



ARQUITETURA DE COMPUTADORES

REPRESENTAÇÃO DE DADOS: UNIDADES DE INFORMAÇÃO

Prof. Dr. Daniel Caetano

2022 - 1

Compreendendo o problema

- **Situação:** todos os dados que alimentam o computador são transformados em sinais elétricos...



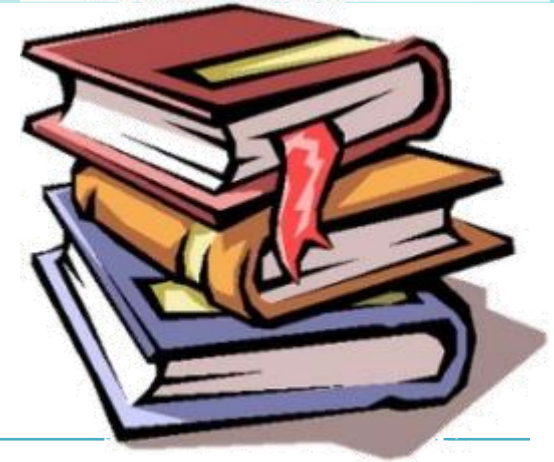
**Mas como esses dados
ficam representados?**

Objetivos

- Compreender o armazenamento de dados binários
- Compreender a importância das convenções de codificação
- Conhecer os múltiplos e submúltiplos das unidades de armazenamento



Material de Estudo



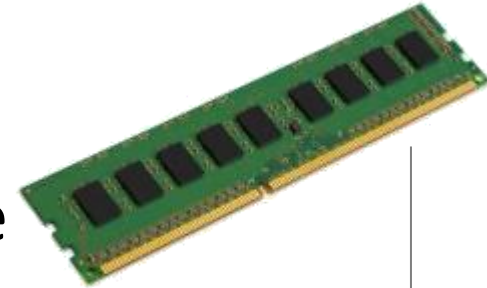
Material	Acesso ao Material
Notas de Aula e Apresentação	https://www.caetano.eng.br/aulas/2022a/ara0039.php (Arquitetura de Computadores – Aula 06)
Material Base	<ul style="list-style-type: none">• Introdução à Organização de Computadores (Monteiro) Capítulo 2, item 2.2.1.• Organização de Computadores (Polli, SAVA), cap. 2.
Material Adicional	<ol style="list-style-type: none">1) Bit e Byte: https://youtu.be/zh4DYRhu2NM2) Diferença entre computadores de 32 e 64 bits: https://www.techtudo.com.br/noticias/2013/06/entenda-qual-e-diferenca-entre-computadores-de-32-e-64-bits.ghml3) Bit ou Byte?: https://tecnoblog.net/303263/bitoubyte/4) Unidades de Medida: https://www.matematica.pt/faq/unidades-medida-informatica.php5) Kilobytes e Kibibytes: https://youtu.be/22OH-qNKF2s



O ARMAZENAMENTO DE DADOS NA MEMÓRIA

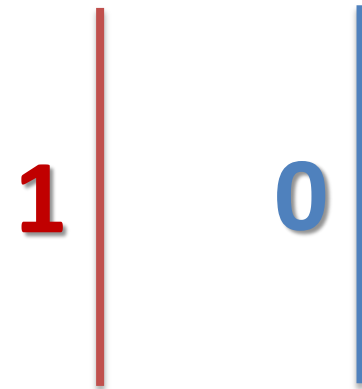
As Memórias do Computador

- Armazenamento Temporário
 - Memória Principal / Memória Cache
 - RAM: Random Access Memory (escrita e leitura)
- Armazenamento “Permanente”
 - ROM: Read Only Memory (Só leitura)
 - Discos Magnéticos (HDDs)
 - Disco Ópticos (CDs, DVDs...)
 - Flash RAM (SDs, SSDs etc)
 - Legados (fitas magnéticas...)



Como os dados são armazenados?

- No caso dos computadores...
- Temos de representar dados com **fios**
- Um fio tem dois estados
 - Passa corrente...
 - ...ou não passa corrente



- Essa é a chamada **representação binária**
- Cada dígito binário, chamado **bit**, é representado por um fio no circuito

Como os dados são armazenados?

- Certo...
 - São os dados binários que o computador entende!



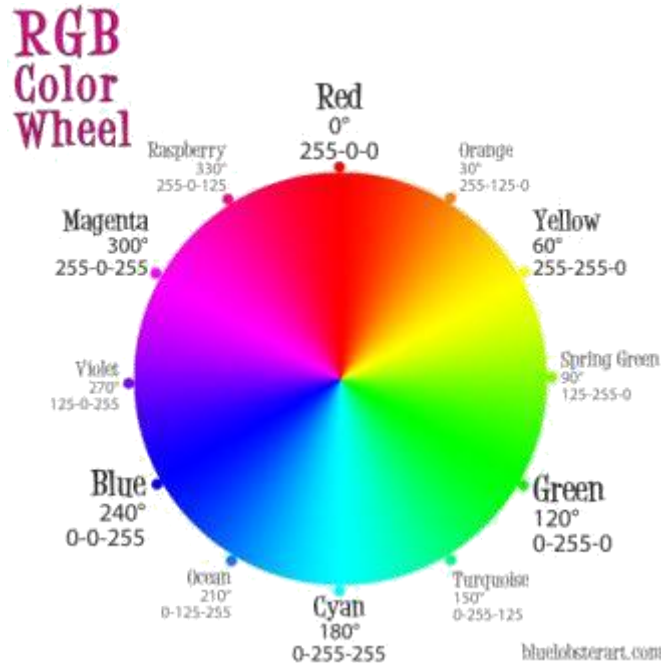
0101001010111b

- Mas o que isso significa?

Que dados são esses?

0101001010111b

- Isso pode significar várias coisas...
 - Música, imagem, quantidades...



Que dados são esses?

