

# AULA 5

## Pausa para nossos comerciais

- ▶ **Plantão de dúvidas:** Vinícius

**Horário:** terças das 12h às 13h

**Onde:** Rede Linux do IME, Bloco A, sala 127

- ▶ **Treinos para Maratona de Programação:**

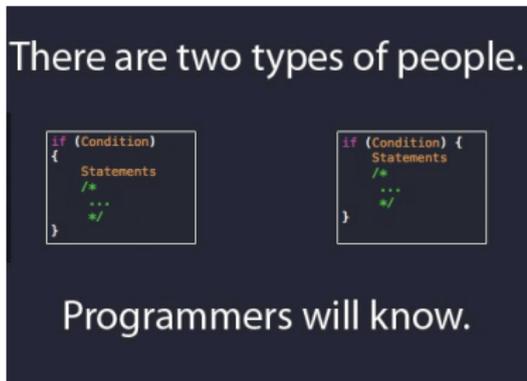
**Horário:** quintas das 14h às 19h

**Onde:** sala 6 do CEC, Bloco B, IME-USP

<http://www.ime.usp.br/~maratona/>

# Hoje

- ▶ registros e estruturas
- ▶ endereços e ponteiros



Fonte: <http://www.geek-jokes.com/>

# Registros e Structs

PF Apêndice E

<http://www.ime.usp.br/~pf/algoritmos/aulas/stru.html>

# Registros e Structs



Fonte: <http://colorblindprogramming.com/geek-joke>

## Registros e structs

Um **registro** (= *record*) é uma coleção de várias variáveis, possivelmente de tipos diferentes.

Na linguagem C, registros são conhecidos como **structs**.

```
struct {  
    int dia;  
    int mes;  
    int ano;  
} aniversario;
```

aniversario



## Nomes de estruturas

É uma boa idéia dar um **nome**, digamos **data**, à estrutura.

Nosso exemplo ficaria melhor assim

```
struct data {  
    int dia;  
    int mes;  
    int ano;  
};
```

```
struct data aniversario;
```

aniversario



# Estruturas e tipos

Um declaração de `struct` define um tipo.

```
struct data aniversario;  
struct data casamento;
```

aniversario



casamento

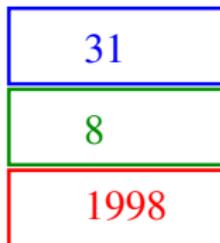


## Campos de uma estrutura

É fácil atribuirmos valores aos campos de uma estrutura:

```
aniversario.dia = 31;  
aniversario.mes = 8;  
aniversario.ano = 1998;
```

aniversario



## Estruturas e typedef

Para não repetir “`struct data`” o tempo todo podemos definir uma abreviatura via `typedef`:

```
struct data{
    int dia;
    int mes;
    int ano;
};
typedef struct data Data;
Data aniversario;
Data casamento;
```

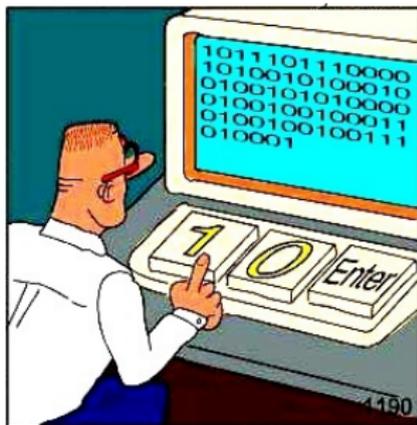
# Endereços e Ponteiros

PF Apêndice D

<http://www.ime.usp.br/~pf/algoritmos/aulas/pont.html>

*The C programming Language*  
Brian W. Kernighan e Dennis M. Ritchie  
Prentice-Hall

# Endereços



**REAL Programmers code in BINARY.**

Fonte: <http://www.pinterest.com/iqnection/>

# Endereços

A memória de qualquer computador é uma sequência de **bytes**. Os **bytes** são **numerados sequencialmente**.

O número de um **byte** é o seu **endereço**.

