

# Introdução à Computação

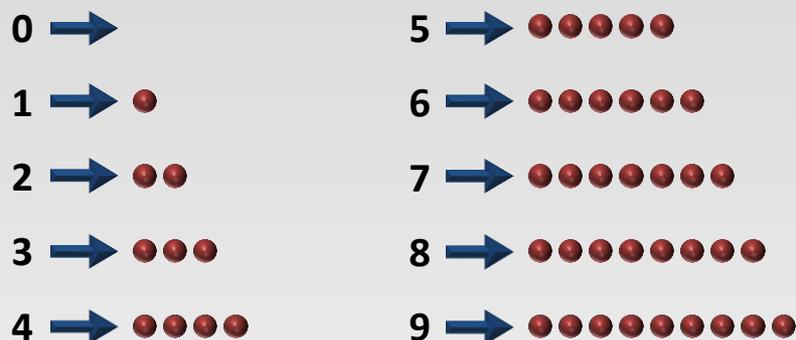
## Aulas 15/16 – Representação de dados

Prof. Rogério Esteves Salustiano

- ✓ Conversão entre Bases Numéricas
- ✓ Representação Binária de Dados
- ✓ Conversão Analógico-Digital
  - ✓ Som
  - ✓ Imagem

## Algarismos utilizados na base 10 e quantidades relacionadas

$\{ 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 \}$



## Símbolos utilizados nas bases numéricas

Base 2	→	$\{ 0, 1 \}$	Base 10	→	$\{ 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 \}$
Base 3	→	$\{ 0, 1, 2 \}$	Base 11	→	$\{ 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A \}$
Base 4	→	$\{ 0, 1, 2, 3 \}$	Base 12	→	$\{ 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A, B \}$
Base 5	→	$\{ 0, 1, 2, 3, 4 \}$	Base 13	→	$\{ 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A, B, C \}$
Base 6	→	$\{ 0, 1, 2, 3, 4, 5 \}$	Base 14	→	$\{ 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A, B, C, D \}$
Base 7	→	$\{ 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6 \}$	Base 15	→	$\{ 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A, B, C, D, E \}$
Base 8	→	$\{ 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 \}$	Base 16	→	$\{ 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A, B, C, D, E, F \}$
Base 9	→	$\{ 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 \}$	...		

## Indicação da base de um número

2B    8F5  
5    1001

*Que quantidade que esses números estão representando?*



## Indicação da base de um número

2B 8F5  
5 1001

*Que quantidade que esses números estão representando?*



► Para que não haja confusão com relação a que base o número está escrito, pode-se indicar a base do número entre parênteses subscrito após o número. Dessa maneira identifica-se a quantidade que o número de fato representa

Exemplos:

2B<sub>(14)</sub> 8F5<sub>(16)</sub> 210<sub>(5)</sub> 5624<sub>(8)</sub>  
5<sub>(10)</sub> 1001<sub>(2)</sub> 5624<sub>(10)</sub>  
100100110<sub>(2)</sub> AA43E<sub>(16)</sub>

Obs.: Como a base 10 é a mais utilizada, considera-se facultativa a indicação da base para os números escritos na base 10

## Conversão entre Bases Numéricas

$$25_{(10)} = \text{_____}_{(2)}$$

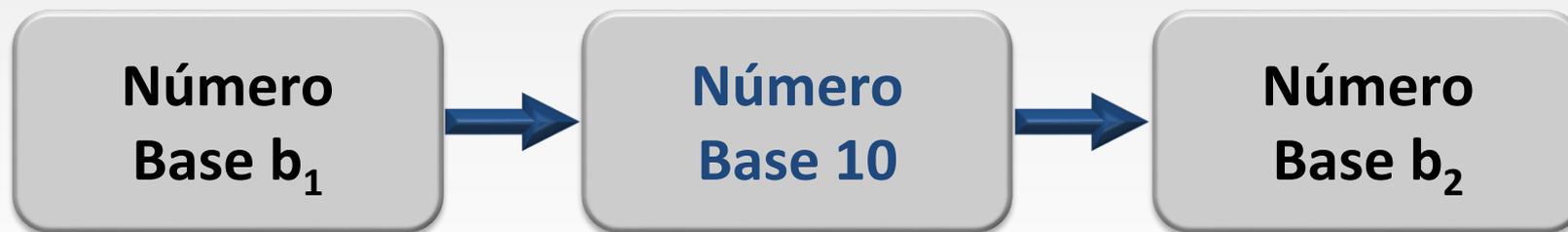
$$52F_{(16)} = \text{_____}_{(8)}$$

$$1B6A_{(14)} = \text{_____}_{(5)}$$

$$10010_{(2)} = \text{_____}_{(16)}$$

$$A_{(16)} = \text{_____}_{(10)}$$

- Para se converter um número de uma **Base  $b_1$**  qualquer para uma **Base  $b_2$**  qualquer, deve-se primeiro converter o número da **Base  $b_1$**  para a **Base 10** e depois da **Base 10** para a **Base  $b_2$** .



Lembre-se que o número na **Base  $b_1$** , na **Base 10** ou na **Base  $b_2$**  representam a mesma quantidade!!