0101001010111b

- Isso pode significar várias coisas...
 - Música, imagem, quantidades...
- Interpretação depende de uma **convenção**



REPRESENTANDO NÚMEROS COM BITS

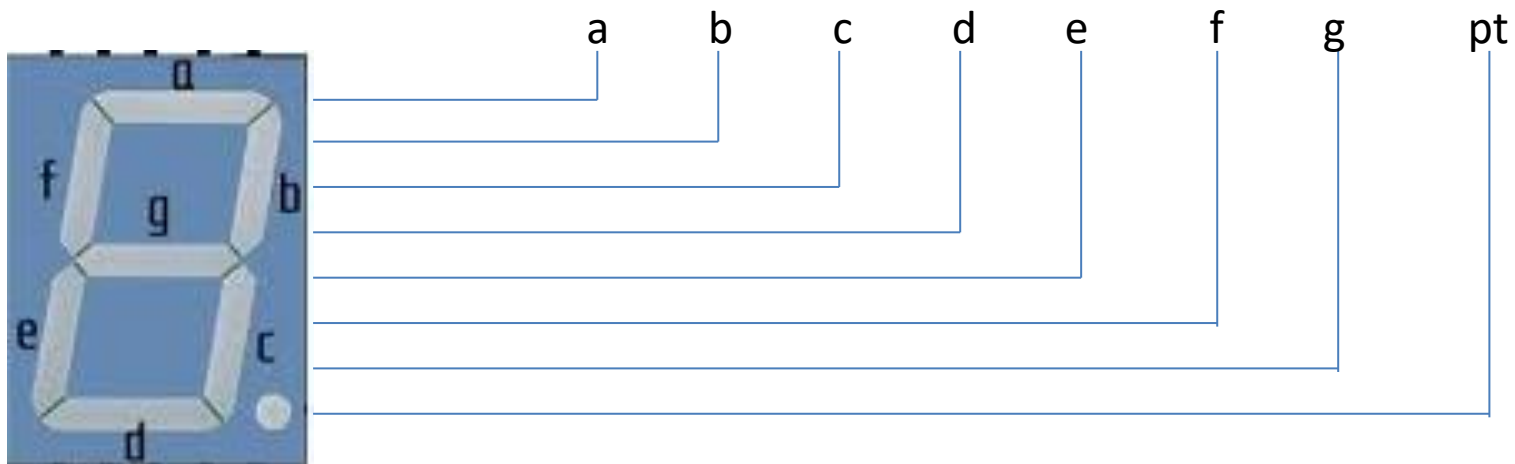
Números com bits?

- Como indicar n^{os} decimais para o processador?



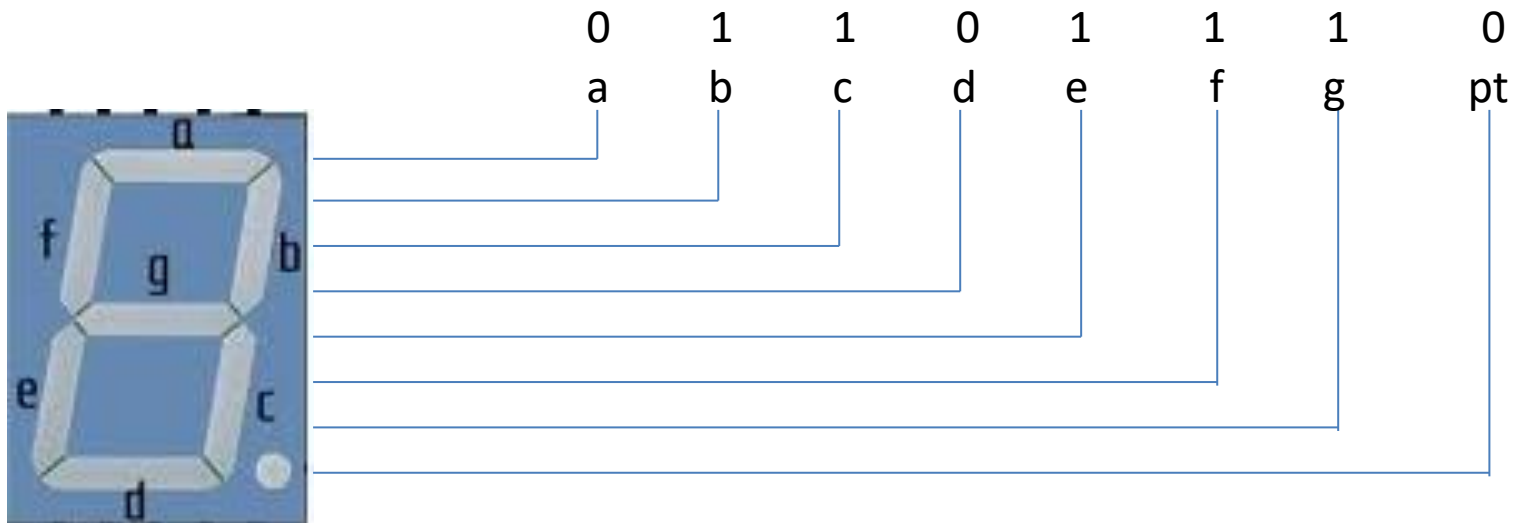
Números com bits?

- Por exemplo... O que significa 01101110b?



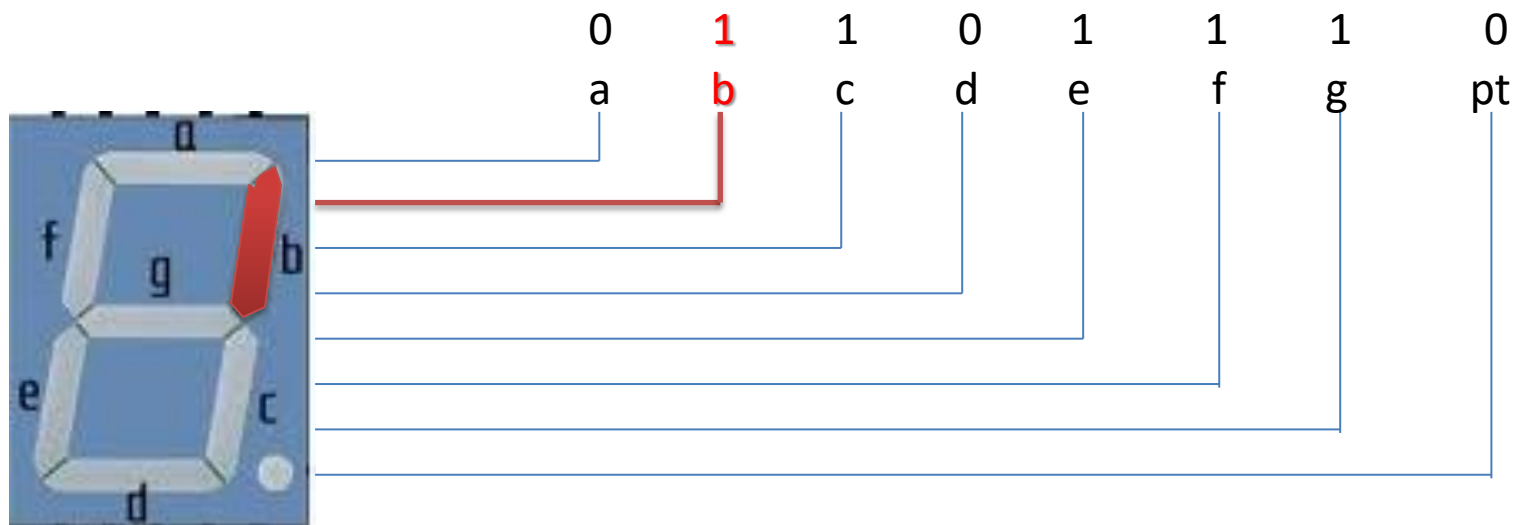
Números com bits?

