# Engenharia de Computação

COENC-AP

## CONCEITOS BÁSICOS E NOÇÕES DE LÓGICA

Professora Dra. Tamara Angélica Baldo

# BIBLIOGRAFIAS DA AULA:

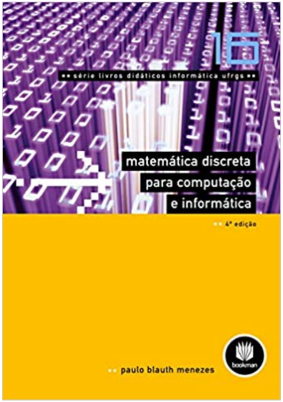


Figura: MENEZES, P. B. Matemática Discreta para Computação e Informática. 4 ed. Editora Bookman, 2013.

# BIBLIOGRAFIAS DA AULA:


Figura: ROSEN, Kenneth. Matemática Discreta e suas Aplicações. 6 ed. Editora McGraw-Hill, 2011.

# ORGANIZAÇÃO DA AULA:

- Conceitos Básicos:
  - Conjuntos
  - Pertinência
  - Conjuntos Finitos e Infinitos
  - Alfabetos, palavras e linguagens
  - Conjunto nas Linguagens de Programação
- Noções de Lógica
  - Proposições
  - Conectivos
  - Fórmulas e Linguagem Lógica
  - Tautologia e Contradição
  - Equivalência
  - Resumo da parte de Lógica Proposicional

# ORGANIZAÇÃO DA AULA:

- Conceitos Básicos:
  - Conjuntos
  - Pertinência
  - Conjuntos Finitos e Infinitos
  - Alfabetos, palavras e linguagens
  - Conjunto nas Linguagens de Programação
- Noções de Lógica
  - Proposições
  - Conectivos
  - Fórmulas e Linguagem Lógica
  - Tautologia e Contradição
  - Equivalências
  - Resumo da Lógica Proposicional

# CONJUNTOS

**Definição:** "Um conjunto é uma coleção de zero ou mais objetos distintos, chamados elementos do conjunto, os quais não possuem qualquer ordem associada." [Menezes, 2013]

- $Vogais = \{a, e, i, o, u\}$
- $Pares = \{n \mid n \text{ é um número par}\}$
- $Alunos = \{\text{Maria, João, José, Moisés, Matheus}\}$
- $Semana = \{\text{Seg, Ter, Qua, Qui, Sex, Sáb, Dom}\}$
- $X = \{x \mid x = y^2 \text{ e } y \in \mathbb{Z}\} = \{0, 1, 4, 9, 16, \ldots\}$
- Conjunto vazio $\{\} = \emptyset$
- Conjunto unitário: contém um elemento (exemplo: $U = \{1000\}$ ou $K = \{a\}$)
- Conjunto dos números naturais: $\mathbb{N} = \{0, 1, 2, 3, \ldots\}$
- Conjunto dos números inteiros: $\mathbb{Z} = \{\ldots, -3, -2, -1, 0, 1, 2, 3, \ldots\}$
- Conjunto dos números racionais: $\mathbb{Q} = \{\frac{a}{b} \mid a \in \mathbb{Z} \text{ e } b \in \mathbb{Z}\}$
- Conjunto dos números irracionais: $\mathbb{I}$

# ORGANIZAÇÃO DA AULA:

- Conceitos Básicos:
  - Conjuntos
  - Pertinência
  - Conjuntos Finitos e Infinitos
  - Alfabetos, palavras e linguagens
  - Conjunto nas Linguagens de Programação
- Noções de Lógica
  - Proposições
  - Conectivos
  - Fórmulas e Linguagem Lógica
  - Tautologia e Contradição
  - Equivalências
  - Resumo da Lógica Proposicional

