LPG0002 – Linguagem de Programação

Ponteiros e Vetores, Aritmética de Ponteiros

Profª Luciana Rita Guedes
Departamento de Ciência da Computação
UDESC / Joinville

Material elaborado por: Prof. Rui Jorge Tramontin Junior

Introdução

- Em C, ponteiros e vetores têm uma relação muito próxima;

Introdução

- Em C, ponteiros e vetores têm uma relação muito próxima;

- O identificador de um vetor representa o endereço de memória da 1ª posição do vetor;

Introdução

- Em C, ponteiros e vetores têm uma relação muito próxima;
- O identificador de um vetor representa o endereço de memória da 1ª posição do vetor;
- Um vetor pode ser visto como um ponteiro imutável, ou seja, pode ser acessado, mas não pode ser modificado.

EXEMPLO 1: VETOR É UM PONTEIRO?

Exemplo 1: vetor é um ponteiro?

```
int v[5] = {2, 4, 6, 8, 10};

printf("Endereço de V: %d\n", v );
int i;
for( i = 0; i < 5 ; i++ ){
  printf("V[%d] ", i);
  printf("(%d) ", &v[i]);
  printf("= %d\n", v[i]);
}
```

Exemplo 1: vetor é um ponteiro?

```
int v[5] = {2, 4, 6, 8, 10};

printf("Endereço de V: %d\n", v );
int i;
for( i = 0; i < 5 ; i++ ){
  printf("V[%d] ", i);
  printf("(%d) ", &v[i]);
  printf("= %d\n", v[i]);
}
```

Modelo da Memória

v[0]	2	1000
v[1]	4	1004
v[2]	6	1008
v[3]	8	1012
v[4]	10	1016

Exemplo 1: vetor é um ponteiro?

```
int v[5] = {2, 4, 6, 8, 10};

printf("Endereço de V: %d\n", v );
int i;
for( i = 0; i < 5 ; i++ ){
  printf("V[%d] ", i);
  printf("(%d) ", &v[i]);
  printf("= %d\n", v[i]);
}
```

Modelo da Memória

v[0]	2	1000
v[1]	4	1004
v[2]	6	1008
v[3]	8	1012
v[4]	10	1016

Exemplo 1: vetor é um ponteiro?

```
int v[5] = {2, 4, 6, 8, 10};

printf("Endereço de V: %d\n", v );
int i;
for( i = 0; i < 5 ; i++ ){
  printf("V[%d] ", i);
  printf("(%d) ", &v[i]);
  printf("= %d\n", v[i]);
}
```

Modelo da Memória

v[0]	2	1000
v[1]	4	1004
v[2]	6	1008
v[3]	8	1012
v[4]	10	1016

```
Endereço de V: 1000
```

Exemplo 1: vetor é um ponteiro?

```
int v[5] = {2, 4, 6, 8, 10};

printf("Endereço de V: %d\n", v );
int i;
for( i = 0; i < 5 ; i++ ){
  printf("V[%d] ", i);
  printf("(%d) ", &v[i]);
  printf("= %d\n", v[i]);
}
```

Modelo da Memória

v[0]	2	1000
v[1]	4	1004
v[2]	6	1008
v[3]	8	1012
v[4]	10	1016

```
Endereço de V: 1000
```

Exemplo 1: vetor é um ponteiro?

```
int v[5] = {2, 4, 6, 8, 10};

printf("Endereço de V: %d\n", v );
int i;
for( i = 0; i < 5 ; i++ ){
  printf("V[%d] ", i);
  printf("(%d) ", &v[i]);
  printf("= %d\n", v[i]);
}
```

Modelo da Memória

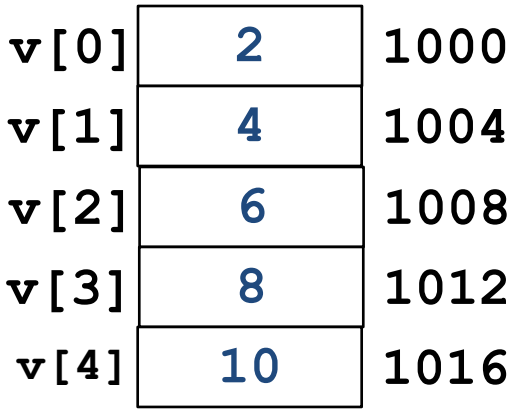
v[0]	2	1000
v[1]	4	1004
v[2]	6	1008
v[3]	8	1012
v[4]	10	1016

```
Endereço de V: 1000
V[0] (1000) = 2
V[1] (1004) = 4
V[2] (1008) = 6
V[3] (1012) = 8
V[4] (1016) = 10
```

Exemplo 1: vetor é um ponteiro?

```
int v[5] = {2, 4, 6, 8, 10};

printf("Endereço de V: %d\n", v );
int i;
for( i = 0; i < 5 ; i++ ){
  printf("V[%d] ", i);
  printf("(%d) ", &v[i]);
  printf("= %d\n", v[i]);
}
```

Modelo da Memória




```
Endereco de V: 1000
V[0] (1000) = 2
V[1] (1004) = 4
V[2] (1008) = 6
V[3] (1012) = 8
V[4] (1016) = 10
```

Considerações

- Com base no exemplo, vemos as seguintes equivalências:

```
v <-> &v <-> &v[0]
```

EXEMPLO 2: ACESSANDO VETOR COM PONTEIRO

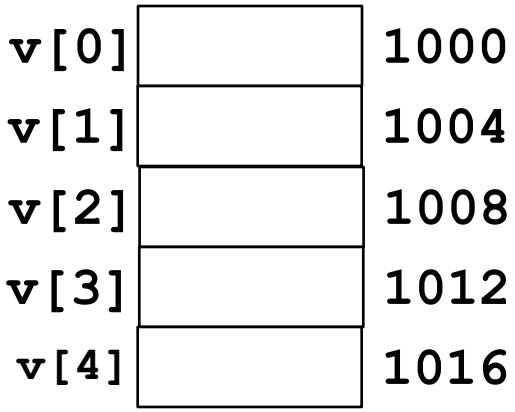
Exemplo 2: acessando vetor com ponteiro

```
int v[5];
```

Exemplo 2: acessando vetor com ponteiro

```
int v[5];
```

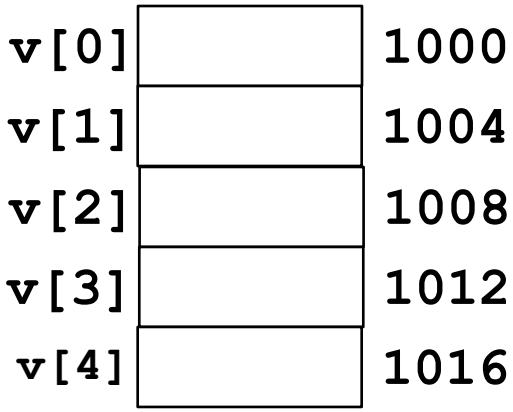
Modelo da Memória



Exemplo 2: acessando vetor com ponteiro

```
int v[5];
int *p = v;
```

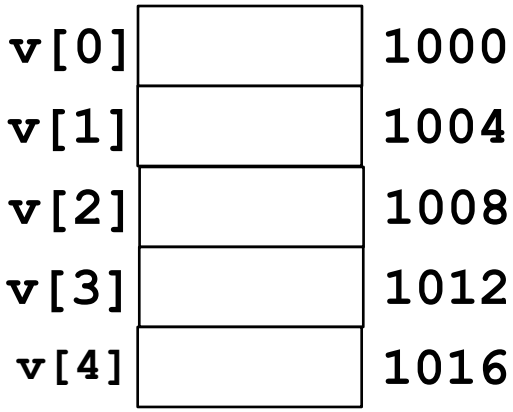
Modelo da Memória



Exemplo 2: acessando vetor com ponteiro

```
int v[5];
int *p = v;
```

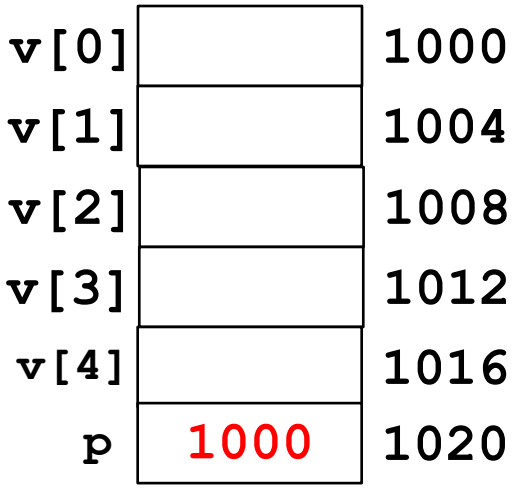
Modelo da Memória



Exemplo 2: acessando vetor com ponteiro

```
int v[5];
int *p = v;
```

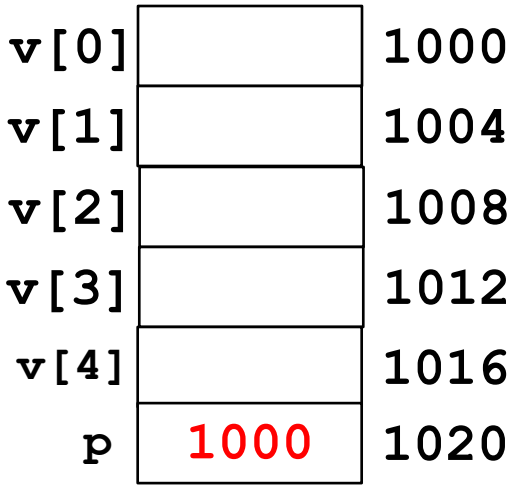
Modelo da Memória



Exemplo 2: acessando vetor com ponteiro

```
int v[5];
int *p = v; // &v ou &v[0]
```