- Por exemplo... O que significa 01101110b?



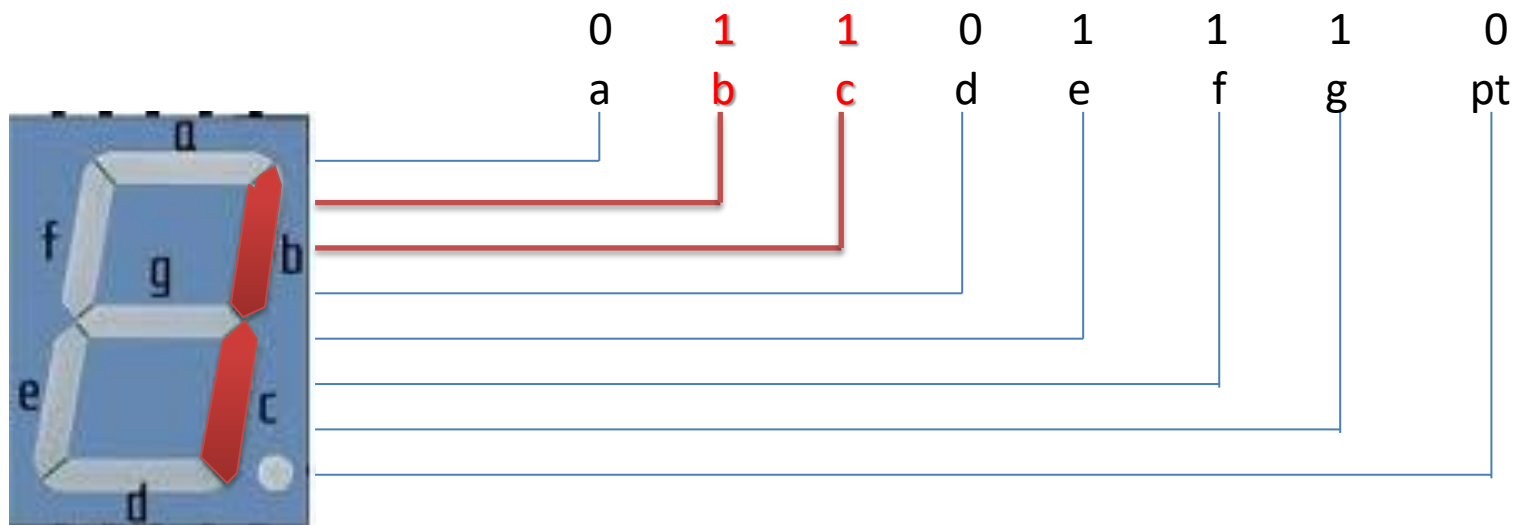
Números com bits?

- Por exemplo... O que significa 01101110b?



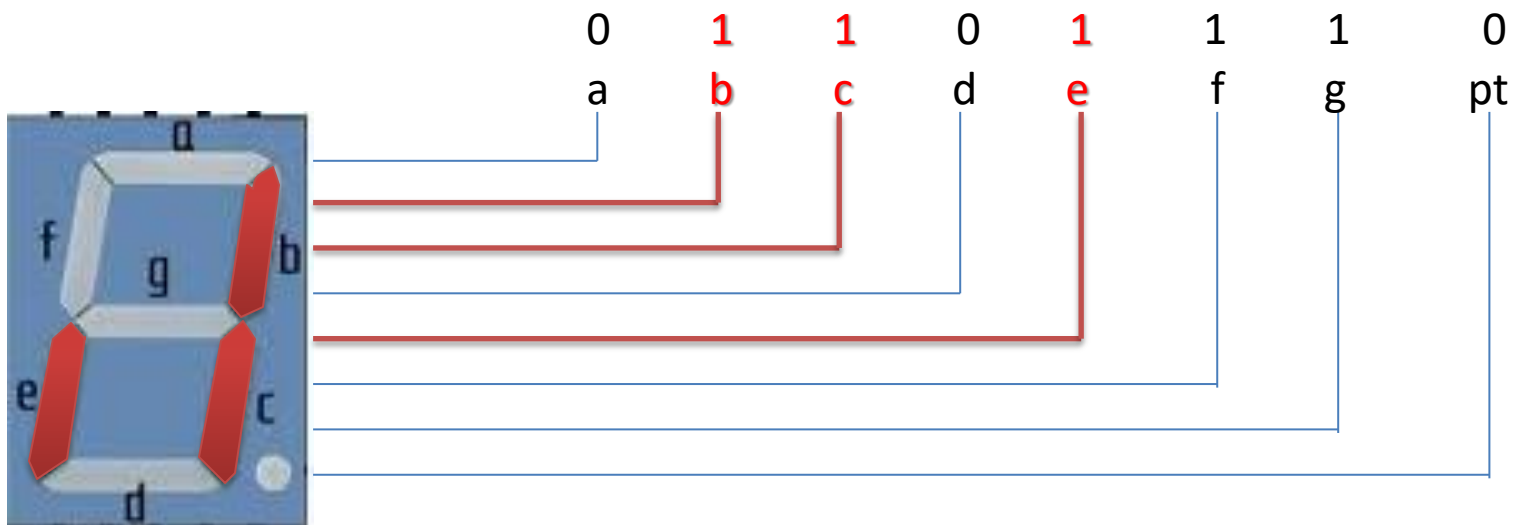
Números com bits?

- Por exemplo... O que significa 01101110b?