# PERTINÊNCIA

**Definição:** Se um determinado elemento $a$ é um elemento de um conjunto $A$, tal fato é denotado por
$a \in A$ (leia: a pertence ao conjunto A)
Caso contrário, afirma-se que $a$ não pertence ao conjunto $A$
($a \notin A$) [adaptado de Menezes(2013)]

- conjunto $Vogais = \{a, e, i, o, u\}$, tem-se que:
  $a \in Vogais$, mas $h \notin Vogais$
- conjunto $B = \{x |$ x é brasileiro$\}$, tem-se que:
  Pelé $\in B$ e Bill Gates $\notin B$

# ORGANIZAÇÃO DA AULA:

- Conceitos Básicos:
  - Conjuntos
  - Pertinência
  - Conjuntos Finitos e Infinitos
  - Alfabetos, palavras e linguagens
  - Conjunto nas Linguagens de Programação
- Noções de Lógica
  - Proposições
  - Conectivos
  - Fórmulas e Linguagem Lógica
  - Tautologia e Contradição
  - Equivalências
  - Resumo da Lógica Proposicional

# CONJUNTOS FINITOS E INFINITOS

Um conjunto pode possuir um número finito ou infinito de elementos. Informalmente, um conjunto é dito [Menezes, 2013]:

- Conjunto finito se pode ser denotado por extensão, ou seja, listando exaustivamente todos os seus elementos;
  - $Vogais = \{a, e, i, o, u\}$
  - $B = \{x |$ x é brasileiro$\}$
- Conjunto infinito, caso contrário.
  - $\{x \in \mathbb{Z} | x \geq 0\}$
  - $Pares = \{y \mid y = 2x \text{ e } x \in \mathbb{N}\}$
  - $Fibonacci = \{0, 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89, \dots\}$

# ORGANIZAÇÃO DA AULA:

- Conceitos Básicos:
  - Conjuntos
  - Pertinência
  - Conjuntos Finitos e Infinitos
  - Alfabetos, palavras e linguagens
  - Conjunto nas Linguagens de Programação
- Noções de Lógica
  - Proposições
  - Conectivos
  - Fórmulas e Linguagem Lógica
  - Tautologia e Contradição
  - Equivalências
  - Resumo da Lógica Proposicional

# ALFABETOS, PALAVRAS E LINGUAGENS

**Alfabeto:** é um conjunto finito. Os elementos de um alfabeto são usualmente denominados de símbolos ou caracteres. Exemplo: o conjunto vazio é um alfabeto e um conjunto infinito não é um alfabeto.

**Palavra, cadeia de caracteres, sentença:** é uma sequência finita de símbolos (do alfabeto) justapostos.

- $\varepsilon$ denota a cadeia vazia, palavra vazia ou sentença vazia.
- $\sum$ representa um alfabeto
- $\sum^*$ denota o conjunto de todas as palavras possíveis sobre $\sum$

[adaptado de Menezes(2013)]

# ALFABETOS, PALAVRAS E LINGUAGENS

Exemplos:

- Os conjuntos $\emptyset$, $\{1, 2, 3, 4, 5\}$ e $\{a, b, c\}$ são alfabetos;
- O conjunto $\mathbb{N}$ não é um alfabeto;
- $\varepsilon$ é uma palavra sobre o alfabeto a, b, c ;
- $\varepsilon$ é uma palavra sobre o alfabeto $\emptyset$;

**Linguagem formal**: Uma linguagem formal, ou simplesmente linguagem, é um conjunto de palavras sobre um alfabeto.

**Exemplo [Linguagens de Programação]:** as linguagens de programação como Pascal, C e Java são linguagens sobre o alfabeto constituído por letras, dígitos e alguns símbolos especiais (como espaço, parênteses, pontuação, etc.). Nesse caso, cada programa na linguagem corresponde a uma palavra sobre o alfabeto. Ou seja, uma linguagem de programação é definida por todos os seus programas possíveis. Portanto, Pascal, Java, C, bem como qualquer linguagem de programação de propósitos gerais, são conjuntos infinitos