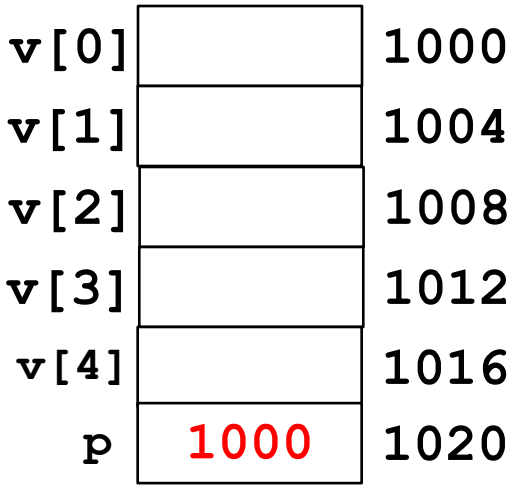
Modelo da Memória



Exemplo 2: acessando vetor com ponteiro

```
int v[5];
int *p = v; // &v ou &v[0]


int i;
for( i = 0; i < 5 ; i++ ){
  scanf("%d", &p[i] );
}
```

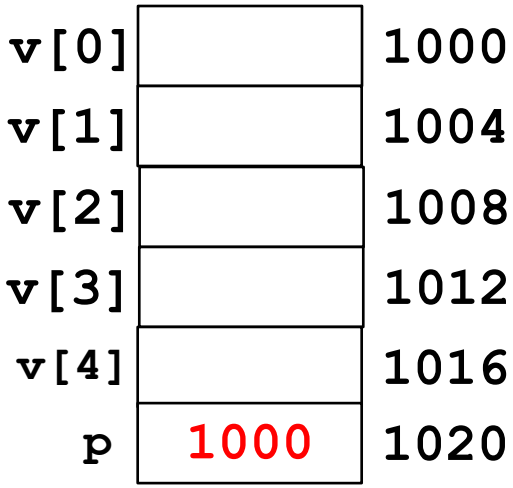
Modelo da Memória



Exemplo 2: acessando vetor com ponteiro

```
int v[5];
int *p = v; // &v ou &v[0]


int i;
for( i = 0; i < 5 ; i++ ){
  scanf("%d", &p[i] );
} // Acessa v usando p.
```

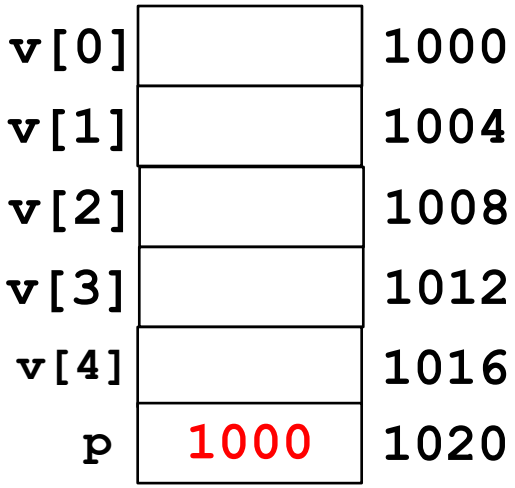
Modelo da Memória



Exemplo 2: acessando vetor com ponteiro

```
int v[5];
int *p = v; // &v ou &v[0]


int i;
for( i = 0; i < 5 ; i++ ){
  scanf("%d", &p[i] );
}

for( i = 0; i < 5 ; i++ ){
  printf("%d\n", v[i] );
}
```

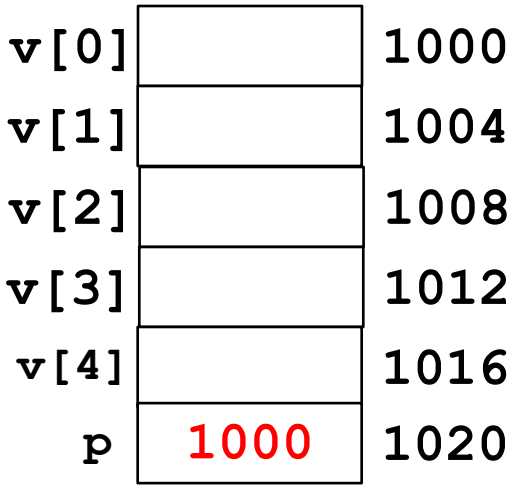
Modelo da Memória



Exemplo 2: acessando vetor com ponteiro

```
int v[5];
int *p = v; // &v ou &v[0]


int i;
for( i = 0; i < 5 ; i++ ){
  scanf("%d", &p[i] );
}

for( i = 0; i < 5 ; i++ ){
  printf("%d\n", v[i] );  // Acessa v diretamente.
}
```

Modelo da Memória



Considerações

- Ponteiros podem ser usados para acessar elementos de um vetor;

Considerações

- Ponteiros podem ser usados para acessar elementos de um vetor;

- Portanto, em C é possível utilizar a notação de colchetes (`[]`) com ponteiros;

Considerações

- Ponteiros podem ser usados para acessar elementos de um vetor;
- Portanto, em C é possível utilizar a notação de colchetes (`[]`) com ponteiros;
- Na prática, o uso dos colchetes significa um acesso à memória a partir do endereço apontado pelo ponteiro;

Considerações

- Ponteiros podem ser usados para acessar elementos de um vetor;
- Portanto, em C é possível utilizar a notação de colchetes (`[]`) com ponteiros;
- Na prática, o uso dos colchetes significa um acesso à memória a partir do endereço apontado pelo ponteiro;
  - ou do endereço inicial do vetor.

EXEMPLO 3: PASSAGEM POR REFERÊNCIA

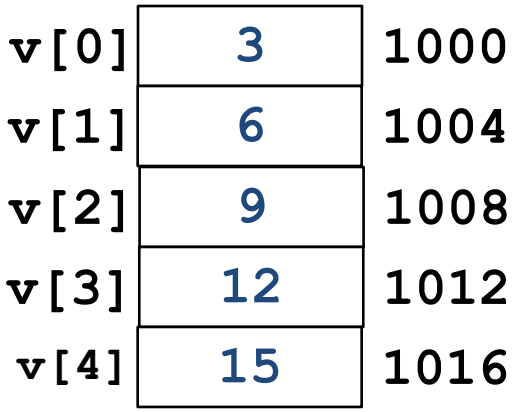
Exemplo 3: passagem por referência

```
int main(){
  int v[] = {3, 6, 9, 12, 15};

  return 0;
}
```

Exemplo 3: passagem por referência

```
int main(){
  int v[] = {3, 6, 9, 12, 15};

  return 0;
}
```

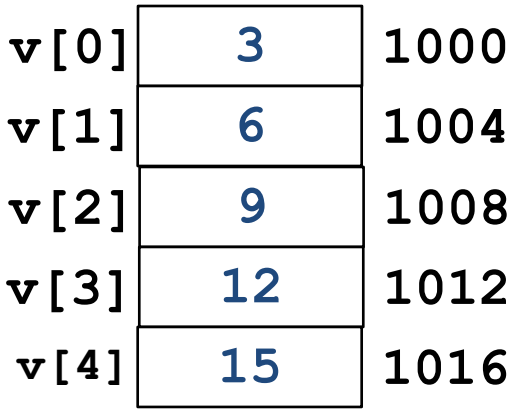
Modelo da Memória



Exemplo 3: passagem por referência

```
int main(){
  int v[] = {3, 6, 9, 12, 15};
  mostra_vetor( v , 5 );
  return 0;
}
```

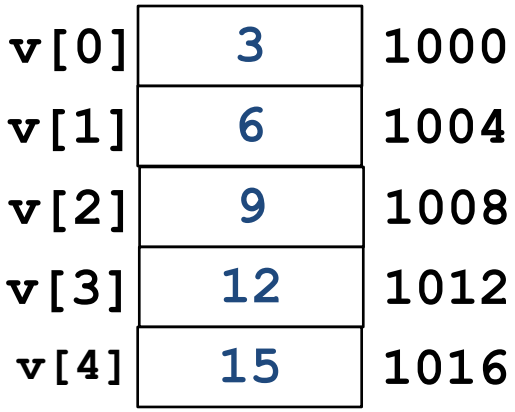
Modelo da Memória



Exemplo 3: passagem por referência

```
int main(){
  int v[] = {3, 6, 9, 12, 15};
  mostra_vetor( v , 5 );
  return 0;
}

void mostra_vetor( int *p , int k ){
  int i;
  for( i = 0; i < k ; i++ )
    printf("%d\n", p[i]);
}
```