Cada objeto na memória do computador ocupa um certo **número de bytes** consecutivos.

```
printf("sizeof(char)    = %d", sizeof(char));  
printf("sizeof(int)     = %d", sizeof(int));  
printf("sizeof(float)   = %d", sizeof(float));  
printf("sizeof(double)  = %d", sizeof(double));  
printf("sizeof(char *)  = %d", sizeof(char));  
printf("sizeof(int *)   = %d", sizeof(int));
```

# Endereços

A memória de qualquer computador é uma sequência de **bytes**. Os **bytes** são **numerados sequencialmente**.

O número de um **byte** é o seu **endereço**.

Cada objeto na memória do computador ocupa um certo **número de bytes** consecutivos.

```
sizeof(char)    = 1
```

```
sizeof(int)     = 4
```

```
sizeof(float)   = 4
```

```
sizeof(double)  = 8
```

```
sizeof(char *)  = 4
```

```
sizeof(int *)   = 4
```

# Endereços

Cada objeto na memória do computador tem um **endereço**

Por exemplo, depois das declarações

```
char c;  
int i;  
struct {  
    int x, y;  
} ponto;  
int v[4];
```

# Endereços

Cada objeto na memória do computador tem um **endereço**

os endereços das variáveis poderiam ser

```
end. c      = 0xbffd499f
end. i      = 0xbffd4998
end. ponto  = 0xbffd4990
end. ponto.x = 0xbffd4990
end. ponto.y = 0xbffd4994
end. v[0]   = 0xbffd4980
end. v[1]   = 0xbffd4984
end. v[2]   = 0xbffd4988
```

## Endereço de uma variável

O endereço de uma variável é dado pelo operador `&`.

Se `i` é uma variável então `&i` é o seu endereço.

No exemplo anterior

`&i` vale `0xbffd4998`

`&ponto` vale `0xbffd4990`

`&ponto.x` vale `0xbffd4990`

`&v[0]` vale `0xbffd4980`

## scanf

O segundo argumento da função de biblioteca `scanf` é o endereço da posição na memória onde devem ser depositados os objetos lidos no dispositivo padrão de entrada:

```
int i;  
scanf("%d", &i);  
printf("end. i=%p cont. i=%d",  
       (void *)&i, i);
```

`%p` = imprime endereço em hexadecimal

# Ponteiros



Fonte: <http://xkcd.com/138/>

# Ponteiros

Um **ponteiro** (= apontador = *pointer*) é um tipo especial de variável que **armazena endereços**.

Um ponteiro pode ter o valor especial

**NULL**

que não é o endereço de lugar algum.

A constante **NULL** está definida no arquivo-interface **stdlib** e seu valor é 0 na maioria dos computadores.

# Ponteiros

Se um ponteiro  $p$  armazena o endereço de uma variável  $i$ , podemos dizer “ $p$  aponta para  $i$ ” ou “ $p$  é o endereço de  $i$ ”



# Ponteiros

Se um ponteiro  $p$  tem valor diferente de  $\text{NULL}$  então

$*p$

é o objeto apontado por  $p$ .



# Ponteiros

Há vários tipos de ponteiros: para **caracteres**, para **inteiros**, para **ponteiros para inteiros**, ponteiros para **registros** etc.

Para declarar um ponteiro **p** para um inteiro, escrevemos

```
int *p;
```

Para declarar um ponteiro **p** para uma estrutura **ponto**, escrevemos

```
struct ponto *p;
```

## Exemplos

Eis um jeito bobo de fazer "c = a+b":

```
int *p; /* p eh ponteiro para um int */
int *q;
p = &a; /* conteudo p == endereco de a */
q = &b; /* q aponta para b */
c = *p + *q;
```

## Exemplos

Outro exemplo bobo:

```
int *p;
```

```
int **r; /* r e' um ponteiro para um  
          ponteiro para um inteiro */
```

```
p = &a; /* p aponta para a */
```

```
r = &p; /* r aponta para p e *r aponta  
        para a */
```

```
c = **r + b;
```

## Troca errada

```
void troca (int i, int j) /* errado! */
{
    int temp;
    temp = i;
    i = j;
    j = temp;
}
```