## Conversão BASE QUALQUER $\rightarrow$ BASE 10

Exemplo

**$13_{(5)} \rightarrow$  base 10**

Base 5  $\rightarrow$  { 0, 1, 2, 3, 4 }

$$13_{(5)} = x_{(10)}$$

$$x = (1 \times 5^1) + (3 \times 5^0) = 5 + 3 = 8$$

$$x = 8$$

$$13_{(5)} = 8_{(10)}$$

Exemplo

**$3F5_{(16)} \rightarrow$  base 10**

Base 16  $\rightarrow$  { 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A, B, C, D, E, F } A=10, B=11, C=12, D=13, E=14, F=15

$$3F5_{(16)} = x_{(10)}$$

$$x = (3 \times 16^2) + (15 \times 16^1) + (5 \times 16^0) = 768 + 240 + 5 = 1013$$

$$x = 1013$$

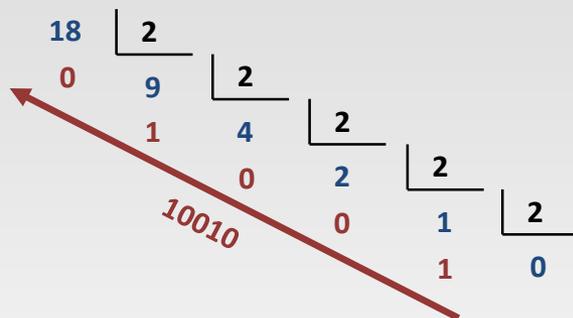
$$3F5_{(16)} = 1013_{(10)}$$

## Conversão BASE 10 → BASE QUALQUER

Exemplo

**$18_{(10)} \rightarrow \text{base } 2$**

Base 2 → { 0, 1 }

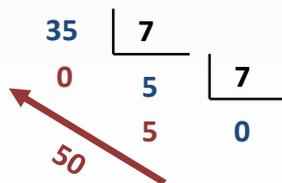


$$18_{(10)} = 10010_{(2)}$$

Exemplo

**$35_{(10)} \rightarrow \text{base } 7$**

Base 7 → { 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6 }



$$35_{(10)} = 50_{(7)}$$

## Conversão entre Bases Numéricas – Parte Fracionária\*

Exemplo

**3A,B8<sub>(14)</sub> → base 10**

Base 14 → { 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A, B, C, D }    A=10, B=11, C=12, D=13

$$3A,B8_{(14)} = x_{(10)}$$

$$x = \underbrace{(3 \times 14^1)}_{\text{Parte Inteira (3A)}} + \underbrace{(10 \times 14^0)}_{=A} + \underbrace{(11 \times 14^{-1})}_{=B} + (8 \times 14^{-2})$$

$$x = 42 + 10 + 0,78571 + 0,040816 = 52,82653$$

$$3A,B8_{(14)} \approx 52,82653_{(10)}$$

Exemplo

**23,82<sub>(10)</sub> → base 12**

Base 12 → { 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A, B }    A=10, B=11

Parte Inteira (23)

$$\begin{array}{r|l} 23 & 12 \\ \hline 11 & 1 \\ & 12 \\ \hline & 1 \\ & 0 \end{array}$$

↙ 1(11) = 1B

Parte Fracionária (0.82)

$$\begin{aligned} 0,82 \times 12 &= 9,84 \\ 0,84 \times 12 &= 10,08 \\ 0,08 \times 12 &= 0,96 \\ 0,96 \times 12 &= 11,52 \\ 0,52 \times 12 &= 6,24 \\ 0,24 \times 12 &= 2,88 \\ 0,88 \times 12 &= 10,56 \\ 0,56 \times 12 &= 6,72 \\ \dots &\hookrightarrow 9(10)0(11)62(10)6 = 9A0B62A6 \end{aligned}$$

$$23,82_{(10)} = 1B,9A0B62A6_{(12)}$$

\* Apesar desse tipo de conversão existir, o computador utiliza a codificação de ponto flutuante para representar números com parte fracionária

## Representação Binária (MSB e LSB)

...	$2^{11}$	$2^{10}$	$2^9$	$2^8$	$2^7$	$2^6$	$2^5$	$2^4$	$2^3$	$2^2$	$2^1$	$2^0$
...	2048	1024	512	256	128	64	32	16	8	4	2	1



**bits mais significativos**

(bits que representam uma maior quantidade)

*MSB (Most Significant Bit)*



**bits menos significativos**

(bits que representam uma menor quantidade)

*LSB (Least Significant Bit)*

### Exemplo

$2^9$	$2^8$	$2^7$	$2^6$	$2^5$	$2^4$	$2^3$	$2^2$	$2^1$	$2^0$
<u>512</u>	<u>256</u>	128	64	<u>32</u>	16	8	<u>4</u>	2	<u>1</u>
<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>

**bit mais significativo**

$$1100100101_{(2)} = 805_{(10)}$$

**bit menos significativo**

## Conversão entre bases que são potência de 2

<b>Binário</b>	$2^1$	1	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	1
<b>Quad</b>	$2^2$	1	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	1
		3		1		1		1		2		3	
<b>Octa</b>	$2^3$	1	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	1
		6			5			3			3		
<b>Hexa</b>	$2^4$	1	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	1
		D				5				B			

$$110101011011_{(2)} = 311123_{(4)} = 6533_{(8)} = D5B_{(16)}$$

**Sinal Digital**



**Níveis discretos  
(0 ou 1)**

**Sinal Analógico**



**Faixa Contínua  
de Valores**



O mundo que nos rodeia nos imprime sensações analógicas (temperatura, luminosidade, sons, etc.)