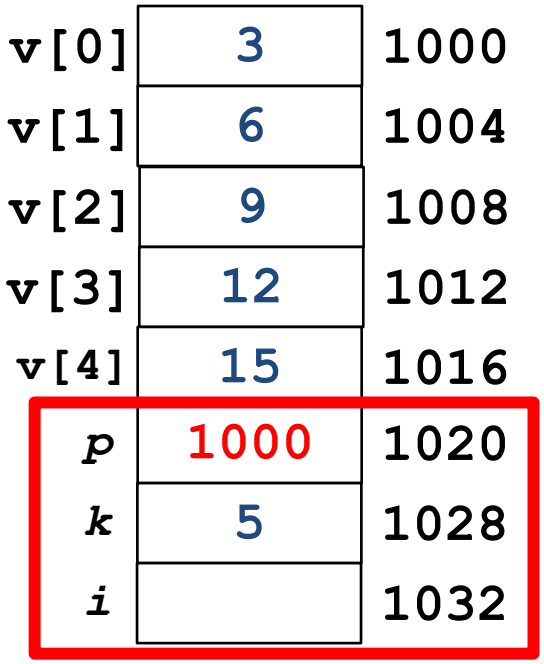
Modelo da Memória



Exemplo 3: passagem por referência

```
int main(){
  int v[] = {3, 6, 9, 12, 15};
  mostra_vetor( v , 5 );
  return 0;
}

void mostra_vetor( int *p , int k ){
  int i;
  for( i = 0; i < k ; i++ )
    printf("%d\n", p[i]);
}
```

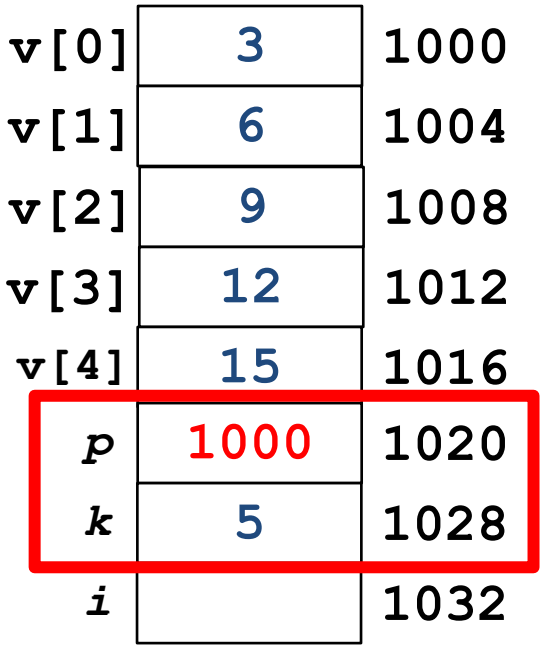
Modelo da Memória



Exemplo 3: passagem por referência

```
int main(){
  int v[] = {3, 6, 9, 12, 15};
  mostra_vetor( v , 5 );
  return 0;
}

void mostra_vetor( int *p , int k ){
  int i;
  for( i = 0; i < k ; i++ )
    printf("%d\n", p[i]);
}
```

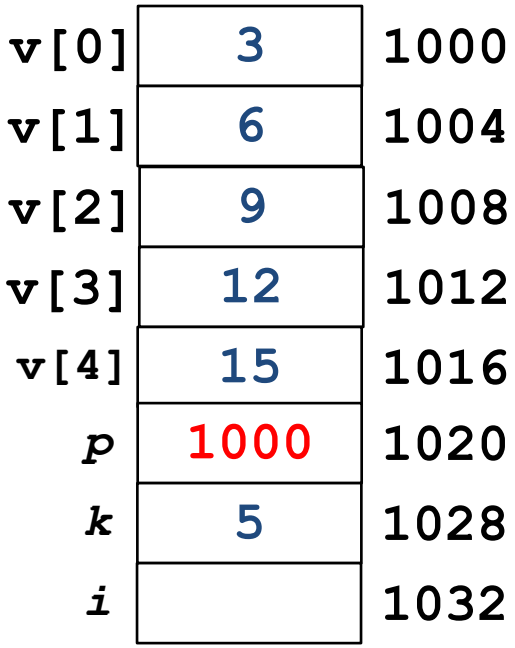
Modelo da Memória



Exemplo 3: passagem por referência

```
int main(){
  int v[] = {3, 6, 9, 12, 15};
  mostra_vetor( v , 5 );
  return 0;
}

void mostra_vetor( int *p , int k ){
  int i;
  for( i = 0; i < k ; i++ )
    printf("%d\n", p[i]);
}
// Vetores sempre são passados por referência!
```

Modelo da Memória



Considerações

- Vetores sempre são passados por referência;

Considerações

- Vetores sempre são passados por referência;

- Portanto, não importa a notação utilizada na declaração do parâmetro;

Considerações

- Vetores sempre são passados por referência;
- Portanto, não importa a notação utilizada na declaração do parâmetro;
- Nesse contexto, elas são equivalentes:

```
int *p <-> int p[]
```

Mais considerações...

- O uso de colchetes pode ser usado com um ponteiro mesmo que ele não aponte para um vetor;

Mais considerações...

- O uso de colchetes pode ser usado com um ponteiro mesmo que ele não aponte para um vetor;

- Neste caso, o acesso feito à posição 0 (`[0]`) é equivalente a usar o operador de indireção (`*`);

Mais considerações...

- O uso de colchetes pode ser usado com um ponteiro mesmo que ele não aponte para um vetor;
- Neste caso, o acesso feito à posição 0 (`[0]`) é equivalente a usar o operador de indireção (`*`);
- Exemplo (incremento de variável):

```
void inc( int *x ){
   (*x)++;
}
```

Mais considerações...

- O uso de colchetes pode ser usado com um ponteiro mesmo que ele não aponte para um vetor;
- Neste caso, o acesso feito à posição 0 (`[0]`) é equivalente a usar o operador de indireção (`*`);
- Exemplo (incremento de variável):

```
void inc( int *x ){
  (*x)++;
}
```

ou

```
void inc( int *x ){
  x[0]++;
}
```

Ainda mais considerações...

- Portanto, o uso de índices com um ponteiro permite percorrer a memória;

Ainda mais considerações...

- Portanto, o uso de índices com um ponteiro permite percorrer a memória;
  - Deve ser usado com cuidado!

Ainda mais considerações...

- Portanto, o uso de índices com um ponteiro permite percorrer a memória;
  - Deve ser usado com cuidado!

- Por outro lado, é possível utilizar também o operador de indireção (*) em vetores para acessar seus valores;

Ainda mais considerações...

- Portanto, o uso de índices com um ponteiro permite percorrer a memória;
  - Deve ser usado com cuidado!

- Por outro lado, é possível utilizar também o operador de indireção (*) em vetores para acessar seus valores;

- Mas como é possível acessar os índices além do 0?

Ainda mais considerações...

- Portanto, o uso de índices com um ponteiro permite percorrer a memória;
  - Deve ser usado com cuidado!

- Por outro lado, é possível utilizar também o operador de indireção (*) em vetores para acessar seus valores;

- Mas como é possível acessar os índices além do 0?

Aritmética de Ponteiros!

Aritmética de Ponteiros

- Permite o cálculo de endereços de memória de duas formas:

Aritmética de Ponteiros

- Permite o cálculo de endereços de memória de duas formas:

- Soma:

endereço ± *valor escalar* = novo endereço

Aritmética de Ponteiros

- Permite o cálculo de endereços de memória de duas formas:

- Soma:

endereço ± *valor escalar* = novo endereço

- Subtração:

endereço - endereço = *valor escalar*

Aritmética de Ponteiros

- Soma: um endereço é somado a um valor inteiro (índice), gerando um novo endereço;

Aritmética de Ponteiros

- Soma: um endereço é somado a um valor inteiro (índice), gerando um novo endereço;

- O resultado da soma depende do tamanho do tipo de dados (função `sizeof()`);

Aritmética de Ponteiros

- Soma: um endereço é somado a um valor inteiro (índice), gerando um novo endereço;

- O resultado da soma depende do tamanho do tipo de dados (função `sizeof()`);

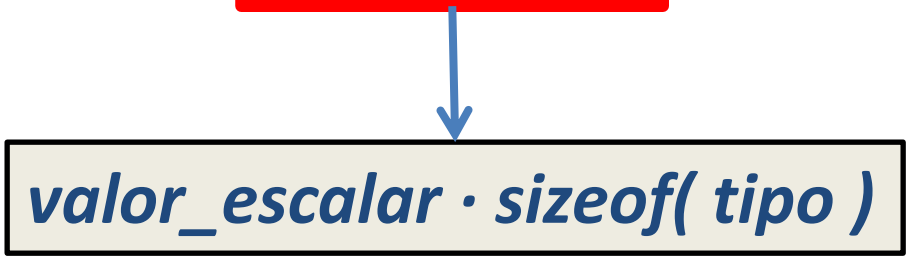
endereço ± *valor escalar* = novo endereço