Chamada da função

```
a = 10; b = 20;
troca(a,b);
```

## Troca certa

```
void troca (int *i, int *j) /* certo! */  
{  
    int temp;  
    temp = *i;  
    *i = *j;  
    *j = temp;  
}
```

Chamada da função

```
a = 10; b = 20;  
troca(&a, &b);
```

## Vetores e endereços

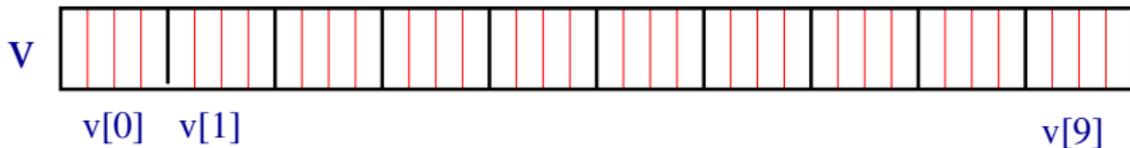
Em C, existe uma relação **muuuuito grande** entre ponteiros e vetores.

A declaração

```
int v[10];
```

define um bloco de **10** objetos **consecutivos** na **memória** de nomes

`v[0]`, `v[1]`, ..., `v[9]`



## Vetores e endereços

Suponha que `p` é um ponteiro para um inteiro

```
int *p;
```

então a atribuição

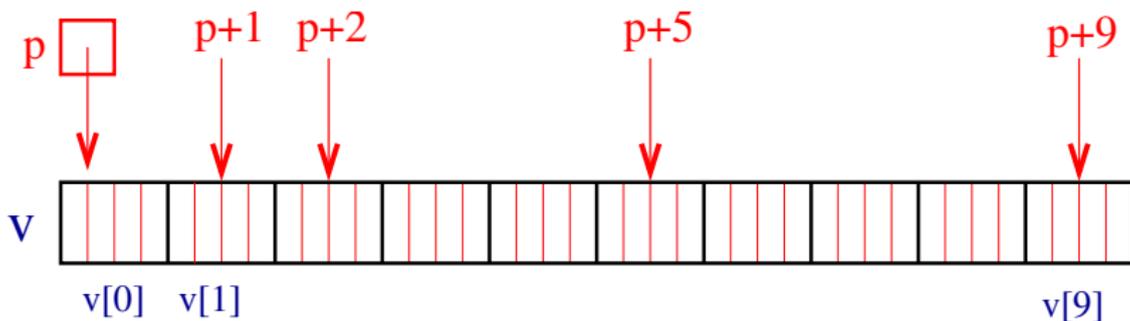
```
p = &v[0];
```

faz com `p` contenha o endereço de `v[0]`



## Aritmética de ponteiros

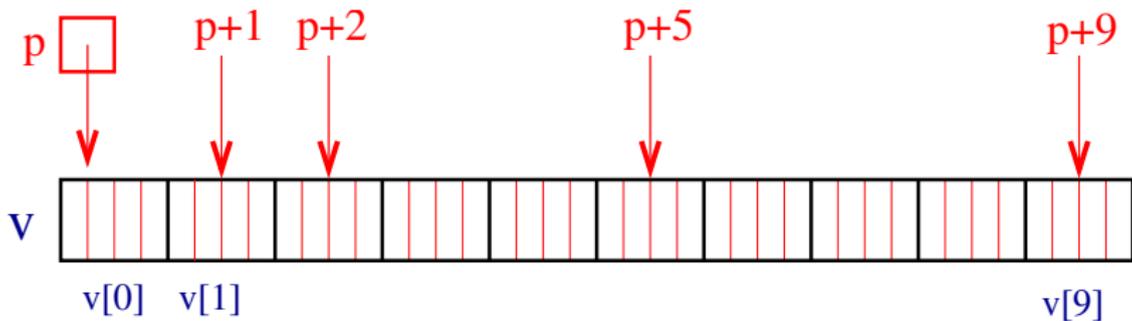
Se  $p$  aponta para um elemento do vetor, estão  $p+1$  aponta para o elemento seguinte,  $p+i$  aponta para o  $i$ -ésimo elemento depois de  $p$ ,  $p-i$  para o  $i$ -ésimo elemento antes de  $p$ .