Nosso cérebro armazena e processa informações na forma digital (presença ou ausência de sinapses nervosas). O cérebro processa 400 milhões de bits por segundo, mas só tem consciência de 2000 deles\*

\* Fonte: ARNTZ, William. "Quem Somos Nós?", Ed. Prestígio, 2007

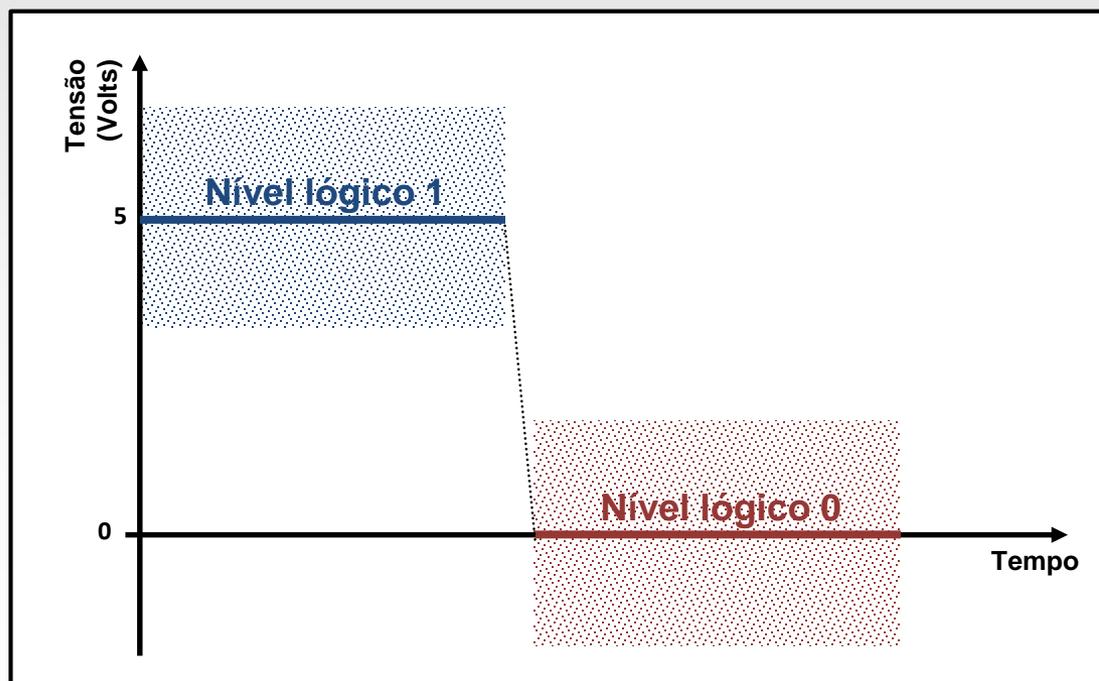
## Computador Digital (Binário)

Realiza suas operações utilizando apenas bits (**0** ou **1**)

### Por que digital?

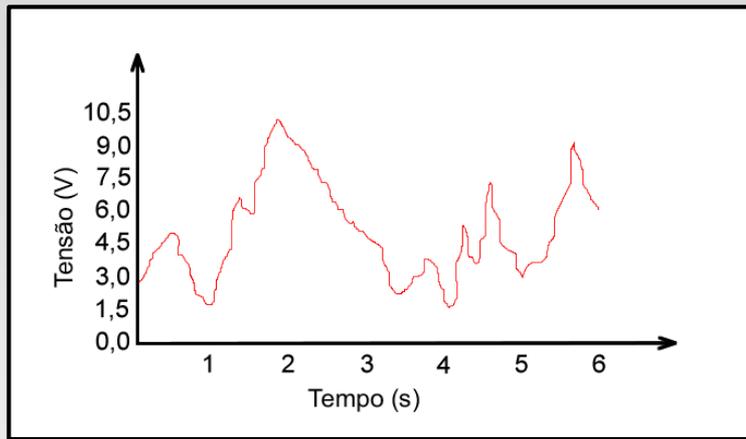
Circuitos eletrônicos detectam facilmente dois níveis de tensão utilizando dispositivos comparadores: o bit ZERO (nível lógico 0) e o bit UM (nível lógico 1). Além disso, circuitos eletrônicos digitais utilizam menos energia e possuem uma maior imunidade à ruído se comparados aos circuitos eletrônicos analógicos.

