

Circuitos Lógicos

Aula 17

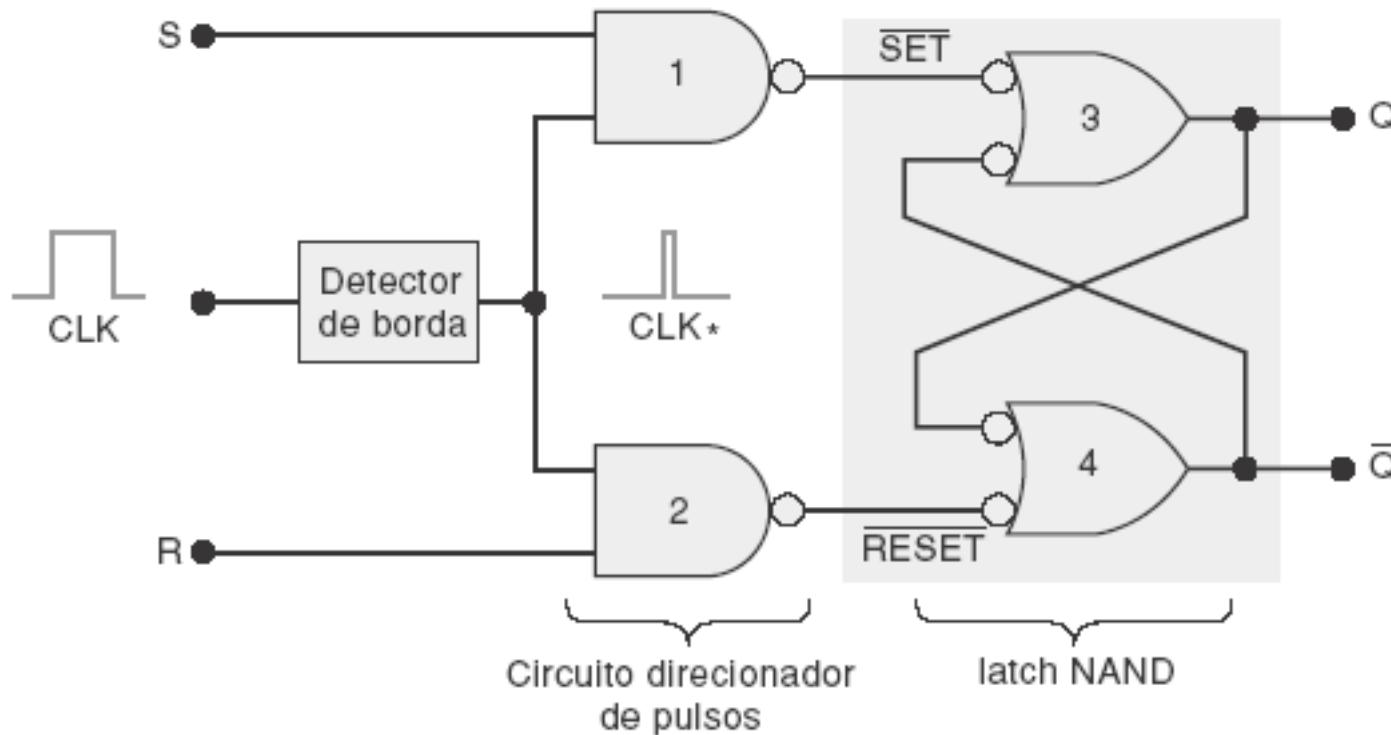
Aula passada

- Circuitos síncronos
- Pulso, impulsos e *clock*
- Detector de borda
- FF NAND com clock

Aula de hoje

- Revisão FF NAND com clock (S-R)
- Flip-Flop J-K com Clock
- Flip-Flop D com Clock

Circuito FF NAND (S-R) com *Clock*



■ Tabela verdade do Flip-Flop S-R?

Entradas			Saída
S	R	CLK	Q
0	0	↑	Q_0 (Não muda)
1	0	↑	1
0	1	↑	0
1	1	↑	Ambíguo

Q_0 é o nível de saída anterior a \uparrow de CLK.