Aritmética de Ponteiros

- Soma: um endereço é somado a um valor inteiro (índice), gerando um novo endereço;

- O resultado da soma depende do tamanho do tipo de dados (função `sizeof()`);

endereço ± *valor escalar* = novo endereço



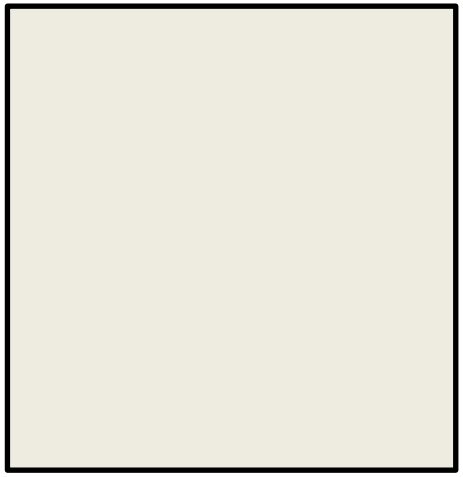
EXEMPLO 4: ARITMÉTICA DE PONTEIROS

Exemplo 4: aritmética de ponteiros

```
int v[3] = { 3, 6, 9 };
printf("%d\n", v ); // v+0 ou &v[0]
printf("%d\n", v + 1 ); // &v[1]
printf("%d\n", v + 2 ); // &v[2]
```

Modelo da Memória

v[0]	3	1000
v[1]	6	1004
v[2]	9	1008

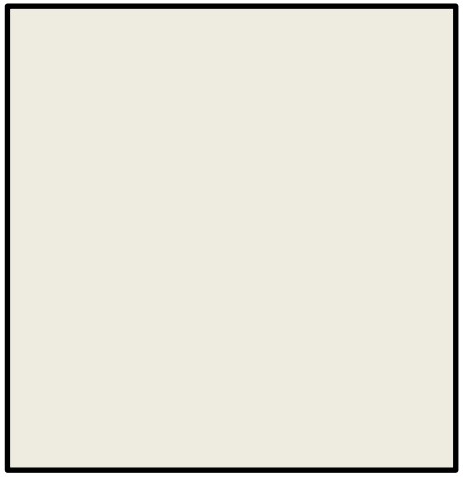


Exemplo 4: aritmética de ponteiros

```
int v[3] = { 3, 6, 9 };
printf("%d\n", v ); // v+0 ou &v[0]
printf("%d\n", v + 1 ); // &v[1]
printf("%d\n", v + 2 ); // &v[2]
```

Modelo da Memória

v[0]	3	1000
v[1]	6	1004
v[2]	9	1008

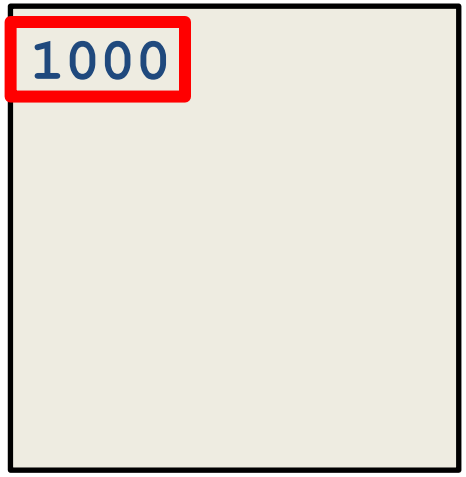


Exemplo 4: aritmética de ponteiros

```
int v[3] = { 3, 6, 9 };
printf("%d\n", v ); // v+0 ou &v[0]
printf("%d\n", v + 1 ); // &v[1]
printf("%d\n", v + 2 ); // &v[2]
```

Modelo da Memória

v[0]	3	1000
v[1]	6	1004
v[2]	9	1008



Exemplo 4: aritmética de ponteiros

```
int v[3] = { 3, 6, 9 };
printf("%d\n", v ); // v+0 ou &v[0]
printf("%d\n", v + 1 ); // &v[1]
printf("%d\n", v + 2 ); // &v[2]
```

Modelo da Memória

v[0]	3	1000
v[1]	6	1004
v[2]	9	1008

```
1000
```

Exemplo 4: aritmética de ponteiros

```
int v[3] = { 3, 6, 9 };
printf("%d\n", v ); // v+0 ou &v[0]
printf("%d\n", v + 1 ); // &v[1]
printf("%d\n", v + 2 ); // &v[2]
```

Modelo da Memória

v[0]	3	1000
v[1]	6	1004
v[2]	9	1008

```
// Endereços variam a cada 4 bytes
// sizeof(int) -> 4
```

```
1000
1004
```

Exemplo 4: aritmética de ponteiros

```
int v[3] = { 3, 6, 9 };
printf("%d\n", v ); // v+0 ou &v[0]
printf("%d\n", v + 1 ); // &v[1]
printf("%d\n", v + 2 ); // &v[2]
```

Modelo da Memória

v[0]	3	1000
v[1]	6	1004
v[2]	9	1008

```
// Endereços variam a cada 4 bytes
// sizeof(int) -> 4
```

```
1000
1004
```

Exemplo 4: aritmética de ponteiros

```
int v[3] = { 3, 6, 9 };
printf("%d\n", v ); // v+0 ou &v[0]
printf("%d\n", v + 1 ); // &v[1]
printf("%d\n", v + 2 ); // &v[2]
```

Modelo da Memória

v[0]	3	1000
v[1]	6	1004
v[2]	9	1008

```
// Endereços variam a cada 4 bytes
// sizeof(int) -> 4
```

```
1000
1004
1008
```

Exemplo 4: aritmética de ponteiros

```
int v[3] = { 3, 6, 9 };
printf("%d\n", v ); // v+0 ou &v[0]
printf("%d\n", v + 1 ); // &v[1]
printf("%d\n", v + 2 ); // &v[2]
```

Modelo da Memória

v[0]	3	1000
v[1]	6	1004
v[2]	9	1008

```
// Endereços variam a cada 4 bytes
// sizeof(int) -> 4
```

```
1000
1004
1008
```

Exemplo 4: aritmética de ponteiros

```
int v[3] = { 3, 6, 9 };
printf("%d\n", v ); // v+0 ou &v[0]
printf("%d\n", v + 1 ); // &v[1]
printf("%d\n", v + 2 ); // &v[2]

printf("%d\n", *v );          // v[0]
printf("%d\n", *(v + 1) ); // v[1]
printf("%d\n", *(v + 2) ); // v[2]

// Endereços variam a cada 4 bytes
// sizeof(int) -> 4
```

Modelo da Memória

v[0]	3	1000
v[1]	6	1004
v[2]	9	1008

```
1000
1004
1008
```

Exemplo 4: aritmética de ponteiros

```
int v[3] = { 3, 6, 9 };
printf("%d\n", v ); // v+0 ou &v[0]
printf("%d\n", v + 1 ); // &v[1]
printf("%d\n", v + 2 ); // &v[2]

printf("%d\n", *v );      // v[0]
printf("%d\n", *(v + 1) ); // v[1]
printf("%d\n", *(v + 2) ); // v[2]

// Endereços variam a cada 4 bytes
// sizeof(int) -> 4
```

Modelo da Memória

v[0]	3	1000
v[1]	6	1004
v[2]	9	1008

```
1000
1004
1008
```

Exemplo 4: aritmética de ponteiros

```
int v[3] = { 3, 6, 9 };
printf("%d\n", v ); // v+0 ou &v[0]
printf("%d\n", v + 1 ); // &v[1]
printf("%d\n", v + 2 ); // &v[2]

printf("%d\n", *v );      // v[0]
printf("%d\n", *(v + 1) ); // v[1]
printf("%d\n", *(v + 2) ); // v[2]

// Endereços variam a cada 4 bytes
// sizeof(int) -> 4
```

Modelo da Memória

v[0]	3	1000
v[1]	6	1004
v[2]	9	1008

```
1000
1004
1008
3
```

Exemplo 4: aritmética de ponteiros

```
int v[3] = { 3, 6, 9 };
printf("%d\n", v ); // v+0 ou &v[0]
printf("%d\n", v + 1 ); // &v[1]
printf("%d\n", v + 2 ); // &v[2]

printf("%d\n", *v );          // v[0]
printf("%d\n", *(v + 1) ); // v[1]
printf("%d\n", *(v + 2) ); // v[2]

// Endereços variam a cada 4 bytes
// sizeof(int) -> 4
```

Modelo da Memória

v[0]	3	1000
v[1]	6	1004
v[2]	9	1008

```
1000
1004
1008
3
```

Exemplo 4: aritmética de ponteiros

```
int v[3] = { 3, 6, 9 };
printf("%d\n", v ); // v+0 ou &v[0]
printf("%d\n", v + 1 ); // &v[1]
printf("%d\n", v + 2 ); // &v[2]

printf("%d\n", *v );          // v[0]
printf("%d\n", *(v + 1) ); // v[1]
printf("%d\n", *(v + 2) ); // v[2]

// Endereços variam a cada 4 bytes
// sizeof(int) -> 4
```

