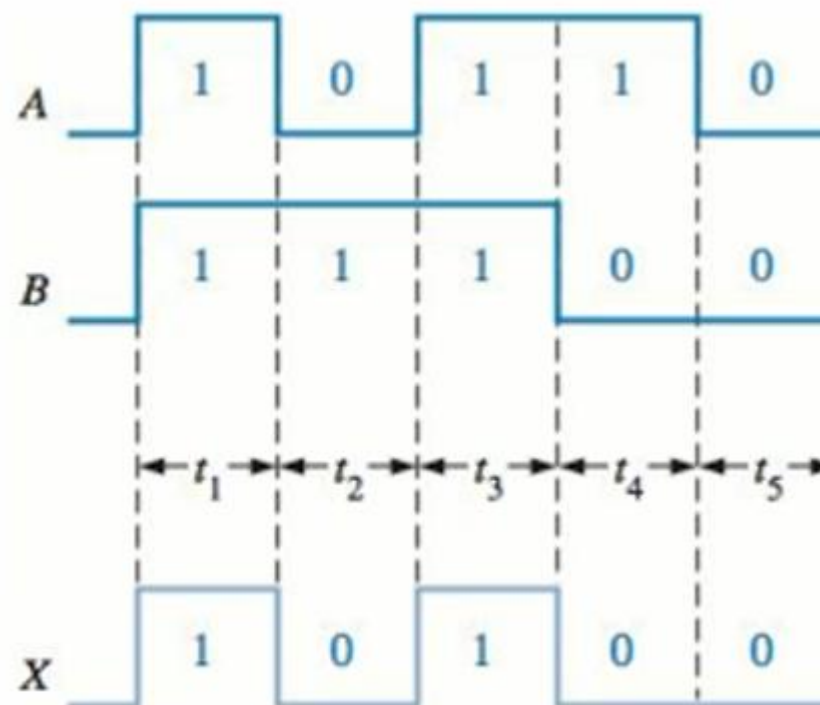
Padrão 91-1984 ANSI/IEEE

Tabela verdade

ENTRADAS		SAÍDA
A	B	X
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

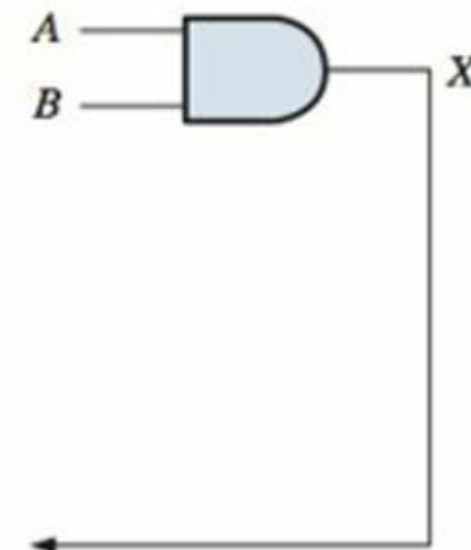
I = ALTO, 0 = BAIXO

Operação da porta AND



Expressão lógica

$$X = AB$$

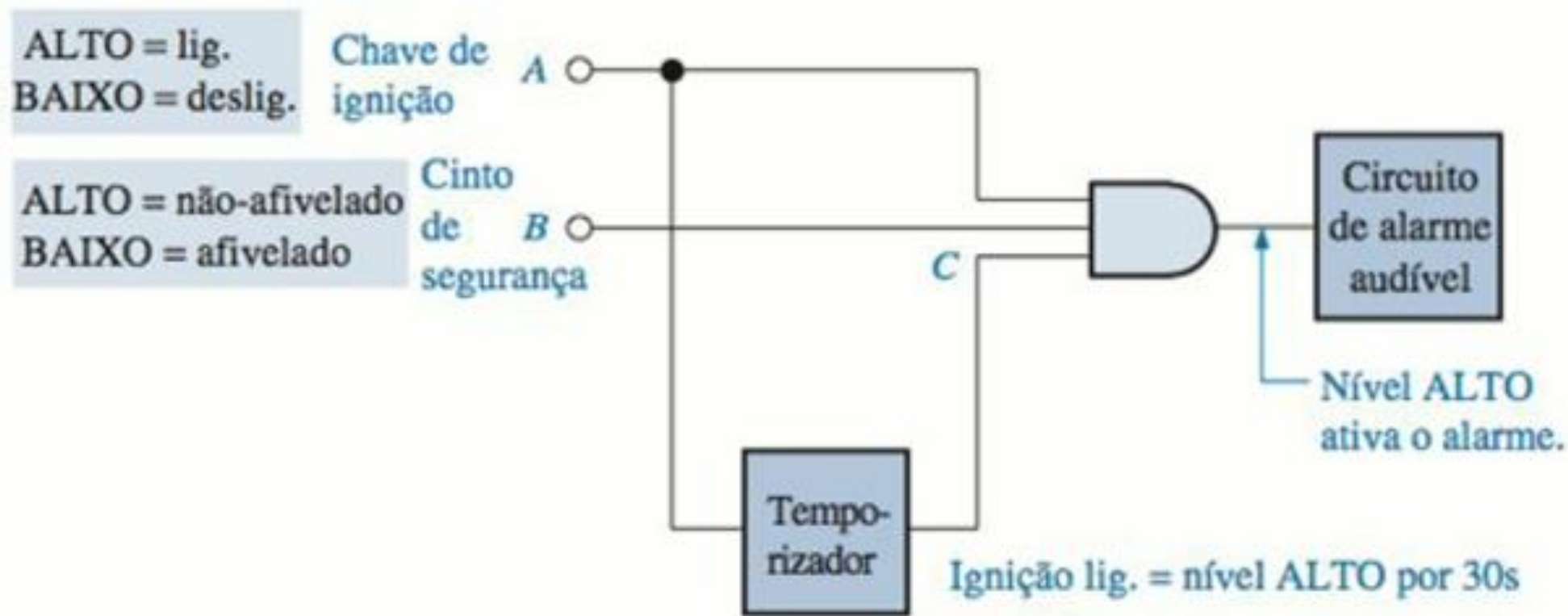


A multiplicação booleana é o mesmo que a função AND.

# Introdução às portas lógicas

## Porta lógica AND

Sistema de alarme para cinto de segurança (exemplo de aplicação).



# Introdução às portas lógicas

## Exemplo 02

- a) Desenvolva a tabela-verdade para uma porta AND de 3 entradas.
- b) Determine o número total de combinações de entrada possíveis para uma porta AND de 4 entradas.

a)

