

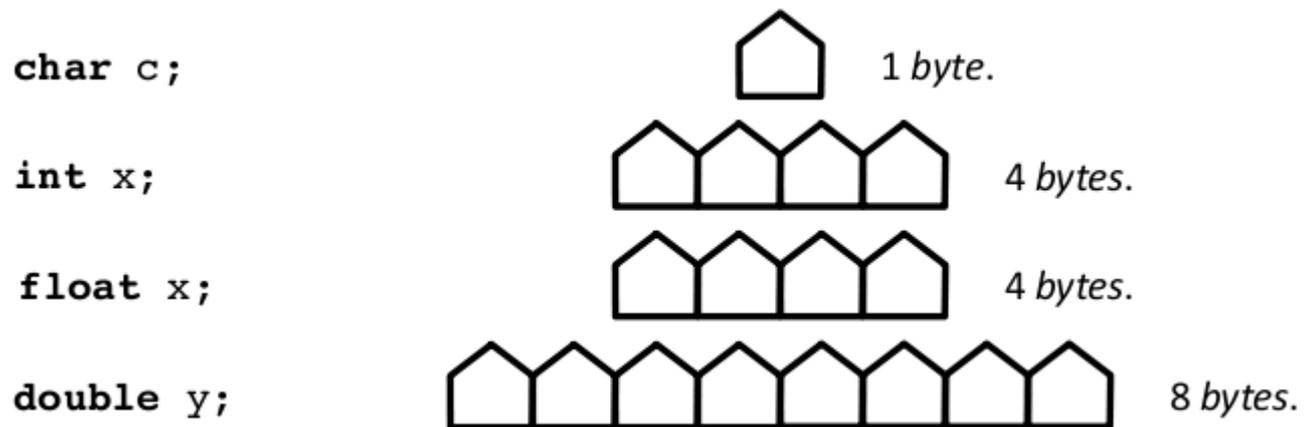
Linguagem C

Ponteiros

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro
Prof. Edwar Saliba Júnior
Janeiro de 2018

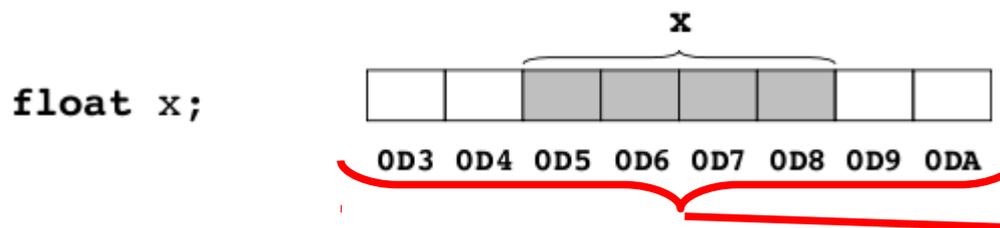
Identificadores e Endereços

- Na linguagem C, uma declaração de variável faz associação entre um identificador e endereços de memória;
- O número de *bytes* de memória depende do tipo utilizado na declaração.



Identificadores e Endereços

- Considere a declaração de uma variável do tipo `float`, identificada por:



Endereços de memória são representados utilizando-se numeração hexadecimal.

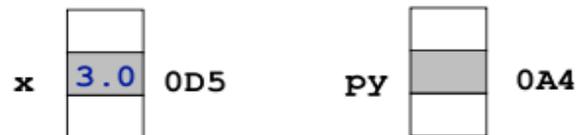
- Após a declaração, os 4 *bytes* que se iniciam no endereço 0D5 estão reservados e são acessados pelo programa através do identificador `x`.

```
printf("Endereço de x: %X", &x); // irá exibir 05D
```

Ponteiros

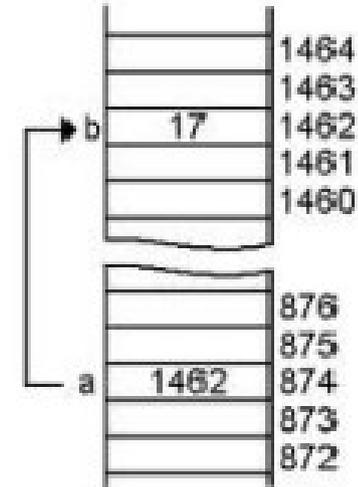
- Outra forma de acesso a memória é através da utilização do endereço dos *bytes*. Para isto é necessário utilizar uma entidade chamada de ponteiro;
- Definição:
 - Ponteiros são variáveis que armazenam endereços de memória;
- Para declarar uma variável do tipo ponteiro, basta utilizar o caractere *** entre o identificador e o tipo desta.

```
float x = 3.0;    // x é uma variável do tipo float
float *py;       // py é ponteiro para variáveis do tipo float
```



