

The background of the image shows a light-colored wooden desk surface. On the desk, there is a dark laptop keyboard in the top left, a black smartphone with a camera lens visible in the bottom left, a pair of blue-framed glasses in the center-left, and a black smartwatch with a dark strap in the top right.

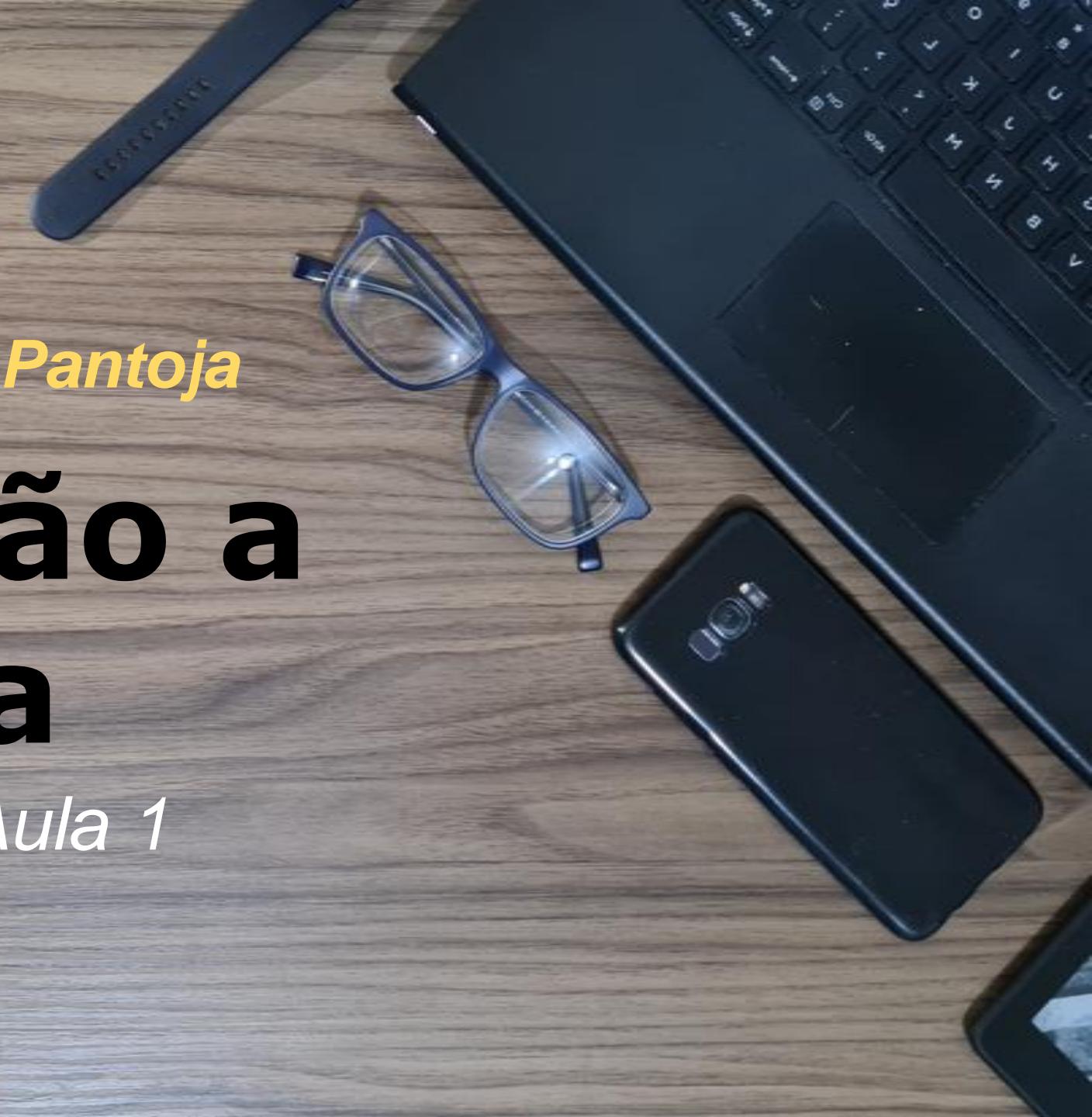
Lógica Computacional

by Professor Pantoja

Lógica Computacional
by Professor Pantoja

Introdução a Lógica

Aula 1



ARGUMENTO

ARGUMENTO

- *conjunto de fatos (premissas)*
- *uma conclusão (V ou F)*

ARGUMENTO

- *conjunto de fatos (premissas)*
- *uma conclusão (V ou F)*



INDUTIVO

ARGUMENTO

- *conjunto de fatos (premissas)*
- *uma conclusão (V ou F)*

**INDUTIVO**

não tem garantia de conclusão

DEDUTIVO

ARGUMENTO

- *conjunto de fatos (premissas)*
- *uma conclusão (V ou F)*

INDUTIVO

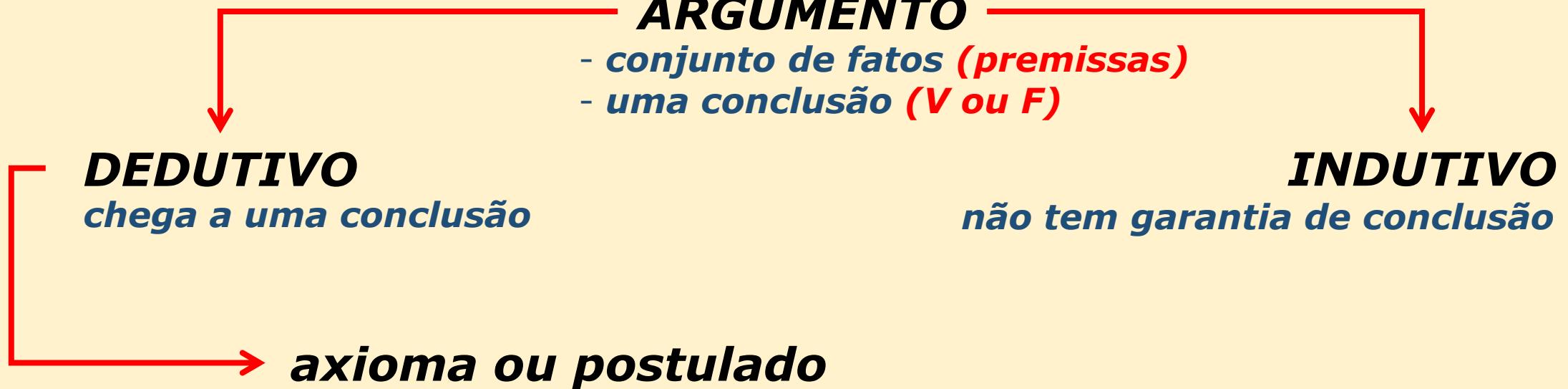
não tem garantia de conclusão

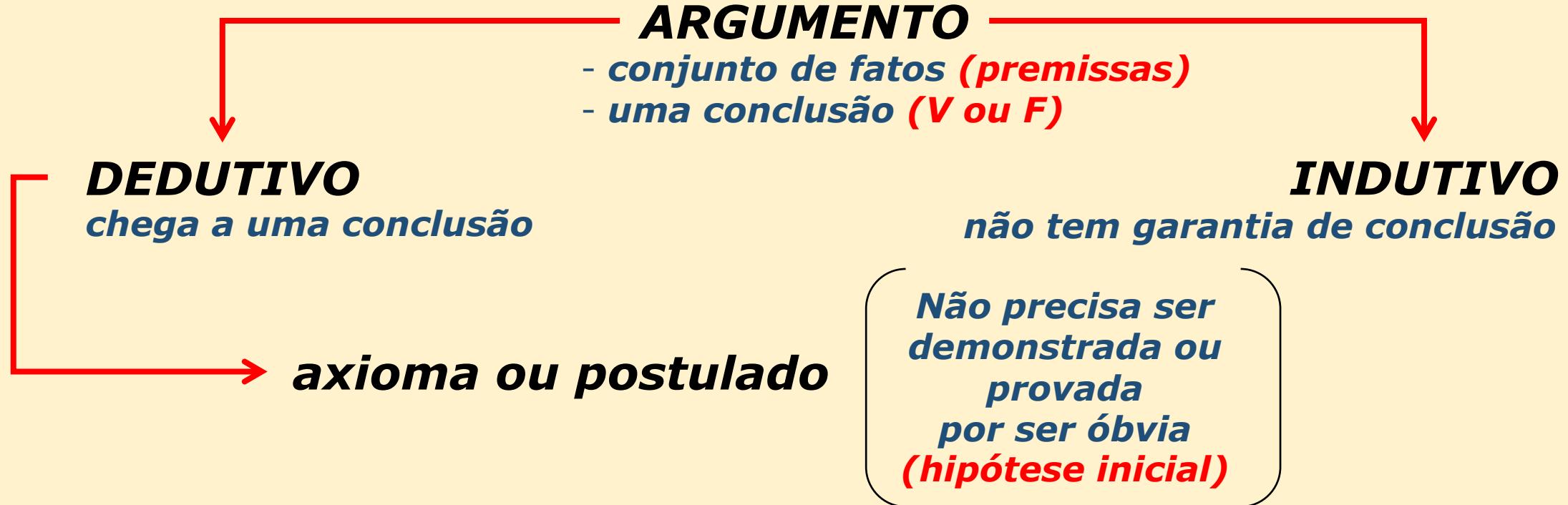
DEDUTIVO
chega a uma conclusão

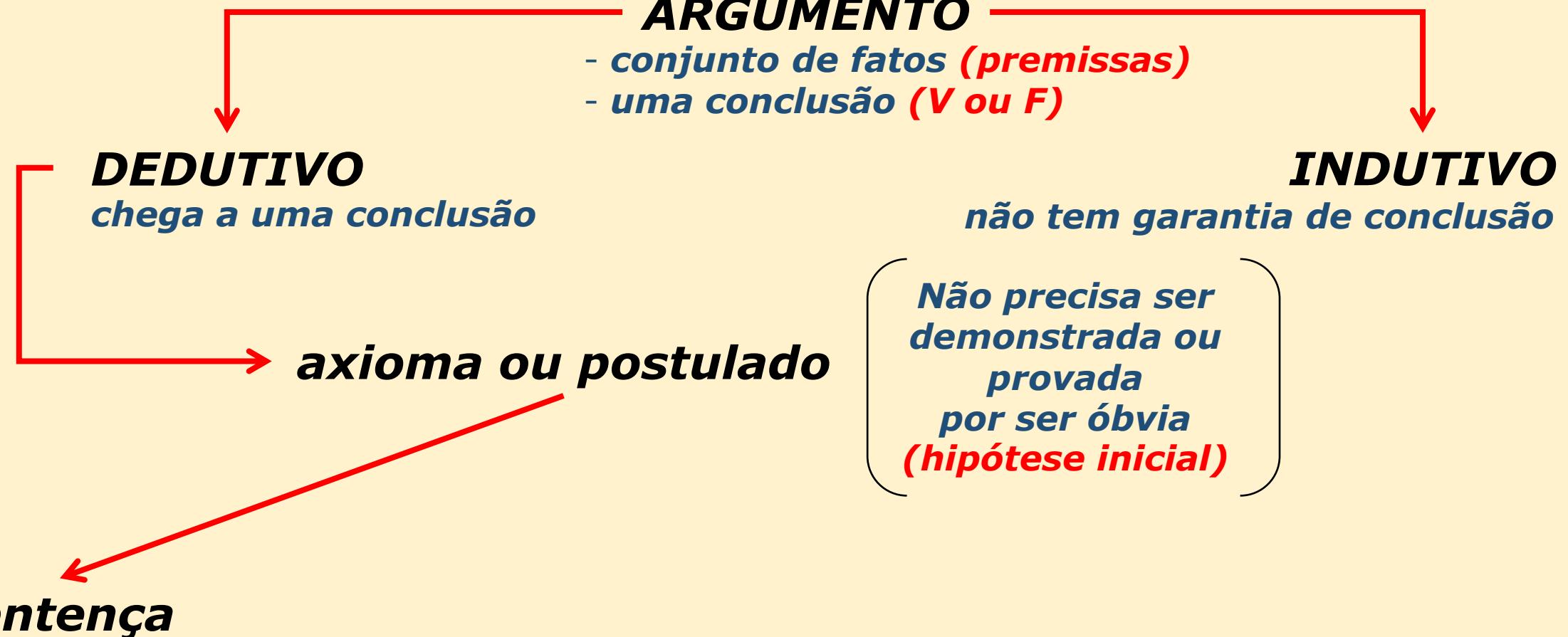
ARGUMENTO

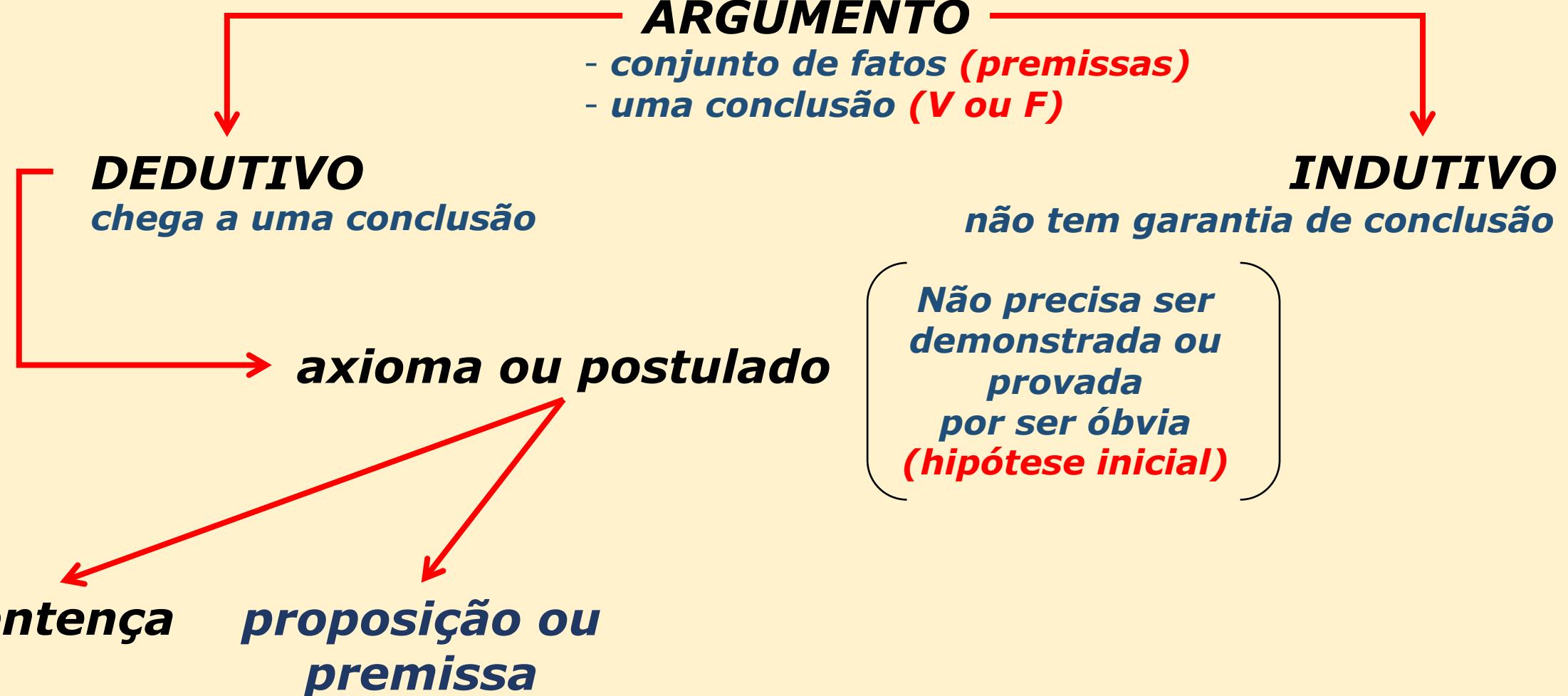
- *conjunto de fatos (premissas)*
- *uma conclusão (V ou F)*

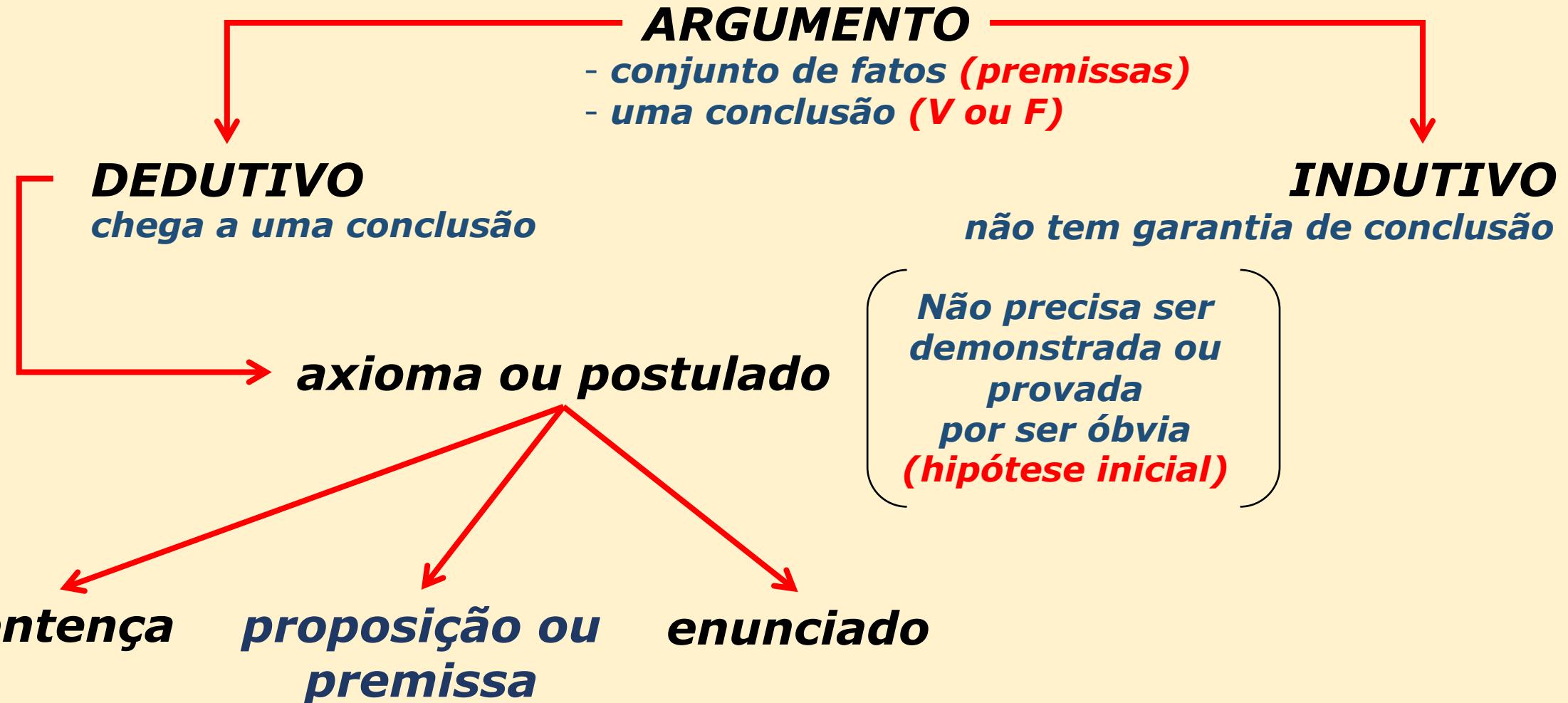
INDUTIVO
não tem garantia de conclusão

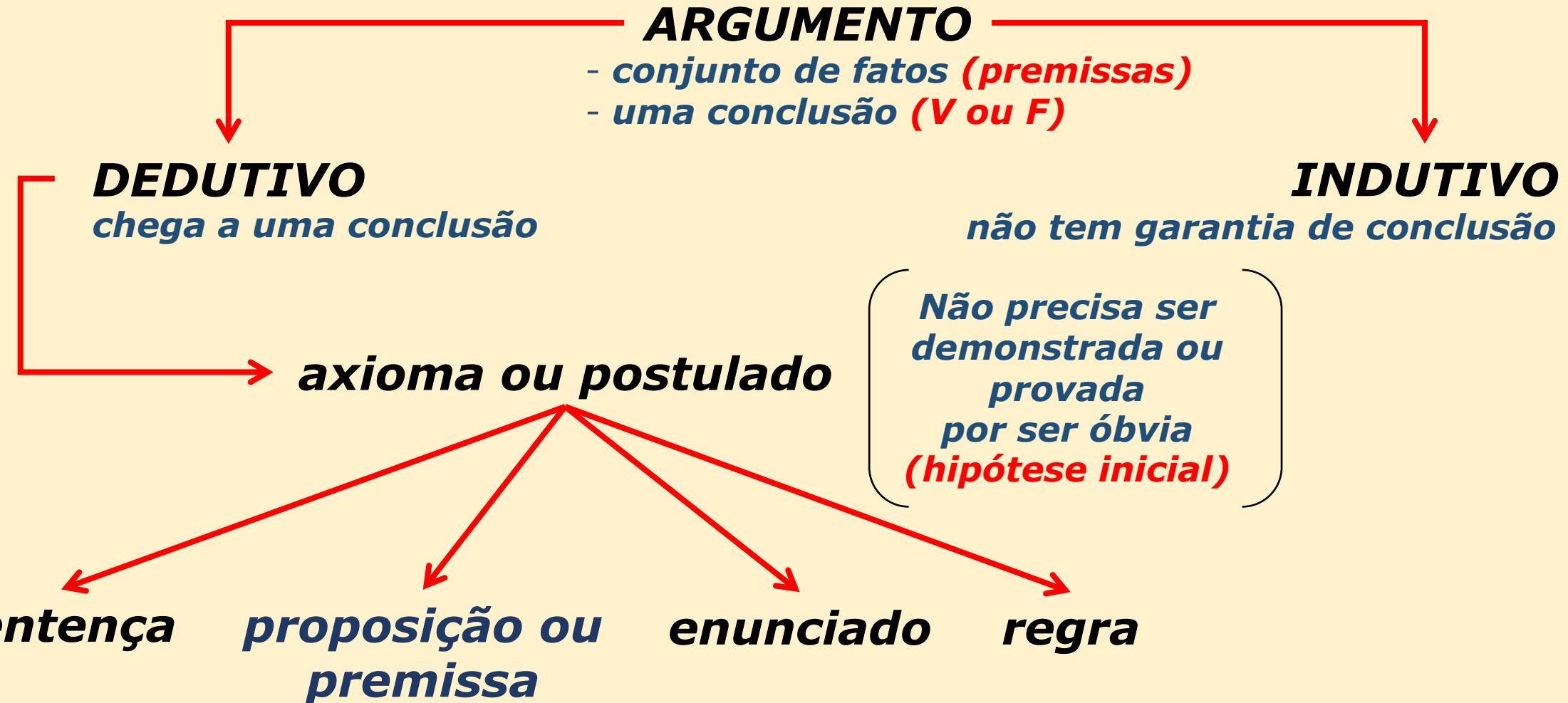












Os postulados clássicos são:

Os postulados clássicos são:

- ***Princípio da Identidade***

Os postulados clássicos são:

- ***Princípio da Identidade***
 - *Tudo é igual a si mesmo.*

Os postulados clássicos são:

- ***Princípio da Identidade***
 - *Tudo é igual a si mesmo.*

$$\mathbf{A = A}$$

Os postulados clássicos são:

- **Princípio da Identidade**
 - *Tudo é igual a si mesmo.*

$$A = A$$

$$p = p$$

Os postulados clássicos são:

- ***Princípio da Identidade***
 - *Tudo é igual a si mesmo.*

$$A = A$$

$$p = p$$

$$p = q$$

Os postulados clássicos são:

- **Princípio da Identidade**
 - *Tudo é igual a si mesmo.*

$$A = A$$

$$p = p$$

$$p = q$$

$$p = p$$



Os postulados clássicos são:

- **Princípio da Identidade**
 - *Tudo é igual a si mesmo.*

$$\begin{array}{c} A = A \\ p = p \\ p = q \\ \swarrow \qquad \searrow \\ p = p \qquad \qquad \qquad q = q \end{array}$$

Os postulados clássicos são:

- ***Princípio da Identidade***
- ***Princípio da Não-Contradição***

Os postulados clássicos são:

- ***Princípio da Identidade***
- ***Princípio da Não-Contradição***
 - ***duas afirmações contraditórias não podem ser verdadeiras ao mesmo tempo.***

Os postulados clássicos são:

- **Princípio da Identidade**
- **Princípio da Não-Contradição**
 - *duas afirmações contraditórias não podem ser verdadeiras ao mesmo tempo.*

$$A \neq \neg A$$

Os postulados clássicos são:

- **Princípio da Identidade**
- **Princípio da Não-Contradição**
 - *duas afirmações contraditórias não podem ser verdadeiras ao mesmo tempo.*

$$\begin{aligned} A &\neq \neg A \\ \neg B &\neq B \end{aligned}$$

Os postulados clássicos são:

- **Princípio da Identidade**
- **Princípio da Não-Contradição**
 - *duas afirmações contraditórias não podem ser verdadeiras ao mesmo tempo.*

$$\begin{aligned} A &\neq \neg A \\ \neg B &\neq B \end{aligned}$$

$$\neg(p \wedge \neg p)$$

Os postulados clássicos são:

- ***Princípio da Identidade***
- ***Princípio da Não-Contradição***
- ***Princípio do Terceiro Excluído***

Os postulados clássicos são:

- ***Princípio da Identidade***
- ***Princípio da Não-Contradição***
- ***Princípio do Terceiro Excluído***
 - ***Ou a afirmação é verdadeira ou sua negação é verdadeira.***

Os postulados clássicos são:

- **Princípio da Identidade**
- **Princípio da Não-Contradição**
- **Princípio do Terceiro Excluído**
 - **Ou a afirmação é verdadeira ou sua negação é verdadeira.**

$A = V$ ou

$\neg A = V$

Lógica Computacional
by Professor Pantoja

Conectores Lógicos

Aula 2



Negação

Negação

Conjunção

Negação

Conjunção

Disjunção

Negação

Conjunção

Disjunção

Ou Exclusivo

Negação

Conjunção

Disjunção

Ou Exclusivo

**Condisional ou
Implicação**

Negação

Conjunção —————→ **Não E**

Disjunção

Ou Exclusivo

**Condisional ou
Implicação**

Negação

Conjunção —————→ **Não E**

Disjunção —————→ **Não Ou**

Ou Exclusivo

**Condisional ou
Implicação**

Negação

Conjunção —————→ **Não E**

Disjunção —————→ **Não Ou**

Ou Exclusivo —————→ **Bi-implicação**

**Condisional ou
Implicação**

¬ ou **~**

\neg ou \sim

p	$\neg p$
F	
V	

\neg ou \sim

p	$\neg p$
F	V
V	

\neg ou \sim

p	$\neg p$
F	V
V	F





p	q	$p \wedge q$
F	F	
F	V	
V	F	
V	V	



p	q	$p \wedge q$
F	F	F
F	V	
V	F	
V	V	



p	q	$p \wedge q$
F	F	F
F	V	F
V	F	
V	V	



p	q	$p \wedge q$
F	F	F
F	V	F
V	F	F
V	V	



p	q	$p \wedge q$
F	F	F
F	V	F
V	F	F
V	V	V

V

V

p	q	$p \vee q$
F	F	
F	V	
V	F	
V	V	

V

p	q	p v q
F	F	F
F	V	
V	F	
V	V	

V

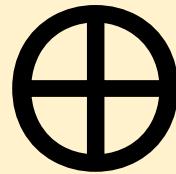
p	q	$p \vee q$
F	F	F
F	V	V
V	F	
V	V	

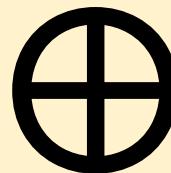


p	q	$p \vee q$
F	F	F
F	V	V
V	F	V
V	V	

V

p	q	p v q
F	F	F
F	V	V
V	F	V
V	V	V

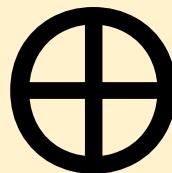




p	q	$p \oplus q$
F	F	
F	V	
V	F	
V	V	



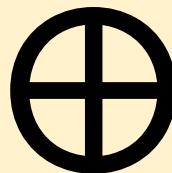
p	q	$p \oplus q$
F	F	F
F	V	
V	F	
V	V	



p	q	$p \oplus q$
F	F	F
F	V	V
V	F	
V	V	

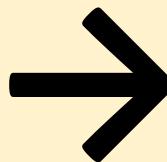


p	q	$p \oplus q$
F	F	F
F	V	V
V	F	V
V	V	

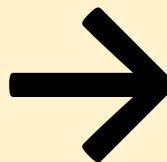


p	q	$p \oplus q$
F	F	F
F	V	V
V	F	V
V	V	F





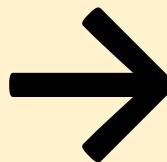
p	q	$p \rightarrow q$
F	F	
F	V	
V	F	
V	V	



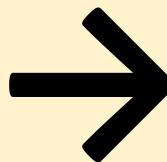
p	q	$p \rightarrow q$
F	F	V
F	V	
V	F	
V	V	



p	q	$p \rightarrow q$
F	F	V
F	V	V
V	F	
V	V	



p	q	$p \rightarrow q$
F	F	V
F	V	V
V	F	F
V	V	



p	q	$p \rightarrow q$
F	F	V
F	V	V
V	F	F
V	V	V

$$\neg(p \wedge q)$$

$$\neg(p \wedge q)$$

p	q	$p \wedge q$
F	F	
F	V	
V	F	
V	V	

$\neg(p \wedge q)$

p	q	$p \wedge q$
F	F	F
F	V	F
V	F	F
V	V	V

$\neg(p \wedge q)$

p	q	$p \wedge q$	$\neg(p \wedge q)$
F	F	F	
F	V	F	
V	F	F	
V	V	V	

$\neg(p \wedge q)$

p	q	$p \wedge q$	$\neg(p \wedge q)$
F	F	F	V
F	V	F	
V	F	F	
V	V	V	

$\neg(p \wedge q)$

p	q	$p \wedge q$	$\neg(p \wedge q)$
F	F	F	V
F	V	F	V
V	F	F	
V	V	V	

$\neg(p \wedge q)$

p	q	$p \wedge q$	$\neg(p \wedge q)$
F	F	F	V
F	V	F	V
V	F	F	V
V	V	V	

$\neg(p \wedge q)$

p	q	$p \wedge q$	$\neg(p \wedge q)$
F	F	F	V
F	V	F	V
V	F	F	V
V	V	V	F

$$\neg(p \vee q)$$

$\neg(p \vee q)$

p	q	$p \vee q$
F	F	
F	V	
V	F	
V	V	

$\neg(p \vee q)$

p	q	$p \vee q$
F	F	F
F	V	V
V	F	V
V	V	V

$\neg(p \vee q)$

p	q	$p \vee q$
F	F	F
F	V	V
V	F	V
V	V	V

$\neg(p \vee q)$

p	q	$p \vee q$	$\neg(p \vee q)$
F	F	F	
F	V	V	
V	F	V	
V	V	V	

$\neg(p \vee q)$

p	q	$p \vee q$	$\neg(p \vee q)$
F	F	F	V
F	V	V	
V	F	V	
V	V	V	

$\neg(p \vee q)$

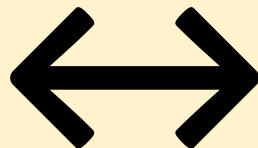
p	q	$p \vee q$	$\neg(p \vee q)$
F	F	F	V
F	V	V	F
V	F	V	
V	V	V	

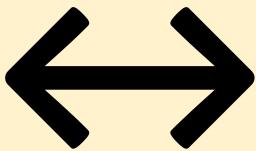
$\neg(p \vee q)$

p	q	$p \vee q$	$\neg(p \vee q)$
F	F	F	V
F	V	V	F
V	F	V	F
V	V	V	

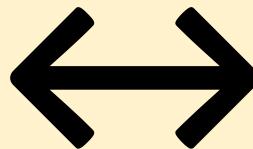
$\neg(p \vee q)$

p	q	$p \vee q$	$\neg(p \vee q)$
F	F	F	V
F	V	V	F
V	F	V	F
V	V	V	F

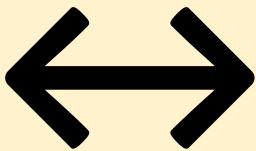




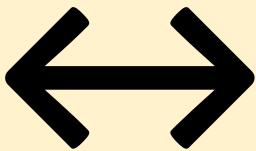
p	q	$p \leftrightarrow q$
F	F	
F	V	
V	F	
V	V	



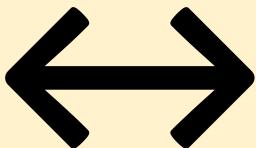
p	q	$p \leftrightarrow q$
F	F	V
F	V	
V	F	
V	V	



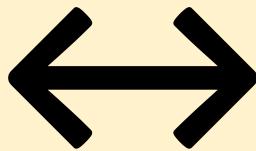
p	q	$p \leftrightarrow q$
F	F	V
F	V	F
V	F	
V	V	



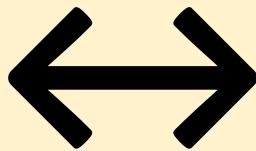
p	q	$p \leftrightarrow q$
F	F	V
F	V	F
V	F	F
V	V	



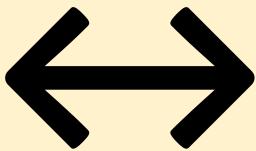
p	q	$p \leftrightarrow q$
F	F	V
F	V	F
V	F	F
V	V	V



p	q	$p \oplus q$	$\neg(p \oplus q)$
F	F	F	
F	V	V	
V	F	V	
V	V	F	

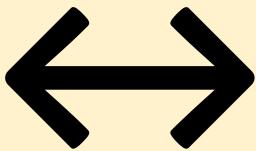


p	q	$p \oplus q$	$\neg(p \oplus q)$
F	F	F	V
F	V	V	F
V	F	V	F
V	V	F	V



p	q	$p \leftrightarrow q$
F	F	V
F	V	F
V	F	F
V	V	V

p	q	$p \oplus q$	$\neg(p \oplus q)$
F	F	F	V
F	V	V	F
V	F	V	F
V	V	F	V



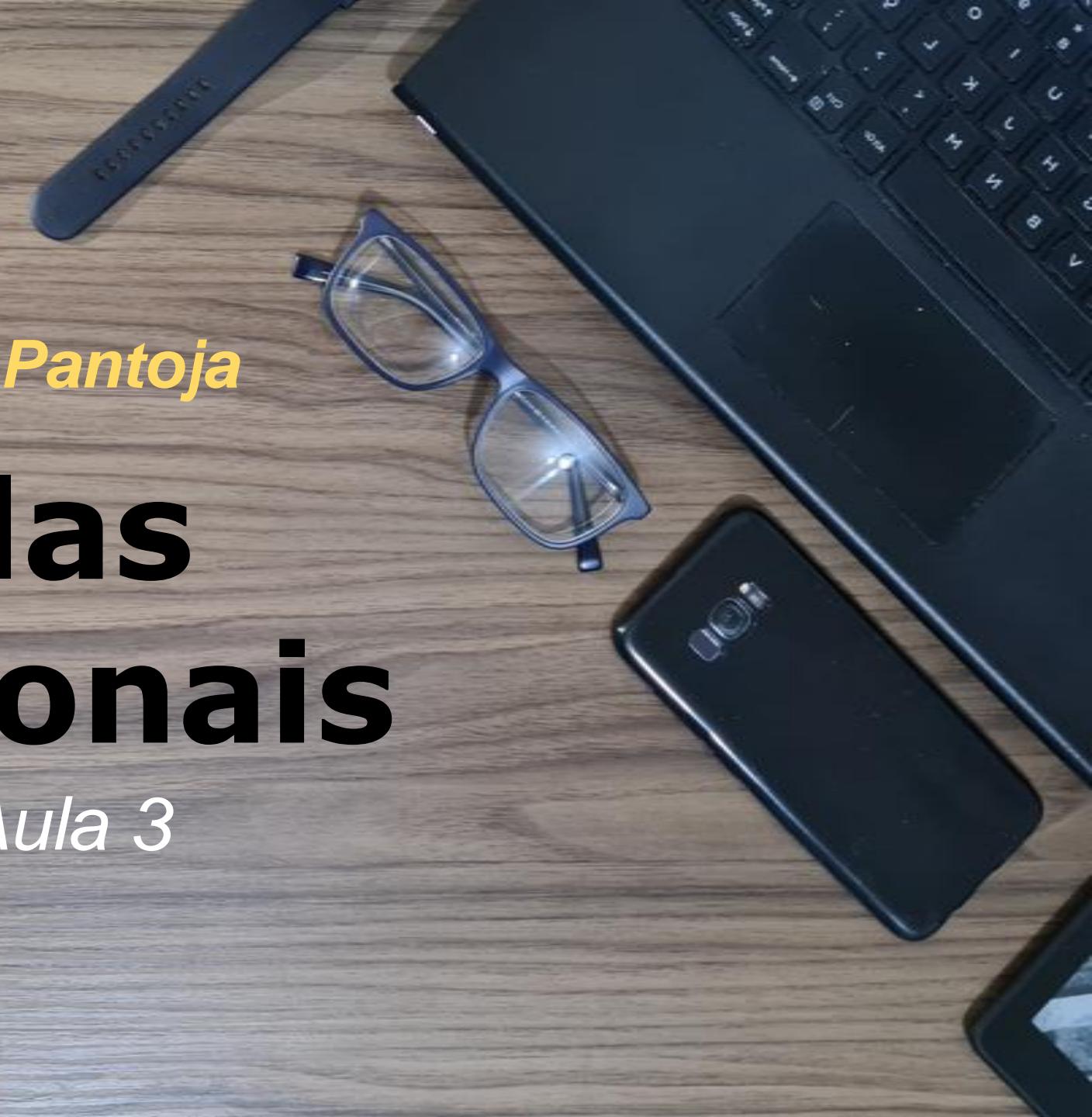
p	q	$p \leftrightarrow q$
F	F	V
F	V	F
V	F	F
V	V	V

p	q	$p \oplus q$	$\neg(p \oplus q)$
F	F	F	V
F	V	V	F
V	F	V	F
V	V	F	V

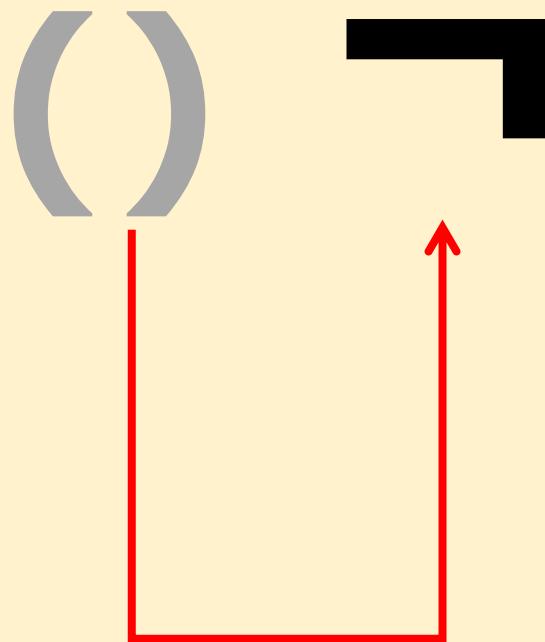
Lógica Computacional
by Professor Pantoja

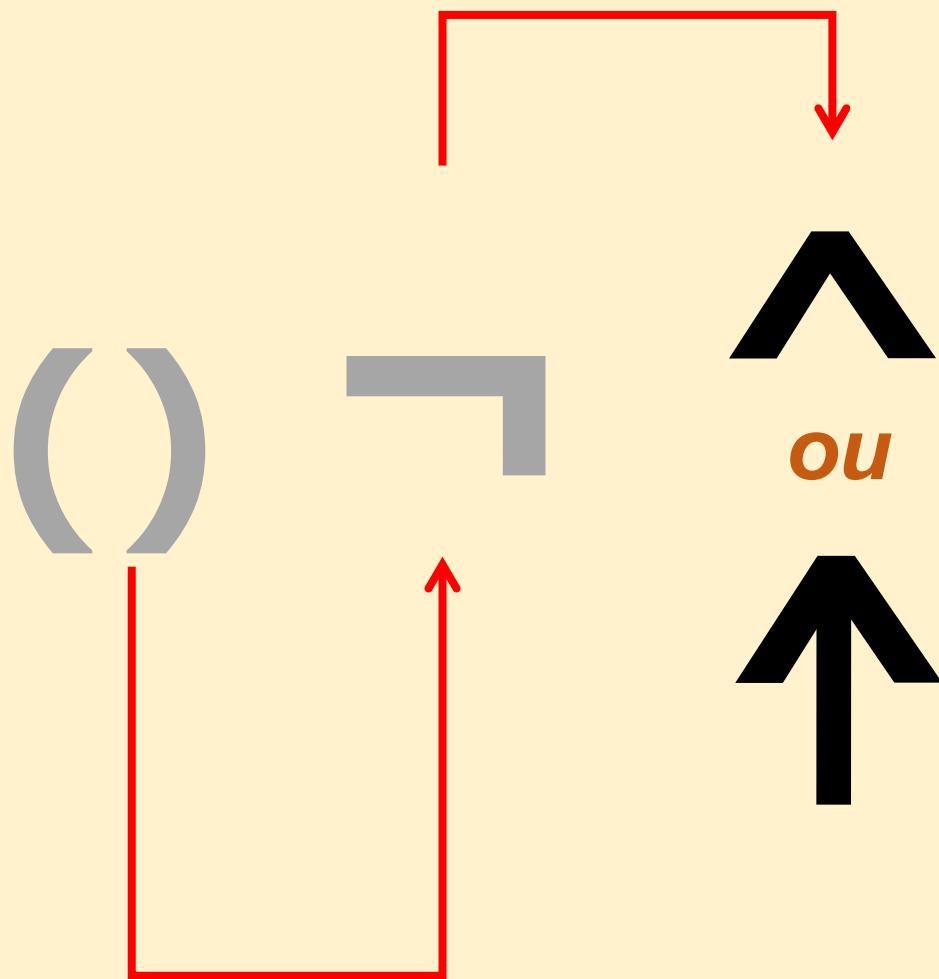
Fórmulas Proposicionais

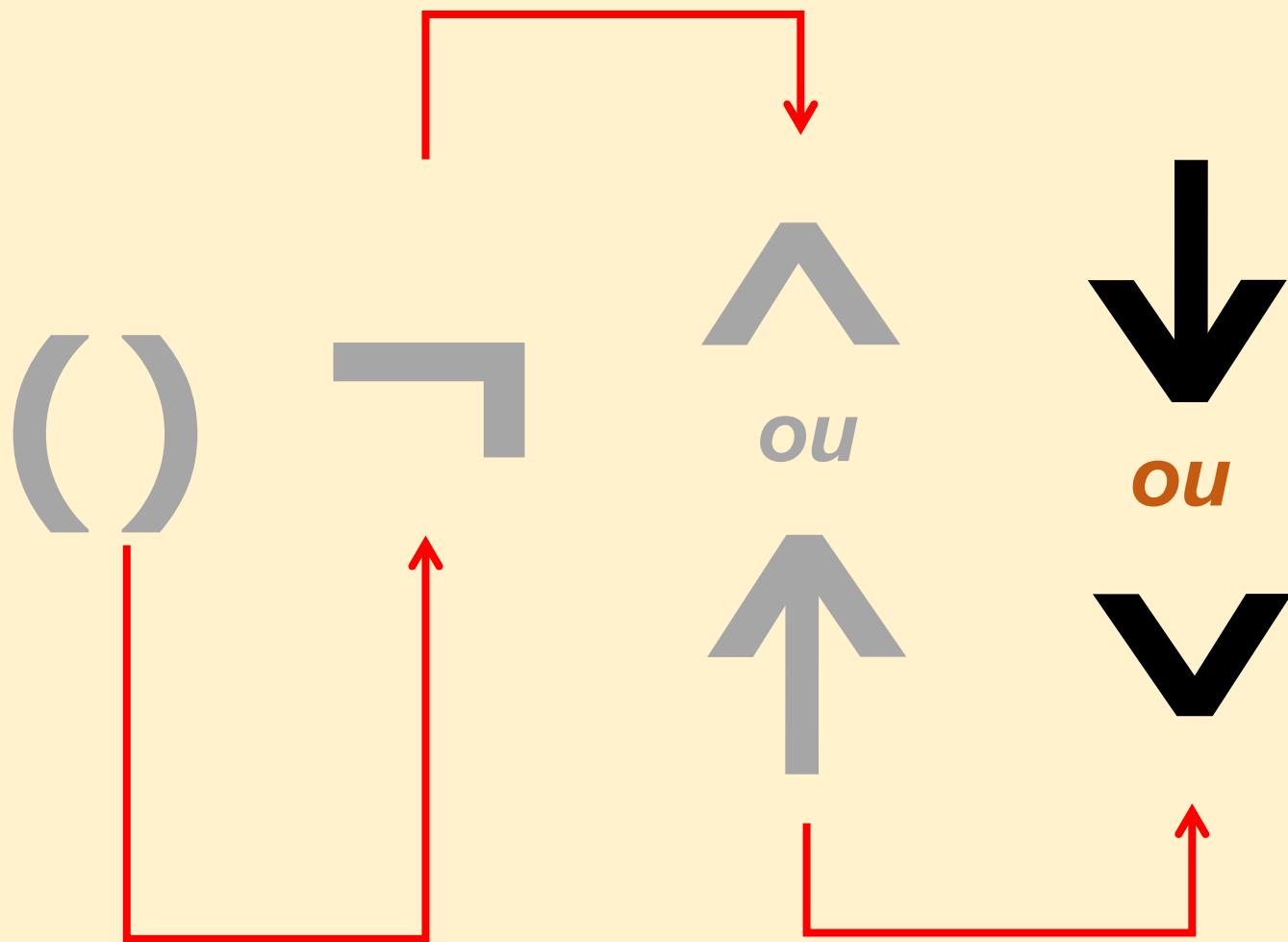
Aula 3

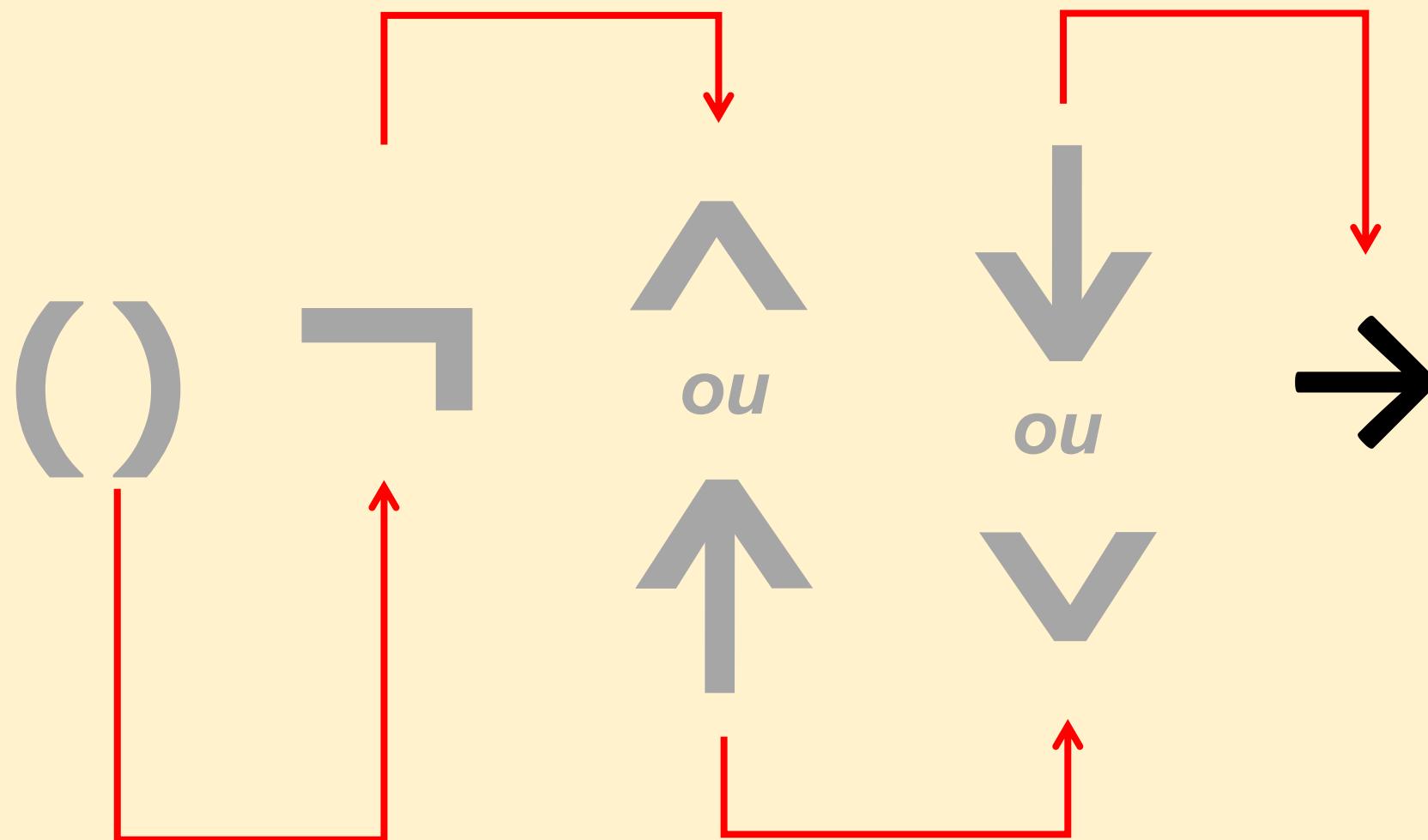


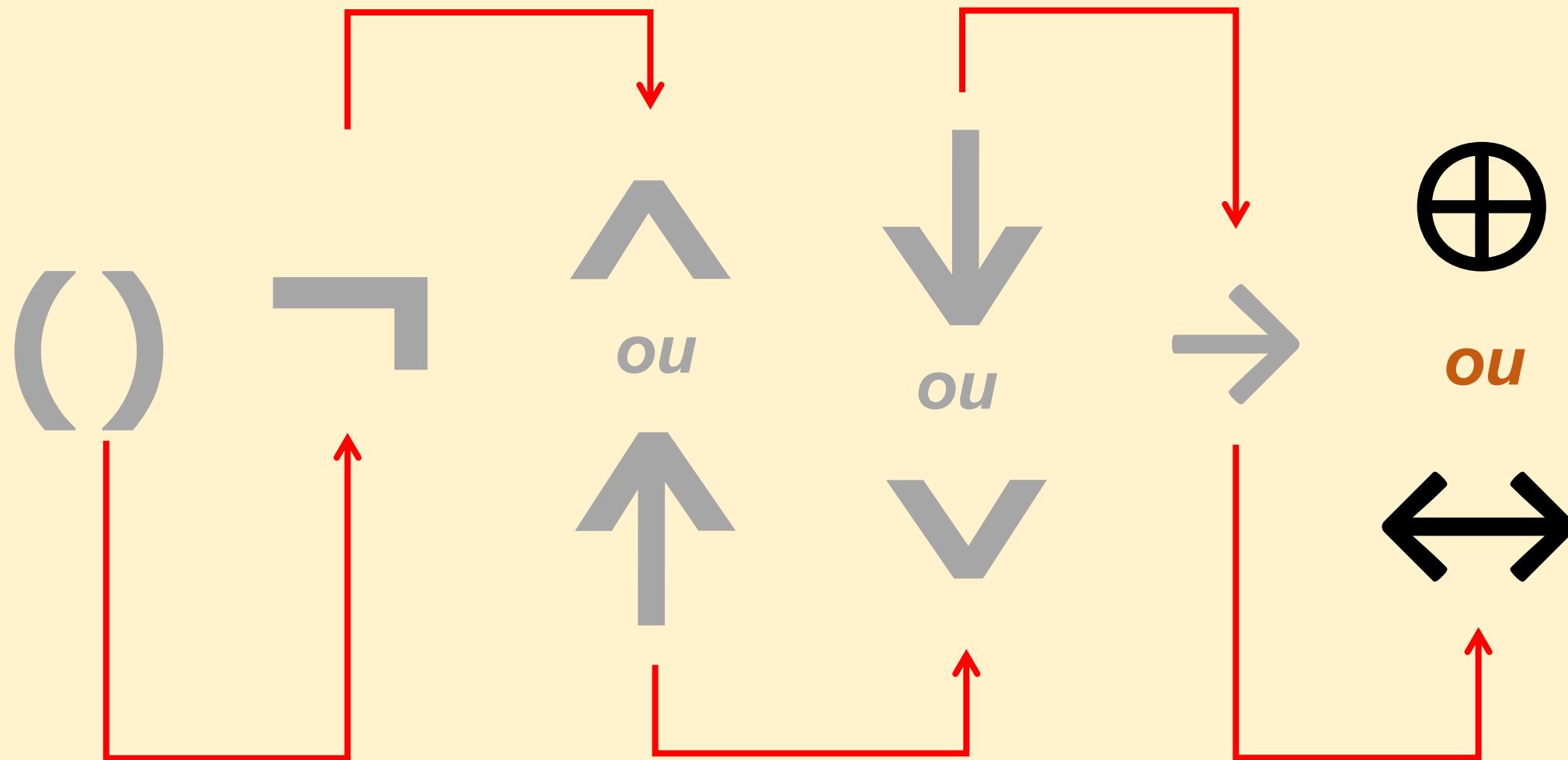
()

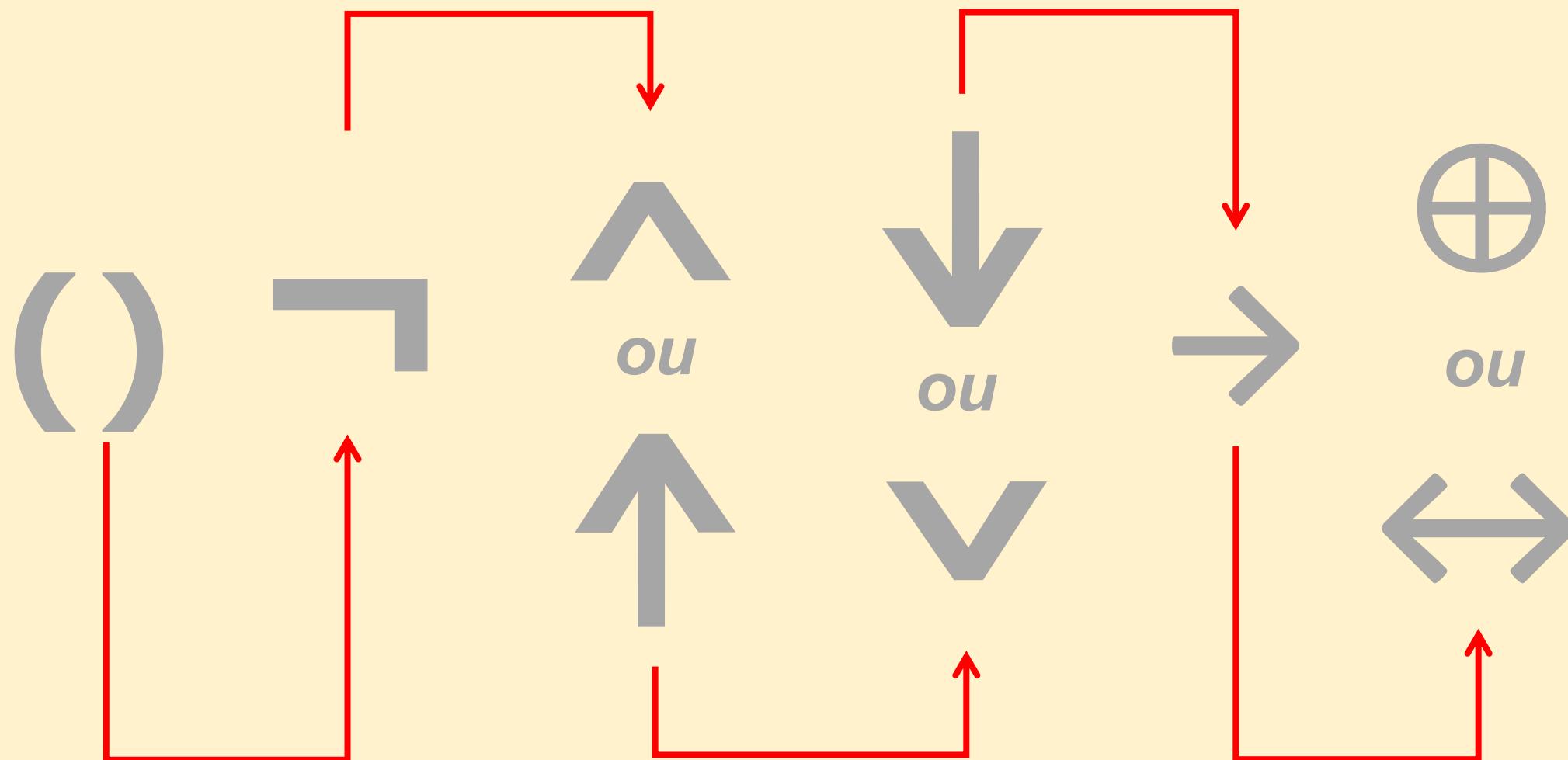












fml ::= p

p

q

fml ::= p

¬p

fml ::= ¬fml

¬q

fml ::= p

$p \wedge q$

$p \wedge \neg q$

fml ::= $\neg fml$

$p \oplus q$

$\neg p \oplus q$

fml ::= fml op fml

op ::= {conectores}

$\neg(p \oplus q)$

$\neg(\neg p \oplus q)$

fml ::= p

fml ::= \neg fml

fml ::= fml op fml

op ::= {conectores}

$\neg(p \oplus q) \wedge \neg(\neg p \oplus q)$

$$\neg(p \oplus q) \wedge \neg(\neg p \oplus q)$$

$$\begin{aligned} p &= F \\ q &= V \end{aligned}$$

$$\neg(p \oplus q) \wedge \neg(\neg p \oplus q)$$

$$\begin{aligned} p &= F \\ q &= V \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \neg(p \oplus q) \wedge \neg(\neg p \oplus q) \\ \neg(F \oplus V) \wedge \neg(\neg F \oplus V) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} p &= F \\ q &= V \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \neg(p \oplus q) \wedge \neg(\neg p \oplus q) \\ \neg(F \oplus V) \wedge \neg(\neg F \oplus V) \\ \neg(V) \wedge \neg(V \oplus V) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} p &= F \\ q &= V \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \neg(p \oplus q) \wedge \neg(\neg p \oplus q) \\ \neg(F \oplus V) \wedge \neg(\neg F \oplus V) \\ \neg(V) \wedge \neg(V \oplus V) \\ F \wedge \neg(F) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} p &= F \\ q &= V \end{aligned}$$

$$\neg(p \oplus q) \wedge \neg(\neg p \oplus q)$$

$$\neg(F \oplus V) \wedge \neg(\neg F \oplus V)$$

$$\neg(V) \wedge \neg(V \oplus V)$$

$$F \wedge \neg(F)$$

$$F \wedge V$$

$$\begin{aligned} p &= F \\ q &= V \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \neg(p \oplus q) \wedge \neg(\neg p \oplus q) \\ \neg(F \oplus V) \wedge \neg(\neg F \oplus V) \\ \neg(V) \wedge \neg(V \oplus V) \\ F \wedge \neg(F) \\ F \wedge V \\ F \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} p &= F \\ q &= V \end{aligned}$$

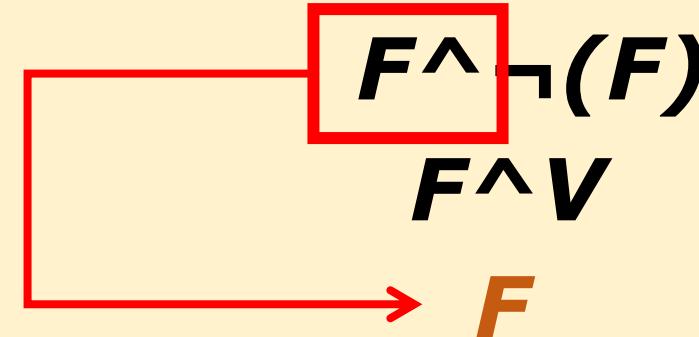
$$\begin{aligned} &\neg(p \oplus q) \wedge \neg(\neg p \oplus q) \\ &\neg(F \oplus V) \wedge \neg(\neg F \oplus V) \\ &\neg(V) \wedge \neg(V \oplus V) \\ &\boxed{F \wedge \neg(F)} \\ &F \wedge V \\ &F \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} p &= F \\ q &= V \end{aligned}$$

$$\neg(p \oplus q) \wedge \neg(\neg p \oplus q)$$

$$\neg(F \oplus V) \wedge \neg(\neg F \oplus V)$$

$$\neg(V) \wedge \neg(V \oplus V)$$



p = F
q = V
r = V

$$(p \rightarrow q) \leftrightarrow ((p \vee r) \rightarrow q)$$

$p = F$
 $q = V$
 $r = V$

$$(p \rightarrow q) \leftrightarrow ((p \vee r) \rightarrow q)$$
$$(F \rightarrow V) \leftrightarrow ((F \vee V) \rightarrow V)$$

$p = F$
 $q = V$
 $r = V$

$$\begin{aligned}(p \rightarrow q) &\leftrightarrow ((p \vee r) \rightarrow q) \\(F \rightarrow V) &\leftrightarrow ((F \vee V) \rightarrow V) \\(V) &\leftrightarrow ((V) \rightarrow V)\end{aligned}$$

$p = F$
 $q = V$
 $r = V$

$$(p \rightarrow q) \leftrightarrow ((p \vee r) \rightarrow q)$$

$$(F \rightarrow V) \leftrightarrow ((F \vee V) \rightarrow V)$$

$$(V) \leftrightarrow ((V) \rightarrow V)$$

$$(V) \leftrightarrow (V)$$

p = F
q = V
r = V

$$(p \rightarrow q) \leftrightarrow ((p \vee r) \rightarrow q)$$

$$(F \rightarrow V) \leftrightarrow ((F \vee V) \rightarrow V)$$

$$(V) \leftrightarrow ((V) \rightarrow V)$$

$$(V) \leftrightarrow (V)$$

V

Lógica Computacional
by Professor Pantoja

Tabela Verdade

Aula 4



$$\neg(p \oplus q) \wedge \neg(\neg p \oplus q)$$

p	q

$$\neg(p \oplus q) \wedge \neg(\neg p \oplus q)$$

p	q
F	F
F	V
V	F
V	V

$$\neg(p \oplus q) \wedge \neg(\neg p \oplus q)$$

p	q	$p \oplus q$
F	F	
F	V	
V	F	
V	V	

$$\neg(p \oplus q) \wedge \neg(\neg p \oplus q)$$

p	q	$p \oplus q$
F	F	F
F	V	
V	F	
V	V	

$$\neg(p \oplus q) \wedge \neg(\neg p \oplus q)$$

p	q	$p \oplus q$
F	F	F
F	V	V
V	F	
V	V	

$$\neg(p \oplus q) \wedge \neg(\neg p \oplus q)$$

p	q	$p \oplus q$
F	F	F
F	V	V
V	F	V
V	V	

$$\neg(p \oplus q) \wedge \neg(\neg p \oplus q)$$

p	q	$p \oplus q$
F	F	F
F	V	V
V	F	V
V	V	F

$$\neg(p \oplus q) \wedge \neg(\neg p \oplus q)$$

p	q	$p \oplus q$	$\neg(p \oplus q)$
F	F	F	
F	V	V	
V	F	V	
V	V	F	

$$\neg(p \oplus q) \wedge \neg(\neg p \oplus q)$$

p	q	$p \oplus q$	$\neg(p \oplus q)$
F	F	F	V
F	V	V	
V	F	V	
V	V	F	

$$\neg(p \oplus q) \wedge \neg(\neg p \oplus q)$$

p	q	$p \oplus q$	$\neg(p \oplus q)$
F	F	F	V
F	V	V	F
V	F	V	
V	V	F	

$$\neg(p \oplus q) \wedge \neg(\neg p \oplus q)$$

p	q	$p \oplus q$	$\neg(p \oplus q)$
F	F	F	V
F	V	V	F
V	F	V	F
V	V	F	

$$\neg(p \oplus q) \wedge \neg(\neg p \oplus q)$$

p	q	$p \oplus q$	$\neg(p \oplus q)$
F	F	F	V
F	V	V	F
V	F	V	F
V	V	F	V

$$\neg(p \oplus q) \wedge \neg(\neg p \oplus q)$$

p	q	$p \oplus q$	$\neg(p \oplus q)$	$\neg p$
F	F	F	V	
F	V	V	F	
V	F	V	F	
V	V	F	V	

$$\neg(p \oplus q) \wedge \neg(\neg p \oplus q)$$

p	q	$p \oplus q$	$\neg(p \oplus q)$	$\neg p$
F	F	F	V	V
F	V	V	F	
V	F	V	F	
V	V	F	V	

$$\neg(p \oplus q) \wedge \neg(\neg p \oplus q)$$

p	q	$p \oplus q$	$\neg(p \oplus q)$	$\neg p$
F	F	F	V	V
F	V	V	F	V
V	F	V	F	
V	V	F	V	

$$\neg(p \oplus q) \wedge \neg(\neg p \oplus q)$$

p	q	$p \oplus q$	$\neg(p \oplus q)$	$\neg p$
F	F	F	V	V
F	V	V	F	V
V	F	V	F	F
V	V	F	V	

$$\neg(p \oplus q) \wedge \neg(\neg p \oplus q)$$

p	q	$p \oplus q$	$\neg(p \oplus q)$	$\neg p$
F	F	F	V	V
F	V	V	F	V
V	F	V	F	F
V	V	F	V	F

$$\neg(p \oplus q) \wedge \neg(\neg p \oplus q)$$

p	q	$p \oplus q$	$\neg(p \oplus q)$	$\neg p$	$\neg p \oplus q$
F	F	F	V	V	
F	V	V	F	V	
V	F	V	F	F	
V	V	F	V	F	

$$\neg(p \oplus q) \wedge \neg(\neg p \oplus q)$$

p	q	$p \oplus q$	$\neg(p \oplus q)$	$\neg p$	$\neg p \oplus q$
F	F	F	V	V	V
F	V	V	F	V	
V	F	V	F	F	
V	V	F	V	F	

$$\neg(p \oplus q) \wedge \neg(\neg p \oplus q)$$

p	q	$p \oplus q$	$\neg(p \oplus q)$	$\neg p$	$\neg p \oplus q$
F	F	F	V	V	V
F	V	V	F	V	F
V	F	V	F	F	
V	V	F	V	F	

$$\neg(p \oplus q) \wedge \neg(\neg p \oplus q)$$

p	q	$p \oplus q$	$\neg(p \oplus q)$	$\neg p$	$\neg p \oplus q$
F	F	F	V	V	V
F	V	V	F	V	F
V	F	V	F	F	F
V	V	F	V	F	

$$\neg(p \oplus q) \wedge \neg(\neg p \oplus q)$$

p	q	$p \oplus q$	$\neg(p \oplus q)$	$\neg p$	$\neg p \oplus q$
F	F	F	V	V	V
F	V	V	F	V	F
V	F	V	F	F	F
V	V	F	V	F	V

$$\neg(p \oplus q) \wedge \boxed{\neg(\neg p \oplus q)}$$

p	q	$p \oplus q$	$\neg(p \oplus q)$	$\neg p$	$\neg p \oplus q$	$\neg(\neg p \oplus q)$
F	F	F	V	V	V	
F	V	V	F	V	F	
V	F	V	F	F	F	
V	V	F	V	F	V	

$$\neg(p \oplus q) \wedge \boxed{\neg(\neg p \oplus q)}$$

p	q	$p \oplus q$	$\neg(p \oplus q)$	$\neg p$	$\neg p \oplus q$	$\neg(\neg p \oplus q)$
F	F	F	V	V	V	F
F	V	V	F	V	F	
V	F	V	F	F	F	
V	V	F	V	F	V	

$$\neg(p \oplus q) \wedge \boxed{\neg(\neg p \oplus q)}$$

p	q	$p \oplus q$	$\neg(p \oplus q)$	$\neg p$	$\neg p \oplus q$	$\neg(\neg p \oplus q)$
F	F	F	V	V	V	F
F	V	V	F	V	F	V
V	F	V	F	F	F	
V	V	F	V	F	V	

$$\neg(p \oplus q) \wedge \boxed{\neg(\neg p \oplus q)}$$

p	q	$p \oplus q$	$\neg(p \oplus q)$	$\neg p$	$\neg p \oplus q$	$\neg(\neg p \oplus q)$
F	F	F	V	V	V	F
F	V	V	F	V	F	V
V	F	V	F	F	F	V
V	V	F	V	F	V	

$$\neg(p \oplus q) \wedge \boxed{\neg(\neg p \oplus q)}$$

p	q	$p \oplus q$	$\neg(p \oplus q)$	$\neg p$	$\neg p \oplus q$	$\neg(\neg p \oplus q)$
F	F	F	V	V	V	F
F	V	V	F	V	F	V
V	F	V	F	F	F	V
V	V	F	V	F	V	F

$$\neg(p \oplus q) \wedge \neg(\neg p \oplus q)$$

p	q	$p \oplus q$	$\neg(p \oplus q)$	$\neg p$	$\neg p \oplus q$	$\neg(\neg p \oplus q)$	$\neg(p \oplus q) \wedge \neg(\neg p \oplus q)$
F	F	F	V	V	V	F	
F	V	V	F	V	F	V	
V	F	V	F	F	F	V	
V	V	F	V	F	V	F	

$$\neg(p \oplus q) \wedge \neg(\neg p \oplus q)$$

p	q	$p \oplus q$	$\neg(p \oplus q)$	$\neg p$	$\neg p \oplus q$	$\neg(\neg p \oplus q)$	$\neg(p \oplus q) \wedge \neg(\neg p \oplus q)$
F	F	F	V	V	V	F	F
F	V	V	F	V	F	V	
V	F	V	F	F	F	V	
V	V	F	V	F	V	F	

$$\neg(p \oplus q) \wedge \neg(\neg p \oplus q)$$

p	q	$p \oplus q$	$\neg(p \oplus q)$	$\neg p$	$\neg p \oplus q$	$\neg(\neg p \oplus q)$	$\neg(p \oplus q) \wedge \neg(\neg p \oplus q)$
F	F	F	V	V	V	F	F
F	V	V	F	V	F	V	F
V	F	V	F	F	F	V	
V	V	F	V	F	V	F	

$$\neg(p \oplus q) \wedge \neg(\neg p \oplus q)$$

p	q	$p \oplus q$	$\neg(p \oplus q)$	$\neg p$	$\neg p \oplus q$	$\neg(\neg p \oplus q)$	$\neg(p \oplus q) \wedge \neg(\neg p \oplus q)$
F	F	F	V	V	V	F	F
F	V	V	F	V	F	V	F
V	F	V	F	F	F	V	F
V	V	F	V	F	V	F	

$$\neg(p \oplus q) \wedge \neg(\neg p \oplus q)$$

p	q	$p \oplus q$	$\neg(p \oplus q)$	$\neg p$	$\neg p \oplus q$	$\neg(\neg p \oplus q)$	$\neg(p \oplus q) \wedge \neg(\neg p \oplus q)$
F	F	F	V	V	V	F	F
F	V	V	F	V	F	V	F
V	F	V	F	F	F	V	F
V	V	F	V	F	V	F	F

$p \wedge (q \vee r)$

$$p \wedge (q \vee r)$$

p	q	r
F	F	F
F	F	V
F	V	F
F	V	V
V	F	F
V	F	V
V	V	F
V	V	V

$$p \wedge (q \vee r)$$

p	q	r	q ∨ r
F	F	F	
F	F	V	
F	V	F	
F	V	V	
V	F	F	
V	F	V	
V	V	F	
V	V	V	

$$p \wedge (q \vee r)$$

p	q	r	q ∨ r	p ∧ (q ∨ r)
F	F	F	F	F
F	F	V	V	F
F	V	F	V	F
F	V	V	V	F
V	F	F	F	F
V	F	V	V	F
V	V	F	V	F
V	V	V	V	V

$$p \wedge (q \vee r)$$

p	q	r	q ∨ r	p ∧ (q ∨ r)
F	F	F	F	
F	F	V	V	
F	V	F		
F	V	V		
V	F	F		
V	F	V		
V	V	F		
V	V	V		

$$p \wedge (q \vee r)$$

p	q	r	q ∨ r	p ∧ (q ∨ r)
F	F	F	F	
F	F	V	V	
F	V	F	V	
F	V	V		
V	F	F		
V	F	V		
V	V	F		
V	V	V		

$$p \wedge (q \vee r)$$

p	q	r	q ∨ r	p ∧ (q ∨ r)
F	F	F	F	
F	F	V	V	
F	V	F	V	
F	V	V	V	
V	F	F		
V	F	V		
V	V	F		
V	V	V		

$$p \wedge (q \vee r)$$

p	q	r	q ∨ r	p ∧ (q ∨ r)
F	F	F	F	
F	F	V	V	
F	V	F	V	
F	V	V	V	
V	F	F	F	
V	F	V		
V	V	F		
V	V	V		

$$p \wedge (q \vee r)$$

p	q	r	q ∨ r	
F	F	F	F	
F	F	V	V	
F	V	F	V	
F	V	V	V	
V	F	F	F	
V	F	V	V	
V	V	F		
V	V	V		

$$p \wedge (q \vee r)$$

p	q	r	q ∨ r	
F	F	F	F	
F	F	V	V	
F	V	F	V	
F	V	V	V	
V	F	F	F	
V	F	V	V	
V	V	F	V	
V	V	V		

$$p \wedge (q \vee r)$$

p	q	r	q ∨ r	p ∧ (q ∨ r)
F	F	F	F	
F	F	V	V	
F	V	F	V	
F	V	V	V	
V	F	F	F	
V	F	V	V	
V	V	F	V	
V	V	V	V	

$$p \wedge (q \vee r)$$

p	q	r	q ∨ r	p ∧ (q ∨ r)
F	F	F	F	
F	F	V	V	
F	V	F	V	
F	V	V	V	
V	F	F	F	
V	F	V	V	
V	V	F	V	
V	V	V	V	

$$p \wedge (q \vee r)$$

p	q	r	q ∨ r	p ∧ (q ∨ r)
F	F	F	F	F
F	F	V	V	
F	V	F	V	
F	V	V	V	
V	F	F	F	
V	F	V	V	
V	V	F	V	
V	V	V	V	

$$p \wedge (q \vee r)$$

p	q	r	q ∨ r	p ∧ (q ∨ r)
F	F	F	F	F
F	F	V	V	F
F	V	F	V	
F	V	V	V	
V	F	F	F	
V	F	V	V	
V	V	F	V	
V	V	V	V	

$$p \wedge (q \vee r)$$

p	q	r	q ∨ r	p ∧ (q ∨ r)
F	F	F	F	F
F	F	V	V	F
F	V	F	V	F
F	V	V	V	
V	F	F	F	
V	F	V	V	
V	V	F	V	
V	V	V	V	

$$p \wedge (q \vee r)$$

p	q	r	q ∨ r	p ∧ (q ∨ r)
F	F	F	F	F
F	F	V	V	F
F	V	F	V	F
F	V	V	V	F
V	F	F	F	
V	F	V	V	
V	V	F	V	
V	V	V	V	

$$p \wedge (q \vee r)$$

p	q	r	q ∨ r	p ∧ (q ∨ r)
F	F	F	F	F
F	F	V	V	F
F	V	F	V	F
F	V	V	V	F
V	F	F	F	F
V	F	V	V	
V	V	F	V	
V	V	V	V	

$$p \wedge (q \vee r)$$

p	q	r	q ∨ r	p ∧ (q ∨ r)
F	F	F	F	F
F	F	V	V	F
F	V	F	V	F
F	V	V	V	F
V	F	F	F	F
V	F	V	V	V
V	V	F	V	
V	V	V	V	

$$p \wedge (q \vee r)$$

p	q	r	q ∨ r	p ∧ (q ∨ r)
F	F	F	F	F
F	F	V	V	F
F	V	F	V	F
F	V	V	V	F
V	F	F	F	F
V	F	V	V	V
V	V	F	V	V
V	V	V	V	

$$p \wedge (q \vee r)$$

p	q	r	q ∨ r	p ∧ (q ∨ r)
F	F	F	F	F
F	F	V	V	F
F	V	F	V	F
F	V	V	V	F
V	F	F	F	F
V	F	V	V	V
V	V	F	V	V
V	V	V	V	V

$$(p \vee q) \rightarrow p$$

p	q
F	F
F	V
V	F
V	V

$$(p \vee q) \rightarrow p$$

p	q	$p \vee q$
F	F	
F	V	
V	F	
V	V	

$$(p \vee q) \rightarrow p$$

p	q	$p \vee q$
F	F	F
F	V	V
V	F	V
V	V	V

$$(p \vee q) \rightarrow p$$

p	q	$p \vee q$
F	F	F
F	V	V
V	F	V
V	V	V

$$(p \vee q) \rightarrow p$$

p	q	$p \vee q$
F	F	F
F	V	V
V	F	V
V	V	

$$(p \vee q) \rightarrow p$$

p	q	$p \vee q$
F	F	F
F	V	V
V	F	V
V	V	V

$$(p \vee q) \rightarrow p$$

p	q	$p \vee q$	$(p \vee q) \rightarrow p$
F	F	F	
F	V	V	
V	F	V	
V	V	V	

$$(p \vee q) \rightarrow p$$

p	q	$p \vee q$	$(p \vee q) \rightarrow p$
F	F	F	
F	V	V	
V	F	V	
V	V	V	

$$(p \vee q) \rightarrow p$$

p	q	$p \vee q$	$(p \vee q) \rightarrow p$
F	F	F	V
F	V	V	
V	F	V	
V	V	V	

$$(p \vee q) \rightarrow p$$

p	q	$p \vee q$	$(p \vee q) \rightarrow p$
F	F	F	V
F	V	V	F
V	F	V	
V	V	V	

$$(p \vee q) \rightarrow p$$

p	q	$p \vee q$	$(p \vee q) \rightarrow p$
F	F	F	V
F	V	V	F
V	F	V	V
V	V	V	

$$(p \vee q) \rightarrow p$$

p	q	$p \vee q$	$(p \vee q) \rightarrow p$
F	F	F	V
F	V	V	F
V	F	V	V
V	V	V	V



Lógica Computacional
by Professor Pantoja

Tautologia, Contradição e Contingência

Aula 5

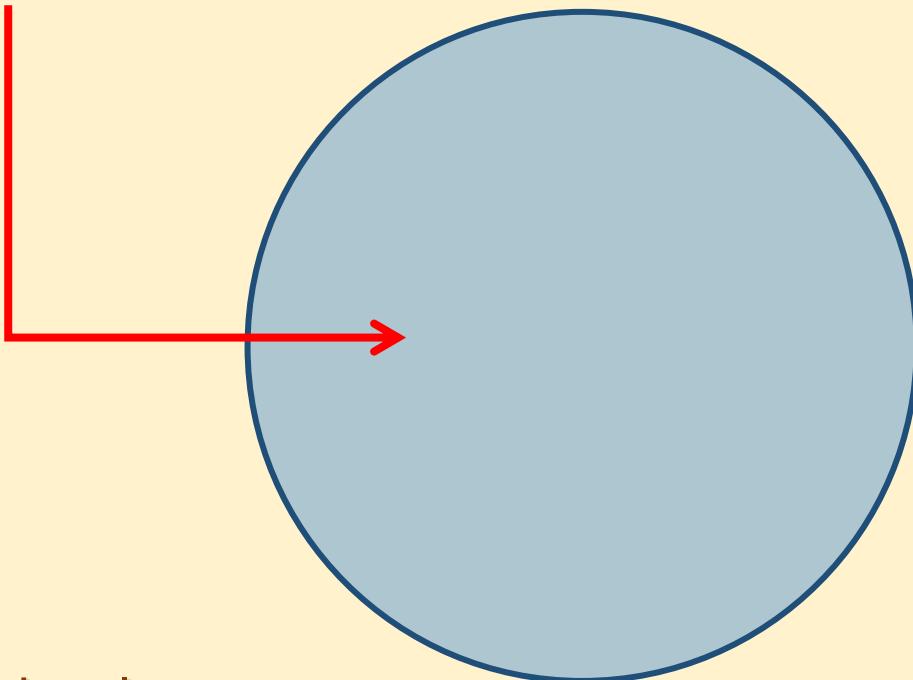
Tautologia

Tautologia

Fórmula proposicional que independente dos valores de entrada de suas proposições, o resultado é sempre Verdadeiro.