Modelo da Memória

v[0]	3	1000
v[1]	6	1004
v[2]	9	1008

```
1000
1004
1008
3
6
```

Exemplo 4: aritmética de ponteiros

```
int v[3] = { 3, 6, 9 };
printf("%d\n", v ); // v+0 ou &v[0]
printf("%d\n", v + 1 ); // &v[1]
printf("%d\n", v + 2 ); // &v[2]

printf("%d\n", *v );          // v[0]
printf("%d\n", *(v + 1) ); // v[1]
printf("%d\n", *(v + 2) ); // v[2]

// Endereços variam a cada 4 bytes
// sizeof(int) -> 4
```

Modelo da Memória

v[0]	3	1000
v[1]	6	1004
v[2]	9	1008

```
1000
1004
1008
3
6
```

Exemplo 4: aritmética de ponteiros

```
int v[3] = { 3, 6, 9 };
printf("%d\n", v ); // v+0 ou &v[0]
printf("%d\n", v + 1 ); // &v[1]
printf("%d\n", v + 2 ); // &v[2]

printf("%d\n", *v );          // v[0]
printf("%d\n", *(v + 1) ); // v[1]
printf("%d\n", *(v + 2) ); // v[2]

// Endereços variam a cada 4 bytes
// sizeof(int) -> 4
```

Modelo da Memória

v[0]	3	1000
v[1]	6	1004
v[2]	9	1008

```
1000
1004
1008
3
6
9
```

Exemplo 4: aritmética de ponteiros

```
int v[3] = { 3, 6, 9 };
printf("%d\n", v ); // v+0 ou &v[0]
printf("%d\n", v + 1 ); // &v[1]
printf("%d\n", v + 2 ); // &v[2]

printf("%d\n", *v );          // v[0]
printf("%d\n", *(v + 1) ); // v[1]
printf("%d\n", *(v + 2) ); // v[2]

// Endereços variam a cada 4 bytes
// sizeof(int) -> 4
```

Modelo da Memória

v[0]	3	1000
v[1]	6	1004
v[2]	9	1008

```
1000
1004
1008
3
6
9
```

Considerações

- Generalizando em função de um índice *i*, tem-se as seguintes equivalências:

Considerações

- Generalizando em função de um índice *i*, tem-se as seguintes equivalências:

- Endereço:

```
&v[i] <-> v + i
```

Considerações

- Generalizando em função de um índice *i*, tem-se as seguintes equivalências:

- Endereço:

```
&v[i] <-> v + i
```

- Valor:

```
v[i] <-> *(v + i)
```

EXEMPLO 5: ARITMÉTICA DE PONTEIROS

Exemplo 5: aritmética de ponteiros

```
int v[5];

int i;
for( i = 0; i < 5 ; i++ ){
  scanf("%d", v + i ); // &v[i]
}
```

Exemplo 5: aritmética de ponteiros

```
int v[5];

int i;
for( i = 0; i < 5 ; i++ ){
  scanf("%d", v + i ); // &v[i]
}

for( i = 0; i < 5 ; i++ ){
  printf("%d\n", *(v + i) );  // v[i]
}
```

Considerações

- Em C, ponteiros e vetores podem ser tratados com os mesmos operadores;

Considerações

- Em C, ponteiros e vetores podem ser tratados com os mesmos operadores;
  - Na prática, servem para calcular endereços;

Considerações

- Em C, ponteiros e vetores podem ser tratados com os mesmos operadores;
  - Na prática, servem para calcular endereços;

- Todavia, lembre-se que os endereços de vetores são imutáveis!

Considerações

- Em C, ponteiros e vetores podem ser tratados com os mesmos operadores;
  - Na prática, servem para calcular endereços;

- Todavia, lembre-se que os endereços de vetores são imutáveis!

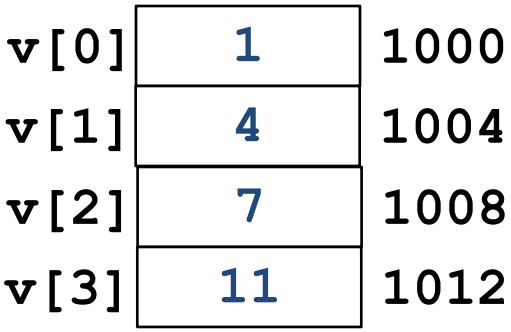
- Para o processamento de vetores, índices podem ser substituídos por ponteiros.

EXEMPLO 6: TROCANDO ÍNDICE POR PONTEIRO

Exemplo 6: trocando índice por ponteiro

```
int v[4] = { 1, 4, 7, 11 };
int i; // índice
for( i = 0; i < 4 ; i++ ){
  printf("V[%d] ", i );
  printf("(%d) ", &v[i] );
  printf("= %d\n", v[i] );
}
```

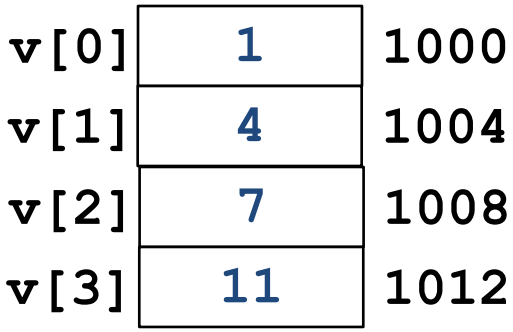
Modelo da Memória



Exemplo 6: trocando índice por ponteiro

```
int v[4] = { 1, 4, 7, 11 };
int i; // índice
for( i = 0; i < 4 ; i++ ){
  printf("V[%d] ", i );
  printf("(%d) ", &v[i] );
  printf("= %d\n", v[i] );
}
```

Modelo da Memória




```
V[0] (1000) = 1
V[1] (1004) = 4
V[2] (1008) = 7
V[3] (1012) = 11
```

Exemplo 6: trocando índice por ponteiro

```
int v[4] = { 1, 4, 7, 11 };
int *i; // ponteiro
for(      ;          ;      ){
  printf("V[%d] ",        );
  printf("(%d) ",    );
  printf("= %d\n",     );
}

/* i torna-se um
   ponteiro */
```

Modelo da Memória

v[0]	1	1000
v[1]	4	1004
v[2]	7	1008
v[3]	11	1012

```
V[0] (1000) = 1
V[1] (1004) = 4
V[2] (1008) = 7
V[3] (1012) = 11
```

Exemplo 6: trocando índice por ponteiro

```
int v[4] = { 1, 4, 7, 11 };
int *i; // ponteiro
for(                ;           ;       ){
  printf("V[%d] ",          );
  printf("(%d) ",    );
  printf("= %d\n",      );
}

/* Como inicializar i? */
```

Modelo da Memória

v[0]	1	1000
v[1]	4	1004
v[2]	7	1008
v[3]	11	1012

```
V[0] (1000) = 1
V[1] (1004) = 4
V[2] (1008) = 7
V[3] (1012) = 11
```

Exemplo 6: trocando índice por ponteiro

```
int v[4] = { 1, 4, 7, 11 };
int *i; // ponteiro
for( i = v;                ;      ){
  printf("V[%d] ",           );
  printf("(%d) ",    );
  printf("= %d\n",     );
}

/* i começa em v */
```

Modelo da Memória

v[0]	1	1000
v[1]	4	1004
v[2]	7	1008
v[3]	11	1012

```
V[0] (1000) = 1
V[1] (1004) = 4
V[2] (1008) = 7
V[3] (1012) = 11
```

Exemplo 6: trocando índice por ponteiro

```
int v[4] = { 1, 4, 7, 11 };
int *i; // ponteiro
for( i = v; i <          ;      ){
  printf("V[%d] ",          );
  printf("(%d) ",    );
  printf("= %d\n",      );
}

/* i deve ser
   menor que ...? */
```

Modelo da Memória

v[0]	1	1000
v[1]	4	1004
v[2]	7	1008
v[3]	11	1012

```
V[0] (1000) = 1
V[1] (1004) = 4
V[2] (1008) = 7
V[3] (1012) = 11
```

Exemplo 6: trocando índice por ponteiro

```
int v[4] = { 1, 4, 7, 11 };
int *i; // ponteiro
for( i = v; i < v + 4 ;      ){
  printf("V[%d] ",          );
  printf("(%d) ",    );
  printf("= %d\n",      );
}

/* v + 4 = 1016 */
```

Modelo da Memória

v[0]	1	1000
v[1]	4	1004
v[2]	7	1008
v[3]	11	1012

```
V[0] (1000) = 1
V[1] (1004) = 4
V[2] (1008) = 7
V[3] (1012) = 11
```

Exemplo 6: trocando índice por ponteiro

```
int v[4] = { 1, 4, 7, 11 };
int *i; // ponteiro
for( i = v; i < v + 4 ;      ){
  printf("V[%d] ",          );
  printf("(%d) ",    );
  printf("= %d\n",     );
}

/* Como incrementar i? */
```

Modelo da Memória

v[0]	1	1000
v[1]	4	1004
v[2]	7	1008
v[3]	11	1012

```
V[0] (1000) = 1
V[1] (1004) = 4
V[2] (1008) = 7
V[3] (1012) = 11
```