# ORGANIZAÇÃO DA AULA:

- Conceitos Básicos:
  - Conjuntos
  - Pertinência
  - Conjuntos Finitos e Infinitos
  - Alfabetos, palavras e linguagens
  - Conjunto nas Linguagens de Programação
- Noções de Lógica
  - Proposições
  - Conectivos
  - Fórmulas e Linguagem Lógica
  - Tautologia e Contradição
  - Equivalências
  - Resumo da Lógica Proposicional

# CONJUNTO NAS LINGUAGENS DE PROGRAMAÇÃO

A grande maioria das linguagens de programação possui alguns tipos de dados predefinidos como, por exemplo:

- Real ou Ponto Flutuante
- Inteiro
- Caractere
- Booleano ou Lógico

Considerando as limitações físicas de representação de conjuntos infinitos ou de precisão de valores em um sistema computador (esse assunto normalmente é detalhado em disciplinas como arquitetura de computadores), os tipos Real e Inteiro implementam um subconjunto próprio de $\mathbb{R}$ e de $\mathbb{Z}$, respectivamente (bem como algumas operações tradicionais como adição, multiplicação, etc.

# ORGANIZAÇÃO DA AULA:

- Conceitos Básicos:
  - Conjuntos
  - Pertinência
  - Conjuntos Finitos e Infinitos
  - Alfabetos, palavras e linguagens
  - Conjunto nas Linguagens de Programação
- Noções de Lógica
  - Proposições
  - Conectivos
  - Fórmulas e Linguagem Lógica
  - Tautologia e Contradição
  - Equivalências
  - Resumo da Lógica Proposicional

# PROPOSIÇÕES

**Proposição:** Uma proposição é uma construção (sentença, frase, pensamento) à qual se pode atribuir valor verdadeiro ou falso.

**Exemplos de proposições:**

p: Buenos aires é a capital do Brasil

q: Brasília é a capital do Brasil

r: $4 > 3$

s: $4 < 3$

# PROPOSIÇÕES

**Proposição:** Uma proposição é uma construção (sentença, frase, pensamento) à qual se pode atribuir valor verdadeiro ou falso.

**Exemplos de proposições:**

p: Buenos aires é a capital do Brasil

q: Brasília é a capital do Brasil

r: $4 > 3$

s: $4 < 3$

V(p)=0, V(q)=1, V(r)=1 e V(s)=0 (ou ainda)

# PROPOSIÇÕES

**Proposição:** Uma proposição é uma construção (sentença, frase, pensamento) à qual se pode atribuir valor verdadeiro ou falso.

**Exemplos de proposições:**

p: Buenos aires é a capital do Brasil

q: Brasília é a capital do Brasil

r: $4 > 3$

s: $4 < 3$

V(p)=0, V(q)=1, V(r)=1 e V(s)=0 (ou ainda)

I(p)=F, I(q)=V, I(r)=V e I(s)=F

# PROPOSIÇÕES

**Proposição:** Uma proposição é uma construção (sentença, frase, pensamento) à qual se pode atribuir valor verdadeiro ou falso.

**Exemplos de NÃO proposições:**

- Parabéns!
- Como está?
- Limpe a casa.

# PROPOSIÇÕES

**Exercício: Quais das sentenças abaixo são proposições**

(i) Manaus é um país.

(ii) $3 + 7 = 10$.

(iii) Beba água.

(iv) Ceará é um estado do Brasil.

(v) $3 + 10 = 10$.