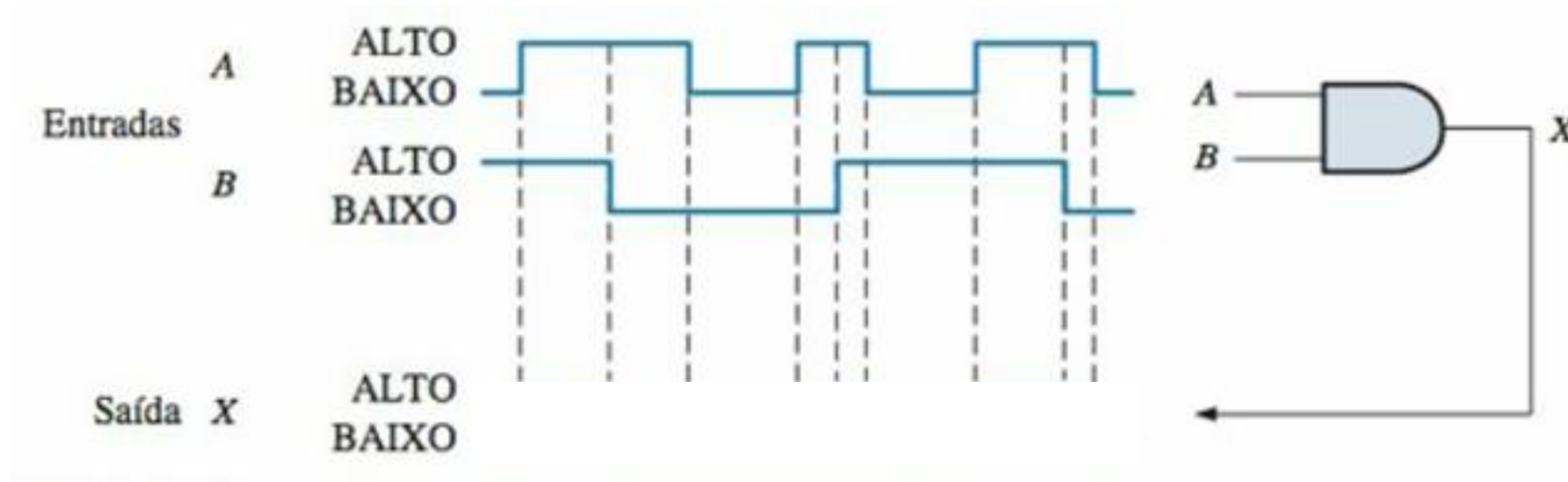
ENTRADAS			SAÍDA
A	B	C	X
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	0
1	0	0	0
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	1

b)  $N = 2^4 = 16$

# Introdução às portas lógicas

## Exemplo 03

Para as formas de onda de entrada, A e B, mostre a forma de onda de saída relacionando-a adequadamente às entradas.



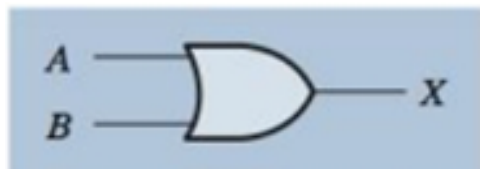


# Introdução às portas lógicas

## Porta lógica OR

A porta *OR* é uma das portas básicas a partir das quais todas as funções lógicas são construídas. Uma porta *OR* pode ter duas ou mais entradas e realiza o que conhecemos como adição lógica.

Símbolos característicos



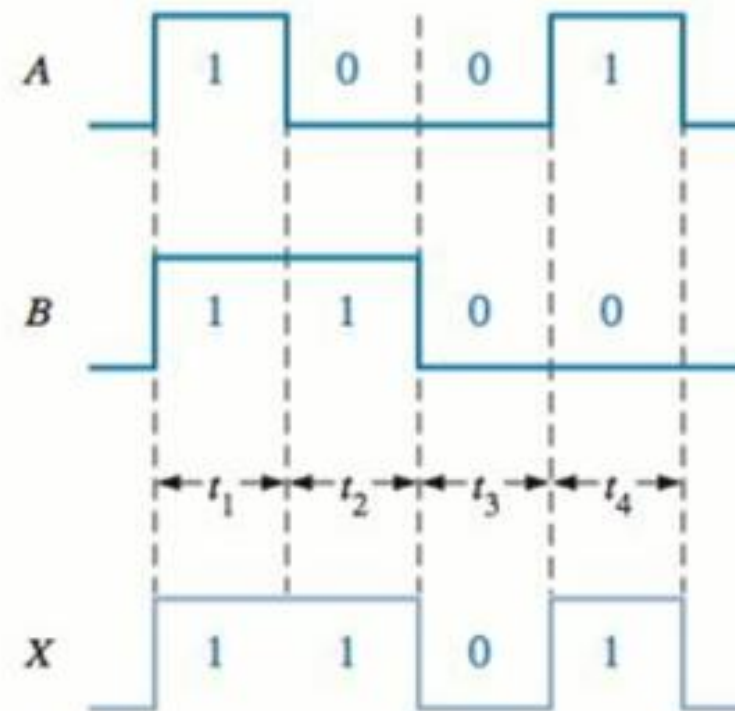
Símbolos retangulares  
Padrão 91-1984 ANSI/IEEE

Tabela verdade

ENTRADAS		SAÍDA
A	B	X
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

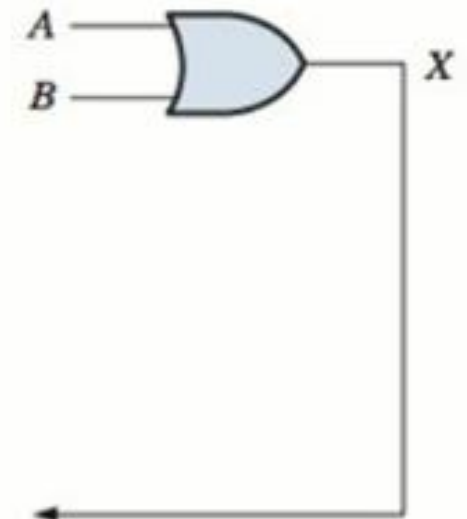
I = ALTO, 0 = BAIXO

Operação da porta OR



Expressão lógica

$$X = A + B$$

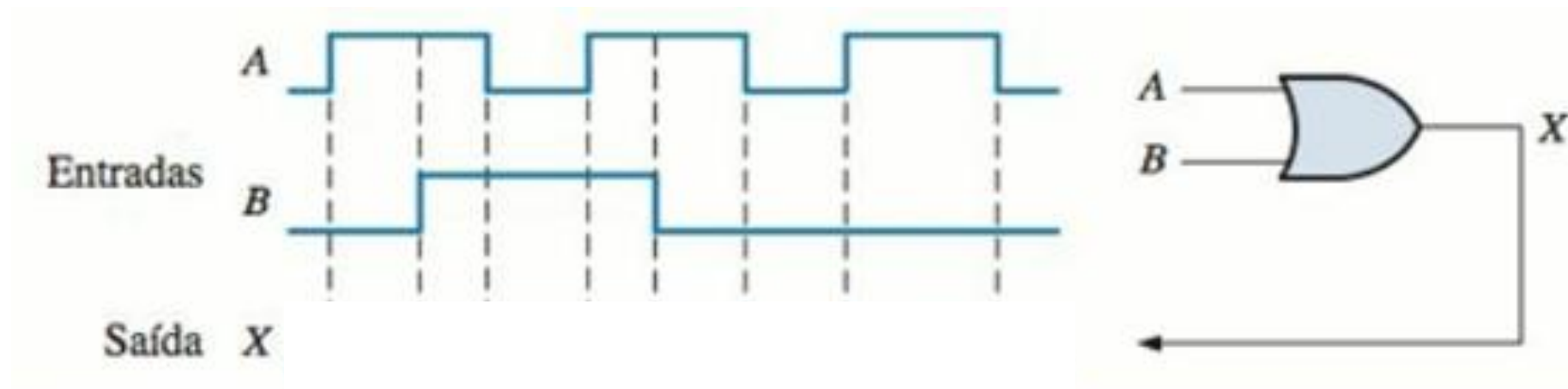


A adição booleana é o mesmo que a função OR.