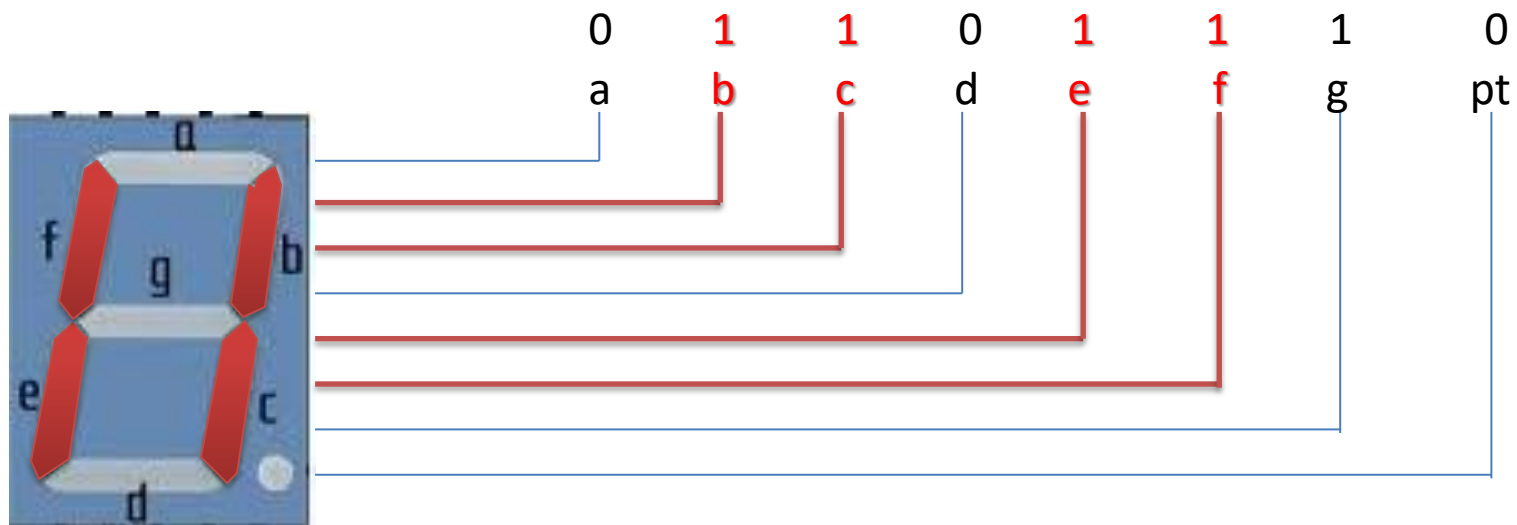
Números com bits?

- Por exemplo... O que significa 01101110b?



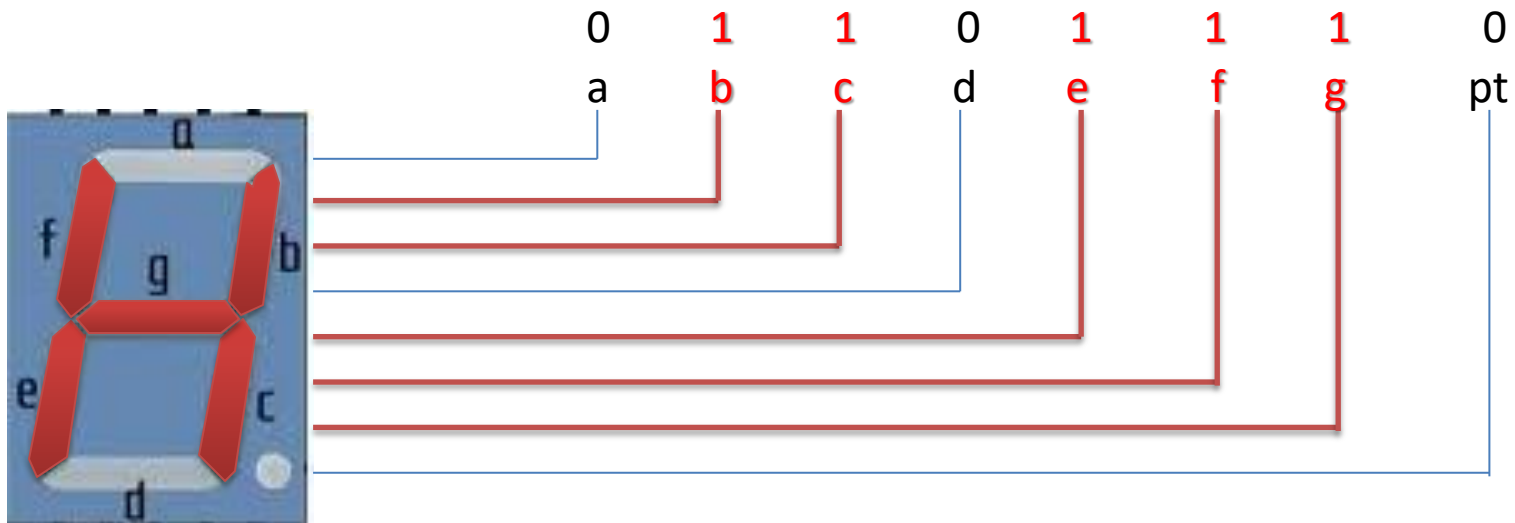
Números com bits?

- Por exemplo... O que significa 01101110b?



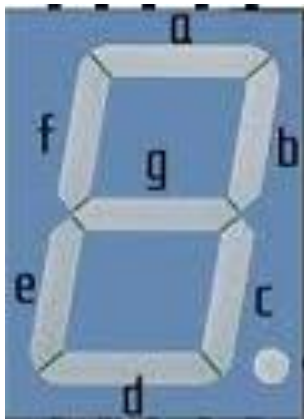
Introdução

- Por exemplo... O que significa 01101110b?



Números com bits?

- Outros exemplos...



a	b	c	d	e	f	g	
1	1	1	1	1	1	0	0
0	1	1	0	0	0	0	1
1	1	0	1	1	0	1	2
1	1	1	1	0	0	1	3
0	1	1	0	0	1	1	4
1	0	1	1	0	1	1	5
1	0	1	1	1	1	1	6
1	1	1	0	0	0	0	7
1	1	1	1	1	1	1	8
1	1	1	1	0	1	1	9

Números com bits?

- Representação: boa para display...
- Mas será que ela é boa sempre?
- Provavelmente **NÃO!**



Números com bits

- Como indicar n^{os} decimais para o processador?

FIOS



Números com bits

- Como indicar n^{os} decimais para o processador?



Números com bits

- Como indicar n^{os} decimais para o processador?