Assim,  $*(p+1)$  é  $v[1]$ ,  $*(p+2)$  é  $v[2]$ , ...

## Aritmética de ponteiros

O significado de “somar 1 a um ponteiro” é que  $p+1$  aponta para o próximo objeto, independente do número de bytes do objeto.



Assim,  $*(p+1)$  é  $v[1]$ ,  $*(p+2)$  é  $v[2]$ , ...

## Aritmética de ponteiros e índices

Em C, o **nome de um vetor** é sinônimo da **posição do primeiro elemento**.

Assim, se declararmos

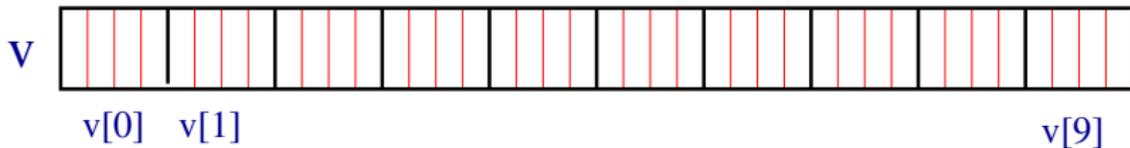
```
int v[10];
```

então **v** é o mesmo que **&v[0]**.

Desta forma, as atribuições

“**p = &v[0];**” e “**p = v;**”

são equivalentes.

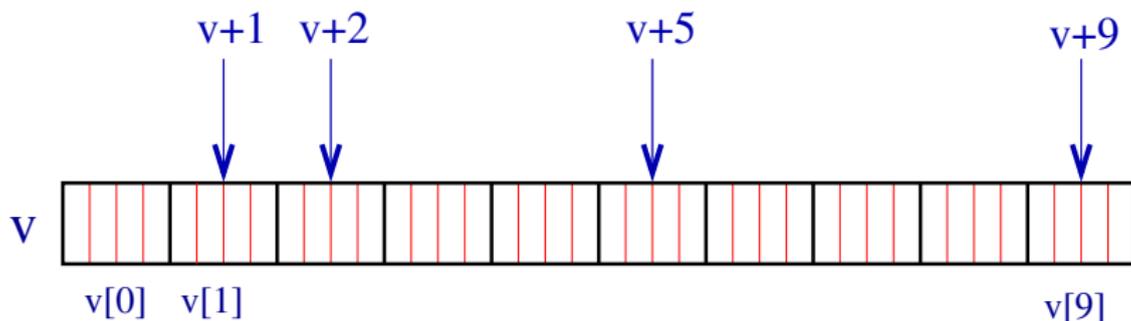


## Aritmética de ponteiros e índices

Como  $v$  é sinônimo do endereço do início do vetor então

“ $v[i]$ ” e “ $*(v+i)$ ”

são duas maneiras **equivalentes** de nos referirmos ao mesmo elemento do vetor.



Assim,  $*(v+1)$  é  $v[1]$ ,  $*(v+2)$  é  $v[2]$ , ...

# Aritmética de ponteiros e índices

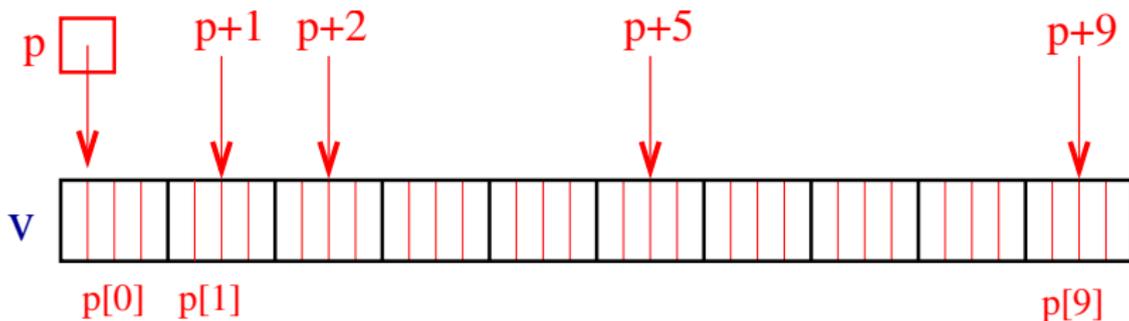
Reciprocamente, se  $p$  é um ponteiro e fizermos