\downarrow de CLK não produz mudança em Q.

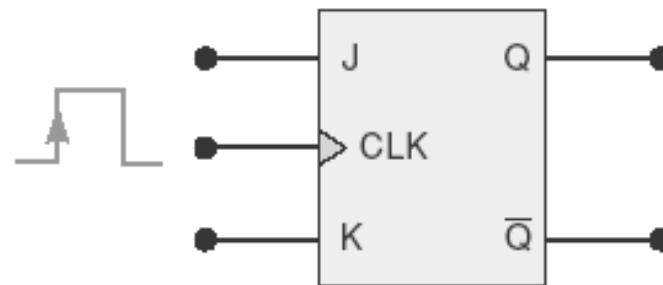
Funcionalidade de *Toggle*

- *Toggle* (trocar): inverter o estado do Flip-Flop
 - $Q_0 = 0 \rightarrow Q = 1$ ou $Q_0 = 1 \rightarrow Q = 0$

Usaremos uma das entradas para isto!

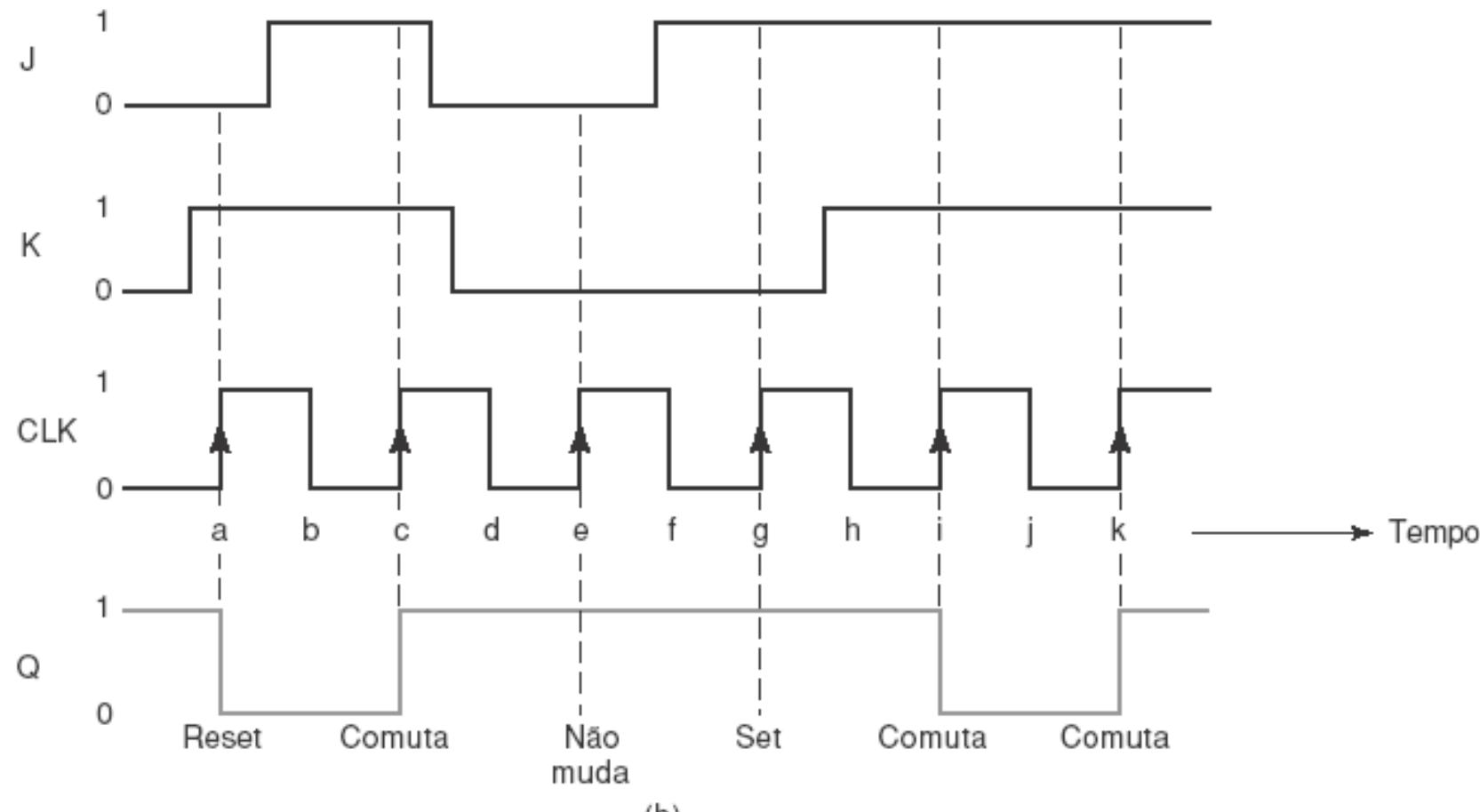
- $S=1, Q=1, \text{Clk} : \text{Toggle}$
- Também resolve problema de ambiguidade do FF S-R
- Novo Flip-Flop: J-K