Números com bits

- Como indicar n^{os} decimais para o processador?

E o 3?



2

Números com bits

- Como indicar n^{os} decimais para o processador?



3

Números com bits

- Como indicar n^{os} decimais para o processador?



4

Números com bits

- Como indicar n^{os} decimais para o processador?



5

Números com bits

- Como indicar n^{os} decimais para o processador?



6

Números com bits

- Como indicar n^{os} decimais para o processador?



7

Números com bits

- Como indicar n^{os} decimais para o processador?



8

Números com bits

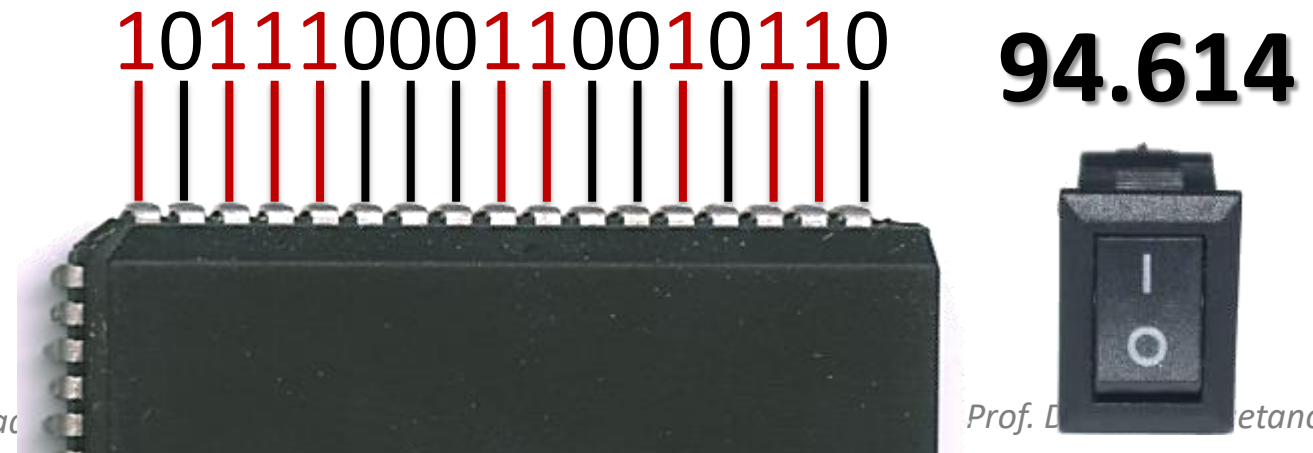
- Como indicar n^{os} decimais para o processador?



94.614

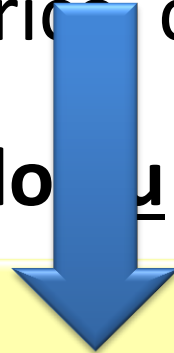
Números com bits

- Cada fio: um “dígito” numérico, chamado **bit**
- Esse fio pode estar **desligado** ou **ligado**
- Com fio “desligado” $\rightarrow 0$ e fio “ligado” $\rightarrow 1$, temos o número que o computador entende:



Números com bits

- Cada fio: um “dígito” numérico chamado **bit**
- Esse fio pode estar **desligado** ou **ligado**



10111000110010110b = 94.614

10111000110010110

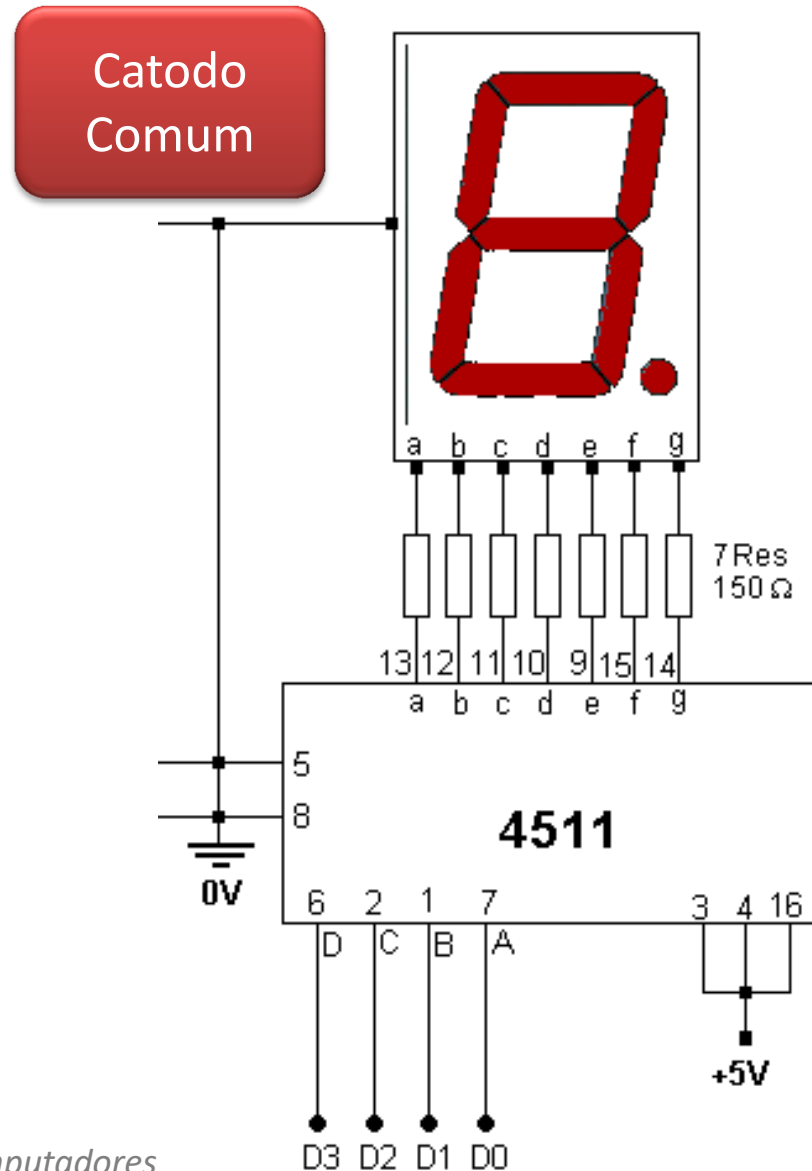


94.614



Voltaremos aos binários em breve!