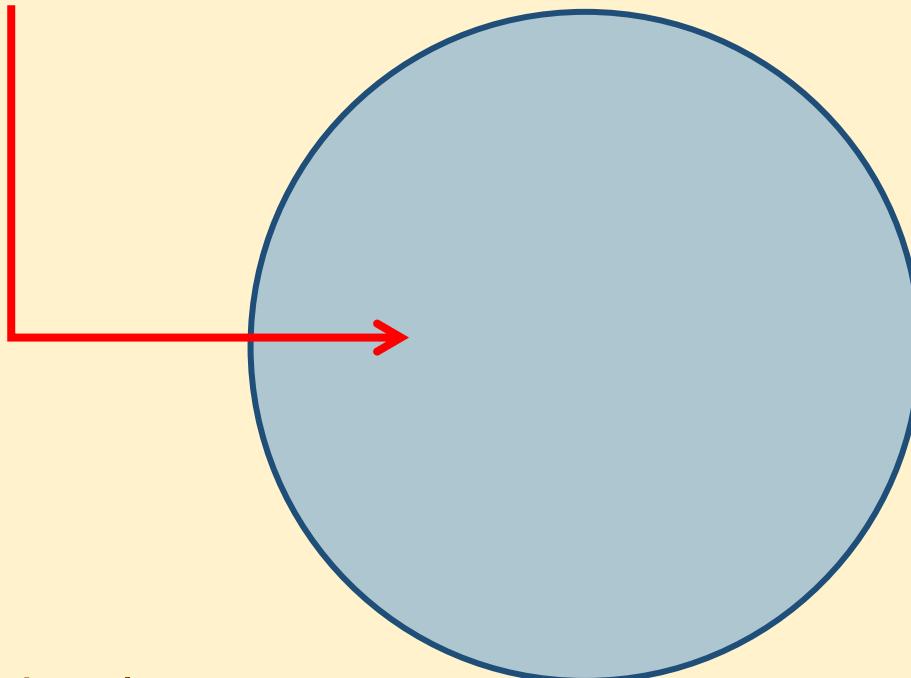
Tautologia

Fórmula proposicional que independente dos valores de entrada de suas proposições, o resultado é sempre Verdadeiro.



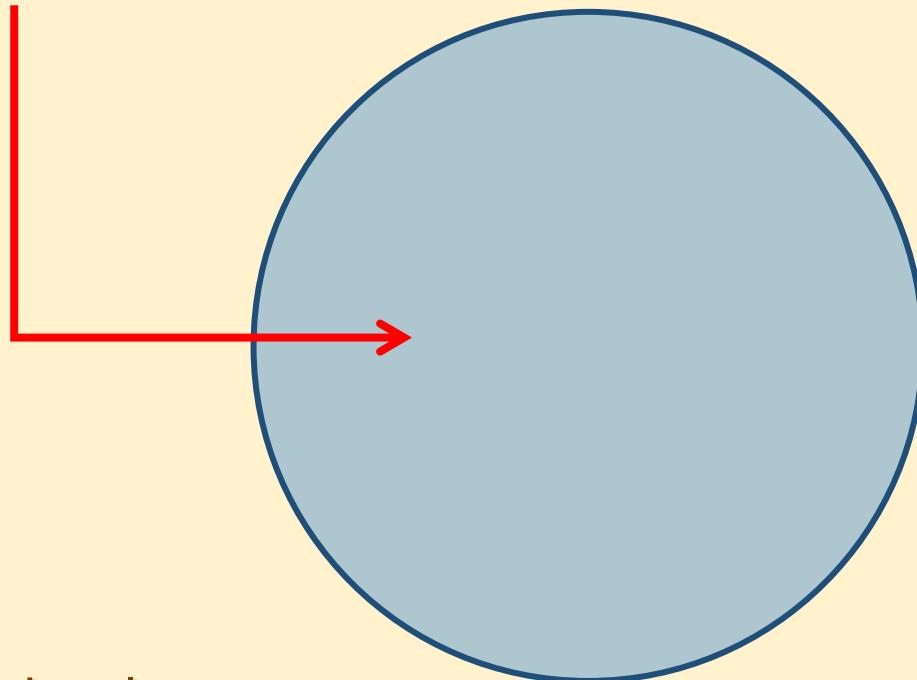
Tautologia

Fórmula proposicional que independente dos valores de entrada de suas proposições, o resultado é sempre Verdadeiro.

**Contradição ou Falácia**

Tautologia

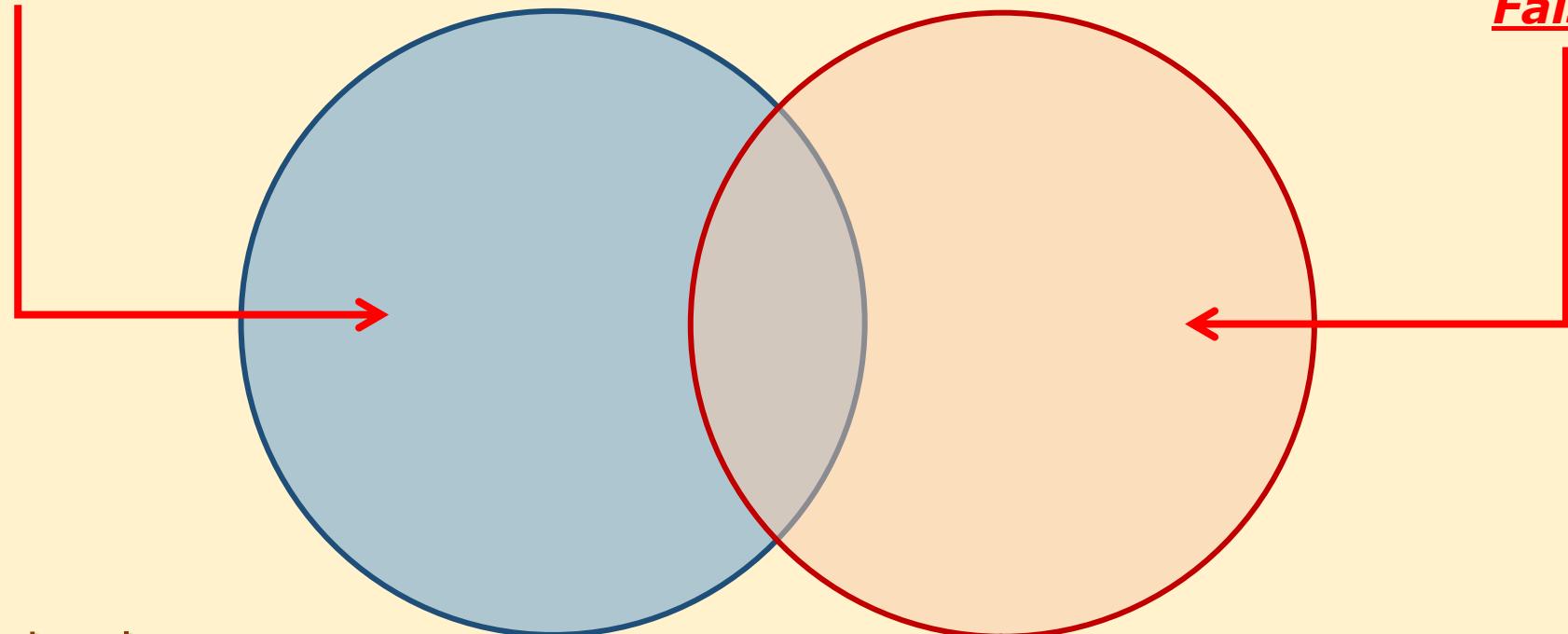
Fórmula proposicional que independente dos valores de entrada de suas proposições, o resultado é sempre Verdadeiro.

**Contradição ou Falácia**

Fórmula proposicional que independente dos valores de entrada de suas proposições, o resultado é sempre Falso.

Tautologia

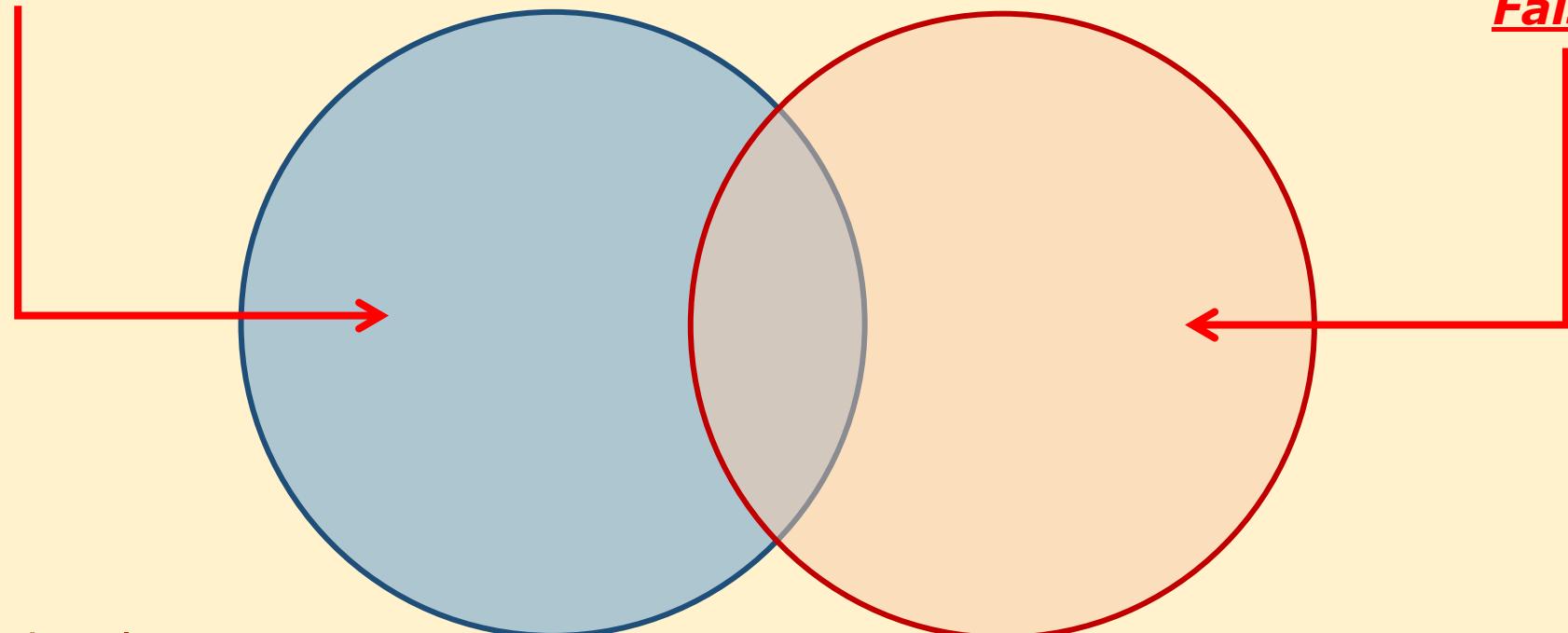
Fórmula proposicional que independente dos valores de entrada de suas proposições, o resultado é sempre Verdadeiro.

**Contradição ou Falácia**

Fórmula proposicional que independente dos valores de entrada de suas proposições, o resultado é sempre Falso.

Tautologia

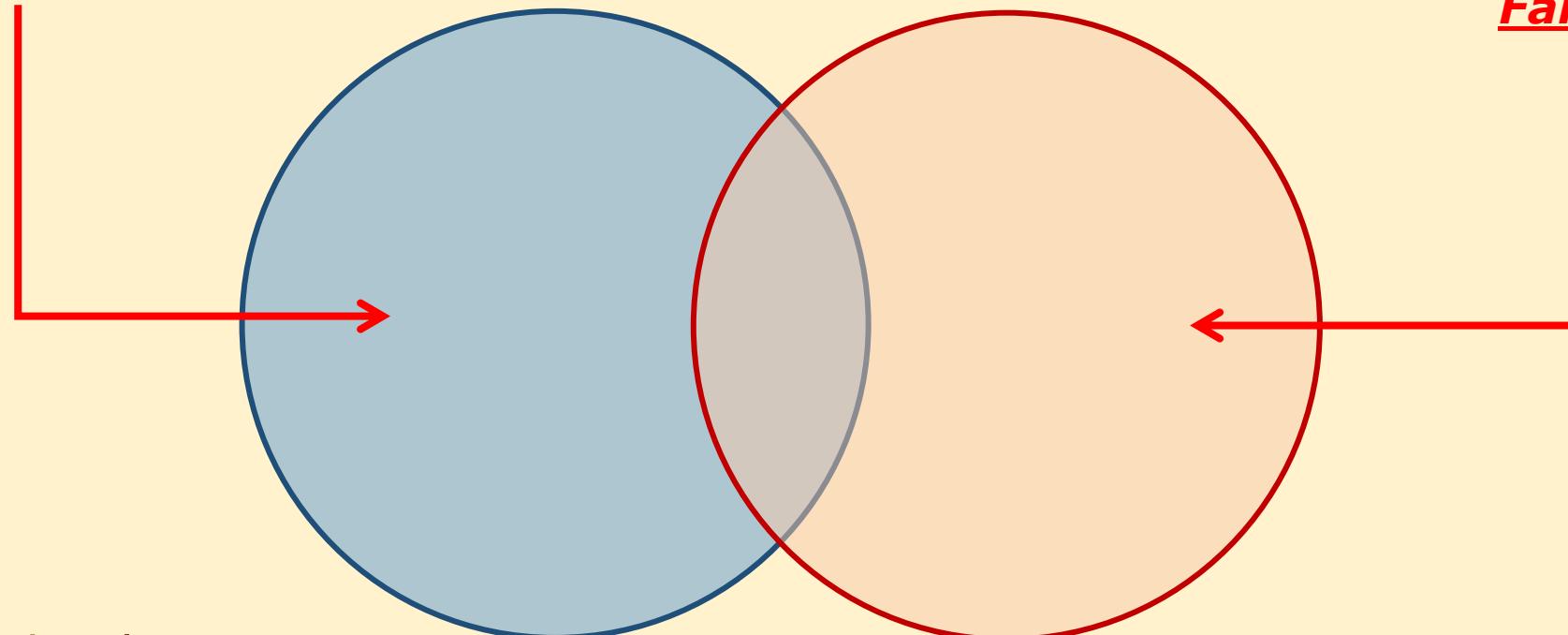
Fórmula proposicional que independente dos valores de entrada de suas proposições, o resultado é sempre Verdadeiro.

**Contingência****Contradição ou Falácia**

Fórmula proposicional que independente dos valores de entrada de suas proposições, o resultado é sempre Falso.

Tautologia

Fórmula proposicional que independente dos valores de entrada de suas proposições, o resultado é sempre Verdadeiro.

**Contingência**

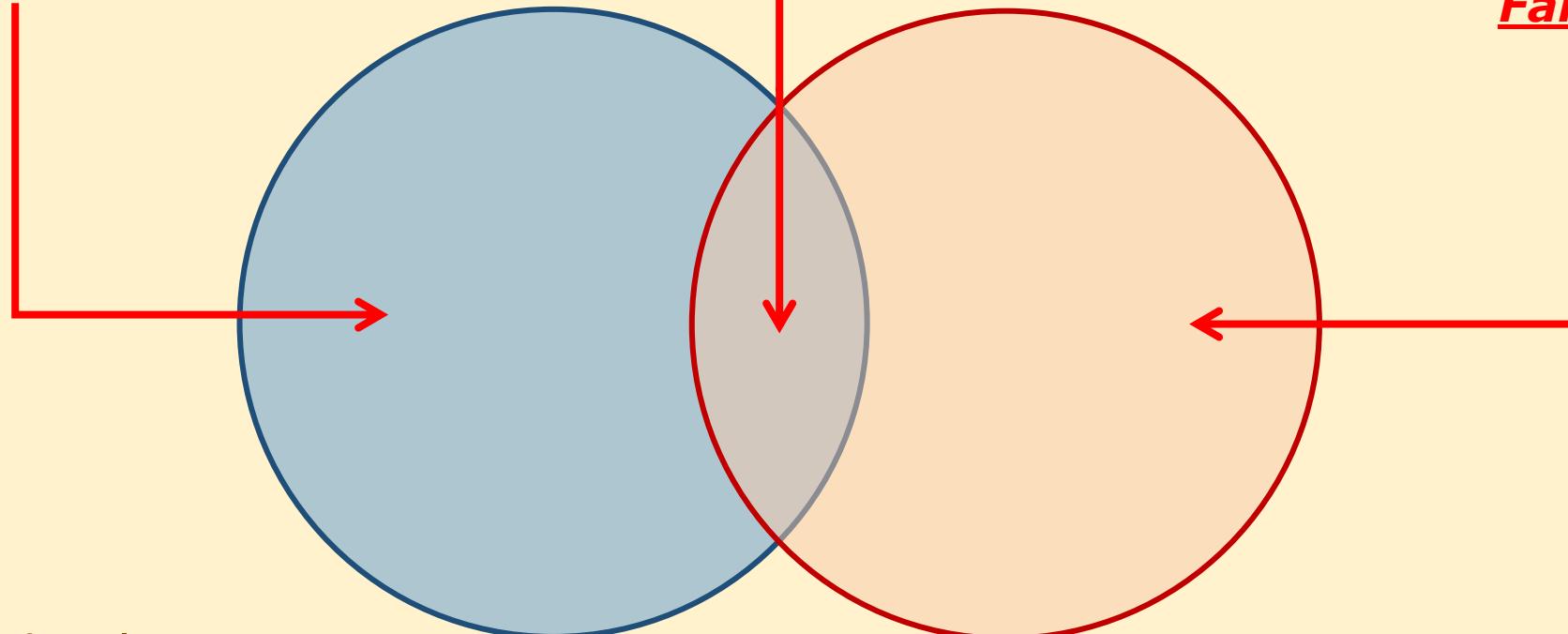
chega a uma conclusão que pode ser tanto Verdadeiro quanto Falso.

Contradição ou Falácia

Fórmula proposicional que independente dos valores de entrada de suas proposições, o resultado é sempre Falso.

Tautologia

Fórmula proposicional que independente dos valores de entrada de suas proposições, o resultado é sempre Verdadeiro.



Contingência

chega a uma conclusão que pode ser tanto Verdadeiro quanto Falso.

Contradição ou Falácia

Fórmula proposicional que independente dos valores de entrada de suas proposições, o resultado é sempre Falso.

$$p \rightarrow (p \vee q)$$

p	q
F	F
F	V
V	F
V	V

$$p \rightarrow (p \vee q)$$

p	q	p \vee q
F	F	
F	V	
V	F	
V	V	

$$p \rightarrow (p \vee q)$$

p	q	$p \vee q$
F	F	F
F	V	V
V	F	V
V	V	V

$$p \rightarrow (p \vee q)$$

p	q	$p \vee q$	$p \rightarrow (p \vee q)$
F	F	F	
F	V	V	
V	F	V	
V	V	V	

$$p \rightarrow (p \vee q)$$

p	q	$p \vee q$	$p \rightarrow (p \vee q)$
F	F	F	V
F	V	V	
V	F	V	
V	V	V	

$$p \rightarrow (p \vee q)$$

p	q	p ∨ q	p → (p ∨ q)
F	F	F	V
F	V	V	V
V	F	V	
V	V	V	

$$p \rightarrow (p \vee q)$$

p	q	p ∨ q	p → (p ∨ q)
F	F	F	V
F	V	V	V
V	F	V	V
V	V	V	

$$p \rightarrow (p \vee q)$$

p	q	p ∨ q	p → (p ∨ q)
F	F	F	V
F	V	V	V
V	F	V	V
V	V	V	V

$$\neg(p \vee q) \wedge p$$

p	q
F	F
F	V
V	F
V	V

$$\neg(p \vee q) \wedge p$$

p	q	p v q
F	F	
F	V	
V	F	
V	V	

$$\neg(p \vee q) \wedge p$$

p	q	p ∨ q
F	F	F
F	V	V
V	F	V
V	V	V

$$\neg(p \vee q) \wedge p$$

p	q	p \vee q	$\neg(p \vee q)$
F	F	F	
F	V	V	
V	F	V	
V	V	V	

$$\neg(p \vee q) \wedge p$$

p	q	p ∨ q	¬(p ∨ q)
F	F	F	V
F	V	V	F
V	F	V	F
V	V	V	F

$$\neg(p \vee q) \wedge p$$

p	q	$p \vee q$	$\neg(p \vee q)$	$\neg(p \vee q) \wedge p$
F	F	F	V	
F	V	V	F	
V	F	V	F	
V	V	V	F	

$$\neg(p \vee q) \wedge p$$

p	q	$p \vee q$	$\neg(p \vee q)$	$\neg(p \vee q) \wedge p$
F	F	F	V	F
F	V	V	F	
V	F	V	F	
V	V	V	F	

$$\neg(p \vee q) \wedge p$$

p	q	$p \vee q$	$\neg(p \vee q)$	$\neg(p \vee q) \wedge p$
F	F	F	V	F
F	V	V	F	F
V	F	V	F	
V	V	V	F	

$$\neg(p \vee q) \wedge p$$

p	q	$p \vee q$	$\neg(p \vee q)$	$\neg(p \vee q) \wedge p$
F	F	F	V	F
F	V	V	F	F
V	F	V	F	F
V	V	V	F	

$$\neg(p \vee q) \wedge p$$

p	q	$p \vee q$	$\neg(p \vee q)$	$\neg(p \vee q) \wedge p$
F	F	F	V	F
F	V	V	F	F
V	F	V	F	F
V	V	V	F	F

$$(p \vee q) \rightarrow p$$

p	q
F	F
F	V
V	F
V	V

$$(p \vee q) \rightarrow p$$

p	q	$p \vee q$
F	F	
F	V	
V	F	
V	V	

$$(p \vee q) \rightarrow p$$

p	q	$p \vee q$
F	F	F
F	V	V
V	F	V
V	V	V

$$(p \vee q) \rightarrow p$$

p	q	$p \vee q$	$(p \vee q) \rightarrow p$
F	F	F	
F	V	V	
V	F	V	
V	V	V	

$$(p \vee q) \rightarrow p$$

p	q	$p \vee q$	$(p \vee q) \rightarrow p$
F	F	F	
F	V	V	
V	F	V	
V	V	V	

$$(p \vee q) \rightarrow p$$

p	q	$p \vee q$	$(p \vee q) \rightarrow p$
F	F	F	V
F	V	V	
V	F	V	
V	V	V	

$$(p \vee q) \rightarrow p$$

p	q	$p \vee q$	$(p \vee q) \rightarrow p$
F	F	F	V
F	V	V	F
V	F	V	
V	V	V	

$$(p \vee q) \rightarrow p$$

p	q	$p \vee q$	$(p \vee q) \rightarrow p$
F	F	F	V
F	V	V	F
V	F	V	V
V	V	V	

$$(p \vee q) \rightarrow p$$

p	q	$p \vee q$	$(p \vee q) \rightarrow p$
F	F	F	V
F	V	V	F
V	F	V	V
V	V	V	V

Lógica Computacional
by Professor Pantoja

Satisfatibilidade e Validade

Aula 6



A é **Satisfável** se:

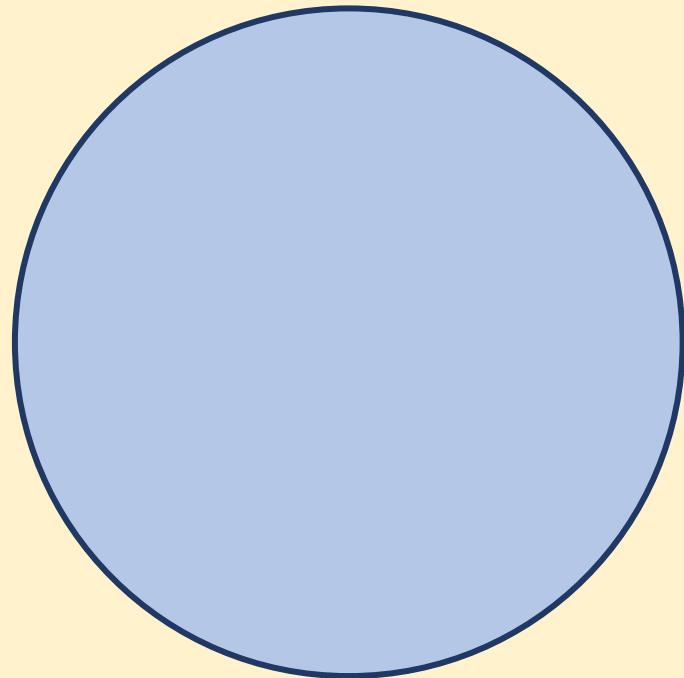
A é *Satisfável* sse:

- **(A) = V, para alguma interpretação;**

A é *Satisfável* sse:

- **(A) = V, para alguma interpretação;**
- **é um modelo de/para A.**

Satisfatível



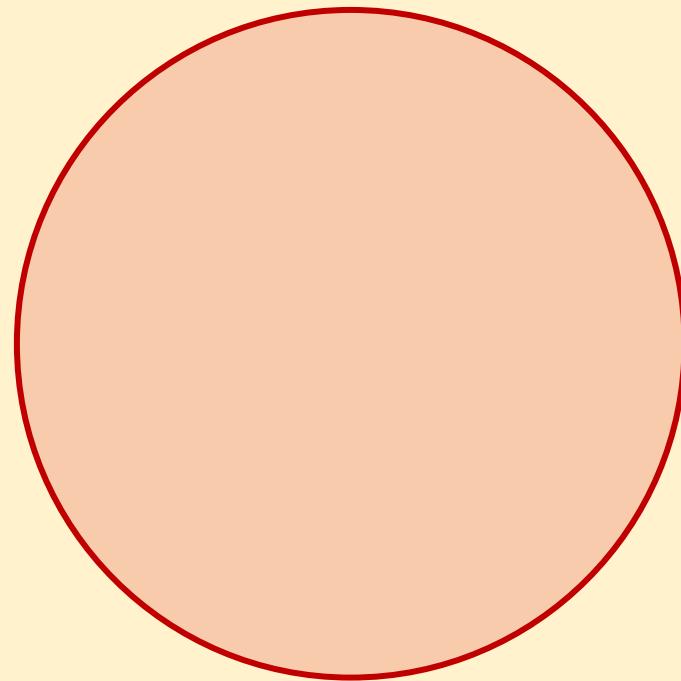
A é **Falsificável**, $\not\models$, sse:

A é *Falsificável*, $\not\models$, sse:

- **A não é Válida;**

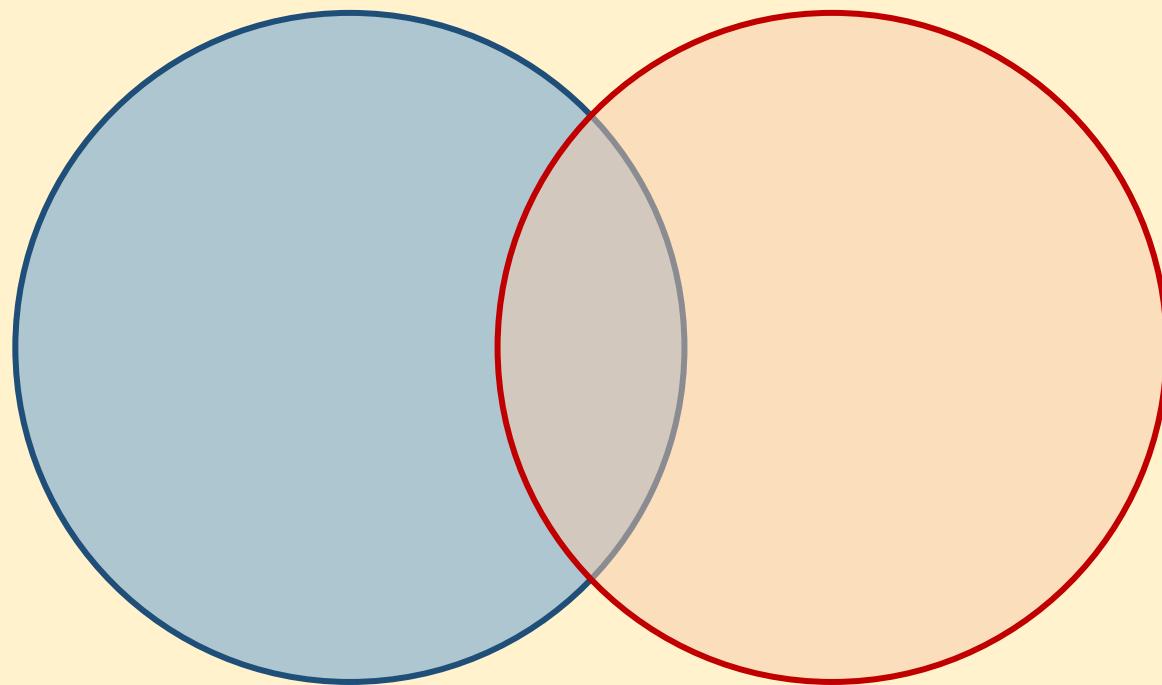
A é *Falsificável*, $\not\models$, sse:

- **A não é Válida;**
- **(A) = F, para alguma interpretação.**

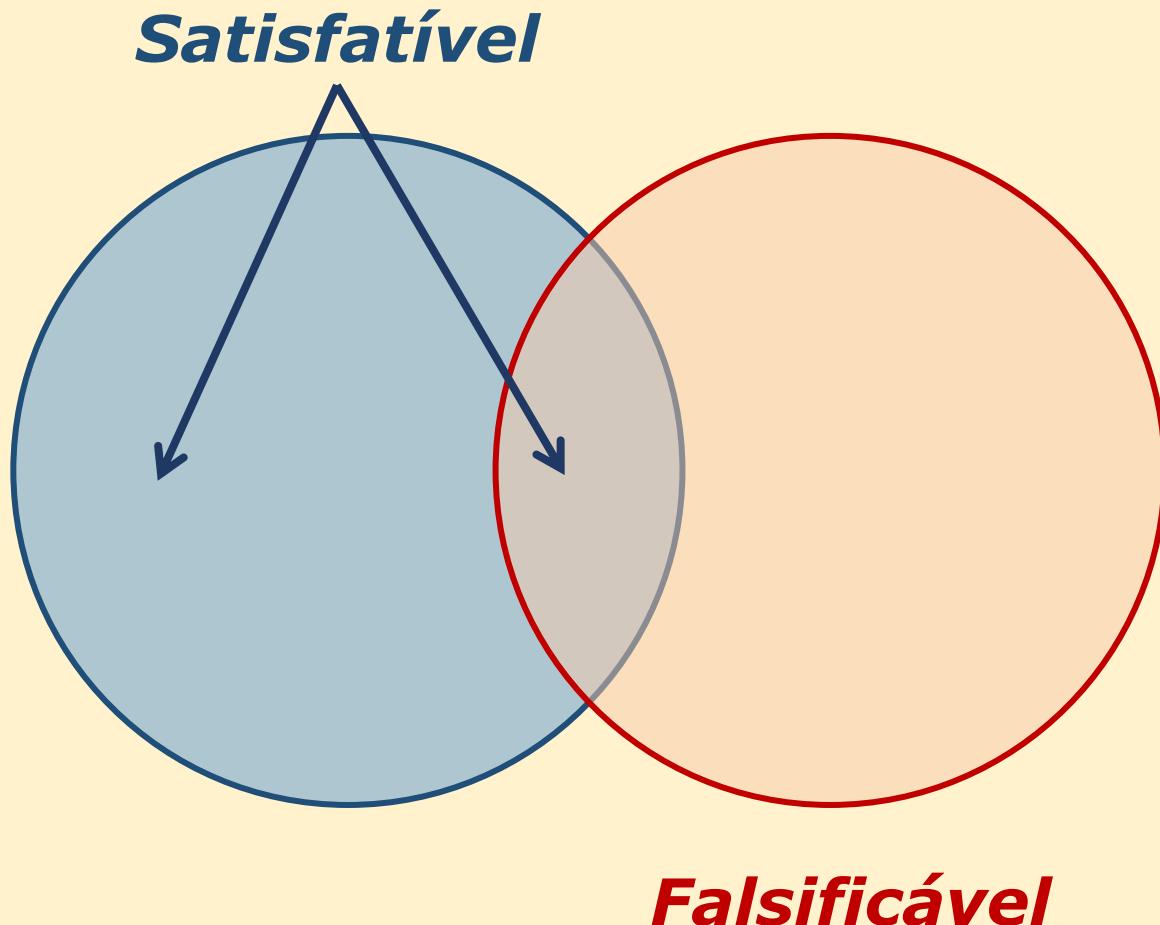


Falsificável

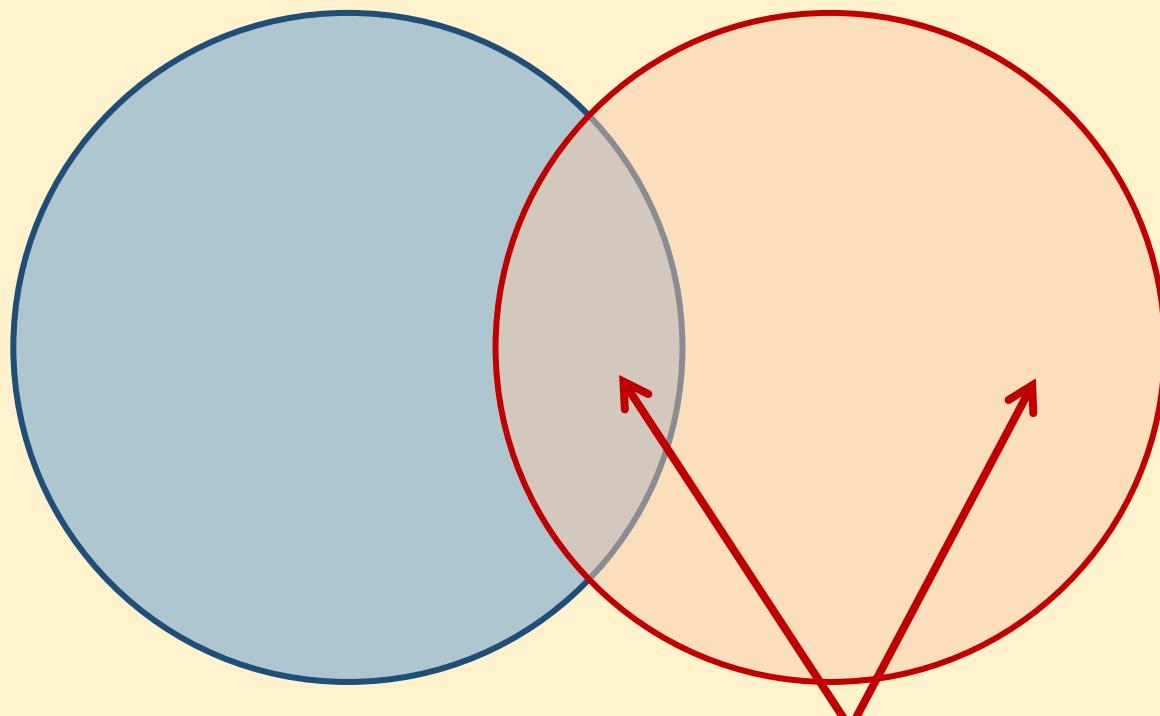
Satisfatível



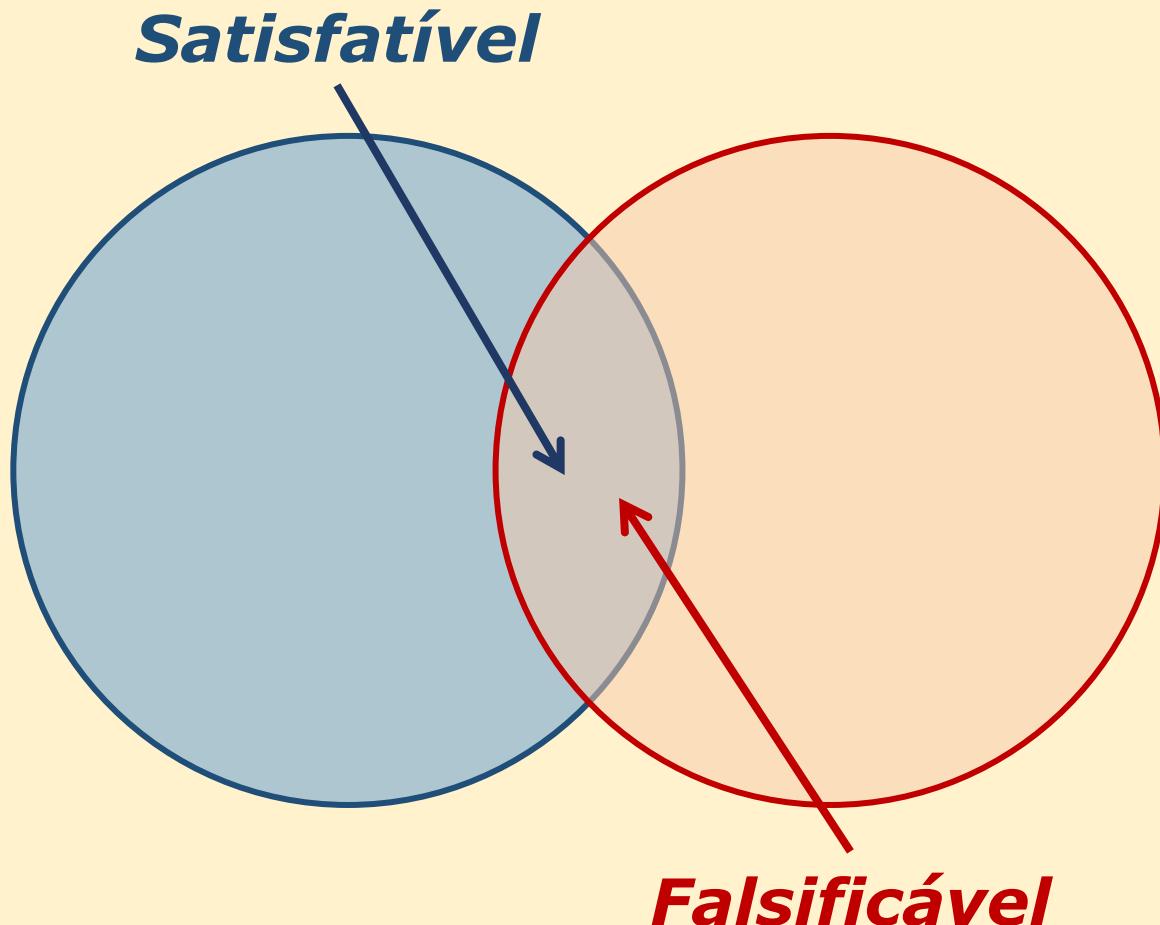
Falsificável



Satisfatível



Falsificável



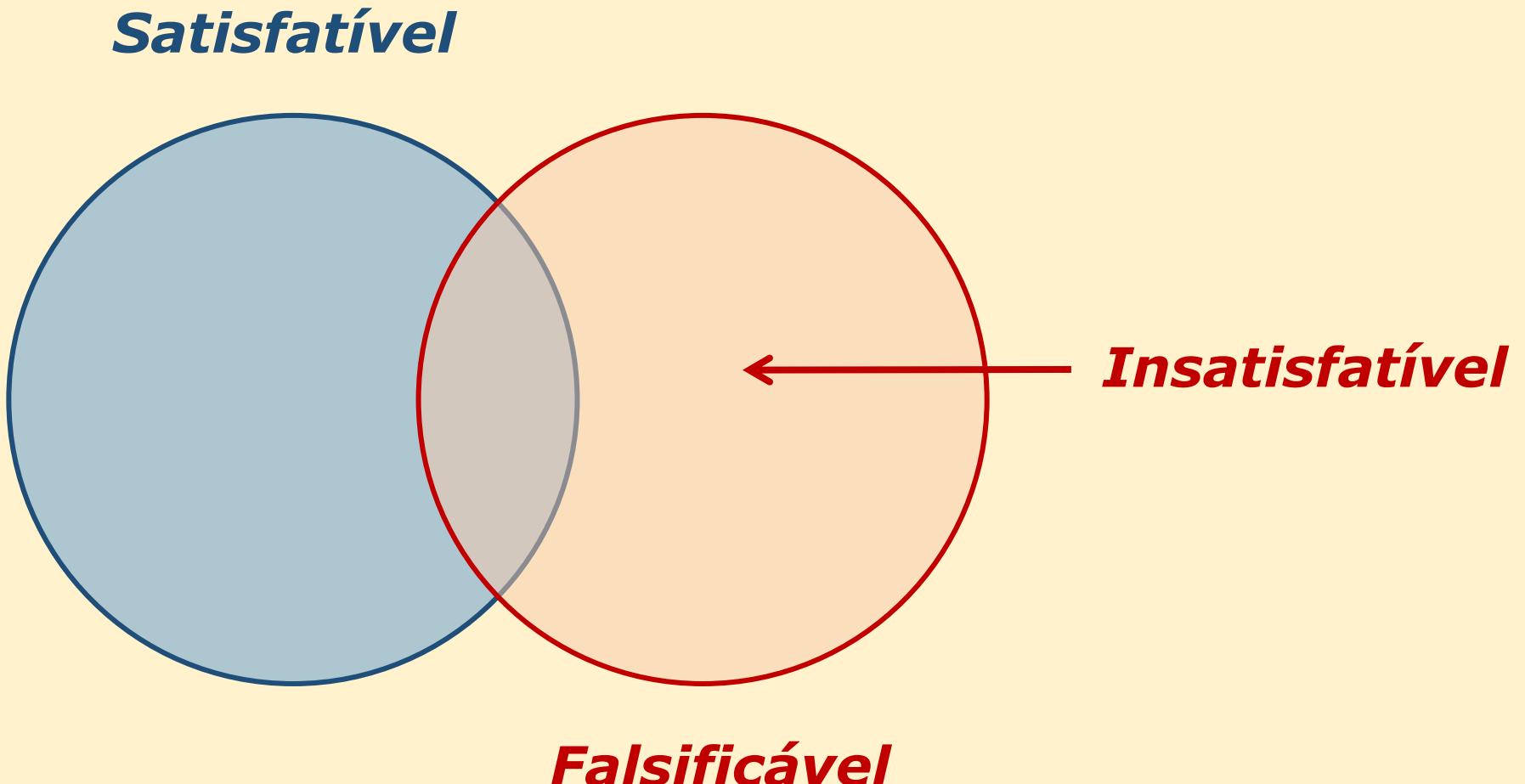
A é **Insatisfável** se:

A é *Insatisfável* se:

- **A não for Satisfável;**

A é *Insatisfável* sse:

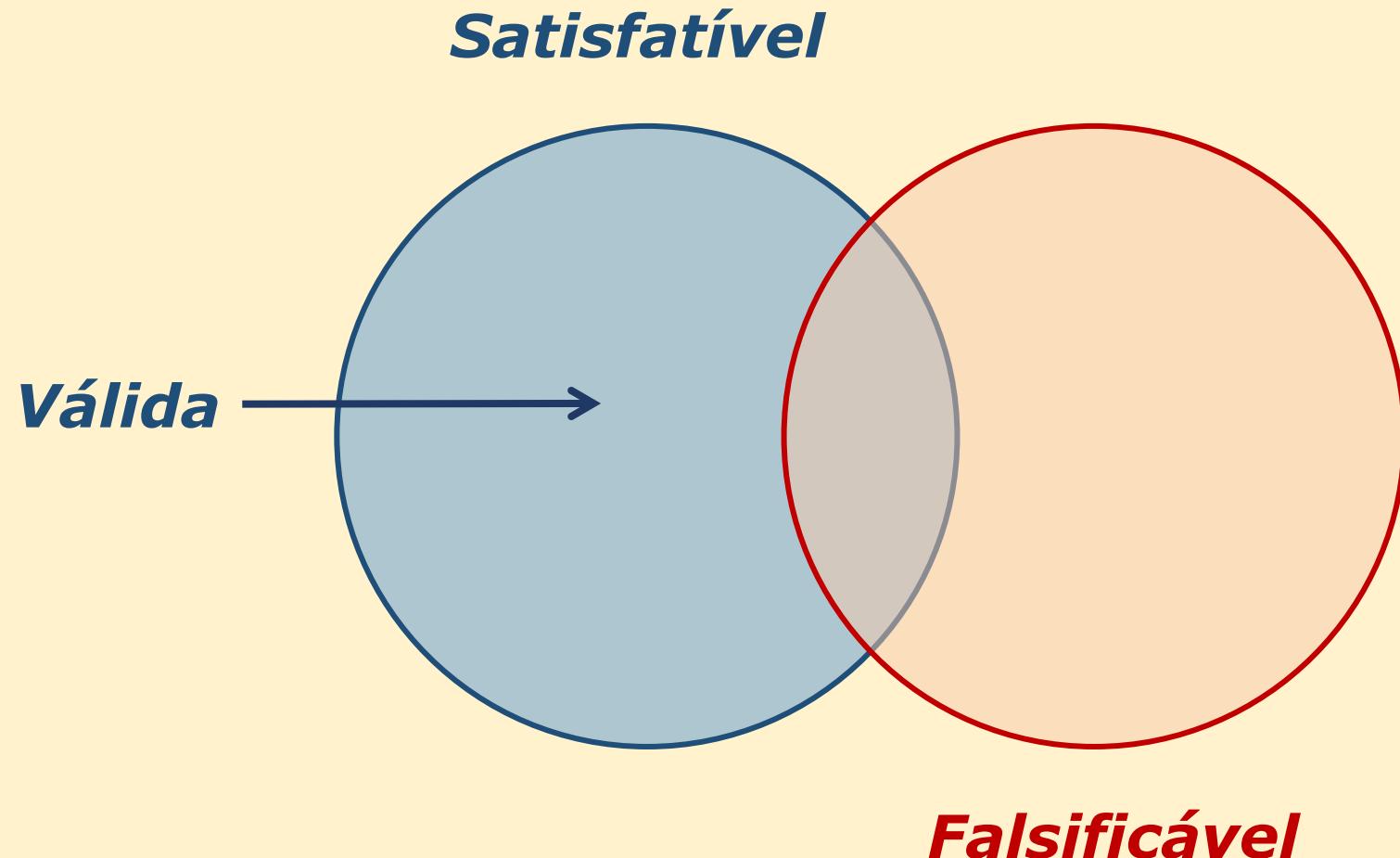
- **A não for Satisfável;**
- **(A) = F, para todas as interpretações.**

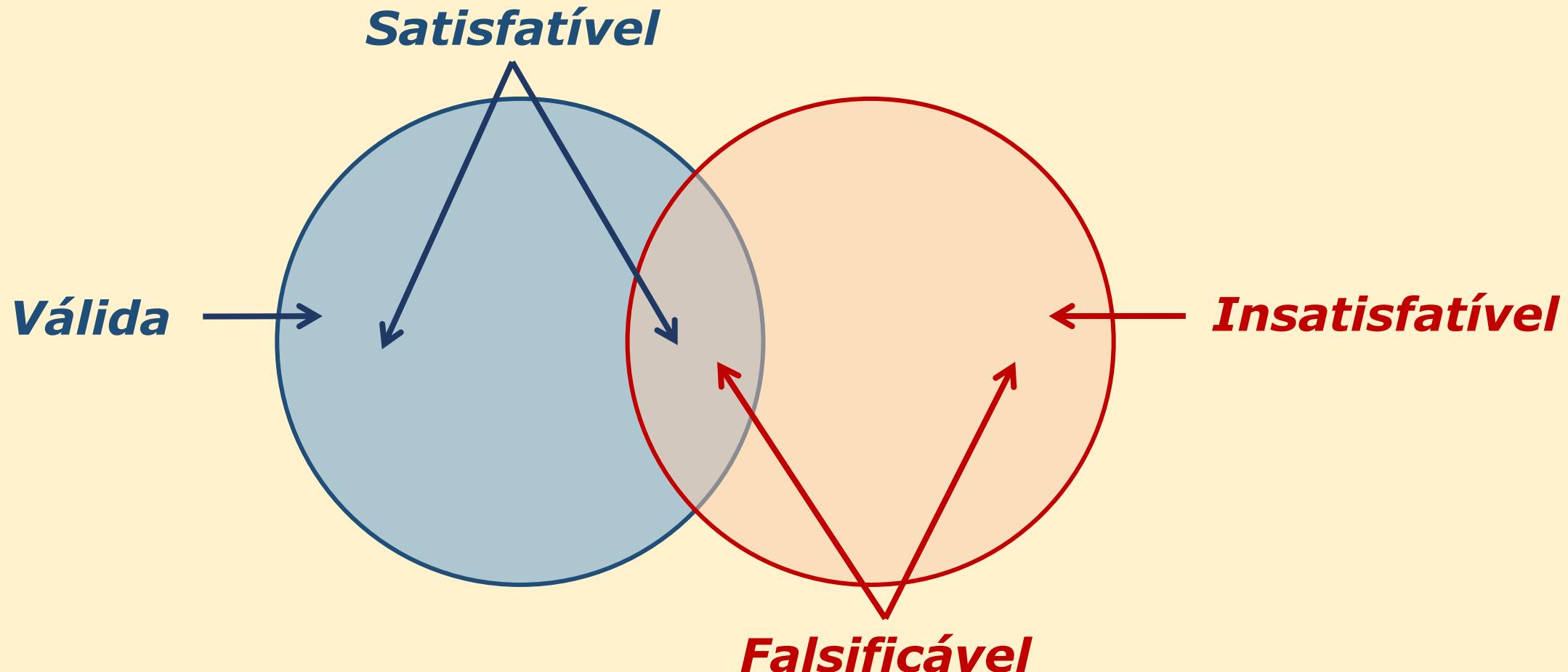


A é Válida, \models , sse:

A é Válida, \models , sse:

- **(A) = V, para todas as interpretações.**





Pra decidir se A é Válida:

Pra decidir se A é Válida:

- **Aplicar $\neg A$**

Pra decidir se A é Válida:

- **Aplicar $\neg A$**
 - **Se $\neg A$ é Satisfável, A não é Válida.**

Pra decidir se A é Válida:

- **Aplicar $\neg A$**
 - **Se $\neg A$ é *Satisfável*, A não é Válida.**
 - **Se $\neg A$ é *Insatisfável*, A é Válida.**

Pra decidir se A é Válida, onde $A = p \rightarrow (p \vee q)$

p	q	$p \vee q$	$p \rightarrow (p \vee q)$
F	F	F	V
F	V	V	V
V	F	V	V
V	V	V	V

Pra decidir se A é Válida, onde A = $p \rightarrow (p \vee q)$

p	q	$p \vee q$	$p \rightarrow (p \vee q)$	$\neg(p \rightarrow (p \vee q))$
F	F	F	V	
F	V	V	V	
V	F	V	V	
V	V	V	V	

Pra decidir se A é Válida, onde A = $p \rightarrow (p \vee q)$

p	q	$p \vee q$	$p \rightarrow (p \vee q)$	$\neg(p \rightarrow (p \vee q))$
F	F	F	V	F
F	V	V	V	F
V	F	V	V	F
V	V	V	V	F

Pra decidir se A é Válida, onde A = $(p \vee q) \rightarrow p$

p	q	$p \vee q$	$(p \vee q) \rightarrow p$
F	F	F	V
F	V	V	F
V	F	V	V
V	V	V	V

Pra decidir se A é Válida, onde A = $(p \vee q) \rightarrow p$

p	q	$p \vee q$	$(p \vee q) \rightarrow p$	$\neg((p \vee q) \rightarrow p)$
F	F	F	V	
F	V	V	F	
V	F	V	V	
V	V	V	V	

Pra decidir se A é Válida, onde A = $(p \vee q) \rightarrow p$

p	q	$p \vee q$	$(p \vee q) \rightarrow p$	$\neg((p \vee q) \rightarrow p)$
F	F	F	V	F
F	V	V	F	V
V	F	V	V	F
V	V	V	V	F



Lógica Computacional
by Professor Pantoja

Satisfatibilidade de Um Conjunto

Aula 7

$$U = \{A_1, A_2, A_3, \dots, A_n\}$$

$$U = \{A_1, A_2, A_3, \dots, A_n\}$$

- É simultaneamente **Satisfável** sse
 $A_i = V$ para todo i

$$U = \{A_1, A_2, A_3, \dots, A_n\}$$

- É simultaneamente **Satisfável** sse
 $A_i = V$ para todo i
- É **Insatisfável** sse para cada interpretação existe um i
 $A_i = F$

$$U_1 = \{p, \neg p \vee q, q \wedge r\}$$

$$U_2 = \{p, \neg p \vee q, \neg p\}$$

$$\begin{aligned} p &= V \\ q &= V \\ r &= V \end{aligned}$$

$$U_1 = \{p, \neg p \vee q, q \wedge r\}$$

$$U_1 = \{V, \neg V \vee V, V \wedge V\}$$

$$U_2 = \{p, \neg p \vee q, \neg p\}$$

$$\begin{aligned} p &= V \\ q &= V \\ r &= V \end{aligned}$$

$$U_1 = \{p, \neg p \vee q, q \wedge r\}$$

$$U_1 = \{V, \neg V \vee V, V \wedge V\}$$

$$U_1 = \{V, F \vee V, V\}$$

$$U_2 = \{p, \neg p \vee q, \neg p\}$$

$$\begin{aligned} p &= V \\ q &= V \\ r &= V \end{aligned}$$

$$U_1 = \{p, \neg p \vee q, q \wedge r\}$$

$$U_2 = \{p, \neg p \vee q, \neg p\}$$

$$U_1 = \{V, \neg V \vee V, V \wedge V\}$$

$$U_1 = \{V, F \vee V, V\}$$

$$U_1 = \{V, V, V\}$$

$$\begin{aligned} p &= V \\ q &= V \\ r &= V \end{aligned}$$

$$U_1 = \{p, \neg p \vee q, q \wedge r\}$$

$$U_1 = \{V, \neg V \vee V, V \wedge V\}$$

$$U_1 = \{V, F \vee V, V\}$$

$$U_1 = \{V, V, V\}$$

$$U_2 = \{p, \neg p \vee q, \neg p\}$$

$$U_2 = \{V, \neg V \vee V, \neg V\}$$

$$\begin{aligned} p &= V \\ q &= V \\ r &= V \end{aligned}$$

$$U_1 = \{p, \neg p \vee q, q \wedge r\}$$

$$U_1 = \{V, \neg V \vee V, V \wedge V\}$$

$$U_1 = \{V, F \vee V, V\}$$

$$U_1 = \{V, V, V\}$$

$$U_2 = \{p, \neg p \vee q, \neg p\}$$

$$U_2 = \{V, \neg V \vee V, \neg V\}$$

$$U_2 = \{V, F \vee V, F\}$$

$$\begin{aligned} p &= V \\ q &= V \\ r &= V \end{aligned}$$

$$U_1 = \{p, \neg p \vee q, q \wedge r\}$$

$$U_1 = \{V, \neg V \vee V, V \wedge V\}$$

$$U_1 = \{V, F \vee V, V\}$$

$$U_1 = \{V, V, V\}$$

$$U_2 = \{p, \neg p \vee q, \neg p\}$$

$$U_2 = \{V, \neg V \vee V, \neg V\}$$

$$U_2 = \{V, F \vee V, F\}$$

$$U_2 = \{V, V, F\}$$

$$\begin{aligned} p &= V \\ q &= V \\ r &= V \end{aligned}$$

$$U_1 = \{p, \neg p \vee q, q \wedge r\}$$

$$U_1 = \{V, \neg V \vee V, V \wedge V\}$$

$$U_1 = \{V, F \vee V, V\}$$

$$U_1 = \{V, V, V\}$$

$$U_2 = \{p, \neg p \vee q, \neg p\}$$

$$U_2 = \{V, \neg V \vee V, \neg V\}$$

$$U_2 = \{V, F \vee V, F\}$$

$$U_2 = \{V, V, F\}$$

$$\begin{aligned} p &= V \\ q &= V \\ r &= V \end{aligned}$$



$$U_1 = \{p, \neg p \vee q, q \wedge r\}$$

$$U_1 = \{V, \neg V \vee V, V \wedge V\}$$

$$U_1 = \{V, F \vee V, V\}$$

$$U_1 = \{V, V, V\}$$

$$U_2 = \{p, \neg p \vee q, \neg p\}$$

$$U_2 = \{V, \neg V \vee V, \neg V\}$$

$$U_2 = \{V, F \vee V, F\}$$

$$U_2 = \{V, V, F\}$$

$$\begin{aligned} p &= V \\ q &= V \\ r &= V \end{aligned}$$

Insatisfatível

Satisfatível

1. Se U é Satisfável, $U - \{A_i\}$ para todo i

1. Se U é *Satisfável*, $U - \{A_i\}$ para todo i

$$U_1 = \{p, \neg p \vee q, q \wedge r\}$$

$$U_1 = \{V, V, V\}$$

1. Se U é *Satisfatível*, $U - \{A_i\}$ para todo i

Ao



$$U_1 = \{p, \neg p \vee q, q \wedge r\}$$

$$U_1 = \{v, v, v\}$$

1. Se U é *Satisfatível*, $U - \{A_i\}$ para todo i



$$U_1 = \{p, \neg p \vee q, q \wedge r\}$$

$$U_2 = \{v, v, v\}$$

1. Se U é *Satisfatível*, $U - \{A_i\}$ para todo i

A_0 A_1 A_2
↑ ↑ ↑

$$U_1 = \{p, \neg p \vee q, q \wedge r\}$$

$$U_1 = \{V, V, V\}$$

1. Se U é *Satisfatível*, $U - \{A_i\}$ para todo i

$$\begin{array}{c} A_0 \quad A_1 \quad A_2 \\ \uparrow \quad \uparrow \quad \uparrow \\ U_1 = \{p, \neg p \vee q, q \wedge r\} \quad \left[- \{A_i\} \right] \\ U_1 = \{V, V, V\} \end{array}$$

1. Se U é Satisfável, $U - \{A_i\}$ para todo i

$$\begin{array}{c}
 A_0 \quad A_1 \quad A_2 \\
 \uparrow \quad \uparrow \quad \uparrow \\
 U_1 = \{p, \neg p \vee q, q \wedge r\} \quad \left(- \{A_i\} \right) \\
 U_1 = \{V, V, V\}
 \end{array}$$

$$\begin{array}{c}
 A_0 \quad A_1 \quad A_2 \\
 \uparrow \quad \uparrow \quad \uparrow \\
 U_1 = \{p, \neg p \vee q, q \wedge r\} \\
 U_1 = \{V, V, V\}
 \end{array}$$

1. Se U é Satisfável, $U - \{A_i\}$ para todo i

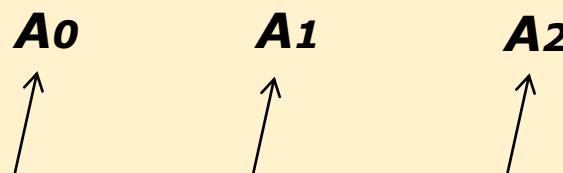
$$\begin{array}{c} A_0 \\ \uparrow \\ U_1 = \{p, \neg p \vee q, q \wedge r\} \\ \text{---} \\ U_1 = \{V, V, V\} \end{array} \quad \left(- \{A_i\} \right)$$

$$\begin{array}{c} A_0 \\ \uparrow \\ U_1 = \{p, q \wedge r\} \\ \text{---} \\ U_1 = \{V, V\} \end{array}$$

- 1. Se U é *Satisfatível*, $U - \{A_i\}$ para todo i**
- 2. Se U é *Satisfatível* e B é *Válido*, $U \cup \{B\}$ é *SAT***

1. Se U é Satisfável, $U - \{A_i\}$ para todo i

2. Se U é Satisfável e B é Válido, $U \cup \{B\}$ é SAT



$$U_1 = \{p, \neg p \vee q, q \wedge r\}$$

$$U_1 = \{V, V, V\}$$

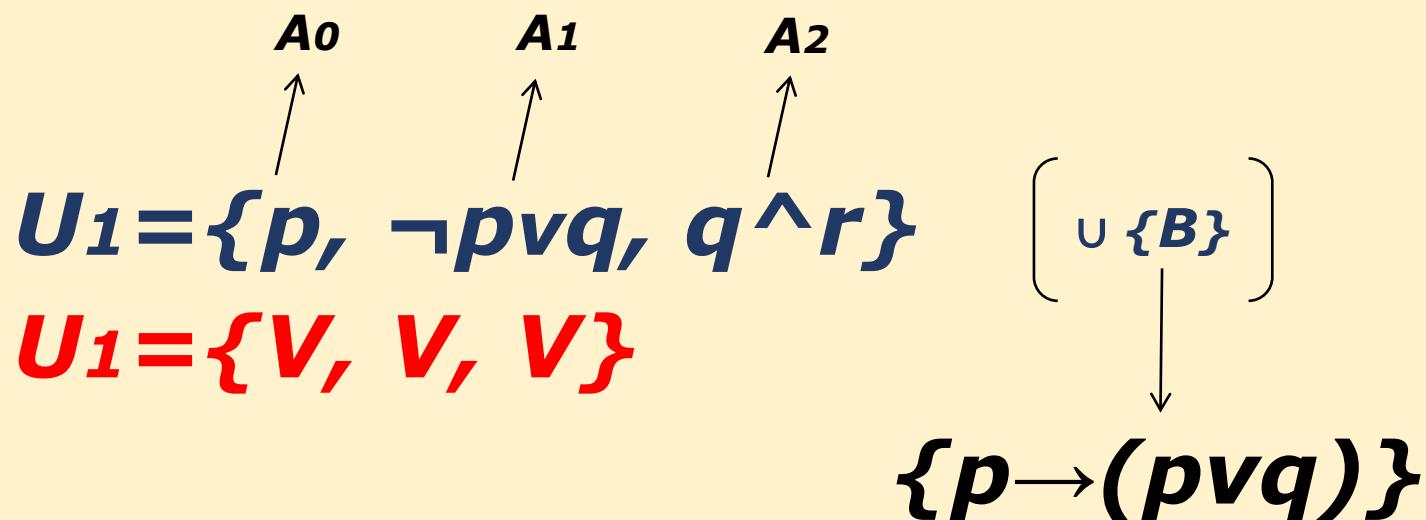
1. Se U é Satisfável, $U - \{A_i\}$ para todo i

2. Se U é Satisfável e B é Válido, $U \cup \{B\}$ é SAT

$$\begin{array}{c} A_0 \qquad \qquad A_1 \qquad \qquad A_2 \\ \uparrow \qquad \qquad \uparrow \qquad \qquad \uparrow \\ U_1 = \{p, \neg p \vee q, q \wedge r\} \quad \left(\cup \{B\} \right) \\ U_1 = \{V, V, V\} \end{array}$$

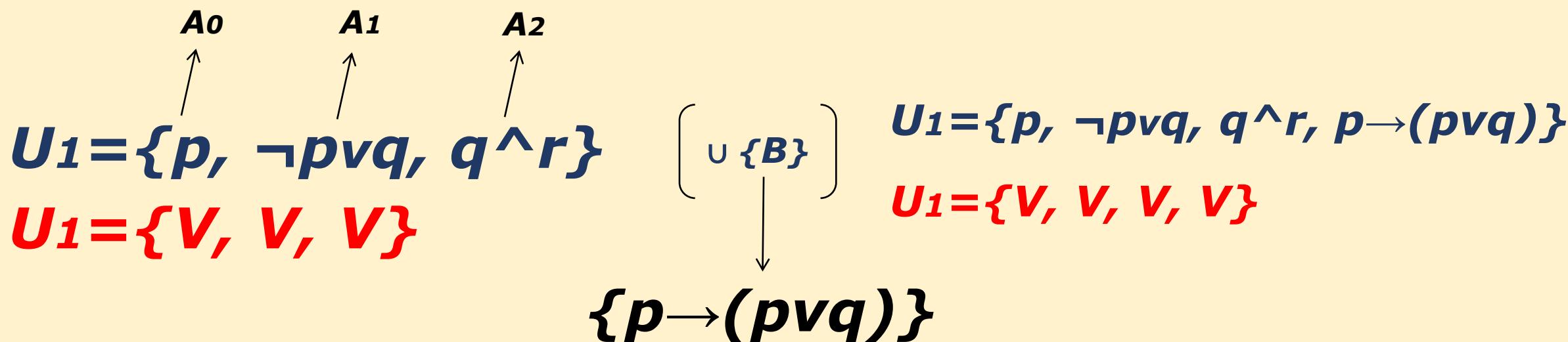
1. Se U é Satisfável, $U - \{A_i\}$ para todo i

2. Se U é Satisfável e B é Válido, $U \cup \{B\}$ é SAT



1. Se U é Satisfável, $U - \{A_i\}$ para todo i

2. Se U é Satisfável e B é Válido, $U \cup \{B\}$ é SAT



- 1. Se U é *Satisfatível*, $U - \{A_i\}$ para todo i**
- 2. Se U é *Satisfatível* e B é *Válido*, $U \cup \{B\}$ é *SAT***
- 3. Se U é *Insatisfatível*, então para $U \cup \{B\}$ é *UNSAT***

- 1. Se U é *Satisfatível*, $U - \{A_i\}$ para todo i**
- 2. Se U é *Satisfatível* e B é *Válido*, $U \cup \{B\}$ é *SAT***
- 3. Se U é *Insatisfatível*, então para $U \cup \{B\}$ é *UNSAT***

$$U_2 = \{p, \neg p \vee q, \neg p\}$$

$$U_2 = \{V, V, F\}$$

1. Se U é **Satisfável**, $U - \{A_i\}$ para todo i
2. Se U é **Satisfável** e B é **Válido**, $U \cup \{B\}$ é **SAT**
3. Se U é **Insatisfável**, então para $U \cup \{B\}$ é **UNSAT**

$$\begin{array}{c} U_2 = \{p, \neg p \vee q, \neg p\} \\ U_2 = \{V, V, F\} \end{array} \quad \left(\begin{array}{c} \cup \{B\} \\ \downarrow \end{array} \right) \quad \{p \rightarrow (p \vee q)\}$$

- 1. Se U é Satisfável, $U - \{A_i\}$ para todo i**
- 2. Se U é Satisfável e B é Válido, $U \cup \{B\}$ é SAT**
- 3. Se U é Insatisfável, então para $U \cup \{B\}$ é UNSAT**

$$\begin{array}{ccc}
 U_2 = \{p, \neg p \vee q, \neg p\} & \left(\cup \{B\} \right) & U_2 = \{p, \neg p \vee q, \neg p, p \rightarrow (p \vee q)\} \\
 U_2 = \{V, V, F\} & \downarrow & U_2 = \{V, V, F, V\} \\
 & & \{p \rightarrow (p \vee q)\}
 \end{array}$$

- 1. Se U é *Satisfatível*, $U - \{A_i\}$ para todo i**
- 2. Se U é *Satisfatível* e B é *Válido*, $U \cup \{B\}$ é *SAT***
- 3. Se U é *Insatisfatível*, então para $U \cup \{B\}$ é *UNSAT***
- 4. Se U é *Insatisfatível* e A_i é *Válido*, $U - \{A_i\}$ é *UNSAT***

- 1. Se U é *Satisfatível*, $U - \{A_i\}$ para todo i**
- 2. Se U é *Satisfatível* e B é *Válido*, $U \cup \{B\}$ é *SAT***
- 3. Se U é *Insatisfatível*, então para $U \cup \{B\}$ é *UNSAT***
- 4. Se U é *Insatisfatível* e A_i é *Válido*, $U - \{A_i\}$ é *UNSAT***

$$U_3 = \{p, \neg p \vee q, \neg p, p \rightarrow (p \vee q)\}$$

$$U_3 = \{V, V, F, V\}$$

- 1. Se U é *Satisfável*, $U - \{A_i\}$ para todo i**
- 2. Se U é *Satisfável* e B é *Válido*, $U \cup \{B\}$ é *SAT***
- 3. Se U é *Insatisfável*, então para $U \cup \{B\}$ é *UNSAT***
- 4. Se U é *Insatisfável* e A_i é *Válido*, $U - \{A_i\}$ é *UNSAT***

$$\begin{array}{cccc} A_0 & A_1 & A_2 & A_3 \\ \uparrow & \uparrow & \uparrow & \uparrow \\ U_3 = \{p, \neg p \vee q, \neg p, p \rightarrow (p \vee q)\} \\ U_3 = \{V, V, F, V\} \end{array}$$

- 1. Se U é Satisfável, $U - \{A_i\}$ para todo i**

- 2. Se U é Satisfável e B é Válido, $U \cup \{B\}$ é SAT**

- 3. Se U é Insatisfável, então para $U \cup \{B\}$ é UNSAT**

- 4. Se U é Insatisfável e A_i é Válido, $U - \{A_i\}$ é UNSAT**

$$\begin{array}{ccccccc}
 & A_0 & & A_1 & & A_2 & & A_3 \\
 & \uparrow & & \uparrow & & \uparrow & & \uparrow \\
 U_3 = & \{p, \neg p \vee q, \neg p, p \rightarrow (p \vee q)\} & & \left(- \{A_i\} \right) & & & & \\
 & \textcolor{red}{U_3 = \{V, V, F, V\}} & & & & & &
 \end{array}$$