Flip Flop J-K



J	K	CLK	Q
0	0	↑	Q_0 (não muda)
1	0	↑	1
0	1	↑	0
1	1	↑	\bar{Q}_0 (comuta)

(a)



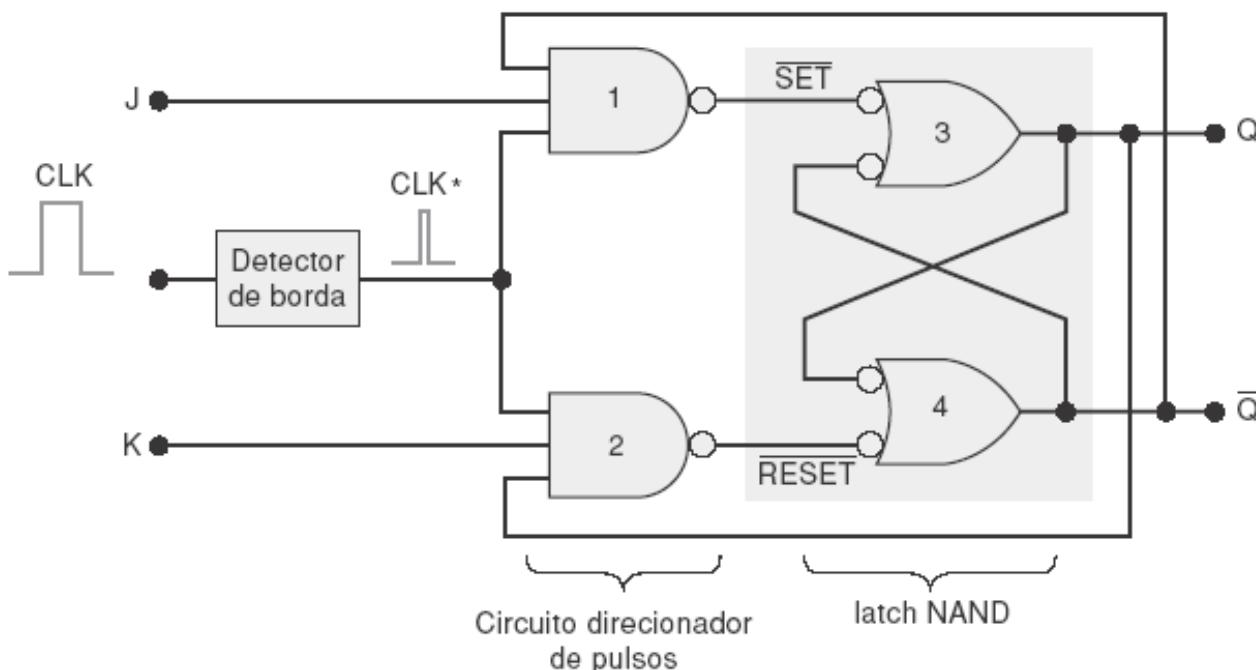
Implementação do FF J-K



- Como implementar o *toggle*?
 - dica: já fizemos um *toggle* em aula!