Conversor do Código ao Display



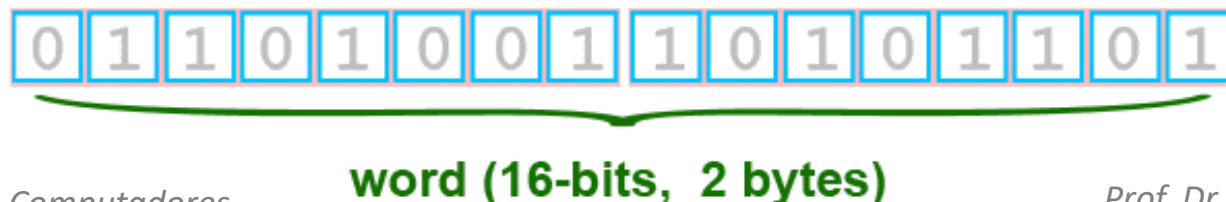


TAMANHO DOS DADOS E SUAS UNIDADES

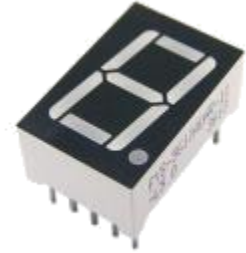
Tamanho dos Dados e Unidades



- Como cada **bit** pode ser apenas 0 ou 1...
...o nome dessa representação é “**binária**”.
- Um único bit armazena pouca informação
- Usualmente, os bits aparecem agrupados



Os Números Binários



- Agrupamentos comuns e seus nomes

- 4 bits: **nibble**

- Suficiente para dígito de 0 a 9

- 8 bits: **byte**

- Suficiente para guardar os 256 símbolos mais comuns (incluindo letras de um texto)

A B C

幸

- 16 bits: **word** (palavra)

- Suficiente para armazenar a maioria das instruções de um computador (ou o código de um ideograma)

- 32 bits: **double word** (palavra dupla)

- Suficiente para guardar endereços de memória comuns

Múltiplos Tradicionais

- Os múltiplos tradicionais são:

- K: kilo
- M: mega
- G: giga
- T: tera
- P: peta
- E: exa
- Z: zetta
- Y: yotta

Representação	Valor em Bytes
1KB	2^{10} bytes (1.024 bytes)
1MB	2^{20} bytes (1.024 Kbytes)
1GB	2^{30} bytes (1.024 Mbytes)
1TB	2^{40} bytes (1.024 Gbytes)
1PB	2^{50} bytes (1.024 Tbytes)
1EB	2^{60} bytes (1.024 Pbytes)
1ZB	2^{70} bytes (1.024 Ebytes)
1YB	2^{80} bytes (1.024 Zbytes)

Múltiplos Modernos

- Tradicional: conflita com sistema internacional
 - 1.024 x 1.000
- Padronização KiB: quibibyte (quilobyte binário)



- Quibibyte (**KiB**): 1.024 bytes
- Mebibyte (**MiB**): 1.024 KiB (~ 1mi de bytes)
- Gibibyte (**GiB**): 1.024 MiB (~ 1bi de bytes)
- Tebibyte (**TiB**): 1.024 GiB (~ 1tri de bytes)
- Pebibyte (**PiB**): 1.024 TiB (~ 1tetra de bytes)

Múltiplos Modernos

- Memória permanente usa S.I:



- Quilobyte (**KB**): 1.000 bytes
- Megabyte (**MB**): 1.000 KB (= 1mi de bytes)
- Gigabyte (**GB**): 1.000 MB (= 1bi de bytes)
- Terabyte (**TB**): 1.000 GB (= 1tri de bytes)
- Petabyte (**PB**): 1.000 TB (= 1tetra de bytes)

Cuidado em Prova!

Atividade

- Realize os seguintes cálculos
 - Quanto resulta $2\text{KiB} \times 2\text{KiB}$?
 - Quanto resulta $2^{10} \times 32$?
 - Quanto resulta 32×64 ?
 - Quantos KiB tem 1GB?
 - Quantos bits tem 1KB?

Atividade

- Realize os seguintes cálculos
 - Quanto resulta $2\text{KiB} \times 2\text{KiB}$? **4MiB**
 - Quanto resulta $2^{10} \times 32$? **2^{15}**
 - Quanto resulta 32×64 ? **2^{11}**
 - Quantos KiB tem 1GB? **976.562,5**
 - Quantos bits tem 1KB? **8.000**



QUANTOS DADOS CABEM NA MEMÓRIA?

Quanto Cabe na Memória?

- Unidade: Posição de Memória
 - Ex.: 1 byte
- Cada posição tem um **endereço numérico**
- O endereço é definido por um conjunto de fios
 - Quantos bits tem o endereço?!
- Número de posições de memória = 2^n
 - n é o número de bits do endereço
- Exemplo:
 - Endereço de 16 bits $\rightarrow 2^{16} = 65.536$ (64 KiB)
 - Endereço de 32 bits $\rightarrow 2^{32} = 4.294.967.296$ (4 GiB)

Quanto Cabe na Memória?

- Em geral, cada posição tem **um byte** (8 bits)
- Números grandes: usam várias posições
 - **byte** → 8 bits → 1 posição de memória
 - **word** → 16 bits → 2 posições de memória
 - **dword** → 32 bits → 4 posições de memória
- Alguns computadores possuem “posições” maiores...
 - Lidam com bytes...
 - ...mas não conseguem lê-los isoladamente

Quanto Cabe na Memória?

- Regra prática!
 - Maior valor = $2^m - 1$
 - **m** é o número de bits da posição de memória
- Exemplo:
 - 8 bits $\rightarrow 2^8 - 1 = 256 - 1 = 255$
 - 16 bits $\rightarrow 2^{16} - 1 = 65.536 - 1 = 65.535$

Atividade

- Qual a maior informação que cabe em uma posição de memória de:
 - 7 bits?
 - 10 bits?
 - 16 bits?

Atividade

- Qual a maior informação que cabe em uma posição de memória de:
 - 7 bits? **127**
 - 10 bits? **1023**
 - 16 bits? **65535**

Atividade

- Quantas posições de memória diretamente endereçáveis são possíveis em um barramento de endereços de:
 - 16 bits?
 - 20 bits?
 - 24 bits?
 - 32 bits?

Atividade

- Quantas posições de memória diretamente endereçáveis são possíveis em um barramento de endereços de:
 - 16 bits? **65.536 (64 KiB)**
 - 20 bits? **1.048.576 (1 MiB)**
 - 24 bits? **16.777.216 (16 MiB)**
 - 32 bits? **4.294.967.296 (4 GiB)**



COMO GUARDAR OUTROS DADOS NA MEMÓRIA?