Exemplo 6: trocando índice por ponteiro

```
int v[4] = { 1, 4, 7, 11 };
int *i; // ponteiro
for( i = v; i < v + 4 ; i++ ){
  printf("V[%d] ",          );
  printf("(%d) ",    );
  printf("= %d\n",      );
}

/* Incremento de ponteiro
   de acordo com o
   sizeof(int) */
```

Modelo da Memória

v[0]	1	1000
v[1]	4	1004
v[2]	7	1008
v[3]	11	1012

```
V[0] (1000) = 1
V[1] (1004) = 4
V[2] (1008) = 7
V[3] (1012) = 11
```

Exemplo 6: trocando índice por ponteiro

```
int v[4] = { 1, 4, 7, 11 };
int *i; // ponteiro
for( i = v; i < v + 4 ; i++ ){
  printf("V[%d] ",          );
  printf("(%d) ",  );
  printf("= %d\n",      );
}

/* Como determinar o
   endereço? */
```

Modelo da Memória

v[0]	1	1000
v[1]	4	1004
v[2]	7	1008
v[3]	11	1012

```
V[0] (1000) = 1
V[1] (1004) = 4
V[2] (1008) = 7
V[3] (1012) = 11
```

Exemplo 6: trocando índice por ponteiro

```
int v[4] = { 1, 4, 7, 11 };
int *i; // ponteiro
for( i = v; i < v + 4 ; i++ ){
  printf("V[%d] ",        );
  printf("(%d) ", i );
  printf("= %d\n",     );
}

/* i é o próprio
   endereço */
```

Modelo da Memória

v[0]	1	1000
v[1]	4	1004
v[2]	7	1008
v[3]	11	1012

```
V[0] (1000) = 1
V[1] (1004) = 4
V[2] (1008) = 7
V[3] (1012) = 11
```

Exemplo 6: trocando índice por ponteiro

```
int v[4] = { 1, 4, 7, 11 };
int *i; // ponteiro
for( i = v; i < v + 4 ; i++ ){
  printf("V[%d] ",          );
  printf("(%d) ", i );
  printf("= %d\n",      );
}

/* Como determinar o
   valor?
*/
```

Modelo da Memória

v[0]	1	1000
v[1]	4	1004
v[2]	7	1008
v[3]	11	1012

```
V[0] (1000) = 1
V[1] (1004) = 4
V[2] (1008) = 7
V[3] (1012) = 11
```

Exemplo 6: trocando índice por ponteiro

```
int v[4] = { 1, 4, 7, 11 };
int *i; // ponteiro
for( i = v; i < v + 4 ; i++ ){
  printf("V[%d] ",        );
  printf("(%d) ", i );
  printf("= %d\n", *i );
}

/* Valor é determinado
   pelo operador *
*/
```

Modelo da Memória

v[0]	1	1000
v[1]	4	1004
v[2]	7	1008
v[3]	11	1012

```
V[0] (1000) = 1
V[1] (1004) = 4
V[2] (1008) = 7
V[3] (1012) = 11
```

Exemplo 6: trocando índice por ponteiro

```
int v[4] = { 1, 4, 7, 11 };
int *i; // ponteiro
for( i = v; i < v + 4 ; i++ ){
  printf("V[%d] ", [          ]);
  printf("(%d) ", i );
  printf("= %d\n", *i );
}

/* Como determinar
   o índice a partir
   de um endereço? */
```

Modelo da Memória

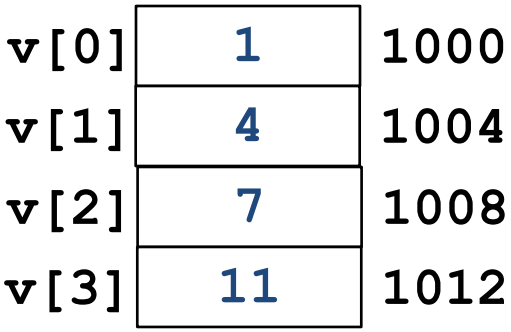
v[0]	1	1000
v[1]	4	1004
v[2]	7	1008
v[3]	11	1012

```
V[0] (1000) = 1
V[1] (1004) = 4
V[2] (1008) = 7
V[3] (1012) = 11
```

Exemplo 6: trocando índice por ponteiro

```
int v[4] = { 1, 4, 7, 11 };
int *i; // ponteiro
for( i = v; i < v + 4 ; i++ ){
  printf("V[%d] ", i - v );
  printf("(%d) ", i );
  printf("= %d\n", *i );
}

/* Resultado da subtração
   é dividido pelo
   sizeof(int) */
```

Modelo da Memória




```
V[0] (1000) = 1
V[1] (1004) = 4
V[2] (1008) = 7
V[3] (1012) = 11
```

Exemplo 6: trocando índice por ponteiro

```
int v[4] = { 1, 4, 7, 11 };
int *i; // ponteiro
for( i = v; i < v + 4 ; i++ ){
  printf("V[%d] ", i - v );
  printf("(%d) ", i );
  printf("= %d\n", *i );
}

/* Resultado da subtração
   é dividido pelo
   sizeof(int) */
```

Modelo da Memória

v[0]	1	1000
v[1]	4	1004
v[2]	7	1008
v[3]	11	1012

```
V[0] (1000) = 1
V[1] (1004) = 4
V[2] (1008) = 7
V[3] (1012) = 11
```

Aritmética de Ponteiros

- Subtração: um endereço é subtraído de outro endereço, gerando um valor inteiro (índice);

Aritmética de Ponteiros

- Subtração: um endereço é subtraído de outro endereço, gerando um valor inteiro (índice);

- O resultado da subtração é dividido pelo tamanho do tipo de dados (função `sizeof()`);

Aritmética de Ponteiros

- Subtração: um endereço é subtraído de outro endereço, gerando um valor inteiro (índice);

- O resultado da subtração é dividido pelo tamanho do tipo de dados (função `sizeof()`);

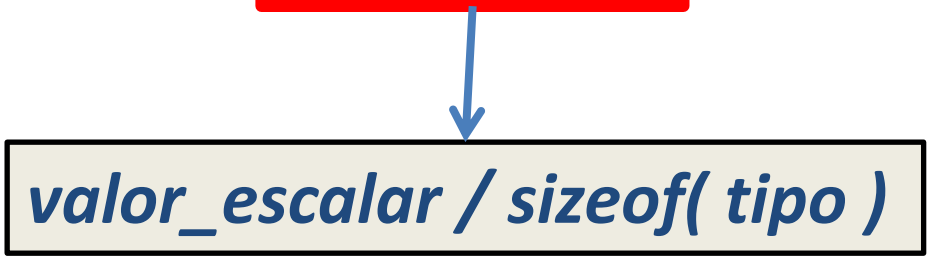
endereço - endereço = *valor escalar*

Aritmética de Ponteiros

- Subtração: um endereço é subtraído de outro endereço, gerando um valor inteiro (índice);

- O resultado da subtração é dividido pelo tamanho do tipo de dados (função `sizeof()`);

endereço - endereço = *valor escalar*

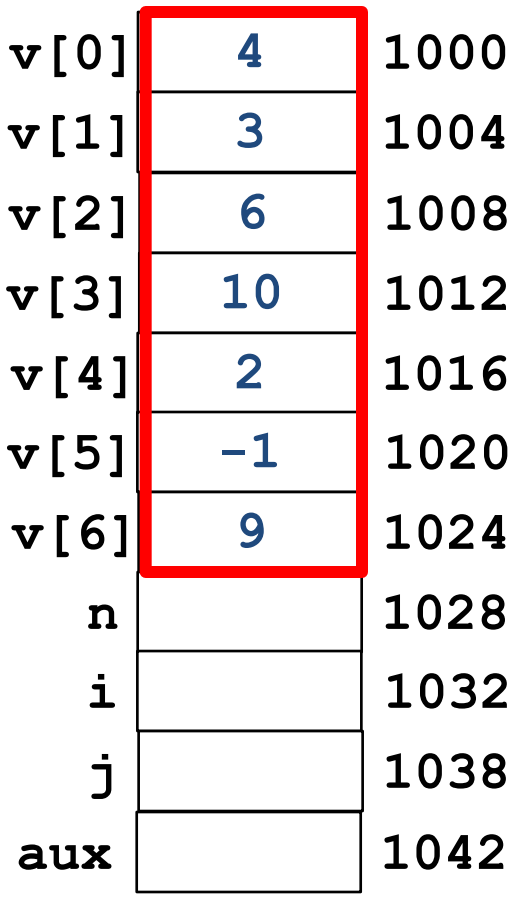


EXEMPLO 7: INVERTENDO UM VETOR

Exemplo 7: invertendo um vetor

```
int v[7] = {4, 3, 6, 10, 2, -1, 9};
int n = 7;
int *i = v;           // primeiro
int *j = v + n - 1; // último
while( i < j ){
  int aux = *i;
  *i = *j;
  *j = aux;
  i++; // incremento do ponteiro
  j--; // decremento do ponteiro
}
mostra_vetor( v , n );
```