Nível Lógico	Tensão
0 (ZERO)	aprox. 0V
1 (UM)	aprox. 5V

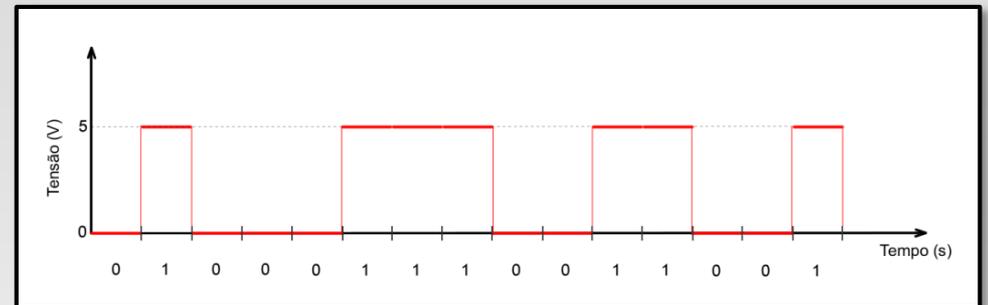


## Sinais Digitais × Sinais Analógicos

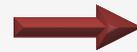
Sinal Analógico



Sinal Digital



**Circuito Analógico**



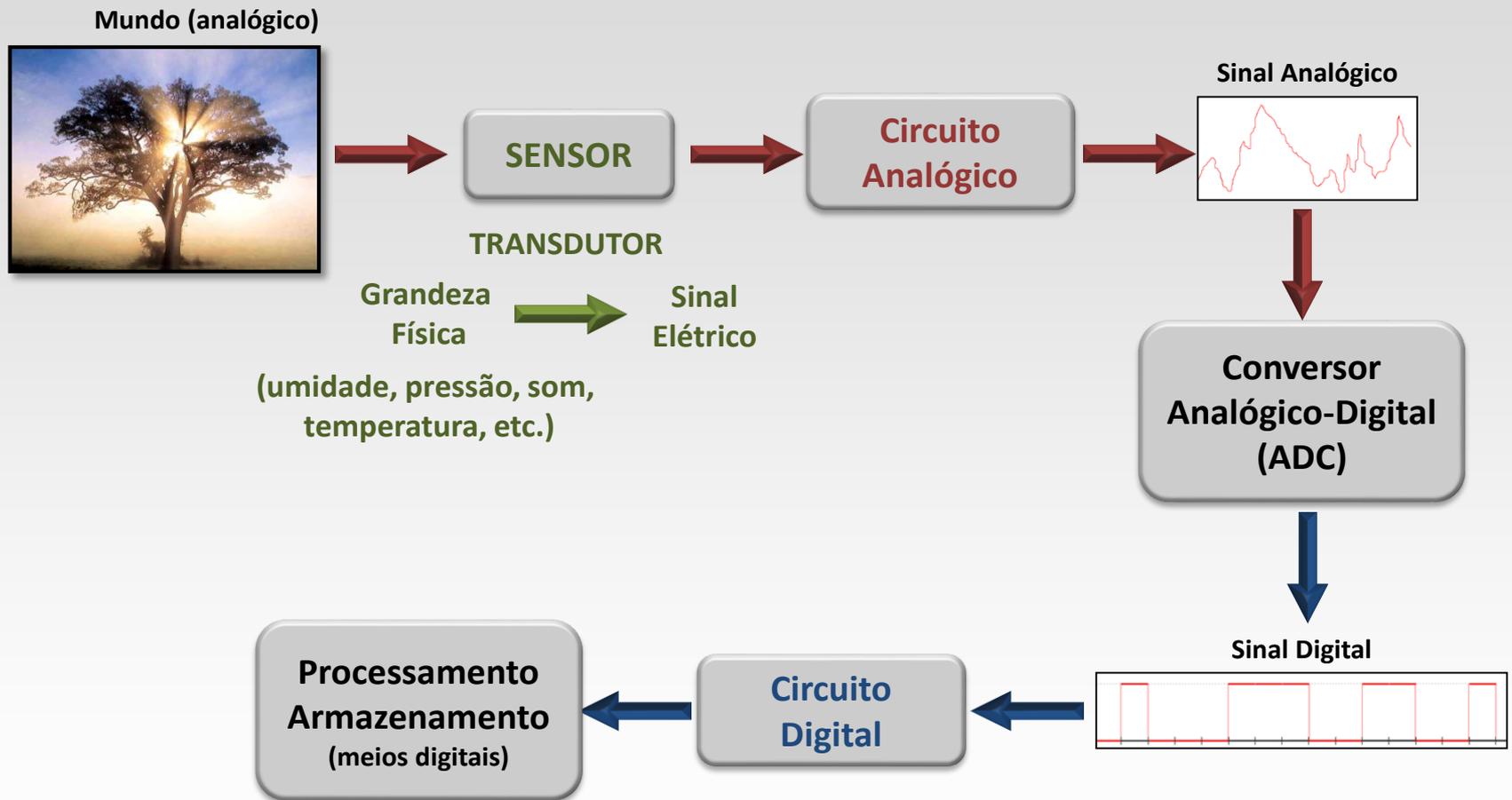
recebe/transmite/amplifica **sinal analógico**  
(forma de onda contínua)