- 1. Se U é Satisfável, $U - \{A_i\}$ para todo i**

- 2. Se U é Satisfável e B é Válido, $U \cup \{B\}$ é SAT**

- 3. Se U é Insatisfável, então para $U \cup \{B\}$ é UNSAT**

- 4. Se U é Insatisfável e A_i é Válido, $U - \{A_i\}$ é UNSAT**

$$\begin{array}{ccccccc}
 & A_0 & & A_1 & & A_2 & & A_3 \\
 & \uparrow & & \uparrow & & \uparrow & & \uparrow \\
 U_3 = \{p, \neg p \vee q, \neg p, p \rightarrow (p \vee q)\} & \left(- \{A_i\} \right) & & & & & \\
 U_3 = \{V, V, F, V\} & & & & & &
 \end{array}$$

$$\begin{array}{ccccccc}
 & A_0 & & A_1 & & A_2 & & A_3 \\
 & \uparrow & & \uparrow & & \uparrow & & \uparrow \\
 U_3 = \{p, \neg p \vee q, \neg p, p \rightarrow (p \vee q)\} & & & & & & \\
 U_3 = \{V, V, F, \cancel{V}\} & & & & & &
 \end{array}$$

- 1. Se U é Satisfável, $U - \{A_i\}$ para todo i**

- 2. Se U é Satisfável e B é Válido, $U \cup \{B\}$ é SAT**

- 3. Se U é Insatisfável, então para $U \cup \{B\}$ é UNSAT**

- 4. Se U é Insatisfável e A_i é Válido, $U - \{A_i\}$ é UNSAT**

$$\begin{array}{ccccccc}
 & A_0 & & A_1 & & A_2 & & A_3 \\
 & \uparrow & & \uparrow & & \uparrow & & \uparrow \\
 U_3 = & \{p, \neg p \vee q, \neg p, p \rightarrow (p \vee q)\} & \left(- \{A_i\} \right) & & & & & \\
 & \textcolor{red}{U_3 = \{V, V, F, V\}} & & & & & &
 \end{array}$$

$$\begin{array}{ccccccc}
 & A_0 & & A_1 & & A_2 & \\
 & \uparrow & & \uparrow & & \uparrow & \\
 U_3 = & \{p, \neg p \vee q, \neg p\} & & & & & \\
 & \textcolor{red}{U_3 = \{V, V, F\}} & & & & &
 \end{array}$$

Lógica Computacional
by Professor Pantoja

Equivalência Lógica

Aula 8



$fml \equiv fml$

$fml \equiv fml$

Indica que uma fórmula tem o mesmo resultado lógico que a outra

$fml \equiv fml$



Indica que uma fórmula tem o mesmo resultado lógico que a outra

$$\mathbf{fml} \equiv \mathbf{fml} \longrightarrow \mathbf{fml} \leftrightarrow \mathbf{fml}$$

Indica que uma fórmula tem o mesmo resultado lógico que a outra

$fml \equiv fml$  **$fml \leftrightarrow fml$**

Indica que uma fórmula tem o mesmo resultado lógico que a outra

Sse, for uma tautologia ou válida.

$$\neg(p \vee q) \leftrightarrow \neg p \wedge \neg q$$

$$\neg(p \vee q) \leftrightarrow \neg p \wedge \neg q$$

p	q
F	F
F	V
V	F
V	V

$$\neg(p \vee q) \leftrightarrow \neg p \wedge \neg q$$

p	q	$p \vee q$
F	F	
F	V	
V	F	
V	V	

$$\neg(p \vee q) \leftrightarrow \neg p \wedge \neg q$$

p	q	$p \vee q$
F	F	F
F	V	V
V	F	V
V	V	V

$$\neg(p \vee q) \leftrightarrow \neg p \wedge \neg q$$

p	q	$p \vee q$	$\neg(p \vee q)$
F	F	F	
F	V	V	
V	F	V	
V	V	V	

$$\neg(p \vee q) \leftrightarrow \neg p \wedge \neg q$$

p	q	$p \vee q$	$\neg(p \vee q)$
F	F	F	V
F	V	V	F
V	F	V	F
V	V	V	F

$$\neg(p \vee q) \leftrightarrow \neg p \wedge \neg q$$

p	q	$p \vee q$	$\neg(p \vee q)$	$\neg p$	$\neg q$
F	F	F	V		
F	V	V	F		
V	F	V	F		
V	V	V	F		

$$\neg(p \vee q) \leftrightarrow \neg p \wedge \neg q$$

p	q	$p \vee q$	$\neg(p \vee q)$	$\neg p$	$\neg q$
F	F	F	V	V	V
F	V	V	F	V	F
V	F	V	F	F	V
V	V	V	F	F	F

$$\neg(p \vee q) \leftrightarrow \neg p \wedge \neg q$$

p	q	$p \vee q$	$\neg(p \vee q)$	$\neg p$	$\neg q$	$\neg p \wedge \neg q$
F	F	F	V	V	V	
F	V	V	F	V	F	
V	F	V	F	F	V	
V	V	V	F	F	F	

$$\neg(p \vee q) \leftrightarrow \neg p \wedge \neg q$$

p	q	$p \vee q$	$\neg(p \vee q)$	$\neg p$	$\neg q$	$\neg p \wedge \neg q$
F	F	F	V	V	V	V
F	V	V	F	V	F	F
V	F	V	F	F	V	F
V	V	V	F	F	F	F

$$\neg(p \vee q) \leftrightarrow \neg p \wedge \neg q$$

p	q	$p \vee q$	$\neg(p \vee q)$	$\neg p$	$\neg q$	$\neg p \wedge \neg q$	$\neg(p \vee q) \leftrightarrow \neg p \wedge \neg q$
F	F	F	V	V	V	V	
F	V	V	F	V	F	F	
V	F	V	F	F	V	F	
V	V	V	F	F	F	F	

$$\neg(p \vee q) \leftrightarrow \neg p \wedge \neg q$$

p	q	$p \vee q$	$\neg(p \vee q)$	$\neg p$	$\neg q$	$\neg p \wedge \neg q$	$\neg(p \vee q) \leftrightarrow \neg p \wedge \neg q$
F	F	F	V	V	V	V	V
F	V	V	F	V	F	F	V
V	F	V	F	F	V	F	V
V	V	V	F	F	F	F	V

$$a \equiv \neg \neg a$$

$$a \equiv \neg\neg a$$

a	$\neg a$
F	
V	

$$a \equiv \neg\neg a$$

a	$\neg a$
F	V
V	F

$$a \equiv \neg\neg a$$

a	$\neg a$	$\neg\neg a$
F	V	
V	F	

$$a \equiv \neg\neg a$$

a	$\neg a$	$\neg\neg a$
F	V	F
V	F	V

$$a \equiv \neg\neg a$$

a	$\neg a$	$\neg\neg a$	$\neg\neg\neg a$
F	V	F	
V	F	V	

$$a \equiv \neg\neg a$$

a	$\neg a$	$\neg\neg a$	$\neg\neg\neg a$
F	V	F	V
V	F	V	F

$$a \equiv \neg\neg a$$

a	$\neg a$	$\neg\neg a$	$\neg\neg\neg a$
F	V	F	V
V	F	V	F

$$a \equiv \neg\neg a$$

a	$\neg a$	$\neg\neg a$	$\neg\neg\neg a$
F	V	F	V
V	F	V	F

$$p \equiv p \vee p$$

$$p \equiv p \vee p$$

p	p \vee p
F	
V	

$$p \equiv p \vee p$$

p	p \vee p
F	F
V	V

$$p \equiv p \vee p$$

$$p \equiv p \wedge p$$

p	p \vee p
F	F
V	V

$$p \equiv p \vee p$$

$$p \equiv p \wedge p$$

p	$p \vee p$
F	F
V	V

p	$p \wedge p$
F	
V	

$$p \equiv p \vee p$$

$$p \equiv p \wedge p$$

p	$p \vee p$
F	F
V	V

p	$p \wedge p$
F	F
V	V

$$p \vee q \equiv q \vee p$$

$$p \vee q \equiv q \vee p$$

p	q	p \vee q
F	F	F
F	V	V
V	F	V
V	V	V

$$p \vee q \equiv q \vee p$$

$$p \wedge q \equiv q \wedge p$$

p	q	$p \vee q$
F	F	F
F	V	V
V	F	V
V	V	V

$$p \vee q \equiv q \vee p$$

$$p \wedge q \equiv q \wedge p$$

p	q	$p \vee q$
F	F	F
F	V	V
V	F	V
V	V	V

p	q	$p \wedge q$
F	F	F
F	V	F
V	F	F
V	V	V

$$p \vee (q \vee r) \equiv (p \vee q) \vee r$$

$$p \vee (q \vee r) \equiv (p \vee q) \vee r$$

p	q	r	$p \vee (q \vee r)$	$(p \vee q) \vee r$
F	F	F		
F	F	V		
F	V	F		
F	V	V		
V	F	F		
V	F	V		
V	V	F		
V	V	V		

$$p \vee (q \vee r) \equiv (p \vee q) \vee r$$

p	q	r	$p \vee (q \vee r)$	$(p \vee q) \vee r$
F	F	F	F	F
F	F	V	V	V
F	V	F	V	V
F	V	V	V	V
V	F	F	V	V
V	F	V	V	V
V	V	F	V	V
V	V	V	V	V

$$p \vee (q \vee r) \equiv (p \vee q) \vee r$$

p	q	r	$p \vee (q \vee r)$	$(p \vee q) \vee r$
F	F	F	F	F
F	F	V	V	V
F	V	F	V	V
F	V	V	V	V
V	F	F	V	V
V	F	V	V	V
V	V	F	V	V
V	V	V	V	V

$$p \vee (q \vee r) \equiv (p \vee q) \vee r$$

$$p \wedge (q \wedge r) \equiv (p \wedge q) \wedge r$$

p	q	r	$p \vee (q \vee r)$	$(p \vee q) \vee r$
F	F	F	F	F
F	F	V	V	V
F	V	F	V	V
F	V	V	V	V
V	F	F	V	V
V	F	V	V	V
V	V	F	V	V
V	V	V	V	V

$$p \vee (q \vee r) \equiv (p \vee q) \vee r$$

p	q	r	$p \vee (q \vee r)$	$(p \vee q) \vee r$
F	F	F	F	F
F	F	V	V	V
F	V	F	V	V
F	V	V	V	V
V	F	F	V	V
V	F	V	V	V
V	V	F	V	V
V	V	V	V	V

$$p \wedge (q \wedge r) \equiv (p \wedge q) \wedge r$$

p	q	r	$p \wedge (q \wedge r)$	$(p \wedge q) \wedge r$
F	F	F		
F	F	V		
F	V	F		
F	V	V		
V	F	F		
V	F	V		
V	V	F		
V	V	V		

$$p \vee (q \vee r) \equiv (p \vee q) \vee r$$

p	q	r	$p \vee (q \vee r)$	$(p \vee q) \vee r$
F	F	F	F	F
F	F	V	V	V
F	V	F	V	V
F	V	V	V	V
V	F	F	V	V
V	F	V	V	V
V	V	F	V	V
V	V	V	V	V

$$p \wedge (q \wedge r) \equiv (p \wedge q) \wedge r$$

p	q	r	$p \wedge (q \wedge r)$	$(p \wedge q) \wedge r$
F	F	F	F	
F	F	V	F	
F	V	F	F	
F	V	V	F	
V	F	F	F	
V	F	V	F	
V	V	F	F	
V	V	V	V	

$$p \vee (q \vee r) \equiv (p \vee q) \vee r$$

p	q	r	$p \vee (q \vee r)$	$(p \vee q) \vee r$
F	F	F	F	F
F	F	V	V	V
F	V	F	V	V
F	V	V	V	V
V	F	F	V	V
V	F	V	V	V
V	V	F	V	V
V	V	V	V	V

$$p \wedge (q \wedge r) \equiv (p \wedge q) \wedge r$$

p	q	r	$p \wedge (q \wedge r)$	$(p \wedge q) \wedge r$
F	F	F	F	F
F	F	V	F	F
F	V	F	F	F
F	V	V	F	F
V	F	F	F	F
V	F	V	F	F
V	V	F	F	F
V	V	V	V	V

$$\neg(p \wedge q) \equiv \neg p \vee \neg q$$

$$\neg(p \wedge q) \equiv \neg p \vee \neg q$$

↑

$$\neg(p \wedge q) \equiv \neg p \vee \neg q$$

$$\neg(p \wedge q) \equiv \neg p \vee \neg q$$

$$\neg(p \wedge q) \equiv \neg p \vee \neg q$$


$$\neg(p \wedge q) \equiv \neg p \vee \neg q$$

$$\neg(p \wedge q) \equiv \neg p \vee \neg q$$

$$\neg(\neg p \wedge q) \equiv p \vee \neg q$$

$$\neg(p \wedge q) \equiv \neg p \vee \neg q$$

$$\neg(\neg p \wedge q) \equiv p \vee \neg q$$

$$\neg(p \wedge q) \equiv \neg p \vee \neg q$$

$$\neg(\neg p \wedge q) \equiv \neg \neg p \vee \neg q$$

$$\neg(p \wedge q) \equiv \neg p \vee \neg q$$

$$\neg(\neg p \wedge q) \equiv p \vee \neg q$$

$$\neg(p \wedge q) \equiv \neg p \vee \neg q$$

$$\neg(\neg p \wedge q) \equiv p \vee \neg q$$

$$\neg(p \wedge q) \equiv \neg p \vee \neg q$$

$$\neg(\neg p \wedge q) \equiv p \vee \neg q$$

$$\neg(p \wedge q) \equiv \neg p \vee \neg q$$

$$\neg(\neg p \wedge q) \equiv p \vee \neg q$$

$$\neg(p \wedge \neg q) \equiv \neg p \vee q$$

$$\neg(p \wedge q) \equiv \neg p \vee \neg q$$

$$\neg(\neg p \wedge q) \equiv p \vee \neg q$$

$$\neg(p \wedge \neg q) \equiv \neg p \vee q$$

$$\neg(p \wedge q) \equiv \neg p \vee \neg q$$

$$\neg(\neg p \wedge q) \equiv p \vee \neg q$$

$$\neg(p \wedge \neg q) \equiv \neg p \vee q$$

$$\neg(p \wedge q) \equiv \neg p \vee \neg q$$

$$\neg(\neg p \wedge q) \equiv p \vee \neg q$$

$$\neg(p \wedge \neg q) \equiv \neg p \vee q$$

$$\neg(p \wedge q) \equiv \neg p \vee \neg q$$

$$\neg(\neg p \wedge q) \equiv p \vee \neg q$$

$$\neg(p \wedge \neg q) \equiv \neg p \vee \neg \neg q$$

$$\neg(p \wedge q) \equiv \neg p \vee \neg q$$

$$\neg(\neg p \wedge q) \equiv p \vee \neg q$$

$$\neg(p \wedge \neg q) \equiv \neg p \vee q$$

$$\neg(p \wedge q) \equiv \neg p \vee \neg q$$

$$\neg(\neg p \wedge q) \equiv p \vee \neg q$$

$$\neg(p \wedge \neg q) \equiv \neg p \vee q$$

$$\neg(\neg p \wedge \neg q) \equiv p \vee q$$

$$\neg(p \wedge q) \equiv \neg p \vee \neg q$$

$$\neg(\neg p \wedge q) \equiv p \vee \neg q$$

$$\neg(p \wedge \neg q) \equiv \neg p \vee q$$

$$\neg(\neg p \wedge \neg q) \equiv p \vee q$$

$$\neg(p \wedge q) \equiv \neg p \vee \neg q$$

$$\neg(\neg p \wedge q) \equiv p \vee \neg q$$

$$\neg(p \wedge \neg q) \equiv \neg p \vee q$$

$$\neg(\neg p \wedge \neg q) \equiv \neg \neg p \vee q$$

$$\neg(p \wedge q) \equiv \neg p \vee \neg q$$

$$\neg(\neg p \wedge q) \equiv p \vee \neg q$$

$$\neg(p \wedge \neg q) \equiv \neg p \vee q$$

$$\neg(\neg p \wedge \neg q) \equiv p \vee q$$

$$\neg(p \wedge q) \equiv \neg p \vee \neg q$$

$$\neg(\neg p \wedge q) \equiv p \vee \neg q$$

$$\neg(p \wedge \neg q) \equiv \neg p \vee q$$

$$\neg(\neg p \wedge \neg q) \equiv p \vee q$$

$$\neg(p \wedge q) \equiv \neg p \vee \neg q$$

$$\neg(\neg p \wedge q) \equiv p \vee \neg q$$

$$\neg(p \wedge \neg q) \equiv \neg p \vee q$$

$$\neg(\neg p \wedge \neg q) \equiv p \vee \neg \neg q$$

$$\neg(p \wedge q) \equiv \neg p \vee \neg q$$

$$\neg(\neg p \wedge q) \equiv p \vee \neg q$$

$$\neg(p \wedge \neg q) \equiv \neg p \vee q$$

$$\neg(\neg p \wedge \neg q) \equiv p \vee q$$

$$\neg(p \wedge q) \equiv \neg p \vee \neg q$$

$$\neg(p \vee q) \equiv \neg p \wedge \neg q$$

$$\neg(\neg p \wedge q) \equiv p \vee \neg q$$

$$\neg(p \wedge \neg q) \equiv \neg p \vee q$$

$$\neg(\neg p \wedge \neg q) \equiv p \vee q$$

$$\neg(p \wedge q) \equiv \neg p \vee \neg q$$

$$\neg(p \vee q) \equiv \neg p \wedge \neg q$$


$$\neg(\neg p \wedge q) \equiv p \vee \neg q$$

$$\neg(p \wedge \neg q) \equiv \neg p \vee q$$

$$\neg(\neg p \wedge \neg q) \equiv p \vee q$$

$$\neg(p \wedge q) \equiv \neg p \vee \neg q$$

$$\neg(p \vee q) \equiv \neg p \wedge \neg q$$



$$\neg(\neg p \wedge q) \equiv p \vee \neg q$$

$$\neg(p \wedge \neg q) \equiv \neg p \vee q$$

$$\neg(\neg p \wedge \neg q) \equiv p \vee q$$

$$\neg(p \wedge q) \equiv \neg p \vee \neg q$$

$$\neg(p \vee q) \equiv \neg p \wedge \neg q$$



$$\neg(\neg p \wedge q) \equiv p \vee \neg q$$

$$\neg(p \wedge \neg q) \equiv \neg p \vee q$$

$$\neg(\neg p \wedge \neg q) \equiv p \vee q$$

$$\neg(p \wedge q) \equiv \neg p \vee \neg q$$

$$\neg(p \vee q) \equiv \neg p \wedge \neg q$$



$$\neg(\neg p \wedge q) \equiv p \vee \neg q$$

$$\neg(p \wedge \neg q) \equiv \neg p \vee q$$

$$\neg(\neg p \wedge \neg q) \equiv p \vee q$$

$$\neg(p \wedge q) \equiv \neg p \vee \neg q$$

$$\neg(p \vee q) \equiv \neg p \wedge \neg q$$



$$\neg(\neg p \wedge q) \equiv p \vee \neg q$$

$$\neg(p \wedge \neg q) \equiv \neg p \vee q$$

$$\neg(\neg p \wedge \neg q) \equiv p \vee q$$

$$\neg(p \wedge q) \equiv \neg p \vee \neg q$$

$$\neg(p \vee q) \equiv \neg p \wedge \neg q$$

$$\neg(\neg p \wedge q) \equiv p \vee \neg q$$

$$\neg(\neg p \vee q) \equiv p \wedge \neg q$$

$$\neg(p \wedge \neg q) \equiv \neg p \vee q$$

$$\neg(\neg p \wedge \neg q) \equiv p \vee q$$

$$\neg(p \wedge q) \equiv \neg p \vee \neg q$$

$$\neg(p \vee q) \equiv \neg p \wedge \neg q$$

$$\neg(\neg p \wedge q) \equiv p \vee \neg q$$

$$\neg(\neg p \vee q) \equiv p \wedge \neg q$$

$$\neg(p \wedge \neg q) \equiv \neg p \vee q$$

$$\neg(\neg p \wedge \neg q) \equiv p \vee q$$

$$\neg(p \wedge q) \equiv \neg p \vee \neg q$$

$$\neg(p \vee q) \equiv \neg p \wedge \neg q$$

$$\neg(\neg p \wedge q) \equiv p \vee \neg q$$

$$\neg(\neg p \vee q) \equiv \neg\neg p \wedge \neg q$$

$$\neg(p \wedge \neg q) \equiv \neg p \vee q$$

$$\neg(\neg p \wedge \neg q) \equiv p \vee q$$

$$\neg(p \wedge q) \equiv \neg p \vee \neg q$$

$$\neg(p \vee q) \equiv \neg p \wedge \neg q$$

$$\neg(\neg p \wedge q) \equiv p \vee \neg q$$

$$\neg(\neg p \vee q) \equiv p \wedge \neg q$$

$$\neg(p \wedge \neg q) \equiv \neg p \vee q$$

$$\neg(\neg p \wedge \neg q) \equiv p \vee q$$

$$\neg(p \wedge q) \equiv \neg p \vee \neg q$$

$$\neg(p \vee q) \equiv \neg p \wedge \neg q$$

$$\neg(\neg p \wedge q) \equiv p \vee \neg q$$

$$\neg(\neg p \vee q) \equiv p \wedge \neg q$$

$$\neg(p \wedge \neg q) \equiv \neg p \vee q$$

$$\neg(\neg p \wedge \neg q) \equiv p \vee q$$

$$\neg(p \wedge q) \equiv \neg p \vee \neg q$$

$$\neg(p \vee q) \equiv \neg p \wedge \neg q$$

$$\neg(\neg p \wedge q) \equiv p \vee \neg q$$

$$\neg(\neg p \vee q) \equiv p \wedge \neg q$$

$$\neg(p \wedge \neg q) \equiv \neg p \vee q$$

$$\neg(\neg p \wedge \neg q) \equiv p \vee q$$

$$\neg(p \wedge q) \equiv \neg p \vee \neg q$$

$$\neg(p \vee q) \equiv \neg p \wedge \neg q$$

$$\neg(\neg p \wedge q) \equiv p \vee \neg q$$

$$\neg(\neg p \vee q) \equiv p \wedge \neg q$$

$$\neg(p \wedge \neg q) \equiv \neg p \vee q$$

$$\neg(p \vee \neg q) \equiv \neg p \wedge q$$

$$\neg(\neg p \wedge \neg q) \equiv p \vee q$$

$$\neg(p \wedge q) \equiv \neg p \vee \neg q$$

$$\neg(p \vee q) \equiv \neg p \wedge \neg q$$

$$\neg(\neg p \wedge q) \equiv p \vee \neg q$$

$$\neg(\neg p \vee q) \equiv p \wedge \neg q$$

$$\neg(p \wedge \neg q) \equiv \neg p \vee q$$

$$\neg(p \vee \neg q) \equiv \neg p \wedge q$$

$$\neg(\neg p \wedge \neg q) \equiv p \vee q$$

$$\neg(p \wedge q) \equiv \neg p \vee \neg q$$

$$\neg(p \vee q) \equiv \neg p \wedge \neg q$$

$$\neg(\neg p \wedge q) \equiv p \vee \neg q$$

$$\neg(\neg p \vee q) \equiv p \wedge \neg q$$

$$\neg(p \wedge \neg q) \equiv \neg p \vee q$$

$$\neg(p \vee \neg q) \equiv \neg p \wedge q$$

$$\neg(\neg p \wedge \neg q) \equiv p \vee q$$

$$\neg(p \wedge q) \equiv \neg p \vee \neg q$$

$$\neg(p \vee q) \equiv \neg p \wedge \neg q$$

$$\neg(\neg p \wedge q) \equiv p \vee \neg q$$

$$\neg(\neg p \vee q) \equiv p \wedge \neg q$$

$$\neg(p \wedge \neg q) \equiv \neg p \vee q$$

$$\neg(p \vee \neg q) \equiv \neg p \wedge q$$

$$\neg(\neg p \wedge \neg q) \equiv p \vee q$$

$$\neg(p \wedge q) \equiv \neg p \vee \neg q$$

$$\neg(p \vee q) \equiv \neg p \wedge \neg q$$

$$\neg(\neg p \wedge q) \equiv p \vee \neg q$$

$$\neg(\neg p \vee q) \equiv p \wedge \neg q$$

$$\neg(p \wedge \neg q) \equiv \neg p \vee q$$

$$\neg(p \vee \neg q) \equiv \neg p \wedge \neg \neg q$$

$$\neg(\neg p \wedge \neg q) \equiv p \vee q$$

$$\neg(p \wedge q) \equiv \neg p \vee \neg q$$

$$\neg(p \vee q) \equiv \neg p \wedge \neg q$$

$$\neg(\neg p \wedge q) \equiv p \vee \neg q$$

$$\neg(\neg p \vee q) \equiv p \wedge \neg q$$

$$\neg(p \wedge \neg q) \equiv \neg p \vee q$$

$$\neg(p \vee \neg q) \equiv \neg p \wedge q$$

$$\neg(\neg p \wedge \neg q) \equiv p \vee q$$

$$\neg(p \wedge q) \equiv \neg p \vee \neg q$$

$$\neg(p \vee q) \equiv \neg p \wedge \neg q$$

$$\neg(\neg p \wedge q) \equiv p \vee \neg q$$

$$\neg(\neg p \vee q) \equiv p \wedge \neg q$$

$$\neg(p \wedge \neg q) \equiv \neg p \vee q$$

$$\neg(p \vee \neg q) \equiv \neg p \wedge q$$

$$\neg(\neg p \wedge \neg q) \equiv p \vee q$$

$$\neg(\neg p \vee \neg q) \equiv p \wedge q$$

$$\neg(p \wedge q) \equiv \neg p \vee \neg q$$

$$\neg(p \vee q) \equiv \neg p \wedge \neg q$$

$$\neg(\neg p \wedge q) \equiv p \vee \neg q$$

$$\neg(\neg p \vee q) \equiv p \wedge \neg q$$

$$\neg(p \wedge \neg q) \equiv \neg p \vee q$$

$$\neg(p \vee \neg q) \equiv \neg p \wedge q$$

$$\neg(\neg p \wedge \neg q) \equiv p \vee q$$

$$\neg(\neg p \vee \neg q) \equiv p \wedge q$$

$$\neg(p \wedge q) \equiv \neg p \vee \neg q$$

$$\neg(p \vee q) \equiv \neg p \wedge \neg q$$

$$\neg(\neg p \wedge q) \equiv p \vee \neg q$$

$$\neg(\neg p \vee q) \equiv p \wedge \neg q$$

$$\neg(p \wedge \neg q) \equiv \neg p \vee q$$

$$\neg(p \vee \neg q) \equiv \neg p \wedge q$$

$$\neg(\neg p \wedge \neg q) \equiv p \vee q$$

$$\neg(\neg p \vee \neg q) \equiv \neg \neg p \wedge q$$

$$\neg(p \wedge q) \equiv \neg p \vee \neg q$$

$$\neg(p \vee q) \equiv \neg p \wedge \neg q$$

$$\neg(\neg p \wedge q) \equiv p \vee \neg q$$

$$\neg(\neg p \vee q) \equiv p \wedge \neg q$$

$$\neg(p \wedge \neg q) \equiv \neg p \vee q$$

$$\neg(p \vee \neg q) \equiv \neg p \wedge q$$

$$\neg(\neg p \wedge \neg q) \equiv p \vee q$$

$$\neg(\neg p \vee \neg q) \equiv p \wedge q$$

$$\neg(p \wedge q) \equiv \neg p \vee \neg q$$

$$\neg(p \vee q) \equiv \neg p \wedge \neg q$$

$$\neg(\neg p \wedge q) \equiv p \vee \neg q$$

$$\neg(\neg p \vee q) \equiv p \wedge \neg q$$

$$\neg(p \wedge \neg q) \equiv \neg p \vee q$$

$$\neg(p \vee \neg q) \equiv \neg p \wedge q$$

$$\neg(\neg p \wedge \neg q) \equiv p \vee q$$

$$\neg(\neg p \vee \neg q) \equiv p \wedge q$$

$$\neg(p \wedge q) \equiv \neg p \vee \neg q$$

$$\neg(p \vee q) \equiv \neg p \wedge \neg q$$

$$\neg(\neg p \wedge q) \equiv p \vee \neg q$$

$$\neg(\neg p \vee q) \equiv p \wedge \neg q$$

$$\neg(p \wedge \neg q) \equiv \neg p \vee q$$

$$\neg(p \vee \neg q) \equiv \neg p \wedge q$$

$$\neg(\neg p \wedge \neg q) \equiv p \vee \neg q$$

$$\neg(\neg p \vee \neg q) \equiv p \wedge \neg \neg q$$

$$\neg(p \wedge q) \equiv \neg p \vee \neg q$$

$$\neg(p \vee q) \equiv \neg p \wedge \neg q$$

$$\neg(\neg p \wedge q) \equiv p \vee \neg q$$

$$\neg(\neg p \vee q) \equiv p \wedge \neg q$$

$$\neg(p \wedge \neg q) \equiv \neg p \vee q$$

$$\neg(p \vee \neg q) \equiv \neg p \wedge q$$

$$\neg(\neg p \wedge \neg q) \equiv p \vee q$$

$$\neg(\neg p \vee \neg q) \equiv p \wedge q$$

$$\neg(p \wedge q) \equiv \neg p \vee \neg q$$

$$\neg(p \vee q) \equiv \neg p \wedge \neg q$$

$$\neg(\neg p \wedge q) \equiv p \vee \neg q$$

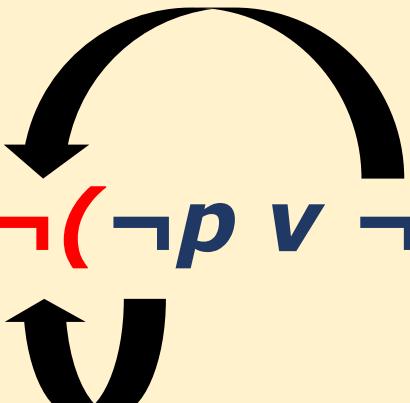
$$\neg(\neg p \vee q) \equiv p \wedge \neg q$$

$$\neg(p \wedge \neg q) \equiv \neg p \vee q$$

$$\neg(p \vee \neg q) \equiv \neg p \wedge q$$

$$\neg(\neg p \wedge \neg q) \equiv p \vee q$$

$$\neg(\neg p \vee \neg q) \equiv p \wedge q$$

$$\neg(p \wedge q) \equiv \neg(\neg p \vee \neg q)$$


$$\neg(p \vee q) \equiv \neg p \wedge \neg q$$

$$\neg(\neg p \wedge q) \equiv p \vee \neg q$$

$$\neg(\neg p \vee q) \equiv p \wedge \neg q$$

$$\neg(p \wedge \neg q) \equiv \neg p \vee q$$

$$\neg(p \vee \neg q) \equiv \neg p \wedge q$$

$$\neg(\neg p \wedge \neg q) \equiv p \vee q$$

$$\neg(\neg p \vee \neg q) \equiv p \wedge q$$

$$\neg(p \wedge q) \equiv \neg(p \vee q)$$

$$\neg(p \vee q) \equiv \neg p \wedge \neg q$$

$$\neg(\neg p \wedge q) \equiv p \vee \neg q$$

$$\neg(\neg p \vee q) \equiv p \wedge \neg q$$

$$\neg(p \wedge \neg q) \equiv \neg p \vee q$$

$$\neg(p \vee \neg q) \equiv \neg p \wedge q$$

$$\neg(\neg p \wedge \neg q) \equiv p \vee q$$

$$\neg(\neg p \vee \neg q) \equiv p \wedge q$$

$$\neg(p \wedge q) \equiv \neg(p \wedge q)$$

$$\neg(p \vee q) \equiv \neg p \wedge \neg q$$

$$\neg(\neg p \wedge q) \equiv p \vee \neg q$$

$$\neg(\neg p \vee q) \equiv p \wedge \neg q$$

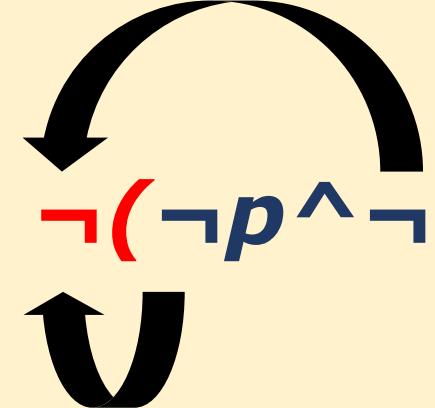
$$\neg(p \wedge \neg q) \equiv \neg p \vee q$$

$$\neg(p \vee \neg q) \equiv \neg p \wedge q$$

$$\neg(\neg p \wedge \neg q) \equiv p \vee q$$

$$\neg(\neg p \vee \neg q) \equiv p \wedge q$$

$$\neg(p \wedge q) \equiv \neg p \vee \neg q$$

$$\neg(p \vee q) \equiv \neg(\neg p \wedge \neg q)$$


$$\neg(\neg p \wedge q) \equiv p \vee \neg q$$

$$\neg(\neg p \vee q) \equiv p \wedge \neg q$$

$$\neg(p \wedge \neg q) \equiv \neg p \vee q$$

$$\neg(p \vee \neg q) \equiv \neg p \wedge q$$

$$\neg(\neg p \wedge \neg q) \equiv p \vee q$$

$$\neg(\neg p \vee \neg q) \equiv p \wedge q$$

$$\neg(p \wedge q) \equiv \neg p \vee \neg q$$

$$\neg(p \vee q) \equiv \neg(p \wedge q)$$

$$\neg(\neg p \wedge q) \equiv p \vee \neg q$$

$$\neg(\neg p \vee q) \equiv p \wedge \neg q$$

$$\neg(p \wedge \neg q) \equiv \neg p \vee q$$

$$\neg(p \vee \neg q) \equiv \neg p \wedge q$$

$$\neg(\neg p \wedge \neg q) \equiv p \vee q$$

$$\neg(\neg p \vee \neg q) \equiv p \wedge q$$

$$\neg(p \wedge q) \equiv \neg p \vee \neg q$$

$$\neg(p \vee q) \equiv \neg(p \vee q)$$

$$\neg(\neg p \wedge q) \equiv p \vee \neg q$$

$$\neg(\neg p \vee q) \equiv p \wedge \neg q$$

$$\neg(p \wedge \neg q) \equiv \neg p \vee q$$

$$\neg(p \vee \neg q) \equiv \neg p \wedge q$$

$$\neg(\neg p \wedge \neg q) \equiv p \vee q$$

$$\neg(\neg p \vee \neg q) \equiv p \wedge q$$

$$\neg(p \wedge q) \equiv \neg p \vee \neg q$$

$$\neg(p \vee q) \equiv \neg p \wedge \neg q$$

$$\neg(\neg p \wedge q) \equiv p \vee \neg q$$

$$\neg(p \wedge \neg q) \equiv \neg p \vee q$$

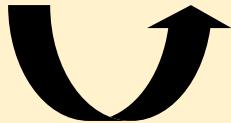
$$\neg(\neg p \wedge \neg q) \equiv p \vee q$$

$$\neg(\neg p \vee q) \equiv p \wedge \neg q$$

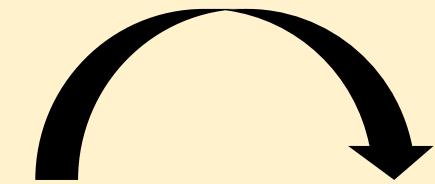
$$\neg(p \vee \neg q) \equiv \neg p \wedge q$$

$$\neg(\neg p \vee \neg q) \equiv p \wedge q$$

$$p \wedge (q \vee r) \equiv$$

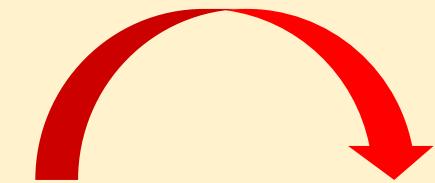
$$p \wedge (q \vee r) \equiv$$


$$\begin{array}{c} p \wedge (q \vee r) \equiv \\ \text{\uparrow} \quad \text{\curvearrowright} \end{array}$$

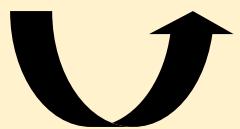


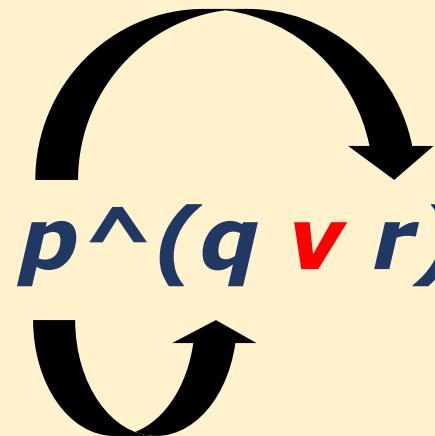
$$p \wedge (q \vee r) \equiv (p \wedge q)$$





$$p \wedge (q \vee r) \equiv (p \wedge q) \vee (p \wedge r)$$





$$p \wedge (q \vee r) \equiv (p \wedge q) \vee (p \wedge r)$$

$$p \wedge (q \vee r) \equiv (p \wedge q) \vee (p \wedge r)$$

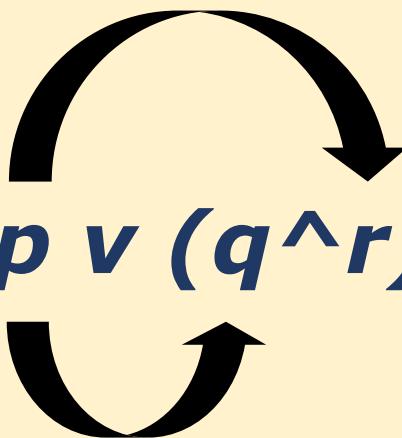
$$p \vee (q \wedge r) \equiv$$

$$p \wedge (q \vee r) \equiv (p \wedge q) \vee (p \wedge r)$$

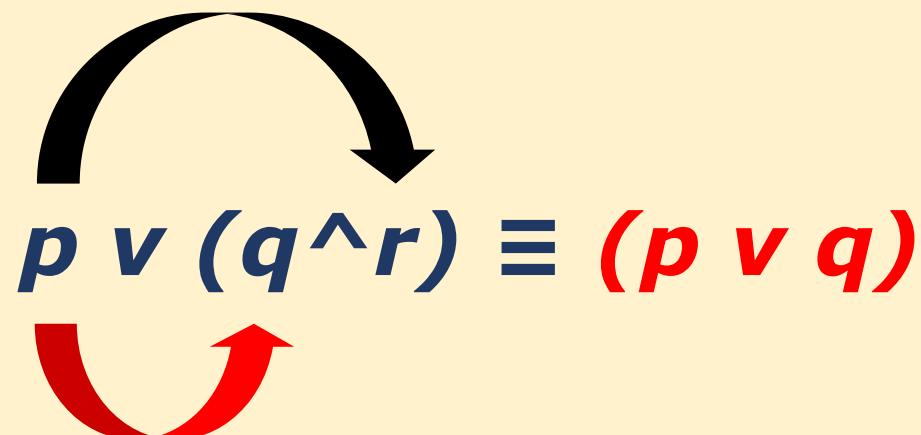
$$p \vee (q \wedge r) \equiv$$



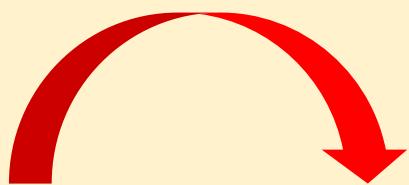
$$p \wedge (q \vee r) \equiv (p \wedge q) \vee (p \wedge r)$$

$$p \vee (q \wedge r) \equiv$$


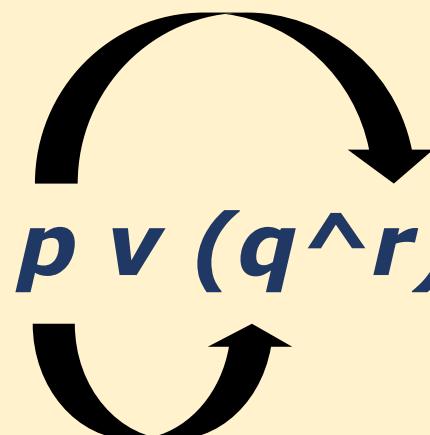
$$p \wedge (q \vee r) \equiv (p \wedge q) \vee (p \wedge r)$$


$$p \vee (q \wedge r) \equiv (p \vee q)$$

$$p \wedge (q \vee r) \equiv (p \wedge q) \vee (p \wedge r)$$


$$p \vee (q \wedge r) \equiv (p \vee q) \wedge (p \vee r)$$

$$p \wedge (q \vee r) \equiv (p \wedge q) \vee (p \wedge r)$$



$$p \vee (q \wedge r) \equiv (p \vee q) \wedge (p \vee r)$$

$$p \wedge (q \vee r) \equiv (p \wedge q) \vee (p \wedge r)$$

$$p \vee (q \wedge r) \equiv (p \vee q) \wedge (p \vee r)$$

$$p \rightarrow q \equiv \neg q \rightarrow \neg p$$

$$p \rightarrow q \equiv \neg q \rightarrow \neg p$$

p	q	$p \rightarrow q$
F	F	
F	V	
V	F	
V	V	

$$p \rightarrow q \equiv \neg q \rightarrow \neg p$$

p	q	$p \rightarrow q$
F	F	V
F	V	V
V	F	F
V	V	V

$$p \rightarrow q \equiv \neg q \rightarrow \neg p$$

p	q	$p \rightarrow q$	$\neg q$	$\neg p$
F	F	V		
F	V	V		
V	F	F		
V	V	V		

$$p \rightarrow q \equiv \boxed{\neg q} \rightarrow \neg p$$

p	q	$p \rightarrow q$	$\neg q$	$\neg p$
F	F	V	V	
F	V	V	F	
V	F	F	V	
V	V	V	F	

$$p \rightarrow q \equiv \neg q \rightarrow \boxed{\neg p}$$

p	q	$p \rightarrow q$	$\neg q$	$\neg p$
F	F	V	V	V
F	V	V	F	V
V	F	F	V	F
V	V	V	F	F

$$p \rightarrow q \equiv \neg q \rightarrow \neg p$$

p	q	$p \rightarrow q$	$\neg q$	$\neg p$	$\neg q \rightarrow \neg p$
F	F	V	V	V	
F	V	V	F	V	
V	F	F	V	F	
V	V	V	F	F	

$$p \rightarrow q \equiv \neg q \rightarrow \neg p$$

p	q	$p \rightarrow q$	$\neg q$	$\neg p$	$\neg q \rightarrow \neg p$
F	F	V	V	V	V
F	V	V	F	V	V
V	F	F	V	F	F
V	V	V	F	F	V

$$p \rightarrow q \equiv \neg p \vee q$$

$$p \rightarrow q \equiv \neg p \vee q$$

p	q	$p \rightarrow q$
F	F	
F	V	
V	F	
V	V	

$$p \rightarrow q \equiv \neg p \vee q$$

p	q	$p \rightarrow q$
F	F	V
F	V	V
V	F	F
V	V	V

$$p \rightarrow q \equiv \boxed{\neg p} \vee q$$

p	q	$p \rightarrow q$	$\neg p$
F	F	V	
F	V	V	
V	F	F	
V	V	V	

$$p \rightarrow q \equiv \boxed{\neg p} \vee q$$

p	q	$p \rightarrow q$	$\neg p$
F	F	V	V
F	V	V	V
V	F	F	F
V	V	V	F

$$p \rightarrow q \equiv \boxed{\neg p \vee q}$$

p	q	$p \rightarrow q$	$\neg p$	$\neg p \vee q$
F	F	V	V	
F	V	V	V	
V	F	F	F	
V	V	V	F	

$$p \rightarrow q \equiv \boxed{\neg p \vee q}$$

p	q	$p \rightarrow q$	$\neg p$	$\neg p \vee q$
F	F	V	V	V
F	V	V	V	V
V	F	F	F	F
V	V	V	F	V

Lógica Computacional
by Professor Pantoja

Tableaux Semântico

Aula 9



- **Um conjunto de átomos é *Satisfável* sse**

▪ **Um conjunto de átomos é *Satisfável* sse**

i. **não contém: literal e \neg literal**

Ex.: p e $\neg p$

▪ **Um conjunto de átomos é *Satisfável* sse**

i. **não contém: literal e \neg literal**

Ex.: p e $\neg p$

literais

- **Um conjunto de átomos é *Satisfável* sse**

i. **não contém: literal e \neg literal**

Ex.: p e $\neg p$

literais  **positivos**

- **Um conjunto de átomos é Satisfável sse**

i. **não contém: literal e \neg literal**

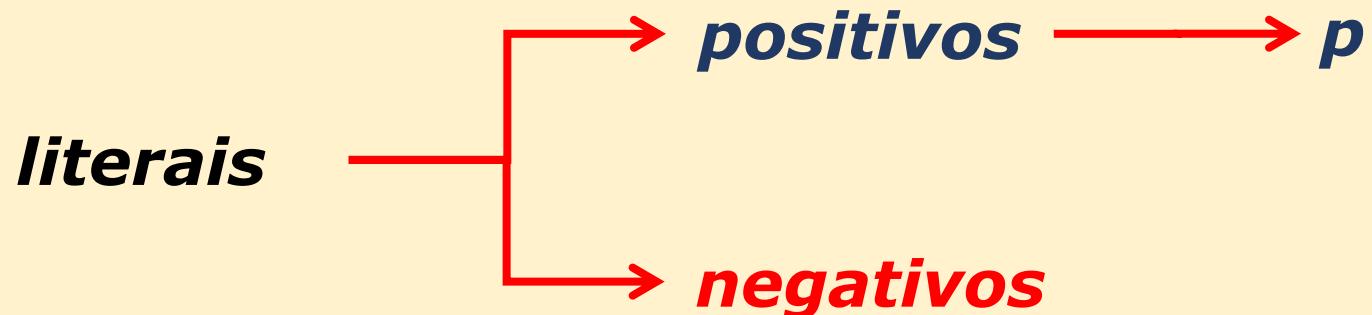
Ex.: p e $\neg p$



- **Um conjunto de átomos é Satisfável sse**

i. não contém: literal e \neg literal

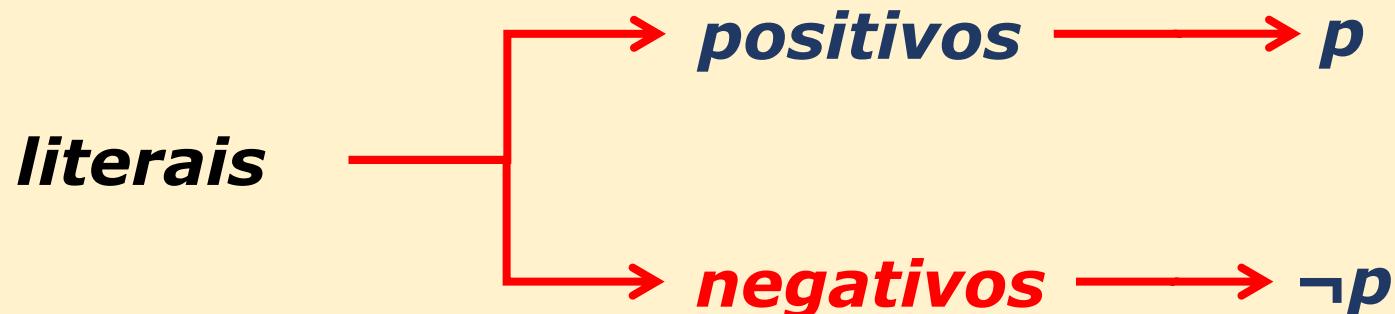
Ex.: p e $\neg p$



- Um conjunto de átomos é **Satisfável** sse

i. não contém: literal e \neg literal

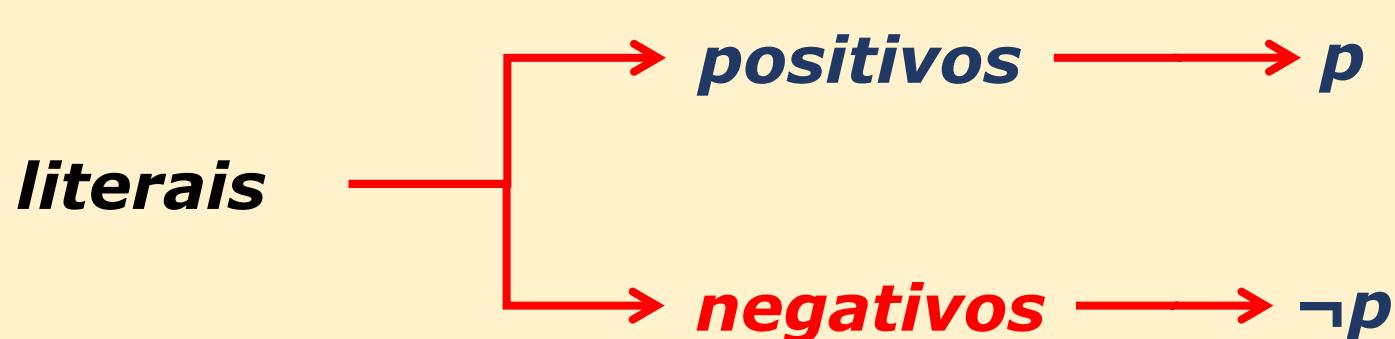
Ex.: p e $\neg p$



- Um conjunto de átomos é **Satisfável** sse

i. não contém: literal e \neg literal

Ex.: p e $\neg p$

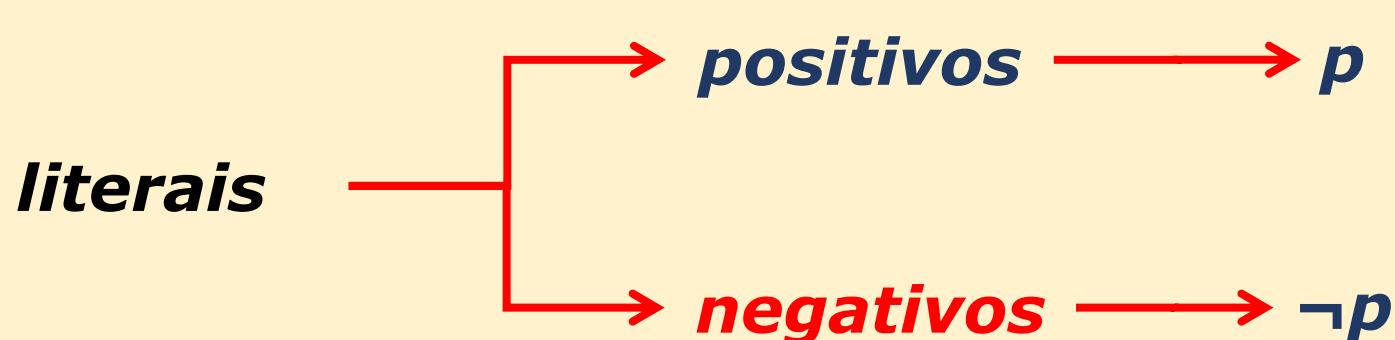


*Não pode conter
um
par complementar*

- Um conjunto de átomos é **Satisfável** sse

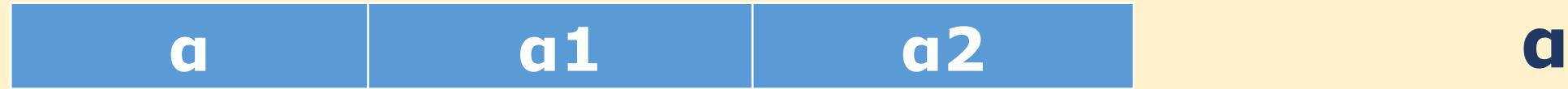
i. não contém: literal e \neg literal

Ex.: p e $\neg p$

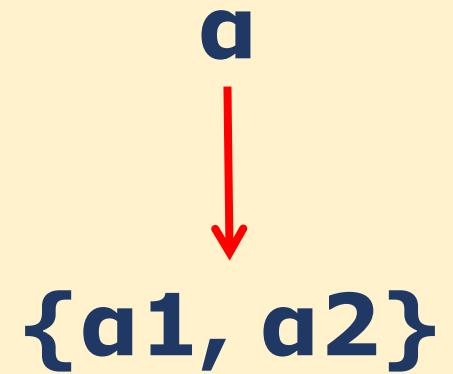


*Não pode conter
um
par complementar*

ii. A fml é **Satisfável** se pelo menos
um conjunto for Satisfável



a	a1	a2
---	----	----



a	a1	a2
$\neg\neg A_1$	A1	-

 $\neg\neg A_1$

a	a1	a2
$\neg\neg A_1$	A1	-

$\neg\neg A_1$
↓
 $\{A_1\}$

a	a1	a2
$\neg\neg A_1$	A_1	-
$A_1 \wedge A_2$	A_1	A_2

$A_1 \wedge A_2$

a	a1	a2
$\neg\neg A_1$	A_1	-
$A_1 \wedge A_2$	A_1	A_2

$A_1 \wedge A_2$



{ A_1, A_2 }

a	a1	a2
$\neg\neg A_1$	A_1	-
$A_1 \wedge A_2$	A_1	A_2
$\neg(A_1 \vee A_2)$	$\neg A_1$	$\neg A_2$

 $\neg(A_1 \vee A_2)$

a	a_1	a_2
$\neg\neg A_1$	A_1	-
$A_1 \wedge A_2$	A_1	A_2
$\neg(A_1 \vee A_2)$	$\neg A_1$	$\neg A_2$

 $\neg(A_1 \vee A_2)$

 $\{\neg A_1, \neg A_2\}$

a	a_1	a_2
$\neg\neg A_1$	A_1	-
$A_1 \wedge A_2$	A_1	A_2
$\neg(A_1 \vee A_2)$	$\neg A_1$	$\neg A_2$
$\neg(A_1 \rightarrow A_2)$	A_1	$\neg A_2$

$\neg(A_1 \rightarrow A_2)$

α	α_1	α_2
$\neg\neg A_1$	A_1	-
$A_1 \wedge A_2$	A_1	A_2
$\neg(A_1 \vee A_2)$	$\neg A_1$	$\neg A_2$
$\neg(A_1 \rightarrow A_2)$	A_1	$\neg A_2$

$$\neg(A_1 \rightarrow A_2) \downarrow \{A_1, \neg A_2\}$$

α	α_1	α_2
$\neg\neg A_1$	A_1	-
$A_1 \wedge A_2$	A_1	A_2
$\neg(A_1 \vee A_2)$	$\neg A_1$	$\neg A_2$
$\neg(A_1 \rightarrow A_2)$	A_1	$\neg A_2$
$\neg(A_1 \uparrow A_2)$	A_1	A_2

$\neg(A_1 \uparrow A_2)$

α	α_1	α_2
$\neg\neg A_1$	A_1	-
$A_1 \wedge A_2$	A_1	A_2
$\neg(A_1 \vee A_2)$	$\neg A_1$	$\neg A_2$
$\neg(A_1 \rightarrow A_2)$	A_1	$\neg A_2$
$\neg(A_1 \uparrow A_2)$	A_1	A_2

$$\neg(A_1 \uparrow A_2) \downarrow \{A_1, A_2\}$$

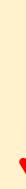
α	α_1	α_2
$\neg\neg A_1$	A_1	-
$A_1 \wedge A_2$	A_1	A_2
$\neg(A_1 \vee A_2)$	$\neg A_1$	$\neg A_2$
$\neg(A_1 \rightarrow A_2)$	A_1	$\neg A_2$
$\neg(A_1 \uparrow A_2)$	A_1	A_2
$A_1 \downarrow A_2$	$\neg A_1$	$\neg A_2$

 $A_1 \downarrow A_2$

a	a_1	a_2
$\neg\neg A_1$	A_1	-
$A_1 \wedge A_2$	A_1	A_2
$\neg(A_1 \vee A_2)$	$\neg A_1$	$\neg A_2$
$\neg(A_1 \rightarrow A_2)$	A_1	$\neg A_2$
$\neg(A_1 \uparrow A_2)$	A_1	A_2
$A_1 \downarrow A_2$	$\neg A_1$	$\neg A_2$

 $A_1 \downarrow A_2$ { $\neg A_1, \neg A_2$ }

a	a_1	a_2
$\neg\neg A_1$	A_1	-
$A_1 \wedge A_2$	A_1	A_2
$\neg(A_1 \vee A_2)$	$\neg A_1$	$\neg A_2$
$\neg(A_1 \rightarrow A_2)$	A_1	$\neg A_2$
$\neg(A_1 \uparrow A_2)$	A_1	A_2
$A_1 \downarrow A_2$	$\neg A_1$	$\neg A_2$

 $A_1 \downarrow A_2$ { $\neg A_1, \neg A_2$ }

a	a1	a2
$\neg\neg A_1$	A_1	-
$A_1 \wedge A_2$	A_1	A_2
$\neg(A_1 \vee A_2)$	$\neg A_1$	$\neg A_2$
$\neg(A_1 \rightarrow A_2)$	A_1	$\neg A_2$
$\neg(A_1 \uparrow A_2)$	A_1	A_2
$A_1 \downarrow A_2$	$\neg A_1$	$\neg A_2$
$A_1 \leftrightarrow A_2$	$A_1 \rightarrow A_2$	$A_2 \rightarrow A_1$

 $A_1 \leftrightarrow A_2$

a	a_1	a_2
$\neg\neg A_1$	A_1	-
$A_1 \wedge A_2$	A_1	A_2
$\neg(A_1 \vee A_2)$	$\neg A_1$	$\neg A_2$
$\neg(A_1 \rightarrow A_2)$	A_1	$\neg A_2$
$\neg(A_1 \uparrow A_2)$	A_1	A_2
$A_1 \downarrow A_2$	$\neg A_1$	$\neg A_2$
$A_1 \leftrightarrow A_2$	$A_1 \rightarrow A_2$	$A_2 \rightarrow A_1$

 $A_1 \leftrightarrow A_2$ { $A_1 \rightarrow A_2, A_2 \rightarrow A_1$ }

a	a1	a2
$\neg\neg A_1$	A_1	-
$A_1 \wedge A_2$	A_1	A_2
$\neg(A_1 \vee A_2)$	$\neg A_1$	$\neg A_2$
$\neg(A_1 \rightarrow A_2)$	A_1	$\neg A_2$
$\neg(A_1 \uparrow A_2)$	A_1	A_2
$A_1 \downarrow A_2$	$\neg A_1$	$\neg A_2$
$A_1 \leftrightarrow A_2$	$A_1 \rightarrow A_2$	$A_2 \rightarrow A_1$
$\neg(A_1 \oplus A_2)$	$A_1 \rightarrow A_2$	$A_2 \rightarrow A_1$

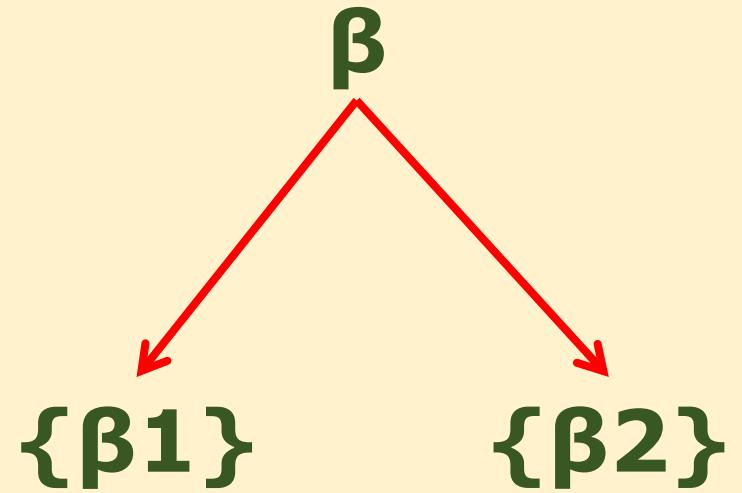
 $A_1 \leftrightarrow A_2$

a	a_1	a_2
$\neg\neg A_1$	A_1	-
$A_1 \wedge A_2$	A_1	A_2
$\neg(A_1 \vee A_2)$	$\neg A_1$	$\neg A_2$
$\neg(A_1 \rightarrow A_2)$	A_1	$\neg A_2$
$\neg(A_1 \uparrow A_2)$	A_1	A_2
$A_1 \downarrow A_2$	$\neg A_1$	$\neg A_2$
$A_1 \leftrightarrow A_2$	$A_1 \rightarrow A_2$	$A_2 \rightarrow A_1$
$\neg(A_1 \oplus A_2)$	$A_1 \rightarrow A_2$	$A_2 \rightarrow A_1$

 $A_1 \leftrightarrow A_2$ { $A_1 \rightarrow A_2, A_2 \rightarrow A_1$ }

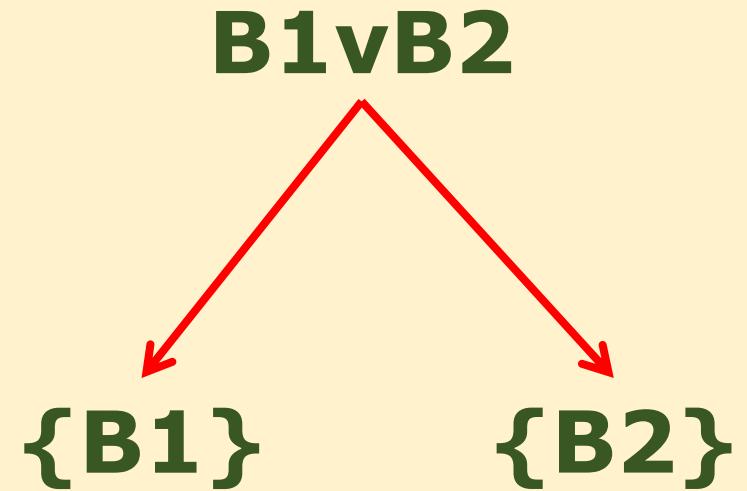
β	β_1	β_2	β
---------	-----------	-----------	---------

β	β_1	β_2



β	β_1	β_2	$B1 \vee B2$
$B1 \vee B2$	$B1$	$B2$	

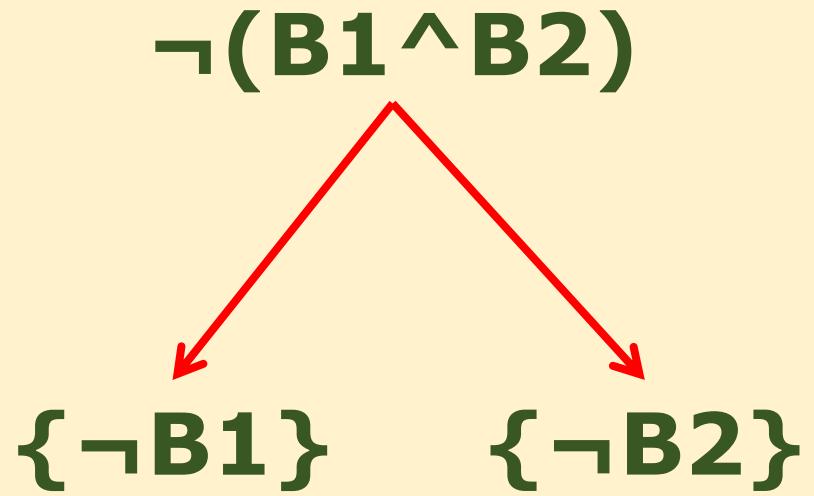
β	β_1	β_2
$B_1 \vee B_2$	B_1	B_2



β	β_1	β_2
$B_1 \vee B_2$	B_1	B_2
$\neg(B_1 \wedge B_2)$	$\neg B_1$	$\neg B_2$

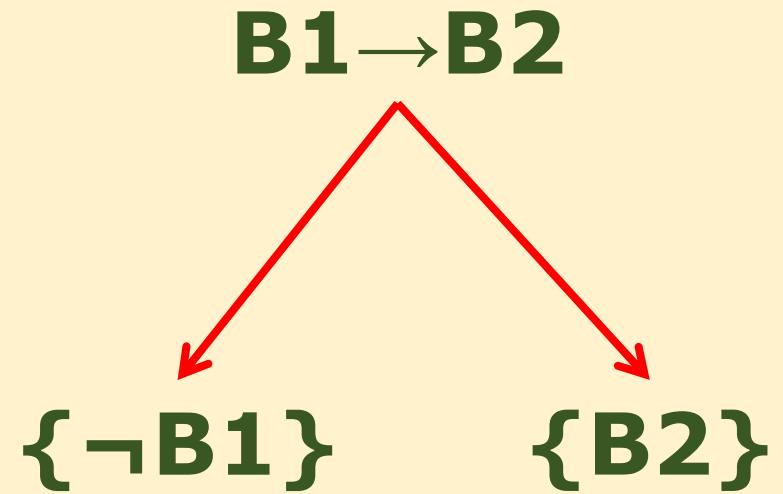
 $\neg(B_1 \wedge B_2)$

β	β_1	β_2
$B_1 \vee B_2$	B_1	B_2
$\neg(B_1 \wedge B_2)$	$\neg B_1$	$\neg B_2$



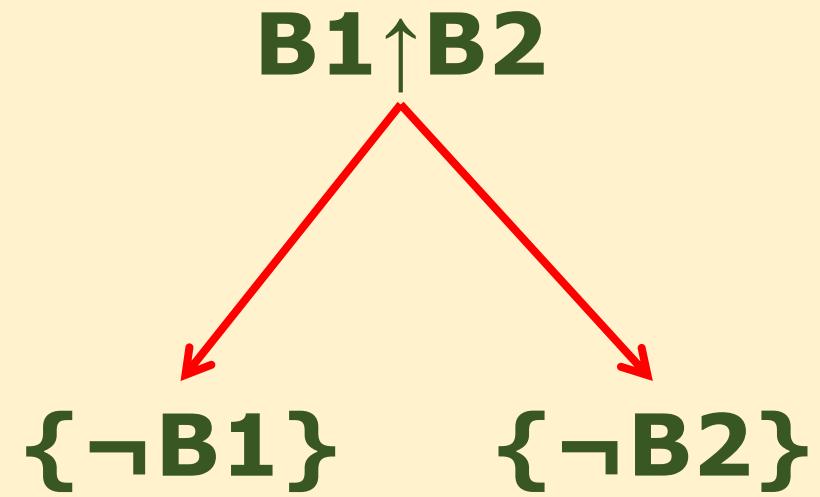
β	β_1	β_2	$B_1 \rightarrow B_2$
$B_1 \vee B_2$	B_1	B_2	
$\neg(B_1 \wedge B_2)$	$\neg B_1$	$\neg B_2$	
$B_1 \rightarrow B_2$	$\neg B_1$	B_2	

β	β_1	β_2
$B_1 \vee B_2$	B_1	B_2
$\neg(B_1 \wedge B_2)$	$\neg B_1$	$\neg B_2$
$B_1 \rightarrow B_2$	$\neg B_1$	B_2



β	β_1	β_2	$B_1 \uparrow B_2$
$B_1 \vee B_2$	B_1	B_2	
$\neg(B_1 \wedge B_2)$	$\neg B_1$	$\neg B_2$	
$B_1 \rightarrow B_2$	$\neg B_1$	B_2	
$B_1 \uparrow B_2$	$\neg B_1$	$\neg B_2$	

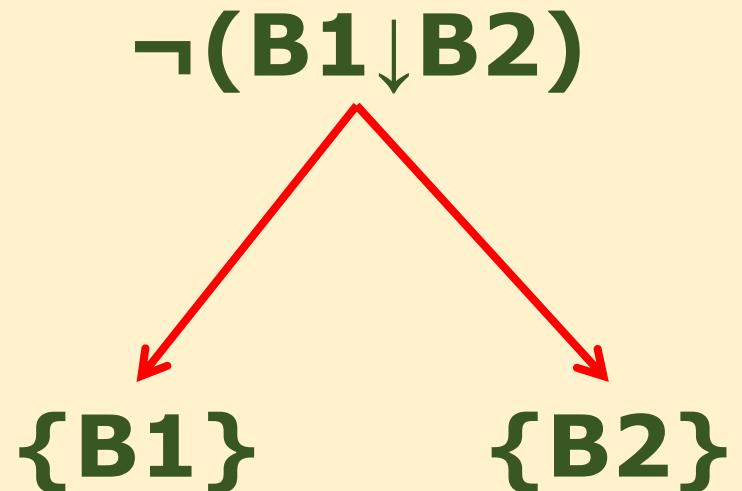
β	β_1	β_2
$B_1 \vee B_2$	B_1	B_2
$\neg(B_1 \wedge B_2)$	$\neg B_1$	$\neg B_2$
$B_1 \rightarrow B_2$	$\neg B_1$	B_2
$B_1 \uparrow B_2$	$\neg B_1$	$\neg B_2$



β	β_1	β_2
$B_1 \vee B_2$	B_1	B_2
$\neg(B_1 \wedge B_2)$	$\neg B_1$	$\neg B_2$
$B_1 \rightarrow B_2$	$\neg B_1$	B_2
$B_1 \uparrow B_2$	$\neg B_1$	$\neg B_2$
$\neg(B_1 \downarrow B_2)$	B_1	B_2

$\neg(B_1 \downarrow B_2)$

β	β_1	β_2
$B_1 \vee B_2$	B_1	B_2
$\neg(B_1 \wedge B_2)$	$\neg B_1$	$\neg B_2$
$B_1 \rightarrow B_2$	$\neg B_1$	B_2
$B_1 \uparrow B_2$	$\neg B_1$	$\neg B_2$
$\neg(B_1 \downarrow B_2)$	B_1	B_2

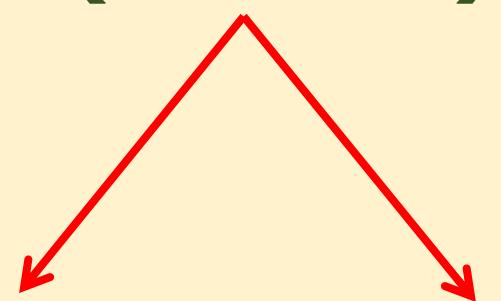


β	β_1	β_2
$B_1 \vee B_2$	B_1	B_2
$\neg(B_1 \wedge B_2)$	$\neg B_1$	$\neg B_2$
$B_1 \rightarrow B_2$	$\neg B_1$	B_2
$B_1 \uparrow B_2$	$\neg B_1$	$\neg B_2$
$\neg(B_1 \downarrow B_2)$	B_1	B_2
$\neg(B_1 \leftrightarrow B_2)$	$\neg(B_1 \rightarrow B_2)$	$\neg(B_2 \rightarrow B_1)$

$\neg(B_1 \leftrightarrow B_2)$

β	β_1	β_2
$B_1 \vee B_2$	B_1	B_2
$\neg(B_1 \wedge B_2)$	$\neg B_1$	$\neg B_2$
$B_1 \rightarrow B_2$	$\neg B_1$	B_2
$B_1 \uparrow B_2$	$\neg B_1$	$\neg B_2$
$\neg(B_1 \downarrow B_2)$	B_1	B_2
$\neg(B_1 \leftrightarrow B_2)$	$\neg(B_1 \rightarrow B_2)$	$\neg(B_2 \rightarrow B_1)$

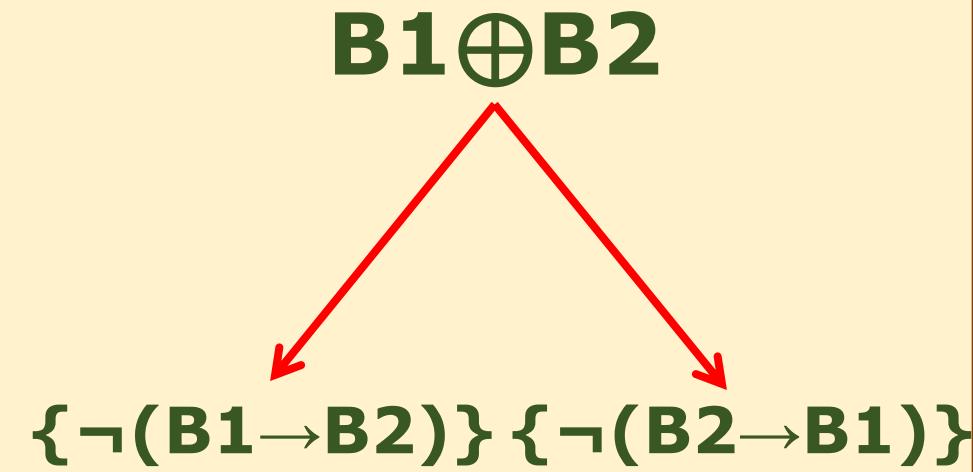
$$\neg(B_1 \leftrightarrow B_2)$$



$$\{\neg(B_1 \rightarrow B_2)\} \{\neg(B_2 \rightarrow B_1)\}$$

β	β_1	β_2	$B_1 \oplus B_2$
$B_1 \vee B_2$	B_1	B_2	
$\neg(B_1 \wedge B_2)$	$\neg B_1$	$\neg B_2$	
$B_1 \rightarrow B_2$	$\neg B_1$	B_2	
$B_1 \uparrow B_2$	$\neg B_1$	$\neg B_2$	
$\neg(B_1 \downarrow B_2)$	B_1	B_2	
$\neg(B_1 \leftrightarrow B_2)$	$\neg(B_1 \rightarrow B_2)$	$\neg(B_2 \rightarrow B_1)$	
$B_1 \oplus B_2$	$\neg(B_1 \rightarrow B_2)$	$\neg(B_2 \rightarrow B_1)$	