Modelo da Memória



Exemplo 7: invertendo um vetor

```
int v[7] = {4, 3, 6, 10, 2, -1, 9};
int n = 7;
int *i = v;           // primeiro
int *j = v + n - 1; // último
while( i < j ){
  int aux = *i;
  *i = *j;
  *j = aux;
  i++; // incremento do ponteiro
  j--; // decremento do ponteiro
}
mostra_vetor( v , n );
```

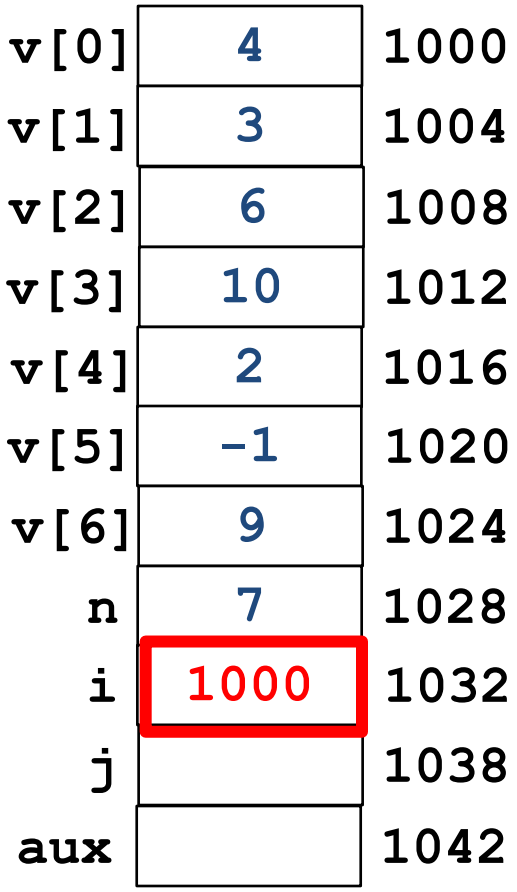
Modelo da Memória

v[0]	4	1000
v[1]	3	1004
v[2]	6	1008
v[3]	10	1012
v[4]	2	1016
v[5]	-1	1020
v[6]	9	1024
n	7	1028
i		1032
j		1038
aux		1042

Exemplo 7: invertendo um vetor

```
int v[7] = {4, 3, 6, 10, 2, -1, 9};
int n = 7;
int *i = v;           // primeiro
int *j = v + n - 1; // último
while( i < j ){
  int aux = *i;
  *i = *j;
  *j = aux;
  i++; // incremento do ponteiro
  j--; // decremento do ponteiro
}
mostra_vetor( v , n );
```

Modelo da Memória



Exemplo 7: invertendo um vetor

```
int v[7] = {4, 3, 6, 10, 2, -1, 9};
int n = 7;
int *i = v;           // primeiro
int *j = v + n - 1; // último
while( i < j ){
  int aux = *i;
  *i = *j;
  *j = aux;
  i++; // incremento do ponteiro
  j--; // decremento do ponteiro
}
mostra_vetor( v , n );
```

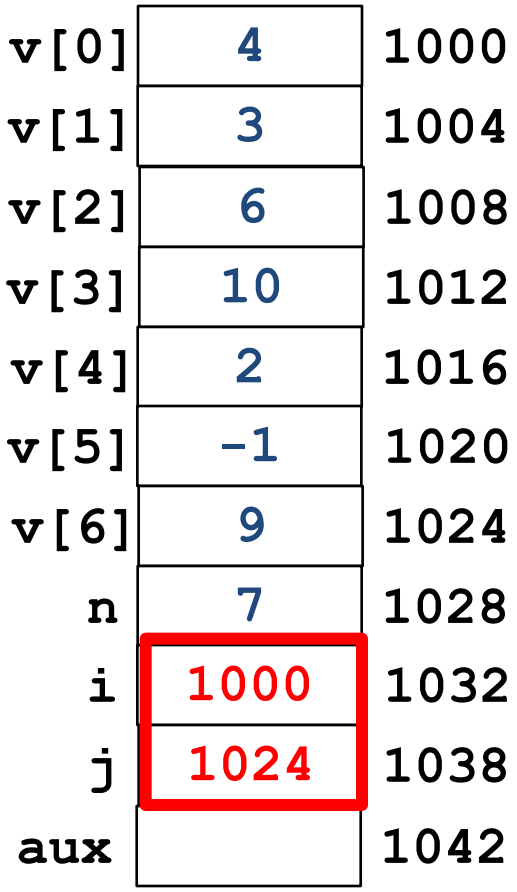
Modelo da Memória

v[0]	4	1000
v[1]	3	1004
v[2]	6	1008
v[3]	10	1012
v[4]	2	1016
v[5]	-1	1020
v[6]	9	1024
n	7	1028
i	1000	1032
j	1024	1038
aux		1042

Exemplo 7: invertendo um vetor

```
int v[7] = {4, 3, 6, 10, 2, -1, 9};
int n = 7;
int *i = v;           // primeiro
int *j = v + n - 1; // último
while( i < j ){
  int aux = *i;
  *i = *j;
  *j = aux;
  i++; // incremento do ponteiro
  j--; // decremento do ponteiro
}
mostra_vetor( v , n );
```

Modelo da Memória



Exemplo 7: invertendo um vetor

```
int v[7] = {4, 3, 6, 10, 2, -1, 9};
int n = 7;
int *i = v;           // primeiro
int *j = v + n - 1; // último
while( i < j ){
   int aux = *i;
   *i = *j;
   *j = aux;
   i++; // incremento do ponteiro
   j--; // decremento do ponteiro
}
mostra_vetor( v , n );
```

Modelo da Memória

v[0]	4	1000
v[1]	3	1004
v[2]	6	1008
v[3]	10	1012
v[4]	2	1016
v[5]	-1	1020
v[6]	9	1024
n	7	1028
i	1000	1032
j	1024	1038
aux	4	1042

Exemplo 7: invertendo um vetor

```
int v[7] = {4, 3, 6, 10, 2, -1, 9};
int n = 7;
int *i = v;           // primeiro
int *j = v + n - 1; // último
while( i < j ){
  int aux = *i;
  *i = *j;
  *j = aux;
  i++; // incremento do ponteiro
  j--; // decremento do ponteiro
}
mostra_vetor( v , n );
```

Modelo da Memória

v[0]	9	1000
v[1]	3	1004
v[2]	6	1008
v[3]	10	1012
v[4]	2	1016
v[5]	-1	1020
v[6]	9	1024
n	7	1028
i	1000	1032
j	1024	1038
aux	4	1042

Exemplo 7: invertendo um vetor

```
int v[7] = {4, 3, 6, 10, 2, -1, 9};
int n = 7;
int *i = v;           // primeiro
int *j = v + n - 1; // último
while( i < j ){
  int aux = *i;
  *i = *j;
  *j = aux;
  i++; // incremento do ponteiro
  j--; // decremento do ponteiro
}
mostra_vetor( v , n );
```

Modelo da Memória

v[0]	9	1000
v[1]	3	1004
v[2]	6	1008
v[3]	10	1012
v[4]	2	1016
v[5]	-1	1020
v[6]	4	1024
n	7	1028
i	1000	1032
j	1024	1038
aux	4	1042

Exemplo 7: invertendo um vetor

```
int v[7] = {4, 3, 6, 10, 2, -1, 9};
int n = 7;
int *i = v;           // primeiro
int *j = v + n - 1; // último
while( i < j ){
   int aux = *i;
   *i = *j;
   *j = aux;
   i++; // incremento do ponteiro
   j--; // decremento do ponteiro
}
mostra_vetor( v , n );
```

Modelo da Memória

v[0]	9	1000
v[1]	3	1004
v[2]	6	1008
v[3]	10	1012
v[4]	2	1016
v[5]	-1	1020
v[6]	4	1024
n	7	1028
i	1004	1032
j	1024	1038
aux	4	1042

Exemplo 7: invertendo um vetor

```
int v[7] = {4, 3, 6, 10, 2, -1, 9};
int n = 7;
int *i = v;           // primeiro
int *j = v + n - 1; // último
while( i < j ){
   int aux = *i;
   *i = *j;
   *j = aux;
   i++; // incremento do ponteiro
   j--; // decremento do ponteiro
}
mostra_vetor( v , n );
```

Modelo da Memória

v[0]	9	1000
v[1]	3	1004
v[2]	6	1008
v[3]	10	1012
v[4]	2	1016
v[5]	-1	1020
v[6]	4	1024
n	7	1028
i	1004	1032
j	1020	1038
aux	4	1042

Exemplo 7: invertendo um vetor

```
int v[7] = {4, 3, 6, 10, 2, -1, 9};
int n = 7;
int *i = v;           // primeiro
int *j = v + n - 1; // último
while( i < j ){
  int aux = *i;
  *i = *j;
  *j = aux;
  i++; // incremento do ponteiro
  j--; // decremento do ponteiro
}
mostra_vetor( v , n );
```