Conceito

- Um apontador é uma variável que contém o endereço de uma outra variável;
- Considere um tipo t :
 - t^* é o tipo “apontador para t ”;
 - Exemplos:
 - `int *`
 - `float *`
 - `char *`
 - etc.
- Uma variável do tipo t^* contém o endereço de uma variável do tipo t ;
- Dizemos que o apontador aponta para uma variável daquele tipo.

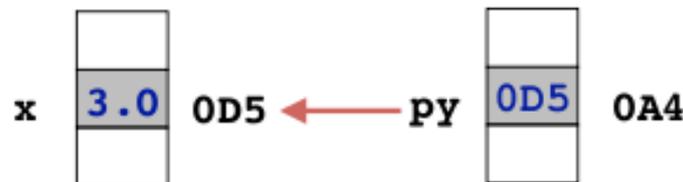


Armazenando Endereços em Ponteiros

- Para armazenar um endereço em um ponteiro, basta atribuir-lhe o endereço de uma variável de mesmo tipo base:

```
py = &x;           // py aponta para x
```

- Esquemáticamente:

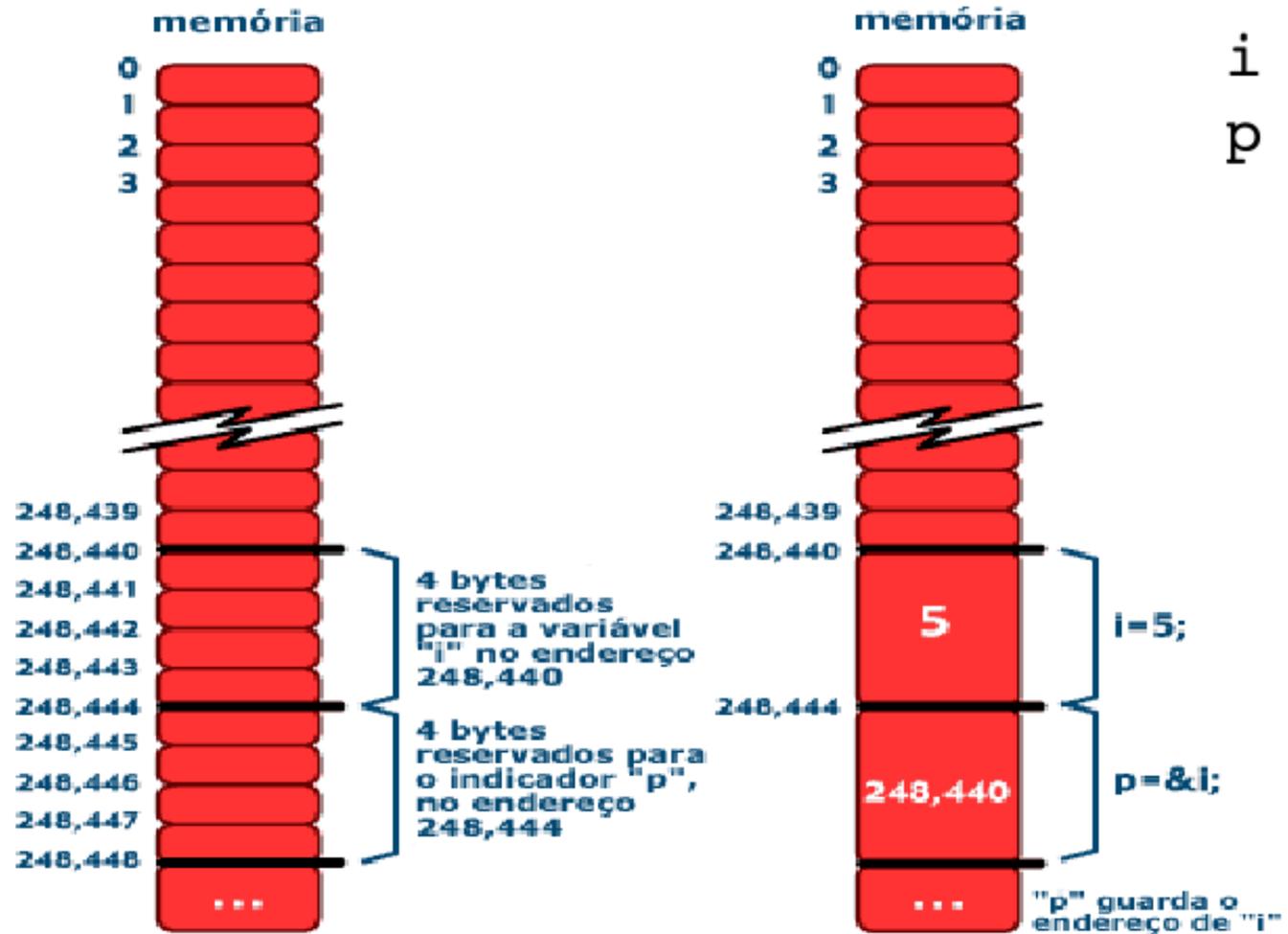


```
char  c, *pc;
int   i, *pi;
double x, *px;

pc = &c;
printf("Tamanho de c: %dB\tEndereco de c: %p\t Próximo endereco: %p\n", sizeof(c), pc, pc+1);
pi = &i;
printf("Tamanho de i: %dB\tEndereco de i: %p\t Próximo endereco: %p\n", sizeof(i), pi, pi+1);
px = &x;
printf("Tamanho de x: %dB\tEndereco de x: %p\t Próximo endereco: %p\n", sizeof(x), px, px+1);
```