# Introdução às portas lógicas

## Exemplo 04

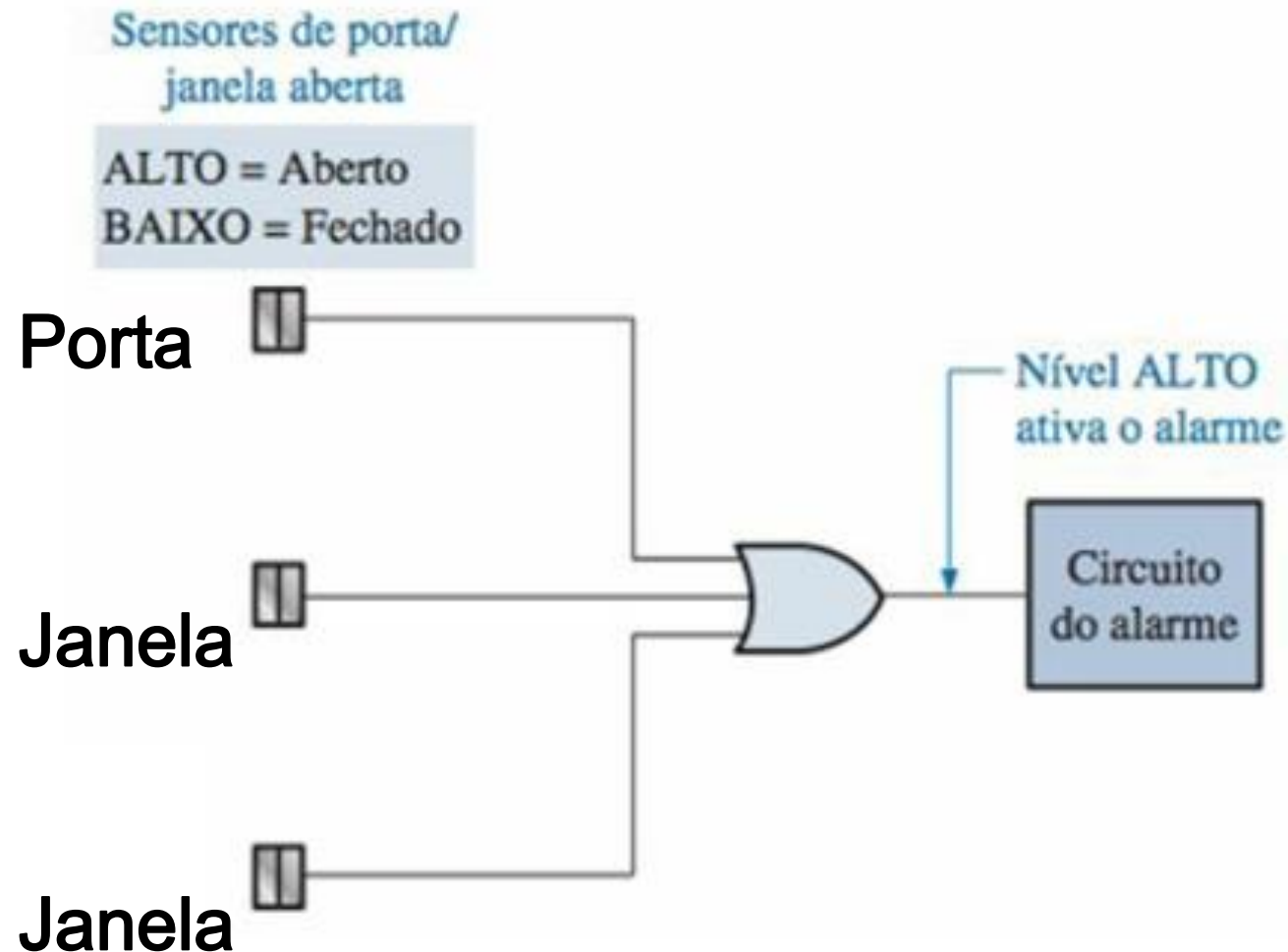
Para as formas de onda A e B, mostre a forma de onda de saída relacionando-a adequadamente às entradas.



# Introdução às portas lógicas

## Porta lógica OR

Sistema de alarme para detecção de intrusão (exemplo de aplicação).



# Introdução às portas lógicas

## **Exemplo 05**

- a) Em que situação a saída de uma porta OR é nível ALTO?
- b) Em que situação a saída de uma porta OR é nível BAIXO?
- c) Descreva a tabela-verdade de uma porta OR de 3 entradas.

# Introdução às portas lógicas

## Porta lógica NAND

A porta *NAND* é um elemento lógico popular porque pode ser usada como uma porta universal, ou seja, as portas *NAND* podem ser usadas em combinação para realizarem operações *AND*, *OR* e inversão.

Símbolos característicos

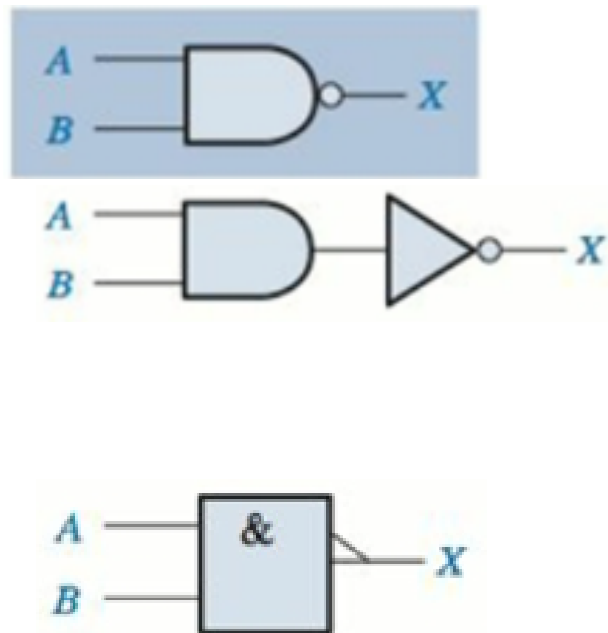
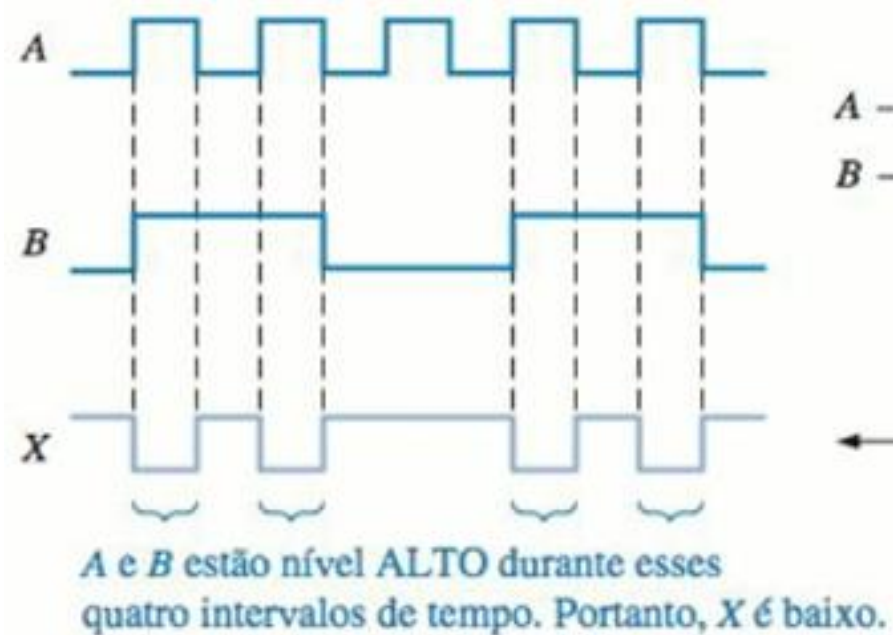