Exemplos de Representação

- Números com sinal (simplificado)

Bit	7 (Sinal)	6	5	4	3	2	1	0
Valor	1	0	0	0	0	1	0	0

– 1: Negativo

– 0: Positivo

- Se $100b = 4$

– Então este número é o -4

Exemplos de Representação

- Números Reais (simplificado)
- Mantissa * $2^{\text{Exponente}}$
 - $0100b * 2^{-11b} =$
 - $4 * 2^{-3} =$
 - $4 / 8 =$
 - $0,5$

	Expoente			Número (Mantissa)				
Bit	7 (Sinal)	6	5	4 (Sinal)	3	2	1	0
Valor	1	1	1	0	0	1	0	0

Representação de Caracteres

- E se não queremos armazenar números?
 - Como representar letras?
- Problema antigo: surgiu com a computação
- Tabela ASCII
 - American Standard for Computer Information Interchange
 - Cada um dos códigos visuais de caracteres são mapeados para um número

Representação de Caracteres

Dec	Hx	Oct	Char	Dec	Hx	Oct	Html	Chr	Dec	Hx	Oct	Html	Chr	Dec	Hx	Oct	Html	Chr
0	0	000	NUL (null)	32	20	040	 	Space	64	40	100	@	@	96	60	140	`	`
1	1	001	SOH (start of heading)	33	21	041	!	!	65	41	101	A	A	97	61	141	a	a
2	2	002	STX (start of text)	34	22	042	"	"	66	42	102	B	B	98	62	142	b	b
3	3	003	ETX (end of text)	35	23	043	#	#	67	43	103	C	C	99	63	143	c	c
4	4	004	EOT (end of transmission)	36	24	044	$	\$	68	44	104	D	D	100	64	144	d	d
5	5	005	ENQ (enquiry)	37	25	045	%	%	69	45	105	E	E	101	65	145	e	e
6	6	006	ACK (acknowledge)	38	26	046	&	&	70	46	106	F	F	102	66	146	f	f
7	7	007	BEL (bell)	39	27	047	'	'	71	47	107	G	G	103	67	147	g	g
8	8	010	BS (backspace)	40	28	050	((72	48	110	H	H	104	68	150	h	h
9	9	011	TAB (horizontal tab)	41	29	051))	73	49	111	I	I	105	69	151	i	i
10	A	012	LF (NL line feed, new line)	42	2A	052	*	*	74	4A	112	J	J	106	6A	152	j	j
11	B	013	VT (vertical tab)	43	2B	053	+	+	75	4B	113	K	K	107	6B	153	k	k
12	C	014	FF (NP form feed, new page)	44	2C	054	,	,	76	4C	114	L	L	108	6C	154	l	l
13	D	015	CR (carriage return)	45	2D	055	-	-	77	4D	115	M	M	109	6D	155	m	m
14	E	016	SO (shift out)	46	2E	056	.	.	78	4E	116	N	N	110	6E	156	n	n
15	F	017	SI (shift in)	47	2F	057	/	/	79	4F	117	O	O	111	6F	157	o	o
16	10	020	DLE (data link escape)	48	30	060	0	0	80	50	120	P	P	112	70	160	p	p
17	11	021	DC1 (device control 1)	49	31	061	1	1	81	51	121	Q	Q	113	71	161	q	q
18	12	022	DC2 (device control 2)	50	32	062	2	2	82	52	122	R	R	114	72	162	r	r
19	13	023	DC3 (device control 3)	51	33	063	3	3	83	53	123	S	S	115	73	163	s	s
20	14	024	DC4 (device control 4)	52	34	064	4	4	84	54	124	T	T	116	74	164	t	t
21	15	025	NAK (negative acknowledge)	53	35	065	5	5	85	55	125	U	U	117	75	165	u	u
22	16	026	SYN (synchronous idle)	54	36	066	6	6	86	56	126	V	V	118	76	166	v	v
23	17	027	ETB (end of trans. block)	55	37	067	7	7	87	57	127	W	W	119	77	167	w	w
24	18	030	CAN (cancel)	56	38	070	8	8	88	58	130	X	X	120	78	170	x	x
25	19	031	EM (end of medium)	57	39	071	9	9	89	59	131	Y	Y	121	79	171	y	y
26	1A	032	SUB (substitute)	58	3A	072	:	:	90	5A	132	Z	Z	122	7A	172	z	z
27	1B	033	ESC (escape)	59	3B	073	;	;	91	5B	133	[[123	7B	173	{	{
28	1C	034	FS (file separator)	60	3C	074	<	<	92	5C	134	\	\	124	7C	174	|	
29	1D	035	GS (group separator)	61	3D	075	=	=	93	5D	135]]	125	7D	175	}	}
30	1E	036	RS (record separator)	62	3E	076	>	>	94	5E	136	^	^	126	7E	176	~	~
31	1F	037	US (unit separator)	63	3F	077	?	?	95	5F	137	_	_	127	7F	177		DEL

Representação de Caracteres

- Esta tabela define os caracteres de 0 a 127
- Os caracteres de 128 a 255 são “extras”
- Cada país implementou a sua extensão, para os seus acentos, chamada “codepage”
- Isso criou muita confusão e, então, criaram os padrões mundiais **UNICODE**
- Os tipos comuns são UTF-8, UTF-16 e UTF-32

Representação de Caracteres

- UTF: Unicode Transformation Format
 - UTF-8: 256 caracteres
 - UTF-16: 65536 caracteres
 - UTF-32: 4 bilhões de caracteres
- UTF-8 é compatível com ASCII
 - (Apenas os 128 primeiros caracteres do ASCII)
- UTF-16 é compatível com UTF-8
- UTF-32 é compatível com UTF-16

Atividade

- Como fica seu nome em ASCII?