# ORGANIZAÇÃO DA AULA:

- Conceitos Básicos:
  - Conjuntos
  - Pertinência
  - Conjuntos Finitos e Infinitos
  - Alfabetos, palavras e linguagens
  - Conjunto nas Linguagens de Programação
- Noções de Lógica
  - Proposições
  - Conectivos
  - Fórmulas e Linguagem Lógica
  - Tautologia e Contradição
  - Equivalências
  - Resumo da Lógica Proposicional

# CONECTIVOS

Na lógica podemos combinar proposições utilizando *conectivos* ou *operadores lógicos*. Temos como exemplo o operador lógico *e*: as proposições

*"Minha irmã é médica. Meu irmão é contador."*

podem ser combinadas na proposição

*"Minha irmã é médica e meu irmão é contador."*

# CONECTIVOS

- Unário:

  (¬) A negação de $p$ é representada por $\neg p$ ou $\sim p$; esta notação é lida como "não $p$".

- Binários:

  (∧) A conjunção de duas proposições $p \wedge q$ é lida como *"p e q"*.

  (∨) A disjunção de duas proposições $p \vee q$ é lida como *"p ou q"*.

  (→) A proposição *"se p então q"* é chamada de *condição* ou *implicação*. É denotada por $p \to q$.
  OBS: dizemos que $p$ é *hipótese* ou *antecedente* e $q$ é a *conclusão* ou *consequente*.

# CONECTIVOS

**Negação:** A negação de uma proposição $p$ é construída ao se introduzir *"Não é verdade que"* à frente da frase, ou alguma expressão equivalente. A negação de uma proposição $p$ é representada por $\neg p$ ou $\sim p$; esta notação é lida como "não $p$".

(i) Hoje é terça-feira.

(ii) $2 + 2 = 5$.

(iii) No mínimo 10mm de chuva caíram ontem em Curitiba.

(iv) $5 > 4$

A negação:

(i) Hoje não é terça-feira.

(ii) $2 + 2 \neq 5$.

(iii) Menos de 10mm de chuva caíram ontem em Curitiba.

(iv) $5 \leq 4$

# CONECTIVOS

**Negação:** A negação de uma proposição $p$ é construída ao se introduzir *"Não é verdade que"* à frente da frase, ou alguma expressão equivalente. A negação de uma proposição $p$ é representada por $\neg p$ ou $\sim p$; esta notação é lida como "não $p$".

| $p$ | $\neg p$ |
|---|---|
| 1 | 0 |
| 0 | 1 |

# CONECTIVOS

**Conjunção:** A conjunção de duas proposições $p, q$ é escrita como $p \wedge q$ e é lida como *"p e q"*. A proposição resultante é dita composta pois é fruto da combinação de outras duas e reflete uma noção de simultaneidade: é necessário que ambas $p$ e $q$ sejam verdadeiras para que $p \wedge q$ seja verdadeira.

| $p$ | $q$ | $p \wedge q$ |
|---|---|---|
| 1 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 0 |
| 0 | 0 | 0 |

Tabela: Tabela-verdade de uma conjunção.

# CONECTIVOS

**Conjunção (Exemplo):**

$p$. Buenos Aires é a capital da Argentina.

$q$. Santiago é a capital do Chile.

$r$. Rio de Janeiro é a capital do Brasil.

A conjunção $p \wedge q$ é dada por *"Buenos Aires é a capital da Argentina e Santiago é a capital do Chile"*.

Como ambas proposições são verdadeiras, a proposição $p \wedge q$ também é verdadeira.

# CONECTIVOS

**Disjunção:** A disjunção de duas proposições $p \vee q$ é lida como "*p ou q*". Para que $p \vee q$ seja verdade, é preciso que pelo menos uma das proposições seja verdadeira.

| $p$ | $q$ | $p \vee q$ |
|---|---|---|
| 1 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 1 |
| 0 | 1 | 1 |
| 0 | 0 | 0 |

Tabela: Tabela-verdade de uma disjunção.

| $p$ | $q$ | $p \oplus q$ |
|---|---|---|
| 1 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 1 |
| 0 | 1 | 1 |
| 0 | 0 | 0 |

Tabela: Tabela-verdade de uma disjunção exclusiva.