β	β_1	β_2
$B_1 \vee B_2$	B_1	B_2
$\neg(B_1 \wedge B_2)$	$\neg B_1$	$\neg B_2$
$B_1 \rightarrow B_2$	$\neg B_1$	B_2
$B_1 \uparrow B_2$	$\neg B_1$	$\neg B_2$
$\neg(B_1 \downarrow B_2)$	B_1	B_2
$\neg(B_1 \leftrightarrow B_2)$	$\neg(B_1 \rightarrow B_2)$	$\neg(B_2 \rightarrow B_1)$
$B_1 \oplus B_2$	$\neg(B_1 \rightarrow B_2)$	$\neg(B_2 \rightarrow B_1)$



$$p \wedge (\neg q \vee \neg p)$$

$p \Box \neg q \vee \neg p$



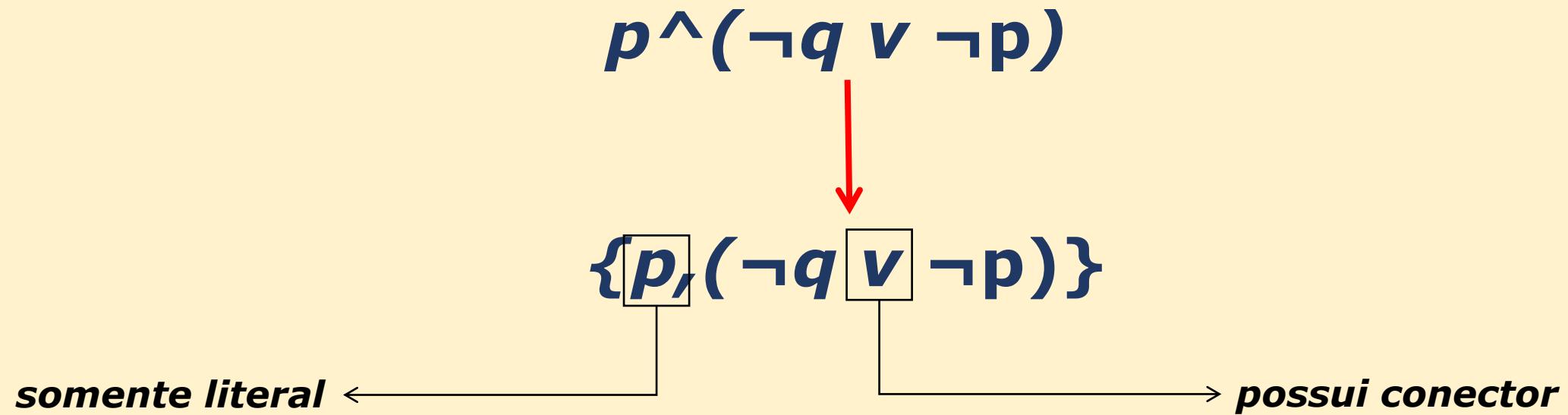
conector mais externo

$$p \wedge (\neg q \vee \neg p)$$

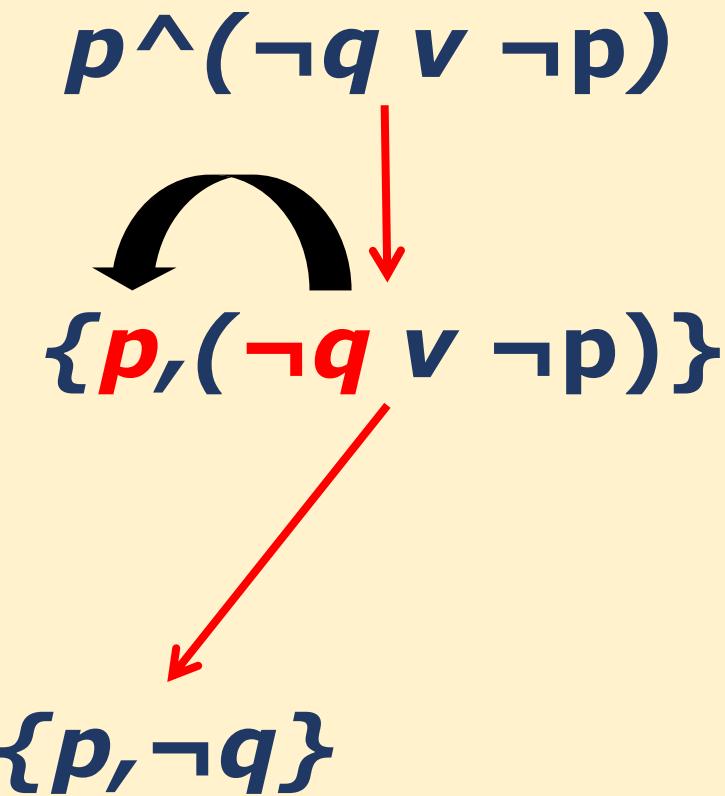
$$\begin{array}{c} p \wedge (\neg q \vee \neg p) \\ \downarrow \\ \{p, (\neg q \vee \neg p)\} \end{array}$$

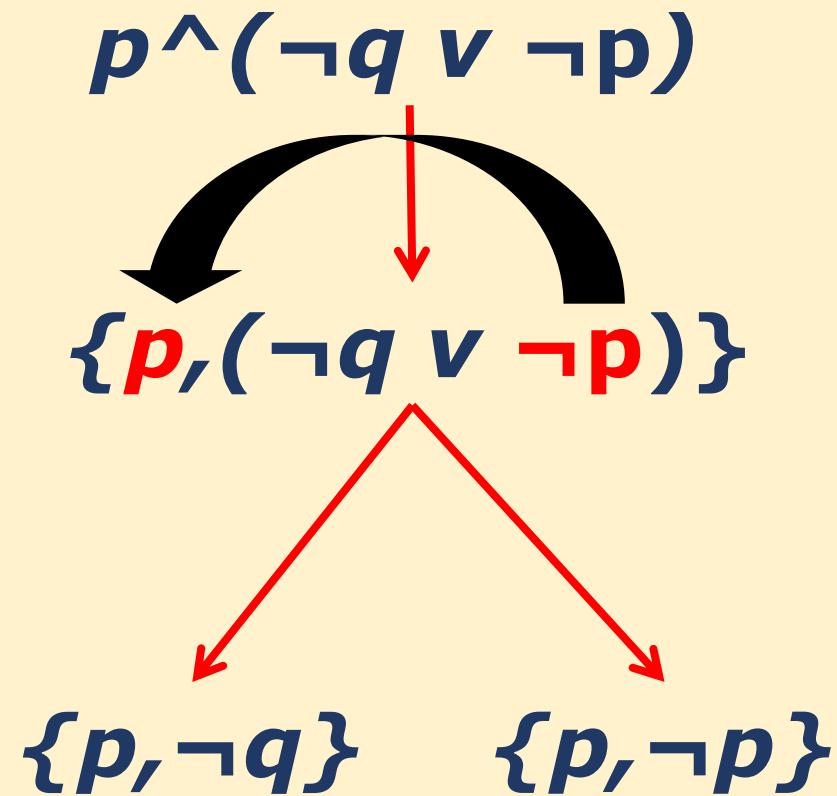
$$\begin{array}{c} p \wedge (\neg q \vee \neg p) \\ \downarrow \\ \{[p], (\neg q \vee \neg p)\} \end{array}$$

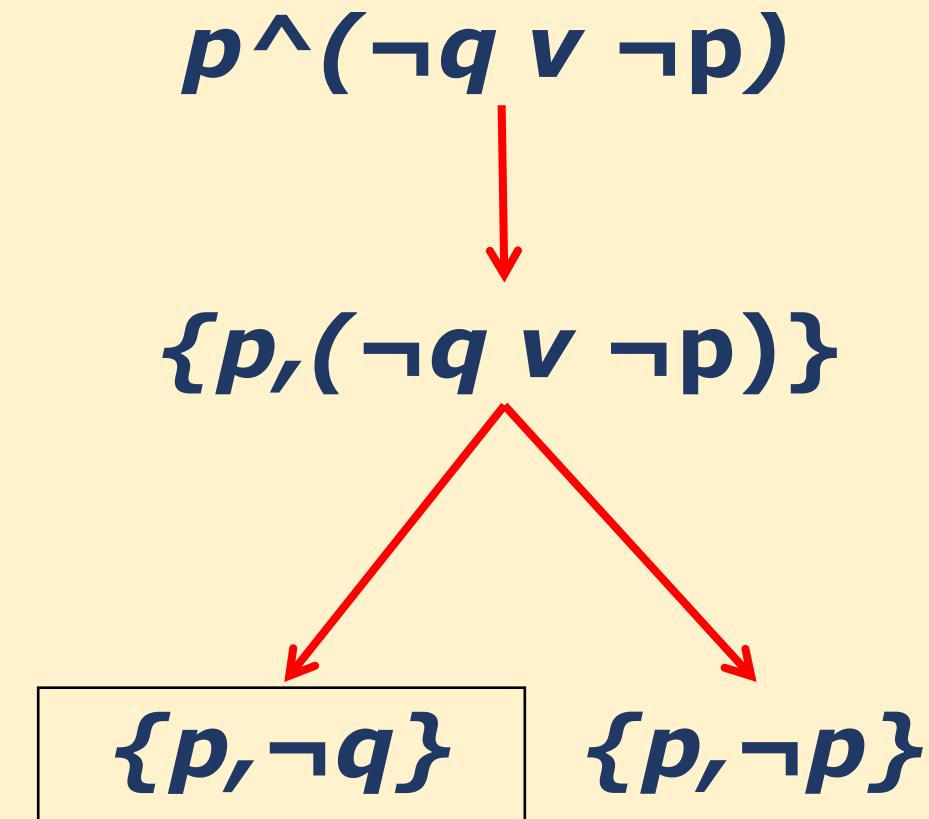
somente literal ←

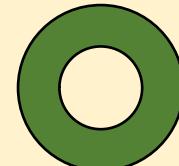
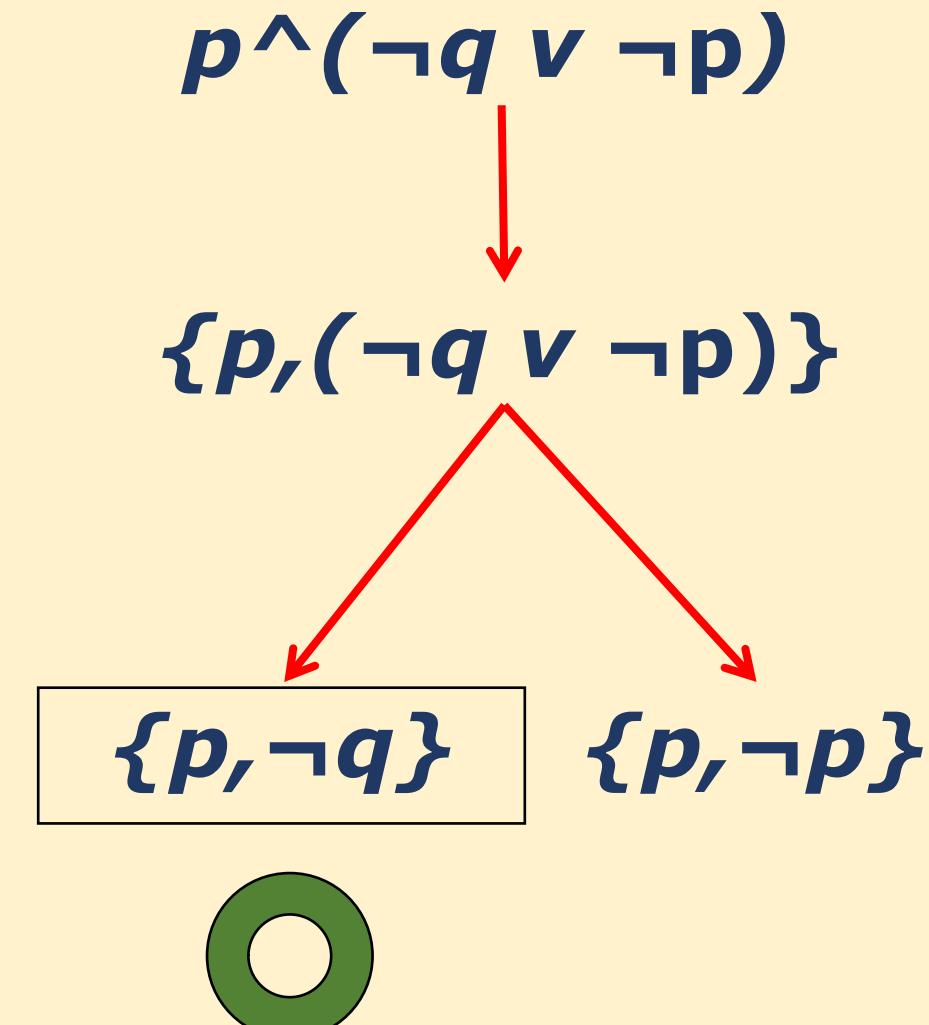


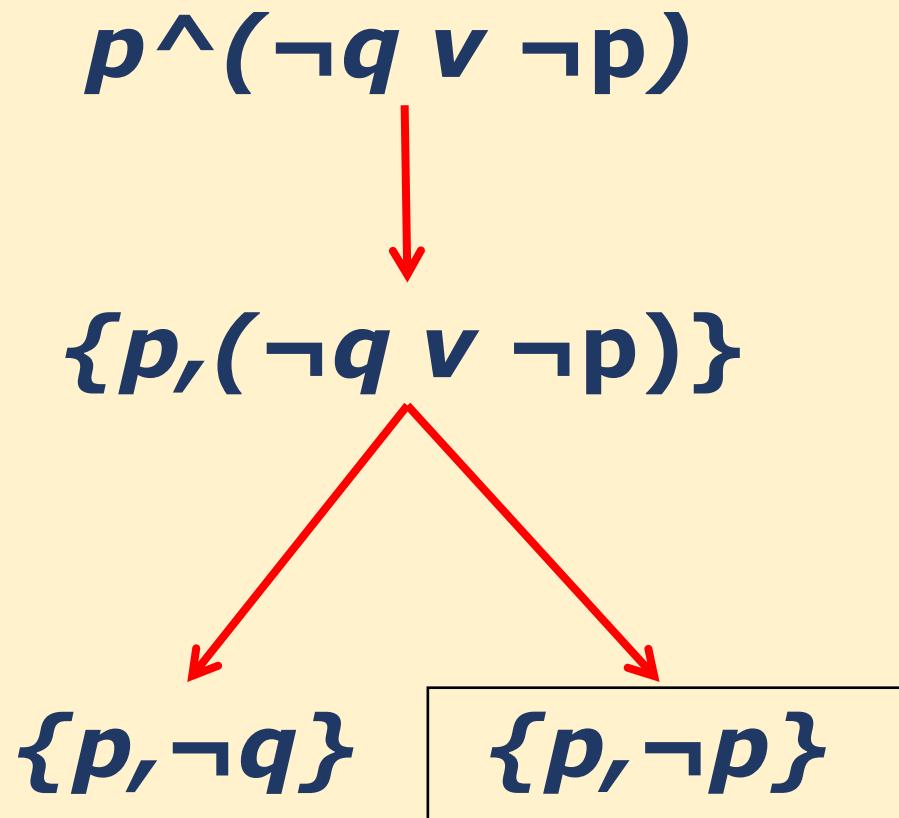
$$\begin{array}{c} p \wedge (\neg q \vee \neg p) \\ \downarrow \\ \{p, (\neg q \boxed{\vee} \neg p)\} \end{array}$$

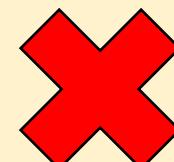
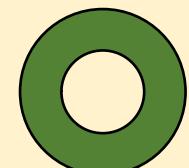
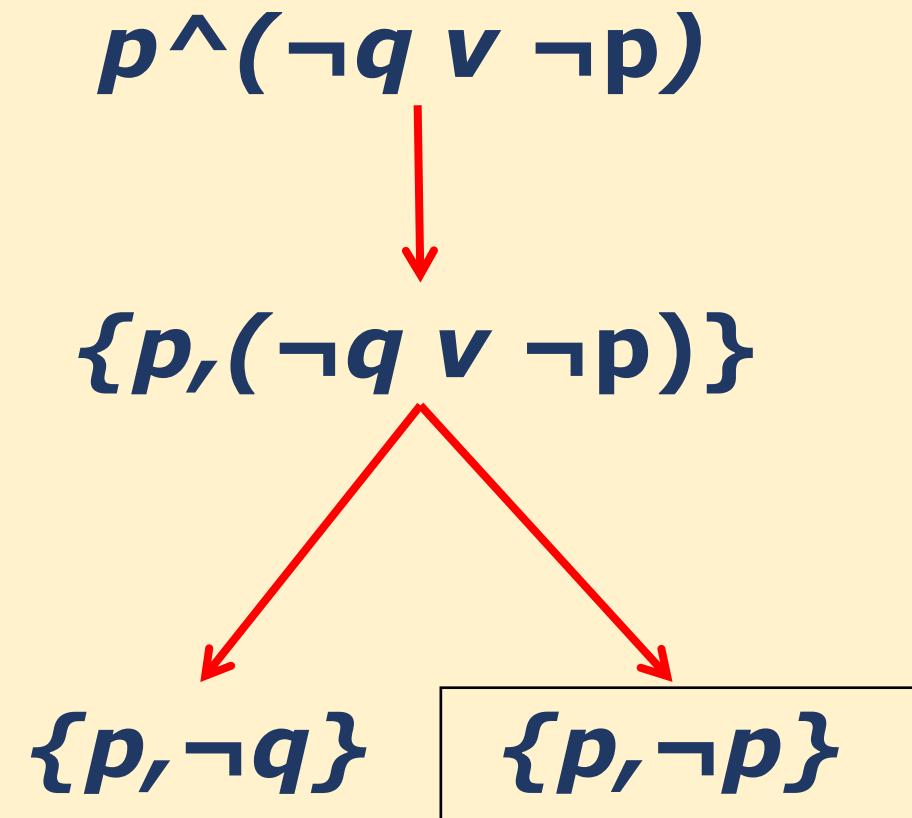












$$(p \vee q) \square \wedge (\neg q \wedge \neg p)$$


conector mais externo

$$(p \vee q) \square \wedge (\neg q \wedge \neg p)$$



conector mais externo

$$\begin{array}{c} (p \vee q) \wedge (\neg q \wedge \neg p) \\ \downarrow \\ \{(p \vee q), (\neg q \wedge \neg p)\} \end{array}$$

$$\begin{array}{c} (p \vee q) \wedge (\neg q \wedge \neg p) \\ \downarrow \\ \{(p \boxed{\vee} q), (\neg q \boxed{\wedge} \neg p)\} \end{array}$$

$$\begin{array}{c} (p \vee q) \wedge (\neg q \wedge \neg p) \\ \downarrow \\ \{(p \vee q), (\neg q \wedge \neg p)\} \end{array}$$

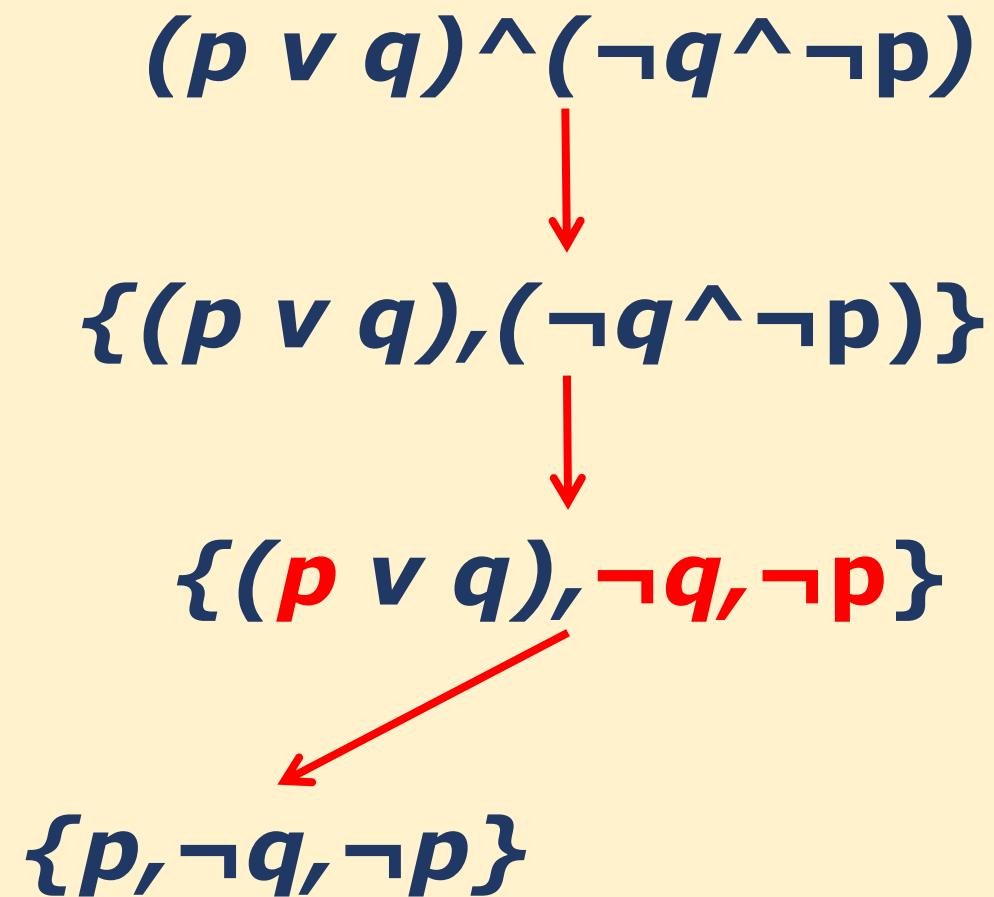
$$\begin{array}{c} (p \vee q) \wedge (\neg q \wedge \neg p) \\ \downarrow \\ \{(p \vee q), (\neg q \wedge \neg p)\} \\ \downarrow \\ \{(p \vee q), \neg q, \neg p\} \end{array}$$

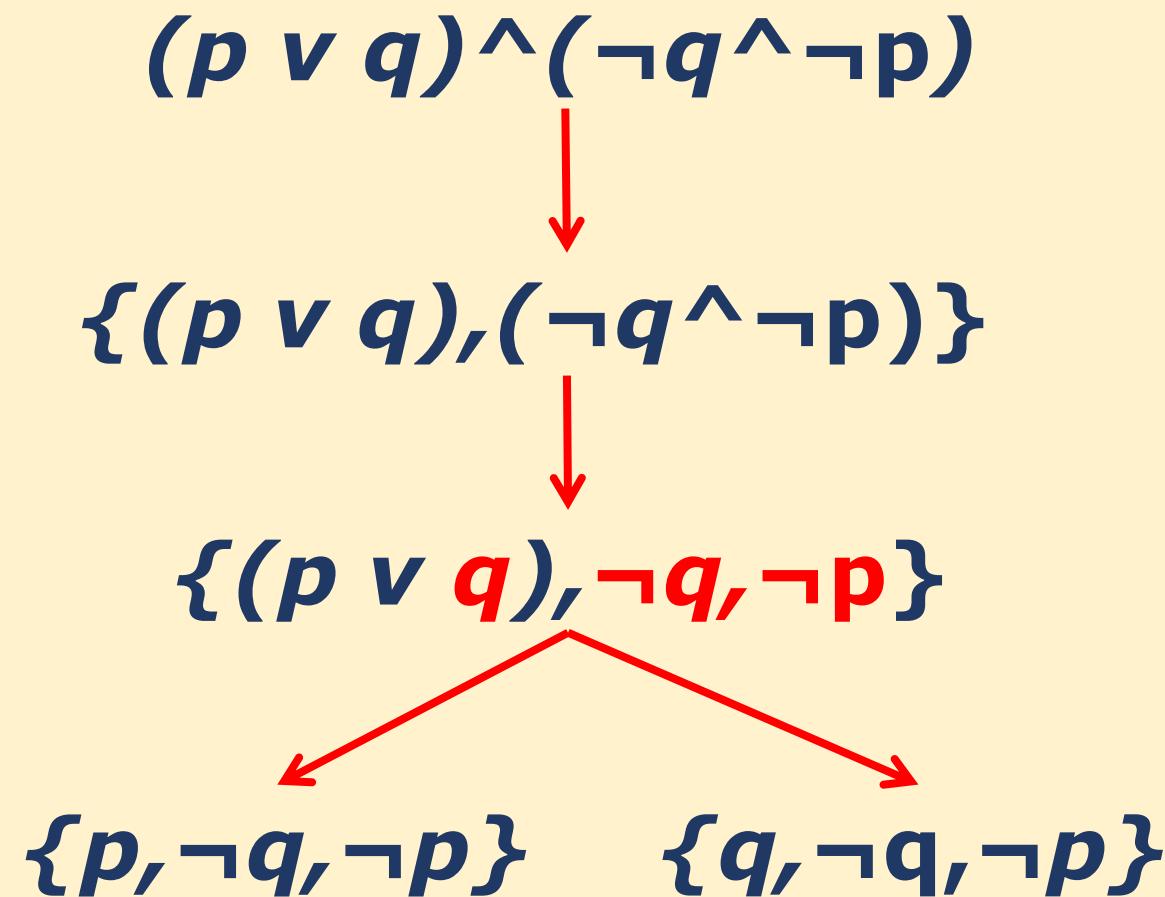
$$(p \vee q) \wedge (\neg q \wedge \neg p)$$

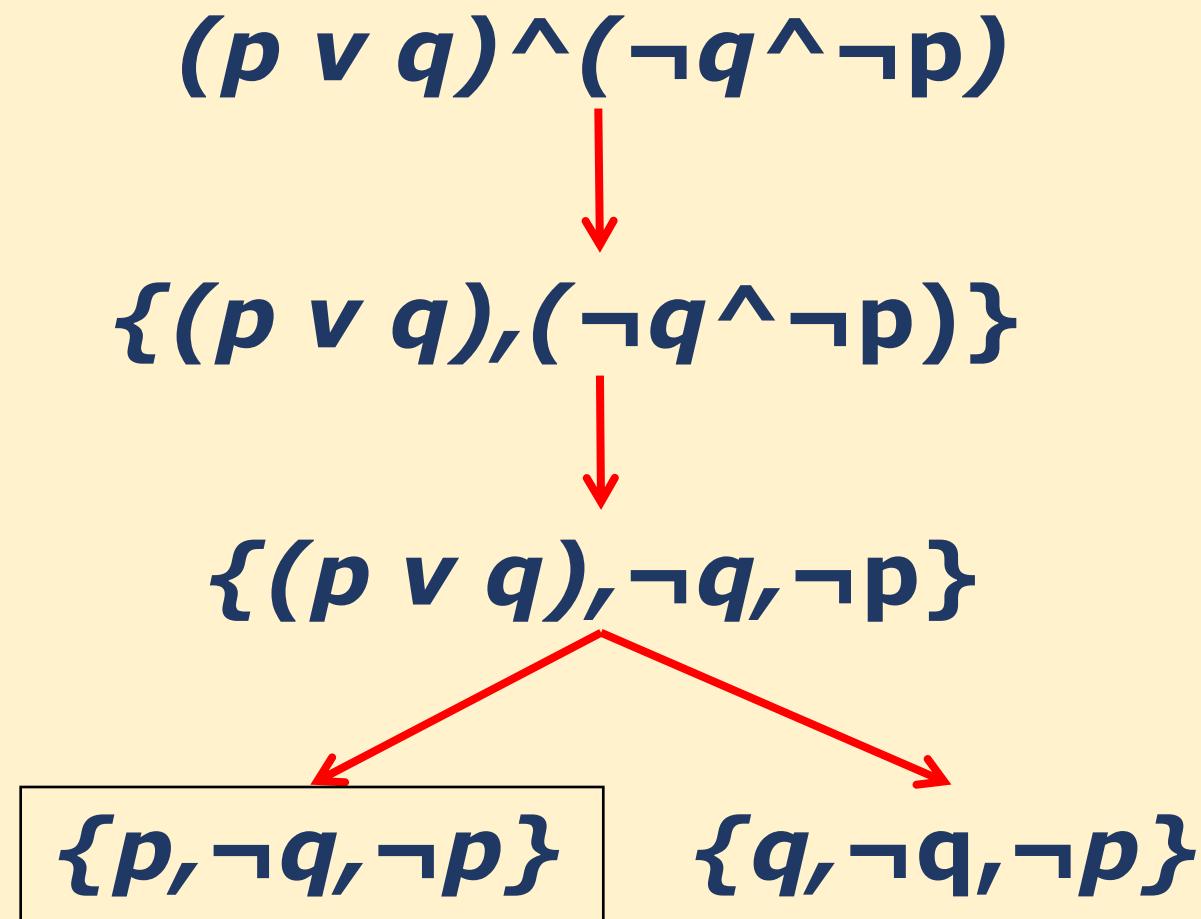
$$\{(p \vee q), (\neg q \wedge \neg p)\}$$

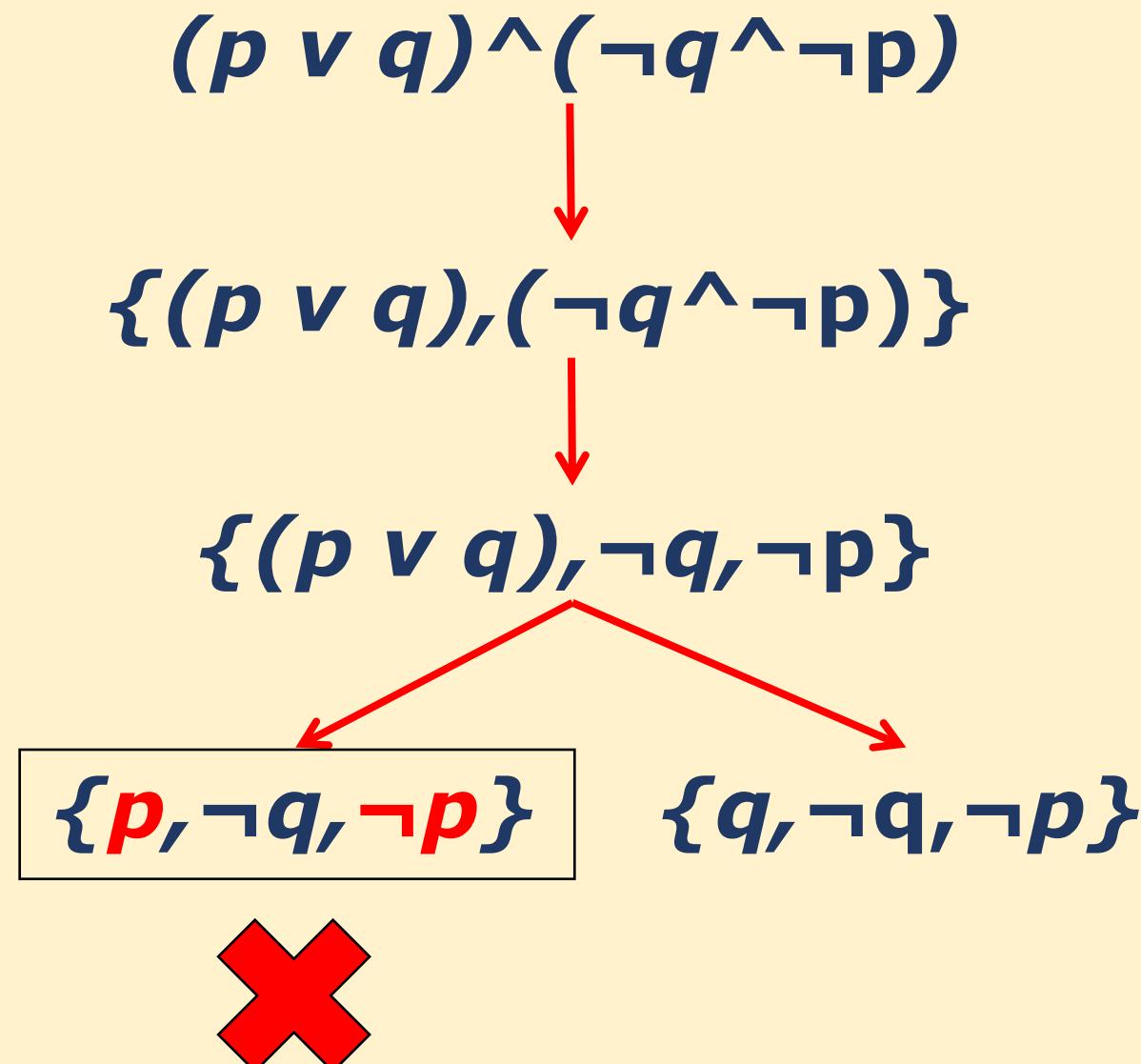
$$\{(p \vee q), \neg q, \neg p\}$$

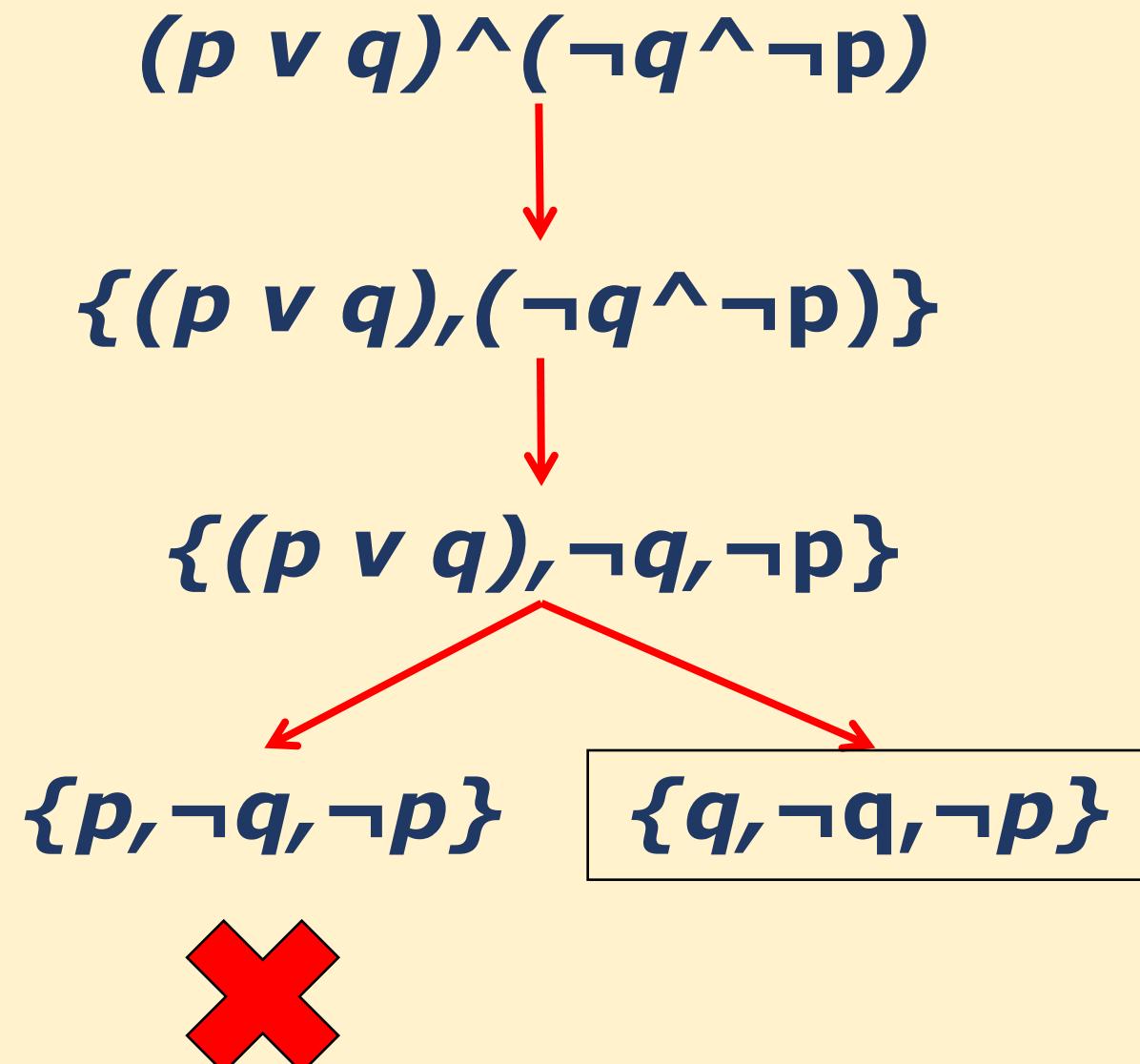
$$(p \vee q) \wedge (\neg q \wedge \neg p)$$
$$\{(p \vee q), (\neg q \wedge \neg p)\}$$
$$\{(p \vee q), \neg q, \neg p\}$$

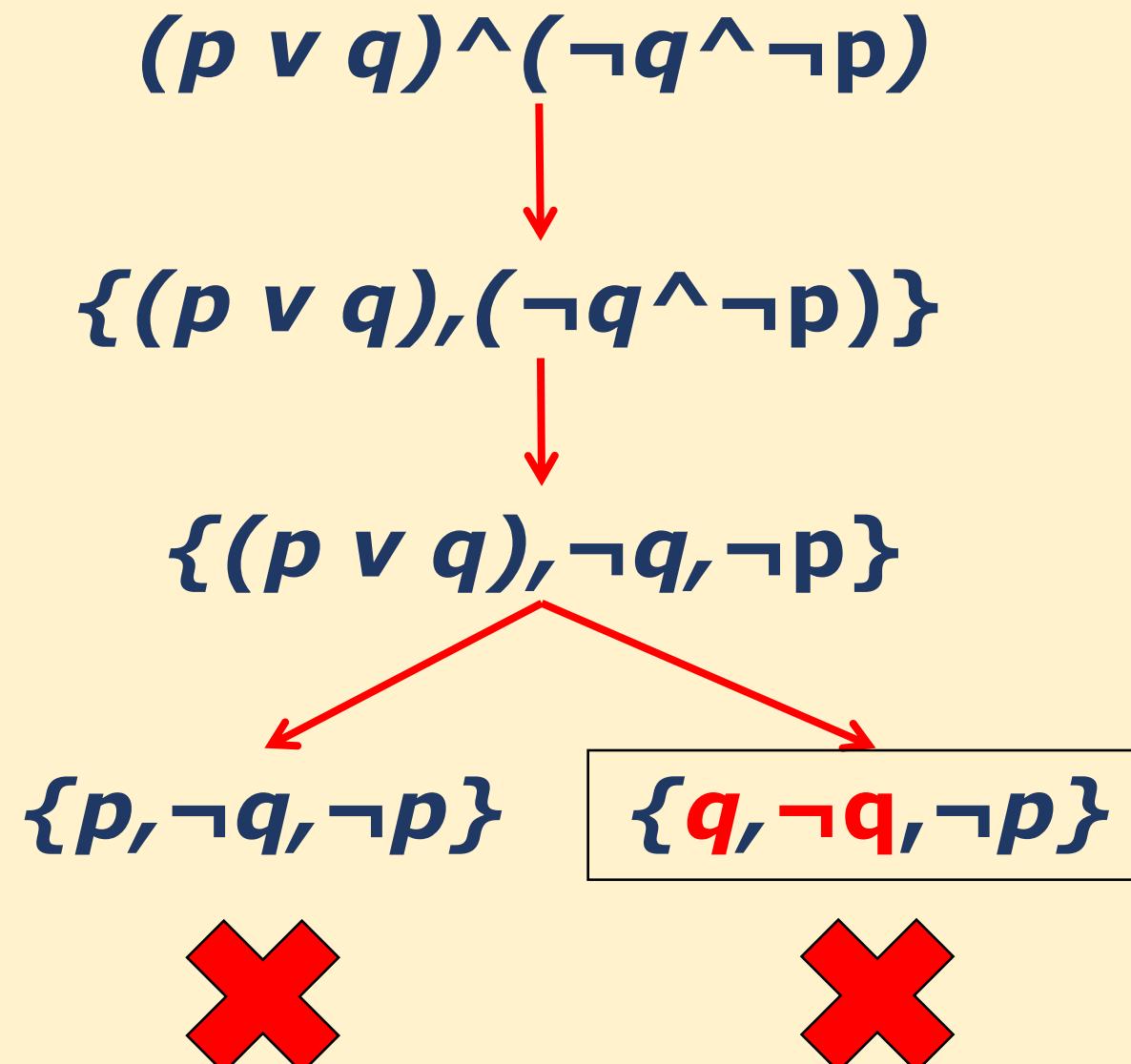












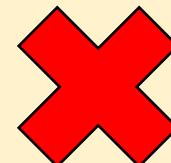
$$\neg(p \rightarrow (p \vee q))$$

$$\begin{array}{c} \neg(p \rightarrow (p \vee q)) \\ \downarrow \\ \{p, \neg(p \vee q)\} \end{array}$$

$$\begin{array}{c} \neg(p \rightarrow (p \vee q)) \\ \downarrow \\ \{p, \neg(p \vee q)\} \\ \downarrow \\ \{p, \neg p, \neg q\} \end{array}$$

$$\begin{array}{c} \neg(p \rightarrow (p \vee q)) \\ \downarrow \\ \{p, \neg(p \vee q)\} \\ \downarrow \\ \{\textcolor{red}{p}, \neg p, \neg q\} \end{array}$$

$$\begin{array}{c} \neg(p \rightarrow (p \vee q)) \\ \downarrow \\ \{p, \neg(p \vee q)\} \\ \downarrow \\ \{p, \neg p, \neg q\} \end{array}$$



Lógica Computacional
by Professor Pantoja

Conjunctive Normal Form

Aula 10

$$(\neg p \vee q \vee r) \wedge (\neg q \vee r) \wedge (\neg r)$$

$$(\neg p \vee q \vee r) \wedge (\neg q \vee r) \wedge (\neg r)$$

$$(\neg p \vee q \vee r) \wedge (\neg q \vee r) \wedge (\neg r)$$

i. $(\neg p \vee q \vee r) \wedge ((\neg p \wedge q) \vee r) \wedge (\neg r)$

$$(\neg p \vee q \vee r) \wedge (\neg q \vee r) \wedge (\neg r)$$

i. $(\neg p \vee q \vee r) \wedge ((\neg p \wedge q) \vee r) \wedge (\neg r)$

$$(\neg p \vee q \vee r) \wedge (\neg q \vee r) \wedge (\neg r)$$

- i. $(\neg p \vee q \vee r) \wedge ((\neg p \wedge q) \vee r) \wedge (\neg r)$
- ii. $(\neg p \vee q \vee r) \wedge \neg(\neg q \vee r) \wedge (\neg r)$

$$(\neg p \vee q \vee r) \wedge (\neg q \vee r) \wedge (\neg r)$$

- i. $(\neg p \vee q \vee r) \wedge ((\neg p \wedge q) \vee r) \wedge (\neg r)$
- ii. $(\neg p \vee q \vee r) \wedge \neg(\neg q \vee r) \wedge (\neg r)$

$$(\neg p \vee q \vee r) \wedge (\neg q \vee r) \wedge (\neg r)$$

- i. $(\neg p \vee q \vee r) \wedge ((\neg p \wedge q) \vee r) \wedge (\neg r)$
- ii. $(\neg p \vee q \vee r) \wedge \neg(\neg q \vee r) \wedge (\neg r)$

Toda e qualquer fórmula pode ser transformada em uma CNF equivalente

- 1. Eliminar todos os conectores exceto: NEGAÇÃO, OU e E**

1. **Eliminar todos os conectores exceto: NEGAÇÃO, OU e E**

$$A \leftrightarrow B \equiv (A \rightarrow B) \wedge (B \rightarrow A)$$

1. **Eliminar todos os conectores exceto: NEGAÇÃO, OU e E**

$$A \leftrightarrow B \equiv (A \rightarrow B) \wedge (B \rightarrow A)$$

$$A \oplus B \equiv \neg(A \rightarrow B) \vee \neg(B \rightarrow A)$$

1. **Eliminar todos os conectores exceto: NEGAÇÃO, OU e E**

$$A \leftrightarrow B \equiv (A \rightarrow B) \wedge (B \rightarrow A)$$

$$A \oplus B \equiv \neg(A \rightarrow B) \vee \neg(B \rightarrow A)$$

$$A \rightarrow B \equiv \neg A \vee B$$

1. Eliminar todos os conectores exceto: NEGAÇÃO, OU e E

$$A \leftrightarrow B \equiv (A \rightarrow B) \wedge (B \rightarrow A)$$

$$A \oplus B \equiv \neg(A \rightarrow B) \vee \neg(B \rightarrow A)$$

$$A \rightarrow B \equiv \neg A \vee B$$

$$A \uparrow B \equiv \neg(A \wedge B)$$

1. **Eliminar todos os conectores exceto: NEGAÇÃO, OU e E**

$$A \leftrightarrow B \equiv (A \rightarrow B) \wedge (B \rightarrow A)$$

$$A \oplus B \equiv \neg(A \rightarrow B) \vee \neg(B \rightarrow A)$$

$$A \rightarrow B \equiv \neg A \vee B$$

$$A \uparrow B \equiv \neg(A \wedge B)$$

$$A \downarrow B \equiv \neg(A \vee B)$$

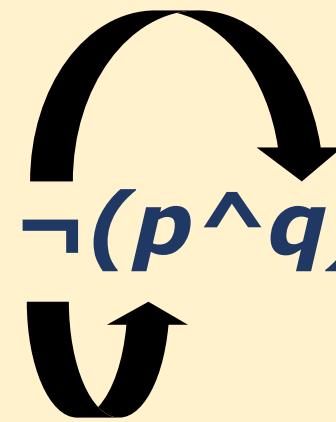
2. Internalizar a negação usando De Morgan

$$\neg(p \wedge q) \equiv \neg p \vee \neg q$$

2. Internalizar a negação usando De Morgan

$$\neg(p \wedge q) \equiv \neg p \vee \neg q$$


2. Internalizar a negação usando De Morgan

$$\neg(p \wedge q) \equiv \neg p \vee \neg q$$


2. Internalizar a negação usando De Morgan

$$\neg(p \wedge q) \equiv \neg p \vee \neg q$$

$$\neg(p \vee q) \equiv \neg p \wedge \neg q$$

2. Internalizar a negação usando De Morgan

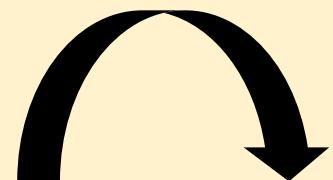
$$\neg(p \wedge q) \equiv \neg p \vee \neg q$$

$$\neg(p \vee q) \equiv \neg p \wedge \neg q$$

∨

2. Internalizar a negação usando De Morgan

$$\neg(p \wedge q) \equiv \neg p \vee \neg q$$

$$\neg(p \vee q) \equiv \neg p \wedge \neg q$$


3. *Eliminar a Dupla Negação*

3. Eliminar a Dupla Negação

$$\neg\neg A \equiv A$$

$$\neg\neg\neg A \equiv \neg A$$

3. Eliminar a Dupla Negação

$$\neg\neg A \equiv A$$

$$\neg\neg\neg A \equiv \neg A$$

4. Usar as Leis Distributivas

3. Eliminar a Dupla Negação

$$\neg\neg A \equiv A$$

$$\neg\neg\neg A \equiv \neg A$$

4. Usar as Leis Distributivas

$$p \wedge (q \vee r) \equiv (p \wedge q) \vee (p \wedge r)$$

3. Eliminar a Dupla Negação

$$\neg\neg A \equiv A$$

$$\neg\neg\neg A \equiv \neg A$$

4. Usar as Leis Distributivas

$$p \wedge (q \vee r) \equiv (p \wedge q) \vee (p \wedge r)$$

$$p \vee (q \wedge r) \equiv (p \vee q) \wedge (p \vee r)$$

$$(\neg p \rightarrow q) \rightarrow (p \rightarrow q)$$

$$(\neg p \rightarrow q) \rightarrow (p \rightarrow q)$$

$$(\neg \neg p \vee q) \rightarrow (p \rightarrow q)$$

$$(\neg p \rightarrow q) \rightarrow (p \rightarrow q)$$

$$(\neg \neg p \vee q) \rightarrow (p \rightarrow q)$$

$$(\neg p \rightarrow q) \rightarrow (p \rightarrow q)$$

$$(\neg \neg p \vee q) \rightarrow (\textcolor{red}{p} \rightarrow q)$$

$$(\neg \neg p \vee q) \rightarrow (\neg p \vee q)$$

$$(\neg p \rightarrow q) \rightarrow (p \rightarrow q)$$

$$(\neg \neg p \vee q) \rightarrow (p \rightarrow q)$$

$$(\neg \neg p \vee q) \rightarrow (\neg p \vee q)$$

A

B

$$(\neg p \rightarrow q) \rightarrow (p \rightarrow q)$$

$$(\neg \neg p \vee q) \rightarrow (p \rightarrow q)$$

$$(\neg \neg p \vee q) \rightarrow (\neg p \vee q)$$

$$\neg(A) \vee (B)$$

$$(\neg p \rightarrow q) \rightarrow (p \rightarrow q)$$

$$(\neg \neg p \vee q) \rightarrow (p \rightarrow q)$$

$$(\neg \neg p \vee q) \rightarrow (\neg p \vee q)$$

$$\neg(\neg \neg p \vee q) \vee (\neg p \vee q)$$

$$(\neg p \rightarrow q) \rightarrow (p \rightarrow q)$$

$$(\neg \neg p \vee q) \rightarrow (p \rightarrow q)$$

$$(\neg \neg p \vee q) \rightarrow (\neg p \vee q)$$

$$\neg(\neg \neg p \vee q) \vee (\neg p \vee q)$$

$$(\neg p \rightarrow q) \rightarrow (p \rightarrow q)$$

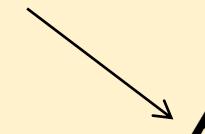
$$(\neg \neg p \vee q) \rightarrow (p \rightarrow q)$$

$$(\neg \neg p \vee q) \rightarrow (\neg p \vee q)$$

$$\neg(\neg \neg p \vee q) \vee (\neg p \vee q)$$

$$(\neg p \wedge \neg q) \vee (\neg p \vee q)$$

$$\begin{aligned}(\neg p \rightarrow q) &\rightarrow (p \rightarrow q) \\(\neg \neg p \vee q) &\rightarrow (p \rightarrow q) \\(\neg \neg p \vee q) &\rightarrow (\neg p \vee q) \\\neg(\neg \neg p \vee q) \vee (\neg p \vee q) & \\(\neg p \wedge \neg q) \vee (\neg p \vee q) &\end{aligned}$$

A black arrow points from the red expression $(\neg p \wedge \neg q) \vee (\neg p \vee q)$ down to the letter **A**.

$$\begin{aligned} & (\neg p \rightarrow q) \rightarrow (p \rightarrow q) \\ & (\neg \neg p \vee q) \rightarrow (p \rightarrow q) \\ & (\neg \neg p \vee q) \rightarrow (\neg p \vee q) \\ & \neg(\neg \neg p \vee q) \vee (\neg p \vee q) \\ & (\neg p \wedge \neg q) \vee (\neg p \vee q) \rightarrow A \\ & (A \vee \neg p) \wedge (A \vee \neg q) \end{aligned}$$

$$(\neg p \rightarrow q) \rightarrow (p \rightarrow q)$$

$$(\neg \neg p \vee q) \rightarrow (p \rightarrow q)$$

$$(\neg \neg p \vee q) \rightarrow (\neg p \vee q)$$

$$\neg(\neg \neg p \vee q) \vee (\neg p \vee q)$$

$$(\neg p \wedge \neg q) \vee (\neg p \vee q) \rightarrow A$$

$$((\neg p \vee q) \vee \neg p) \wedge ((\neg p \vee q) \vee \neg q)$$

$$(\neg p \rightarrow q) \rightarrow (p \rightarrow q)$$

$$(\neg \neg p \vee q) \rightarrow (p \rightarrow q)$$

$$(\neg \neg p \vee q) \rightarrow (\neg p \vee q)$$

$$\neg(\neg \neg p \vee q) \vee (\neg p \vee q)$$

$$(\neg p \wedge \neg q) \vee (\neg p \vee q)$$

$$(\neg p \vee q \vee \neg p) \wedge (\neg p \vee q \vee \neg q)$$

$$(\neg p \rightarrow q) \rightarrow (p \rightarrow q)$$

$$(\neg \neg p \vee q) \rightarrow (p \rightarrow q)$$

$$(\neg \neg p \vee q) \rightarrow (\neg p \vee q)$$

$$\neg(\neg \neg p \vee q) \vee (\neg p \vee q)$$

$$(\neg p \wedge \neg q) \vee (\neg p \vee q)$$

$$(\neg p \vee q \vee \neg p) \wedge (\neg p \vee q \vee \neg q)$$

Lógica Computacional
by Professor Pantoja

Forma Clausal

Aula 11



- **Uma Cláusula é um conjunto de literais**

- **Uma Cláusula é um conjunto de literais**
 - **disjunção**

- **Uma Cláusula é um conjunto de literais**
 - **disjunção**
- **Cláusula Unitária contém apenas um literal**

- **Uma Cláusula é um conjunto de literais**
 - **disjunção**
- **Cláusula Unitária contém apenas um literal**
- **Uma Fórmula Clausal é um conjunto de Cláusulas**

- **Uma Cláusula é um conjunto de literais**
 - **disjunção**
- **Cláusula Unitária contém apenas um literal**
- **Uma Fórmula Clausal é um conjunto de Cláusulas**
 - **conjunção**

- **Uma Cláusula é um conjunto de literais**
 - **disjunção**
- **Cláusula Unitária contém apenas um literal**
- **Uma Fórmula Clausal é um conjunto de Cláusulas**
 - **conjunção**
- **Cláusulas Vazias são representadas por \square**

- **Uma Cláusula é um conjunto de literais**
 - **disjunção**
- **Cláusula Unitária contém apenas um literal**
- **Uma Fórmula Clausal é um conjunto de Cláusulas**
 - **conjunção**
- **Cláusulas Vazias são representadas por \square**
 - a Cláusula Vazia é **Insatisfável**.

- **Uma Cláusula é um conjunto de literais**
 - **disjunção**
- **Cláusula Unitária contém apenas um literal**
- **Uma Fórmula Clausal é um conjunto de Cláusulas**
 - **conjunção**
- **Cláusulas Vazias são representadas por \square**
 - a Cláusula Vazia é **Insatisfável**.
- **Fórmula Vazia determinada por \emptyset**

- **Uma Cláusula é um conjunto de literais**
 - **disjunção**
- **Cláusula Unitária contém apenas um literal**
- **Uma Fórmula Clausal é um conjunto de Cláusulas**
 - **conjunção**
- **Cláusulas Vazias são representadas por \square**
 - a Cláusula Vazia é **Insatisfável**.
- **Fórmula Vazia determinada por \emptyset**
 - um **Conjunto Vazio de Fórmulas é Válido**.

$$(p \vee r) \wedge (\neg q \vee \neg p \vee q) \wedge (p \vee \neg p \vee q \vee p \vee \neg p) \wedge (r \vee p)$$

$$(p \vee r) \wedge (\neg q \vee \neg p \vee q) \wedge (p \vee \neg p \vee q \vee p \vee \neg p) \wedge (r \vee p)$$


$$(p \vee r) \wedge (\neg q \vee \neg p \vee q) \wedge (p \vee \neg p \vee q \vee p \vee \neg p) \wedge (r \vee p)$$

$$\{\{p, r\}, \{\neg q, \neg p, q\}, \{p, \neg p, q\}\}$$

$$(p \vee r) \wedge (\neg q \vee \neg p \vee q) \wedge (p \vee \neg p \vee q \vee p \vee \neg p) \wedge (r \vee p)$$

$$\{\{p, r\}, \{\neg q, \neg p, q\}, \{p, \neg p, q\}\}$$


$$(p \vee r) \wedge (\neg q \vee \neg p \vee q) \wedge (p \vee \neg p \vee q \vee p \vee \neg p) \wedge (r \vee p)$$

$$\{\{p, r\}, \{\neg q, \neg p, q\}, \{p, \neg p, q\}\}$$

$$\{pr\}, \{\neg q \neg pq\}, \{p \neg pq\}$$

$$(p \vee r) \wedge (\neg q \vee \neg p \vee q) \wedge (p \vee \neg p \vee q \vee p \vee \neg p) \wedge (r \vee p)$$

$$\{\{p, r\}, \{\neg q, \neg p, q\}, \{p, \neg p, q\}\}$$

$$\{pr\}, \{\neg q \neg pq\}, \{p \neg pq\}$$


$$(p \vee r) \wedge (\neg q \vee \neg p \vee q) \wedge (p \vee \neg p \vee q \vee p \vee \neg p) \wedge (r \vee p)$$

$$\{\{p, r\}, \{\neg q, \neg p, q\}, \{p, \neg p, q\}\}$$

$$\{pr\}, \{\neg q \neg pq\}, \{p \neg pq\}$$

$$\{pr, \overline{q} \overline{pq}, p \overline{pq}\}$$

i. $n = 1$

i. n = 1

- ***criar dois átomos p1 e p2***

i. n = 1

- ***criar dois átomos p1 e p2***

(I1)

i. $n = 1$

- **criar dois átomos p_1 e p_2**

(I1)



i. $n = 1$

- **criar dois átomos p_1 e p_2**

(l1)



$(l1 \vee p_1 \vee p_2) \wedge (l1 \vee \neg p_1 \vee p_2) \wedge (l1 \vee p_1 \vee \neg p_2) \wedge (l1 \vee \neg p_1 \vee \neg p_2)$

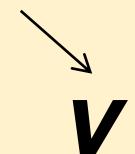
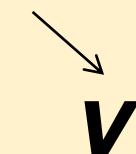
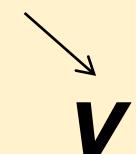
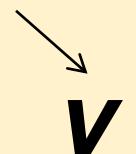
i. $n = 1$

- criar dois átomos p_1 e p_2

(l1)

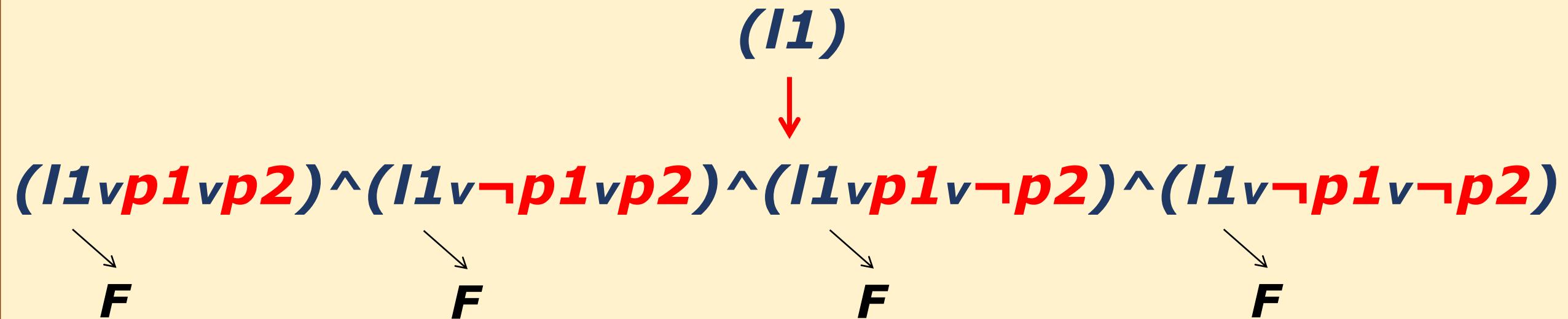


$$(l1 \vee p_1 \vee p_2) \wedge (l1 \vee \neg p_1 \vee p_2) \wedge (l1 \vee p_1 \vee \neg p_2) \wedge (l1 \vee \neg p_1 \vee \neg p_2)$$



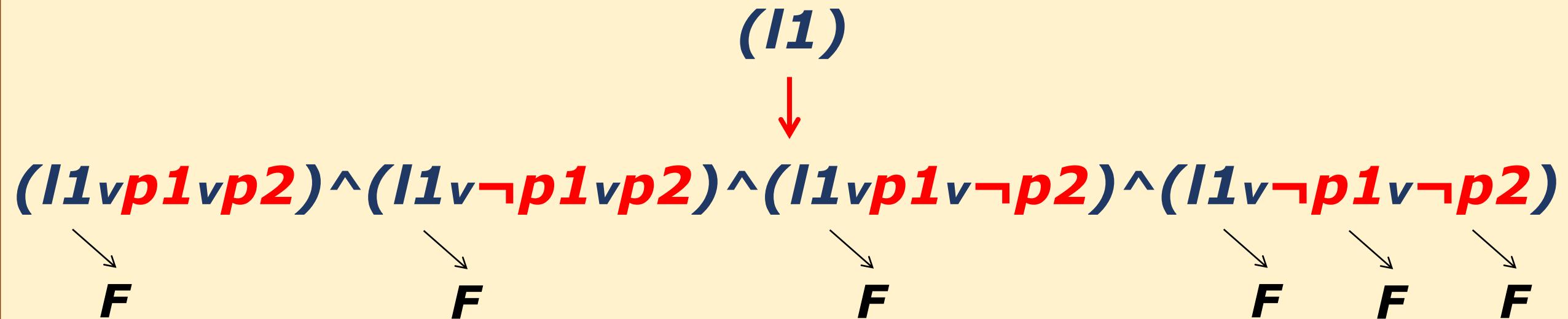
i. $n = 1$

- criar dois átomos p_1 e p_2



i. $n = 1$

- criar dois átomos p_1 e p_2



ii. n = 2

ii. n = 2

- ***criar um átomos p1***

ii. n = 2

- ***criar um átomos p1***

(l1vl2)

ii. n = 2

- ***criar um átomos p1***

(l1vl2)



ii. $n = 2$

- criar um átomos p_1

$$(l_1 \vee l_2)$$



$$(l_1 \vee l_2 \vee p_1) \wedge (l_1 \vee l_2 \vee \neg p_1)$$

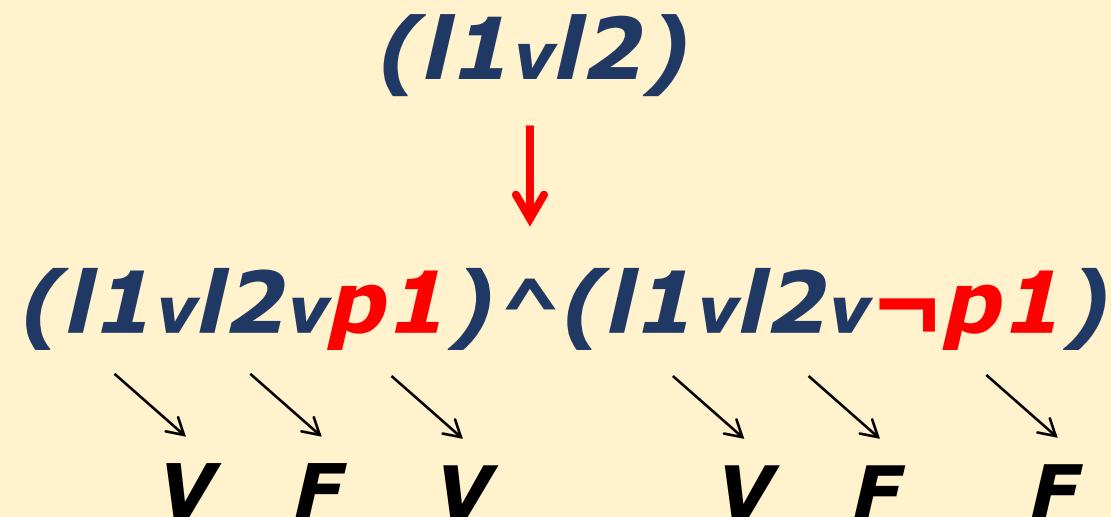
ii. $n = 2$

- criar um átomos p_1

$$\begin{array}{c} (l_1 \vee l_2) \\ \downarrow \\ (l_1 \vee l_2 \vee p_1) \wedge (l_1 \vee l_2 \vee \neg p_1) \\ \searrow \quad \swarrow \quad \searrow \quad \swarrow \\ V \quad F \quad V \quad F \end{array}$$

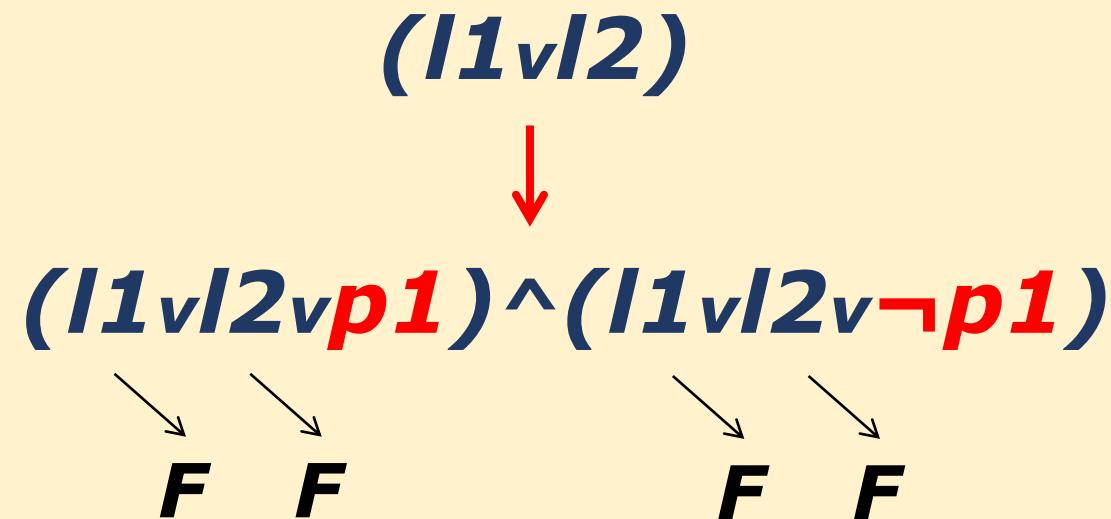
ii. $n = 2$

- criar um átomos p_1



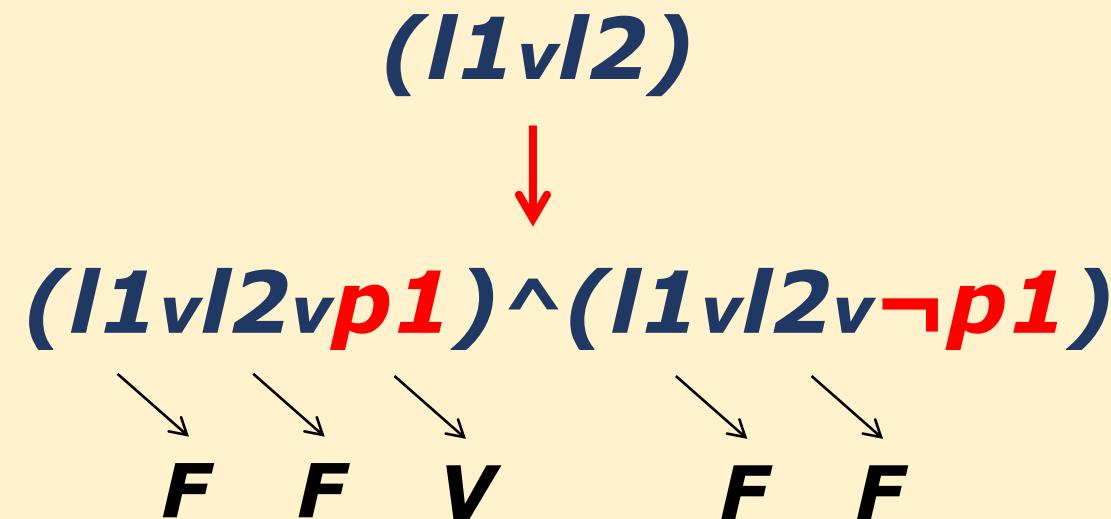
ii. $n = 2$

- criar um átomos p_1



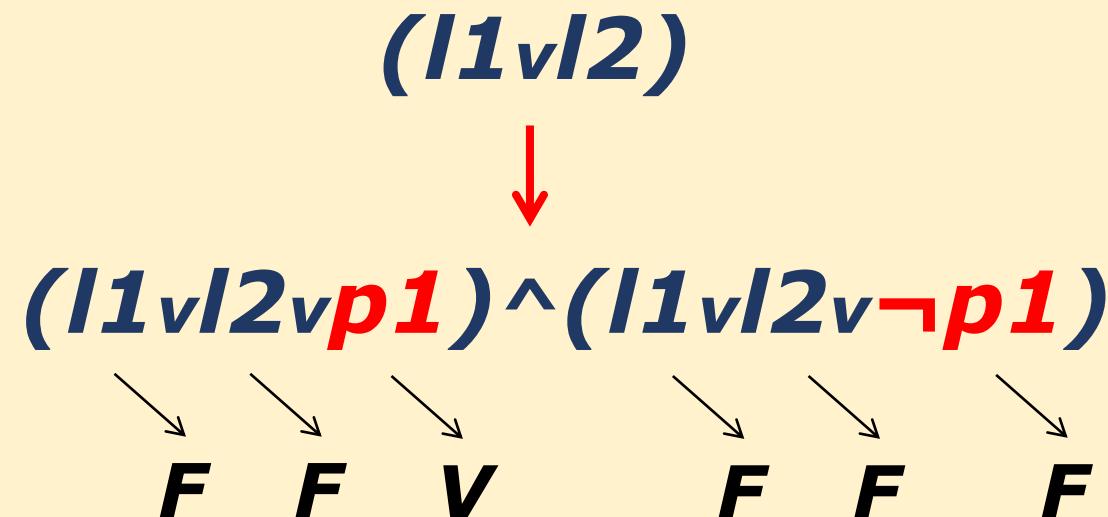
ii. $n = 2$

- criar um átomos p_1



ii. $n = 2$

- criar um átomos p_1



iii. $n = 3$

iii. $n = 3$

- ***não faz nada***

iii. $n = 3$

- ***não faz nada***

iv. $n > 3$

iii. $n = 3$

- ***não faz nada***

iv. $n > 3$

iv. criar $n-3$ átomos p_1, p_2, \dots, p_{n-3}

iii. $n = 3$

- ***não faz nada***

iv. $n > 3$

iv. criar $n-3$ átomos p_1, p_2, \dots, p_{n-3}

$(l_1 \vee l_2 \vee l_3 \vee \dots \vee l_n)$

iii. $n = 3$

- ***não faz nada***

iv. $n > 3$

iv. criar $n-3$ átomos p_1, p_2, \dots, p_{n-3}

$(l_1 \vee l_2 \vee l_3 \vee \dots \vee l_n)$



iii. $n = 3$

- *não faz nada*

iv. $n > 3$

iv. criar $n-3$ átomos p_1, p_2, \dots, p_{n-3}

$(l_1 \vee l_2 \vee l_3 \vee \dots \vee l_n)$



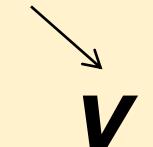
$(l_1 \vee l_2 \vee p_1) \wedge (\neg p_1 \vee l_3 \vee p_2) \wedge \dots \wedge (\neg p_{n-3} \vee l_{n-1} \vee l_n)$

$$(l_1 \vee l_2 \vee l_3 \vee l_4 \vee l_5)$$
$$(l_1 \vee l_2 \vee p_1) \wedge (\neg p_1 \vee l_3 \vee p_2) \wedge (\neg p_2 \vee l_4 \vee l_5)$$

$$(l_1 \vee l_2 \vee l_3 \vee l_4 \vee \underline{l_5})$$


V

$$(l_1 \vee l_2 \vee p_1) \wedge (\neg p_1 \vee l_3 \vee p_2) \wedge (\neg p_2 \vee l_4 \vee l_5)$$

$$(l_1 \vee l_2 \vee l_3 \vee l_4 \vee \underline{l_5}) = v$$


$$(l_1 \vee l_2 \vee p_1) \wedge (\neg p_1 \vee l_3 \vee p_2) \wedge (\neg p_2 \vee l_4 \vee l_5)$$

$$(l_1 \vee l_2 \vee l_3 \vee l_4 \vee \underline{l_5}) = v$$

The formula $(l_1 \vee l_2 \vee l_3 \vee l_4 \vee \underline{l_5})$ is shown above five variables. Arrows point from each l_i to its corresponding value below: F, F, F, F, v .

$$(l_1 \vee l_2 \vee p_1) \wedge (\neg p_1 \vee l_3 \vee p_2) \wedge (\neg p_2 \vee l_4 \vee l_5)$$

$$(l_1 \vee l_2 \vee l_3 \vee l_4 \vee \underline{l_5})$$
$$(l_1 \vee l_2 \vee p_1) \wedge (\neg p_1 \vee l_3 \vee p_2) \wedge (\neg p_2 \vee l_4 \vee l_5)$$

(l1 ∨ l2 ∨ l3 ∨ l4 ∨ l5)

F F V
↑ ↑ ↑
(l1 ∨ l2 ∨ p1) ∧ (¬p1 ∨ l3 ∨ p2) ∧ (¬p2 ∨ l4 ∨ l5)

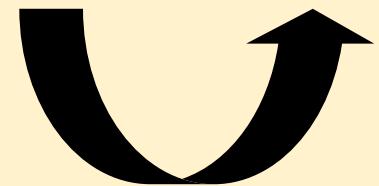
(I1 v I2 v I3 v I4 v I5)

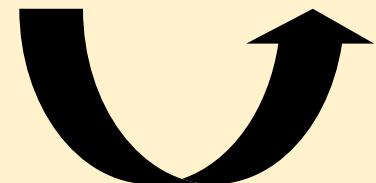
$$(l1 \vee l2 \vee p1) \wedge (\neg p1 \vee l3 \vee p2) \wedge (\neg p2 \vee l4 \vee l5)$$

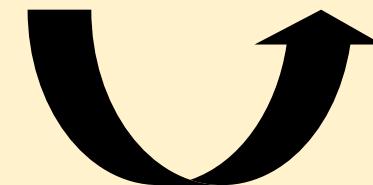
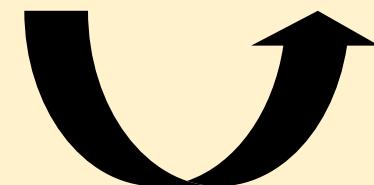
(l1vl2vl3vl4vl5)

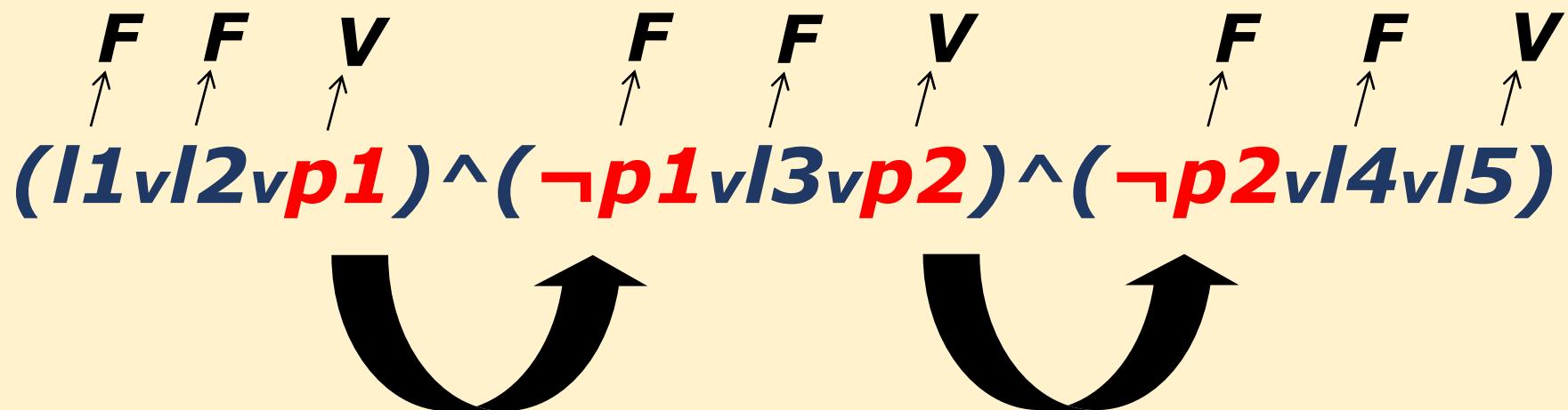
F F V F
 $(l1vl2vp1) \wedge (\neg p1vl3vp2) \wedge (\neg p2vl4vl5)$



$$(l_1 \vee l_2 \vee l_3 \vee l_4 \vee \underline{l_5})$$
$$(l_1 \vee l_2 \vee p_1) \wedge (\neg p_1 \vee l_3 \vee p_2) \wedge (\neg p_2 \vee l_4 \vee l_5)$$


$$(l_1 \vee l_2 \vee l_3 \vee l_4 \vee \underline{l_5})$$
$$(l_1 \vee l_2 \vee p_1) \wedge (\neg p_1 \vee l_3 \vee p_2) \wedge (\neg p_2 \vee l_4 \vee l_5)$$


$$(l_1 \vee l_2 \vee l_3 \vee l_4 \vee \underline{l_5})$$
$$(l_1 \vee l_2 \vee p_1) \wedge (\neg p_1 \vee l_3 \vee p_2) \wedge (\neg p_2 \vee l_4 \vee l_5)$$