Exemplo de Ponteiros

```
int i;  
int *p;
```



```
i = 5;  
p = &i;
```

Aritmética de Ponteiros

- Seja `pa` uma variável do tipo ponteiro para inteiros, que está armazenando o seguinte valor: `DA3`. O comando:

```
pa = pa + 1;    // ou pa++;
```

soma 4 *bytes* (tamanho do tipo) no valor de `pa` que passa a valer: `DA7`

- Ou seja, `pa` passa a apontar para outro endereço de memória.

Aritmética dos Ponteiros

- Apenas os operadores aritméticos $+$ e $-$ podem ser usados com ponteiros;
- Incrementos ou decrementos no valor de um ponteiro fará com que este aponte para endereços imediatamente posteriores ou anteriores ao endereço atual, respectivamente;
- Desta forma, pode-se utilizar ponteiros para percorrer toda a memória de um computador, apenas usando incrementos inteiros de ponteiros.

Operadores

- Existem 3 operações básicas com apontadores. São elas:
 - Declarar ponteiros:
 - utiliza-se o operador *;
 - Acessar o conteúdo de uma variável apontada:
 - utiliza-se o operador unário *, também conhecido como operador de indireção ou indeferência;
 - Copiar o endereço de uma variável:
 - utiliza-se o operador &.

Exemplos de Apontadores

- `int x = 1, y = 2, z[10];`
- `int *px; // Declaração do ponteiro.`
- `px = &x; // px aponta para x, ou seja, recebe
// o endereço de x.`
- `y = *px; // y recebe o conteúdo do endereço
// contido em px. Neste momento y
// passa a valer 1.`
- `*px = 0; // Neste momento x passa a valer 0.`
- `px = &z[0]; // px aponta para z[0].`
- `px = z; // px = &z[0];`



Operações idênticas.

Apontadores

- Conceito:
 - se `ip` aponta para `x`, então `*ip` pode ocorrer em qualquer lugar onde o `x` é permitido:

```
int x = 1;
int *ip = &x;
*ip = *ip + 10;    // x = x + 10;
y = *ip + 1;      // y = x + 1;
*ip += 5;         // x += 5;
++ *ip;          // ++x;
(*ip)++;        // x++;
```

Parênteses necessários devido a ordem de precedência das operações.