Código	Caracteres	Código	Caracteres	Código	Caracteres
32	[space]	64	@	96	`
33	!	65	A	97	a
34	"	66	B	98	b
35	#	67	C	99	c
36	\$	68	D	100	d
37	%	69	E	101	e
38	&	70	F	102	f
39	·	71	G	103	g
40	(	72	H	104	h
41	)	73	I	105	i
42	*	74	J	106	j
43	+	75	K	107	k
44	,	76	L	108	l
45	-	77	M	109	m
46	.	78	N	110	n
47	/	79	O	111	o
48	0	80	P	112	p
49	1	81	Q	113	q
50	2	82	R	114	r
51	3	83	S	115	s
52	4	84	T	116	t
53	5	85	U	117	u
54	6	86	V	118	v
55	7	87	W	119	w
56	8	88	X	120	x
57	9	89	Y	121	y
58	:	90	Z	122	z
59	;	91	[	123	{
60	<	92	\	124	|
61	=	93	]	125	}
62	>	94	^	126	~
63	?	95	_	127	[backspace]

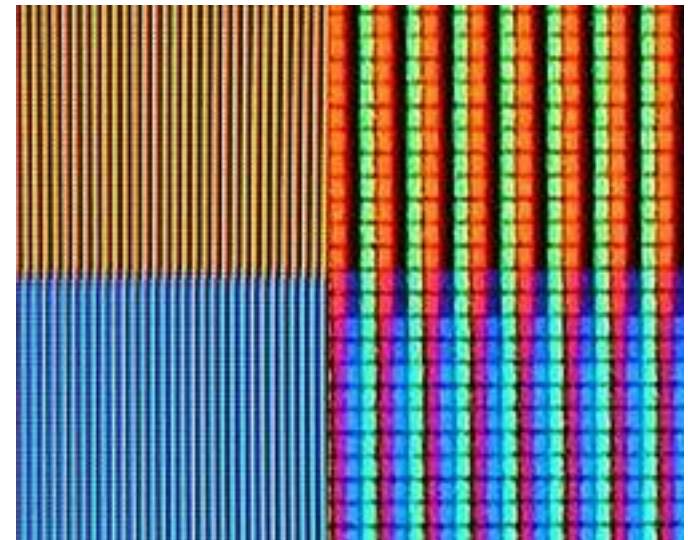
Representação de Imagens

- Pontos: RGB (Vermelho, Verde, Azul)



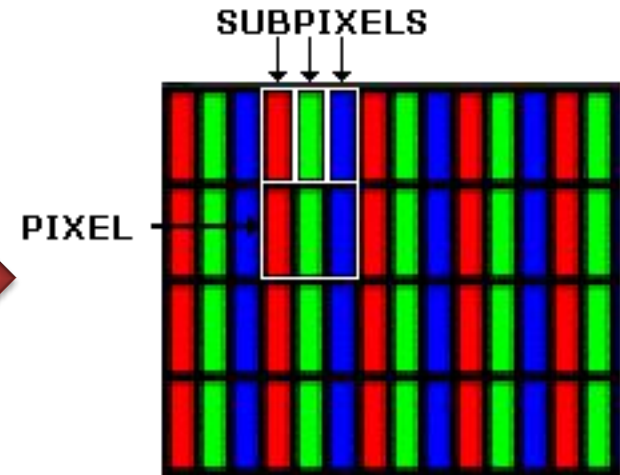
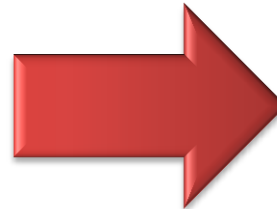
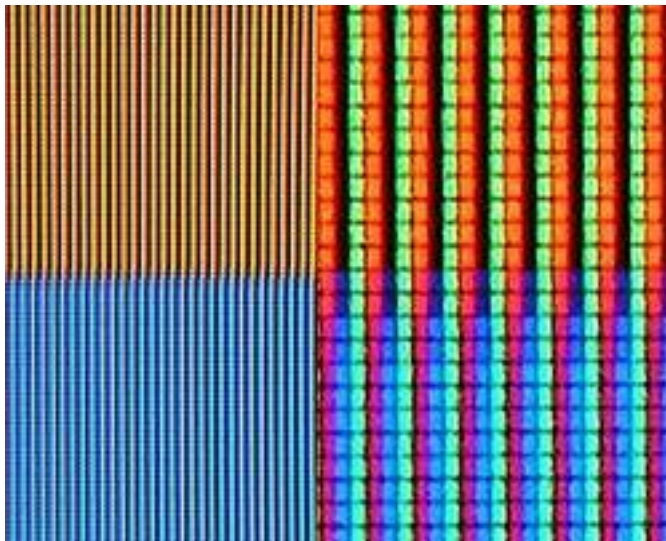
Representação de Imagens

- Pontos: RGB (Vermelho, Verde, Azul)



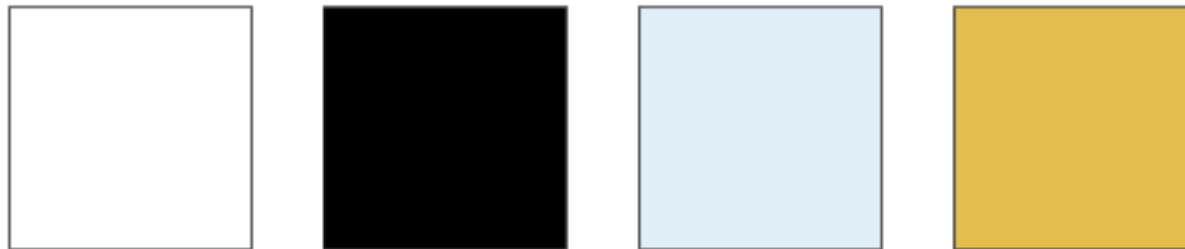
Representação de Imagens

- Pontos: RGB (Vermelho, Verde, Azul)



Representação de Imagens

- Pontos: RGB (Vermelho, Verde, Azul)



RGB 255, 255, 255 RGB 0, 0, 0 RGB 255, 239, 248 RGB 228, 189, 79



Atividade

- Uma câmera de “12 megapixel” tem quantos pixels coloridos de fato?

Atividade

- Uma câmera de “12 megapixels” tem quantos pixels coloridos de fato?
- Com cada pixel demanda 3 subpixels, a imagem terá, de fato, **4 megapixels**.
- Esses 4.000.000 de pixels estão distribuídos em linhas e colunas, formando, por exemplo, uma proporção de 16:9, o que resulta em uma resolução de aproximadamente 2666x1500.



ENCERRAMENTO

Resumo e Próximos Passos

- Como os dados são armazenados
 - Agrupamentos e múltiplos de memória
 - A importância das convenções
 - Existem várias!
 - **Pós Aula: Saiba Mais, A Seguir e Desafio!**
 - No mural: <https://padlet.com/djcaetano/arquitetura/>
-
- Bases de numeração
 - Como são as diferentes bases?
 - Por que existem?



PERGUNTAS?