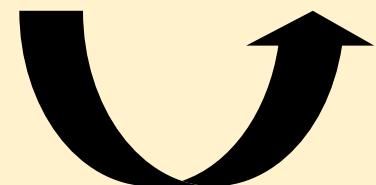
$$(l_1 \vee l_2 \vee l_3 \vee l_4 \vee \underline{l_5})$$


(I1∨I2∨I3∨I4∨I5)

V F
↑ ↑
(I1∨I2∨*p1*)∧(*¬p1*∨I3∨*p2*)∧(*¬p2*∨I4∨I5)

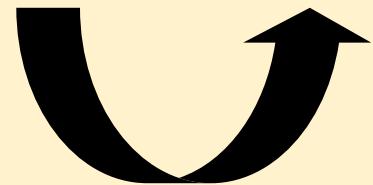
(I1∨I2∨I3∨I4∨I5)

V F F
↑ ↑ ↑
(I1∨I2∨p1)∧(¬p1∨I3∨p2)∧(¬p2∨I4∨I5)



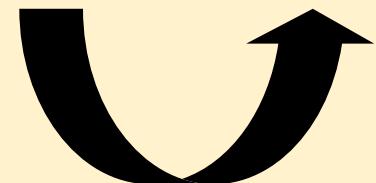
(I1∨I2∨I3∨I4∨I5)

V F F V
 $(I1 \vee I2 \vee p1) \wedge (\neg p1 \vee I3 \vee p2) \wedge (\neg p2 \vee I4 \vee I5)$



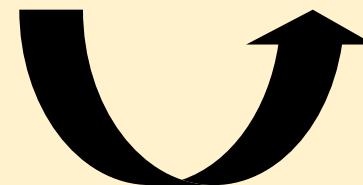
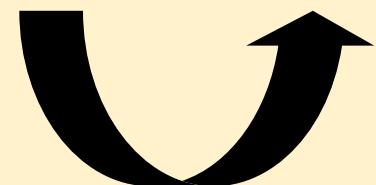
(I1∨I2∨I3∨I4∨I5)

V F F
↑ ↑ ↑
(I1 ∨ I2 ∨ p1) ∧ (¬p1 ∨ I3 ∨ p2) ∧ (¬p2 ∨ I4 ∨ I5)

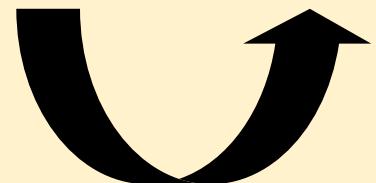


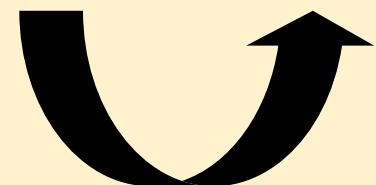
(I1∨I2∨I3∨I4∨I5)

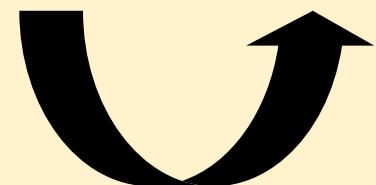
V F F
↑ ↑ ↑
(I1 ∨ I2 ∨ p1) ∧ (¬p1 ∨ I3 ∨ p2) ∧ (¬p2 ∨ I4 ∨ I5)

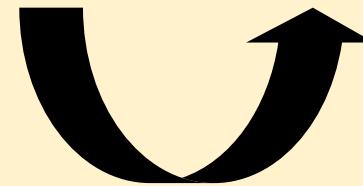
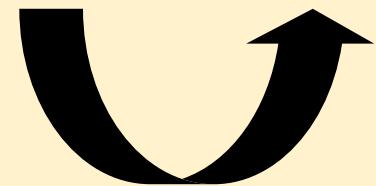


$$(l_1 \vee l_2 \vee \underline{l_3} \vee l_4 \vee l_5)$$
$$\begin{array}{c} F \quad F \\ \uparrow \quad \uparrow \\ (l_1 \vee l_2 \vee p_1) \wedge (\neg p_1 \vee l_3 \vee p_2) \wedge (\neg p_2 \vee l_4 \vee l_5) \end{array}$$

$$(l_1 \vee l_2 \vee \underline{l_3} \vee l_4 \vee l_5)$$
$$\begin{array}{ccccc} F & F & V & & F \\ \uparrow & \uparrow & \uparrow & & \uparrow \\ (l_1 \vee l_2 \vee p_1) \wedge (\neg p_1 \vee l_3 \vee p_2) \wedge (\neg p_2 \vee l_4 \vee l_5) \end{array}$$


$$(l_1 \vee l_2 \vee \underline{l_3} \vee l_4 \vee l_5)$$
$$(l_1 \vee l_2 \vee p_1) \wedge (\neg p_1 \vee l_3 \vee p_2) \wedge (\neg p_2 \vee l_4 \vee l_5)$$


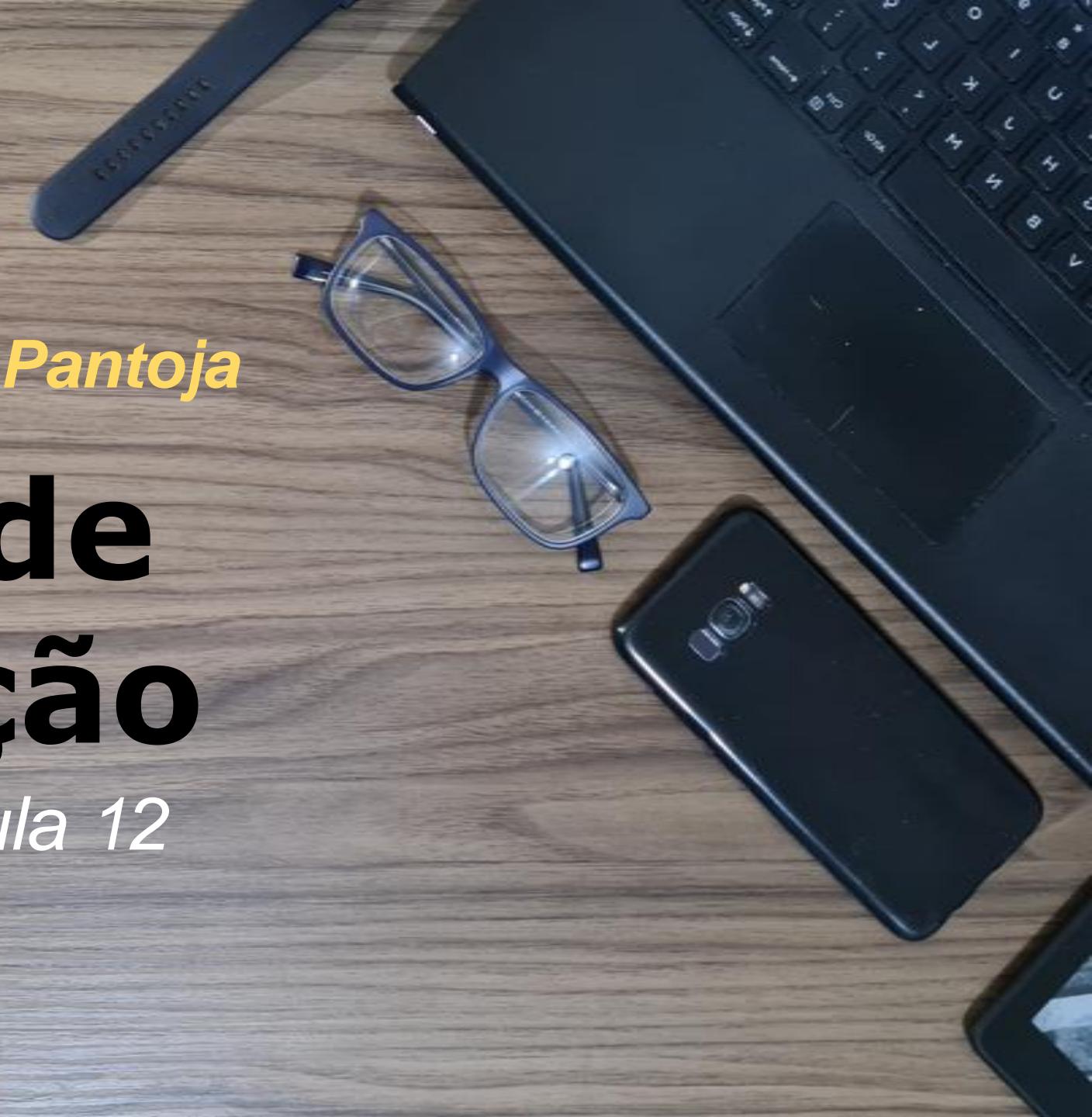
$$(l_1 \vee l_2 \vee \underline{l_3} \vee l_4 \vee l_5)$$
$$(l_1 \vee l_2 \vee p_1) \wedge (\neg p_1 \vee l_3 \vee p_2) \wedge (\neg p_2 \vee l_4 \vee l_5)$$


$$(l_1 \vee l_2 \vee \underline{l_3} \vee l_4 \vee l_5)$$
$$(l_1 \vee l_2 \vee p_1) \wedge (\neg p_1 \vee l_3 \vee p_2) \wedge (\neg p_2 \vee l_4 \vee l_5)$$


Lógica Computacional
by Professor Pantoja

Regra de Resolução

Aula 12



Sejam C₁ e C₂ Cláusulas tal que

Sejam C_1 e C_2 Cláusulas tal que

$$l \in C_1, l^c \in C_2$$

Sejam C_1 e C_2 Cláusulas tal que

$$l \in C_1, l^c \in C_2$$

*Cláusulas com
pares
complementares*

Sejam C_1 e C_2 Cláusulas tal que

$$l \in C_1, l^c \in C_2$$

*Cláusulas com
pares
complementares*

A Resolução é:

Sejam C_1 e C_2 Cláusulas tal que

$$l \in C_1, l^c \in C_2 \quad \left(\begin{array}{c} \text{Cláusulas com} \\ \text{pares} \\ \text{complementares} \end{array} \right)$$

A Resolução é:

$$Res(C_1, C_2) = \{C_1 - l\} \cup \{C_2 - l^c\}$$

$$\{ab\bar{c}, bc\bar{e}\}$$

$$\{ab\bar{c}, b\bar{c}e\}$$

$$\{ab\bar{c}, b\bar{c}e\}$$

$$\{ab\bar{c} - \{\bar{c}\}, b\bar{c}e - \{c\}\}$$

$$\{ab\bar{c}, b\bar{c}e\}$$

$$\{ab\bar{c} - \{\bar{c}\}, b\bar{c}e - \{c\}\}$$

$$\{\{ab\} \cup \{b\bar{e}\}\}$$

$$\{\mathbf{ab}\bar{c}, \mathbf{bc}\bar{e}\}$$

$$\{\mathbf{ab}\bar{c} - \{\bar{c}\}, \mathbf{bc}\bar{e} - \{c\}\}$$

$$\{\{\mathbf{ab}\} \cup \{\mathbf{b}\bar{e}\}\}$$

$$\{\{\mathbf{abb}\bar{e}\}\}$$

$$\{ab\bar{c}, b\bar{c}e\}$$

$$\{ab\bar{c} - \{\bar{c}\}, b\bar{c}e - \{c\}\}$$

$$\{\{ab\} \cup \{b\bar{e}\}\}$$

$$\{ab\bar{e}\}$$

Quando duas cláusulas possuem mais do que 2 pares complementares

Quando duas cláusulas possuem mais do que 2 pares complementares

$$\{l_1, l_2\} \cup C_1$$

$$\{l_1^c, l_2^c\} \cup C_2$$

Quando duas cláusulas possuem mais do que 2 pares complementares

$$\{l_1, l_2\} \cup C_1$$

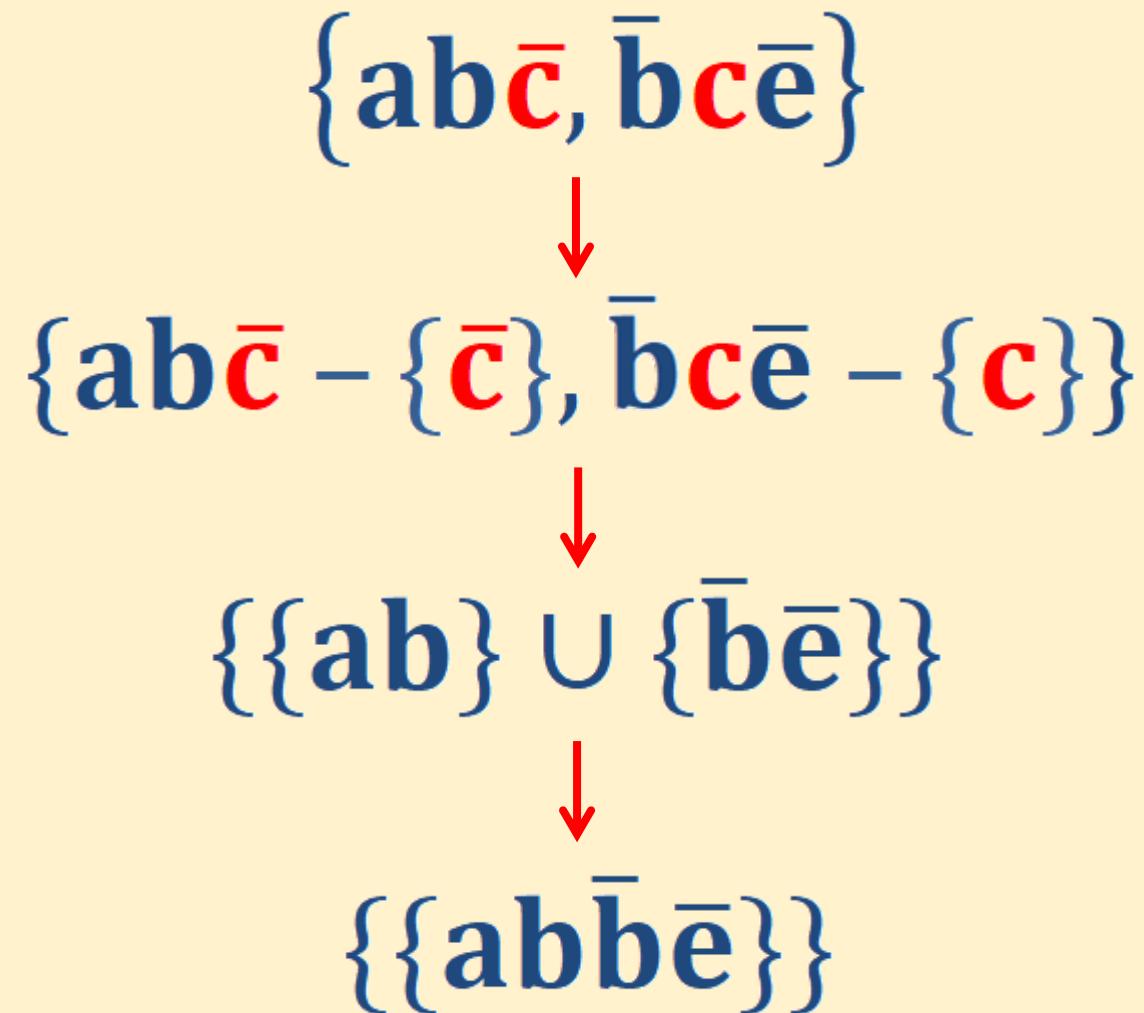
$$\{l_1^c, l_2^c\} \cup C_2$$

$$\{l_2, l_2^c\} \cup C_1 \cup C_2$$

$$\{ab\bar{c}, \bar{b}c\bar{e}\}$$

$$\begin{array}{c} \{\mathbf{ab}\bar{\mathbf{c}}, \bar{\mathbf{b}}\mathbf{c}\bar{\mathbf{e}}\} \\ \downarrow \\ \{\mathbf{ab}\bar{\mathbf{c}} - \{\bar{\mathbf{c}}\}, \bar{\mathbf{b}}\mathbf{c}\bar{\mathbf{e}} - \{\mathbf{c}\}\} \end{array}$$

$$\begin{array}{c} \{\mathbf{ab}\bar{\mathbf{c}}, \bar{\mathbf{b}}\mathbf{c}\bar{\mathbf{e}}\} \\ \downarrow \\ \{\mathbf{ab}\bar{\mathbf{c}} - \{\bar{\mathbf{c}}\}, \bar{\mathbf{b}}\mathbf{c}\bar{\mathbf{e}} - \{\mathbf{c}\}\} \\ \downarrow \\ \{\{\mathbf{ab}\} \cup \{\bar{\mathbf{b}}\bar{\mathbf{e}}\}\} \end{array}$$



$$\begin{array}{c} \{\mathbf{ab}\bar{\mathbf{c}}, \bar{\mathbf{b}}\mathbf{c}\bar{\mathbf{e}}\} \\ \downarrow \\ \{\mathbf{ab}\bar{\mathbf{c}} - \{\bar{\mathbf{c}}\}, \bar{\mathbf{b}}\mathbf{c}\bar{\mathbf{e}} - \{\mathbf{c}\}\} \\ \downarrow \\ \{\{\mathbf{ab}\} \cup \{\bar{\mathbf{b}}\bar{\mathbf{e}}\}\} \\ \downarrow \\ \{\{\mathbf{ab}\bar{\mathbf{b}}\bar{\mathbf{e}}\}\} \equiv \top \end{array}$$

Entrada: conjunto de cláusulas S

Saída: S é SAT ou UNSAT

Entrada: conjunto de cláusulas S

Saída: S é **SAT** ou **UNSAT**

1. $so = S$

Entrada: conjunto de cláusulas S

Saída: S é SAT ou UNSAT

- 1. $S_0 = S$**
- 2. Repetir os passos para obter S_{i+1} de S_i :**

Entrada: conjunto de cláusulas S

Saída: S é SAT ou UNSAT

1. $S_0 = S$

2. Repetir os passos para obter S_{i+1} de S_i :

1. Selecionar um par contraditório que ainda não tenha sido escolhido antes

Entrada: conjunto de cláusulas S

Saída: S é **SAT** ou **UNSAT**

1. $S_0 = S$

2. *Repetir os passos para obter S_{i+1} de S_i :*

- 1.** *Selecionar um par contraditório que ainda não tenha sido escolhido antes*
- 2.** *Computar $C = \text{Res}(C_1, C_2)$*

3. Se C não é uma Cláusula Trivial

3. Se C não é uma Cláusula Trivial

$$S_{i+1} = S_i \cup \{C\}$$

3. Se C não é uma Cláusula Trivial

$$S_{i+1} = S_i \cup \{C\}$$

senão

3. Se C não é uma Cláusula Trivial

$$S_{i+1} = S_i \cup \{C\}$$

senão

$$S_{i+1} = S_i$$

3. Se C não é uma Cláusula Trivial

$$S_{i+1} = S_i \cup \{C\}$$

senão

$$S_{i+1} = S_i$$

4. Termina Se:

3. Se C não é uma Cláusula Trivial

$$S_{i+1} = S_i \cup \{C\}$$

senão

$$S_{i+1} = S_i$$

4. Termina Se:

a) $C = \square$

3. Se C não é uma Cláusula Trivial

$$S_{i+1} = S_i \cup \{C\}$$

senão

$$S_{i+1} = S_i$$

4. Termina Se:**a) $C = \square$** **b) Todos os pares complementares foram resolvidos**

$$S_0 = \{\overline{p}\overline{q}r, \overline{p}q, p, \bar{r}\}$$

$$S_0 = \{\overline{pqr}, \overline{pq}, p, \bar{r}\}$$

$$S_0 = \{\overline{pq}r, \overline{p}q, p, \overline{r}\} \rightarrow \{\overline{pr}\}$$

$$S_0 = \{\overline{pq}r, \overline{p}q, p, \bar{r}\} \rightarrow \{\overline{pr}\}$$

$$S_1 = \{\overline{pq}r, \overline{p}q, p, \bar{r}, \overline{pr}\}$$

$$S_0 = \{\overline{pq}r, \overline{p}q, p, \bar{r}\} \rightarrow \{\overline{pr}\}$$

$$S_1 = \{\overline{pq}r, \overline{p}q, p, \bar{r}, \overline{pr}\}$$

$$S_0 = \{\overline{pq}r, \overline{p}q, p, \bar{r}\} \rightarrow \{\overline{pr}\}$$

$$S_1 = \{\overline{pq}r, \overline{p}q, p, \bar{r}, \overline{pr}\} \rightarrow \{r\}$$

$$S_0 = \{\overline{pq}r, \overline{p}q, p, \bar{r}\} \rightarrow \{\overline{pr}\}$$

$$S_1 = \{\overline{pq}r, \overline{p}q, p, \bar{r}, \overline{pr}\} \rightarrow \{r\}$$

$$S_2 = \{\overline{pq}r, \overline{p}q, p, \bar{r}, \overline{pr}, r\}$$

$$S_0 = \{\overline{pq}r, \overline{p}q, p, \bar{r}\} \rightarrow \{\overline{pr}\}$$

$$S_1 = \{\overline{pq}r, \overline{p}q, p, \bar{r}, \overline{pr}\} \rightarrow \{r\}$$

$$S_2 = \{\overline{pq}r, \overline{p}q, p, \bar{r}, \overline{pr}, r\}$$

$$S_0 = \{\overline{pq}r, \overline{p}q, p, \bar{r}\} \rightarrow \{\overline{pr}\}$$

$$S_1 = \{\overline{pq}r, \overline{p}q, p, \bar{r}, \overline{pr}\} \rightarrow \{r\}$$

$$S_2 = \{\overline{pq}r, \overline{p}q, p, \bar{r}, \overline{pr}, r\} \rightarrow \{\square\}$$

$$S_0 = \{\overline{pq}r, \overline{p}q, p, \bar{r}\} \rightarrow \{\overline{pr}\}$$

$$S_1 = \{\overline{pq}r, \overline{p}q, p, \bar{r}, \overline{pr}\} \rightarrow \{r\}$$

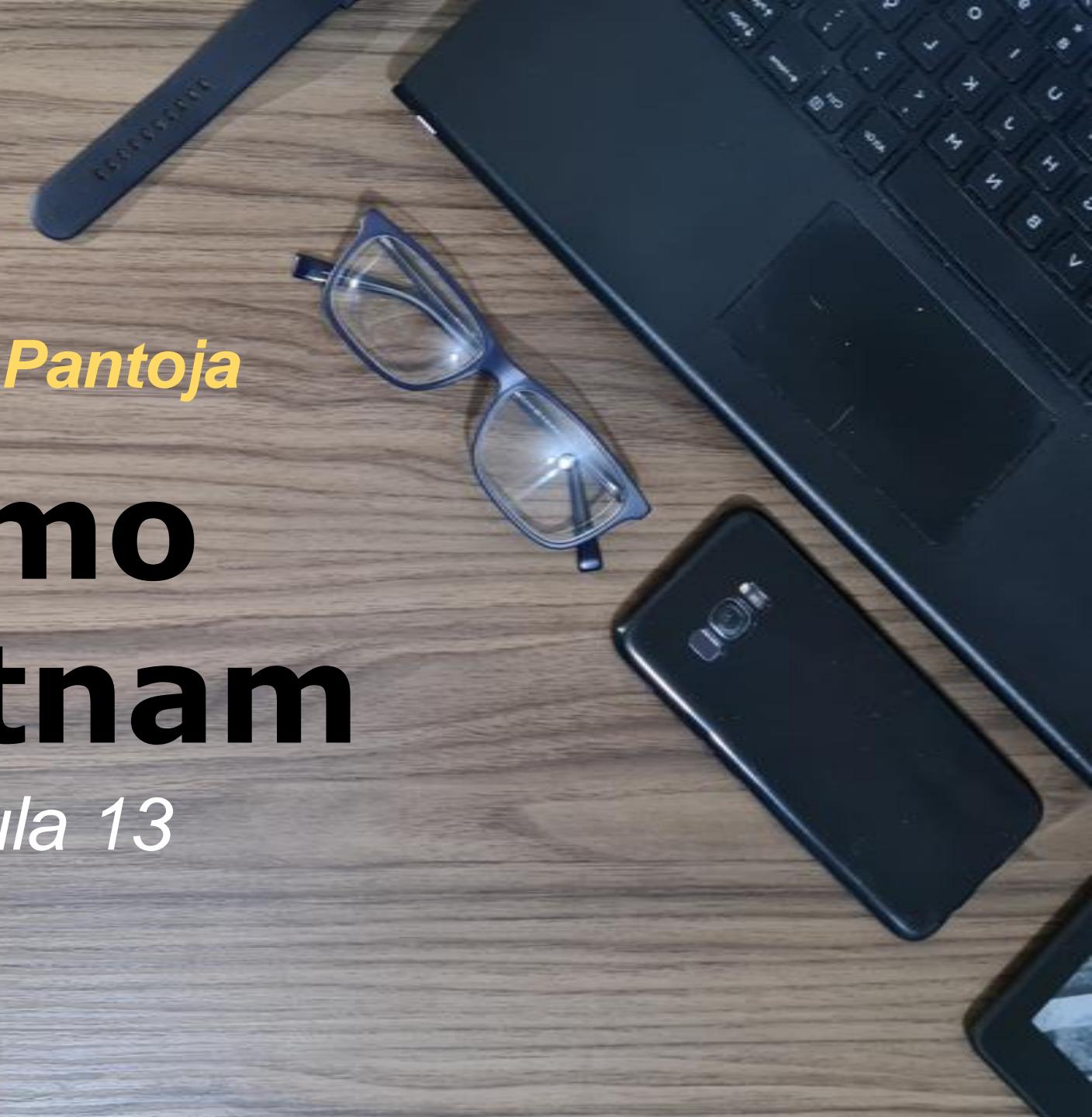
$$S_2 = \{\overline{pq}r, \overline{p}q, p, \bar{r}, \overline{pr}, r\} \rightarrow \{\square\}$$

$$S_3 = \{\overline{pq}r, \overline{p}q, p, \bar{r}, \overline{pr}, r, \square\}$$

Lógica Computacional
by Professor Pantoja

Algoritmo Davis-Putnam

Aula 13



- **Literais Puros (Pure Literals)**

- **Literais Puros (Pure Literals)**
 - É um literal que aparece em:

- **Literais Puros (Pure Literals)**
 - É um literal que aparece em:
 - a. pelo menos em uma cláusula em S

- **Literais Puros (Pure Literals)**
 - É um literal que aparece em:
 - a. pelo menos em uma cláusula em S
 - b. seu complemento não aparece em nenhuma cláusula

- **Literais Puros (Pure Literals)**
 - É um literal que aparece em:
 - a. pelo menos em uma cláusula em S
 - b. seu complemento não aparece em nenhuma cláusula

$$S' = S - \{\text{quem tem } l\}$$

$$S = \{pq\bar{r}, p\bar{q}, \bar{p}q\}$$

$$S = \{pq\bar{r}, p\bar{q}, \bar{p}q\}$$

$$S = \{pq\bar{r}, p\bar{q}, \bar{p}q\}$$

$$S = \{\textcolor{red}{pq\bar{r}}, p\bar{q}, \bar{p}q\}$$

$$S = \{pq\bar{r}, p\bar{q}, \bar{p}q\}$$

$$S = \{pq\bar{r}, p\bar{q}, \bar{p}q\}$$

$$S' = \{p\bar{q}, \bar{p}q\}$$

- Cláusulas Unitárias (Unit Clauses)

- Cláusulas Unitárias (Unit Clauses)

$$\{l\} \in S$$

- Cláusulas Unitárias (Unit Clauses)

$$\{l\} \in S$$
$$S' = S - \{\text{quem tem } l\}$$

- Cláusulas Unitárias (Unit Clauses)

$\{l\} \in S$

$S' = S - \{\text{quem tem } l\}$

– {removendo l^c das demais}

$$S = \{r, pq\bar{r}, p\bar{q}, \bar{q}s\}$$

$$S = \{r, pq\bar{r}, p\bar{q}, \bar{q}s\}$$

$$S = \{r, pq\bar{r}, p\bar{q}, \bar{q}s\}$$

$$S = \{pq\bar{r}, p\bar{q}, \bar{q}s\}$$

$$S = \{r, pq\bar{r}, p\bar{q}, \bar{q}s\}$$

$$S = \{pq\bar{r}, p\bar{q}, \bar{q}s\}$$

$$S' = \{pq, p\bar{q}, \bar{q}s\}$$

Entrada: fórmula em Forma Clausal

Saída: S é SAT ou UNSAT

Entrada: fórmula em Forma Clausal

Saída: S é SAT ou UNSAT

- 1. Aplique repetidamente, mas a III só é usada caso não seja aplicável I e II.***

Entrada: fórmula em Forma Clausal

Saída: S é SAT ou UNSAT

- 1. Aplique repetidamente, mas a III só é usada caso não seja aplicável I e II.**

I. Regra do Literal Unitário

Entrada: fórmula em Forma Clausal

Saída: S é SAT ou UNSAT

1. Aplique repetidamente, mas a III só é usada caso não seja aplicável I e II.

I. Regra do Literal Unitário

II. Regra do Literal Puro

Entrada: fórmula em Forma Clausal

Saída: S é SAT ou UNSAT

1. Aplique repetidamente, mas a III só é usada caso não seja aplicável I e II.

I. Regra do Literal Unitário

II. Regra do Literal Puro

III. Regra:

a) escolha um átomo p e execute a Resolução

Entrada: fórmula em Forma Clausal

Saída: S é SAT ou UNSAT

1. Aplique repetidamente, mas a III só é usada caso não seja aplicável I e II.

I. Regra do Literal Unitário

II. Regra do Literal Puro

III. Regra:

a) escolha um átomo p e execute a Resolução

b) adicione os resolventes a S

Entrada: fórmula em Forma Clausal

Saída: S é SAT ou UNSAT

1. Aplique repetidamente, mas a III só é usada caso não seja aplicável I e II.

I. Regra do Literal Unitário

II. Regra do Literal Puro

III. Regra:

a) escolha um átomo p e execute a Resolução

b) adicione os resolventes a S

c) elimine todas as cláusulas contendo p e \bar{p}

2. Termina Se:

2. Termina Se:

a) a cláusula vazia $\{\square\}$ for produzida - UNSAT

2. Termina Se:

- a) a cláusula vazia $\{\square\}$ for produzida - **UNSAT**
- b) as regras não são mais aplicáveis - **SAT**

$$S = \{p, \bar{p}q, \bar{q}r, \bar{r}s\}$$

$$S = \{p, \bar{p}q, \bar{q}r, \bar{r}st\}$$

$$S' = \{\textcolor{red}{p}, \bar{p}q, \bar{q}r, \bar{r}st\}$$

$$S = \{p, \bar{p}q, \bar{q}r, \bar{r}st\}$$

$$S' = \{q, \bar{q}r, \bar{r}st\}$$

$$S = \{p, \bar{p}q, \bar{q}r, \bar{r}st\}$$

$$S' = \{q, \bar{q}r, \bar{r}st\}$$

$$S' = \{\textcolor{red}{q}, \bar{q}r, \bar{r}st\}$$

$$S = \{p, \bar{p}q, \bar{q}r, \bar{r}st\}$$

$$S' = \{q, \bar{q}r, \bar{r}st\}$$

$$S' = \{r, \bar{r}st\}$$

$$S = \{p, \bar{p}q, \bar{q}r, \bar{r}st\}$$

$$S' = \{q, \bar{q}r, \bar{r}st\}$$

$$S' = \{r, \bar{r}st\}$$

$$S' = \{\mathbf{r}, \bar{r}st\}$$

$$S = \{p, \bar{p}q, \bar{q}r, \bar{r}st\}$$

$$S' = \{q, \bar{q}r, \bar{r}st\}$$

$$S' = \{r, \bar{r}st\}$$

$$S' = \{st\}$$

$$S = \{p, \bar{p}q, \bar{q}r, \bar{r}st\}$$

$$S' = \{q, \bar{q}r, \bar{r}st\}$$

$$S' = \{r, \bar{r}st\}$$

$$S' = \{st\}$$

A aplicação repetida da regra do literal unitário até ela não ser mais aplicável é conhecida como **unit propagation ou Boolean constraint propagation.**

$$S = \{r, pq\bar{r}, p\bar{q}, \bar{q}r\}$$

$S = \{\text{r}, pqr\bar{r}, p\bar{q}, \bar{q}\bar{r}\}$ → L. Unitário

$$S = \{\textcolor{red}{r}, pq\bar{r}, p\bar{q}, \bar{q}\bar{r}\} \quad \rightarrow \quad L. \text{ Unitário}$$

$$S' = \{pq, p\bar{q}, \bar{q}\}$$

$$S = \{\textcolor{red}{r}, pqr\bar{r}, p\bar{q}, \bar{q}\bar{r}\} \rightarrow \text{L. Unitário}$$

$$S' = \{\textcolor{red}{pq}, p\bar{q}, \bar{q}\} \rightarrow \text{L. Unitário}$$

$$S = \{\textcolor{red}{r}, pqr\bar{r}, p\bar{q}, \bar{q}\bar{r}\} \rightarrow \text{L. Unitário}$$

$$S' = \{\textcolor{red}{pq}, p\bar{q}, \bar{q}\} \rightarrow \text{L. Unitário}$$

$$S' = \{p\}$$

$$S = \{\overline{p}\overline{q}r, \overline{p}q, p, \bar{r}\}$$

$S = \{\overline{pq}\textcolor{red}{r}, \overline{p}q, p, \bar{r}\}$ → L. Unitário

$$S = \{\overline{pq}\textcolor{red}{r}, \overline{p}q, p, \bar{r}\} \quad \rightarrow \quad L. \text{ Unitário}$$

$$S' = \{\overline{pq}, \overline{p}q, p\}$$

$$S = \{\overline{pq}\textcolor{red}{r}, \overline{p}q, p, \bar{r}\} \rightarrow \text{L. Unitário}$$

$$S' = \{\overline{p}\overline{q}, \overline{p}q, p\} \rightarrow \text{L. Unitário}$$

$$S = \{\overline{pq}\textcolor{red}{r}, \overline{p}q, p, \bar{r}\} \rightarrow \text{L. Unitário}$$

$$S' = \{\overline{p}\overline{q}, \overline{p}q, p\} \rightarrow \text{L. Unitário}$$

$$S' = \{\overline{q}, q\}$$

$$S = \{\overline{pq}\textcolor{red}{r}, \overline{p}q, p, \bar{r}\} \rightarrow \text{L. Unitário}$$

$$S' = \{\overline{p}\overline{q}, \overline{p}q, p\} \rightarrow \text{L. Unitário}$$

$$S' = \{\overline{q}, q\} \rightarrow \{\square\}$$

$$S = \{p\bar{q}, pq, \bar{p}r, \bar{p}\bar{r}, sr\}$$

$S = \{p\bar{q}, pq, \bar{p}r, \bar{p}\bar{r}, sr\}$ → L. Puro

$$S = \{p\bar{q}, pq, \bar{p}r, \bar{p}\bar{r}, \textcolor{red}{sr}\} \quad \rightarrow \quad \text{L. Puro}$$

$$S' = \{p\bar{q}, pq, \bar{p}r, \bar{p}\bar{r}\}$$

$$S = \{p\bar{q}, pq, \bar{p}r, \bar{p}\bar{r}, s\bar{r}\} \rightarrow L. Puro$$

$$S' = \{p\bar{q}, pq, \bar{p}r, \bar{p}\bar{r}\} \rightarrow \text{Resolução}$$

$$S = \{p\bar{q}, pq, \bar{p}r, \bar{p}\bar{r}, s\bar{r}\} \rightarrow L. Puro$$

$$S' = \{p\bar{q}, pq, \bar{p}r, \bar{p}\bar{r}\} \rightarrow \text{Resolução}$$

$$S' = \{p, \bar{p}r, \bar{p}\bar{r}\}$$

$S = \{p\bar{q}, pq, \bar{p}r, \bar{p}\bar{r}, sr\}$ → L. Puro

$S' = \{p\bar{q}, pq, \bar{p}r, \bar{p}\bar{r}\}$ → Resolução

$S' = \{p, \bar{p}r, \bar{p}\bar{r}\}$ → L. Unitário

$S = \{p\bar{q}, pq, \bar{p}r, \bar{p}\bar{r}, sr\}$ → L. Puro

$S' = \{p\bar{q}, pq, \bar{p}r, \bar{p}\bar{r}\}$ → Resolução

$S' = \{p, \bar{p}r, \bar{p}\bar{r}\}$ → L. Unitário

$S' = \{r, \bar{r}\}$

$$S = \{p\bar{q}, pq, \bar{p}r, \bar{p}\bar{r}, s\bar{r}\} \rightarrow L. Puro$$

$$S' = \{p\bar{q}, pq, \bar{p}r, \bar{p}\bar{r}\} \rightarrow \text{Resolução}$$

$$S' = \{p, \bar{p}r, \bar{p}\bar{r}\} \rightarrow L. Unitário$$

$$S' = \{r, \bar{r}\} \rightarrow \{\square\}$$

Lógica Computacional
by Professor Pantoja

Algoritmo DPLL

Aula 14

Entrada: fórmula em Forma Clausal

Saída: S é SAT e retorna uma interpretação parcial ou UNSAT

Entrada: fórmula em Forma Clausal

Saída: S é SAT e retorna uma interpretação parcial ou UNSAT

I. Função Recursiva DPLL(S, I)

Entrada: fórmula em Forma Clausal

Saída: S é SAT e retorna uma interpretação parcial ou UNSAT

I. Função Recursiva DPLL(S, I)

- i. Crie um Subconjunto S' aplicando repetidamente a Propagação Unitária (Unit Propagation).*

Entrada: fórmula em Forma Clausal

Saída: S é SAT e retorna uma interpretação parcial ou UNSAT

I. Função Recursiva DPLL(S, I)

- i. Crie um Subconjunto S' aplicando repetidamente a Propagação Unitária (Unit Propagation).*
- ii. Crie I' adicionando todas as Interpretações assumidas no processo.*

Entrada: fórmula em Forma Clausal

Saída: S é SAT e retorna uma interpretação parcial ou UNSAT

I. Função Recursiva DPLL(S, I)

- i. Crie um Subconjunto S' aplicando repetidamente a Propagação Unitária (Unit Propagation).**
- ii. Crie I' adicionando todas as Interpretações assumidas no processo.**

II. Avalie S' a partir de I'

Entrada: fórmula em Forma Clausal

Saída: S é SAT e retorna uma interpretação parcial ou UNSAT

I. Função Recursiva DPLL(S, I)

- i. Crie um Subconjunto S' aplicando repetidamente a Propagação Unitária (Unit Propagation).**
- ii. Crie I' adicionando todas as Interpretações assumidas no processo.**

II. Avalie S' a partir de I'

- i. Se S' contém Cláusula Conflitante, retorne UNSAT.**

Entrada: fórmula em Forma Clausal

Saída: S é SAT e retorna uma interpretação parcial ou UNSAT

I. Função Recursiva DPLL(S, I)

- i. Crie um Subconjunto S' aplicando repetidamente a Propagação Unitária (Unit Propagation).
- ii. Crie I' adicionando todas as Interpretações assumidas no processo.

II. Avalie S' a partir de I'

- i. Se S' contém Cláusula Conflitante, retorne UNSAT.
- ii. Se S' é SAT retorne I' .

Entrada: fórmula em Forma Clausal

Saída: S é SAT e retorna uma interpretação parcial ou UNSAT

I. Função Recursiva DPLL(S, I)

- i. Crie um Subconjunto S' aplicando repetidamente a Propagação Unitária (Unit Propagation).*
- ii. Crie I' adicionando todas as Interpretações assumidas no processo.*

II. Avalie S' a partir de I'

- i. Se S' contém Cláusula Conflitante, retorne UNSAT.*
- ii. Se S' é SAT retorne I' .*
- iii. Caso Contrário, continuar.*

II. Selecionar um átomo p em S'

II. Selecionar um átomo p em S'

i. Escolha um valor V ou F .

II. Selecionar um átomo p em S'

- i. Escolha um valor V ou F .***
- ii. $I1$ é a interpretação I' com a valoração escolhida.***

II. Selecionar um átomo p em S'

i. Escolha um valor V ou F .

ii. $I1$ é a interpretação I' com a valoração escolhida.

III. Resultado = $DPLL(S', I1)$

II. Selecionar um átomo p em S'

- i. **Escolha um valor V ou F .**
- ii. **$I1$ é a interpretação I' com a valoração escolhida.**

III. Resultado = DPLL($S', I1$)

- i. **Se o Resultado não for UNSAT, retornar Resultado.**

II. Selecionar um átomo p em S'

- i. Escolha um valor V ou F .***
- ii. $I1$ é a interpretação I' com a valoração escolhida.***

III. Resultado = DPLL($S', I1$)

- i. Se o Resultado não for UNSAT, retornar Resultado.***
- ii. Caso Contrário, continuar.***

II. Selecionar um átomo p em S'

- i. **Escolha um valor V ou F .**
- ii. **$I1$ é a interpretação I' com a valoração escolhida.**

III. Resultado = DPLL($S', I1$)

- i. **Se o Resultado não for UNSAT, retornar Resultado.**
- ii. **Caso Contrário, continuar.**

IV. $I2$ é a interpretação I' com valoração complementar de p .

II. Selecionar um átomo p em S'

- i. **Escolha um valor V ou F .**
- ii. **$I1$ é a interpretação I' com a valoração escolhida.**

III. $\text{Resultado} = \text{DPLL}(S', I1)$

- i. **Se o Resultado não for UNSAT , retornar Resultado .**
- ii. **Caso Contrário, continuar.**

IV. $I2$ é a interpretação I' com valoração complementar de p .

V. $\text{Resultado} = \text{DPLL}(S', I2)$

II. Selecionar um átomo p em S'

- i. Escolha um valor **V** ou **F**.
- ii. $I1$ é a interpretação I' com a valoração escolhida.

III. **Resultado** = $DPLL(S', I1)$

- i. Se o **Resultado** não for **UNSAT**, retornar **Resultado**.
- ii. Caso Contrário, continuar.

IV. $I2$ é a interpretação I' com valoração complementar de p .

V. **Resultado** = $DPLL(S', I2)$

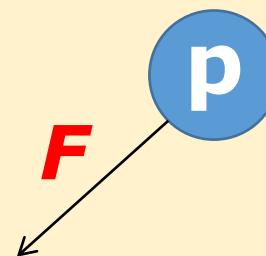
- i. retornar **Resultado**.

$$\{\bar{p}qr, prs, pr\bar{s}, p\bar{r}s, p\bar{r}\bar{s}, \bar{q}\bar{r}s, \bar{p}q\bar{r}, \bar{p}\bar{q}r\}$$

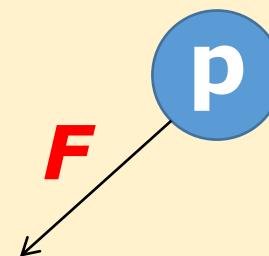
$\{\bar{p}qr, prs, pr\bar{s}, p\bar{r}s, p\bar{r}\bar{s}, \bar{q}\bar{r}s, \bar{p}q\bar{r}, \bar{p}\bar{q}r\}$



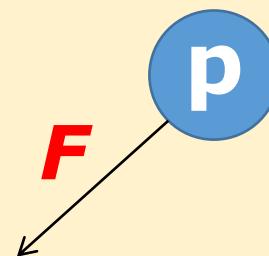
$\{\bar{p}qr, prs, pr\bar{s}, p\bar{r}s, p\bar{r}\bar{s}, \bar{q}\bar{r}s, \bar{p}q\bar{r}, \bar{p}\bar{q}r\}$



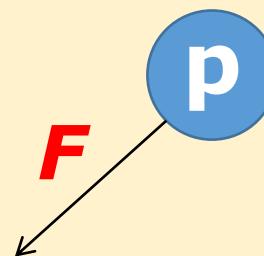
$\{\bar{p}qr, \boxed{prs}, \boxed{pr\bar{s}}, \boxed{p\bar{r}s}, \boxed{p\bar{r}s}, \bar{q}\bar{r}s, \bar{p}q\bar{r}, \bar{p}\bar{q}r\}$



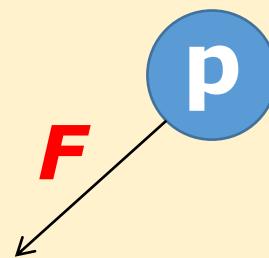
$\{\bar{p}qr, rs, r\bar{s}, \bar{r}s, \bar{r}\bar{s}, \bar{q}\bar{r}s, \bar{p}q\bar{r}, \bar{p}\bar{q}r\}$



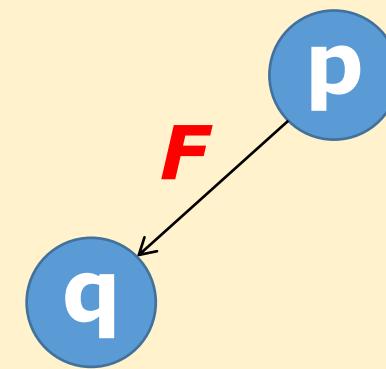
{ \overline{pqr} , rs , $r\bar{s}$, $\bar{r}s$, $\bar{r}\bar{s}$, \overline{qrs} , $\overline{pqr}, \overline{pqr}$ }



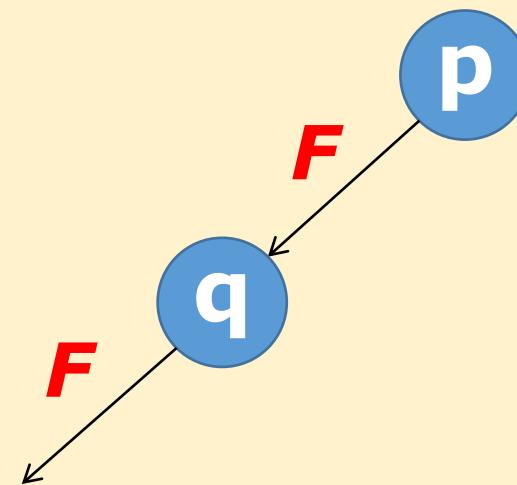
{ $rs, \ r\bar{s}, \ \bar{r}s, \ \bar{r}\bar{s}, \bar{q}r\bar{s}$ }



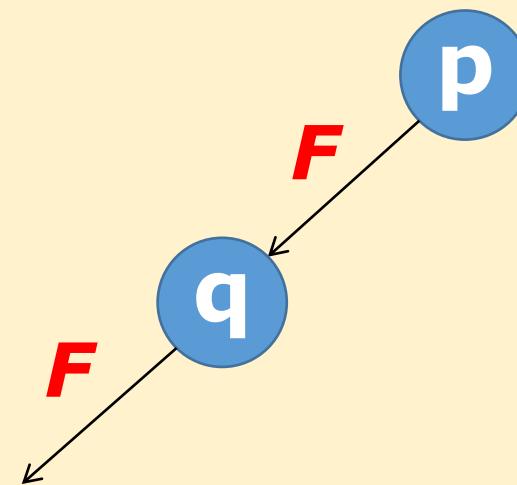
{ $rs, \ r\bar{s}, \ \bar{r}s, \ \bar{r}\bar{s}, \bar{q}r\bar{s}$ }



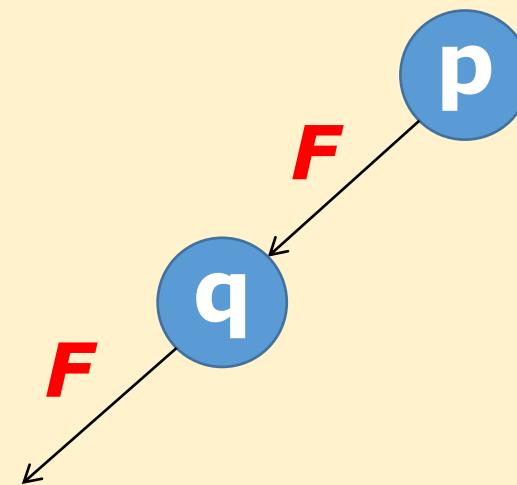
{ $rs, \ r\bar{s}, \ \bar{r}s, \ \bar{r}\bar{s}, \bar{q}r\bar{s}$ }



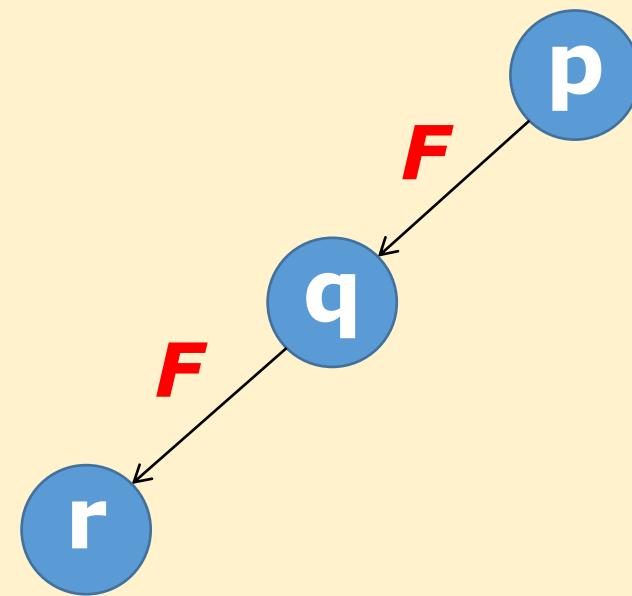
{ $rs, \ r\bar{s}, \ \bar{r}s, \ \bar{r}\bar{s}, \boxed{\overline{qrs}}$ }



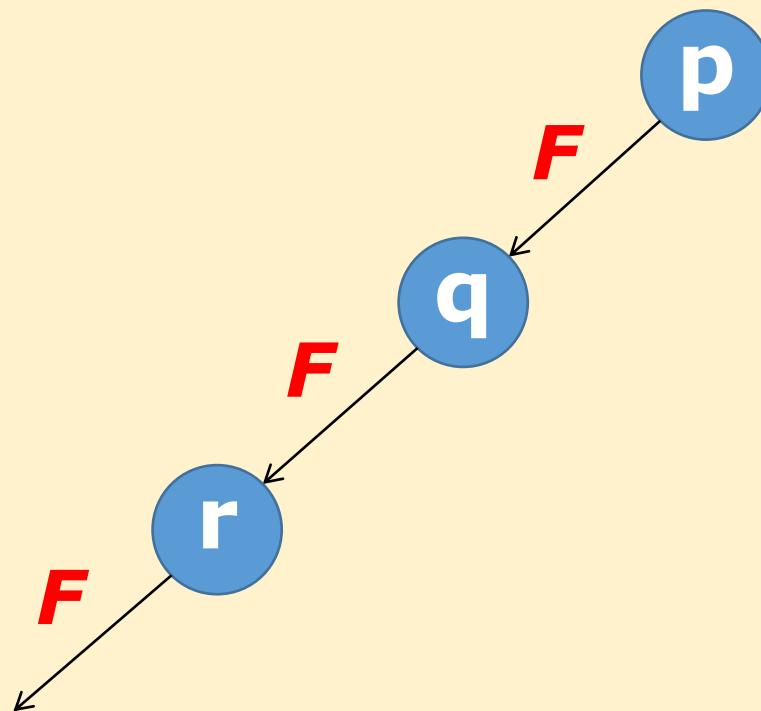
{ $r s,$ $r \bar{s},$ $\bar{r} s,$ $\bar{r} \bar{s},$ }



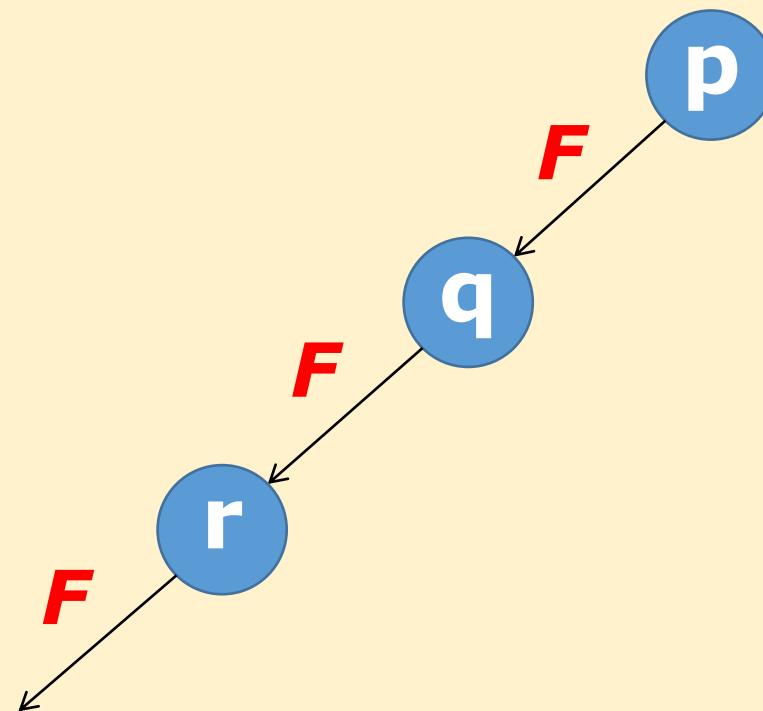
{ $rs, \ r\bar{s}, \ \bar{r}s, \ \bar{r}\bar{s},$ }



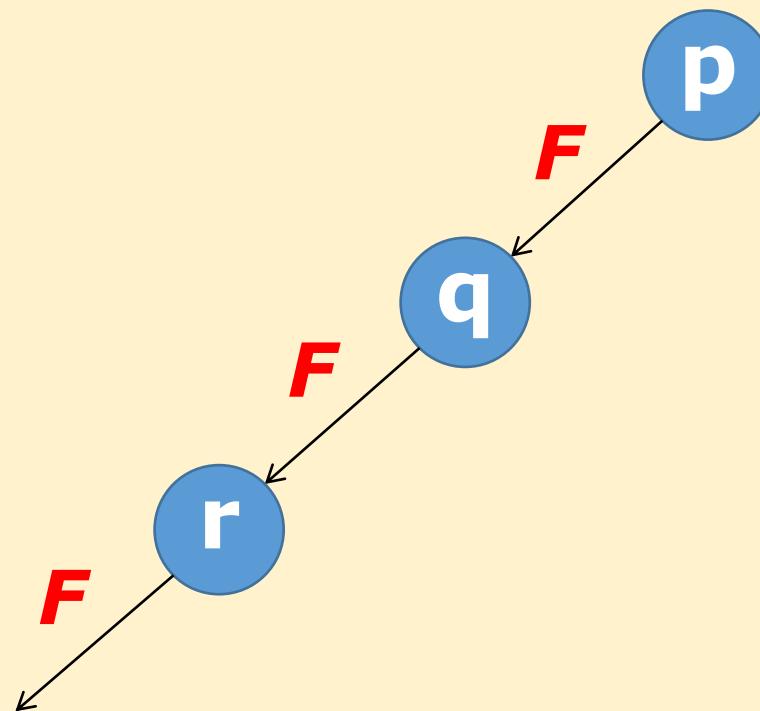
{ $r s, \ r \bar{s}, \ \bar{r} s, \ \bar{r} \bar{s},$ }



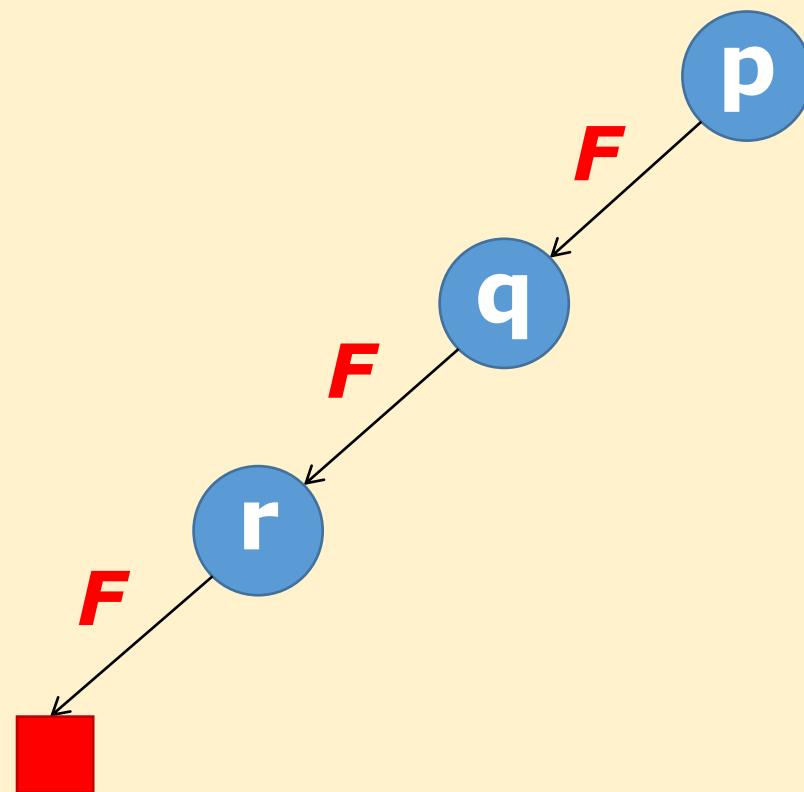
{ \boxed{rs} , $\boxed{r\bar{s}}$, $\bar{r}s$, $\bar{r}\bar{s}$, }



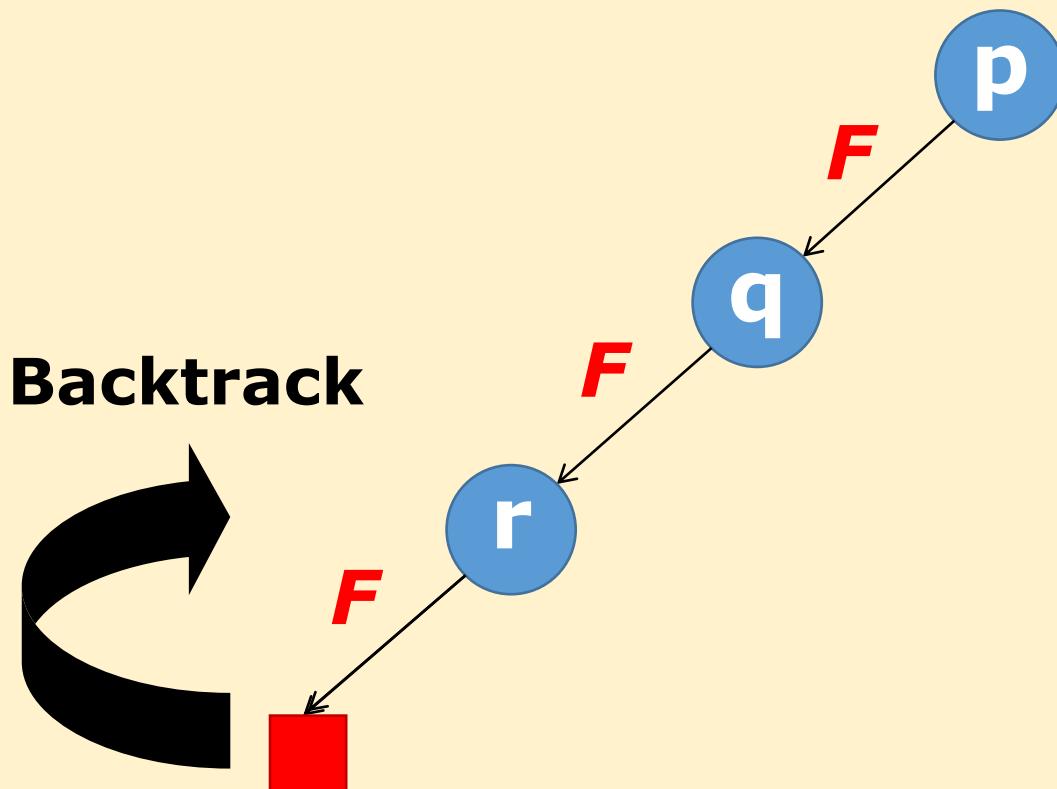
{ s , \bar{s} , $\bar{r}s$, $\bar{r}\bar{s}$, }



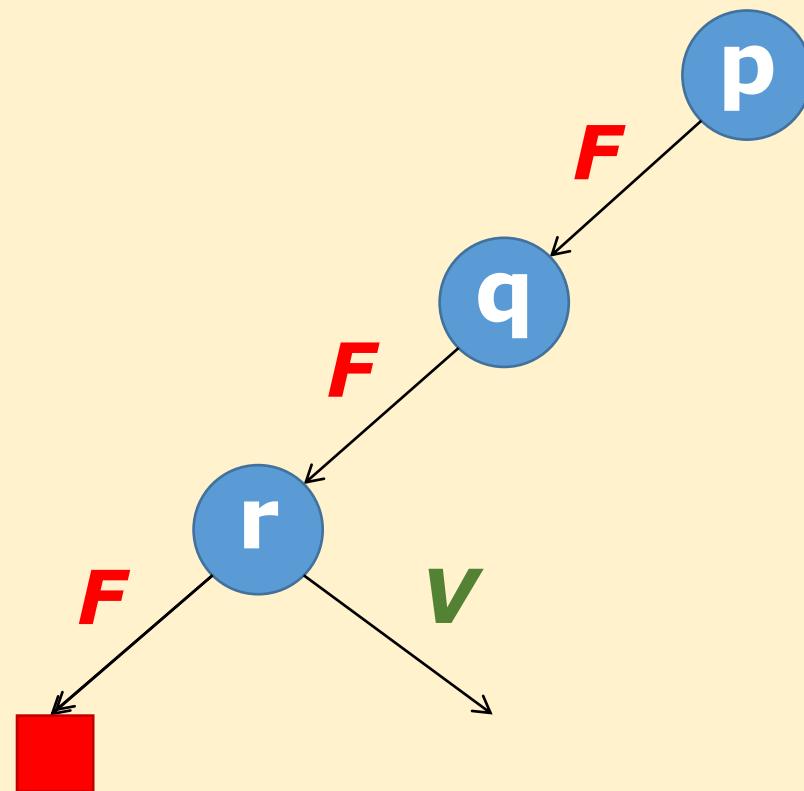
{ s , \bar{s} , $\bar{r}s$, $\bar{r}\bar{s}$, }



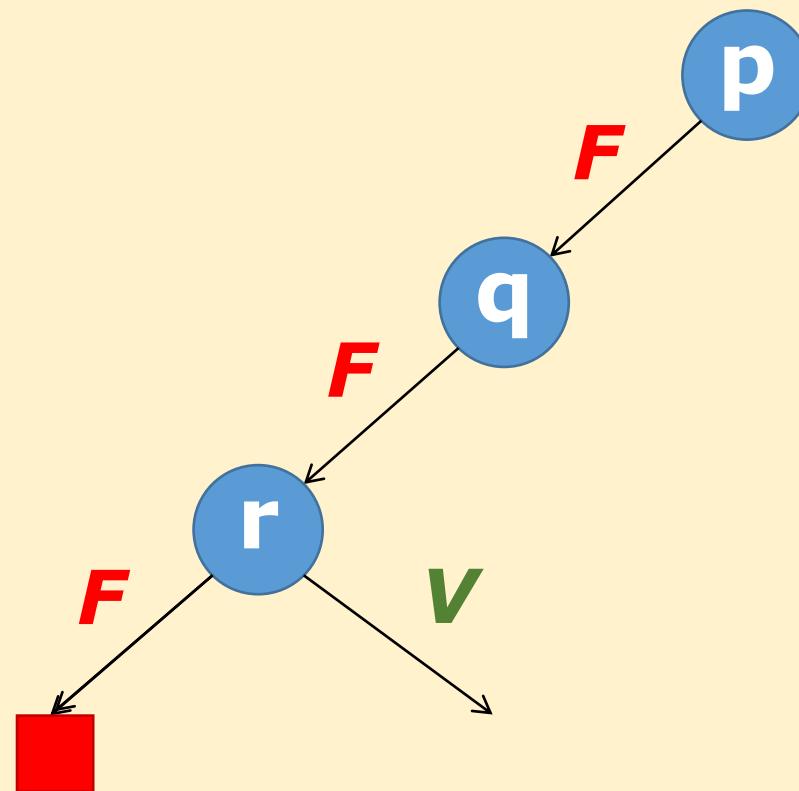
{ $rs, \ r\bar{s}, \ \bar{r}s, \ \bar{r}\bar{s},$ }



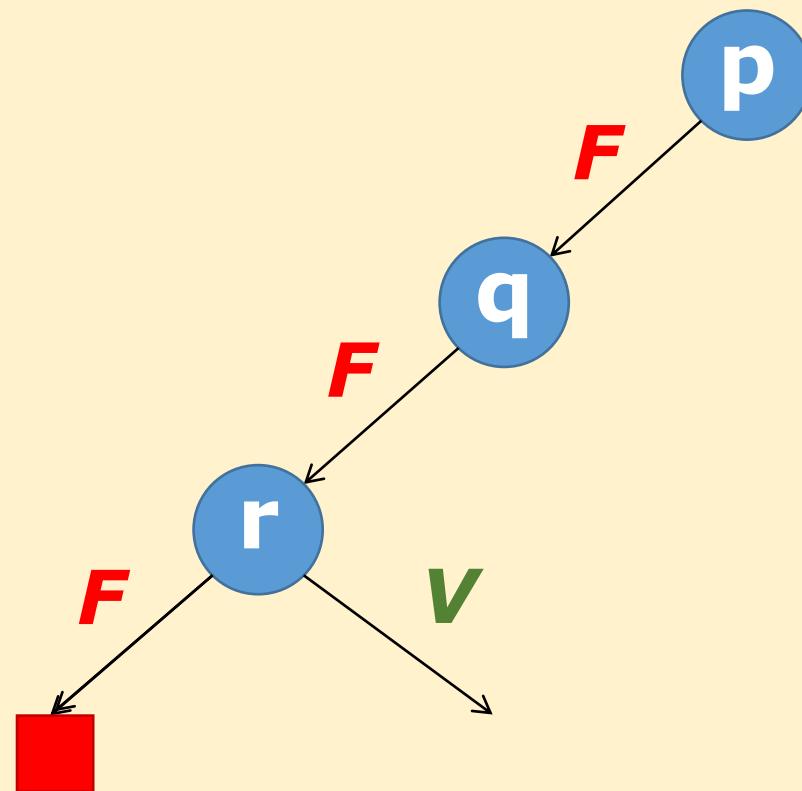
{ $r s, \ r \bar{s}, \ \bar{r} s, \ \bar{r} \bar{s},$ }



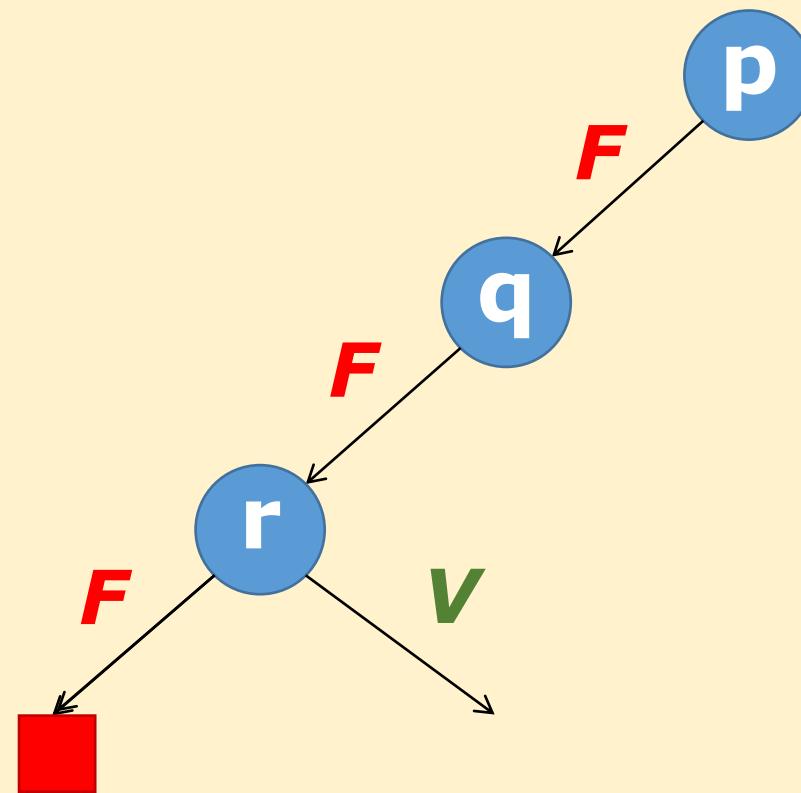
{ **rs, r̄s,** $\bar{r}s$, $\bar{r}\bar{s}$, }



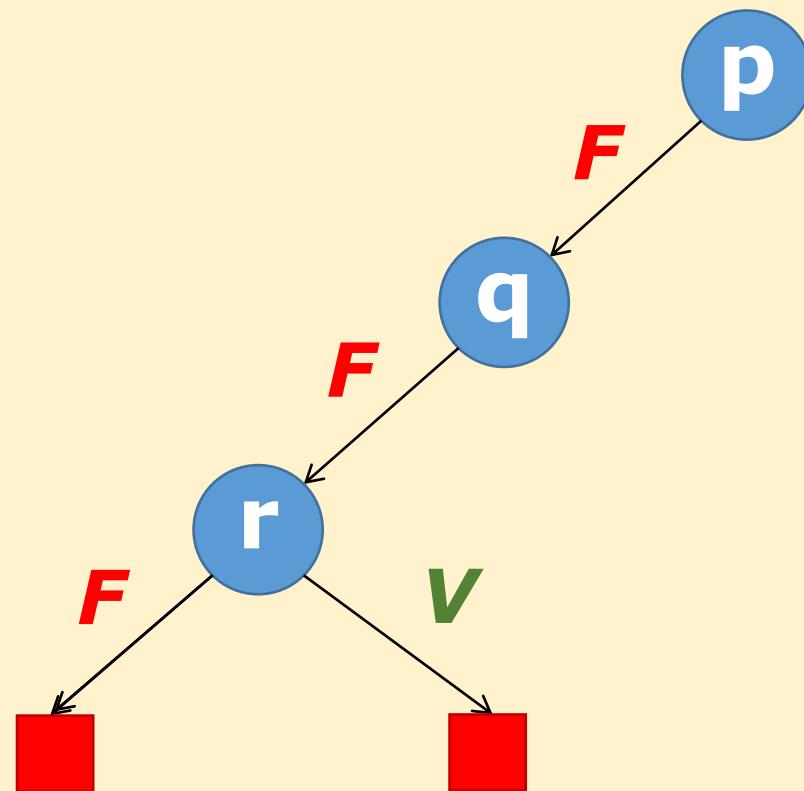
{ $\bar{r}s, \quad \bar{r}\bar{s},$ }



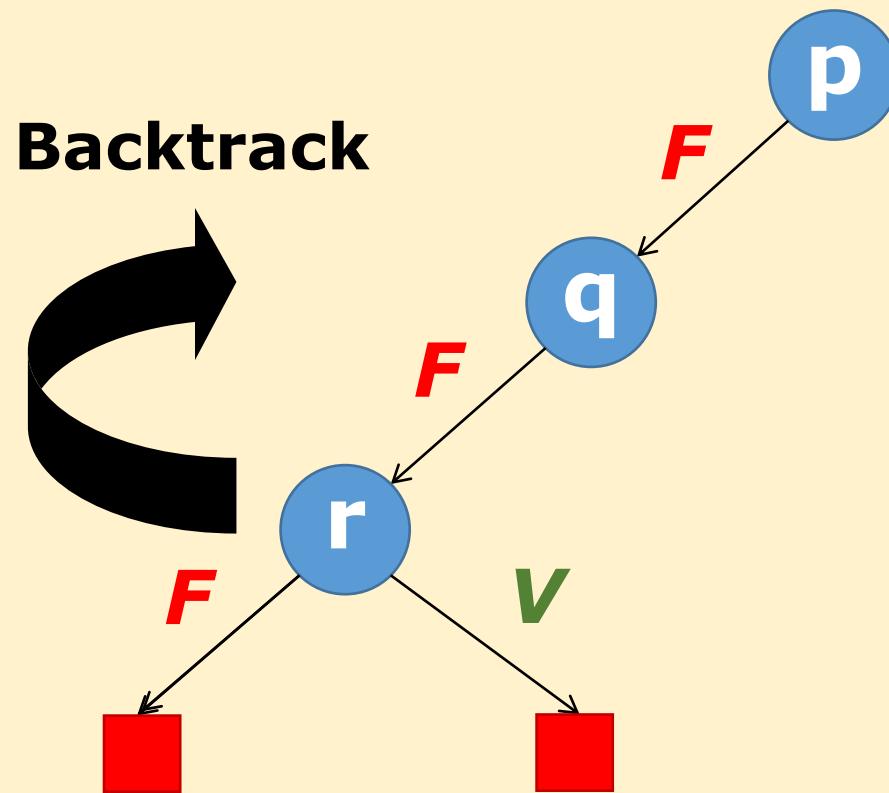
{ $\bar{r}s$, $\bar{r}\bar{s}$, }



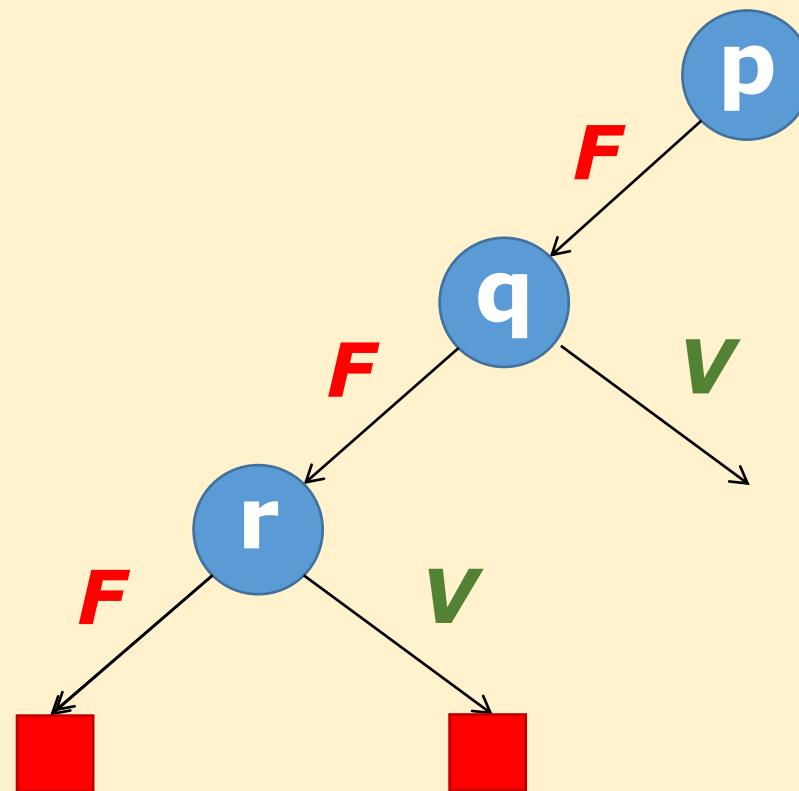
{ $s,$ $\bar{s},$ }



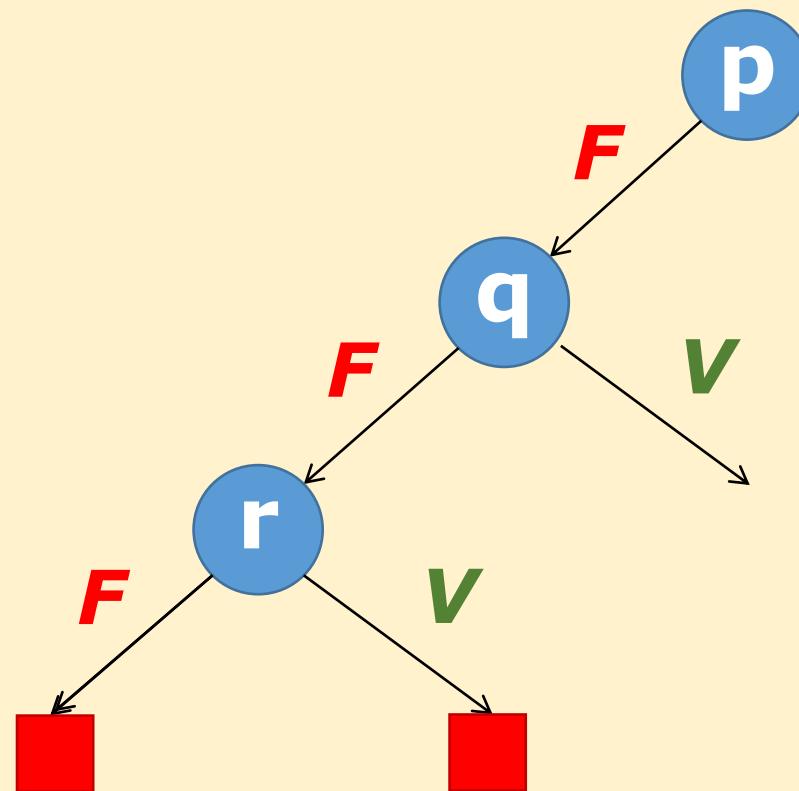
{ $r s, \ r \bar{s}, \ \bar{r} s, \ \bar{r} \bar{s}, \bar{q} \bar{r} s$ }