“ $p = \&v[0]$  ;” ou “ $p = v$  ;”

então

$p[1]$  é o mesmo que  $v[1]$  ,

$p[2]$  é o mesmo que  $v[2]$  , ...



## Diferença entre ponteiros e nome de vetor

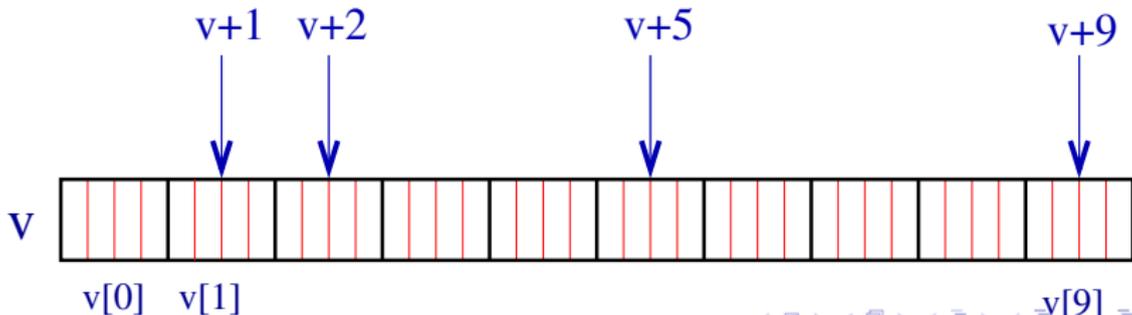
Enquanto um ponteiro é uma variável que podemos alterar o seu conteúdo escrevendo, por exemplo

“`p++;`” ou “`p = &v[3];`”,

o nome de um vetor **não** é uma variável. Portanto, construções como

“`v++;`” ou “`v = v+2;`”

são **ilegais**.



## Vetores como parâmetros

Como **parâmetros formais** de uma função,

```
char s[ ];
```

e

```
char *s;
```

**são equivalentes**. O Kernighan e Ritchie **preferem a segunda** pois diz mais explicitamente que a variável é um apontador.

Outro exemplo

```
int main(int argc, char **argv);
```

# Conceitos na aula de hoje

- ▶ **Endereços**: a memória é um vetor e o **índice desse vetor** onde está uma variável é o **endereço** da variável.

Com o operador **&** obtemos o endereço de uma variável.

Exemplos:

- ▶ **&i** é o endereço de **i**
- ▶ **&ponto** é o endereço da estrutura **ponto**
- ▶ **&v[2]** é o endereço de **v[2]**

## Conceitos na aula de hoje

- ▶ **Ponteiros:** são variáveis que armazenam endereços.

Exemplos:

```
int *p;    /* ponteiro para int*/  
char *q;   /* ponteiro para char*/  
double *r; /* ponteiro para double*/
```

- ▶ **Dereferenciação:** Se **p** aponta para a variável **i**, então **\*p** é sinônimo de **i**.

Exemplo:

```
p = &i;    /* p aponta para i/  
(*p)++;   é o mesmo que    i++;
```

## Conceitos na aula de hoje

- ▶ **Aritmética de ponteiros:** se `p` é um apontador para um `double` e o seu conteúdo é 64542, então `p+1` é 64550, pois um `double` ocupa 8 bytes (no meu computador...).
- ▶ **Vetores e ponteiros:** o nome de um vetor é sinônimo do endereço da posição inicial do vetor.

Exemplo:

```
char nome[124];
```

`nome` é sinônimo de `&nome[0]`

`nome+1` é sinônimo de `&nome[1]`

`nome+2` é sinônimo de `&nome[2]`

...