**Circuito Digital**



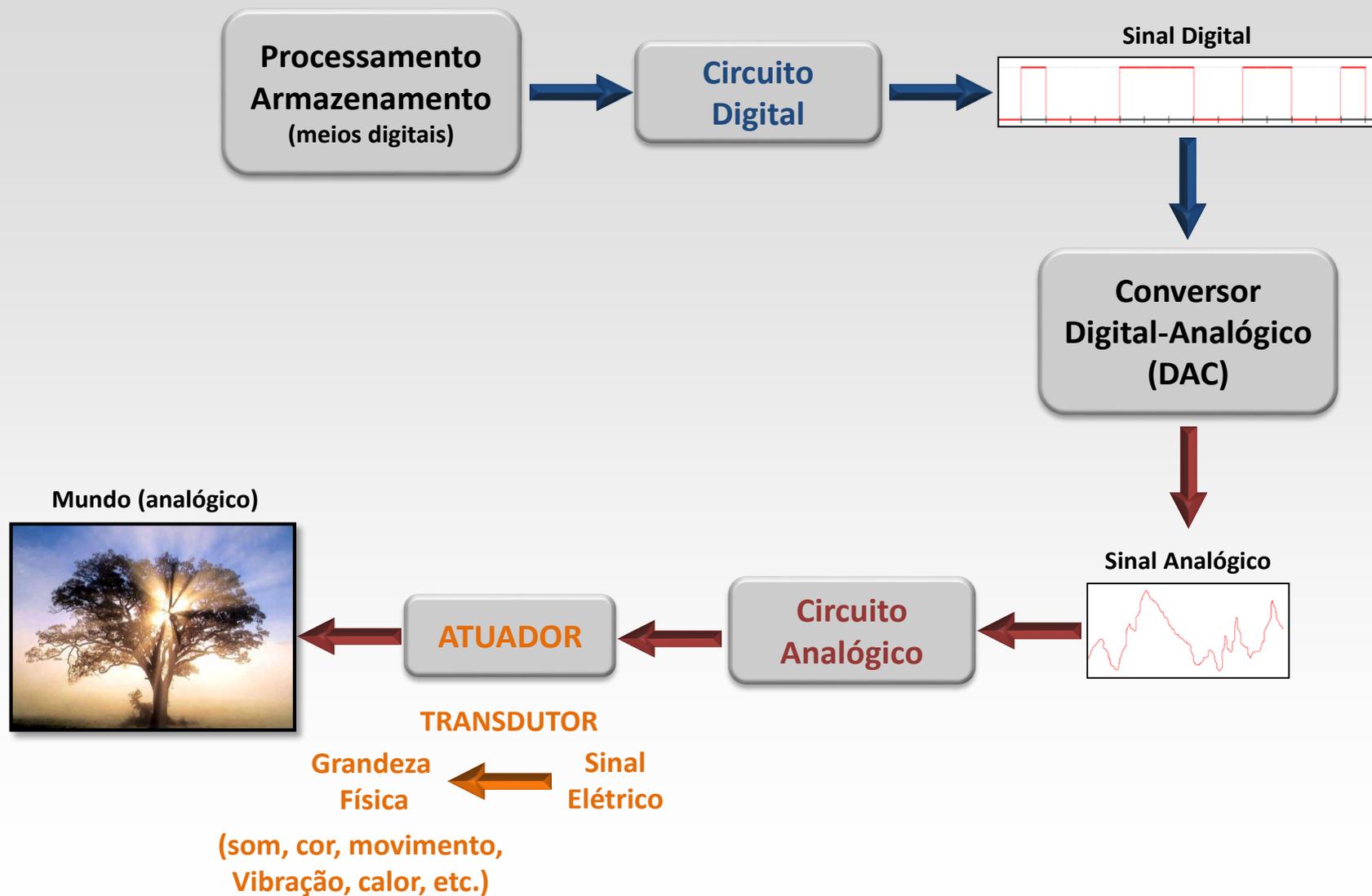
recebe/transmite/processa **sinal digital**  
(dois níveis de tensão)

## Conversão Analógico-Digital (ADC\*)



\* Analog-to-Digital Converter

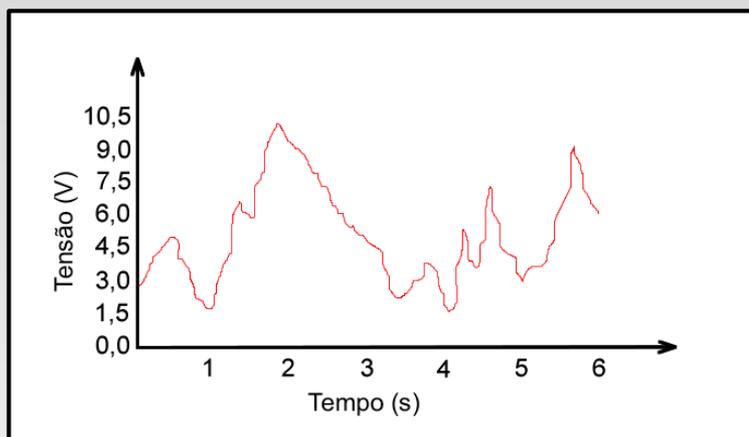
## Conversão Digital-Analógico (DAC\*)