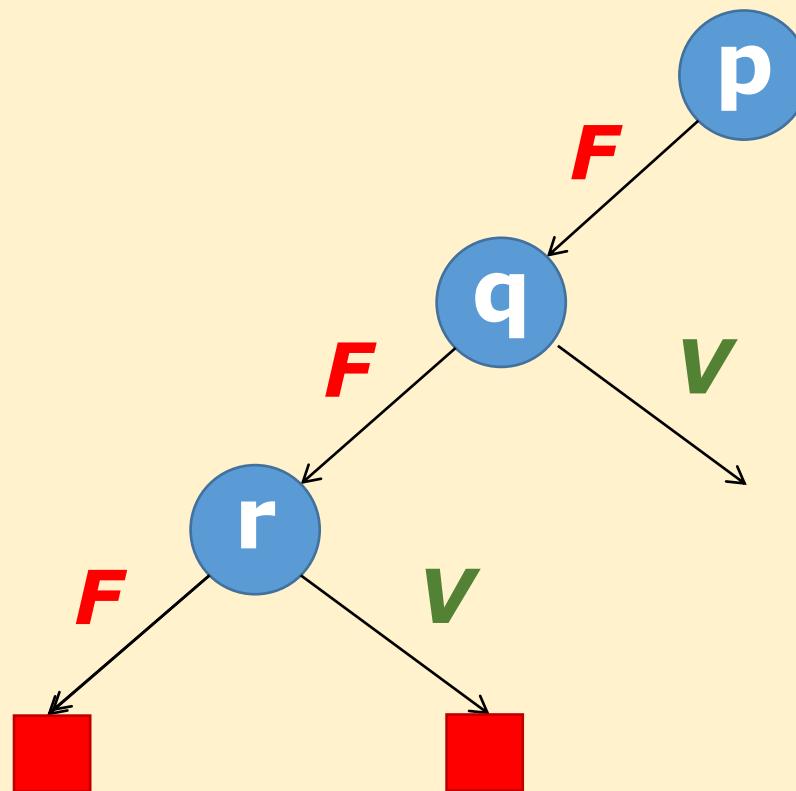
{ $rs, \ r\bar{s}, \ \bar{r}s, \ \bar{r}\bar{s}, \ \bar{q}rs$ }



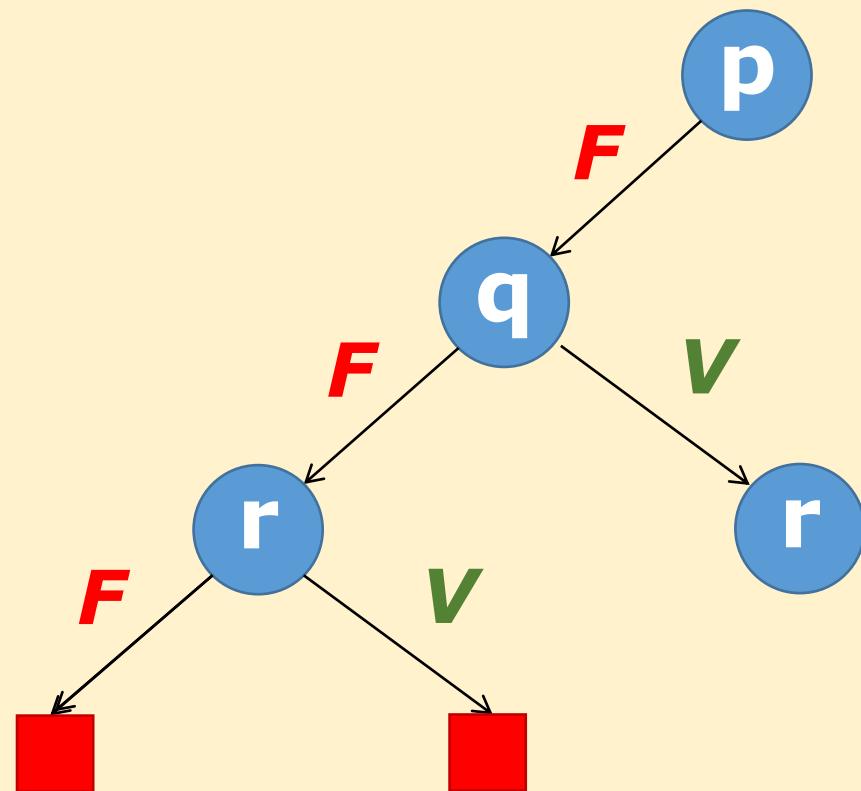
{ $rs, \ r\bar{s}, \ \bar{r}s, \ \bar{r}\bar{s}, \boxed{\bar{q}\bar{r}s}$ }



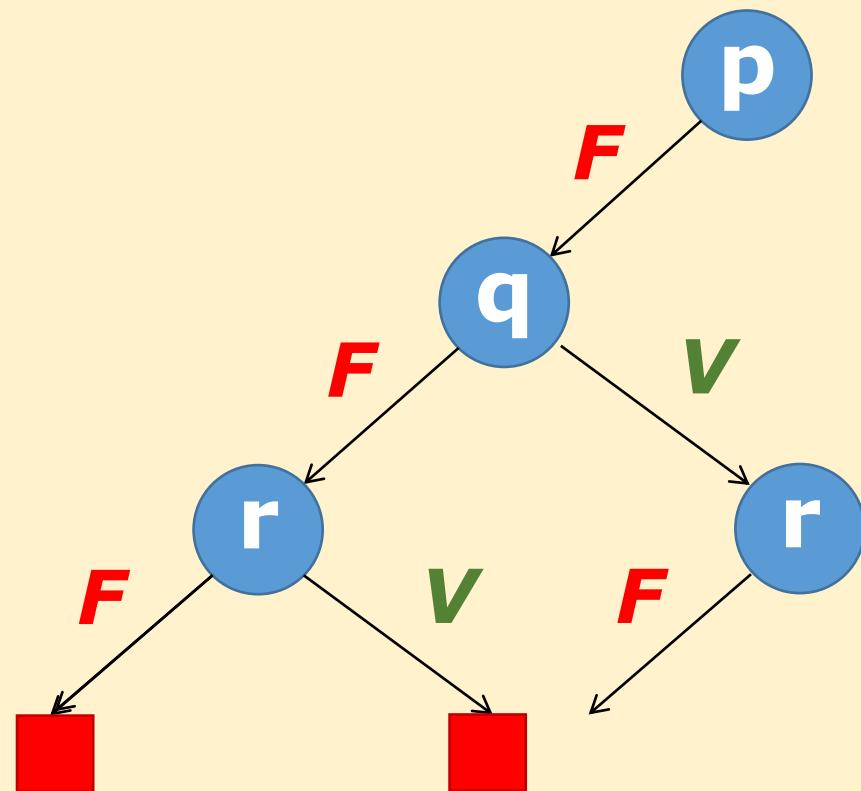
{ $r s$, $r \bar{s}$, $\bar{r} s$, $\bar{r} \bar{s}$, $\bar{r} s$ }



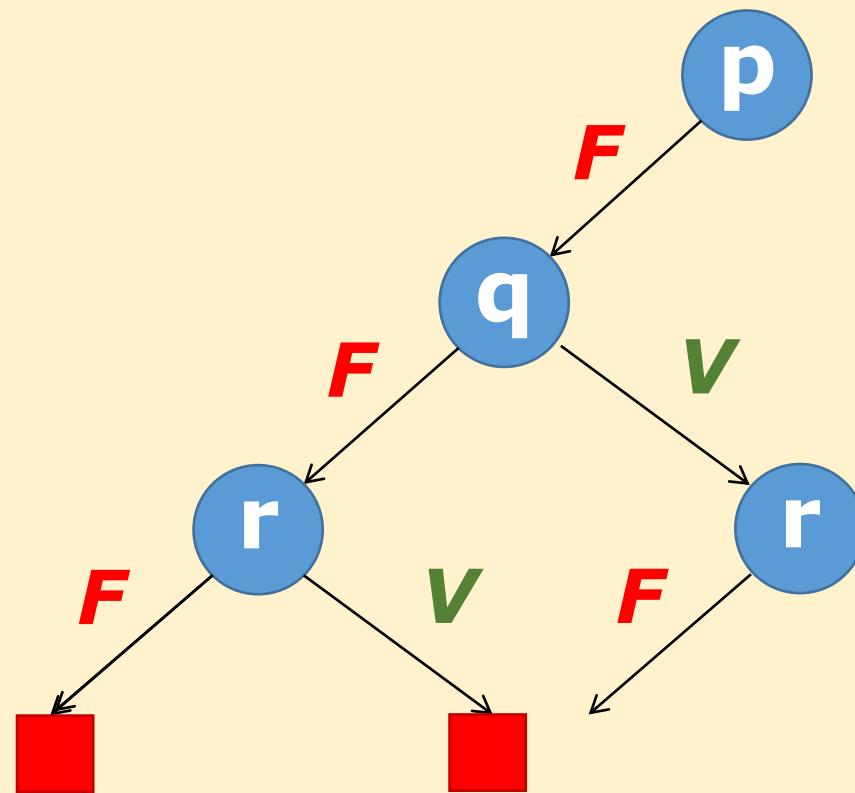
{ $r s$, $r \bar{s}$, $\bar{r} s$, $\bar{r} \bar{s}$, $\bar{r} s$ }



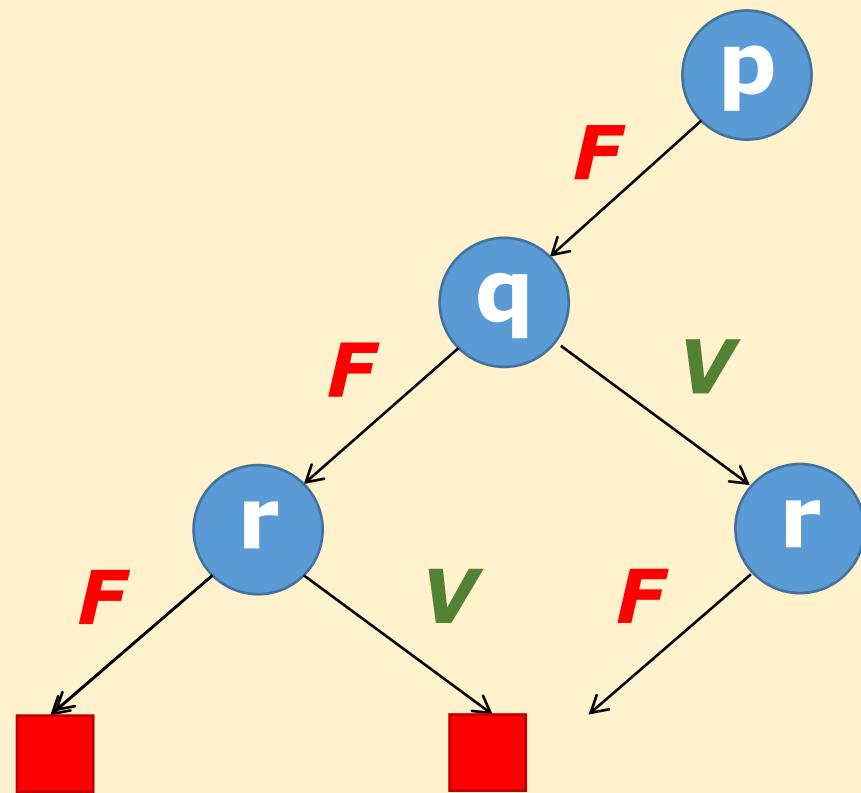
{ $r s$, $r \bar{s}$, $\bar{r} s$, $\bar{r} \bar{s}$, $\bar{r} s$ }



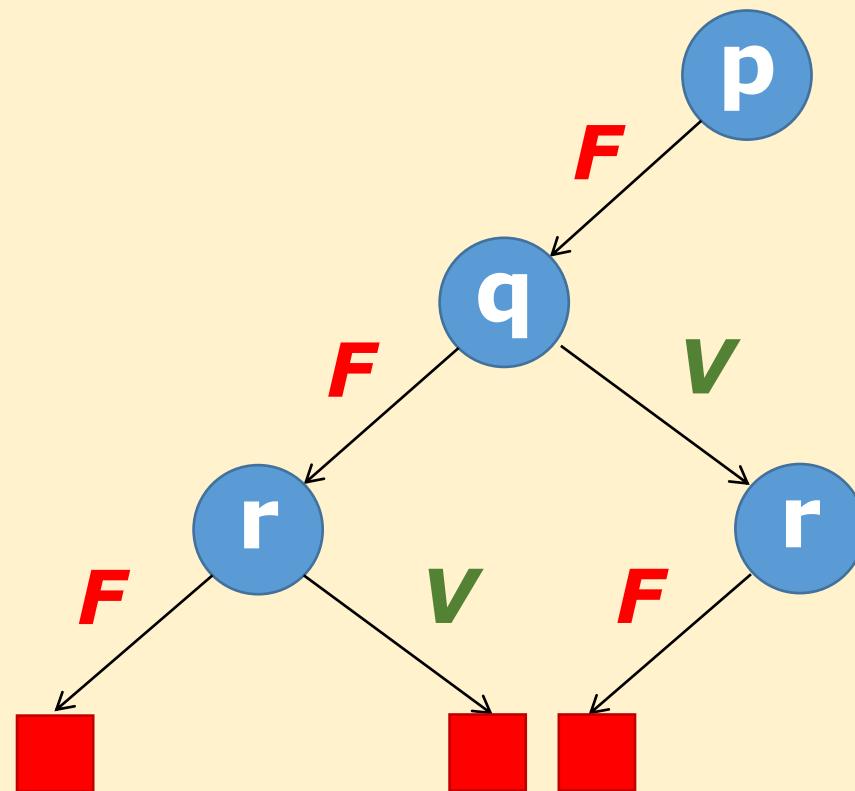
{ \boxed{rs} , $\boxed{r\bar{s}}$, $\bar{r}s$, $\bar{r}\bar{s}$, $\bar{r}s$ }



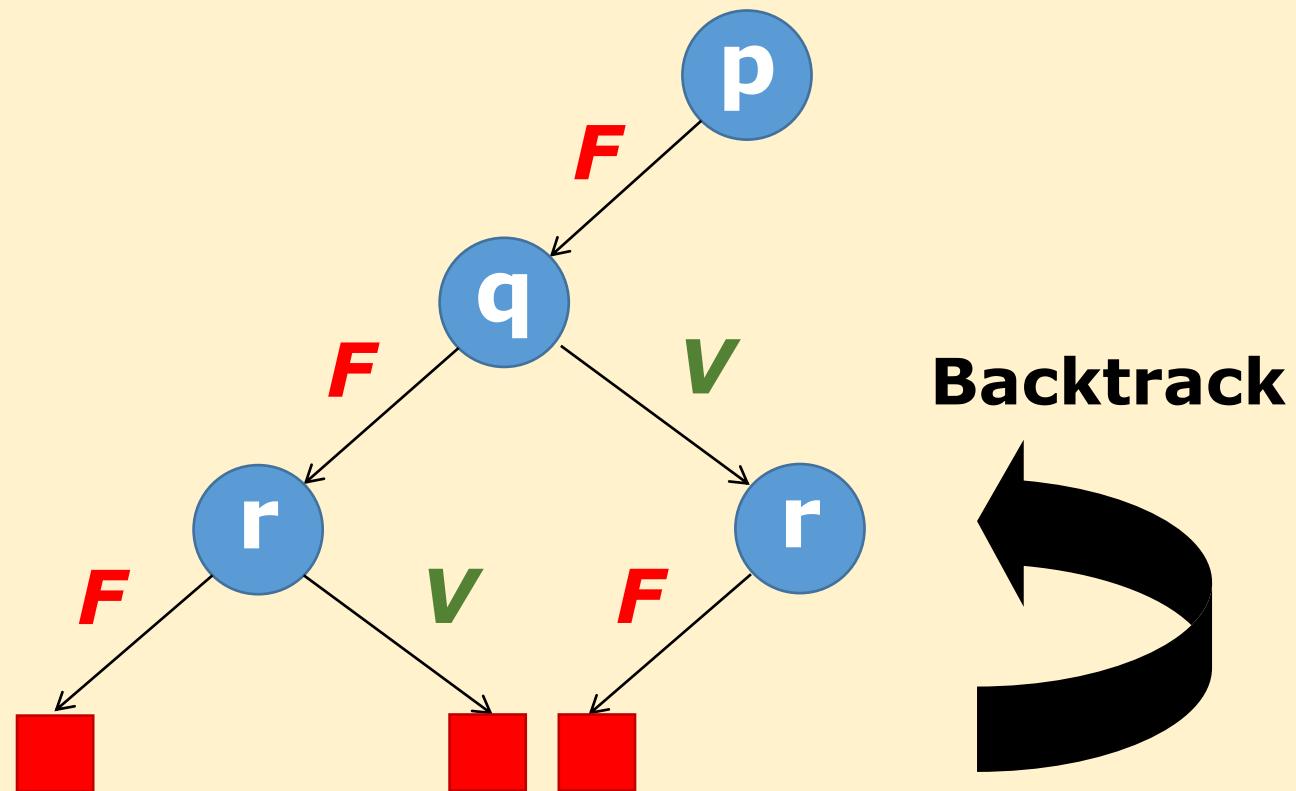
{ s , \bar{s} , $\bar{r}s$, $\bar{r}\bar{s}$, $\bar{r}s$ }



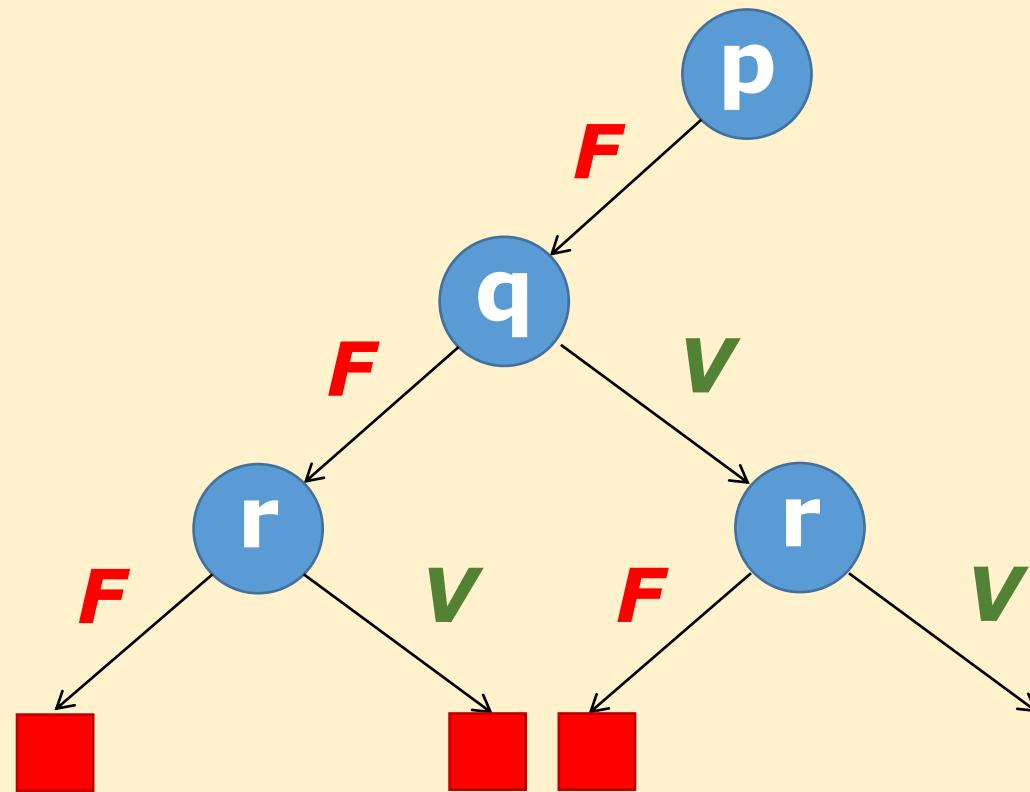
{ $r s, \ r \bar{s}, \ \bar{r} s, \ \bar{r} \bar{s}, \ \bar{r} s$ }



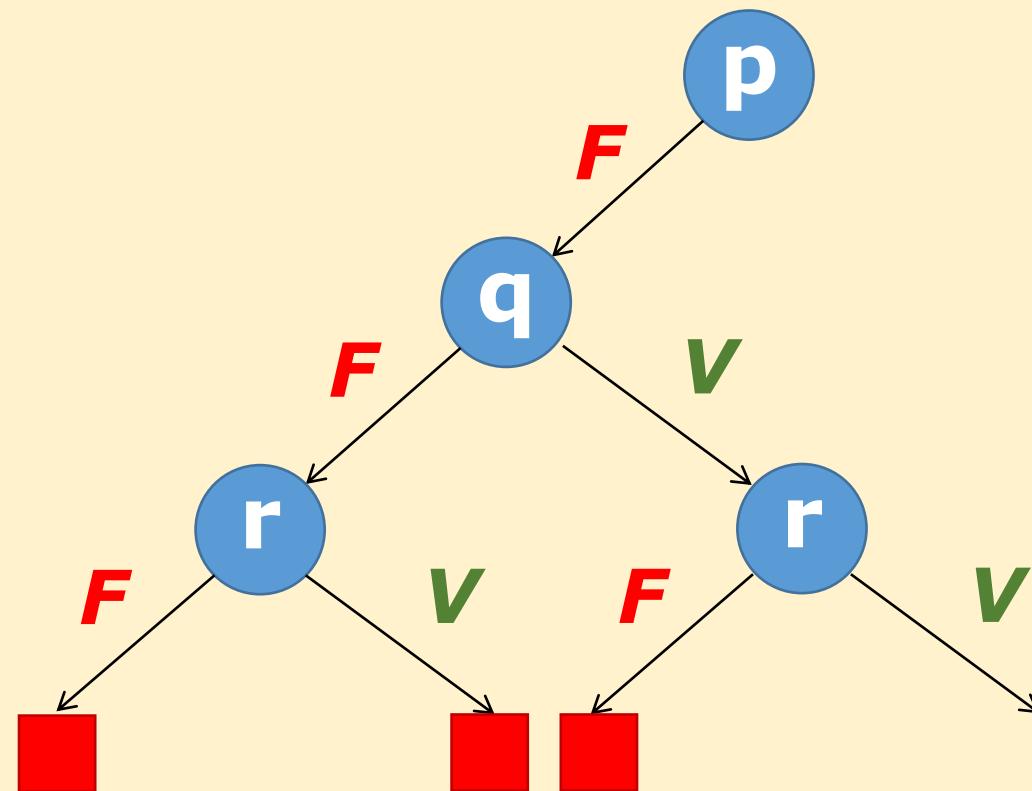
{ $r s, \ r \bar{s}, \ \bar{r} s, \ \bar{r} \bar{s}, \ \bar{r} s$ }



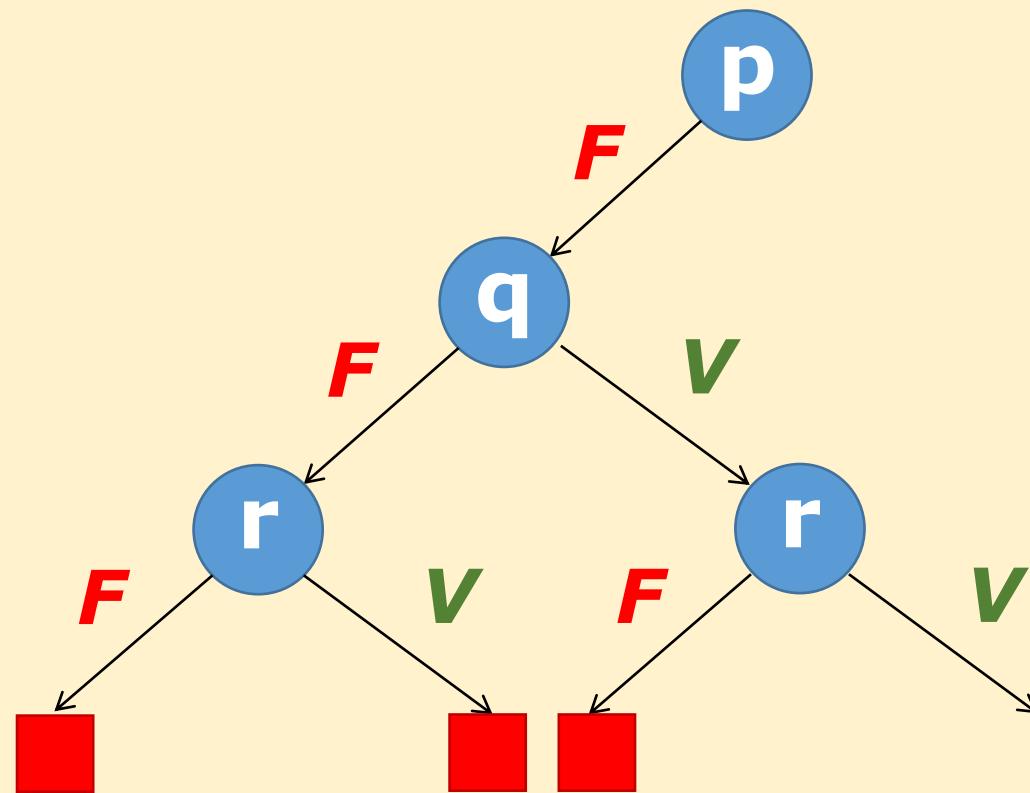
{ \boxed{rs} , $\boxed{r\bar{s}}$, $\bar{r}s$, $\bar{r}\bar{s}$, $\bar{r}s$ }



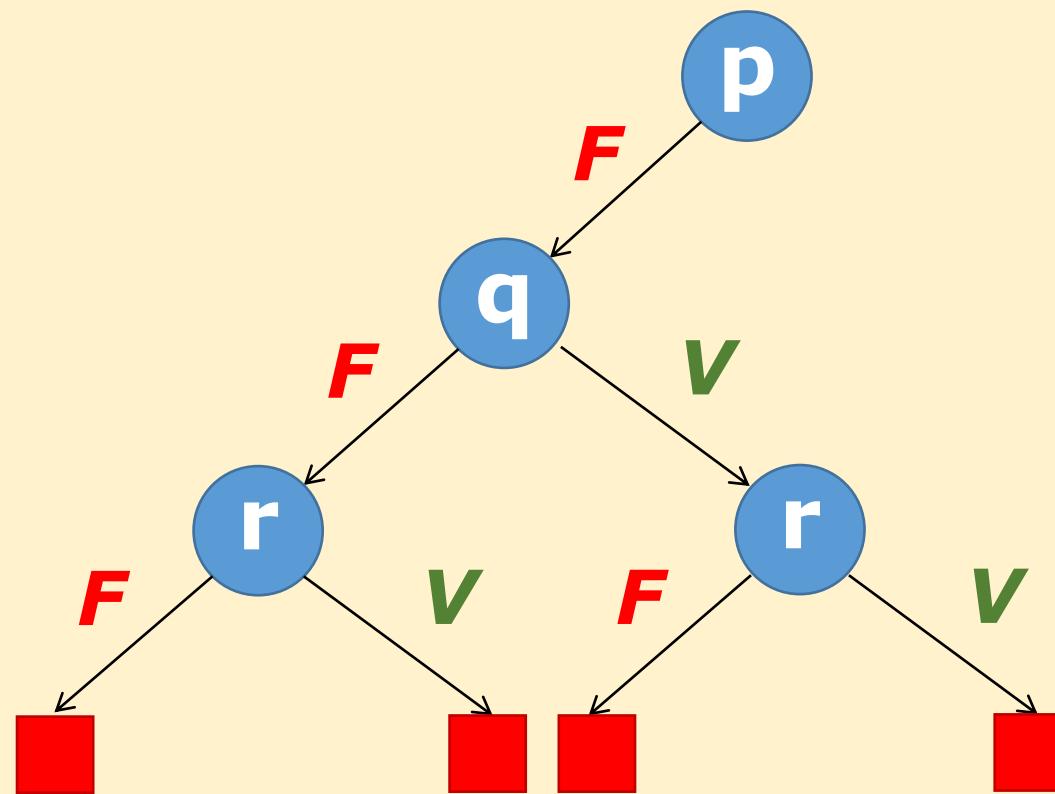
{ $\bar{r}s$, $\bar{r}\bar{s}$, $\bar{r}\bar{s}$ }



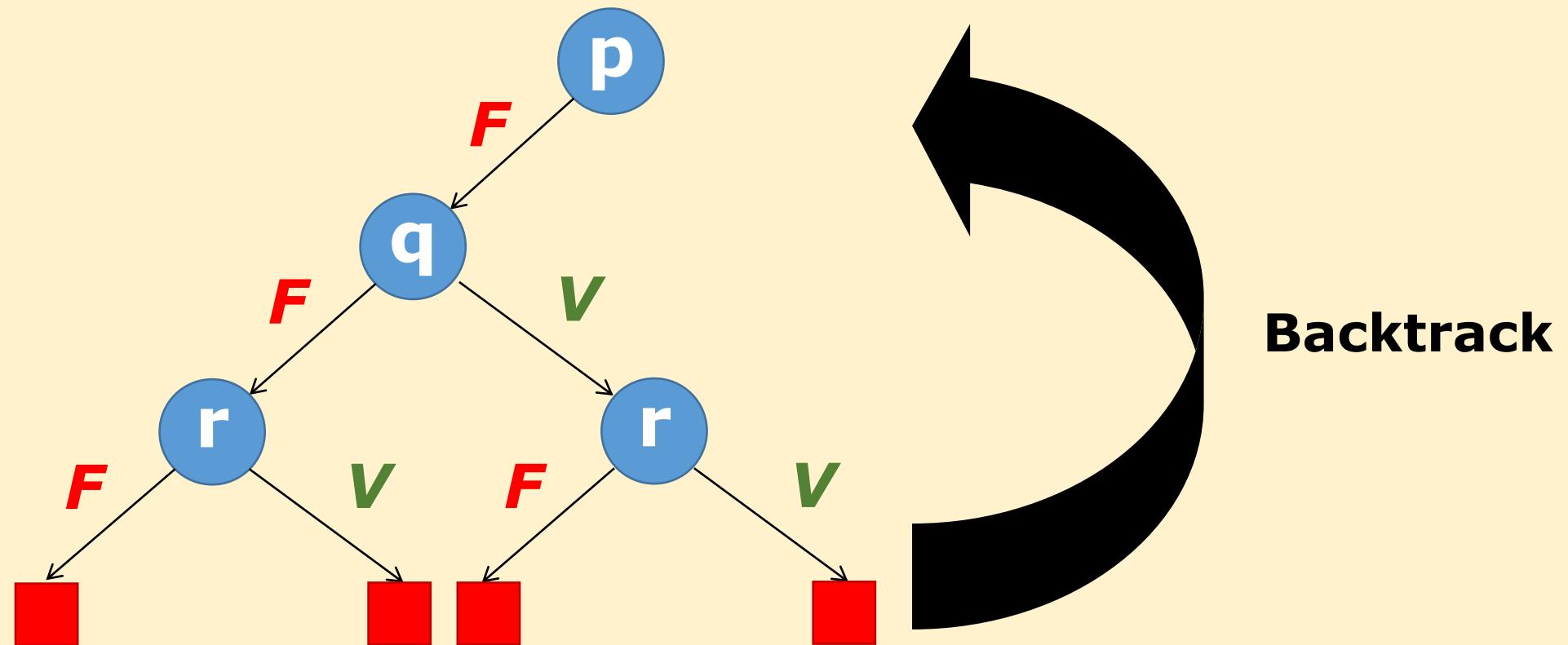
{ s, \bar{s}, s }



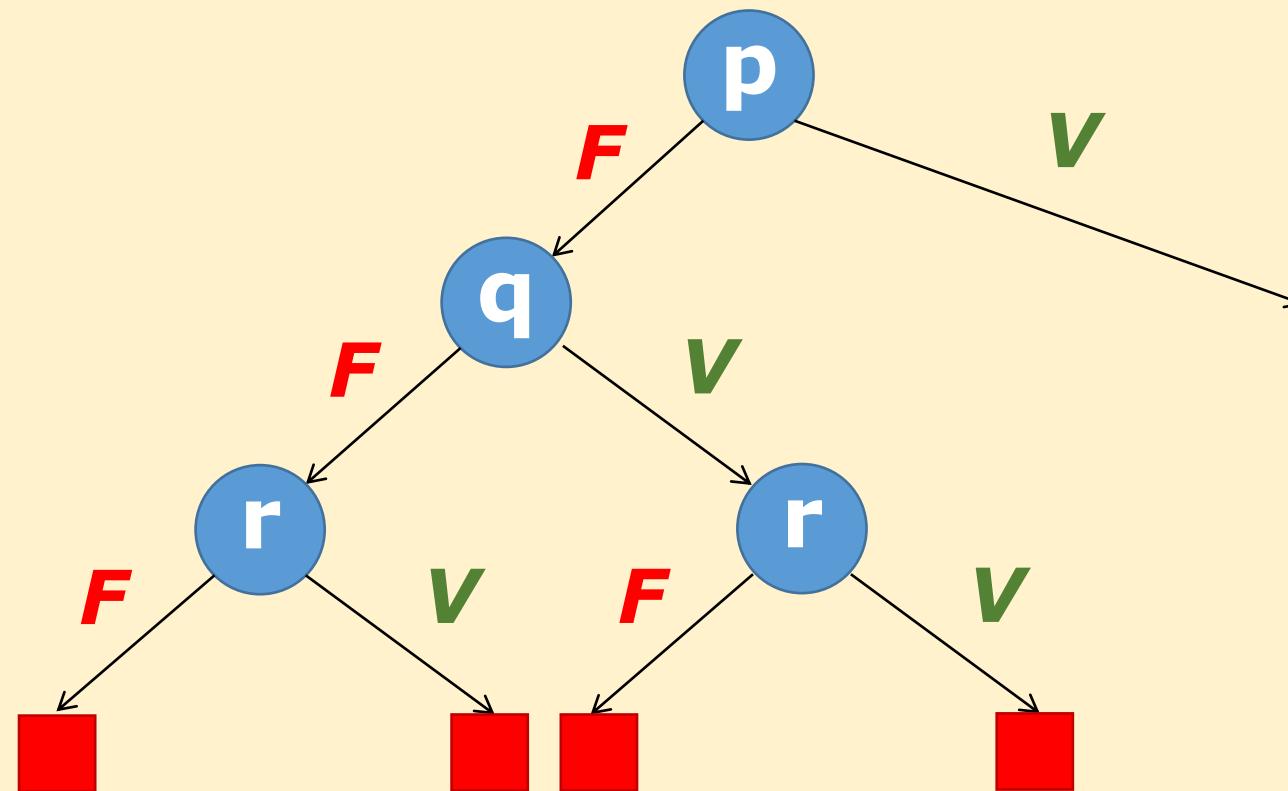
{ s, \bar{s}, s }



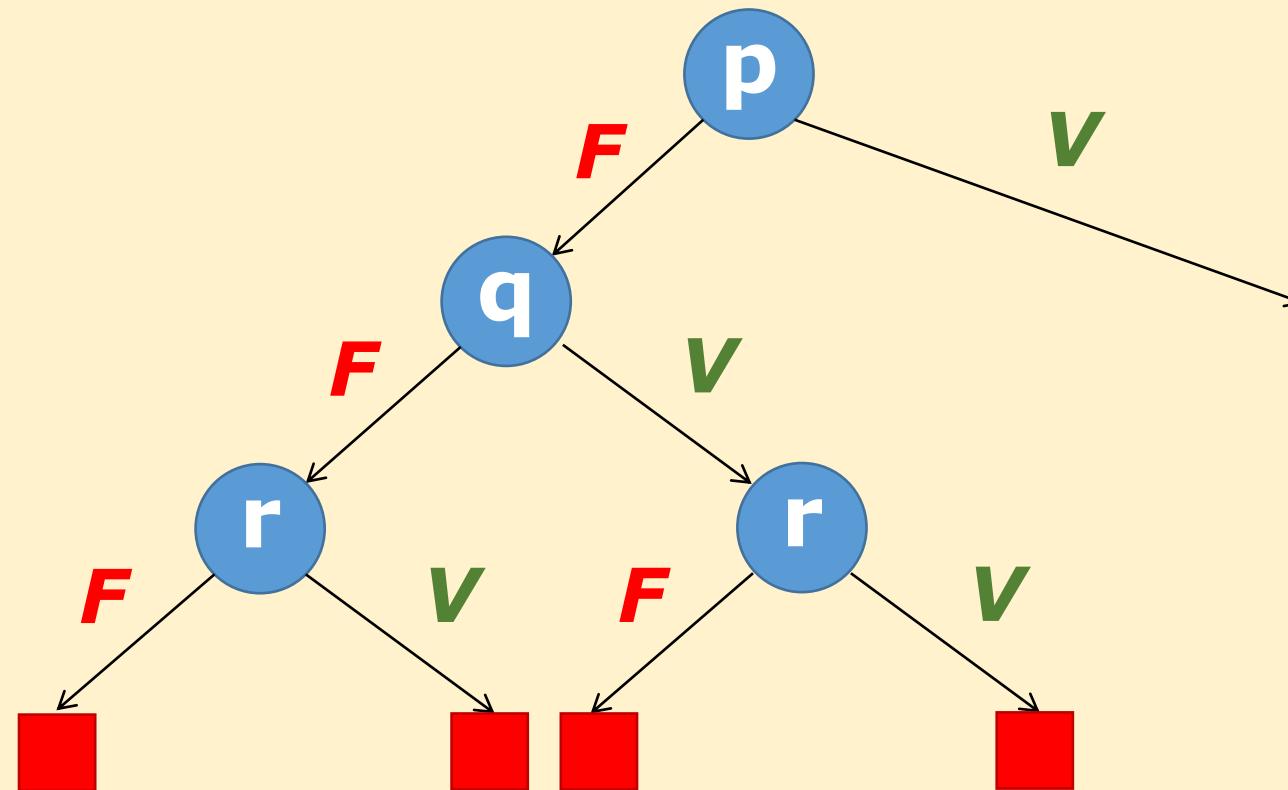
$\{\bar{p}qr, prs, pr\bar{s}, p\bar{r}s, p\bar{r}\bar{s}, \bar{q}\bar{r}s, \bar{p}q\bar{r}, \bar{p}\bar{q}r\}$

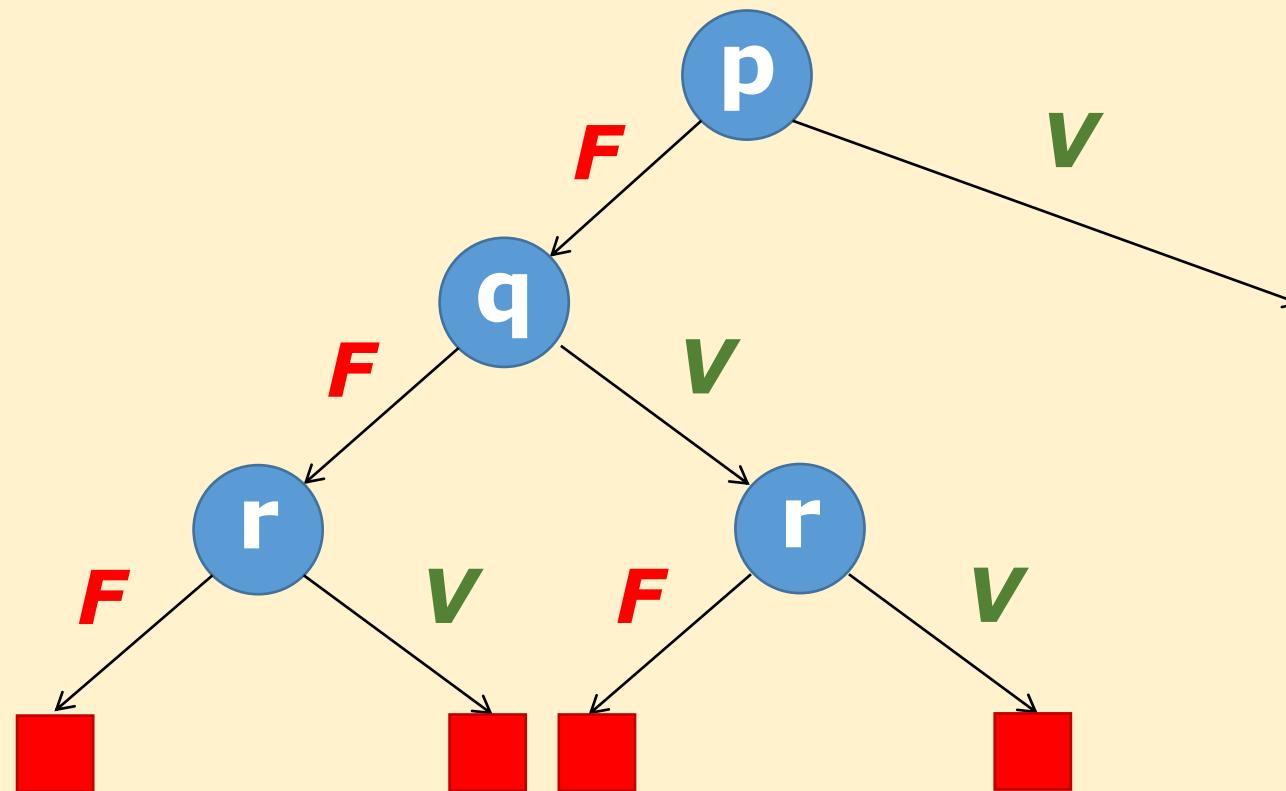


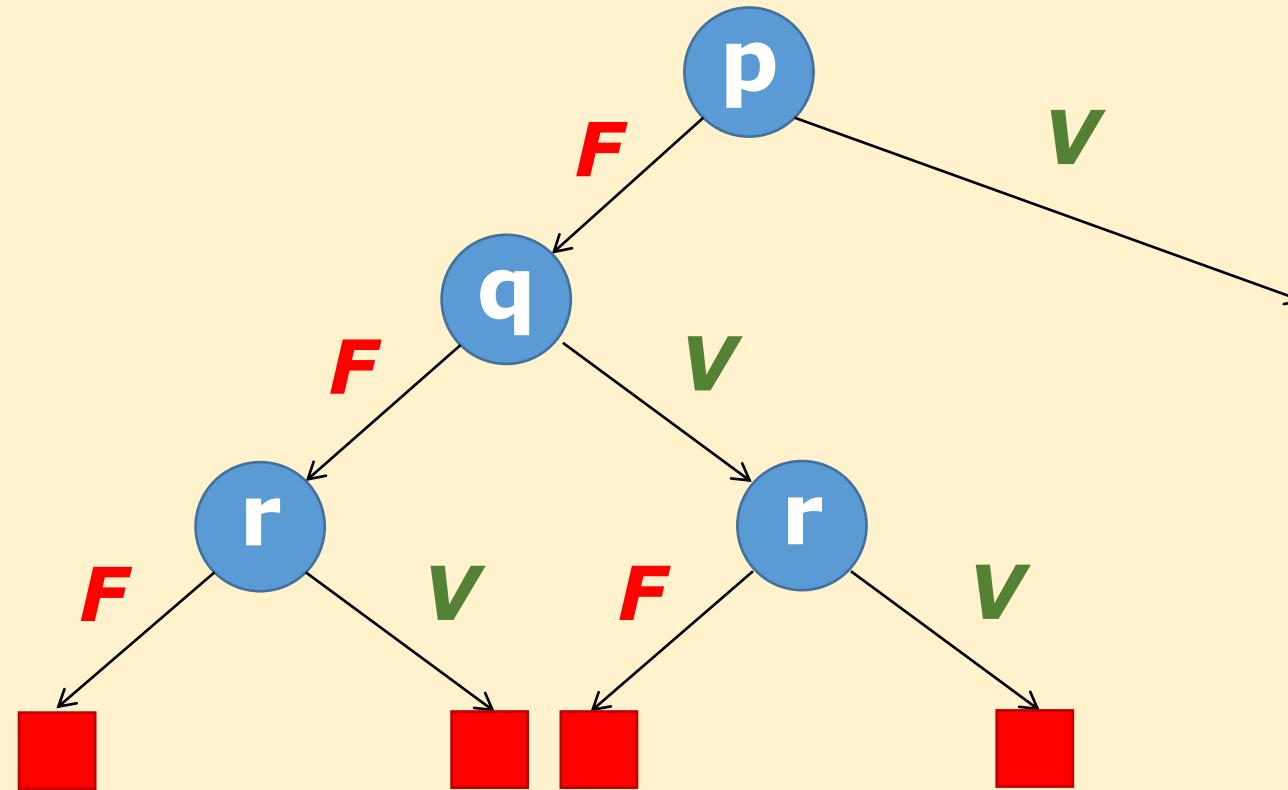
$\{\bar{p}qr, prs, pr\bar{s}, p\bar{r}s, p\bar{r}\bar{s}, \bar{q}\bar{r}s, \bar{p}q\bar{r}, \bar{p}\bar{q}r\}$



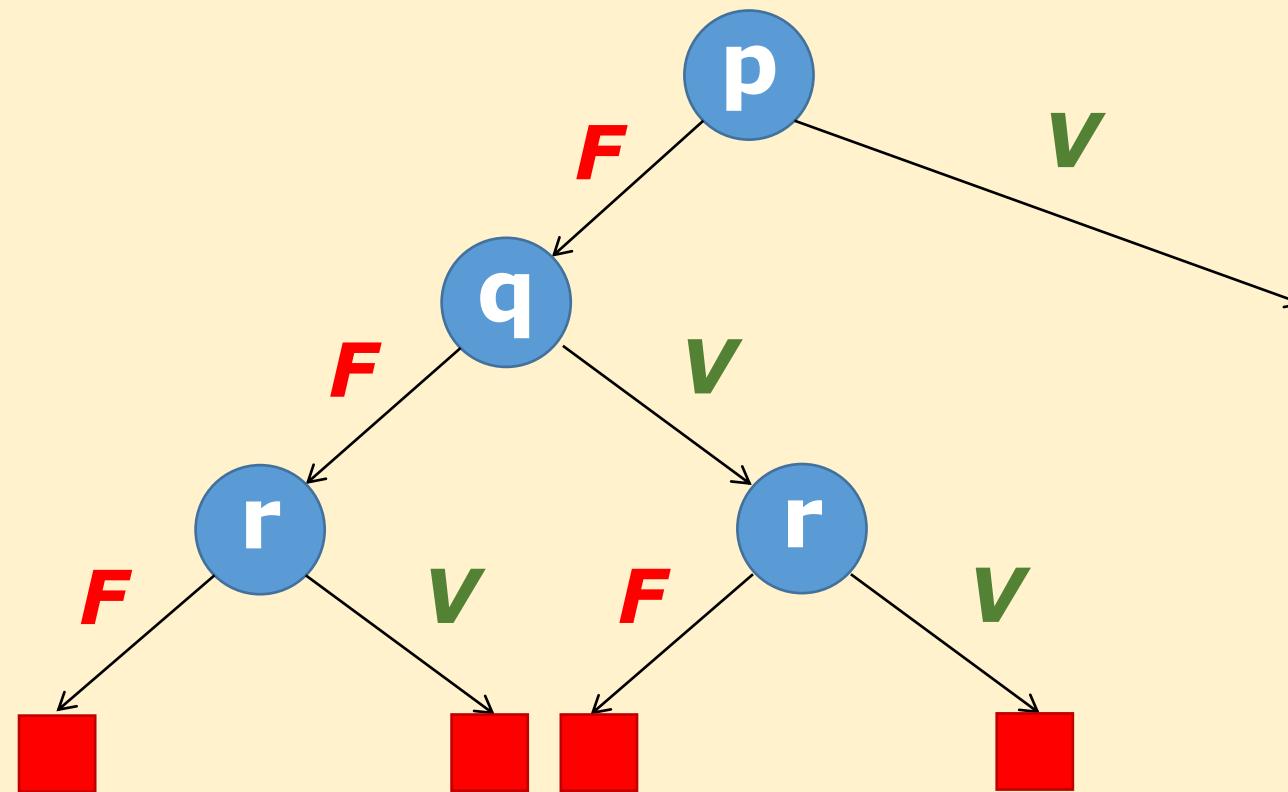
$\{\bar{p}qr, \boxed{prs}, pr\bar{s}, p\bar{r}s, p\bar{r}s, \bar{q}rs, \bar{p}qr, \bar{p}qr\}$



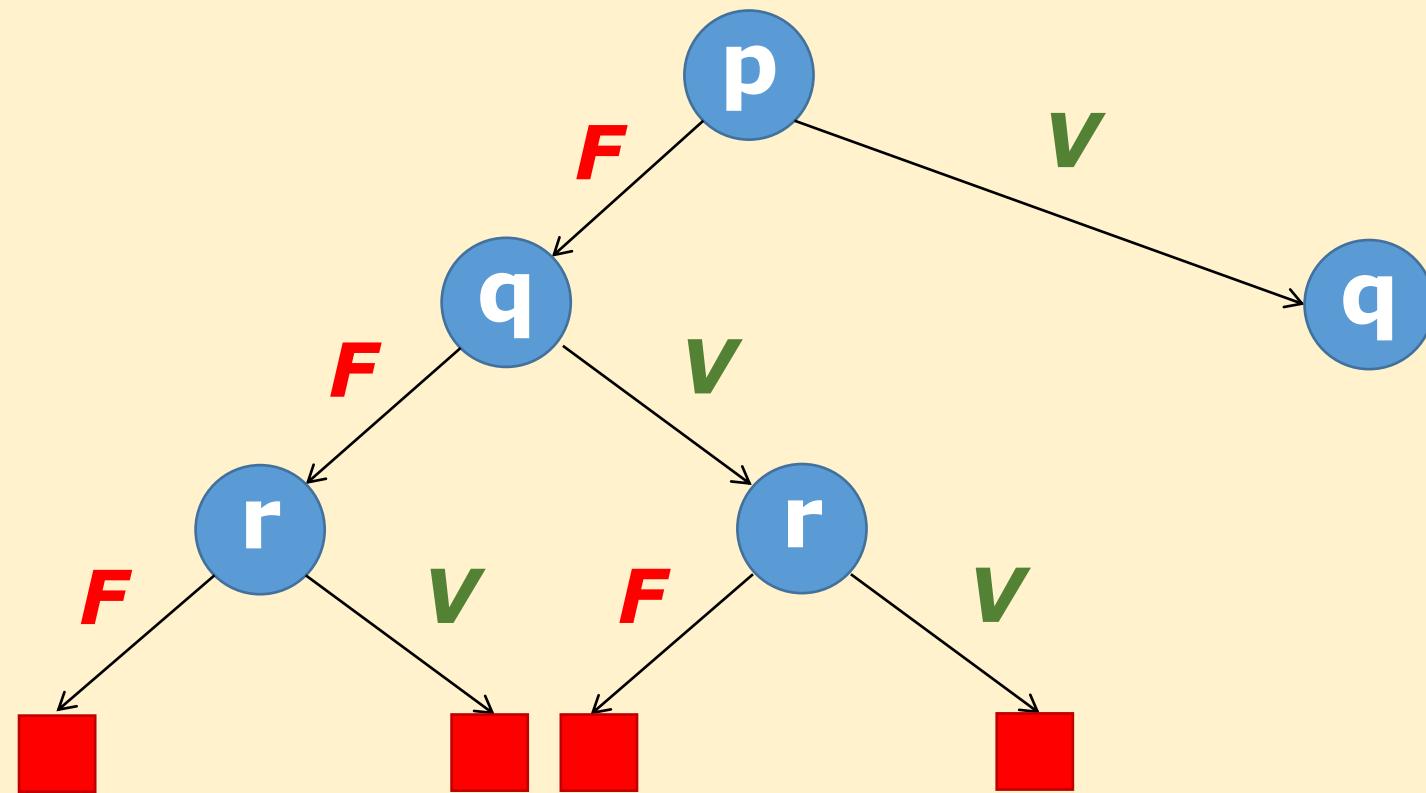
$\{\bar{p}qr$ $, \bar{q}rs, \bar{p}qr, \bar{p}qr\}$ 

$\{\bar{p}qr$ $, \bar{q}rs, \bar{p}qr\bar{r}, \bar{p}\bar{q}r\}$ 

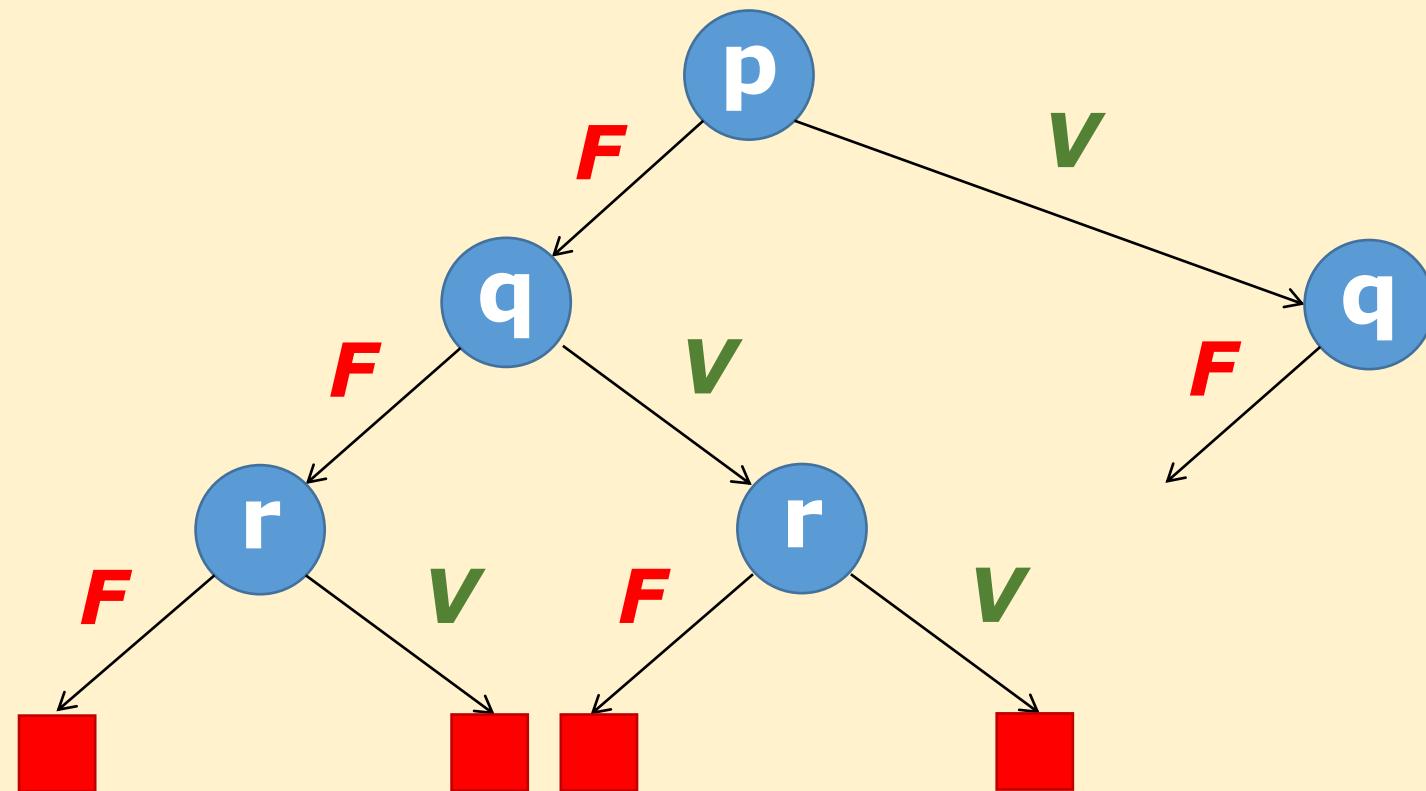
{ qr

, $\bar{q}\bar{r}s$, q \bar{r} , $\bar{q}r$ }

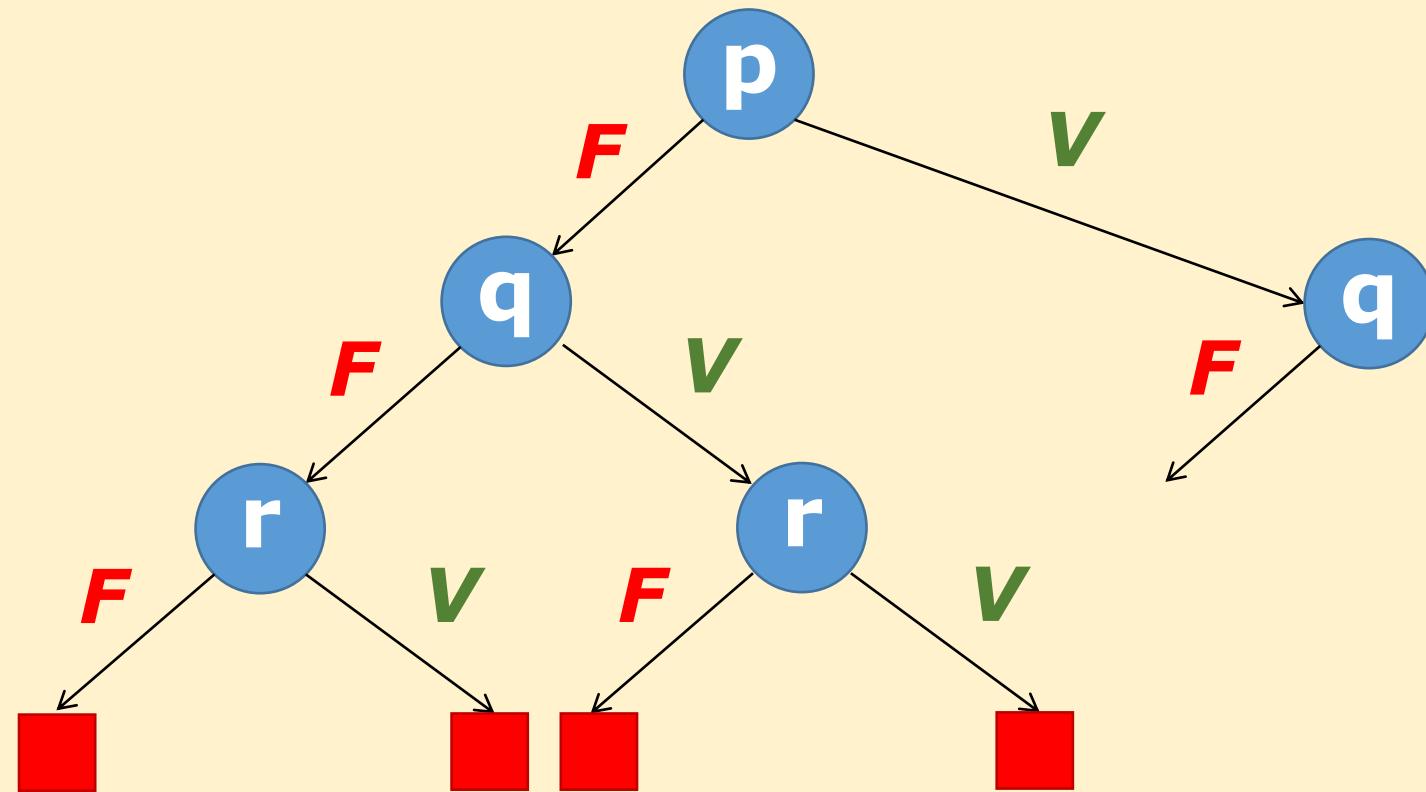
{ qr

, $\bar{q}\bar{r}s$, q \bar{r} , $\bar{q}r$ }

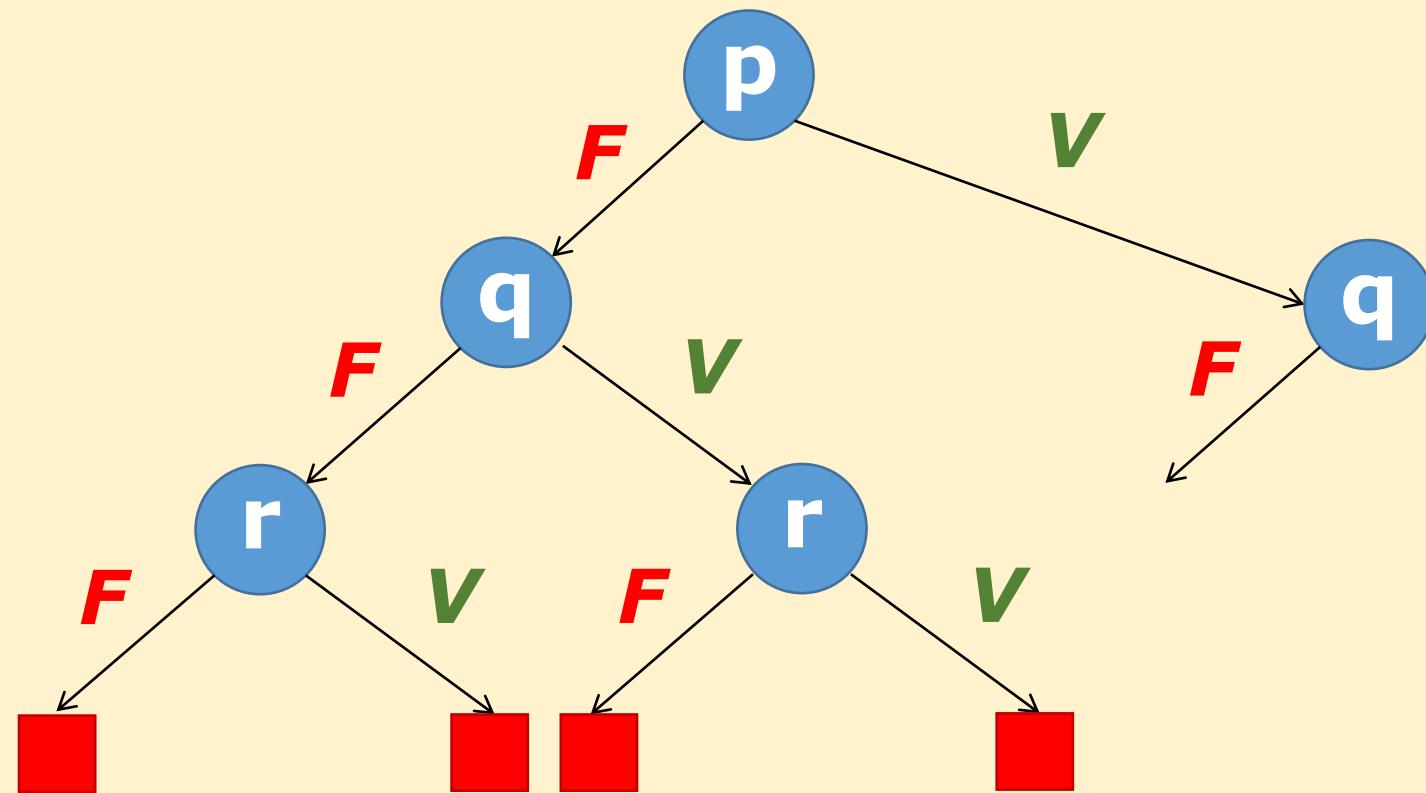
{ qr

, $\bar{q}\bar{r}s$, q \bar{r} , $\bar{q}r$ }

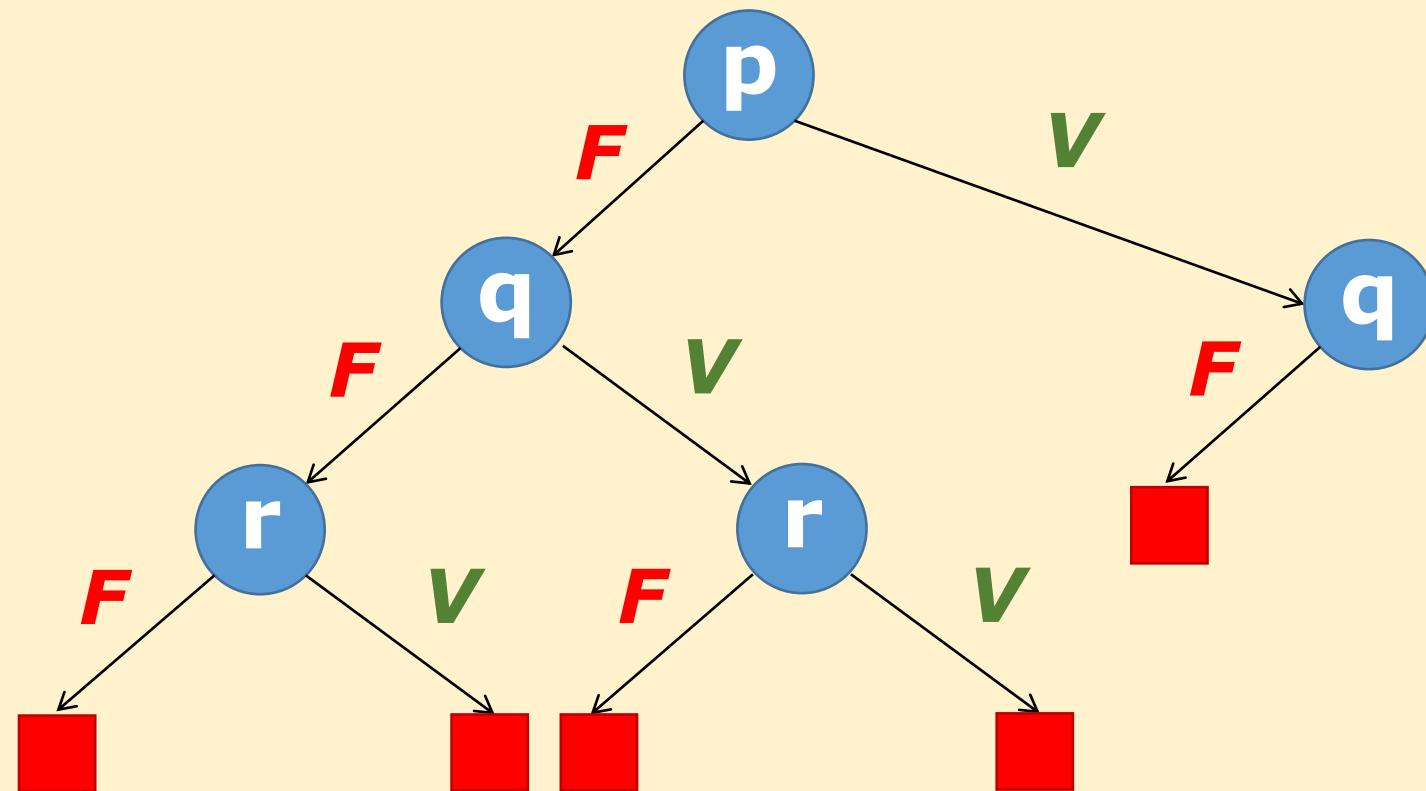
{ \boxed{qr} , $\neg\overline{qr}s$, $\boxed{q\neg r}$, $\neg\overline{q}r$ }



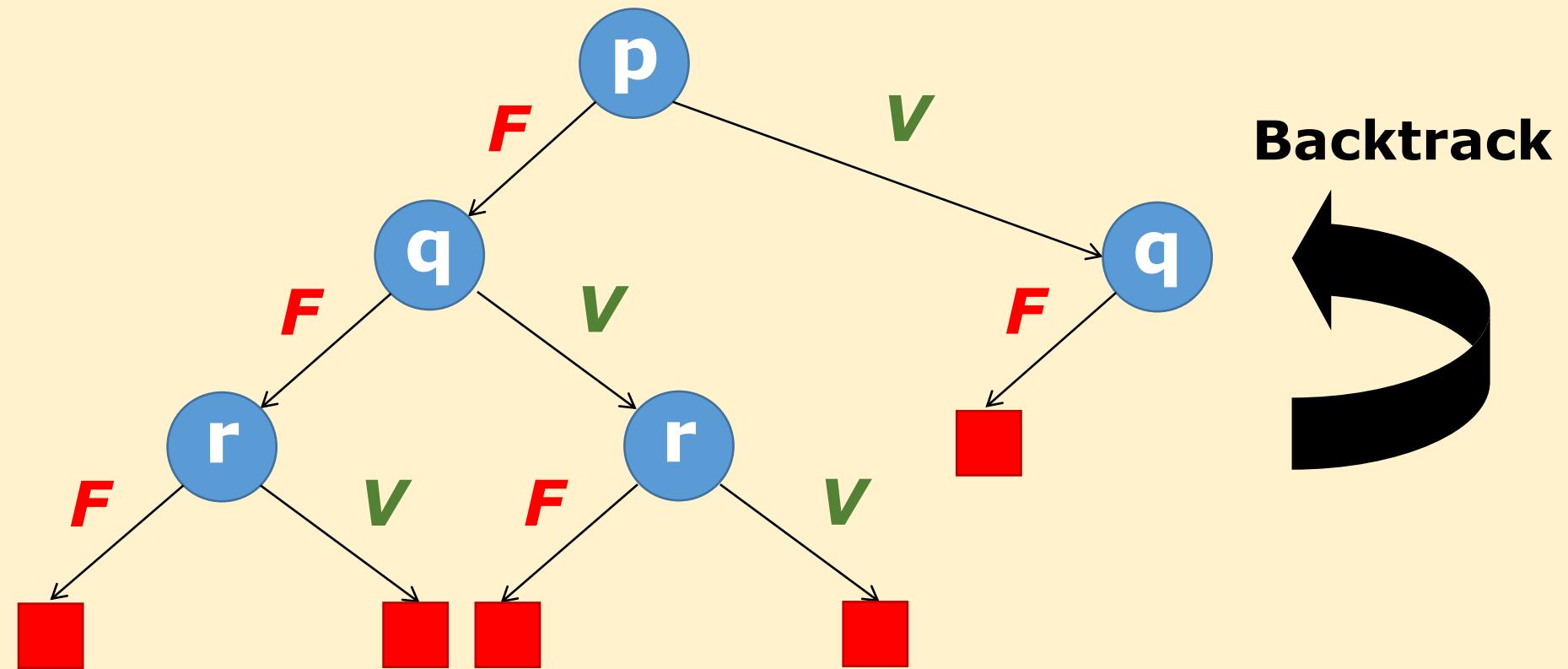
{ r , $\bar{q}rs$, \bar{r} , $\bar{q}r$ }



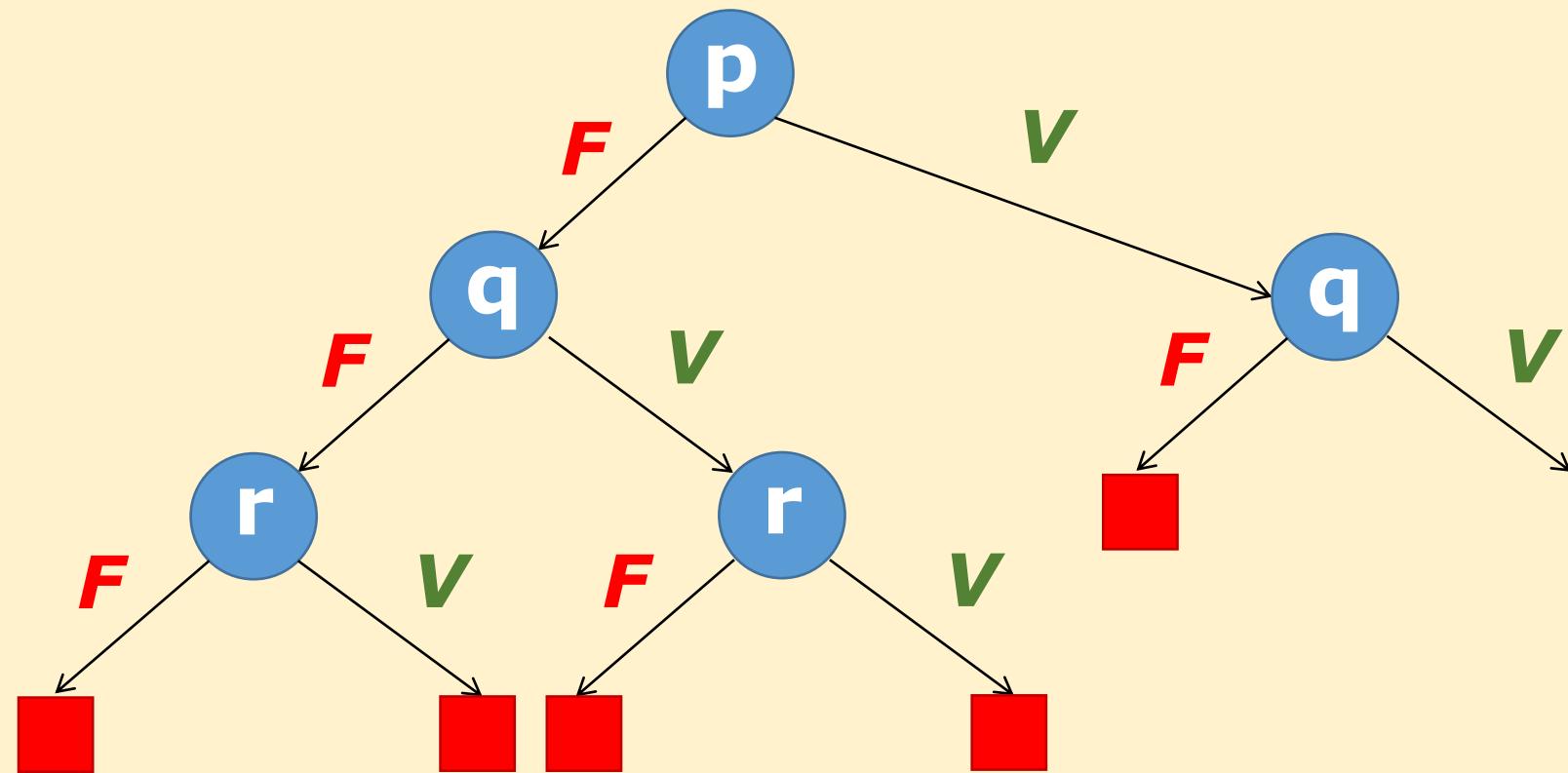
{ r , $\bar{q}rs$, \bar{r} , $\bar{q}r$ }