Tabela verdade

ENTRADAS		SAÍDA
A	B	X
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

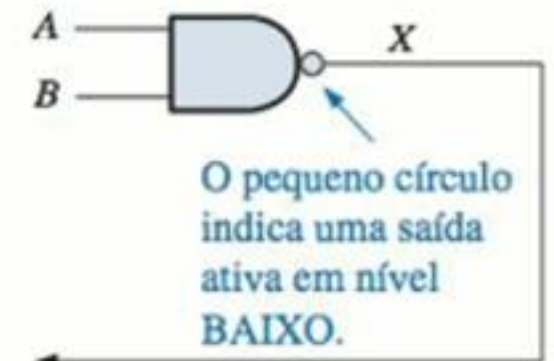
I = ALTO, 0 = BAIXO

Operação da porta NAND



Expressão lógica

$$X = \overline{AB}$$

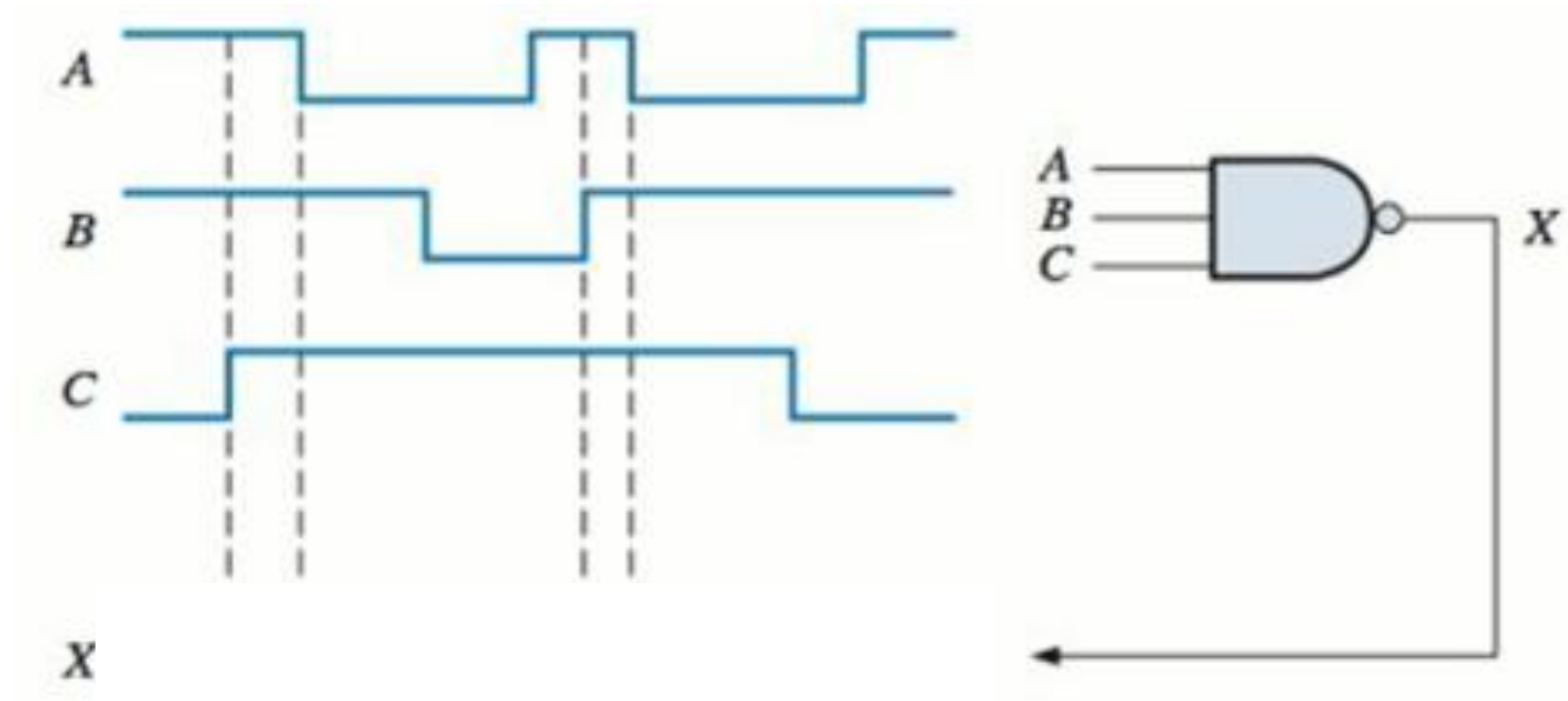


Símbolos retangulares  
Padrão 91-1984 ANSI/IEEE

# Introdução às portas lógicas

## Exemplo 06

Mostre a forma de onda de saída para uma porta NAND de 3 entradas, estabelecendo a relação temporal com as entradas.



# Introdução às portas lógicas

## Porta lógica NOR

Assim como a porta *NAND*, a porta lógica *NOR* também pode ser usada como uma porta universal, ou seja, as portas *NOR* também podem ser usadas em combinação para realizarem operações *AND*, *OR* e inversão.

Símbolos característicos

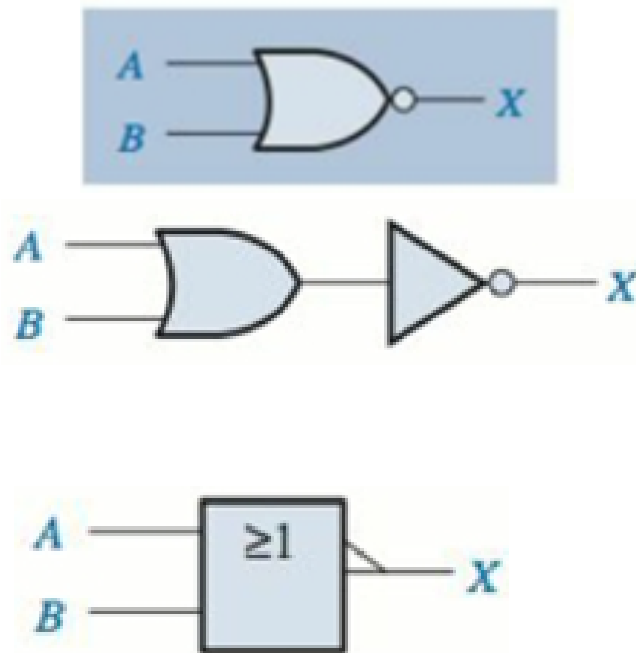
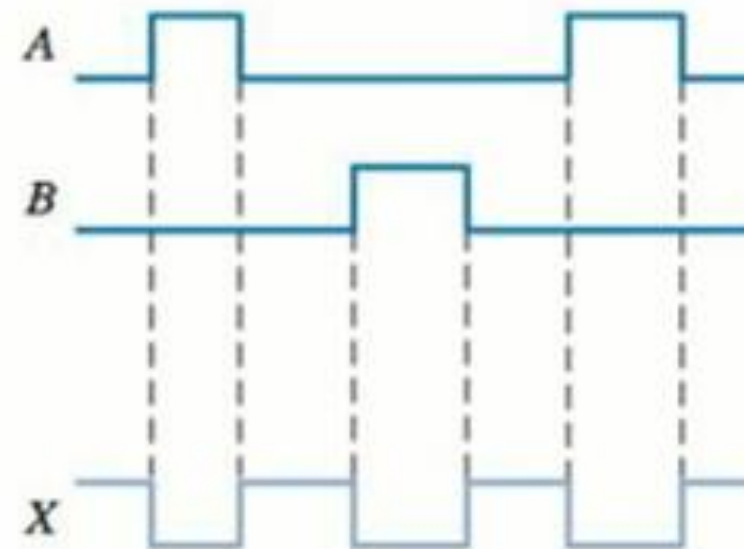