# CONECTIVOS

**Disjunção**

É importante ressaltar que existe, assim como na língua portuguesa, o *ou inclusivo*, como no exemplo a seguir: "Para prestar este concurso é necessário ser graduado em Ciência da Computação ou Engenharia da Computação"; um indivíduo que é graduado em um destes cursos ou em ambos pode prestar o concurso.

Em contraste, o *ou exclusivo* não admite a possibilidade de verdade simultânea: a frase *"Cristiano Ronaldo será vendido para a Juventus ou para o Flamengo"* não admite que o jogador seja vendido para ambos os clubes.

A *disjunção exclusiva* de duas proposições $p \oplus q$ é lida como *"p ou q (mas não ambas)"*.

# CONECTIVOS

**Implicação ou condição:** Sejam $p$ e $q$ proposições. A proposição *"se $p$ então $q$"* é chamada de *condição* ou *implicação* e é escrita como $p \to q$. Neste caso dizemos que $p$ é *hipótese* ou *antecedente* e $q$ é chamada de *conclusão* ou *consequente*.

| $p$ | $q$ | $p \to q$ |
|---|---|---|
| 1 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 1 |
| 0 | 0 | 1 |

Tabela: Tabela-verdade de uma implicação.

# CONECTIVOS

## Implicação ou condição

Podemos interpretar a condicional utilizando a analogia da promessa de um político. Exemplo: $p$ e $q$ representam as proposições *"Eu for eleito"* e *"diminuirei os impostos"*. A implicação:

*"Se eu for eleito, então diminuirei os impostos."*

A implicação $p \longrightarrow q$ é falsa no caso em que o eleitor se sente lesado e verdadeira caso contrário. O ELEITOR SE SENTIRÁ LESADO SE O POLÍTICO FOR ELEITO MAS NÃO DIMINUIR OS IMPOSTOS.

Se o político for eleito e diminuir os impostos então a implicação acima é verdadeira, isto é, o político disse a verdade. No caso em que $p$ é falso, isto é, se o político não for eleito, então a implicação é considerada verdadeira em qualquer caso: não podemos afirmar que o político mentiu no caso em que ele não foi eleito, então dizemos que seu discurso foi verdadeiro "por falta de provas".

# CONECTIVOS

**Implicação ou condição**

Reescreva as proposições a seguir na forma se-então e identifique a hipótese e a conclusão em cada um dos casos.

(i) Se a chuva continuar, o rio vai transbordar.

(ii) Os abacates só estão maduros quando estão escuros e macios.

(iii) Uma boa dieta é uma condição necessária para um gato saudável.

(iv) Uma condição suficiente para a falha de uma rede é que a chave geral pare de funcionar.

# CONECTIVOS

**Bicondição:** Sejam $p$ e $q$ proposições. A proposição bicondicional $p \leftrightarrow q$, lida como "$p$ se e somente se $q$", é verdadeira sempre que $p, q$ têm o mesmo valor-verdade, e é falsa caso contrário. Bicondicionais também são chamadas de bi-implicações.

| $p$ | $q$ | $p \leftrightarrow q$ |
|---|---|---|
| 1 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 0 |
| 0 | 0 | 1 |

Tabela: Tabela-verdade de uma bicondicional.

## Bicondição

Considere as proposições $p$ e $q$ definidas por *"Você pode embarcar no avião"* e *"Você comprou uma passagem"*. A bicondicional $p \leftrightarrow q$ é dada por *"Você pode embarcar no avião se e somente se você comprou uma passagem."*

| $p$: Pode embarcar no avião | $q$: Comprou uma passagem | $p \leftrightarrow q$ |
|---|---|---|
| 1 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 0 |
| 0 | 0 | 1 |

Tabela: Tabela-verdade de uma bicondicional.