Definições em Sequência

- **Atenção:**

```
int a, b, c;           // 3 variáveis inteiras.  
int *pa, pb, pc;     // 1 apontador para inteiro  
                     // "pa" e duas variáveis  
                     // inteiras "pb" e "pc".
```

- Portanto, para evitar confusão e erro:

```
int *pa;  
int *pb;  
int *pc;
```

Ponteiros e Vetores

- Trabalhar com ponteiros em estruturas sequenciais (*strings*, vetores e matrizes) pode melhorar o desempenho de programas;
- O endereço inicial de um vetor corresponde ao nome do mesmo.

```
char s[80], *ps, c;
```

```
ps = s; // Equivalente a: ps = &s[0];
```

- Atribuir o elemento da posição 4 da *string* *s* à variável *c*:

```
c = s[4]; // indexação de vetores ou
```

```
c = *(ps + 4); // aritmética de ponteiros.
```

Vetores e Apontadores

- Existe uma relação intrínseca entre *arrays* e apontadores:

```
int a[10];
```

- define um *array* *a* de tamanho 10, que é alocado em um bloco contíguo de memória de tamanho suficiente para conter 10 objetos: *a*[0], *a*[1], *a*[2], *a*[3], ..., *a*[9];
- o nome do vetor é o endereço do seu primeiro elemento:

```
int *pa; // Apontador para um inteiro.
```

```
pa = a;
```

```
pa = &a[0];
```

Comandos equivalentes:
`a == &a[0]`

Vetores: Aritmética de Ponteiros

- Formas de acesso:

```
int a[10];
```

```
int *pa;
```

```
pa = a;
```

```
int x = *pa; // Copia o valor de a[0] em x.
```

$(pa + i)$ refere-se ao endereço de $a[i]$

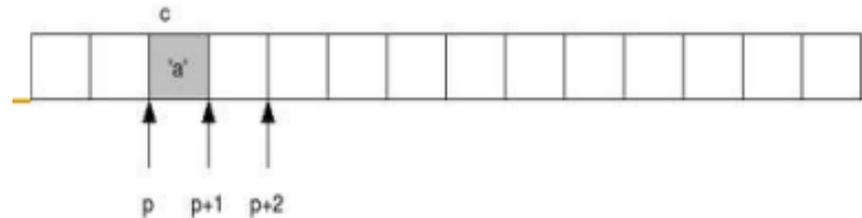
$*(pa + i)$ refere-se ao valor armazenado em $a[i]$

$(a + i)$ refere-se ao i ésimo elemento do *array* $\&a[i]$

$*(a + i)$ equivale a escrever $a[i]$

$pa++$ Aponta para o próximo elemento.

$pa--$ Aponta para o elemento anterior.



Vetores e Apontadores

- Considere:

```
int a[10];
```

```
int *pa;
```

```
pa = a;
```

- Diferença importante entre “a” e “pa”:

- o nome do vetor não é uma variável e não pode ser alterado;

```
pa = a; pa++; // Comandos válidos.
```

```
a = pa; a++; // Comandos inválidos.
```

Duas Formas de Percorrer Um *Array*

- Percorrer uma *string* usando o índice:

```
void percorreComIndice(char v[]) {  
    int i;  
    for(i = 0; v[i] != 0; i++)  
        putchar(v[i]);  
}
```

- Percorrer um *string* usando um apontador:

```
void percorreComApontador(char v[]) {  
    char *p;  
    for(p = v; *p != 0; p++)  
        putchar(*p);  
}
```

Alocação Contígua de Memória

- Demonstração

```
1  #include <stdio.h>
2  #include <stdlib.h>
3  #define LIMITE 100
4
5  int main()
6  {
7      const int MAX = 10;
8      int a[MAX];
9      int i;
10
11     for(i = 0; i < MAX; i++){
12         a[i] = rand() % LIMITE;
13     }
14     for(i = 0; i < MAX; i++){
15         printf("\n[%d] = %d no endereço %x", i, a[i], a+i);
16     }
17
18     return 0;
19 }
```

```
D:\Programming\Win32\C\Aulas\IFTM\Exemplos\AlocacaoContiguaDeMe
[0] = 41 no endereço 28fe90
[1] = 67 no endereço 28fe94
[2] = 34 no endereço 28fe98
[3] = 0 no endereço 28fe9c
[4] = 69 no endereço 28fea0
[5] = 24 no endereço 28fea4
[6] = 78 no endereço 28fea8
[7] = 58 no endereço 28feac
[8] = 62 no endereço 28feb0
[9] = 64 no endereço 28feb4
Process returned 0 (0x0) execution time : 0.207 s
Press any key to continue.
```