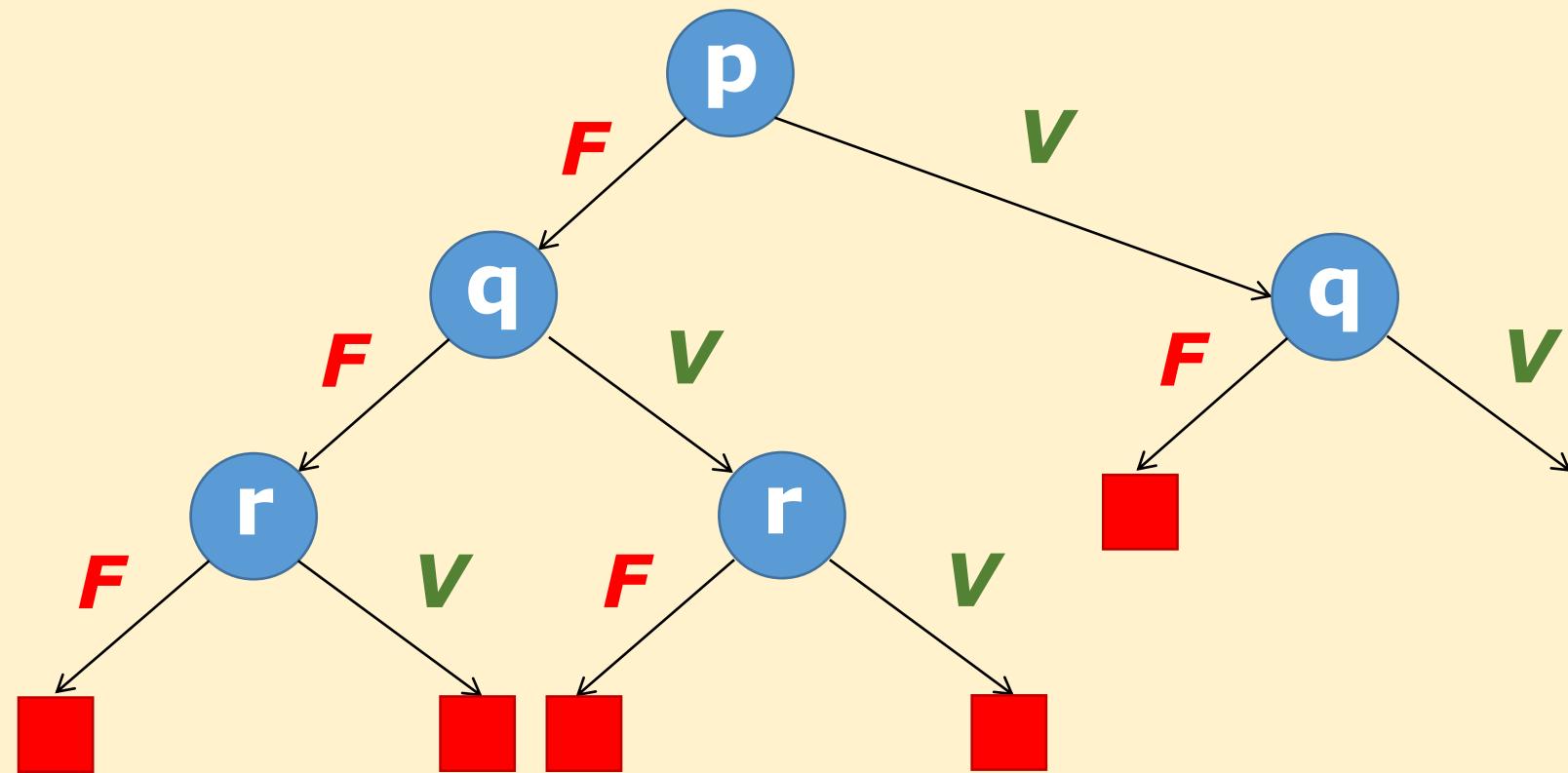
{ qr

, $\bar{q}\bar{r}s$, $q\bar{r}$, $\bar{q}r$ }

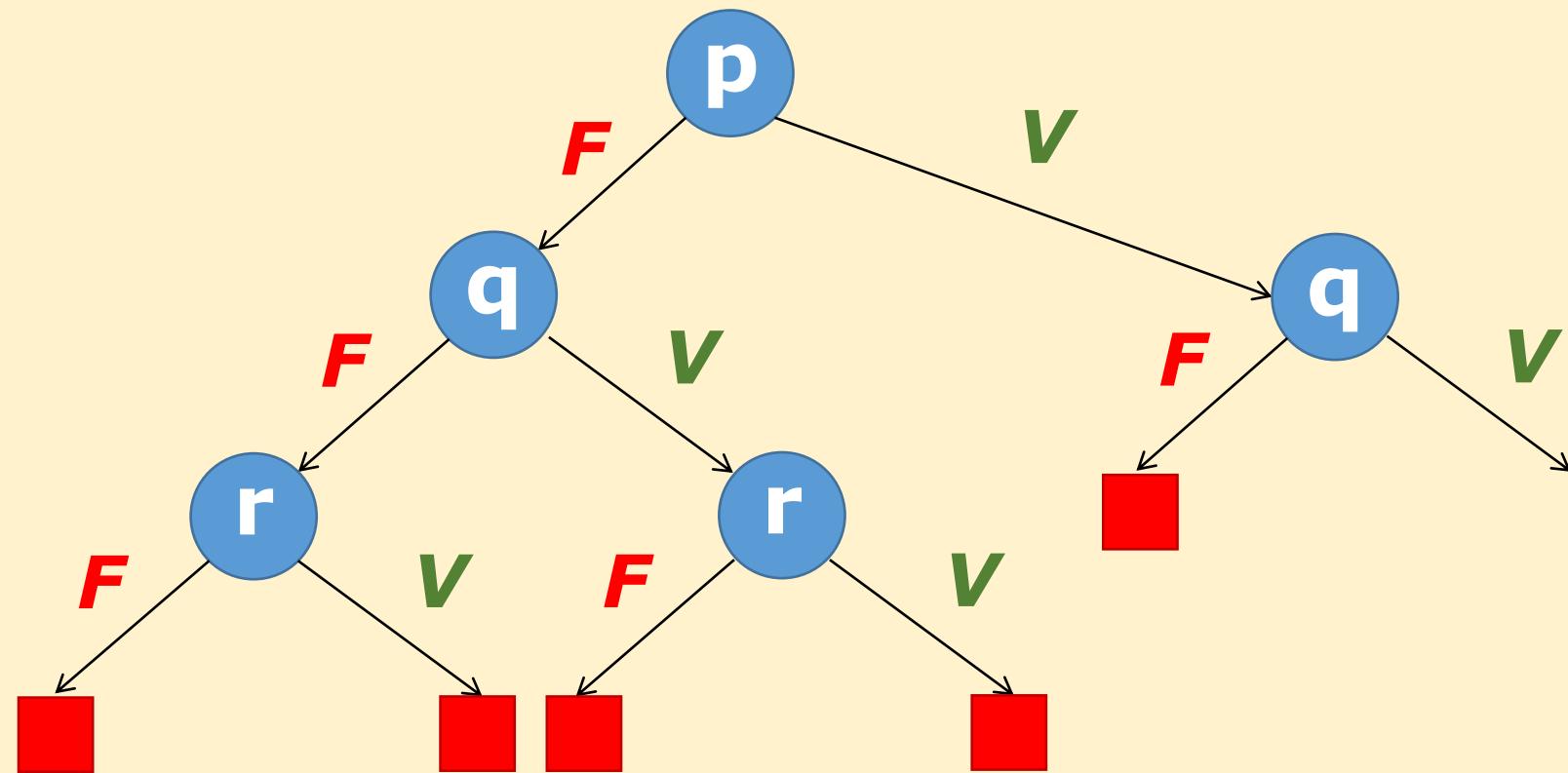
{ qr

, $\bar{q}\bar{r}s$, $q\bar{r}$, $\bar{q}r$ }

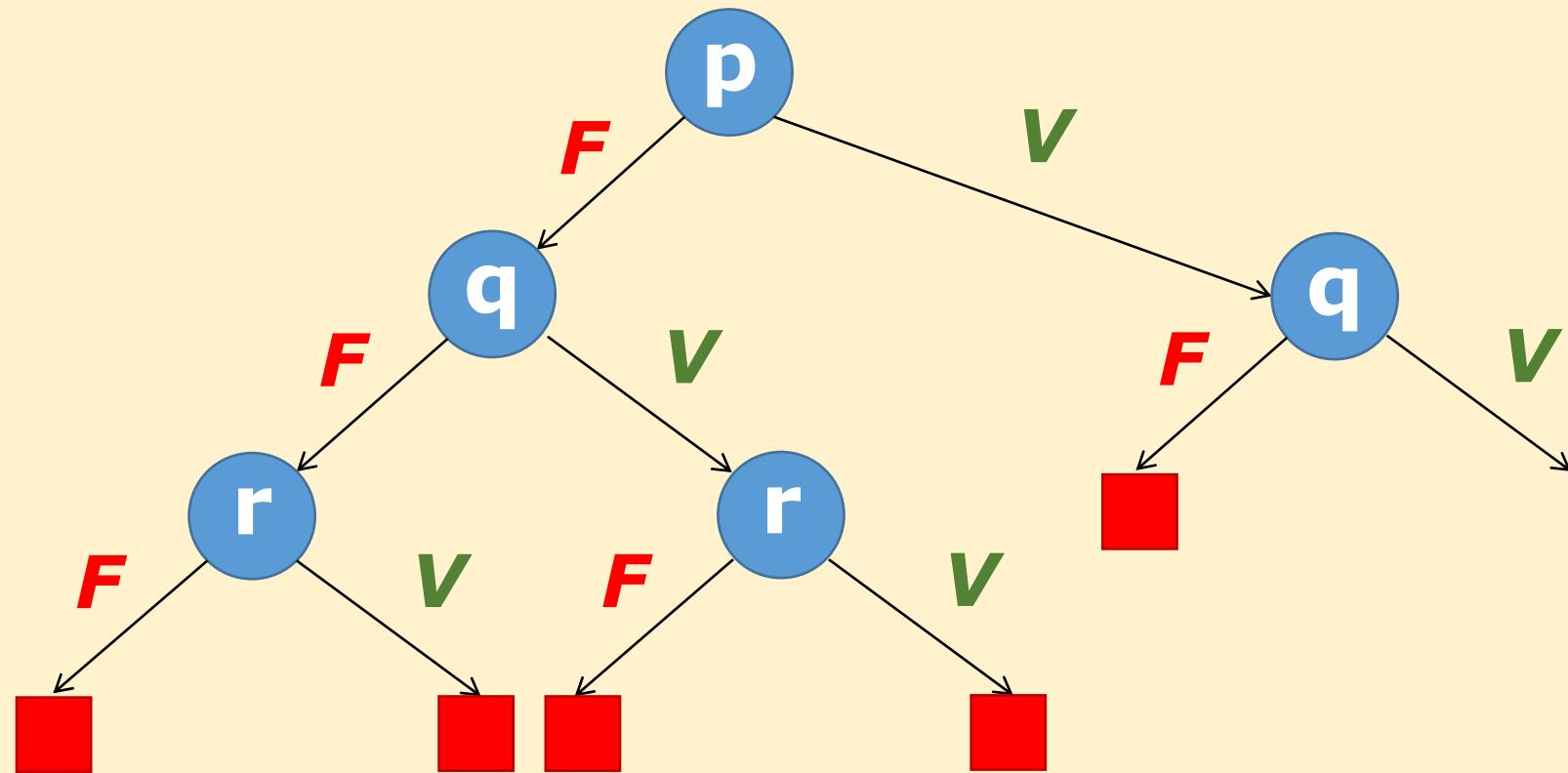
{ qr , $\bar{q}\bar{r}s$, $q\bar{r}$, $\bar{q}r$ }



{ $\overline{q}\overline{r}s,$ $\overline{q}\overline{r}$ }



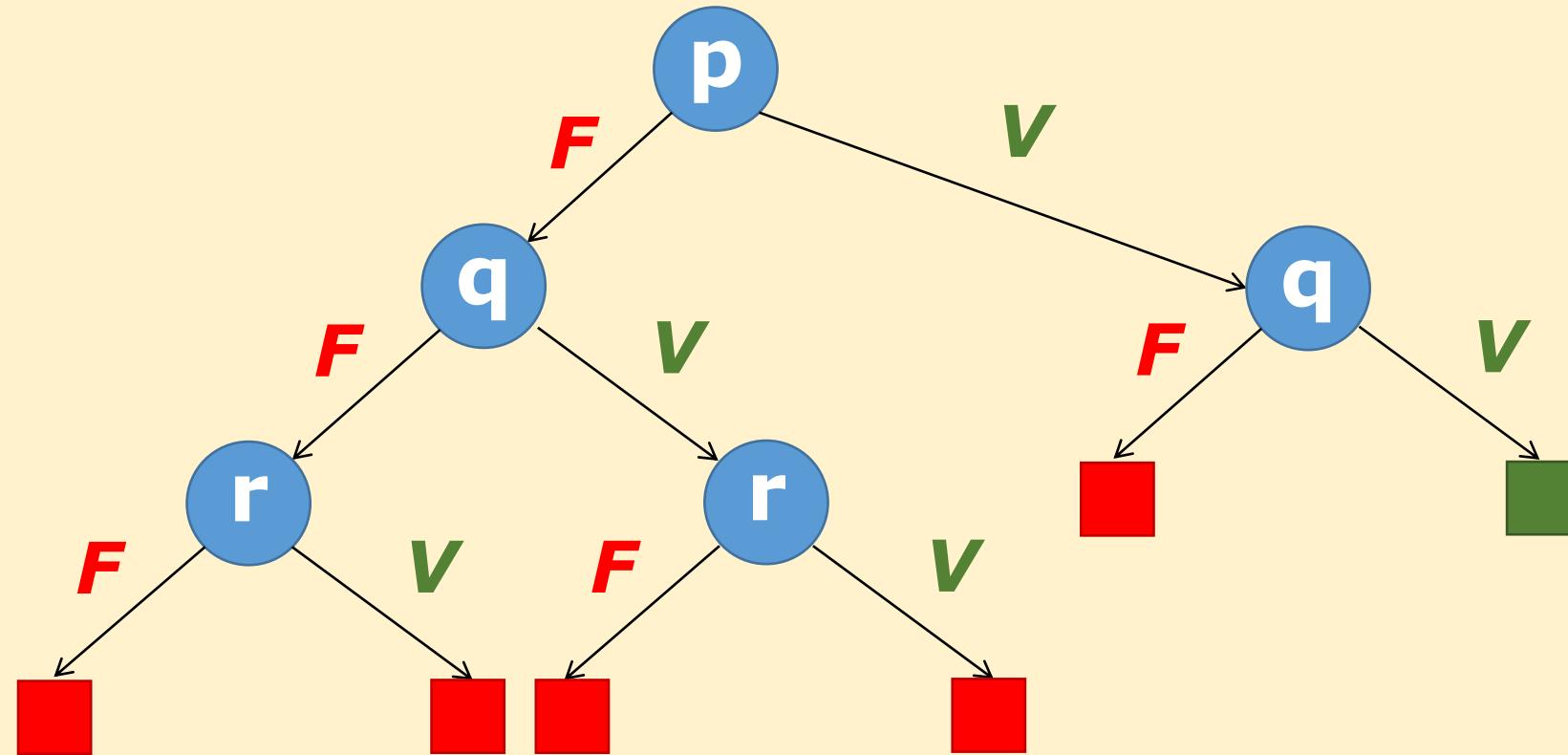
{

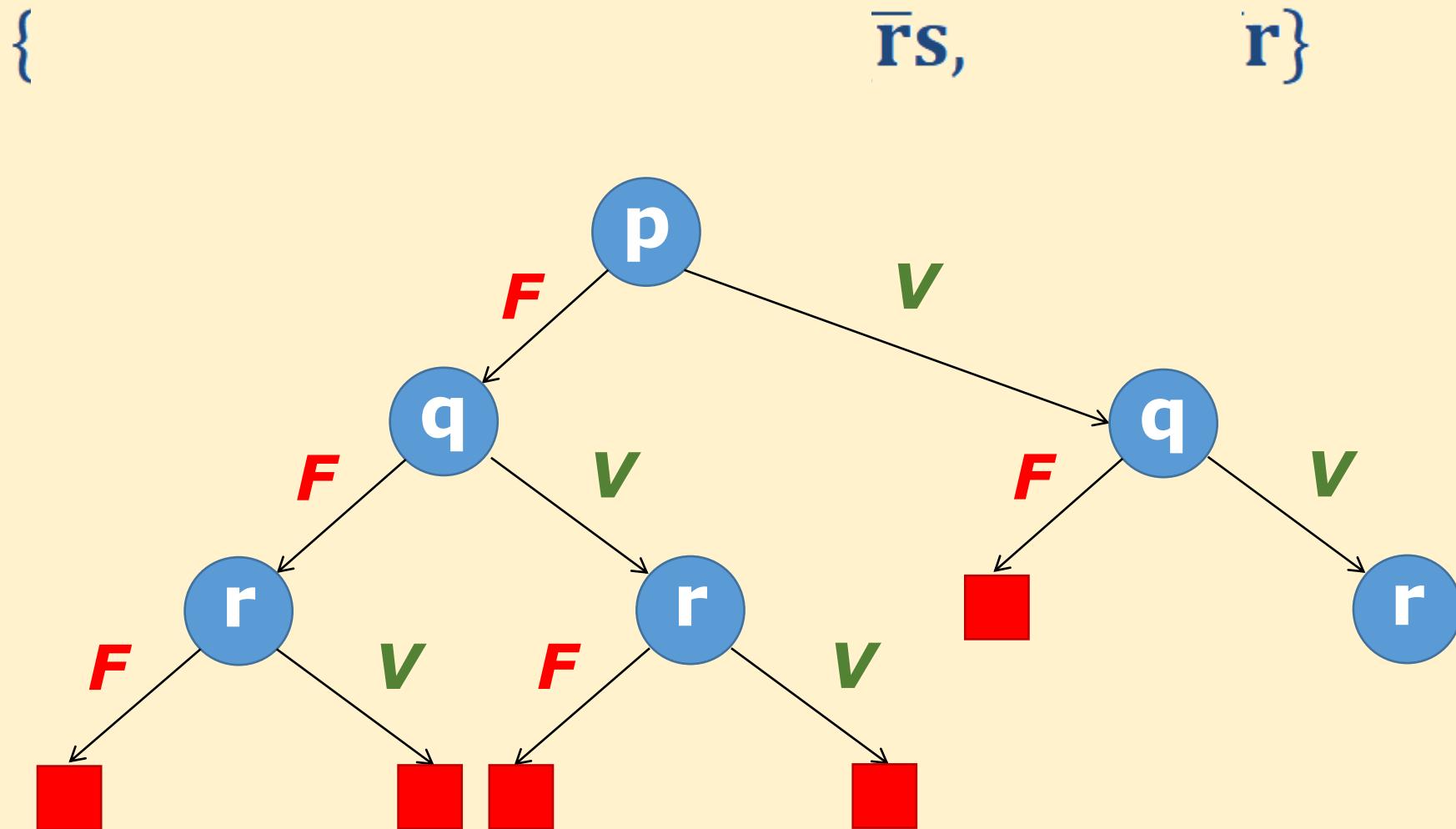
 $\overline{q}\overline{r}s,$ $\overline{q}r\}$ 

{

\overline{r}_S ,

r}

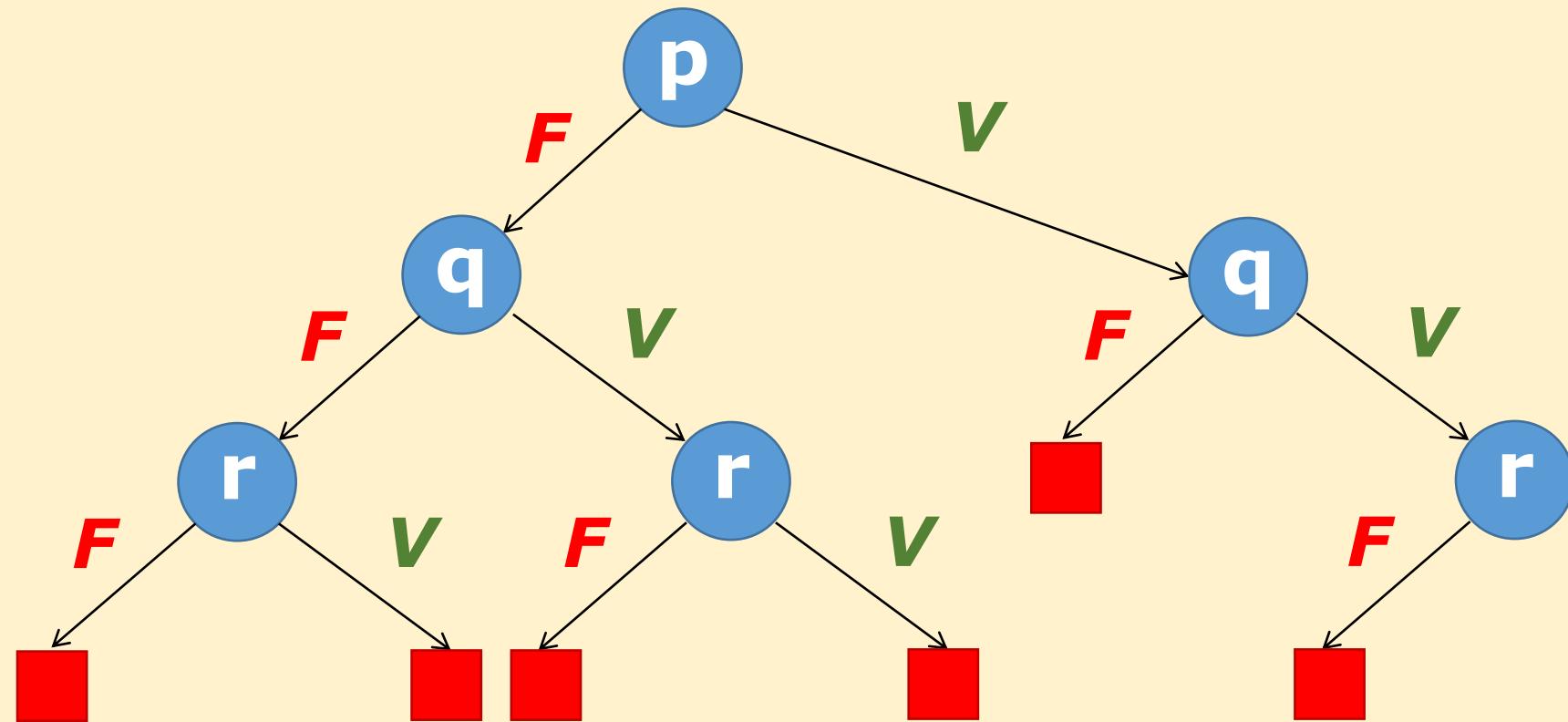


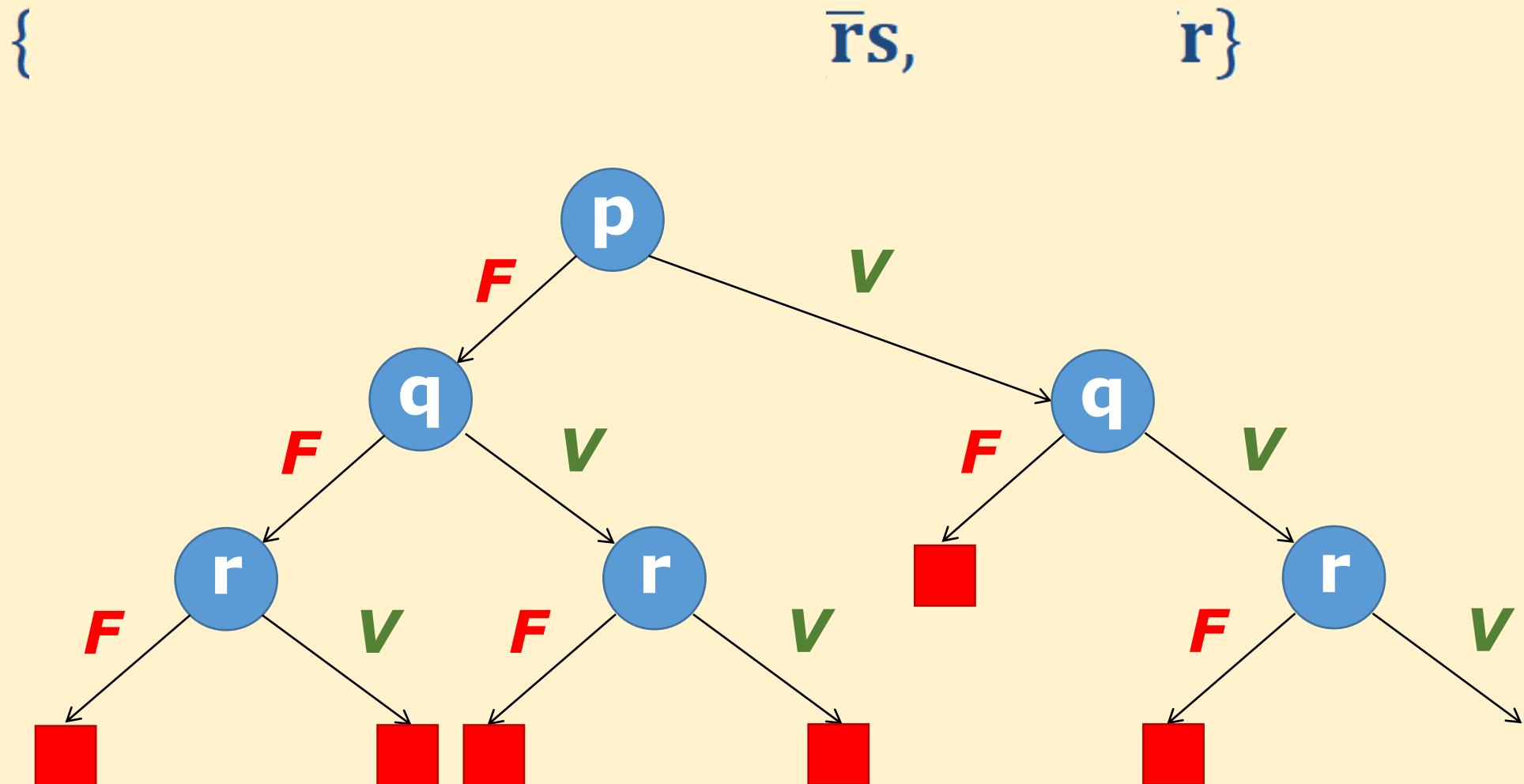


{

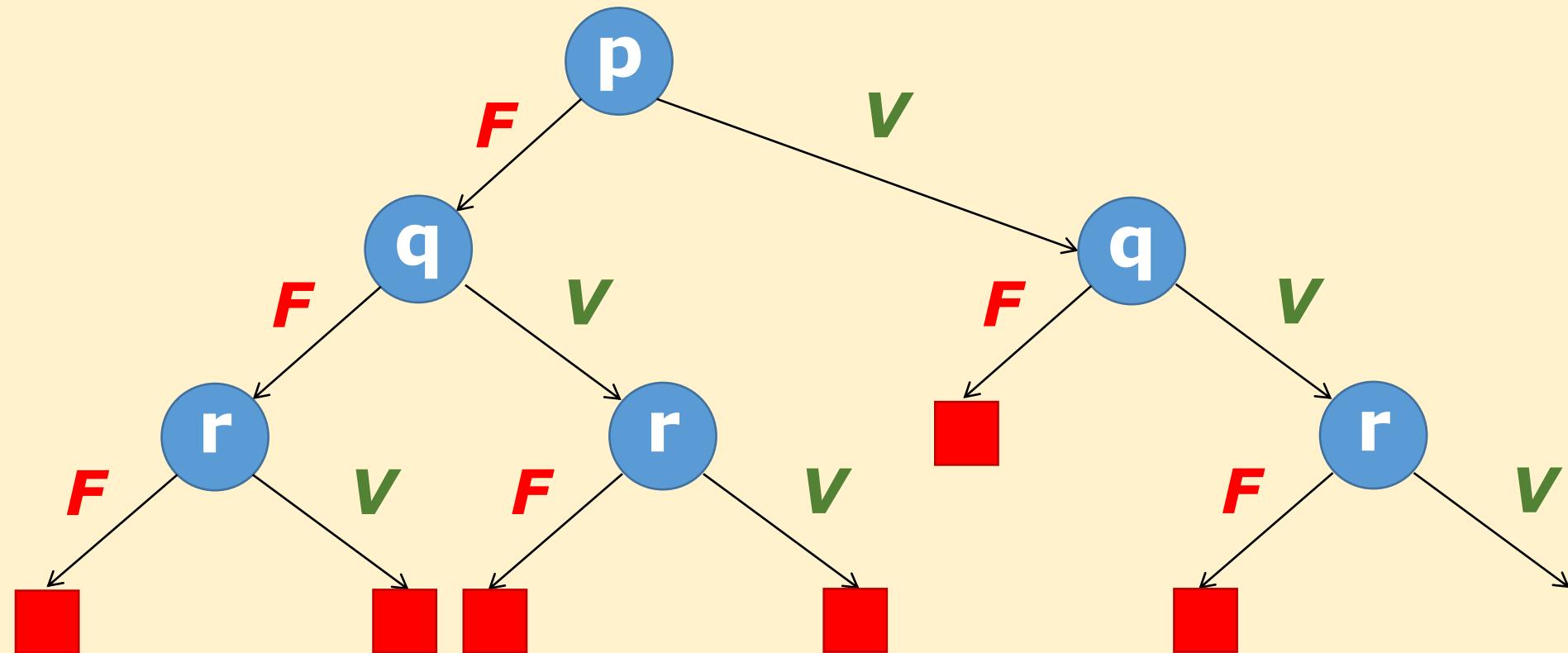
r̄s,

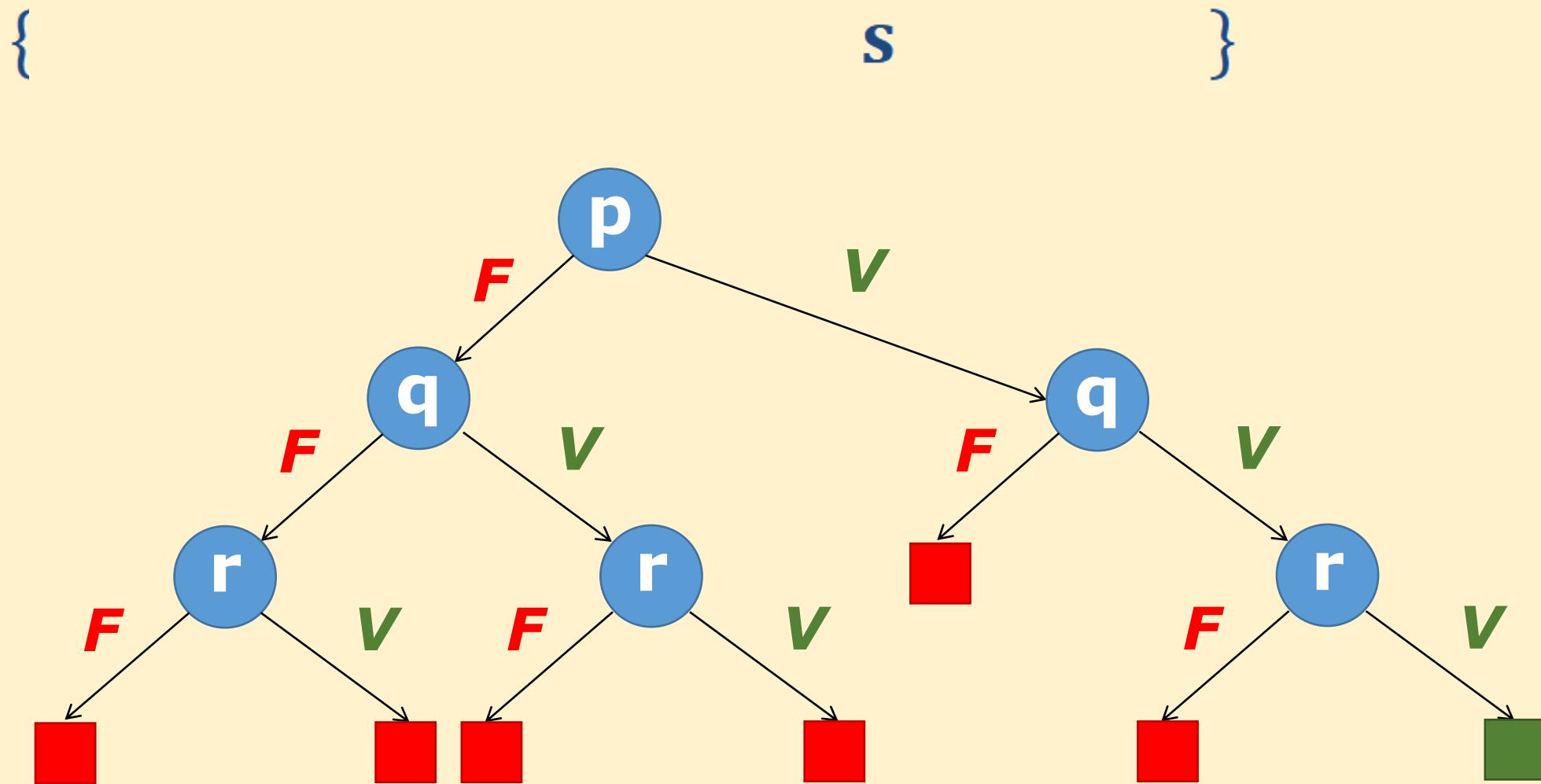
r}





{

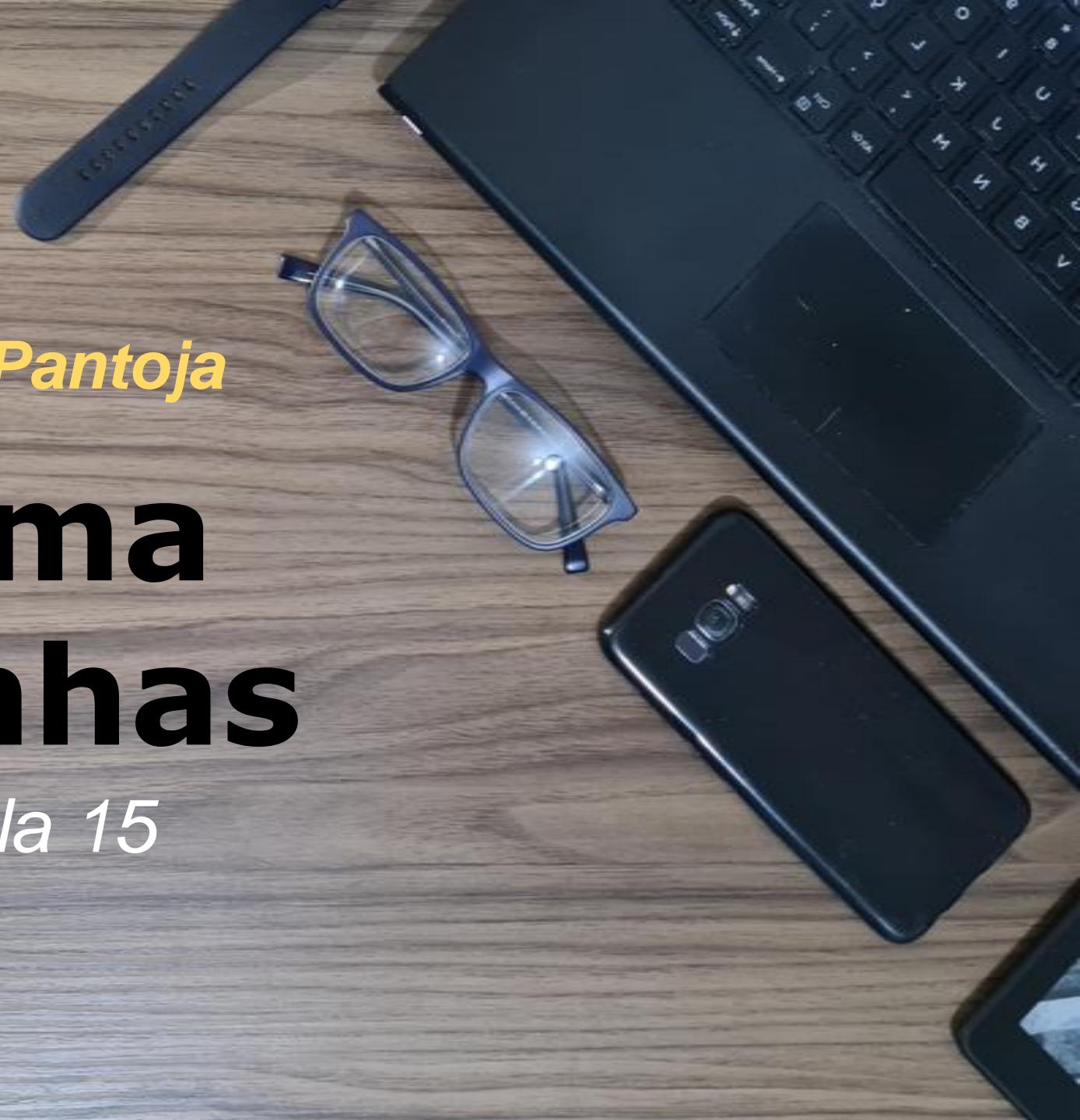
 $\bar{r}s,$ $r\}$ 



Lógica Computacional
by Professor Pantoja

O Problema das 4 Rainhas

Aula 15



- Codificação

	1	2	3	4
1	11	12	13	14
2	21	22	23	24
3	31	32	33	34
4	41	42	43	44

- No mínimo uma

- No mínimo uma

$$p_1 \vee p_2 \vee p_3$$

- No mínimo uma

$$p_1 \vee p_2 \vee p_3 = v$$

- No mínimo uma

$$p_1 \vee p_2 \vee p_3 = v$$

```
graph TD; A[p1 ∨ p2 ∨ p3] --> B[F]; A --> C[F]; A --> D[v]
```

- No mínimo uma

$$p_1 \vee p_2 \vee p_3 = V$$

```
graph TD; A[p1 ∨ p2 ∨ p3] --> B[F]; A --> C[V]; A --> D[F]
```

- No mínimo uma

$$p_1 \vee p_2 \vee p_3 = V$$

```
graph TD; A[p1 ∨ p2 ∨ p3] --> B[V]; A --> C[F]; A --> D[F]
```

- No mínimo uma

$$p_1 \vee p_2 \vee p_3 = V$$

```
graph TD; A[p1 ∨ p2 ∨ p3] --> B[V]; A --> C[V]; A --> D[F]
```

- No mínimo uma

$$p_1 \vee p_2 \vee p_3 = F$$

```
graph TD; A[p1 ∨ p2 ∨ p3] --> B[F]; A --> C[F]; A --> D[F]
```

- No mínimo uma

$$p_1 \vee p_2 \vee p_3$$

- Somente uma

$$(\overline{p_1} \vee \overline{p_2}) \wedge (\overline{p_1} \vee \overline{p_3}) \wedge (\overline{p_2} \vee \overline{p_3})$$

- No mínimo uma

$$p_1 \vee p_2 \vee p_3$$

- Somente uma

$$(\overline{p_1} \vee \overline{p_2}) \wedge (\overline{p_1} \vee \overline{p_3}) \wedge (\overline{p_2} \vee \overline{p_3})$$


- No mínimo uma

$$p_1 \vee p_2 \vee p_3$$

- Somente uma

$$(\overline{p_1} \vee \overline{p_2}) \wedge (\overline{p_1} \vee \overline{p_3}) \wedge (\overline{p_2} \vee \overline{p_3})$$


$\overline{p_1}$ $\overline{p_2}$ $\overline{p_3}$

V V V F

- No mínimo uma

$$p_1 \vee p_2 \vee p_3$$

- Somente uma

$$(\overline{p_1} \vee \overline{p_2}) \wedge (\overline{p_1} \vee \overline{p_3}) \wedge (\overline{p_2} \vee \overline{p_3}) = v$$

The diagram illustrates the resolution process for the clause $(\overline{p_1} \vee \overline{p_2}) \wedge (\overline{p_1} \vee \overline{p_3}) \wedge (\overline{p_2} \vee \overline{p_3})$. The result is labeled v . Arrows point from the literals to their corresponding truth values: two arrows point to v under the first two $\overline{p_1}$ terms, one arrow points to F under the third $\overline{p_3}$ term, and one arrow points to F under the first $\overline{p_1}$ term.

- No mínimo uma

$$p_1 \vee p_2 \vee p_3$$

- Somente uma

$$(\overline{p_1} \vee \overline{p_2}) \wedge (\overline{p_1} \vee \overline{p_3}) \wedge (\overline{p_2} \vee \overline{p_3}) = F$$

$\overline{p_1} \vee \overline{p_2}$ $\overline{p_1} \vee \overline{p_3}$ $\overline{p_2} \vee \overline{p_3}$

F V F F V F

- No mínimo uma

$$p_1 \vee p_2 \vee p_3$$

- Somente uma

$$(\overline{p_1} \vee \overline{p_2}) \wedge (\overline{p_1} \vee \overline{p_3}) \wedge (\overline{p_2} \vee \overline{p_3}) = v$$

The diagram illustrates the resolution of the clause $(\overline{p_1} \vee \overline{p_2}) \wedge (\overline{p_1} \vee \overline{p_3}) \wedge (\overline{p_2} \vee \overline{p_3})$. Below the clause, there are six variables arranged in two rows: the first row contains $\overline{p_1}, \overline{p_2}, \overline{p_3}$ and the second row contains $\overline{p_1}, \overline{p_2}, \overline{p_3}$. Arrows point from each variable in the first row to a single v symbol in the second row, indicating that each variable is resolved into a single truth value.

	1	2	3	4
1	11	12	13	14
2	21	22	23	24
3	31	32	33	34
4	41	42	43	44

1 2 3 4

1	11	12	13	14
2	21	22	23	24
3	31	32	33	34
4	41	42	43	44

- Uma Rainha por linha

$11 \vee 12 \vee 13 \vee 14,$

	1	2	3	4
1	11	12	13	14
2	21	22	23	24
3	31	32	33	34
4	41	42	43	44

- Uma Rainha por linha

$11 \vee 12 \vee 13 \vee 14,$
 $21 \vee 22 \vee 23 \vee 24,$

	1	2	3	4
1	11	12	13	14
2	21	22	23	24
3	31	32	33	34
4	41	42	43	44

- Uma Rainha por linha

$11 \vee 12 \vee 13 \vee 14,$

$21 \vee 22 \vee 23 \vee 24,$

$31 \vee 32 \vee 33 \vee 34,$

	1	2	3	4
1	11	12	13	14
2	21	22	23	24
3	31	32	33	34
4	41	42	43	44

- Uma Rainha por linha

$11 \vee 12 \vee 13 \vee 14,$
 $21 \vee 22 \vee 23 \vee 24,$
 $31 \vee 32 \vee 33 \vee 34,$
 $41 \vee 42 \vee 43 \vee 44,$

	1	2	3	4
1	11	12	13	14
2	21	22	23	24
3	31	32	33	34
4	41	42	43	44

- Somente uma Rainha por linha

	1	2	3	4
1	11	12	13	14
2	21	22	23	24
3	31	32	33	34
4	41	42	43	44

 $\overline{11} \vee \overline{12},$

	1	2	3	4
1	11	12	13	14
2	21	22	23	24
3	31	32	33	34
4	41	42	43	44

 $\overline{11} \vee \overline{12}, \overline{11} \vee \overline{13},$

	1	2	3	4
1	11	12	13	14
2	21	22	23	24
3	31	32	33	34
4	41	42	43	44

$$\overline{11} \vee \overline{12}, \overline{11} \vee \overline{13}, \overline{11} \vee \overline{14}$$

	1	2	3	4
1	11	12	13	14
2	21	22	23	24
3	31	32	33	34
4	41	42	43	44

$$\overline{11} \vee \overline{12}, \overline{11} \vee \overline{13}, \overline{11} \vee \overline{14}$$
$$, \overline{12} \vee \overline{13},$$

	1	2	3	4
1	11	12	13	14
2	21	22	23	24
3	31	32	33	34
4	41	42	43	44

$$\overline{11} \vee \overline{12}, \overline{11} \vee \overline{13}, \overline{11} \vee \overline{14}$$
$$, \overline{12} \vee \overline{13}, \overline{12} \vee \overline{14},$$

	1	2	3	4
1	11	12	13	14
2	21	22	23	24
3	31	32	33	34
4	41	42	43	44

$$\overline{11} \vee \overline{12}, \overline{11} \vee \overline{13}, \overline{11} \vee \overline{14}$$
$$, \overline{12} \vee \overline{13}, \overline{12} \vee \overline{14}, \overline{13} \vee \overline{14}$$

- Não mais que uma Rainha por linha

$\overline{11} \vee \overline{12}, \overline{11} \vee \overline{13}, \overline{11} \vee \overline{14}, \overline{12} \vee \overline{13}, \overline{12} \vee \overline{14}, \overline{13} \vee \overline{14}$

$\overline{21} \vee \overline{22}, \overline{21} \vee \overline{23}, \overline{21} \vee \overline{24}, \overline{22} \vee \overline{23}, \overline{22} \vee \overline{24}, \overline{23} \vee \overline{24}$

$\overline{31} \vee \overline{32}, \overline{31} \vee \overline{33}, \overline{31} \vee \overline{34}, \overline{32} \vee \overline{33}, \overline{32} \vee \overline{34}, \overline{33} \vee \overline{34}$

$\overline{41} \vee \overline{42}, \overline{41} \vee \overline{43}, \overline{41} \vee \overline{44}, \overline{42} \vee \overline{43}, \overline{42} \vee \overline{44}, \overline{43} \vee \overline{44}$

	1	2	3	4
1	11	12	13	14
2	21	22	23	24
3	31	32	33	34
4	41	42	43	44

- Somente uma Rainha por coluna

	1	2	3	4
1	11	12	13	14
2	21	22	23	24
3	31	32	33	34
4	41	42	43	44

 $\overline{11} \vee \overline{21},$

	1	2	3	4
1	11	12	13	14
2	21	22	23	24
3	31	32	33	34
4	41	42	43	44

 $\overline{11} \vee \overline{21}, \overline{11} \vee \overline{31},$

	1	2	3	4
1	11	12	13	14
2	21	22	23	24
3	31	32	33	34
4	41	42	43	44

 $\overline{11} \vee \overline{21}, \overline{11} \vee \overline{31}, \overline{11} \vee \overline{41},$

	1	2	3	4
1	11	12	13	14
2	21	22	23	24
3	31	32	33	34
4	41	42	43	44

$$\overline{11} \vee \overline{21}, \overline{11} \vee \overline{31}, \overline{11} \vee \overline{41},$$
$$\overline{21} \vee \overline{31},$$

	1	2	3	4
1	11	12	13	14
2	21	22	23	24
3	31	32	33	34
4	41	42	43	44

$$\overline{11} \vee \overline{21}, \overline{11} \vee \overline{31}, \overline{11} \vee \overline{41},$$
$$\overline{21} \vee \overline{31}, \overline{21} \vee \overline{41},$$

	1	2	3	4
1	11	12	13	14
2	21	22	23	24
3	31	32	33	34
4	41	42	43	44

$$\overline{11} \vee \overline{21}, \overline{11} \vee \overline{31}, \overline{11} \vee \overline{41},$$
$$\overline{21} \vee \overline{31}, \overline{21} \vee \overline{41}, \overline{31} \vee \overline{41}$$

- Não mais que uma Rainha por coluna

$\overline{11} \vee \overline{21}, \overline{11} \vee \overline{31}, \overline{11} \vee \overline{41}, \overline{21} \vee \overline{31}, \overline{21} \vee \overline{41}, \overline{31} \vee \overline{41}$

$\overline{12} \vee \overline{22}, \overline{12} \vee \overline{32}, \overline{12} \vee \overline{42}, \overline{22} \vee \overline{32}, \overline{22} \vee \overline{42}, \overline{32} \vee \overline{42}$

$\overline{13} \vee \overline{23}, \overline{13} \vee \overline{33}, \overline{13} \vee \overline{43}, \overline{23} \vee \overline{33}, \overline{23} \vee \overline{43}, \overline{33} \vee \overline{43}$

$\overline{14} \vee \overline{24}, \overline{14} \vee \overline{34}, \overline{14} \vee \overline{44}, \overline{24} \vee \overline{34}, \overline{24} \vee \overline{44}, \overline{34} \vee \overline{44}$

	1	2	3	4
1	11	12	13	14
2	21	22	23	24
3	31	32	33	34
4	41	42	43	44

- Somente uma Rainha por diagonal

	1	2	3	4
1	11	12	13	14
2	21	22	23	24
3	31	32	33	34
4	41	42	43	44

	1	2	3	4
1	11	12	13	14
2	21	22	23	24
3	31	32	33	34
4	41	42	43	44

	1	2	3	4
1	11	12	13	14
2	21	22	23	24
3	31	32	33	34
4	41	42	43	44

	1	2	3	4
1	11	12	13	14
2	21	22	23	24
3	31	32	33	34
4	41	42	43	44

	1	2	3	4
1	11	12	13	14
2	21	22	23	24
3	31	32	33	34
4	41	42	43	44

 $\overline{11} \vee \overline{22},$

	1	2	3	4
1	11	12	13	14
2	21	22	23	24
3	31	32	33	34
4	41	42	43	44

 $\overline{11} \vee \overline{22}, \overline{11} \vee \overline{33},$

	1	2	3	4
1	11	12	13	14
2	21	22	23	24
3	31	32	33	34
4	41	42	43	44

$$\overline{11} \vee \overline{22}, \overline{11} \vee \overline{33}, \overline{11} \vee \overline{44}$$

	1	2	3	4
1	11	12	13	14
2	21	22	23	24
3	31	32	33	34
4	41	42	43	44

$$\begin{array}{l} \overline{11} \vee \overline{22}, \overline{11} \vee \overline{33}, \overline{11} \vee \overline{44} \\ \overline{12} \vee \overline{21}, \end{array}$$

	1	2	3	4
1	11	12	13	14
2	21	22	23	24
3	31	32	33	34
4	41	42	43	44

$$\begin{aligned} & \overline{11} \vee \overline{22}, \overline{11} \vee \overline{33}, \overline{11} \vee \overline{44} \\ & \overline{12} \vee \overline{21}, \overline{12} \vee \overline{23}, \end{aligned}$$

	1	2	3	4
1	11	12	13	14
2	21	22	23	24
3	31	32	33	34
4	41	42	43	44

 $\overline{11} \vee \overline{22}, \overline{11} \vee \overline{33}, \overline{11} \vee \overline{44}$ $\overline{12} \vee \overline{21}, \overline{12} \vee \overline{33}, \overline{12} \vee \overline{44}$

	1	2	3	4
1	11	12	13	14
2	21	22	23	24
3	31	32	33	34
4	41	42	43	44

$$\begin{aligned} & \overline{11} \vee \overline{22}, \overline{11} \vee \overline{33}, \overline{11} \vee \overline{44} \\ & \overline{12} \vee \overline{21}, \overline{12} \vee \overline{23}, \overline{12} \vee \overline{34} \\ & \overline{13} \vee \overline{22}, \end{aligned}$$

	1	2	3	4
1	11	12	13	14
2	21	22	23	24
3	31	32	33	34
4	41	42	43	44

$$\begin{aligned} & \overline{11} \vee \overline{22}, \overline{11} \vee \overline{33}, \overline{11} \vee \overline{44} \\ & \overline{12} \vee \overline{21}, \overline{12} \vee \overline{23}, \overline{12} \vee \overline{34} \\ & \overline{13} \vee \overline{22}, \overline{13} \vee \overline{31}, \end{aligned}$$

	1	2	3	4
1	11	12	13	14
2	21	22	23	24
3	31	32	33	34
4	41	42	43	44

$$\begin{aligned} & \overline{11} \vee \overline{22}, \overline{11} \vee \overline{33}, \overline{11} \vee \overline{44} \\ & \overline{12} \vee \overline{21}, \overline{12} \vee \overline{23}, \overline{12} \vee \overline{34} \\ & \overline{13} \vee \overline{22}, \overline{13} \vee \overline{31}, \overline{13} \vee \overline{24} \end{aligned}$$

	1	2	3	4
1	11	12	13	14
2	21	22	23	24
3	31	32	33	34
4	41	42	43	44

$\overline{11} \vee \overline{22}, \overline{11} \vee \overline{33}, \overline{11} \vee \overline{44}$
 $\overline{12} \vee \overline{21}, \overline{12} \vee \overline{33}, \overline{12} \vee \overline{44}$
 $\overline{13} \vee \overline{22}, \overline{13} \vee \overline{31}, \overline{13} \vee \overline{44}$
 $\overline{14} \vee \overline{23},$

	1	2	3	4
1	11	12	13	14
2	21	22	23	24
3	31	32	33	34
4	41	42	43	44

$\overline{11} \vee \overline{22}, \overline{11} \vee \overline{33}, \overline{11} \vee \overline{44}$
 $\overline{12} \vee \overline{21}, \overline{12} \vee \overline{23}, \overline{12} \vee \overline{34}$
 $\overline{13} \vee \overline{22}, \overline{13} \vee \overline{31}, \overline{13} \vee \overline{24}$
 $\overline{14} \vee \overline{23}, \overline{14} \vee \overline{32},$

	1	2	3	4
1	11	12	13	14
2	21	22	23	24
3	31	32	33	34
4	41	42	43	44

$\overline{11} \vee \overline{22}, \overline{11} \vee \overline{33}, \overline{11} \vee \overline{44}$
 $\overline{12} \vee \overline{21}, \overline{12} \vee \overline{23}, \overline{12} \vee \overline{34}$
 $\overline{13} \vee \overline{22}, \overline{13} \vee \overline{31}, \overline{13} \vee \overline{24}$
 $\overline{14} \vee \overline{23}, \overline{14} \vee \overline{32}, \overline{14} \vee \overline{41}$

- Não mais que uma Rainha por diagonal

$$\overline{11} \vee \overline{22}, \overline{11} \vee \overline{33}, \overline{11} \vee \overline{44}$$

$$\overline{13} \vee \overline{22}, \overline{13} \vee \overline{31}, \overline{13} \vee \overline{24}$$

$$\overline{21} \vee \overline{32}, \overline{21} \vee \overline{43}$$

$$\overline{23} \vee \overline{32}, \overline{23} \vee \overline{41}, \overline{23} \vee \overline{34}$$

$$\overline{31} \vee \overline{42}$$

$$\overline{33} \vee \overline{42}, \overline{33} \vee \overline{44}$$

$$\overline{12} \vee \overline{21}, \overline{12} \vee \overline{23}, \overline{12} \vee \overline{34}$$

$$\overline{14} \vee \overline{23}, \overline{14} \vee \overline{32}, \overline{14} \vee \overline{41}$$

$$\overline{22} \vee \overline{31}, \overline{22} \vee \overline{33}, \overline{22} \vee \overline{44}$$

$$\overline{24} \vee \overline{33}, \overline{24} \vee \overline{42}$$

$$\overline{32} \vee \overline{41}, \overline{32} \vee \overline{43}$$

$$\overline{34} \vee \overline{43}$$

$11 \vee 12 \vee 13 \vee 14,$
 $21 \vee 22 \vee 23 \vee 24,$
 $31 \vee 32 \vee 33 \vee 34,$
 $41 \vee 42 \vee 43 \vee 44,$
 $\overline{11} \vee \overline{12}, \overline{11} \vee \overline{13}, \overline{11} \vee \overline{14}, \overline{12} \vee \overline{13}, \overline{12} \vee \overline{14}, \overline{13} \vee \overline{14}$
 $\overline{21} \vee \overline{22}, \overline{21} \vee \overline{23}, \overline{21} \vee \overline{24}, \overline{22} \vee \overline{23}, \overline{22} \vee \overline{24}, \overline{23} \vee \overline{24}$
 $\overline{31} \vee \overline{32}, \overline{31} \vee \overline{33}, \overline{31} \vee \overline{34}, \overline{32} \vee \overline{33}, \overline{32} \vee \overline{34}, \overline{33} \vee \overline{34}$
 $\overline{41} \vee \overline{42}, \overline{41} \vee \overline{43}, \overline{41} \vee \overline{44}, \overline{42} \vee \overline{43}, \overline{42} \vee \overline{44}, \overline{43} \vee \overline{44}$
 $\overline{11} \vee \overline{21}, \overline{11} \vee \overline{31}, \overline{11} \vee \overline{41}, \overline{21} \vee \overline{31}, \overline{21} \vee \overline{41}, \overline{31} \vee \overline{41}$
 $\overline{12} \vee \overline{22}, \overline{12} \vee \overline{32}, \overline{12} \vee \overline{42}, \overline{22} \vee \overline{32}, \overline{22} \vee \overline{42}, \overline{32} \vee \overline{42}$
 $\overline{13} \vee \overline{23}, \overline{13} \vee \overline{33}, \overline{13} \vee \overline{43}, \overline{23} \vee \overline{33}, \overline{23} \vee \overline{43}, \overline{33} \vee \overline{43}$
 $\overline{14} \vee \overline{24}, \overline{14} \vee \overline{34}, \overline{14} \vee \overline{44}, \overline{24} \vee \overline{34}, \overline{24} \vee \overline{44}, \overline{34} \vee \overline{44}$
 $\overline{12} \vee \overline{21}, \overline{12} \vee \overline{23}, \overline{12} \vee \overline{34}$
 $\overline{14} \vee \overline{23}, \overline{14} \vee \overline{32}, \overline{14} \vee \overline{41}$
 $\overline{22} \vee \overline{31}, \overline{22} \vee \overline{33}, \overline{22} \vee \overline{44}$
 $\overline{24} \vee \overline{33}, \overline{24} \vee \overline{42}$
 $\overline{32} \vee \overline{41}, \overline{32} \vee \overline{43}$
 $\overline{34} \vee \overline{43}$
 $\overline{11} \vee \overline{22}, \overline{11} \vee \overline{33}, \overline{11} \vee \overline{44}$
 $\overline{13} \vee \overline{22}, \overline{13} \vee \overline{31}, \overline{13} \vee \overline{24}$
 $\overline{21} \vee \overline{32}, \overline{21} \vee \overline{43}$
 $\overline{23} \vee \overline{32}, \overline{23} \vee \overline{41}, \overline{23} \vee \overline{34}$
 $\overline{31} \vee \overline{42}$
 $\overline{33} \vee \overline{42}, \overline{33} \vee \overline{44}$

Escolhas

12

 $11 \vee 12 \vee 13 \vee 14,$ $21 \vee 22 \vee 23 \vee 24,$ $31 \vee 32 \vee 33 \vee 34,$ $41 \vee 42 \vee 43 \vee 44,$ $\overline{11} \vee \overline{12}, \overline{11} \vee \overline{13}, \overline{11} \vee \overline{14}, \overline{12} \vee \overline{13}, \overline{12} \vee \overline{14}, \overline{13} \vee \overline{14}$ $\overline{21} \vee \overline{22}, \overline{21} \vee \overline{23}, \overline{21} \vee \overline{24}, \overline{22} \vee \overline{23}, \overline{22} \vee \overline{24}, \overline{23} \vee \overline{24}$ $\overline{31} \vee \overline{32}, \overline{31} \vee \overline{33}, \overline{31} \vee \overline{34}, \overline{32} \vee \overline{33}, \overline{32} \vee \overline{34}, \overline{33} \vee \overline{34}$ $\overline{41} \vee \overline{42}, \overline{41} \vee \overline{43}, \overline{41} \vee \overline{44}, \overline{42} \vee \overline{43}, \overline{42} \vee \overline{44}, \overline{43} \vee \overline{44}$ $\overline{11} \vee \overline{21}, \overline{11} \vee \overline{31}, \overline{11} \vee \overline{41}, \overline{21} \vee \overline{31}, \overline{21} \vee \overline{41}, \overline{31} \vee \overline{41}$ $\overline{12} \vee \overline{22}, \overline{12} \vee \overline{32}, \overline{12} \vee \overline{42}, \overline{22} \vee \overline{32}, \overline{22} \vee \overline{42}, \overline{32} \vee \overline{42}$ $\overline{13} \vee \overline{23}, \overline{13} \vee \overline{33}, \overline{13} \vee \overline{43}, \overline{23} \vee \overline{33}, \overline{23} \vee \overline{43}, \overline{33} \vee \overline{43}$ $\overline{14} \vee \overline{24}, \overline{14} \vee \overline{34}, \overline{14} \vee \overline{44}, \overline{24} \vee \overline{34}, \overline{24} \vee \overline{44}, \overline{34} \vee \overline{44}$ $\overline{12} \vee \overline{21}, \overline{12} \vee \overline{23}, \overline{12} \vee \overline{34}$ $\overline{14} \vee \overline{23}, \overline{14} \vee \overline{32}, \overline{14} \vee \overline{41}$ $\overline{22} \vee \overline{31}, \overline{22} \vee \overline{33}, \overline{22} \vee \overline{44}$ $\overline{24} \vee \overline{33}, \overline{24} \vee \overline{42}$ $\overline{32} \vee \overline{41}, \overline{32} \vee \overline{43}$ $\overline{34} \vee \overline{43}$ $\overline{11} \vee \overline{22}, \overline{11} \vee \overline{33}, \overline{11} \vee \overline{44}$ $\overline{13} \vee \overline{22}, \overline{13} \vee \overline{31}, \overline{13} \vee \overline{24}$ $\overline{21} \vee \overline{32}, \overline{21} \vee \overline{43}$ $\overline{23} \vee \overline{32}, \overline{23} \vee \overline{41}, \overline{23} \vee \overline{34}$ $\overline{31} \vee \overline{42}$ $\overline{33} \vee \overline{42}, \overline{33} \vee \overline{44}$

$11 \vee \boxed{12} \vee 13 \vee 14,$
 $21 \vee 22 \vee 23 \vee 24,$
 $31 \vee 32 \vee 33 \vee 34,$
 $41 \vee 42 \vee 43 \vee 44,$

$\overline{11} \vee \overline{12}, \overline{11} \vee \overline{13}, \overline{11} \vee \overline{14}, \overline{12} \vee \overline{13}, \overline{12} \vee \overline{14}, \overline{13} \vee \overline{14}$
 $\overline{21} \vee \overline{22}, \overline{21} \vee \overline{23}, \overline{21} \vee \overline{24}, \overline{22} \vee \overline{23}, \overline{22} \vee \overline{24}, \overline{23} \vee \overline{24}$
 $\overline{31} \vee \overline{32}, \overline{31} \vee \overline{33}, \overline{31} \vee \overline{34}, \overline{32} \vee \overline{33}, \overline{32} \vee \overline{34}, \overline{33} \vee \overline{34}$
 $\overline{41} \vee \overline{42}, \overline{41} \vee \overline{43}, \overline{41} \vee \overline{44}, \overline{42} \vee \overline{43}, \overline{42} \vee \overline{44}, \overline{43} \vee \overline{44}$

$\overline{11} \vee \overline{21}, \overline{11} \vee \overline{31}, \overline{11} \vee \overline{41}, \overline{21} \vee \overline{31}, \overline{21} \vee \overline{41}, \overline{31} \vee \overline{41}$
 $\overline{12} \vee \overline{22}, \overline{12} \vee \overline{32}, \overline{12} \vee \overline{42}, \overline{22} \vee \overline{32}, \overline{22} \vee \overline{42}, \overline{32} \vee \overline{42}$
 $\overline{13} \vee \overline{23}, \overline{13} \vee \overline{33}, \overline{13} \vee \overline{43}, \overline{23} \vee \overline{33}, \overline{23} \vee \overline{43}, \overline{33} \vee \overline{43}$
 $\overline{14} \vee \overline{24}, \overline{14} \vee \overline{34}, \overline{14} \vee \overline{44}, \overline{24} \vee \overline{34}, \overline{24} \vee \overline{44}, \overline{34} \vee \overline{44}$

Escolhas

12

$\overline{12} \vee \overline{21}, \overline{12} \vee \overline{23}, \overline{12} \vee \overline{34}$
 $\overline{14} \vee \overline{23}, \overline{14} \vee \overline{32}, \overline{14} \vee \overline{41}$
 $\overline{22} \vee \overline{31}, \overline{22} \vee \overline{33}, \overline{22} \vee \overline{44}$
 $\overline{24} \vee \overline{33}, \overline{24} \vee \overline{42}$
 $\overline{32} \vee \overline{41}, \overline{32} \vee \overline{43}$
 $\overline{34} \vee \overline{43}$
 $\overline{11} \vee \overline{22}, \overline{11} \vee \overline{33}, \overline{11} \vee \overline{44}$
 $\overline{13} \vee \overline{22}, \overline{13} \vee \overline{31}, \overline{13} \vee \overline{24}$
 $\overline{21} \vee \overline{32}, \overline{21} \vee \overline{43}$
 $\overline{23} \vee \overline{32}, \overline{23} \vee \overline{41}, \overline{23} \vee \overline{34}$
 $\overline{31} \vee \overline{42}$
 $\overline{33} \vee \overline{42}, \overline{33} \vee \overline{44}$

$21 \vee 22 \vee 23 \vee 24,$
 $31 \vee 32 \vee 33 \vee 34,$
 $41 \vee 42 \vee 43 \vee 44,$
 $\overline{11} \vee \boxed{12}, \overline{11} \vee \overline{13}, \overline{11} \vee \overline{14}, \boxed{12} \vee \overline{13}, \boxed{12} \vee \overline{14}, \overline{13} \vee \overline{14}$
 $\overline{21} \vee \overline{22}, \overline{21} \vee \overline{23}, \overline{21} \vee \overline{24}, \overline{22} \vee \overline{23}, \overline{22} \vee \overline{24}, \overline{23} \vee \overline{24}$
 $\overline{31} \vee \overline{32}, \overline{31} \vee \overline{33}, \overline{31} \vee \overline{34}, \overline{32} \vee \overline{33}, \overline{32} \vee \overline{34}, \overline{33} \vee \overline{34}$
 $\overline{41} \vee \overline{42}, \overline{41} \vee \overline{43}, \overline{41} \vee \overline{44}, \overline{42} \vee \overline{43}, \overline{42} \vee \overline{44}, \overline{43} \vee \overline{44}$
 $\overline{11} \vee \overline{21}, \overline{11} \vee \overline{31}, \overline{11} \vee \overline{41}, \overline{21} \vee \overline{31}, \overline{21} \vee \overline{41}, \overline{31} \vee \overline{41}$
 $\boxed{12} \vee \overline{22}, \boxed{12} \vee \overline{32}, \boxed{12} \vee \overline{42}, \overline{22} \vee \overline{32}, \overline{22} \vee \overline{42}, \overline{32} \vee \overline{42}$
 $\overline{13} \vee \overline{23}, \overline{13} \vee \overline{33}, \overline{13} \vee \overline{43}, \overline{23} \vee \overline{33}, \overline{23} \vee \overline{43}, \overline{33} \vee \overline{43}$
 $\overline{14} \vee \overline{24}, \overline{14} \vee \overline{34}, \overline{14} \vee \overline{44}, \overline{24} \vee \overline{34}, \overline{24} \vee \overline{44}, \overline{34} \vee \overline{44}$
 $\boxed{12} \vee \overline{21}, \boxed{12} \vee \overline{23}, \boxed{12} \vee \overline{34}$
 $\overline{14} \vee \overline{23}, \overline{14} \vee \overline{32}, \overline{14} \vee \overline{41}$
 $\overline{22} \vee \overline{31}, \overline{22} \vee \overline{33}, \overline{22} \vee \overline{44}$
 $\overline{24} \vee \overline{33}, \overline{24} \vee \overline{42}$
 $\overline{32} \vee \overline{41}, \overline{32} \vee \overline{43}$
 $\overline{34} \vee \overline{43}$
 $\overline{11} \vee \overline{22}, \overline{11} \vee \overline{33}, \overline{11} \vee \overline{44}$
 $\overline{13} \vee \overline{22}, \overline{13} \vee \overline{31}, \overline{13} \vee \overline{24}$
 $\overline{21} \vee \overline{32}, \overline{21} \vee \overline{43}$
 $\overline{23} \vee \overline{32}, \overline{23} \vee \overline{41}, \overline{23} \vee \overline{34}$
 $\overline{31} \vee \overline{42}$
 $\overline{33} \vee \overline{42}, \overline{33} \vee \overline{44}$

Escolhas

12

Escolhas

12

$$21 \vee 22 \vee 23 \vee 24,$$

$$31 \vee 32 \vee 33 \vee 34,$$

$$41 \vee 42 \vee 43 \vee 44,$$

$$\overline{11}, \overline{11} \vee \overline{13}, \overline{11} \vee \overline{14}, \quad \overline{13}, \quad \overline{14}, \overline{13} \vee \overline{14}$$

$$\overline{21} \vee \overline{22}, \overline{21} \vee \overline{23}, \overline{21} \vee \overline{24}, \overline{22} \vee \overline{23}, \overline{22} \vee \overline{24}, \overline{23} \vee \overline{24}$$

$$\overline{31} \vee \overline{32}, \overline{31} \vee \overline{33}, \overline{31} \vee \overline{34}, \overline{32} \vee \overline{33}, \overline{32} \vee \overline{34}, \overline{33} \vee \overline{34}$$

$$\overline{41} \vee \overline{42}, \overline{41} \vee \overline{43}, \overline{41} \vee \overline{44}, \overline{42} \vee \overline{43}, \overline{42} \vee \overline{44}, \overline{43} \vee \overline{44}$$

$$\overline{11} \vee \overline{21}, \overline{11} \vee \overline{31}, \overline{11} \vee \overline{41}, \overline{21} \vee \overline{31}, \overline{21} \vee \overline{41}, \overline{31} \vee \overline{41}$$

$$\overline{22}, \quad \overline{32}, \quad \overline{42}, \overline{22} \vee \overline{32}, \overline{22} \vee \overline{42}, \overline{32} \vee \overline{42}$$

$$\overline{13} \vee \overline{23}, \overline{13} \vee \overline{33}, \overline{13} \vee \overline{43}, \overline{23} \vee \overline{33}, \overline{23} \vee \overline{43}, \overline{33} \vee \overline{43}$$

$$\overline{14} \vee \overline{24}, \overline{14} \vee \overline{34}, \overline{14} \vee \overline{44}, \overline{24} \vee \overline{34}, \overline{24} \vee \overline{44}, \overline{34} \vee \overline{44}$$

$$\overline{21}, \quad \overline{23}, \quad \overline{34}$$

$$\overline{14} \vee \overline{23}, \overline{14} \vee \overline{32}, \overline{14} \vee \overline{41}$$

$$\overline{22} \vee \overline{31}, \overline{22} \vee \overline{33}, \overline{22} \vee \overline{44}$$

$$\overline{24} \vee \overline{33}, \overline{24} \vee \overline{42}$$

$$\overline{32} \vee \overline{41}, \overline{32} \vee \overline{43}$$

$$\overline{34} \vee \overline{43}$$

$$\overline{11} \vee \overline{22}, \overline{11} \vee \overline{33}, \overline{11} \vee \overline{44}$$

$$\overline{13} \vee \overline{22}, \overline{13} \vee \overline{31}, \overline{13} \vee \overline{24}$$

$$\overline{21} \vee \overline{32}, \overline{21} \vee \overline{43}$$

$$\overline{23} \vee \overline{32}, \overline{23} \vee \overline{41}, \overline{23} \vee \overline{34}$$

$$\overline{31} \vee \overline{42}$$

$$\overline{33} \vee \overline{42}, \overline{33} \vee \overline{44}$$

$21 \vee 22 \vee 23 \vee 24,$
 $31 \vee 32 \vee 33 \vee 34,$
 $41 \vee 42 \vee 43 \vee 44,$

$\overline{11}, \overline{11} \vee \overline{13}, \overline{11} \vee \overline{14}, \overline{13}, \overline{14}, \overline{13} \vee \overline{14}$

$\overline{21} \vee \overline{22}, \overline{21} \vee \overline{23}, \overline{21} \vee \overline{24}, \overline{22} \vee \overline{23}, \overline{22} \vee \overline{24}, \overline{23} \vee \overline{24}$

$\overline{31} \vee \overline{32}, \overline{31} \vee \overline{33}, \overline{31} \vee \overline{34}, \overline{32} \vee \overline{33}, \overline{32} \vee \overline{34}, \overline{33} \vee \overline{34}$

$\overline{41} \vee \overline{42}, \overline{41} \vee \overline{43}, \overline{41} \vee \overline{44}, \overline{42} \vee \overline{43}, \overline{42} \vee \overline{44}, \overline{43} \vee \overline{44}$

$\overline{11} \vee \overline{21}, \overline{11} \vee \overline{31}, \overline{11} \vee \overline{41}, \overline{21} \vee \overline{31}, \overline{21} \vee \overline{41}, \overline{31} \vee \overline{41}$
 $\overline{22}, \overline{32}, \overline{42}, \overline{22} \vee \overline{32}, \overline{22} \vee \overline{42}, \overline{32} \vee \overline{42}$