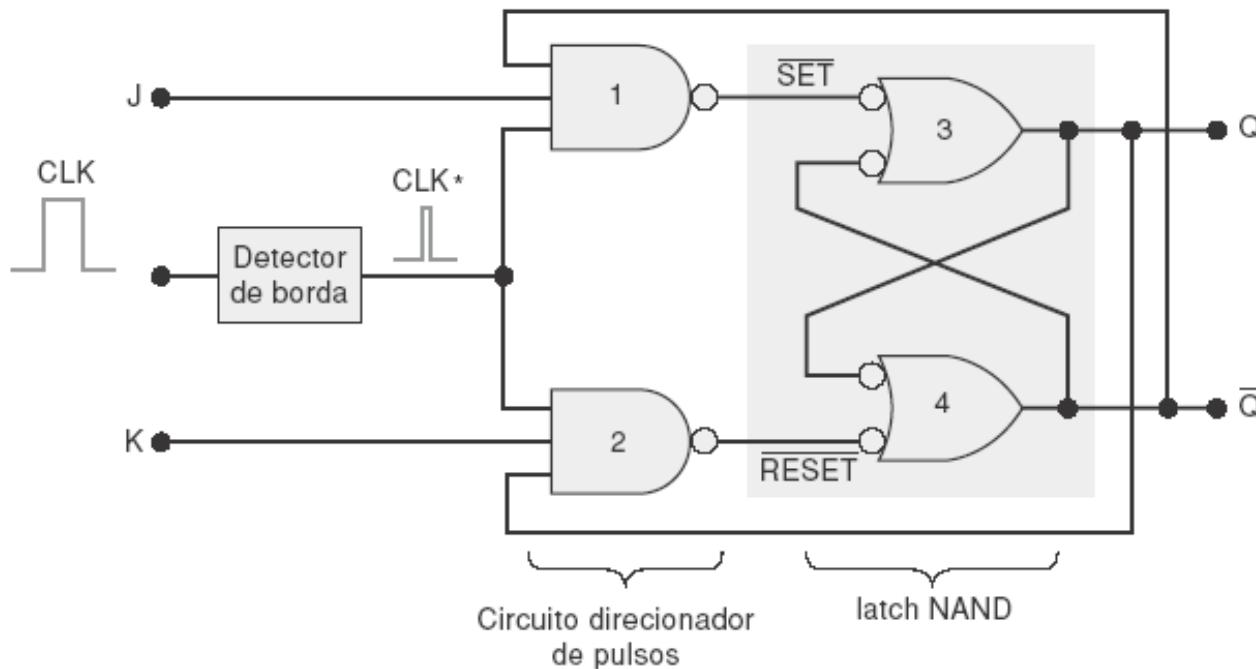
Feedback do feedback!