Modelo da Memória

v[0]	9	1000
v[1]	3	1004
v[2]	6	1008
v[3]	10	1012
v[4]	2	1016
v[5]	-1	1020
v[6]	4	1024
n	7	1028
i	1004	1032
j	1020	1038
aux	4	1042

Exemplo 7: invertendo um vetor

```
int v[7] = {4, 3, 6, 10, 2, -1, 9};
int n = 7;
int *i = v;           // primeiro
int *j = v + n - 1; // último
while( i < j ){
   int aux = *i;
   *i = *j;
   *j = aux;
   i++; // incremento do ponteiro
   j--; // decremento do ponteiro
}
mostra_vetor( v , n );
```

Modelo da Memória

v[0]	9	1000
v[1]	3	1004
v[2]	6	1008
v[3]	10	1012
v[4]	2	1016
v[5]	-1	1020
v[6]	4	1024
n	7	1028
i	1004	1032
j	1020	1038
aux	3	1042

Exemplo 7: invertendo um vetor

```
int v[7] = {4, 3, 6, 10, 2, -1, 9};
int n = 7;
int *i = v;           // primeiro
int *j = v + n - 1; // último
while( i < j ){
  int aux = *i;
  *i = *j;
  *j = aux;
  i++; // incremento do ponteiro
  j--; // decremento do ponteiro
}
mostra_vetor( v , n );
```

Modelo da Memória

v[0]	9	1000
v[1]	-1	1004
v[2]	6	1008
v[3]	10	1012
v[4]	2	1016
v[5]	-1	1020
v[6]	4	1024
n	7	1028
i	1004	1032
j	1020	1038
aux	3	1042

Exemplo 7: invertendo um vetor

```
int v[7] = {4, 3, 6, 10, 2, -1, 9};
int n = 7;
int *i = v;           // primeiro
int *j = v + n - 1; // último
while( i < j ){
   int aux = *i;
   *i = *j;
   *j = aux;
   i++; // incremento do ponteiro
   j--; // decremento do ponteiro
}
mostra_vetor( v , n );
```

Modelo da Memória

v[0]	9	1000
v[1]	-1	1004
v[2]	6	1008
v[3]	10	1012
v[4]	2	1016
v[5]	3	1020
v[6]	4	1024
n	7	1028
i	1004	1032
j	1020	1038
aux	3	1042

Exemplo 7: invertendo um vetor

```
int v[7] = {4, 3, 6, 10, 2, -1, 9};
int n = 7;
int *i = v;           // primeiro
int *j = v + n - 1; // último
while( i < j ){
   int aux = *i;
   *i = *j;
   *j = aux;
   i++; // incremento do ponteiro
   j--; // decremento do ponteiro
}
mostra_vetor( v , n );
```

Modelo da Memória

v[0]	9	1000
v[1]	-1	1004
v[2]	6	1008
v[3]	10	1012
v[4]	2	1016
v[5]	3	1020
v[6]	4	1024
n	7	1028
i	1008	1032
j	1020	1038
aux	3	1042

Exemplo 7: invertendo um vetor

```
int v[7] = {4, 3, 6, 10, 2, -1, 9};
int n = 7;
int *i = v;           // primeiro
int *j = v + n - 1; // último
while( i < j ){
   int aux = *i;
   *i = *j;
   *j = aux;
   i++; // incremento do ponteiro
   j--; // decremento do ponteiro
}
mostra_vetor( v , n );
```

Modelo da Memória

v[0]	9	1000
v[1]	-1	1004
v[2]	6	1008
v[3]	10	1012
v[4]	2	1016
v[5]	3	1020
v[6]	4	1024
n	7	1028
i	1008	1032
j	1016	1038
aux	3	1042

Exemplo 7: invertendo um vetor

```
int v[7] = {4, 3, 6, 10, 2, -1, 9};
int n = 7;
int *i = v;           // primeiro
int *j = v + n - 1; // último
while( i < j ){
   int aux = *i;
   *i = *j;
   *j = aux;
   i++; // incremento do ponteiro
   j--; // decremento do ponteiro
}
mostra_vetor( v , n );
```

Modelo da Memória

v[0]	9	1000
v[1]	-1	1004
v[2]	6	1008
v[3]	10	1012
v[4]	2	1016
v[5]	3	1020
v[6]	4	1024
n	7	1028
i	1008	1032
j	1016	1038
aux	3	1042

Exemplo 7: invertendo um vetor

```
int v[7] = {4, 3, 6, 10, 2, -1, 9};
int n = 7;
int *i = v;           // primeiro
int *j = v + n - 1; // último
while( i < j ){
   int aux = *i;
   *i = *j;
   *j = aux;
   i++; // incremento do ponteiro
   j--; // decremento do ponteiro
}
mostra_vetor( v , n );
```

Modelo da Memória

v[0]	9	1000
v[1]	-1	1004
v[2]	6	1008
v[3]	10	1012
v[4]	2	1016
v[5]	3	1020
v[6]	4	1024
n	7	1028
i	1008	1032
j	1016	1038
aux	6	1042

Exemplo 7: invertendo um vetor

```
int v[7] = {4, 3, 6, 10, 2, -1, 9};
int n = 7;
int *i = v;           // primeiro
int *j = v + n - 1; // último
while( i < j ){
   int aux = *i;
   *i = *j;
   *j = aux;
   i++; // incremento do ponteiro
   j--; // decremento do ponteiro
}
mostra_vetor( v , n );
```

Modelo da Memória

v[0]	9	1000
v[1]	-1	1004
v[2]	2	1008
v[3]	10	1012
v[4]	2	1016
v[5]	3	1020
v[6]	4	1024
n	7	1028
i	1008	1032
j	1016	1038
aux	6	1042

Exemplo 7: invertendo um vetor

```
int v[7] = {4, 3, 6, 10, 2, -1, 9};
int n = 7;
int *i = v;           // primeiro
int *j = v + n - 1; // último
while( i < j ){
  int aux = *i;
  *i = *j;
  *j = aux;
  i++; // incremento do ponteiro
  j--; // decremento do ponteiro
}
mostra_vetor( v , n );
```

Modelo da Memória

v[0]	9	1000
v[1]	-1	1004
v[2]	2	1008
v[3]	10	1012
v[4]	6	1016
v[5]	3	1020
v[6]	4	1024
n	7	1028
i	1008	1032
j	1016	1038
aux	6	1042

Exemplo 7: invertendo um vetor

```
int v[7] = {4, 3, 6, 10, 2, -1, 9};
int n = 7;
int *i = v;           // primeiro
int *j = v + n - 1; // último
while( i < j ){
   int aux = *i;
   *i = *j;
   *j = aux;
   i++; // incremento do ponteiro
   j--; // decremento do ponteiro
}
mostra_vetor( v , n );
```

Modelo da Memória

v[0]	9	1000
v[1]	-1	1004
v[2]	2	1008
v[3]	10	1012
v[4]	6	1016
v[5]	3	1020
v[6]	4	1024
n	7	1028
i	1012	1032
j	1016	1038
aux	6	1042

Exemplo 7: invertendo um vetor

```
int v[7] = {4, 3, 6, 10, 2, -1, 9};
int n = 7;
int *i = v;           // primeiro
int *j = v + n - 1; // último
while( i < j ){
   int aux = *i;
   *i = *j;
   *j = aux;
   i++; // incremento do ponteiro
   j--; // decremento do ponteiro
}
mostra_vetor( v , n );
```

Modelo da Memória

v[0]	9	1000
v[1]	-1	1004
v[2]	2	1008
v[3]	10	1012
v[4]	6	1016
v[5]	3	1020
v[6]	4	1024
n	7	1028
i	1012	1032
j	1012	1038
aux	6	1042

Exemplo 7: invertendo um vetor

```
int v[7] = {4, 3, 6, 10, 2, -1, 9};
int n = 7;
int *i = v;           // primeiro
int *j = v + n - 1; // último
while( i < j ){
  int aux = *i;
  *i = *j;
  *j = aux;
  i++; // incremento do ponteiro
  j--; // decremento do ponteiro
}
mostra_vetor( v , n );
```

Modelo da Memória

v[0]	9	1000
v[1]	-1	1004
v[2]	2	1008
v[3]	10	1012
v[4]	6	1016
v[5]	3	1020
v[6]	4	1024
n	7	1028
i	1012	1032
j	1012	1038
aux	6	1042

Exemplo 7: invertendo um vetor

```
int v[7] = {4, 3, 6, 10, 2, -1, 9};
int n = 7;
int *i = v;           // primeiro
int *j = v + n - 1; // último
while( i < j ){
   int aux = *i;
   *i = *j;
   *j = aux;
   i++; // incremento do ponteiro
   j--; // decremento do ponteiro
}
mostra_vetor( v , n );
```

Modelo da Memória

v[0]	9	1000
v[1]	-1	1004
v[2]	2	1008
v[3]	10	1012
v[4]	6	1016
v[5]	3	1020
v[6]	4	1024
n	7	1028
i	1012	1032
j	1012	1038
aux	6	1042

EXEMPLO PRÁTICO

Exemplo Prático

- Concatenação de *strings*.