Tabela verdade

ENTRADAS		SAÍDAS
A	B	X
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

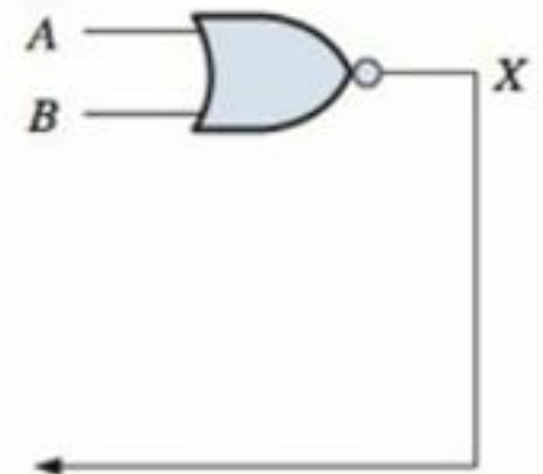
I = nível ALTO, 0 = nível BAIXO

Operação da porta NOR



Expressão lógica

$$X = \overline{A + B}$$

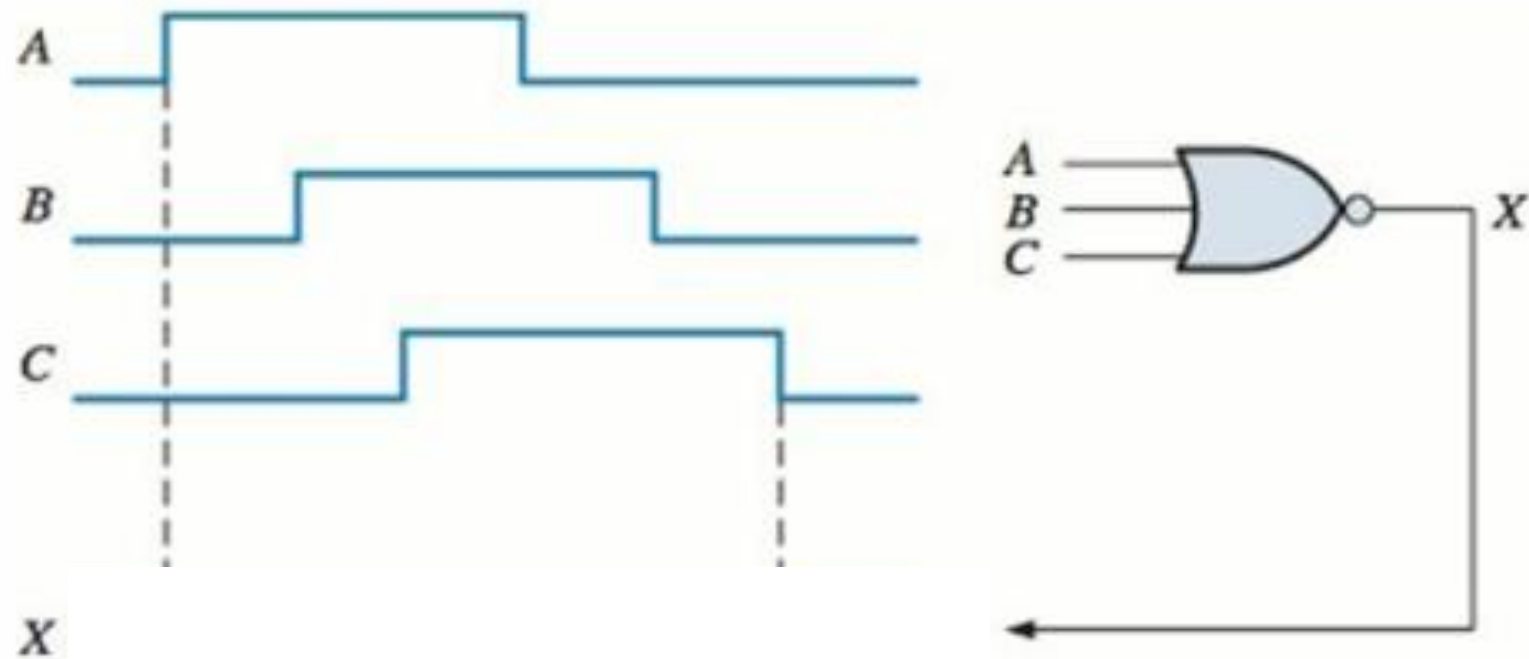


Símbolos retangulares  
Padrão 91-1984 ANSI/IEEE

# Introdução às portas lógicas

## Exemplo 07

Mostre a forma de onda de saída para uma porta NOR de 3 entradas, estabelecendo a relação temporal com as entradas.



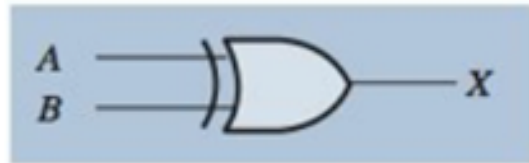


# Introdução às portas lógicas

## Porta lógica X-OR

A saída de uma porta *OR exclusivo (X-OR)* é nível alto apenas quando as duas entradas estão em níveis lógicos opostos.