- Fundamento da computação: recursão



- Usar FF S-R
Clocked
- Feedback do
sinal Q, \bar{Q} '
novamente

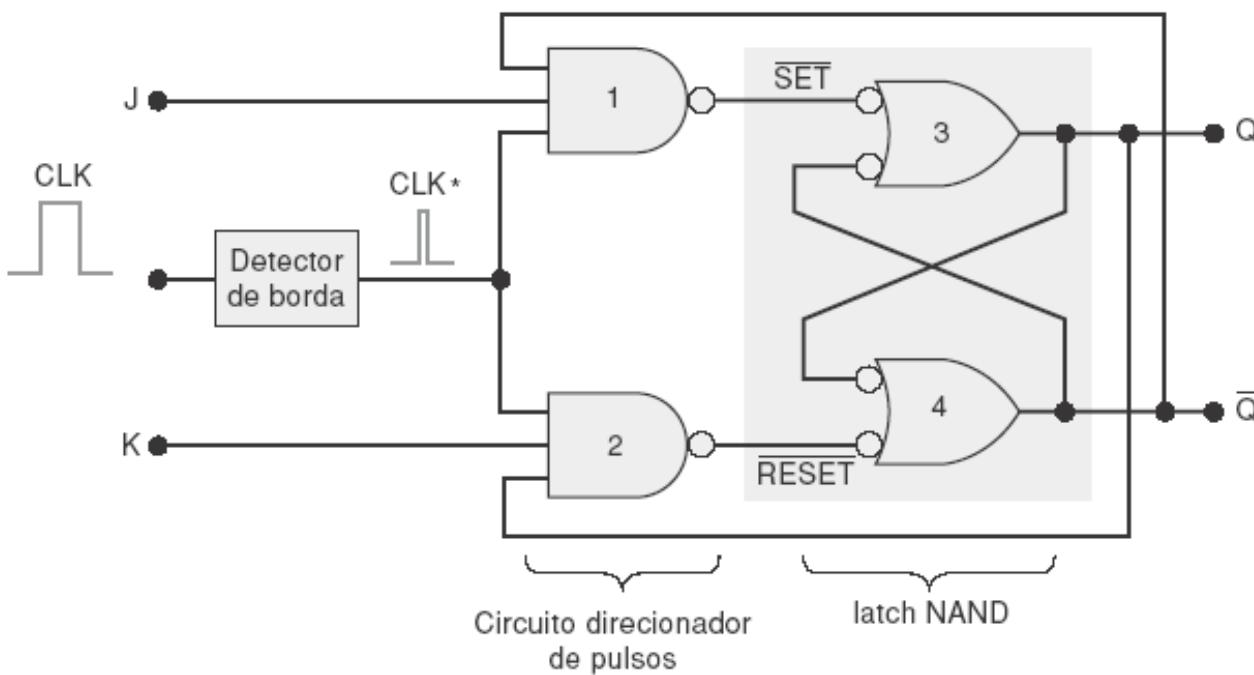
Implementação do FF J-K



- Tabela verdade?
- Caso $J=1, K=1$ (toggle)
- Mostrar que outros casos funcionam
 - Set, Reset, mantém

Detalhes do FF J-K

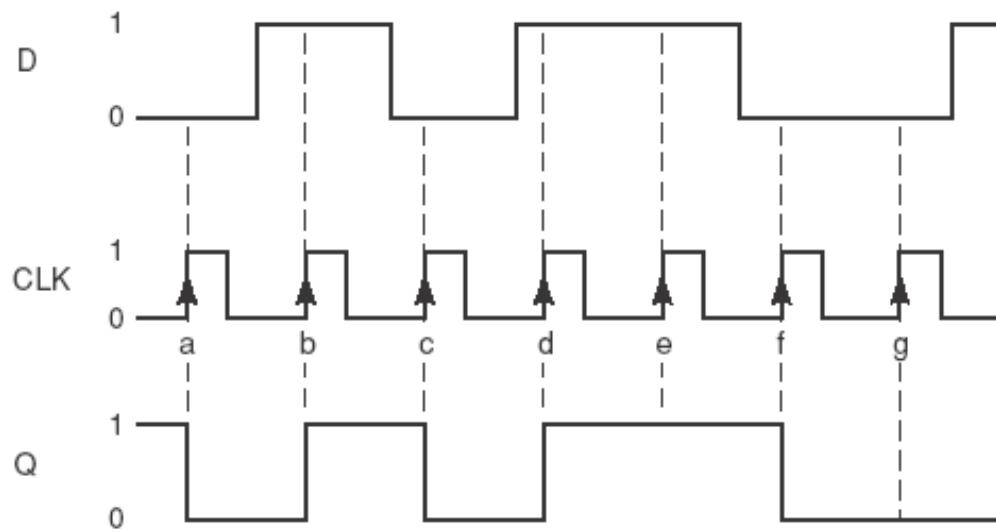
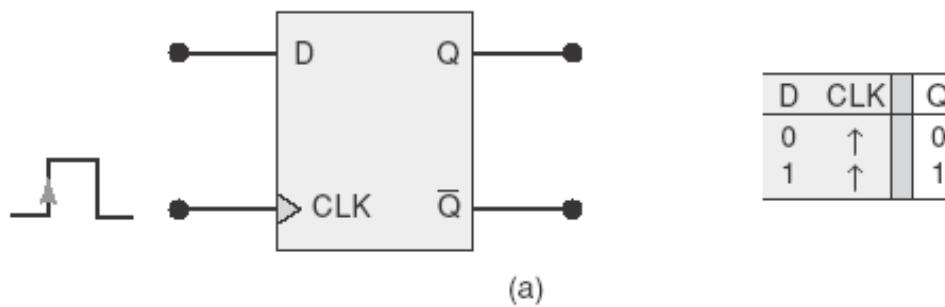
- FF J-K faz tudo o que o FF S-R faz
- Oferece funcionalidade de toggle
- Problema: Como garantir apenas um toggle por clock?