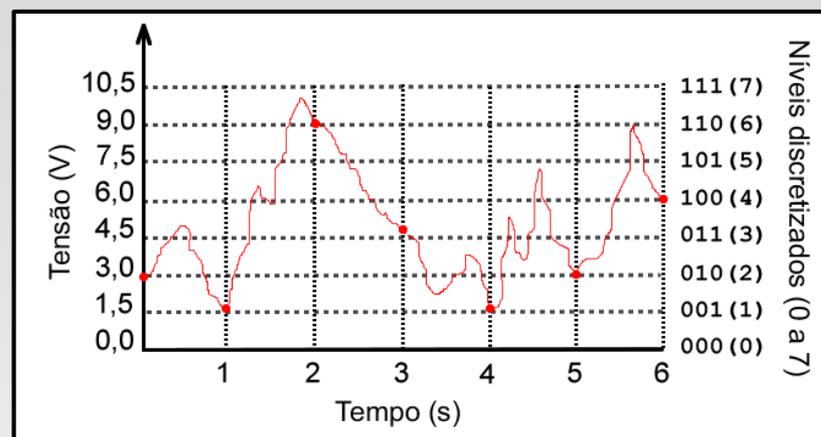
\* Digital-to-Analog Converter

## Transformação de Sinal Analógico em Sinal Digital

Sinal Analógico



Relação Sinal Analógico e Níveis discretos



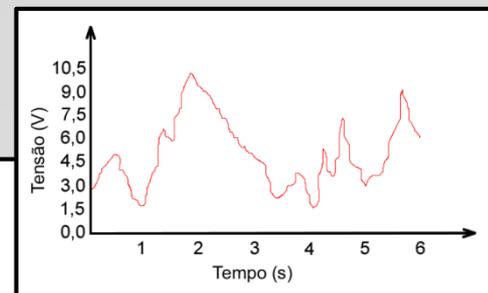
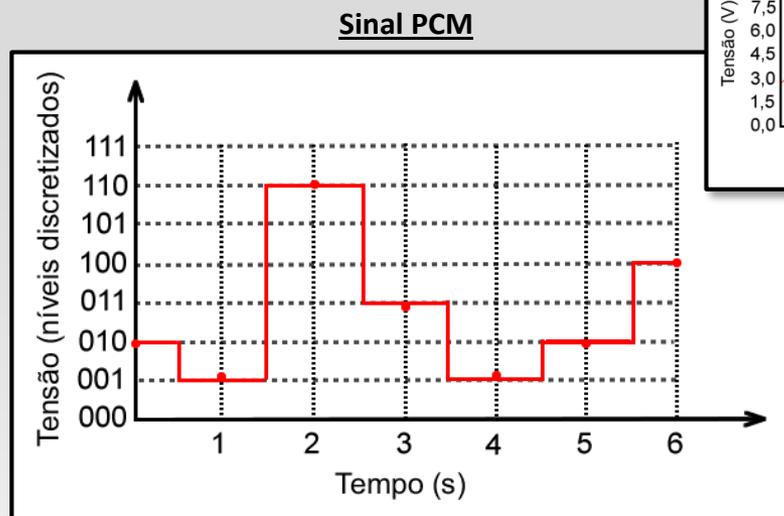
**Parâmetros utilizados no exemplo:**

- Resolução Temporal (amostragem): **1s**  
[Frequência da amostragem: **1Hz**]
- Resolução Espacial (níveis discretos): **0 a 7 (  $2^3 = 3\text{bits}$  )**

Tempo (s)	Sinal: Tensão (V)	Níveis Discretos(0 a 7)
0	2,9	2 ⇨ 010
1	1,6	1 ⇨ 001
2	8,9	6 ⇨ 110
3	4,8	3 ⇨ 011
4	1,7	1 ⇨ 001
5	3,0	2 ⇨ 010
6	6,0	4 ⇨ 100

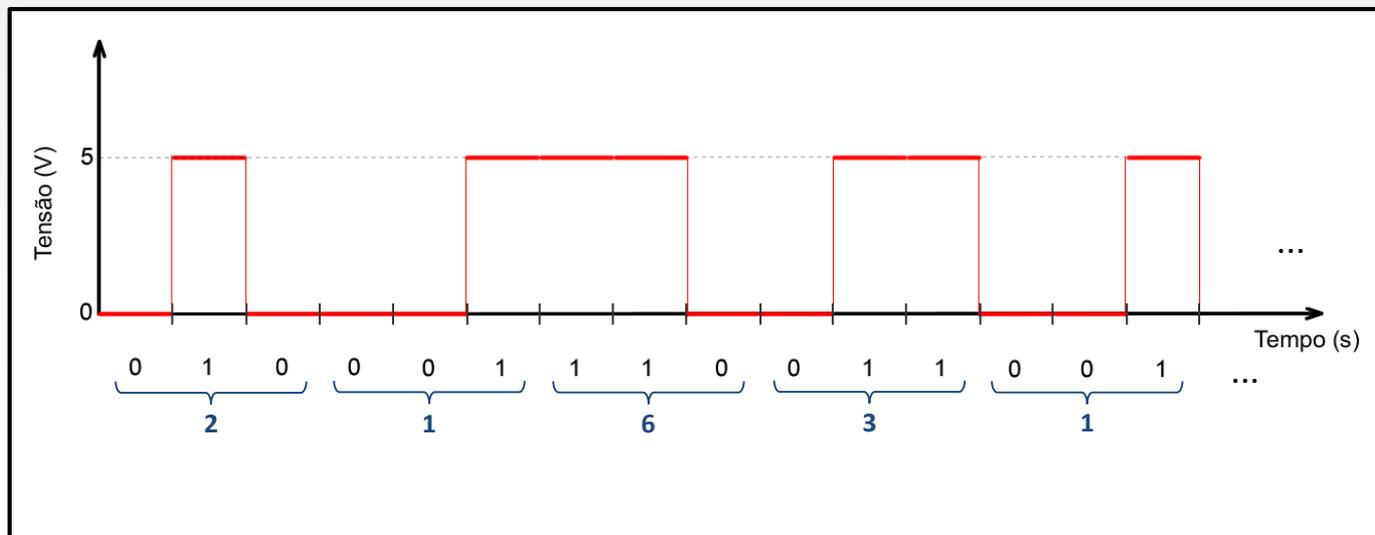
## Transformação de Sinal Analógico em Sinal Digital

Tempo (s)	Níveis Discretos (0 a 7)
0	2 ⇨ 010
1	1 ⇨ 001
2	6 ⇨ 110
3	3 ⇨ 011
4	1 ⇨ 001
5	2 ⇨ 010
6	4 ⇨ 100



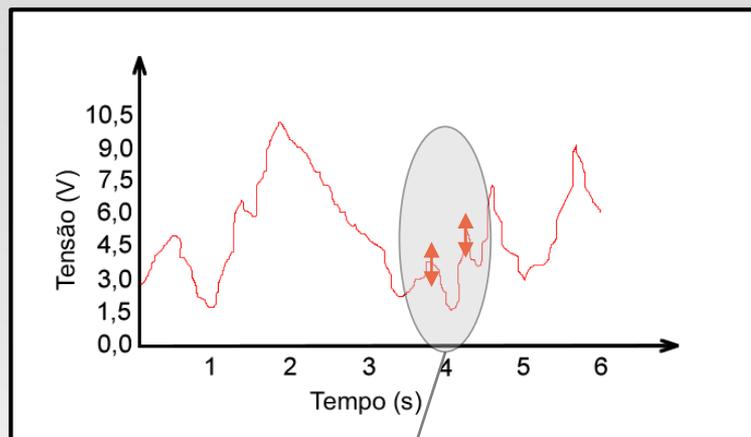
**PCM**  
(Pulse Code Modulation)