Símbolos característicos

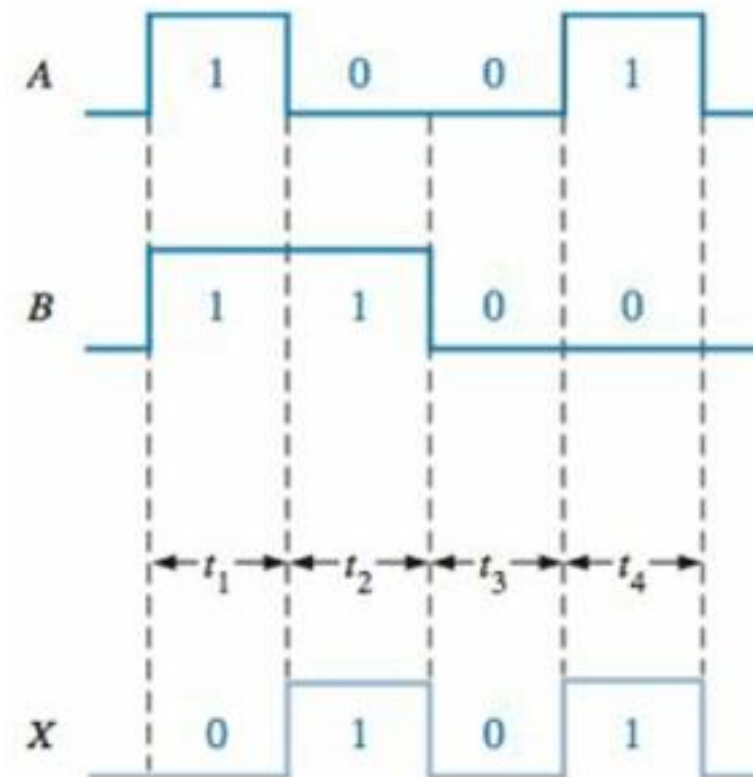


Símbolos retangulares  
Padrão 91-1984 ANSI/IEEE

Tabela verdade

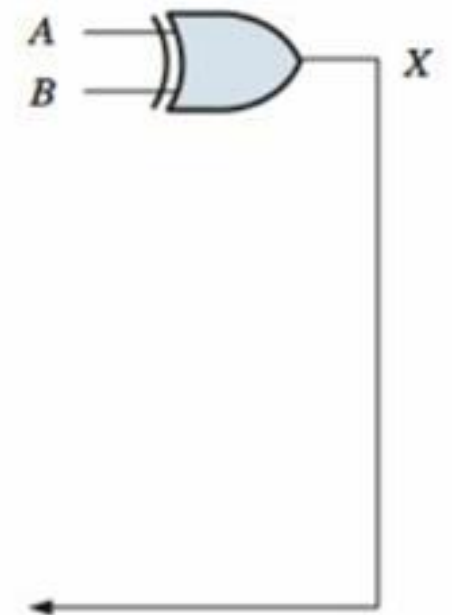
ENTRADAS		SAÍDA
A	B	X
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Operação da porta EX-OR



Expressão lógica

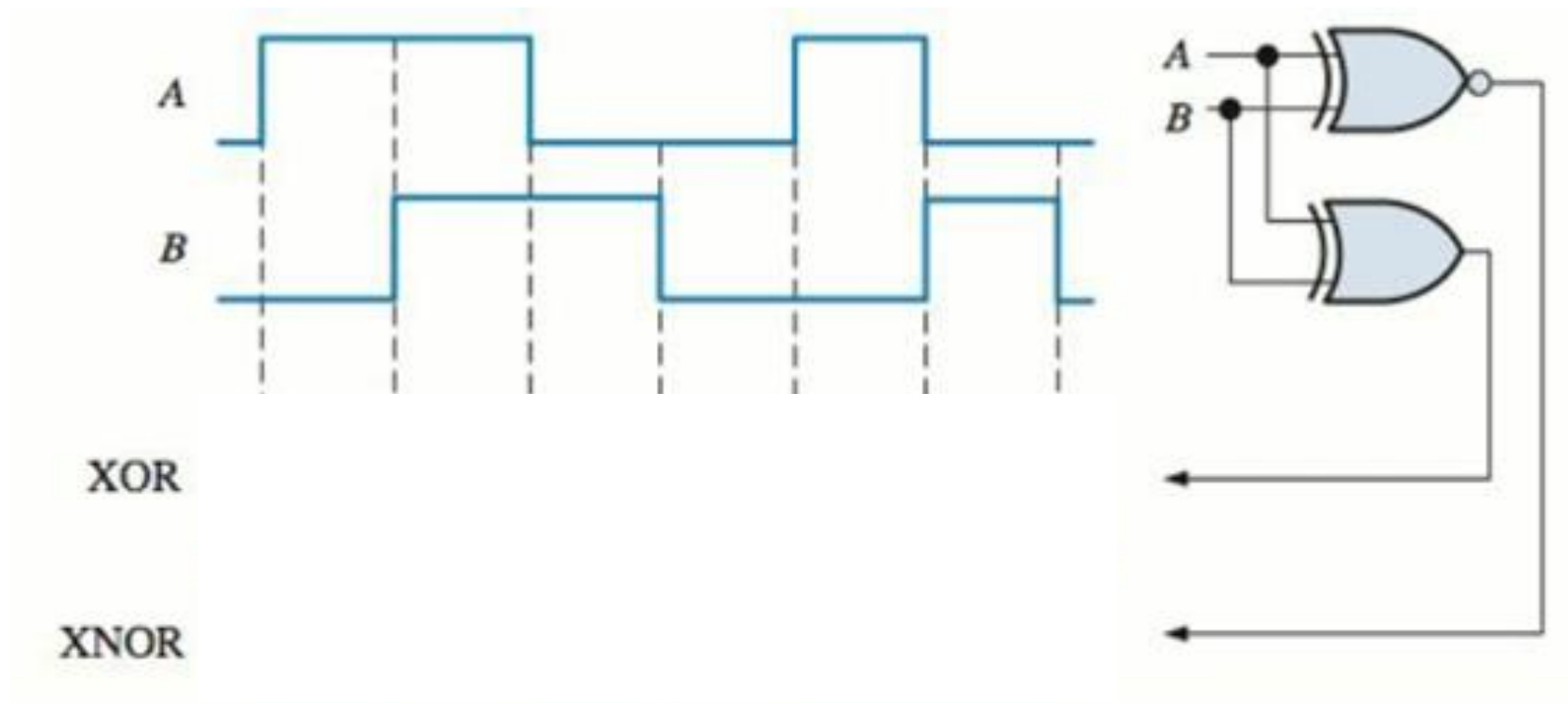
$$X = \bar{A}B + A\bar{B}$$



# Introdução às portas lógicas

## Exemplo 08

Determine as formas de onda das saídas das portas X-OR e X-NOR, a partir das formas de onda nas entradas (A e B).



# Introdução às portas lógicas

## Resumo das operações booleanas (OR, AND, NOT)

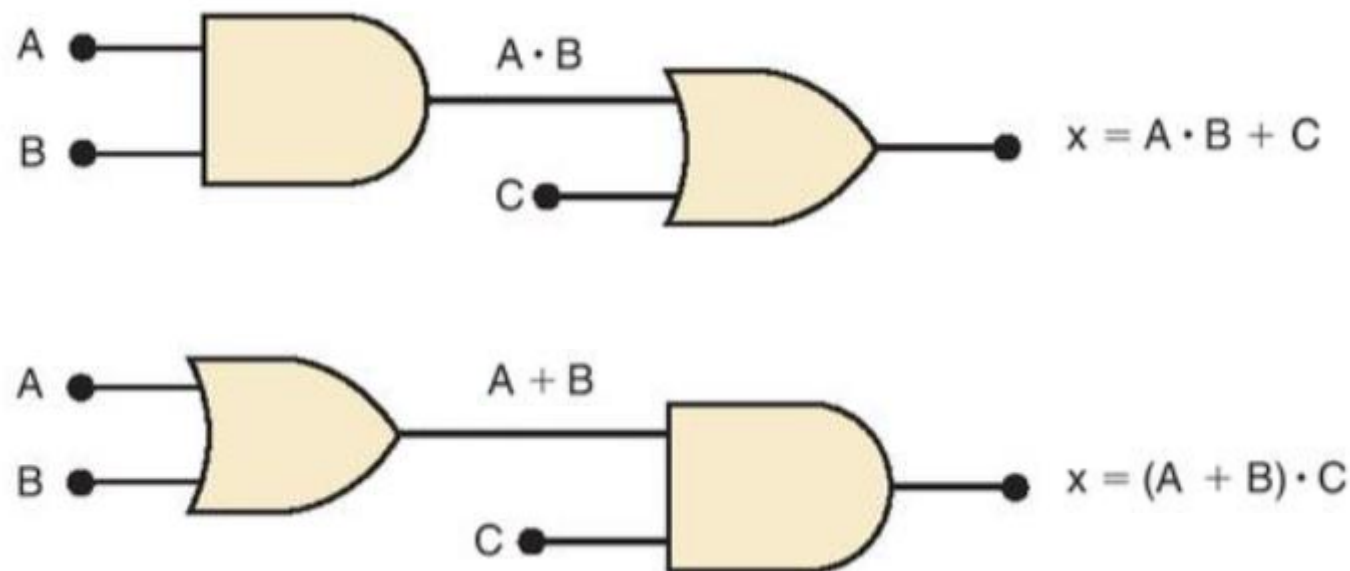


OR	AND	NOT
$0 + 0 = 0$	$0 \cdot 0 = 0$	$\overline{0} = 1$
$0 + 1 = 1$	$0 \cdot 1 = 0$	$\overline{1} = 0$
$1 + 0 = 1$	$1 \cdot 0 = 0$	
$1 + 1 = 1$	$1 \cdot 1 = 1$	

# Análise de circuitos lógicos

## Conceito

A análise de um circuito lógico consiste na determinação da relação entre sua(s) saída(s) e suas entradas, definindo-se sua expressão lógica e/ou tabela verdade.