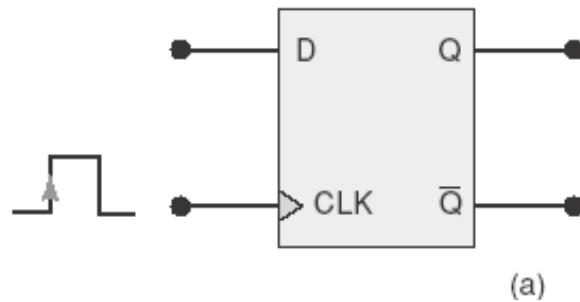
- Garantir impulso bem pequeno!
- Valores de Q e Q' *depois* do toggle veem $CLK^* = 0$

Flip-Flop D Clocked

- Elemento de memória simples
- Armazena valor do bit de entrada ao sinal clock
 - $D = 0 \rightarrow \text{SET}$; $D = 1 \rightarrow \text{Reset}$



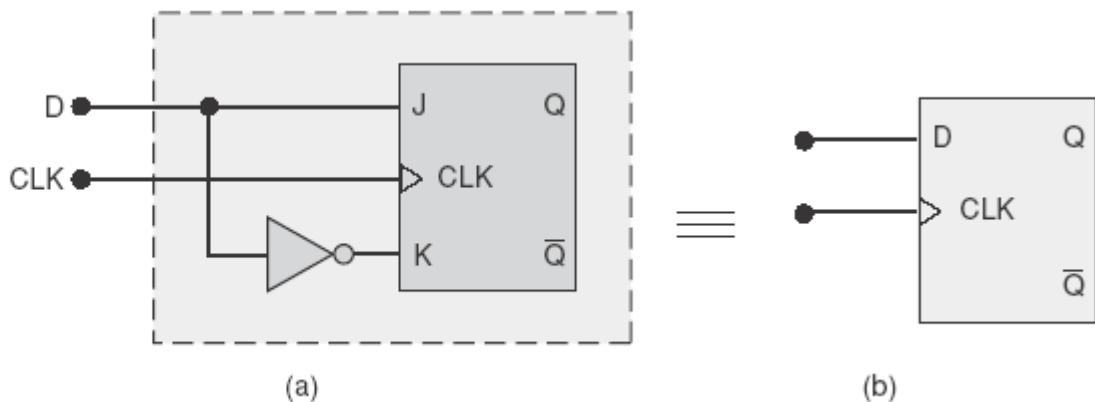
Implementação do FF D



D	CLK	Q
0	↑	0
1	↑	1

- Idéias?
- dica: usar o que já conhecemos

- Usar FF J-K
- Usar D para gerar entrada J
- Usar D' para gerar entrada K