Alocação Dinâmica de Memória

- Um **vetor** de inteiros com tamanho definido pelo usuário em tempo de execução será declarado com um ponteiro de inteiros.

```
int *x, n, i;
printf("Digite o tamanho do vetor: ");
scanf("%d", &n);
// Aloca n posições de tamanho "int".
x = (int *) calloc(n, sizeof(int));
for(i = 0; i < n; i++){
    printf("Digite um valor: ");
    scanf("%d", &x[i]);
}
...
free(x);
```

Importante!
A memória alocada dinamicamente deve ser liberada pela função "free()" quando findar sua utilização.

Alocação Dinâmica de Memória

- Para **matrizes** a alocação deverá ser feita em duas etapas:

```
float **m; // Uma matriz de reais.  
int r, c; // Suas dimensões.  
int i, j; // Seus índices.
```

- **Alocar memória para as linhas.**

```
printf("Digite a quantidade de linhas: ");  
scanf("%d",&r);  
m = (float **) calloc(r, sizeof(float*));
```

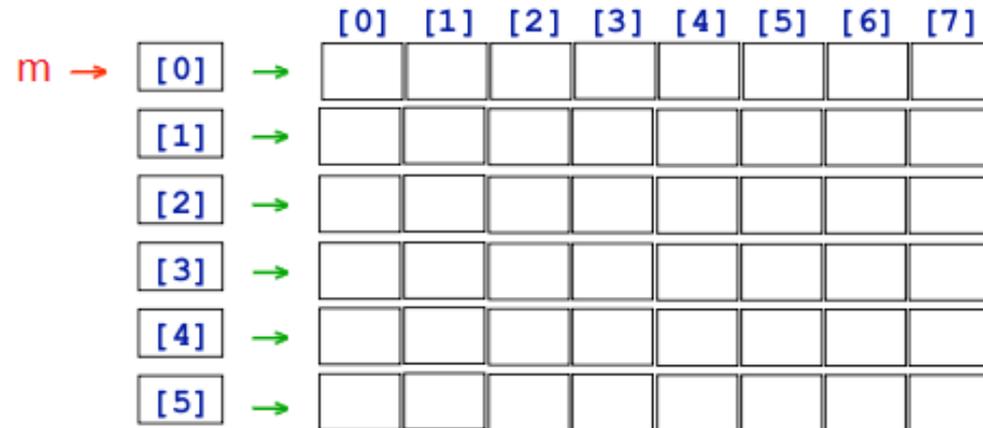
- **Para cada linha alocar memória para as colunas.**

```
printf("Digite a quantidade de colunas: ");  
scanf("%d",&c);  
for(i = 0; i < r; i++){  
    m[i] = (float *) calloc(c, sizeof(float))  
}
```

Representação da Matriz

Esquemáticamente:

$r = 6$ e $c = 8$



- Para liberar a memória:

```
for(i = 0; i < r; i++){  
    free(m[i]);  
}  
  
free(m);
```

Verificando a Alocação de Memória

- Seja “p” um ponteiro para um tipo qualquer. O seguinte teste:

```
if (p == NULL) {  
    puts("Memória insuficiente para a alocação de \"p\".");  
    exit(0);  
}
```

- Poderá ser utilizado para verificar se a alocação de memória para o ponteiro “p” foi bem sucedida. Caso contrário o programa poderá retornar uma mensagem de erro e encerrar a execução.

Bibliografia

- LAUREANO, Marcos. **Programação em C para ambiente Linux**. Disponível em: <<http://br-c.org/doku.php>>. Acesso em: 06 fev. 2011.
- MURTA, Cristina Duarte. *Slides da disciplina de Programação de Computadores I*. CEFET-MG, 2010.
- SENNE, Edson Luiz França. **Primeiro Curso de Programação em C**. 2. ed. Florianópolis: Visual Books, 2006.
- SOARES, Gabriela Eleutério. *Slides da disciplina de Programação de Computadores I*. CEFET-MG, 2011.