### Conversão para transmissão serial



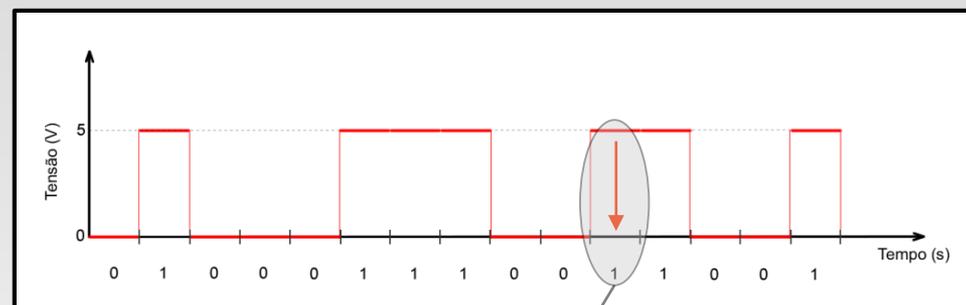
## Interferência no Sinal Transmitido – Sinal Analógico × Sinal Digital

Sinal Analógico



Uma interferência na transmissão de sinal analógico provoca a distorção do sinal (um pouco para mais ou para menos)

Sinal Digital



Uma interferência na transmissão de sinal digital pode provocar a mudança de um valor 0 para um valor 1 (ou vice-versa), alterando completamente o significado da mensagem transmitida.

Solução: envio de bits de CRC (*Cyclic Redundance Check*) na transmissão. Uma vez verificado erro no cálculo do CRC por parte do receptor, os bits recebidos são descartados e uma retransmissão dos dados pode ser requisitada

## Conversão Analógico-Digital (ADC\*)

A conversão Analógico-Digital é necessária para se armazenar e processar os dados em ambientes computacionais, uma vez que o computador trabalha com dados digitais

Os seguinte fatores devem ser levados em consideração ao se transformar um material originalmente analógico em uma representação digital:

- **Frequências de amostragem (resolução temporal)**
- **Quantidade de bits da amostragem (resolução espacial)**
- **Técnica utilizada na codificação do sinal**
- **Técnica de compressão e grau de compressão utilizado**

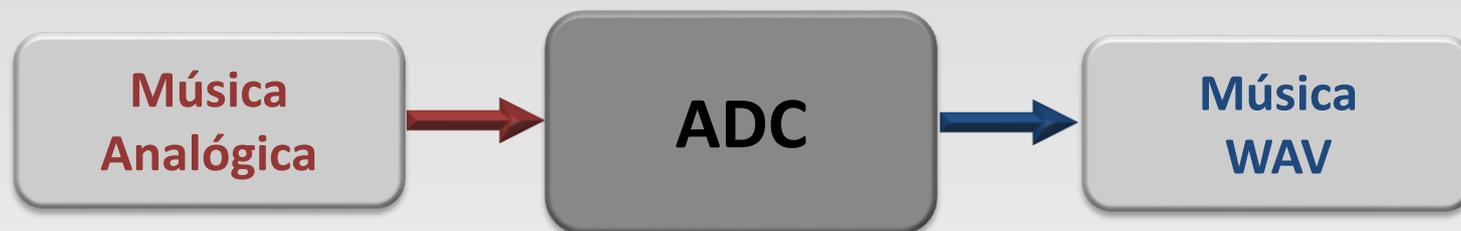
As vantagens dos dados digitais em relação aos analógicos estão relacionadas à sua facilidade de processamento (circuitos eletrônicos fazem isso muito bem) e à possibilidade de incluir bits acessórios (como os gerados em algoritmos de CRC - *Cyclic Redundance Check*) que garantem a exatidão na leitura ou rejeição do dado transmitido. Uma outra vantagem é reprodutibilidade fiel dos dados originais

\*ADC = Analog to Digital Converter

## Taxa de bits (*bit rate*):

É o número de bits convertidos (ou processados) por unidade de tempo

## Taxa de bits - Conversão Analógico-Digital - Áudio WAV\*



### Parâmetros:

Frequencia de amostragem: **48 kHz**

Quantidade de bits da amostragem: **16 bits**

Canais: **2 (stereo)**

$$\text{Taxa de bits} = \underbrace{48.000}_{48\text{kHz}} \times \overbrace{16}^{16 \text{ bits}} \times \underbrace{2}_{\text{stereo (dois canais)}} = 1.536.000\text{bps} = 1.536\text{kbps}$$

Qual o tamanho de um arquivo WAV gerado na Conversão Analógico-Digital de uma música com duração de 3:20 (3 minutos e 20 segundos) na taxa de bits calculada acima?