# ORGANIZAÇÃO DA AULA:

- Conceitos Básicos:
  - Conjuntos
  - Pertinência
  - Conjuntos Finitos e Infinitos
  - Alfabetos, palavras e linguagens
  - Conjunto nas Linguagens de Programação
- Noções de Lógica
  - Proposições
  - Conectivos
  - Fórmulas e Linguagem Lógica
  - Tautologia e Contradição
  - Equivalências
  - Resumo da Lógica Proposicional

# FÓRMULAS E LINGUAGEM LÓGICA

Alfabeto da Lógica Proposicional:

- Símbolos proposicionais (ou átomos): $P = \{p_1, p_2, \ldots\}$
- Conectivo unário: $\neg$
- Conectivos binários: $\wedge$, $\vee$, $\rightarrow$
- Elementos de Pontuação: ( , )

# FÓRMULAS E LINGUAGEM LÓGICA

- Fórmula: elementos da linguagem.
  - Caso básico: átomos
  - Caso 1: Se $A$ pertence a linguagem, então $\neg A$ também
  - Caso 2: Se A e B pertencem a linguagem, então $A \wedge B$, $A \vee B$, $A \rightarrow B$ também

Exemplo: Sejam os átomos $p$ e $q$, exemplos de fórmulas $p$, $q$, $p \vee \neg q \rightarrow q$

Sugestão Montar Tabela Verdade para $p \vee \neg q \rightarrow q$
(lembrar da precedência dos conectivos)

# ORGANIZAÇÃO DA AULA:

- Conceitos Básicos:
  - Conjuntos
  - Pertinência
  - Conjuntos Finitos e Infinitos
  - Alfabetos, palavras e linguagens
  - Conjunto nas Linguagens de Programação
- Noções de Lógica
  - Proposições
  - Conectivos
  - Fórmulas e Linguagem Lógica
  - Tautologia e Contradição
  - Equivalências
  - Resumo da Lógica Proposicional

# TAUTOLOGIA E CONTRADIÇÃO

Seja $W$ uma fórmula lógica.

(i) Dizemos que $W$ é uma *tautologia* se $W$ é verdadeira, isto é, se $W$ é verdadeira para todas as combinações possíveis de valores-verdade de suas variáveis proposicionais.

(ii) Dizemos que $W$ é uma *contradição* (ou $W$ é *insatisfazível*) se $W$ é falsa, isto é, se $W$ é falsa para todas as combinações possíveis de valores-verdade de suas variáveis proposicionais.

(iii) Uma proposição que não é uma tautologia nem uma contradição é dita uma *contingência*.

# TAUTOLOGIA E CONTRADIÇÃO

| $p$ | $q$ | $r$ | $q \wedge r$ | $p \vee (q \wedge r)$ | $p \vee q$ | $p \vee r$ | $(p \vee q) \wedge (p \vee r)$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Tabela: Possíveis valores-verdade para as fórmulas $p \vee (q \wedge r)$ e $(p \vee q) \wedge (p \vee r)$.

# TAUTOLOGIA E CONTRADIÇÃO

$$A = p \vee (q \wedge r) \leftrightarrow (p \vee q) \wedge (p \vee r)$$

| $p$ | $q$ | $r$ | $p \vee (q \wedge r)$ | $(p \vee q) \wedge (p \vee r)$ | A |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |

Tabela: Possíveis valores-verdade para $p \vee (q \wedge r) \leftrightarrow (p \vee q) \wedge (p \vee r)$.

# ORGANIZAÇÃO DA AULA:

- Conceitos Básicos:
  - Conjuntos
  - Pertinência
  - Conjuntos Finitos e Infinitos
  - Alfabetos, palavras e linguagens
  - Conjunto nas Linguagens de Programação
- Noções de Lógica
  - Proposições
  - Conectivos
  - Fórmulas e Linguagem Lógica
  - Tautologia e Contradição
  - Equivalências
  - Resumo da Lógica Proposicional

# EQUIVALÊNCIAS

Sejam $p, q$ proposições compostas. Dizemos que $p, q$ são *logicamente equivalentes* se $p \leftrightarrow q$ é uma tautologia. Escrevemos nesse caso $p \equiv q$ ou $p \Longleftrightarrow q$.