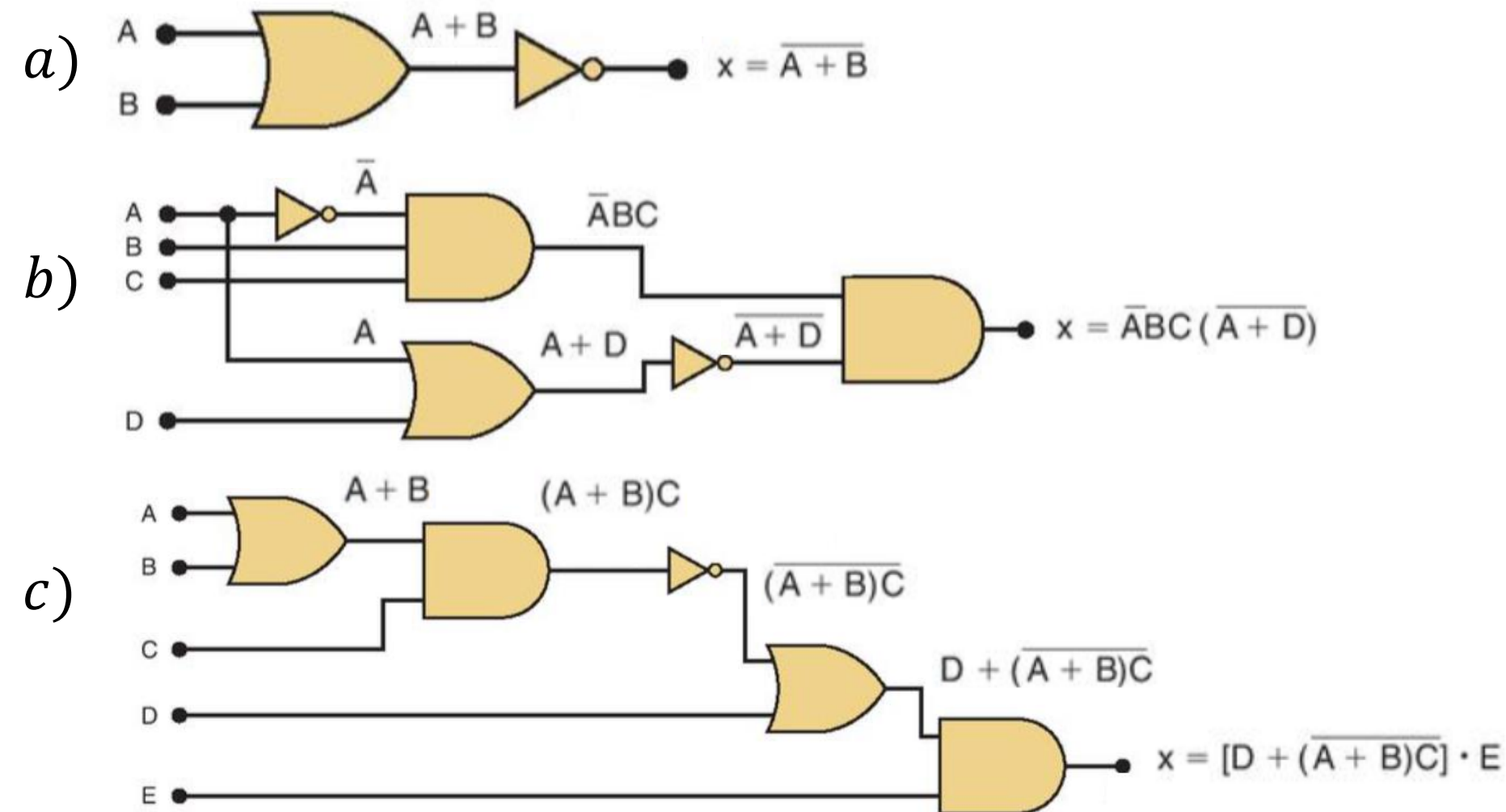


As operações *AND* sempre são realizadas antes, a menos que as operações *OR* estejam dentro de parênteses. A ordem das operações é a mesma da álgebra convencional.

# Análise de circuitos lógicos

## Exemplo 09

Determine as funções lógicas executadas pelos seguintes circuitos. Realize a simulação do circuito e levante a tabela verdade do mesmo.



# Análise de circuitos lógicos

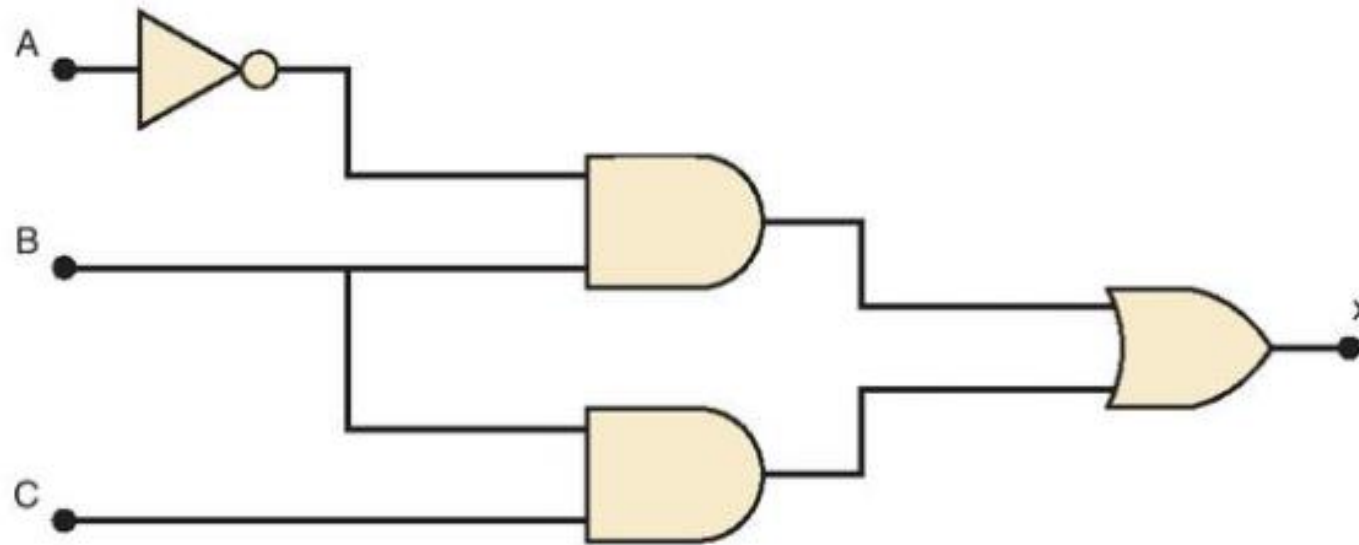
## Uso da tabela-verdade

- ✓ O uso da tabela-verdade permite que se analise uma porta ou combinação lógica por vez.
- ✓ Permite que se confira facilmente o trabalho.
- ✓ Quando o trabalho se encerra, há uma tabela que ajuda na verificação de erros do circuito lógico.