$\overline{13} \vee \overline{23}, \overline{13} \vee \overline{33}, \overline{13} \vee \overline{43}, \overline{23} \vee \overline{33}, \overline{23} \vee \overline{43}, \overline{33} \vee \overline{43}$

$\overline{14} \vee \overline{24}, \overline{14} \vee \overline{34}, \overline{14} \vee \overline{44}, \overline{24} \vee \overline{34}, \overline{24} \vee \overline{44}, \overline{34} \vee \overline{44}$

$\overline{21}, \overline{23}, \overline{34}$

$\overline{14} \vee \overline{23}, \overline{14} \vee \overline{32}, \overline{14} \vee \overline{41}$

$\overline{22} \vee \overline{31}, \overline{22} \vee \overline{33}, \overline{22} \vee \overline{44}$

$\overline{24} \vee \overline{33}, \overline{24} \vee \overline{42}$

$\overline{32} \vee \overline{41}, \overline{32} \vee \overline{43}$

$\overline{34} \vee \overline{43}$

$\overline{11} \vee \overline{22}, \overline{11} \vee \overline{33}, \overline{11} \vee \overline{44}$

$\overline{13} \vee \overline{22}, \overline{13} \vee \overline{31}, \overline{13} \vee \overline{24}$

$\overline{21} \vee \overline{32}, \overline{21} \vee \overline{43}$

$\overline{23} \vee \overline{32}, \overline{23} \vee \overline{41}, \overline{23} \vee \overline{34}$

$\overline{31} \vee \overline{42}$

$\overline{33} \vee \overline{42}, \overline{33} \vee \overline{44}$

Escolhas

12 $\overline{11}$

$21 \vee 22 \vee 23 \vee 24,$
 $31 \vee 32 \vee 33 \vee 34,$
 $41 \vee 42 \vee 43 \vee 44,$

$\boxed{11} \quad . \quad \boxed{11} \vee \overline{13}, \boxed{11} \vee \overline{14}, \quad \overline{13}, \quad \overline{14}, \overline{13} \vee \overline{14}$
 $\overline{21} \vee \overline{22}, \overline{21} \vee \overline{23}, \overline{21} \vee \overline{24}, \overline{22} \vee \overline{23}, \overline{22} \vee \overline{24}, \overline{23} \vee \overline{24}$
 $\overline{31} \vee \overline{32}, \overline{31} \vee \overline{33}, \overline{31} \vee \overline{34}, \overline{32} \vee \overline{33}, \overline{32} \vee \overline{34}, \overline{33} \vee \overline{34}$
 $\overline{41} \vee \overline{42}, \overline{41} \vee \overline{43}, \overline{41} \vee \overline{44}, \overline{42} \vee \overline{43}, \overline{42} \vee \overline{44}, \overline{43} \vee \overline{44}$

$\boxed{11} \vee \overline{21}, \boxed{11} \vee \overline{31}, \boxed{11} \vee \overline{41}, \overline{21} \vee \overline{31}, \overline{21} \vee \overline{41}, \overline{31} \vee \overline{41}$
 $\overline{22}, \quad \overline{32}, \quad \overline{42}, \overline{22} \vee \overline{32}, \overline{22} \vee \overline{42}, \overline{32} \vee \overline{42}$
 $\overline{13} \vee \overline{23}, \overline{13} \vee \overline{33}, \overline{13} \vee \overline{43}, \overline{23} \vee \overline{33}, \overline{23} \vee \overline{43}, \overline{33} \vee \overline{43}$
 $\overline{14} \vee \overline{24}, \overline{14} \vee \overline{34}, \overline{14} \vee \overline{44}, \overline{24} \vee \overline{34}, \overline{24} \vee \overline{44}, \overline{34} \vee \overline{44}$

$\overline{21}, \quad \overline{23}, \quad \overline{34}$
 $\overline{14} \vee \overline{23}, \overline{14} \vee \overline{32}, \overline{14} \vee \overline{41}$
 $\overline{22} \vee \overline{31}, \overline{22} \vee \overline{33}, \overline{22} \vee \overline{44}$
 $\overline{24} \vee \overline{33}, \overline{24} \vee \overline{42}$
 $\overline{32} \vee \overline{41}, \overline{32} \vee \overline{43}$
 $\overline{34} \vee \overline{43}$
 $\boxed{11} \vee \overline{22}, \boxed{11} \vee \overline{33}, \boxed{11} \vee \overline{44}$
 $\overline{13} \vee \overline{22}, \overline{13} \vee \overline{31}, \overline{13} \vee \overline{24}$
 $\overline{21} \vee \overline{32}, \overline{21} \vee \overline{43}$
 $\overline{23} \vee \overline{32}, \overline{23} \vee \overline{41}, \overline{23} \vee \overline{34}$
 $\overline{31} \vee \overline{42}$
 $\overline{33} \vee \overline{42}, \overline{33} \vee \overline{44}$

Escolhas

12 $\overline{11}$

$21 \vee 22 \vee 23 \vee 24,$
 $31 \vee 32 \vee 33 \vee 34,$
 $41 \vee 42 \vee 43 \vee 44,$

$\overline{13}, \quad \overline{14}, \overline{13} \vee \overline{14}$
 $\overline{21} \vee \overline{22}, \overline{21} \vee \overline{23}, \overline{21} \vee \overline{24}, \overline{22} \vee \overline{23}, \overline{22} \vee \overline{24}, \overline{23} \vee \overline{24}$
 $\overline{31} \vee \overline{32}, \overline{31} \vee \overline{33}, \overline{31} \vee \overline{34}, \overline{32} \vee \overline{33}, \overline{32} \vee \overline{34}, \overline{33} \vee \overline{34}$
 $\overline{41} \vee \overline{42}, \overline{41} \vee \overline{43}, \overline{41} \vee \overline{44}, \overline{42} \vee \overline{43}, \overline{42} \vee \overline{44}, \overline{43} \vee \overline{44}$

$\overline{21} \vee \overline{31}, \overline{21} \vee \overline{41}, \overline{31} \vee \overline{41}$
 $\overline{22}, \quad \overline{32}, \quad \overline{42}, \overline{22} \vee \overline{32}, \overline{22} \vee \overline{42}, \overline{32} \vee \overline{42}$
 $\overline{13} \vee \overline{23}, \overline{13} \vee \overline{33}, \overline{13} \vee \overline{43}, \overline{23} \vee \overline{33}, \overline{23} \vee \overline{43}, \overline{33} \vee \overline{43}$
 $\overline{14} \vee \overline{24}, \overline{14} \vee \overline{34}, \overline{14} \vee \overline{44}, \overline{24} \vee \overline{34}, \overline{24} \vee \overline{44}, \overline{34} \vee \overline{44}$

$\overline{21}, \quad \overline{23}, \quad \overline{34}$
 $\overline{14} \vee \overline{23}, \overline{14} \vee \overline{32}, \overline{14} \vee \overline{41}$
 $\overline{22} \vee \overline{31}, \overline{22} \vee \overline{33}, \overline{22} \vee \overline{44}$
 $\overline{24} \vee \overline{33}, \overline{24} \vee \overline{42}$
 $\overline{32} \vee \overline{41}, \overline{32} \vee \overline{43}$
 $\overline{34} \vee \overline{43}$

$\overline{13} \vee \overline{22}, \overline{13} \vee \overline{31}, \overline{13} \vee \overline{24}$
 $\overline{21} \vee \overline{32}, \overline{21} \vee \overline{43}$
 $\overline{23} \vee \overline{32}, \overline{23} \vee \overline{41}, \overline{23} \vee \overline{34}$
 $\overline{31} \vee \overline{42}$
 $\overline{33} \vee \overline{42}, \overline{33} \vee \overline{44}$

Escolhas

12 11

$21 \vee 22 \vee 23 \vee 24,$
 $31 \vee 32 \vee 33 \vee 34,$
 $41 \vee 42 \vee 43 \vee 44,$

$\overline{13}, \quad \overline{14}, \overline{13} \vee \overline{14}$
 $\overline{21} \vee \overline{22}, \overline{21} \vee \overline{23}, \overline{21} \vee \overline{24}, \overline{22} \vee \overline{23}, \overline{22} \vee \overline{24}, \overline{23} \vee \overline{24}$
 $\overline{31} \vee \overline{32}, \overline{31} \vee \overline{33}, \overline{31} \vee \overline{34}, \overline{32} \vee \overline{33}, \overline{32} \vee \overline{34}, \overline{33} \vee \overline{34}$
 $\overline{41} \vee \overline{42}, \overline{41} \vee \overline{43}, \overline{41} \vee \overline{44}, \overline{42} \vee \overline{43}, \overline{42} \vee \overline{44}, \overline{43} \vee \overline{44}$

$\overline{21} \vee \overline{31}, \overline{21} \vee \overline{41}, \overline{31} \vee \overline{41}$
 $\overline{22}, \quad \overline{32}, \quad \overline{42}, \overline{22} \vee \overline{32}, \overline{22} \vee \overline{42}, \overline{32} \vee \overline{42}$
 $\overline{13} \vee \overline{23}, \overline{13} \vee \overline{33}, \overline{13} \vee \overline{43}, \overline{23} \vee \overline{33}, \overline{23} \vee \overline{43}, \overline{33} \vee \overline{43}$
 $\overline{14} \vee \overline{24}, \overline{14} \vee \overline{34}, \overline{14} \vee \overline{44}, \overline{24} \vee \overline{34}, \overline{24} \vee \overline{44}, \overline{34} \vee \overline{44}$

$\overline{21}, \quad \overline{23}, \quad \overline{34}$

$\overline{14} \vee \overline{23}, \overline{14} \vee \overline{32}, \overline{14} \vee \overline{41}$
 $\overline{22} \vee \overline{31}, \overline{22} \vee \overline{33}, \overline{22} \vee \overline{44}$
 $\overline{24} \vee \overline{33}, \overline{24} \vee \overline{42}$

$\overline{32} \vee \overline{41}, \overline{32} \vee \overline{43}$
 $\overline{34} \vee \overline{43}$

$\overline{13} \vee \overline{22}, \overline{13} \vee \overline{31}, \overline{13} \vee \overline{24}$

$\overline{21} \vee \overline{32}, \overline{21} \vee \overline{43}$

$\overline{23} \vee \overline{32}, \overline{23} \vee \overline{41}, \overline{23} \vee \overline{34}$

$\overline{31} \vee \overline{42}$

$\overline{33} \vee \overline{42}, \overline{33} \vee \overline{44}$

Escolhas

12 11 13

$21 \vee 22 \vee 23 \vee 24,$
 $31 \vee 32 \vee 33 \vee 34,$
 $41 \vee 42 \vee 43 \vee 44,$

$\boxed{13}$ $\overline{14}, \boxed{\overline{13}} \vee \overline{14}$

$\overline{21} \vee \overline{22}, \overline{21} \vee \overline{23}, \overline{21} \vee \overline{24}, \overline{22} \vee \overline{23}, \overline{22} \vee \overline{24}, \overline{23} \vee \overline{24}$
 $\overline{31} \vee \overline{32}, \overline{31} \vee \overline{33}, \overline{31} \vee \overline{34}, \overline{32} \vee \overline{33}, \overline{32} \vee \overline{34}, \overline{33} \vee \overline{34}$
 $\overline{41} \vee \overline{42}, \overline{41} \vee \overline{43}, \overline{41} \vee \overline{44}, \overline{42} \vee \overline{43}, \overline{42} \vee \overline{44}, \overline{43} \vee \overline{44}$

$\overline{21} \vee \overline{31}, \overline{21} \vee \overline{41}, \overline{31} \vee \overline{41}$

$\overline{22}, \quad \overline{32}, \quad \overline{42}, \overline{22} \vee \overline{32}, \overline{22} \vee \overline{42}, \overline{32} \vee \overline{42}$
 $\boxed{\overline{13}} \vee \overline{23}, \boxed{\overline{13}} \vee \overline{33}, \boxed{\overline{13}} \vee \overline{43}, \overline{23} \vee \overline{33}, \overline{23} \vee \overline{43}, \overline{33} \vee \overline{43}$
 $\overline{14} \vee \overline{24}, \overline{14} \vee \overline{34}, \overline{14} \vee \overline{44}, \overline{24} \vee \overline{34}, \overline{24} \vee \overline{44}, \overline{34} \vee \overline{44}$

$\overline{21}, \quad \overline{23}, \quad \overline{34}$

$\overline{14} \vee \overline{23}, \overline{14} \vee \overline{32}, \overline{14} \vee \overline{41}$
 $\overline{22} \vee \overline{31}, \overline{22} \vee \overline{33}, \overline{22} \vee \overline{44}$
 $\overline{24} \vee \overline{33}, \overline{24} \vee \overline{42}$
 $\overline{32} \vee \overline{41}, \overline{32} \vee \overline{43}$
 $\overline{34} \vee \overline{43}$

$\boxed{\overline{13}} \vee \overline{22}, \boxed{\overline{13}} \vee \overline{31}, \boxed{\overline{13}} \vee \overline{24}$

$\overline{21} \vee \overline{32}, \overline{21} \vee \overline{43}$
 $\overline{23} \vee \overline{32}, \overline{23} \vee \overline{41}, \overline{23} \vee \overline{34}$
 $\overline{31} \vee \overline{42}$
 $\overline{33} \vee \overline{42}, \overline{33} \vee \overline{44}$

Escolhas

12 $\overline{11}$ $\overline{13}$

$21 \vee 22 \vee 23 \vee 24,$
 $31 \vee 32 \vee 33 \vee 34,$
 $41 \vee 42 \vee 43 \vee 44,$

$\overline{14}$

$\overline{21} \vee \overline{22}, \overline{21} \vee \overline{23}, \overline{21} \vee \overline{24}, \overline{22} \vee \overline{23}, \overline{22} \vee \overline{24}, \overline{23} \vee \overline{24}$
 $\overline{31} \vee \overline{32}, \overline{31} \vee \overline{33}, \overline{31} \vee \overline{34}, \overline{32} \vee \overline{33}, \overline{32} \vee \overline{34}, \overline{33} \vee \overline{34}$
 $\overline{41} \vee \overline{42}, \overline{41} \vee \overline{43}, \overline{41} \vee \overline{44}, \overline{42} \vee \overline{43}, \overline{42} \vee \overline{44}, \overline{43} \vee \overline{44}$

$\overline{21} \vee \overline{31}, \overline{21} \vee \overline{41}, \overline{31} \vee \overline{41}$

$\overline{22}, \quad \overline{32}, \quad \overline{42}, \overline{22} \vee \overline{32}, \overline{22} \vee \overline{42}, \overline{32} \vee \overline{42}$
 $\overline{23} \vee \overline{33}, \overline{23} \vee \overline{43}, \overline{33} \vee \overline{43}$

$\overline{14} \vee \overline{24}, \overline{14} \vee \overline{34}, \overline{14} \vee \overline{44}, \overline{24} \vee \overline{34}, \overline{24} \vee \overline{44}, \overline{34} \vee \overline{44}$

$\overline{21}, \quad \overline{23}, \quad \overline{34}$

$\overline{14} \vee \overline{23}, \overline{14} \vee \overline{32}, \overline{14} \vee \overline{41}$
 $\overline{22} \vee \overline{31}, \overline{22} \vee \overline{33}, \overline{22} \vee \overline{44}$
 $\overline{24} \vee \overline{33}, \overline{24} \vee \overline{42}$
 $\overline{32} \vee \overline{41}, \overline{32} \vee \overline{43}$
 $\overline{34} \vee \overline{43}$

Escolhas

12 $\overline{11}$ $\overline{13}$

$\overline{21} \vee \overline{32}, \overline{21} \vee \overline{43}$

$\overline{23} \vee \overline{32}, \overline{23} \vee \overline{41}, \overline{23} \vee \overline{34}$
 $\overline{31} \vee \overline{42}$
 $\overline{33} \vee \overline{42}, \overline{33} \vee \overline{44}$

$21 \vee 22 \vee 23 \vee 24,$
 $31 \vee 32 \vee 33 \vee 34,$
 $41 \vee 42 \vee 43 \vee 44,$

$\overline{14}$

$\overline{21} \vee \overline{22}, \overline{21} \vee \overline{23}, \overline{21} \vee \overline{24}, \overline{22} \vee \overline{23}, \overline{22} \vee \overline{24}, \overline{23} \vee \overline{24}$
 $\overline{31} \vee \overline{32}, \overline{31} \vee \overline{33}, \overline{31} \vee \overline{34}, \overline{32} \vee \overline{33}, \overline{32} \vee \overline{34}, \overline{33} \vee \overline{34}$
 $\overline{41} \vee \overline{42}, \overline{41} \vee \overline{43}, \overline{41} \vee \overline{44}, \overline{42} \vee \overline{43}, \overline{42} \vee \overline{44}, \overline{43} \vee \overline{44}$

$\overline{21} \vee \overline{31}, \overline{21} \vee \overline{41}, \overline{31} \vee \overline{41}$

$\overline{22}, \quad \overline{32}, \quad \overline{42}, \overline{22} \vee \overline{32}, \overline{22} \vee \overline{42}, \overline{32} \vee \overline{42}$
 $\overline{23} \vee \overline{33}, \overline{23} \vee \overline{43}, \overline{33} \vee \overline{43}$

$\overline{14} \vee \overline{24}, \overline{14} \vee \overline{34}, \overline{14} \vee \overline{44}, \overline{24} \vee \overline{34}, \overline{24} \vee \overline{44}, \overline{34} \vee \overline{44}$

$\overline{21}, \quad \overline{23}, \quad \overline{34}$

$\overline{14} \vee \overline{23}, \overline{14} \vee \overline{32}, \overline{14} \vee \overline{41}$
 $\overline{22} \vee \overline{31}, \overline{22} \vee \overline{33}, \overline{22} \vee \overline{44}$
 $\overline{24} \vee \overline{33}, \overline{24} \vee \overline{42}$
 $\overline{32} \vee \overline{41}, \overline{32} \vee \overline{43}$
 $\overline{34} \vee \overline{43}$

Escolhas

$\begin{matrix} 12 & \overline{11} & \overline{13} \\ \hline \overline{14} \end{matrix}$

$\overline{21} \vee \overline{32}, \overline{21} \vee \overline{43}$
 $\overline{23} \vee \overline{32}, \overline{23} \vee \overline{41}, \overline{23} \vee \overline{34}$
 $\overline{31} \vee \overline{42}$
 $\overline{33} \vee \overline{42}, \overline{33} \vee \overline{44}$

$21 \vee 22 \vee 23 \vee 24,$
 $31 \vee 32 \vee 33 \vee 34,$
 $41 \vee 42 \vee 43 \vee 44,$

$\boxed{14}$

$\overline{21} \vee \overline{22}, \overline{21} \vee \overline{23}, \overline{21} \vee \overline{24}, \overline{22} \vee \overline{23}, \overline{22} \vee \overline{24}, \overline{23} \vee \overline{24}$
 $\overline{31} \vee \overline{32}, \overline{31} \vee \overline{33}, \overline{31} \vee \overline{34}, \overline{32} \vee \overline{33}, \overline{32} \vee \overline{34}, \overline{33} \vee \overline{34}$
 $\overline{41} \vee \overline{42}, \overline{41} \vee \overline{43}, \overline{41} \vee \overline{44}, \overline{42} \vee \overline{43}, \overline{42} \vee \overline{44}, \overline{43} \vee \overline{44}$

$\overline{22}, \quad \overline{32}, \quad \overline{42}, \overline{22} \vee \overline{32}, \overline{22} \vee \overline{42}, \overline{32} \vee \overline{42}$

$\overline{23} \vee \overline{33}, \overline{23} \vee \overline{43}, \overline{33} \vee \overline{43}$

$\boxed{14} \vee \overline{24}, \boxed{14} \vee \overline{34}, \boxed{14} \vee \overline{44}, \overline{24} \vee \overline{34}, \overline{24} \vee \overline{44}, \overline{34} \vee \overline{44}$

$\overline{21}, \quad \overline{23}, \quad \overline{34}$
 $\boxed{14} \vee \overline{23}, \boxed{14} \vee \overline{32}, \boxed{14} \vee \overline{41}$
 $\overline{22} \vee \overline{31}, \overline{22} \vee \overline{33}, \overline{22} \vee \overline{44}$
 $\overline{24} \vee \overline{33}, \overline{24} \vee \overline{42}$
 $\overline{32} \vee \overline{41}, \overline{32} \vee \overline{43}$
 $\overline{34} \vee \overline{43}$

$\overline{21} \vee \overline{32}, \overline{21} \vee \overline{43}$
 $\overline{23} \vee \overline{32}, \overline{23} \vee \overline{41}, \overline{23} \vee \overline{34}$
 $\overline{31} \vee \overline{42}$
 $\overline{33} \vee \overline{42}, \overline{33} \vee \overline{44}$

Escolhas

$\begin{matrix} 12 & \overline{11} & \overline{13} \\ \hline \overline{14} \end{matrix}$

$21 \vee 22 \vee 23 \vee 24,$
 $31 \vee 32 \vee 33 \vee 34,$
 $41 \vee 42 \vee 43 \vee 44,$

$\overline{21} \vee \overline{22}, \overline{21} \vee \overline{23}, \overline{21} \vee \overline{24}, \overline{22} \vee \overline{23}, \overline{22} \vee \overline{24}, \overline{23} \vee \overline{24}$
 $\overline{31} \vee \overline{32}, \overline{31} \vee \overline{33}, \overline{31} \vee \overline{34}, \overline{32} \vee \overline{33}, \overline{32} \vee \overline{34}, \overline{33} \vee \overline{34}$
 $\overline{41} \vee \overline{42}, \overline{41} \vee \overline{43}, \overline{41} \vee \overline{44}, \overline{42} \vee \overline{43}, \overline{42} \vee \overline{44}, \overline{43} \vee \overline{44}$

$\overline{22}, \quad \overline{32}, \quad \overline{42}, \overline{22} \vee \overline{32}, \overline{22} \vee \overline{42}, \overline{32} \vee \overline{42}$
 $\overline{23} \vee \overline{33}, \overline{23} \vee \overline{43}, \overline{33} \vee \overline{43}$
 $\overline{24} \vee \overline{34}, \overline{24} \vee \overline{44}, \overline{34} \vee \overline{44}$

$\overline{21}, \quad \overline{23}, \quad \overline{34}$

$\overline{22} \vee \overline{31}, \overline{22} \vee \overline{33}, \overline{22} \vee \overline{44}$
 $\overline{24} \vee \overline{33}, \overline{24} \vee \overline{42}$
 $\overline{32} \vee \overline{41}, \overline{32} \vee \overline{43}$
 $\overline{34} \vee \overline{43}$

$\overline{21} \vee \overline{32}, \overline{21} \vee \overline{43}$
 $\overline{23} \vee \overline{32}, \overline{23} \vee \overline{41}, \overline{23} \vee \overline{34}$
 $\overline{31} \vee \overline{42}$
 $\overline{33} \vee \overline{42}, \overline{33} \vee \overline{44}$

Escolhas

12	$\overline{11}$	$\overline{13}$
$\overline{14}$		

$21 \vee 22 \vee 23 \vee 24,$
 $31 \vee 32 \vee 33 \vee 34,$
 $41 \vee 42 \vee 43 \vee 44,$

$\overline{21} \vee \overline{22}, \overline{21} \vee \overline{23}, \overline{21} \vee \overline{24}, \overline{22} \vee \overline{23}, \overline{22} \vee \overline{24}, \overline{23} \vee \overline{24}$
 $\overline{31} \vee \overline{32}, \overline{31} \vee \overline{33}, \overline{31} \vee \overline{34}, \overline{32} \vee \overline{33}, \overline{32} \vee \overline{34}, \overline{33} \vee \overline{34}$
 $\overline{41} \vee \overline{42}, \overline{41} \vee \overline{43}, \overline{41} \vee \overline{44}, \overline{42} \vee \overline{43}, \overline{42} \vee \overline{44}, \overline{43} \vee \overline{44}$

$\overline{22}, \quad \overline{32}, \quad \overline{42}, \overline{22} \vee \overline{32}, \overline{22} \vee \overline{42}, \overline{32} \vee \overline{42}$
 $\overline{23} \vee \overline{33}, \overline{23} \vee \overline{43}, \overline{33} \vee \overline{43}$
 $\overline{24} \vee \overline{34}, \overline{24} \vee \overline{44}, \overline{34} \vee \overline{44}$

$\overline{21}, \quad \overline{23}, \quad \overline{34}$

$\overline{22} \vee \overline{31}, \overline{22} \vee \overline{33}, \overline{22} \vee \overline{44}$
 $\overline{24} \vee \overline{33}, \overline{24} \vee \overline{42}$
 $\overline{32} \vee \overline{41}, \overline{32} \vee \overline{43}$
 $\overline{34} \vee \overline{43}$

$\overline{21} \vee \overline{32}, \overline{21} \vee \overline{43}$
 $\overline{23} \vee \overline{32}, \overline{23} \vee \overline{41}, \overline{23} \vee \overline{34}$
 $\overline{31} \vee \overline{42}$
 $\overline{33} \vee \overline{42}, \overline{33} \vee \overline{44}$

Escolhas

12	$\overline{11}$	$\overline{13}$
$\overline{14}$	21	

$21 \vee 22 \vee 23 \vee 24,$
 $31 \vee 32 \vee 33 \vee 34,$
 $41 \vee 42 \vee 43 \vee 44,$

$\boxed{21} \vee \overline{22}, \boxed{21} \vee \overline{23}, \boxed{21} \vee \overline{24}, \overline{22} \vee \overline{23}, \overline{22} \vee \overline{24}, \overline{23} \vee \overline{24}$

$\overline{31} \vee \overline{32}, \overline{31} \vee \overline{33}, \overline{31} \vee \overline{34}, \overline{32} \vee \overline{33}, \overline{32} \vee \overline{34}, \overline{33} \vee \overline{34}$

$\overline{41} \vee \overline{42}, \overline{41} \vee \overline{43}, \overline{41} \vee \overline{44}, \overline{42} \vee \overline{43}, \overline{42} \vee \overline{44}, \overline{43} \vee \overline{44}$

$\overline{22},$

$\overline{32},$

$\overline{42},$

$\boxed{21} \vee \overline{31}, \boxed{21} \vee \overline{41}, \overline{31} \vee \overline{41}$

$\overline{23} \vee \overline{33}, \overline{23} \vee \overline{43}, \overline{33} \vee \overline{43}$

$\overline{24} \vee \overline{34}, \overline{24} \vee \overline{44}, \overline{34} \vee \overline{44}$

$\boxed{\overline{21}}, \quad \overline{23}, \quad \overline{34}$

$\overline{22} \vee \overline{31}, \overline{22} \vee \overline{33}, \overline{22} \vee \overline{44}$

$\overline{24} \vee \overline{33}, \overline{24} \vee \overline{42}$

$\overline{32} \vee \overline{41}, \overline{32} \vee \overline{43}$

$\overline{34} \vee \overline{43}$

Escolhas

12	$\overline{11}$	$\overline{13}$
$\overline{14}$	21	

$\boxed{\overline{21}} \vee \overline{32}, \boxed{\overline{21}} \vee \overline{43}$

$23 \vee \overline{32}, 23 \vee \overline{41}, \overline{23} \vee \overline{34}$

$\overline{31} \vee \overline{42}$

$\overline{33} \vee \overline{42}, \overline{33} \vee \overline{44}$

21 $\vee 22 \vee 23 \vee 24,$
 $31 \vee 32 \vee 33 \vee 34,$
 $41 \vee 42 \vee 43 \vee 44,$

$\overline{22} \vee \overline{23}, \overline{22} \vee \overline{24}, \overline{23} \vee \overline{24}$
 $\overline{31} \vee \overline{32}, \overline{31} \vee \overline{33}, \overline{31} \vee \overline{34}, \overline{32} \vee \overline{33}, \overline{32} \vee \overline{34}, \overline{33} \vee \overline{34}$
 $\overline{41} \vee \overline{42}, \overline{41} \vee \overline{43}, \overline{41} \vee \overline{44}, \overline{42} \vee \overline{43}, \overline{42} \vee \overline{44}, \overline{43} \vee \overline{44}$

$\overline{22}, \quad \overline{32}, \quad \overline{42}, \overline{22} \vee \overline{32}, \overline{22} \vee \overline{42}, \overline{32} \vee \overline{42}$
 $\overline{23} \vee \overline{33}, \overline{23} \vee \overline{43}, \overline{33} \vee \overline{43}$
 $\overline{24} \vee \overline{34}, \overline{24} \vee \overline{44}, \overline{34} \vee \overline{44}$

$\overline{23}, \quad \overline{34}$

$\overline{22} \vee \overline{31}, \overline{22} \vee \overline{33}, \overline{22} \vee \overline{44}$
 $\overline{24} \vee \overline{33}, \overline{24} \vee \overline{42}$
 $\overline{32} \vee \overline{41}, \overline{32} \vee \overline{43}$
 $\overline{34} \vee \overline{43}$

Escolhas

12	11	13
14	21	

$22 \vee 23 \vee 24,$
 $31 \vee 32 \vee 33 \vee 34,$
 $41 \vee 42 \vee 43 \vee 44,$

$\overline{22} \vee \overline{23}, \overline{22} \vee \overline{24}, \overline{23} \vee \overline{24}$
 $\overline{31} \vee \overline{32}, \overline{31} \vee \overline{33}, \overline{31} \vee \overline{34}, \overline{32} \vee \overline{33}, \overline{32} \vee \overline{34}, \overline{33} \vee \overline{34}$
 $\overline{41} \vee \overline{42}, \overline{41} \vee \overline{43}, \overline{41} \vee \overline{44}, \overline{42} \vee \overline{43}, \overline{42} \vee \overline{44}, \overline{43} \vee \overline{44}$

$\overline{22}, \quad \overline{32}, \quad \overline{42}, \overline{22} \vee \overline{32}, \overline{22} \vee \overline{42}, \overline{32} \vee \overline{42}$
 $\overline{23} \vee \overline{33}, \overline{23} \vee \overline{43}, \overline{33} \vee \overline{43}$
 $\overline{24} \vee \overline{34}, \overline{24} \vee \overline{44}, \overline{34} \vee \overline{44}$

$\overline{23}, \quad \overline{34}$

$\overline{22} \vee \overline{31}, \overline{22} \vee \overline{33}, \overline{22} \vee \overline{44}$
 $\overline{24} \vee \overline{33}, \overline{24} \vee \overline{42}$
 $\overline{32} \vee \overline{41}, \overline{32} \vee \overline{43}$
 $\overline{34} \vee \overline{43}$

Escolhas

12	$\overline{11}$	$\overline{13}$
$\overline{14}$	21	

$22 \vee 23 \vee 24,$
 $31 \vee 32 \vee 33 \vee 34,$
 $41 \vee 42 \vee 43 \vee 44,$

$\overline{22} \vee \overline{23}, \overline{22} \vee \overline{24}, \overline{23} \vee \overline{24}$
 $\overline{31} \vee \overline{32}, \overline{31} \vee \overline{33}, \overline{31} \vee \overline{34}, \overline{32} \vee \overline{33}, \overline{32} \vee \overline{34}, \overline{33} \vee \overline{34}$
 $\overline{41} \vee \overline{42}, \overline{41} \vee \overline{43}, \overline{41} \vee \overline{44}, \overline{42} \vee \overline{43}, \overline{42} \vee \overline{44}, \overline{43} \vee \overline{44}$

$\overline{22}, \quad \overline{32}, \quad \overline{42}, \overline{22} \vee \overline{32}, \overline{22} \vee \overline{42}, \overline{32} \vee \overline{42}$
 $\overline{23} \vee \overline{33}, \overline{23} \vee \overline{43}, \overline{33} \vee \overline{43}$
 $\overline{24} \vee \overline{34}, \overline{24} \vee \overline{44}, \overline{34} \vee \overline{44}$

$\overline{23}, \quad \overline{34}$

$\overline{22} \vee \overline{31}, \overline{22} \vee \overline{33}, \overline{22} \vee \overline{44}$
 $\overline{24} \vee \overline{33}, \overline{24} \vee \overline{42}$
 $\overline{32} \vee \overline{41}, \overline{32} \vee \overline{43}$
 $\overline{34} \vee \overline{43}$

Escolhas

12	$\overline{11}$	$\overline{13}$
$\overline{14}$	21	22

$22 \vee 23 \vee 24,$
 $31 \vee 32 \vee 33 \vee 34,$
 $41 \vee 42 \vee 43 \vee 44,$

$\boxed{22} \vee \overline{23}, \boxed{22} \vee \overline{24}, \overline{23} \vee \overline{24}$
 $\overline{31} \vee \overline{32}, \overline{31} \vee \overline{33}, \overline{31} \vee \overline{34}, \overline{32} \vee \overline{33}, \overline{32} \vee \overline{34}, \overline{33} \vee \overline{34}$
 $\overline{41} \vee \overline{42}, \overline{41} \vee \overline{43}, \overline{41} \vee \overline{44}, \overline{42} \vee \overline{43}, \overline{42} \vee \overline{44}, \overline{43} \vee \overline{44}$

 $\boxed{\overline{22}}$ $\overline{32},$ $\overline{42},$ $\boxed{22} \vee \overline{32}, \boxed{22} \vee \overline{42},$

$\overline{23} \vee \overline{33}, \overline{23} \vee \overline{43}, \overline{33} \vee \overline{43}$
 $\overline{24} \vee \overline{34}, \overline{24} \vee \overline{44}, \overline{34} \vee \overline{44}$

 $\overline{31} \vee \overline{41}$ $\overline{32} \vee \overline{42}, \overline{32} \vee \overline{43}, \overline{42} \vee \overline{43}$ $\overline{33} \vee \overline{41}, \overline{33} \vee \overline{44}, \overline{41} \vee \overline{44}$

$\overline{23}, \quad \overline{34}$
 $\boxed{22} \vee \overline{31}, \boxed{22} \vee \overline{33}, \boxed{22} \vee \overline{44}$
 $\overline{24} \vee \overline{33}, \overline{24} \vee \overline{42}$
 $\overline{32} \vee \overline{41}, \overline{32} \vee \overline{43}$
 $\overline{34} \vee \overline{43}$

Escolhas

12	$\overline{11}$	$\overline{13}$
$\overline{14}$	21	22

22 $\vee 23 \vee 24,$
 $31 \vee 32 \vee 33 \vee 34,$
 $41 \vee 42 \vee 43 \vee 44,$

$\overline{31} \vee \overline{32}, \overline{31} \vee \overline{33}, \overline{31} \vee \overline{34}, \overline{32} \vee \overline{33}, \overline{32} \vee \overline{34}, \overline{33} \vee \overline{34}$
 $\overline{41} \vee \overline{42}, \overline{41} \vee \overline{43}, \overline{41} \vee \overline{44}, \overline{42} \vee \overline{43}, \overline{42} \vee \overline{44}, \overline{43} \vee \overline{44}$

$\overline{32}, \quad \overline{42},$

$\overline{23} \vee \overline{33}, \overline{23} \vee \overline{43}, \overline{33} \vee \overline{43}$
 $\overline{24} \vee \overline{34}, \overline{24} \vee \overline{44}, \overline{34} \vee \overline{44}$

$\overline{23}, \quad \overline{34}$

$\overline{24} \vee \overline{33}, \overline{24} \vee \overline{42}$
 $\overline{32} \vee \overline{41}, \overline{32} \vee \overline{43}$
 $\overline{34} \vee \overline{43}$

Escolhas

12	$\overline{11}$	$\overline{13}$
$\overline{14}$	21	$\overline{22}$

$23 \vee 24,$
 $31 \vee 32 \vee 33 \vee 34,$
 $41 \vee 42 \vee 43 \vee 44,$

$\overline{23} \vee \overline{24}$
 $\overline{31} \vee \overline{32}, \overline{31} \vee \overline{33}, \overline{31} \vee \overline{34}, \overline{32} \vee \overline{33}, \overline{32} \vee \overline{34}, \overline{33} \vee \overline{34}$
 $\overline{41} \vee \overline{42}, \overline{41} \vee \overline{43}, \overline{41} \vee \overline{44}, \overline{42} \vee \overline{43}, \overline{42} \vee \overline{44}, \overline{43} \vee \overline{44}$

$\overline{32}, \quad \overline{42},$

$\overline{23} \vee \overline{33}, \overline{23} \vee \overline{43}, \overline{33} \vee \overline{43}$
 $\overline{24} \vee \overline{34}, \overline{24} \vee \overline{44}, \overline{34} \vee \overline{44}$

$\overline{23}, \quad \overline{34}$

$\overline{24} \vee \overline{33}, \overline{24} \vee \overline{42}$
 $\overline{32} \vee \overline{41}, \overline{32} \vee \overline{43}$
 $\overline{34} \vee \overline{43}$

Escolhas

12	$\overline{11}$	$\overline{13}$
$\overline{14}$	21	22

$23 \vee 24,$
 $31 \vee 32 \vee 33 \vee 34,$
 $41 \vee 42 \vee 43 \vee 44,$

$\overline{23} \vee \overline{24}$
 $\overline{31} \vee \overline{32}, \overline{31} \vee \overline{33}, \overline{31} \vee \overline{34}, \overline{32} \vee \overline{33}, \overline{32} \vee \overline{34}, \overline{33} \vee \overline{34}$
 $\overline{41} \vee \overline{42}, \overline{41} \vee \overline{43}, \overline{41} \vee \overline{44}, \overline{42} \vee \overline{43}, \overline{42} \vee \overline{44}, \overline{43} \vee \overline{44}$

$\overline{32}, \quad \overline{42},$

$\overline{23} \vee \overline{33}, \overline{23} \vee \overline{43}, \overline{33} \vee \overline{43}$
 $\overline{24} \vee \overline{34}, \overline{24} \vee \overline{44}, \overline{34} \vee \overline{44}$

$\overline{23}, \quad \overline{34}$

$\overline{24} \vee \overline{33}, \overline{24} \vee \overline{42}$
 $\overline{32} \vee \overline{41}, \overline{32} \vee \overline{43}$
 $\overline{34} \vee \overline{43}$

Escolhas

12	$\overline{11}$	$\overline{13}$
$\overline{14}$	21	22
$\overline{23}$		

$23 \vee 24,$
 $31 \vee 32 \vee 33 \vee 34,$
 $41 \vee 42 \vee 43 \vee 44,$

$\overline{31} \vee \overline{32}, \overline{31} \vee \overline{33}, \overline{31} \vee \overline{34}, \overline{32} \vee \overline{33}, \overline{32} \vee \overline{34}, \overline{33} \vee \overline{34}$
 $\overline{41} \vee \overline{42}, \overline{41} \vee \overline{43}, \overline{41} \vee \overline{44}, \overline{42} \vee \overline{43}, \overline{42} \vee \overline{44}, \overline{43} \vee \overline{44}$

$\overline{32}, \quad \overline{42},$

$\boxed{\overline{23}} \vee \overline{33}, \boxed{\overline{23}} \vee \overline{43}, \overline{33} \vee \overline{43}$
 $\overline{24} \vee \overline{34}, \overline{24} \vee \overline{44}, \overline{34} \vee \overline{44}$

$\overline{31} \vee 41$

$\overline{32} \vee 42$

$\overline{33} \vee 43$

$\overline{34} \vee 44$

$\boxed{23}$

$\overline{34}$

$\overline{24} \vee \overline{33}, \overline{24} \vee \overline{42}$
 $\overline{32} \vee \overline{41}, \overline{32} \vee \overline{43}$
 $\overline{34} \vee \overline{43}$

Escolhas

12	$\overline{11}$	$\overline{13}$
$\overline{14}$	21	22
$\overline{23}$		

23 v 24,
 $31 \vee 32 \vee 33 \vee 34,$
 $41 \vee 42 \vee 43 \vee 44,$

$\overline{31} \vee \overline{32}, \overline{31} \vee \overline{33}, \overline{31} \vee \overline{34}, \overline{32} \vee \overline{33}, \overline{32} \vee \overline{34}, \overline{33} \vee \overline{34}$
 $\overline{41} \vee \overline{42}, \overline{41} \vee \overline{43}, \overline{41} \vee \overline{44}, \overline{42} \vee \overline{43}, \overline{42} \vee \overline{44}, \overline{43} \vee \overline{44}$

$\overline{32}, \quad \overline{42},$

$\overline{24} \vee \overline{34}, \overline{24} \vee \overline{44}, \overline{34} \vee \overline{44}$

$\overline{31} \vee \overline{41}$

$\overline{32} \vee \overline{42}$

$\overline{33} \vee \overline{43}$

$\overline{24} \vee \overline{33}, \overline{24} \vee \overline{42}$
 $\overline{32} \vee \overline{41}, \overline{32} \vee \overline{43}$
 $\overline{34} \vee \overline{43}$

$\overline{34}$

Escolhas

12	$\overline{11}$	$\overline{13}$
$\overline{14}$	21	22
$\overline{23}$		

$24,$
 $31 \vee 32 \vee 33 \vee 34,$
 $41 \vee 42 \vee 43 \vee 44,$

$\overline{31} \vee \overline{32}, \overline{31} \vee \overline{33}, \overline{31} \vee \overline{34}, \overline{32} \vee \overline{33}, \overline{32} \vee \overline{34}, \overline{33} \vee \overline{34}$
 $\overline{41} \vee \overline{42}, \overline{41} \vee \overline{43}, \overline{41} \vee \overline{44}, \overline{42} \vee \overline{43}, \overline{42} \vee \overline{44}, \overline{43} \vee \overline{44}$

$\overline{32}, \quad \overline{42},$

$\overline{24} \vee \overline{34}, \overline{24} \vee \overline{44}, \overline{34} \vee \overline{44}$

$\overline{31} \vee \overline{41}$

$\overline{32} \vee \overline{42}$

$\overline{33} \vee \overline{43}$

$\overline{24} \vee \overline{33}, \overline{24} \vee \overline{42}$
 $\overline{32} \vee \overline{41}, \overline{32} \vee \overline{43}$
 $\overline{34} \vee \overline{43}$

$\overline{34}$

Escolhas

12	$\overline{11}$	$\overline{13}$
$\overline{14}$	21	22
$\overline{23}$		

$24,$
 $31 \vee 32 \vee 33 \vee 34,$
 $41 \vee 42 \vee 43 \vee 44,$

$\overline{31} \vee \overline{32}, \overline{31} \vee \overline{33}, \overline{31} \vee \overline{34}, \overline{32} \vee \overline{33}, \overline{32} \vee \overline{34}, \overline{33} \vee \overline{34}$
 $\overline{41} \vee \overline{42}, \overline{41} \vee \overline{43}, \overline{41} \vee \overline{44}, \overline{42} \vee \overline{43}, \overline{42} \vee \overline{44}, \overline{43} \vee \overline{44}$

$\overline{32}, \quad \overline{42},$

$\overline{24} \vee \overline{34}, \overline{24} \vee \overline{44}, \overline{34} \vee \overline{44}$

$\overline{31} \vee \overline{41}$

$\overline{32} \vee \overline{42}$

$\overline{33} \vee \overline{43}$

$\overline{24} \vee \overline{33}, \overline{24} \vee \overline{42}$
 $\overline{32} \vee \overline{41}, \overline{32} \vee \overline{43}$
 $\overline{34} \vee \overline{43}$

$\overline{34}$

Escolhas

12	$\overline{11}$	$\overline{13}$
$\overline{14}$	21	22
$\overline{23}$		

$24,$
 $31 \vee 32 \vee 33 \vee 34,$
 $41 \vee 42 \vee 43 \vee 44,$

$\overline{31} \vee \overline{32}, \overline{31} \vee \overline{33}, \overline{31} \vee \overline{34}, \overline{32} \vee \overline{33}, \overline{32} \vee \overline{34}, \overline{33} \vee \overline{34}$
 $\overline{41} \vee \overline{42}, \overline{41} \vee \overline{43}, \overline{41} \vee \overline{44}, \overline{42} \vee \overline{43}, \overline{42} \vee \overline{44}, \overline{43} \vee \overline{44}$

$\overline{32}, \quad \overline{42},$

$\overline{24} \vee \overline{34}, \overline{24} \vee \overline{44}, \overline{34} \vee \overline{44}$

$\overline{31} \vee \overline{41}$

$\overline{32} \vee \overline{42}$

$\overline{33} \vee \overline{43}$

$\overline{24} \vee \overline{33}, \overline{24} \vee \overline{42}$
 $\overline{32} \vee \overline{41}, \overline{32} \vee \overline{43}$
 $\overline{34} \vee \overline{43}$

$\overline{34}$

Escolhas

12	$\overline{11}$	$\overline{13}$
$\overline{14}$	21	22
23	32	

$24,$
 $31 \vee 32 \vee 33 \vee 34,$
 $41 \vee 42 \vee 43 \vee 44,$

$\overline{31} \vee \boxed{\overline{32}}, \overline{31} \vee \overline{33}, \overline{31} \vee \overline{34}, \boxed{\overline{32}} \vee \overline{33}, \boxed{\overline{32}} \vee \overline{34}, \overline{33} \vee \overline{34}$
 $\overline{41} \vee \overline{42}, \overline{41} \vee \overline{43}, \overline{41} \vee \overline{44}, \overline{42} \vee \overline{43}, \overline{42} \vee \overline{44}, \overline{43} \vee \overline{44}$

$\boxed{\overline{32}}, \quad \overline{42},$

$\overline{24} \vee \overline{34}, \overline{24} \vee \overline{44}, \overline{34} \vee \overline{44}$

$\overline{31} \vee \overline{41}$
 $\boxed{\overline{32}} \vee \overline{42}$
 $\overline{33} \vee \overline{43}$
 $\overline{31} \vee \overline{42}$
 $\overline{33} \vee \overline{42}, \overline{33} \vee \overline{44}$

$\overline{34}$

Escolhas

12	$\overline{11}$	$\overline{13}$
$\overline{14}$	21	22
23	32	

$31 \vee \boxed{32} \vee 33 \vee 34,$
 $41 \vee 42 \vee 43 \vee 44,$

$\overline{31} \vee \overline{33}, \overline{31} \vee \overline{34},$

$\overline{41} \vee \overline{42}, \overline{41} \vee \overline{43}, \overline{41} \vee \overline{44}, \overline{42} \vee \overline{43}, \overline{42} \vee \overline{44}, \overline{43} \vee \overline{44}$

$\overline{42},$

$\overline{24} \vee \overline{34}, \overline{24} \vee \overline{44}, \overline{34} \vee \overline{44}$

$\overline{31} \vee \overline{41}$

$\overline{33} \vee \overline{43}$

$\overline{34}$

$\overline{24} \vee \overline{33}, \overline{24} \vee \overline{42}$

$\overline{34} \vee \overline{43}$

$\overline{31} \vee \overline{42}$
 $\overline{33} \vee \overline{42}, \overline{33} \vee \overline{44}$

Escolhas

12	$\overline{11}$	$\overline{13}$
$\overline{14}$	21	22
23	32	

$31 \vee$ $33 \vee 34,$
 $41 \vee 42 \vee 43 \vee 44,$

$\overline{31} \vee \overline{33}, \overline{31} \vee \overline{34},$ $, \overline{33} \vee \overline{34}$
 $\overline{41} \vee \overline{42}, \overline{41} \vee \overline{43}, \overline{41} \vee \overline{44}, \overline{42} \vee \overline{43}, \overline{42} \vee \overline{44}, \overline{43} \vee \overline{44}$

$\overline{42},$ $\overline{31} \vee \overline{41}$
 $\overline{33} \vee \overline{43}$
 $\overline{24} \vee \overline{34}, \overline{24} \vee \overline{44}, \overline{34} \vee \overline{44}$

$\overline{34}$

$\overline{24} \vee \overline{33}, \overline{24} \vee \overline{42}$

$\overline{34} \vee \overline{43}$

Escolhas

12	$\overline{11}$	$\overline{13}$
$\overline{14}$	21	22
23	32	

$31 \vee$ $33 \vee 34,$
 $41 \vee 42 \vee 43 \vee 44,$

$\overline{31} \vee \overline{33}, \overline{31} \vee \overline{34},$, $\overline{33} \vee \overline{34}$
 $\overline{41} \vee \overline{42}, \overline{41} \vee \overline{43}, \overline{41} \vee \overline{44}, \overline{42} \vee \overline{43}, \overline{42} \vee \overline{44}, \overline{43} \vee \overline{44}$

$\overline{42},$ $\overline{31} \vee \overline{41}$
 $\overline{33} \vee \overline{43}$
 $\overline{24} \vee \overline{34}, \overline{24} \vee \overline{44}, \overline{34} \vee \overline{44}$

$\overline{34}$

$\overline{24} \vee \overline{33}, \overline{24} \vee \overline{42}$

$\overline{34} \vee \overline{43}$

Escolhas

12	$\overline{11}$	$\overline{13}$
$\overline{14}$	21	22
23	32	34

$31 \vee$ $33 \vee 34,$
 $41 \vee 42 \vee 43 \vee 44,$

$\overline{31} \vee \overline{33}, \overline{31} \vee \boxed{\overline{34}}$, $\overline{33} \vee \boxed{\overline{34}}$
 $\overline{41} \vee \overline{42}, \overline{41} \vee \overline{43}, \overline{41} \vee \overline{44}, \overline{42} \vee \overline{43}, \overline{42} \vee \overline{44}, \overline{43} \vee \overline{44}$

$\overline{42},$
 $\overline{33} \vee \overline{43}$
 $\overline{24} \vee \boxed{\overline{34}}, \overline{24} \vee \overline{44}, \boxed{\overline{34}} \vee \overline{44}$

$\overline{24} \vee \overline{33}, \overline{24} \vee \overline{42}$

$\boxed{\overline{34}} \vee \overline{43}$

$\boxed{34}$

Escolhas

12	$\overline{11}$	$\overline{13}$
$\overline{14}$	21	22
23	32	34

Escolhas

$$\begin{array}{l} 31 \vee \\ 41 \vee 42 \vee 43 \vee 44, \\[1ex] 33 \vee \boxed{34}, \\[1ex] 24, \end{array}$$

$$\overline{24} \vee \overline{33}, \overline{24} \vee \overline{42}$$

12	$\overline{11}$	$\overline{13}$
$\overline{14}$	21	22
23	32	34

$$\begin{array}{l} \overline{31} \vee \overline{33}, \\[1ex] \overline{41} \vee \overline{42}, \overline{41} \vee \overline{43}, \overline{41} \vee \overline{44}, \overline{42} \vee \overline{43}, \overline{42} \vee \overline{44}, \overline{43} \vee \overline{44} \end{array}$$

$\overline{31} \vee \overline{41}$	$\overline{31} \vee \overline{42}$
$\overline{42},$	$\overline{33} \vee \overline{43}$
$, \overline{24} \vee \overline{44}$	$\overline{33} \vee \overline{42}, \overline{33} \vee \overline{44}$

Escolhas

$31 \vee 33$,
 $41 \vee 42 \vee 43 \vee 44$,

$\overline{24} \vee \overline{33}, \overline{24} \vee \overline{42}$

$\overline{31} \vee \overline{33},$
 $\overline{41} \vee \overline{42}, \overline{41} \vee \overline{43}, \overline{41} \vee \overline{44}, \overline{42} \vee \overline{43}, \overline{42} \vee \overline{44}, \overline{43} \vee \overline{44}$

$\overline{31} \vee \overline{41}$	$\overline{31} \vee \overline{42}$
$\overline{42},$	$\overline{33} \vee \overline{43}$
$, \overline{24} \vee \overline{44}$	

12	$\overline{11}$	$\overline{13}$
$\overline{14}$	21	22
23	32	34

Escolhas

$31 \vee 33$,
 $41 \vee 42 \vee 43 \vee 44$,

$\overline{31} \vee \overline{33}$,

$\overline{41} \vee \overline{42}, \overline{41} \vee \overline{43}, \overline{41} \vee \overline{44}, \overline{42} \vee \overline{43}, \overline{42} \vee \overline{44}, \overline{43} \vee \overline{44}$

$\overline{42}$,

$\overline{31} \vee \overline{41}$

$\overline{33} \vee \overline{43}$

$\overline{24} \vee \overline{44}$

$\overline{24} \vee \overline{33}, \overline{24} \vee \overline{42}$

12	$\overline{11}$	$\overline{13}$
$\overline{14}$	21	22
23	32	34
42		

$24,$
 $31 \vee 33$
 $41 \vee 42 \vee 43 \vee 44,$

$\overline{24} \vee \overline{33}, \overline{24} \vee \boxed{42}$

$\overline{31} \vee \overline{33},$
 $\overline{41} \vee \boxed{42}, \overline{41} \vee \overline{43}, \overline{41} \vee \overline{44}, \boxed{42} \vee \overline{43}, \boxed{42} \vee \overline{44}, \overline{43} \vee \overline{44}$

$\boxed{\overline{42}}$

$\overline{31} \vee \overline{41}$

$\overline{33} \vee \overline{43}$

$\overline{24} \vee \overline{44}$

$\overline{31} \vee \boxed{\overline{42}}$
 $\overline{33} \vee \boxed{\overline{42}}, \overline{33} \vee \overline{44}$

Escolhas

12	$\overline{11}$	$\overline{13}$
$\overline{14}$	21	22
23	32	34
42		

Escolhas

$31 \vee 33$,
 $41 \vee \boxed{42} \vee 43 \vee 44$,

$\overline{31} \vee \overline{33}$,
 $\overline{41} \vee \overline{43}, \overline{41} \vee \overline{44}$,

$\overline{24} \vee \overline{33}$,

$\overline{43} \vee \overline{44}$

$\overline{31} \vee \overline{41}$

$\overline{33} \vee \overline{43}$

$\overline{33} \vee \overline{44}$

12	$\overline{11}$	$\overline{13}$
$\overline{14}$	21	22
23	32	34
42		

Escolhas

$31 \vee 33$,
 $41 \vee 43 \vee 44$,

$\overline{31} \vee \overline{33}$,
 $\overline{41} \vee \overline{43}, \overline{41} \vee \overline{44}$,

$\overline{24} \vee \overline{33}$,

$\overline{43} \vee \overline{44}$

$\overline{31} \vee \overline{41}$

$\overline{33} \vee \overline{43}$

$\overline{33} \vee \overline{44}$

12	$\overline{11}$	$\overline{13}$
$\overline{14}$	21	22
23	32	34
42		

Escolhas

$31 \vee$ 33
 $41 \vee$ $43 \vee 44,$

$\overline{31} \vee \overline{33},$
 $\overline{41} \vee \overline{43}, \overline{41} \vee \overline{44},$

$\overline{24} \vee \overline{33},$

$\overline{43} \vee \overline{44}$

$\overline{31} \vee \overline{41}$

$\overline{33} \vee \overline{43}$

$\overline{33} \vee \overline{44}$

12	$\overline{11}$	$\overline{13}$
$\overline{14}$	21	22
23	32	34
42	24	

$31 \vee$	33	24
$41 \vee$	$43 \vee 44,$	$\overline{24} \vee \overline{33},$
		$\overline{43} \vee \overline{44}$
		$\overline{31} \vee \overline{41}$
		$\overline{33} \vee \overline{43}$
		$\overline{24} \vee \overline{44}$

Escolhas

12	$\overline{11}$	$\overline{13}$
$\overline{14}$	21	22
23	32	34
42	24	

Escolhas

 $31 \vee 33$
 $41 \vee 43 \vee 44,$
 $\overline{31} \vee \overline{33},$
 $\overline{41} \vee \overline{43}, \overline{41} \vee \overline{44},$
 $\boxed{24} \vee \overline{33},$
 $\overline{43} \vee \overline{44}$
 $\overline{31} \vee \overline{41}$
 $\overline{33} \vee \overline{43}$
 $\overline{33} \vee \overline{44}$
 $\boxed{\overline{24}} \vee \overline{44}$

12	$\overline{11}$	$\overline{13}$
$\overline{14}$	21	22
23	32	34
42	24	

Escolhas
 $31 \vee 33$
 $41 \vee 43 \vee 44,$
 $\overline{31} \vee \overline{33},$
 $\overline{41} \vee \overline{43}, \overline{41} \vee \overline{44},$
 $\overline{33},$
 $\overline{43} \vee \overline{44}$
 $\overline{31} \vee \overline{41}$
 $\overline{33} \vee \overline{43}$
 $\overline{33} \vee \overline{44}$
 $\overline{44}$

12	$\overline{11}$	$\overline{13}$
$\overline{14}$	21	22
23	32	34
42	24	

Escolhas
 $31 \vee 33$
 $41 \vee 43 \vee 44,$
 $\overline{31} \vee \overline{33},$
 $\overline{41} \vee \overline{43}, \overline{41} \vee \overline{44},$
 $\overline{33},$
 $\overline{43} \vee \overline{44}$
 $\overline{31} \vee \overline{41}$
 $\overline{33} \vee \overline{43}$
 $\overline{33} \vee \overline{44}$
 $\overline{44}$

12	$\overline{11}$	$\overline{13}$
$\overline{14}$	21	22
23	32	34
42	24	$\overline{33}$

Escolhas

 $31 \vee 33$
 $41 \vee 43 \vee 44,$
 $\overline{31} \vee \boxed{33}$
 $\overline{41} \vee \overline{43}, \overline{41} \vee \overline{44},$
 $\boxed{\overline{33}}$
 $\overline{43} \vee \overline{44}$
 $\overline{31} \vee \overline{41}$
 $\boxed{\overline{33}} \vee \overline{43}$
 $\overline{44}$

12	$\overline{11}$	$\overline{13}$
$\overline{14}$	21	22
23	32	34
42	24	$\overline{33}$

$31 \vee$

33

$41 \vee$

$43 \vee 44,$

$\overline{41} \vee \overline{43}, \overline{41} \vee \overline{44},$

$\overline{43} \vee \overline{44}$

$\overline{31} \vee \overline{41}$

$\overline{44}$

Escolhas

12	$\overline{11}$	$\overline{13}$
$\overline{14}$	21	22
23	32	34
42	24	$\overline{33}$

31

 $41 \vee 43 \vee 44,$ $\overline{41} \vee \overline{43}, \overline{41} \vee \overline{44},$ $\overline{43} \vee \overline{44}$ $\overline{31} \vee \overline{41}$ $\overline{44}$ **Escolhas**

12	11	13
14	21	22
23	32	34
42	24	33

31

 $41 \vee 43 \vee 44,$ $\overline{41} \vee \overline{43}, \overline{41} \vee \overline{44},$ $\overline{43} \vee \overline{44}$ $\overline{31} \vee \overline{41}$ $\overline{44}$ **Escolhas**

12	11	13
14	21	22
23	32	34
42	24	33
<hr/>		
44		

31

 $41 \vee 43 \vee 44,$ $\overline{41} \vee \overline{43}, \overline{41} \vee \boxed{\overline{44}}$ $\overline{43} \vee \boxed{\overline{44}}$ $\overline{31} \vee \overline{41}$ $\boxed{\overline{44}}$ **Escolhas**

12	11	13
14	21	22
23	32	34
42	24	33
44		

31 $41 \vee$ $43 \vee 44,$ $\overline{41} \vee \overline{43},$ $\overline{31} \vee \overline{41}$ **Escolhas**

12	$\overline{11}$	$\overline{13}$
$\overline{14}$	21	22
23	32	34
42	24	$\overline{33}$
$\overline{44}$		

31

41 v

43

$\overline{41} \vee \overline{43}$,

$\overline{31} \vee \overline{41}$

Escolhas

12	$\overline{11}$	$\overline{13}$
$\overline{14}$	21	22
23	$\overline{32}$	$\overline{34}$
$\overline{42}$	24	$\overline{33}$
$\overline{44}$		

31

41 v

43

 $\overline{41} \vee \overline{43}$ $\overline{31} \vee \overline{41}$

Escolhas

12	$\overline{11}$	$\overline{13}$
$\overline{14}$	21	22
23	32	34
42	24	33
$\overline{44}$	31	

31

41 v

43

 $\overline{41} \vee \overline{43},$ $\overline{31} \vee \overline{41}$ **Escolhas**

12	$\overline{11}$	$\overline{13}$
$\overline{14}$	21	22
23	32	34
42	24	33
$\overline{44}$	31	

Escolhas

 $41 \vee 43$ $\overline{41} \vee \overline{43},$ $\boxed{\overline{31}} \vee \overline{41}$

12	11	13
14	21	22
23	32	34
42	24	33
44	31	

Escolhas

$41 \vee 43$

$\overline{41} \vee \overline{43}$,

$\overline{41}$

12	$\overline{11}$	$\overline{13}$
$\overline{14}$	21	22
23	32	34
42	24	$\overline{33}$
$\overline{44}$	31	

Escolhas $41 \vee 43$ $\overline{41} \vee \overline{43},$ $\overline{41}$

12	11	13
14	21	22
23	32	34
42	24	33
44	31	41

Escolhas

 $41 \vee 43$ $\boxed{41} \vee \overline{43},$ $\boxed{41}$

12	11	13
14	21	22
23	32	34
42	24	33
44	31	41

Escolhas**41** ✓

43

12	11	13
14	21	22
23	32	34
42	24	33
44	31	41

43

Escolhas

12	11	13
14	21	22
23	32	34
42	24	33
44	31	41

11	12	13	14
21	22	23	24
31	32	33	34
41	42	43	44

Escolhas

12 $\overline{11}$ $\overline{13}$
 $\overline{14}$ 21 $\overline{22}$
 $\overline{23}$ $\overline{32}$ $\overline{34}$
 $\overline{42}$ 24 $\overline{33}$
 $\overline{44}$ 31 $\overline{41}$
43

11	12	13	14
21	22	23	24
31	32	33	34
41	42	43	44

Escolhas

12	11	13
14	21	22
23	32	34
42	24	33
44	31	41
		43

11	12	13	14
21	22	23	24
31	32	33	34
41	42	43	44

Escolhas

12	11	13
14	21	22
23	32	34
42	24	33
44	31	41
		43

11	12	13	14
21	22	23	24
31	32	33	34
41	42	43	44

Escolhas

12	11	13
14	21	22
23	32	34
42	24	33
44	31	41
43		

11	12	13	14
21	22	23	24
31	32	33	34
41	42	43	44

Escolhas

12	11	13
14	21	22
23	32	34
42	24	33
44	31	41
43		

11	12	13	14
21	22	23	24
31	32	33	34
41	42	43	44

Escolhas

12	11	13
14	21	22
23	32	34
42	24	33
44	31	41
		43

11	12	13	14
21	22	23	24
31	32	33	34
41	42	43	44

Escolhas

12	11	13
14	21	22
23	32	34
42	24	33
44	31	41
		43

11	12	13	14
21	22	23	24
31	32	33	34
41	42	43	44

Escolhas

12	11	13
14	21	22
23	32	34
42	24	33
44	31	41
		43

11	12	13	14
21	22	23	24
31	32	33	34
41	42	43	44

Escolhas

12	11	13
14	21	22
23	32	34
42	24	33
44	31	41
		43

11	12	13	14
21	22	23	24
31	32	33	34
41	42	43	44

Escolhas

12	11	13
14	21	22
23	32	34
42	24	33
44	31	41
		43

11	12	13	14
21	22	23	24
31	32	33	34
41	42	43	44

Escolhas

12	11	13
14	21	22
23	32	34
42	24	33
44	31	41
43		

11	12	13	14
21	22	23	24
31	32	33	34
41	42	43	44

Escolhas

12	11	13
14	21	22
23	32	34
42	24	33
44	31	41
43		

Lógica Computacional
by Professor Pantoja

Propriedades da Forma Clausal

Aula 16

- *Literais Puros*

- ***Literais Puros***
- ***Cláusulas Unitárias***

- **Literais Puros**
- **Cláusulas Unitárias**
- **Se S e S' são conjuntos de cláusulas:**

- **Literais Puros**
- **Cláusulas Unitárias**
- **Se S e S' são conjuntos de cláusulas:**
 - **$S \approx S'$: S só é *Satisfazível* se e somente se S' for *Satisfazível*;**

- **Literais Puros**
- **Cláusulas Unitárias**
- **Se S e S' são conjuntos de cláusulas:**
 - **$S \approx S'$: S só é *Satisfazível* se e somente se S' for *Satisfazível*;**
 - **$S \equiv S'$: não é possível dizer que há equivalência, se $S \approx S'$.**

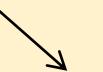
$$S = \{pq\bar{r}, p\bar{q}, \bar{p}q\}$$

$$S' = \{p\bar{q}, \bar{p}q\}$$

$$\begin{aligned} p &= F \\ q &= F \\ r &= F \end{aligned}$$

$$S = \{pq\bar{r}, p\bar{q}, \bar{p}q\}$$

$$S' = \{p\bar{q}, \bar{p}q\}$$

 **V**

$$\begin{aligned} p &= F \\ q &= F \\ r &= F \end{aligned}$$

$$S = \{pq\bar{r}, p\bar{q}, \bar{p}q\}$$

$$S' = \{p\bar{q}, \bar{p}q\}$$

\downarrow \downarrow
 v v

$$\begin{aligned} p &= F \\ q &= F \\ r &= F \end{aligned}$$

$$S = \{pq\bar{r}, p\bar{q}, \bar{p}q\}$$

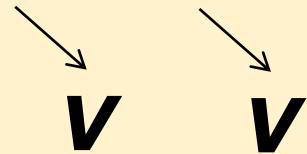
↓
V

$$S' = \{p\bar{q}, \bar{p}q\}$$

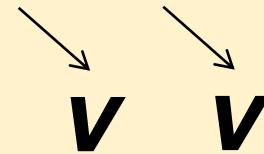
↓ ↓
V **V**

$$\begin{aligned} p &= F \\ q &= F \\ r &= F \end{aligned}$$

$$S = \{pq\bar{r}, p\bar{q}, \bar{p}q\}$$

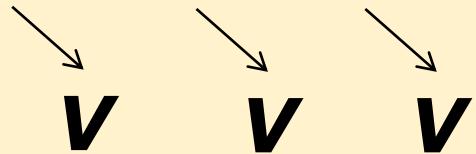


$$S' = \{p\bar{q}, \bar{p}q\}$$

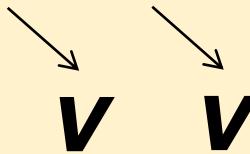


$$\begin{aligned} p &= F \\ q &= F \\ r &= F \end{aligned}$$

$$S = \{pq\bar{r}, p\bar{q}, \bar{p}q\}$$

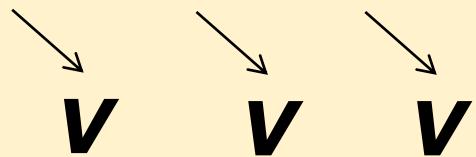


$$S' = \{p\bar{q}, \bar{p}q\}$$

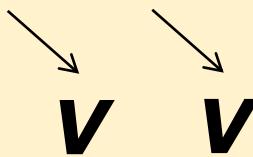


$$\begin{array}{l} p = F \\ q = F \\ r = F \end{array}$$

$$S = \{pq\bar{r}, p\bar{q}, \bar{p}q\}$$



$$S' = \{p\bar{q}, \bar{p}q\}$$



$$\begin{aligned} p &= F \\ q &= F \\ r &= F \end{aligned}$$

$$S \approx S'$$

$$S = \{pq\bar{r}, p\bar{q}, \bar{p}q\}$$

↙ ↙ ↙
V **V** **V**

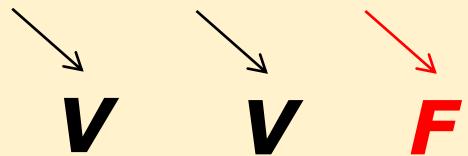
$$S' = \{p\bar{q}, \bar{p}q\}$$

↙ ↘
V **F**

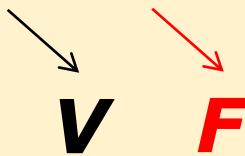
$$\begin{aligned} p &= F \\ q &= F \\ r &= F \end{aligned}$$

$$S \approx S'$$

$$S = \{pq\bar{r}, p\bar{q}, \bar{p}q\}$$



$$S' = \{p\bar{q}, \bar{p}q\}$$



$$\begin{aligned} p &= F \\ q &= F \\ r &= F \end{aligned}$$

$$S \approx S'$$

$$S = \{pq\bar{r}, p\bar{q}, \bar{p}q\}$$

$$S' = \{p\bar{q}, \bar{p}q\}$$

$$\begin{aligned} p &= F \\ q &= F \\ r &= F \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} p &= F \\ q &= F \\ r &= V \end{aligned}$$

$$S \not\equiv S'$$

$$S = \{pq\bar{r}, p\bar{q}, \bar{p}q\}$$

$$S' = \{p\bar{q}, \bar{p}q\}$$

 V

$$\begin{aligned} p &= F \\ q &= F \\ r &= F \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} p &= F \\ q &= F \\ r &= V \end{aligned}$$

$$S \not\equiv S'$$

$$S = \{pq\bar{r}, p\bar{q}, \bar{p}q\}$$

$$S' = \{p\bar{q}, \bar{p}q\}$$

\downarrow \downarrow
 V V

$$\begin{aligned} p &= F \\ q &= F \\ r &= F \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} p &= F \\ q &= F \\ r &= V \end{aligned}$$

$$S \not\equiv S'$$

$$S = \{pq\bar{r}, p\bar{q}, \bar{p}q\}$$

↓
F

$$S' = \{p\bar{q}, \bar{p}q\}$$

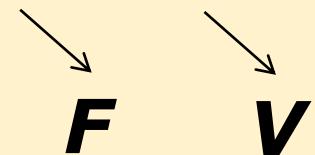
↓ ↓
V **V**

$$\begin{aligned} p &= F \\ q &= F \\ r &= F \end{aligned}$$

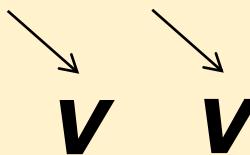
$$\begin{aligned} p &= F \\ q &= F \\ r &= V \end{aligned}$$

$$S \not\equiv S'$$

$$S = \{pq\bar{r}, p\bar{q}, \bar{p}q\}$$



$$S' = \{p\bar{q}, \bar{p}q\}$$

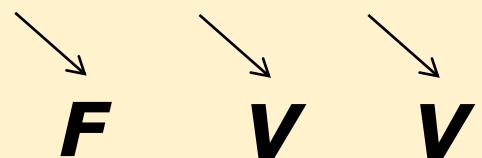


$$\begin{aligned} p &= F \\ q &= F \\ r &= F \end{aligned}$$

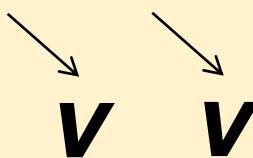
$$\begin{aligned} p &= F \\ q &= F \\ r &= V \end{aligned}$$

$$S \not\equiv S'$$

$$S = \{pq\bar{r}, p\bar{q}, \bar{p}q\}$$



$$S' = \{p\bar{q}, \bar{p}q\}$$



$$\begin{aligned} p &= F \\ q &= F \\ r &= F \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} p &= F \\ q &= F \\ r &= V \end{aligned}$$

$$S \not\equiv S'$$

- ***Subsunção (subsumption)***

$$\mathbf{C1} \subseteq \mathbf{C2}$$

- ***Subsunção (subsumption)***

$$C_1 \subseteq C_2$$

$$S' - \{C_2\}$$

- ***Subsunção (subsumption)***

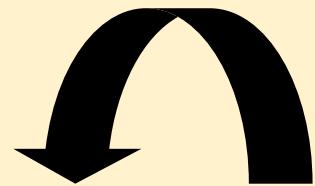
 $C_1 \subseteq C_2$ $S' - \{C_2\}$ $S \approx S'$

- ***Subsunção (subsumption)***

 $C_1 \subseteq C_2$ $S' - \{C_2\}$ $S \approx S'$

$$S = \{pr, \bar{p}q\bar{r}, q\bar{r}\}$$

- ***Subsunção (subsumption)***

 $C_1 \subseteq C_2$ $S' - \{C_2\}$ $S \approx S'$  $S = \{pr, \bar{p}q\bar{r}, q\bar{r}\}$

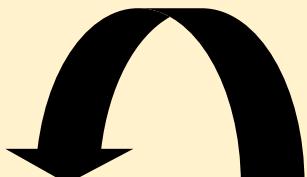
- ***Subsunção (subsumption)***

 $C_1 \subseteq C_2$ $S' - \{C_2\}$ $S \approx S'$


$$S = \{pr, \bar{p}q\bar{r}, \boxed{qr}\}$$

- **Subsunção (subsumption)**

 $C_1 \subseteq C_2$ $S' - \{C_2\}$ $S \approx S'$


$$S = \{pr, \bar{p} \boxed{q \bar{r}}, \boxed{q \bar{r}}\}$$
$$S' = \{pr, q \bar{r}\}$$

- ***Subsunção (subsumption)***

$$C_1 \subseteq C_2$$

$$S' - \{C_2\}$$

$$S \approx S'$$

$$S = \{pr, \quad \bar{qr}\}$$

- ***Subsunção (subsumption)***

 $C_1 \subseteq C_2$ $S' - \{C_2\}$ $S \approx S'$

$$S = \{pr, \bar{qr}\} \quad S' = \{pr, \bar{qr}\}$$

- ***Renomeação (Renaming)***

- ***Renomeação (Renaming)***
 - *Seja S um conjunto de cláusulas e U um conjunto de proposições atômicas $R_U(S)$*

- ***Renomeação (Renaming)***

- ***Seja S um conjunto de cláusulas e U um conjunto de proposições atômicas $R_U(S)$***
- ***A renomeação de S por U é obtida de S substituindo cada literal em U pelo seu contraditório.***

- **Renomeação (Renaming)**

- **Seja S um conjunto de cláusulas e U um conjunto de proposições atômicas $R_U(S)$**
- **A renomeação de S por U é obtida de S substituindo cada literal em U pelo seu contraditório.**
- $S \approx R_U(S)$

$$S = \{pqr, \bar{p}q, \bar{q}\bar{r}, r\}$$

$$S = \{pqr, \bar{p}q, \bar{q}\bar{r}, r\}$$

$$\begin{aligned} p &= F \\ q &= F \\ r &= T \end{aligned}$$

$$S = \{pqr, \bar{p}q, \bar{q}\bar{r}, r\}$$

$$\begin{aligned} p &= F \\ q &= F \\ r &= T \end{aligned}$$

$$R_{[p,q]}(S) = \{\bar{p}\bar{q}r, p\bar{q}, q\bar{r}, r\}$$

$$\begin{aligned} p &= T \\ q &= T \\ r &= T \end{aligned}$$



+info em www.turing.pro.br/kadupantoja



- **Atribuição (BY)** – Os licenciados têm o direito de copiar, distribuir, exibir e executar a obra e fazer trabalhos derivados dela, conquanto que deem créditos devidos ao autor ou licenciador, na maneira especificada por estes.
- **Uso Não Comercial (NC)** – Os licenciados podem copiar, distribuir, exibir e executar a obra e fazer trabalhos derivados dela, desde que sejam para fins não-comerciais.
- **Compartilhamento pela mesma licença (SA)** – Os licenciados devem distribuir obras derivadas somente sob uma licença idêntica à que governa a obra original.