Sejam $p, q, r$ proposições. As proposições abaixo são logicamente equivalentes.

- Propriedades dos elementos neutros: $p \wedge V \equiv p, \quad p \vee F \equiv p$.
- Propriedades de dominação: $p \vee V \equiv V, \quad p \wedge F \equiv F$.
- Propriedades idempotentes: $p \vee p \equiv p, \quad p \wedge p \equiv p$.
- Propriedade da dupla negação: $\neg(\neg p) \equiv p$.
- Propriedades comutativas: $p \vee q \equiv q \vee p, \quad p \wedge q \equiv q \wedge p$.

# EQUIVALÊNCIAS

- Propriedade associativas:
  $(p \vee q) \vee r \equiv p \vee (q \vee r), \quad (p \wedge q) \wedge r \equiv p \wedge (q \wedge r).$
- Propriedade distributivas:
  $p \vee (q \wedge r) \equiv (p \vee q) \wedge (p \vee r), \quad p \wedge (q \vee r) \equiv (p \wedge q) \vee (p \wedge r).$
- Leis de Morgan: $\neg(p \vee q) \equiv \neg p \wedge \neg q, \quad \neg(p \wedge q) \equiv \neg p \vee \neg q.$
- Propriedades de absorção: $p \vee (p \wedge q) \equiv p, \quad p \wedge (p \vee q) \equiv p.$
- Propriedades de negação: $p \vee \neg p \equiv V, \quad p \wedge \neg p \equiv F.$

# EQUIVALÊNCIAS

Sejam $p, q, r$ proposições. As proposições abaixo são logicamente equivalentes.

- $p \to q \equiv \neg p \vee q$.
- $p \to q \equiv \neg q \to \neg p$.
- $p \vee q \equiv \neg p \to q$.
- $p \wedge q \equiv \neg(p \to \neg q)$.
- $\neg(p \to q) \equiv p \wedge \neg q$.
- $(p \to q) \wedge (p \to r) \equiv p \to (q \wedge r)$.
- $(p \to r) \wedge (q \to r) \equiv (p \vee q) \to r$.
- $(p \to q) \vee (p \to r) \equiv p \to (q \vee r)$.
- $(p \to r) \vee (q \to r) \equiv (p \wedge q) \to r$.

# EQUIVALÊNCIAS

Sejam $p, q, r$ proposições. As proposições abaixo são logicamente equivalentes.

- $p \leftrightarrow q \equiv (p \rightarrow q) \wedge (q \rightarrow p)$.
- $p \leftrightarrow q \equiv \neg p \leftrightarrow \neg q$.
- $p \leftrightarrow q \equiv (p \wedge q) \vee (\neg p \wedge \neg q)$.
- $\neg(p \leftrightarrow q) \equiv p \leftrightarrow \neg q$.

# ORGANIZAÇÃO DA AULA:

- Conceitos Básicos:
  - Conjuntos
  - Pertinência
  - Conjuntos Finitos e Infinitos
  - Alfabetos, palavras e linguagens
  - Conjunto nas Linguagens de Programação
- Noções de Lógica
  - Proposições
  - Conectivos
  - Fórmulas e Linguagem Lógica
  - Tautologia e Contradição
  - Equivalências
  - Resumo da Lógica Proposicional

# RESUMO DA LÓGICA PROPOSICIONAL

- Estudo da Lógica Matemática e Computacional utiliza linguagem formal
- Linguagem formal são objetos matemáticos com regras precisamente definidas (sem ambiguidade)
- Proposição: é um enunciado ao qual pode-se atribuir valor verdade (verdadeiro ou falso)
- Operações na Lógica: permitem compor proposições complexas a partir de proposições mais simples
- A lógica proposicional não usa quantificadores: "todos", "algum" ou "nenhum".