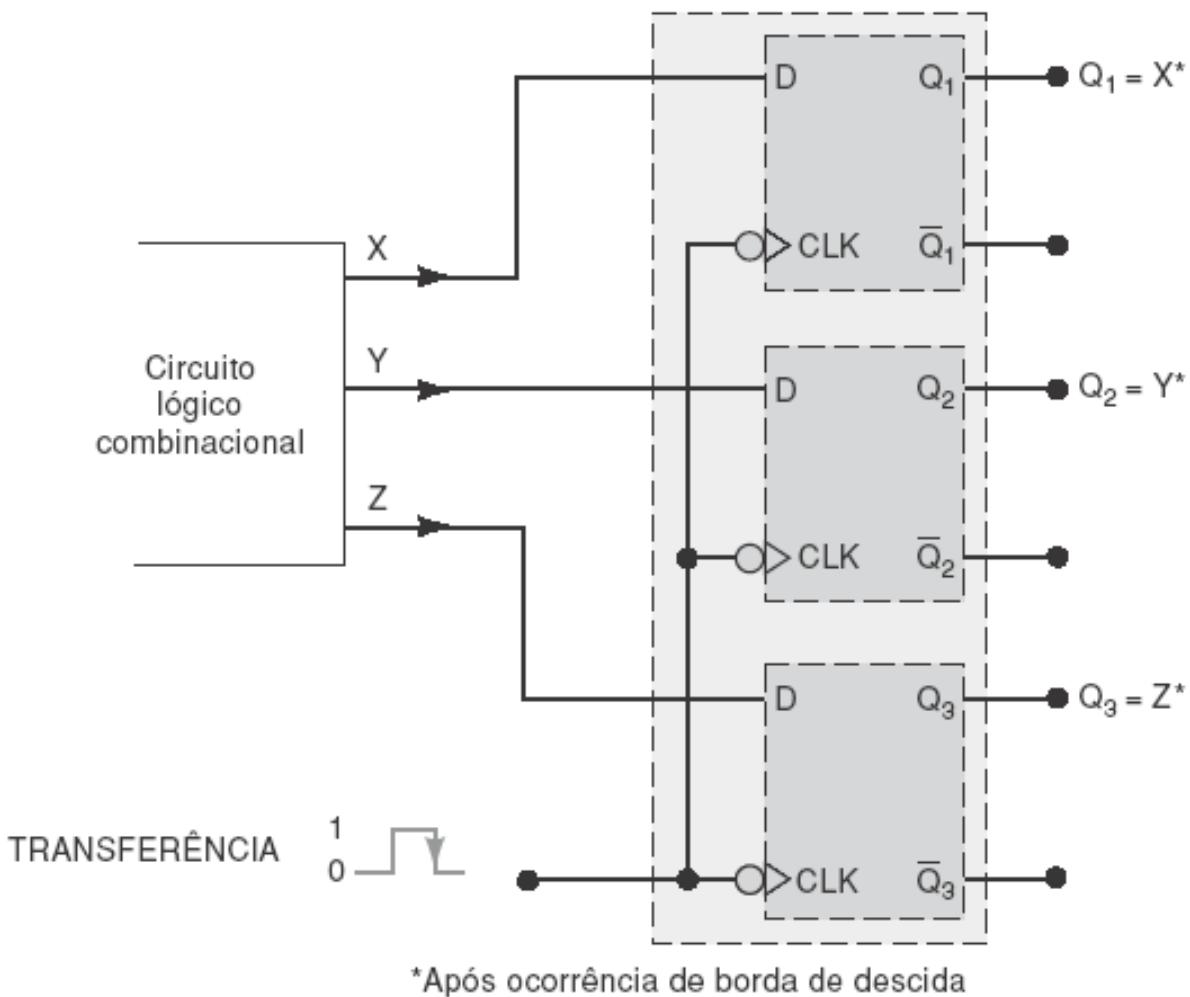
- Tabela verdade?
- $D=0, D=1$

Vantagem e Uso do FF D



- FF D gera na saída seu valor de entrada
- **Inútil?**
- Saída é igual a entrada no instante de clock e permanece o mesmo entre clocks (independente da entrada)
- FF sustenta saída!
- Fornece entrada para próxima fase (módulo) do circuito

Exemplo FF D



- Transferência paralela de dados
- Circuito combinacional pode trabalhar tranquilo...
- Saída é gravada e transferida para próxima parte