\*WAV = Waveform Audio File Format

## Alguns Dispositivos/Formatos de Armazenamento Digital

### CD

ÁUDIO / DADOS

resolução espacial: 16bits PCM (áudio)  
capacidade de armazenamento: 800 MBytes  
frequência de amostragem: 44,1 kHz (áudio)  
taxa de bit: 1411,22 kbits/s  
*pitch*: 2,1  $\mu\text{m}$   
 $\lambda_{\text{laser}}$ : 780 nm

### Blu-ray

DADOS / VÍDEO

capacidade de armazenamento: 25 GBytes  
*pitch*: 0,6  $\mu\text{m}$   
 $\lambda_{\text{laser}}$ : 405 nm

### MP3

ÁUDIO

algoritmo de compressão com perdas: (1/10) PCM  
MPEG3 – audio layer 3  
taxa de (des)compressão: 32 a 320 kbits/s  
frequência de amostragem: 32 a 48 kHz

### DVD

ÁUDIO / DADOS / VÍDEO

capacidade de armazenamento: 4,7 GBytes  
*pitch*: 1,32  $\mu\text{m}$   
 $\lambda_{\text{laser}}$ : 650 nm

### SACD

ÁUDIO

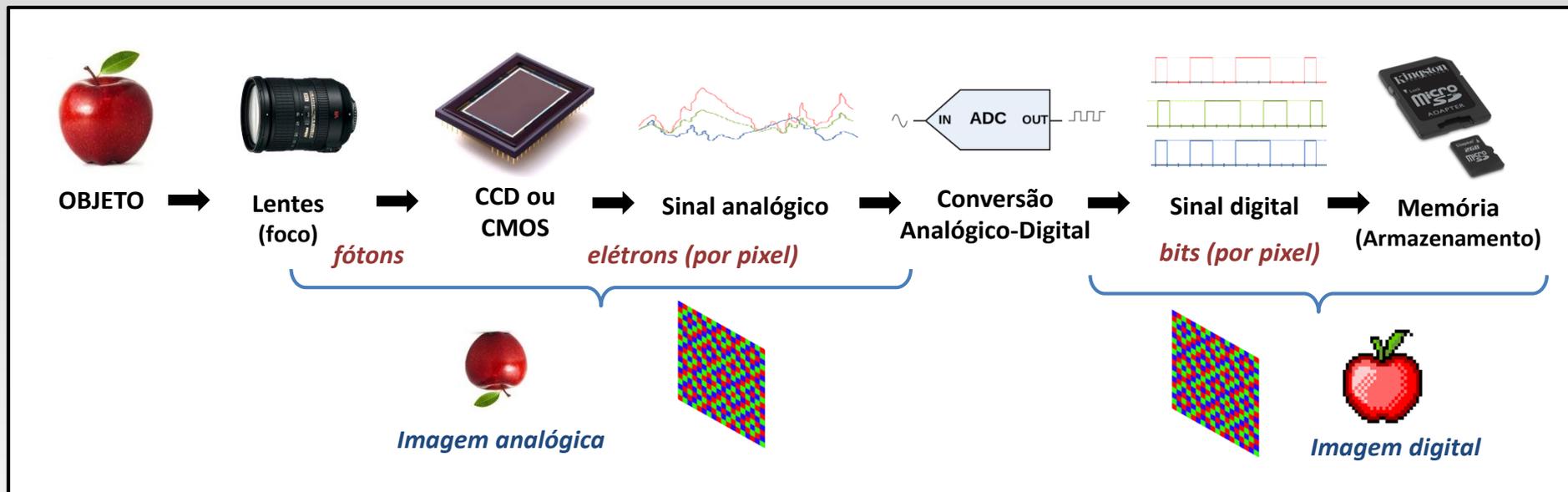
frequência de amostragem: 2,8224 MHz (áudio)  
modulação *sigma-delta*  
canais: áudio 5.1

### FLAC

ÁUDIO

algoritmo de compressão sem perdas  
*Free Lossless Audio Codec*  
taxa de compressão: 50 a 60%  
frequência de amostragem: 1Hz a 655,35 kHz  
canais: 8

## Conversão analógico-digital no registro de imagens



➤ **CCD**  
(charge-coupled device)

➤ **CMOS**  
(complementary metal-oxide semiconductor)

São **sensores de imagens** desenvolvidos com **tecnologias** diferentes, mas que possuem a mesma função: **converter a luz (fótons) em elétrons**

## Profundidade de cor

- Expressa a quantidade de bits utilizados na representação de uma cor



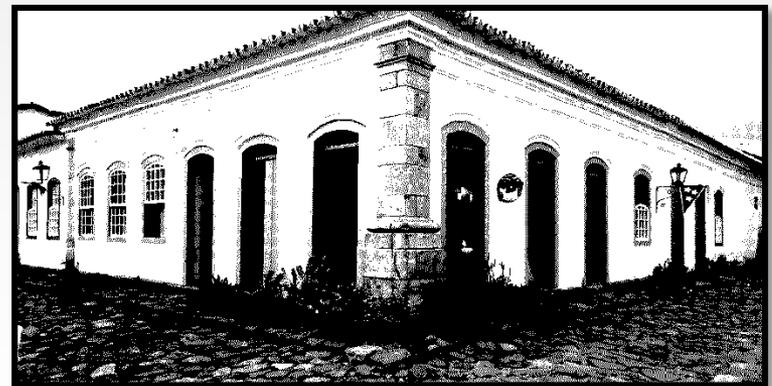
**24 bits (16,7 milhões de cores)**



**8 bits (256 cores)**



**4 bits (16 cores)**



**2 bits (2 cores)**

## Resolução de imagens

- Expressa a quantidade de pixels de uma imagem (**largura × altura**) ou a quantidade total de pixels de uma imagem (**Megapixels**) ou ainda a quantidade de pixels por unidade de área (**dpi**)



**370 × 187**



**185 × 94**



**92 × 47**



**37 × 19**