# Análise de circuitos lógicos

## Exemplo 10

Considere o circuito lógico abaixo:



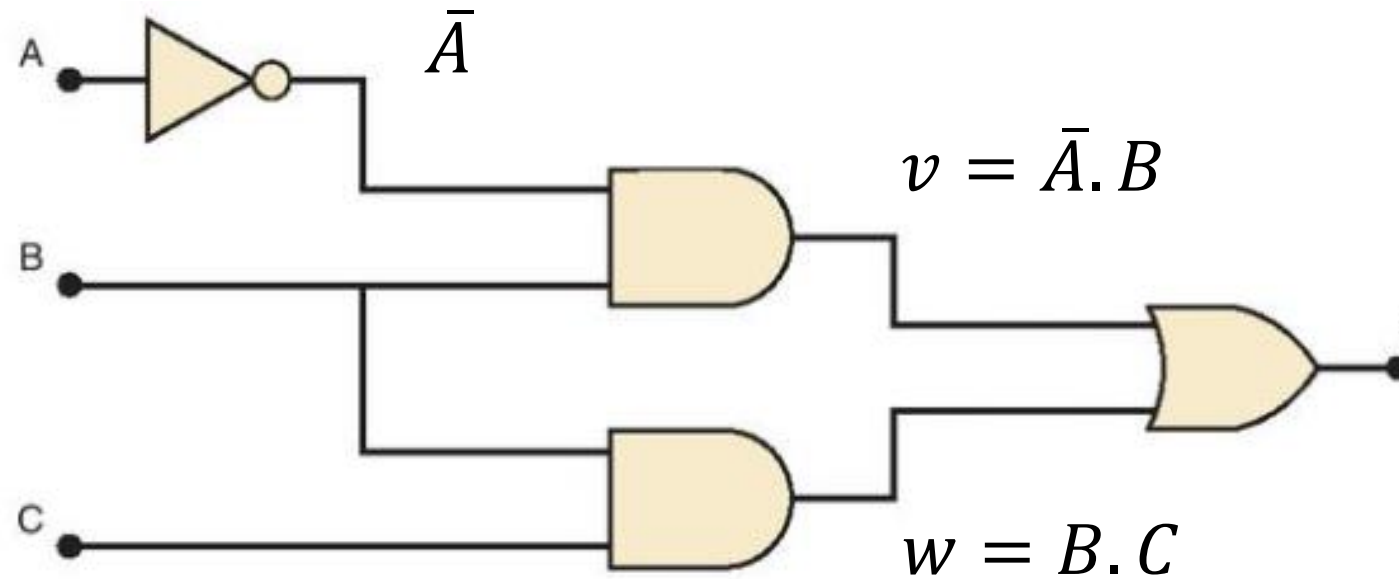
Determine:

- a) A função de saída x.
- b) Realize o levantamento da tabela verdade manualmente.
- c) Realize a simulação do circuito e verifique a tabela-verdade do item b).



# Análise de circuitos lógicos

## Exemplo 10



A	B	C	$\bar{A}$	$\bar{A}B$	$BC$	$x = v + w$
0	0	0	1			
0	0	1	1			
0	1	0	1			
0	1	1	1			
1	0	0	0			
1	0	1	0			
1	1	0	0			
1	1	1	0			

A	B	C	$\bar{A}$	$\bar{A}B$	$BC$	$x = v + w$
0	0	0	1	0		
0	0	1	1	0		
0	1	0	1	1		
0	1	1	1	1		
1	0	0	0	0		
1	0	1	0	0		
1	1	0	0	0		
1	1	1	0	0		

A	B	C	$\bar{A}$	$\bar{A}B$	$BC$	$x = v + w$
0	0	0	1	0	0	
0	0	1	1	0	0	
0	1	0	1	1	0	
0	1	1	1	1	1	
1	0	0	0	0	0	
1	0	1	0	0	0	
1	1	0	0	0	0	
1	1	1	0	0	1	

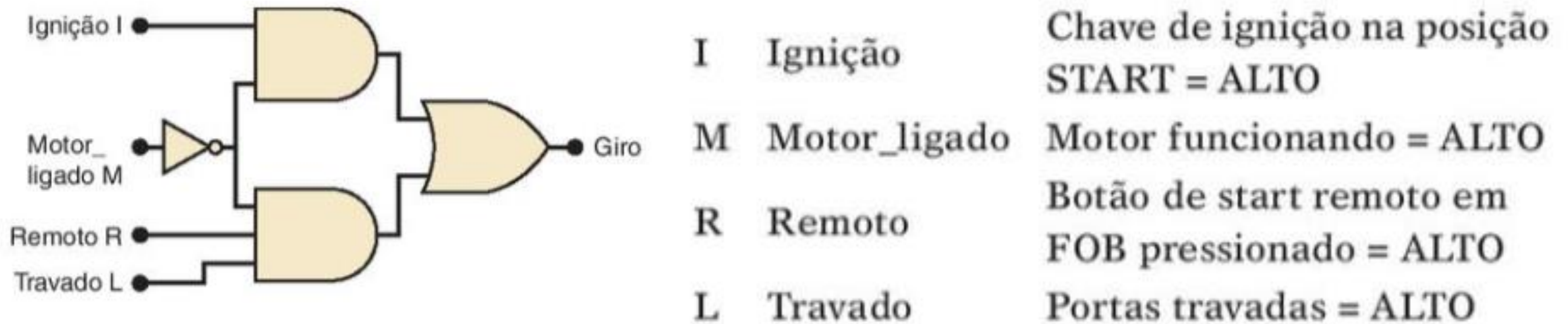
A	B	C	$\bar{A}$	$\bar{A}B$	$BC$	$x = v + w$
0	0	0	1	0	0	0
0	0	1	1	0	0	0
0	1	0	1	1	0	1
0	1	1	1	1	1	1
1	0	0	0	0	0	0
1	0	1	0	0	0	0
1	1	0	0	0	0	0
1	1	1	0	0	1	1



# Análise de circuitos lógicos

## Exercício 01

O início remoto para um automóvel girará o motor sob certas condições. O circuito lógico é mostrado na figura abaixo. As entradas são definidas da seguinte forma:



Determine:

- Escreva a expressão booleana do diagrama de circuito.
- Desenhe a tabela-verdade para esse circuito.

# Introdução às portas lógicas

## Referências

TOCCI, Ronald J.; Widmer, Neal S.; Moss, Gregory L. **Sistemas digitais: princípios e aplicações**, 12ª ed. Editora Pearson, 2018. 1056 p. ISBN 9788543025018. Capítulo 3 – Descrição dos circuitos lógicos.

CAPUANO, Francisco Gabriel. **Elementos de eletrônica digital**. 42. São Paulo Erica 2019 1 recurso online ISBN 9788536530390. Capítulo 2 – Funções, portas lógicas e circuitos lógicos

FLOYD, Thomas. **Sistemas digitais : fundamentos e aplicações**. 9. Porto Alegre Bookman 2011 1 recurso online ISBN 9788577801077. Capítulo 3 – Portas Lógicas