UTFPR

Ciência da Computação

Algoritmos e Estrutura de Dados 1

Memória e Alocação Dinâmica

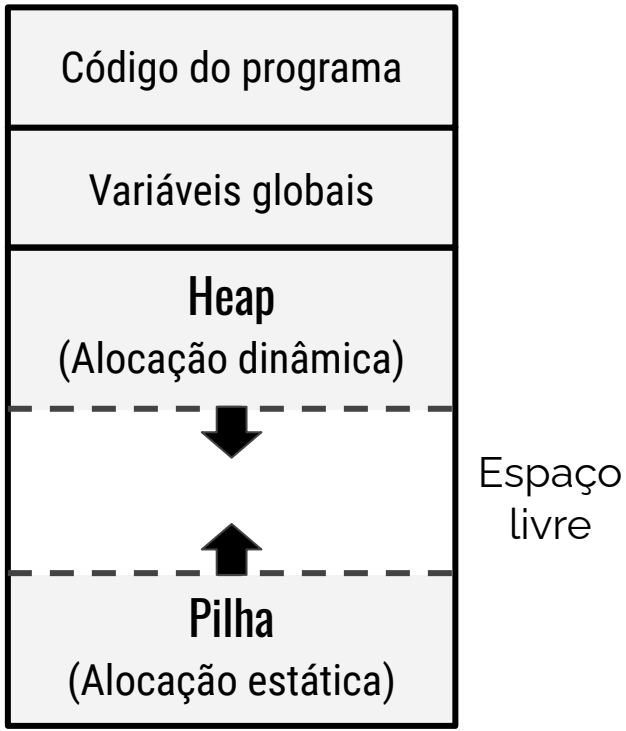
Rafael Liberato
liberato@utfpr.edu.br

Agenda

- Organização da memória
  - Pilha *vs* Heap
- Alocação Dinâmica
  - Funções da biblioteca stdlib.h
- Criando Vetores, Matrizes e Structs dinamicamente
  - Vetor
  - Matriz
  - Struct

Alocação de memória

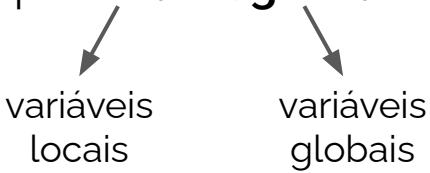
- Esquema didático da distribuição da memória



Alocação de memória

Alocação Estática

- O tamanho do espaço é definido durante a codificação (**tempo de compilação**)
- **Não precisamos nos preocupar com o gerenciamento do espaço alocado**. A vida útil do espaço é definido pelo escopo em que a variável foi declarada
- Escopo **local** ou **global**

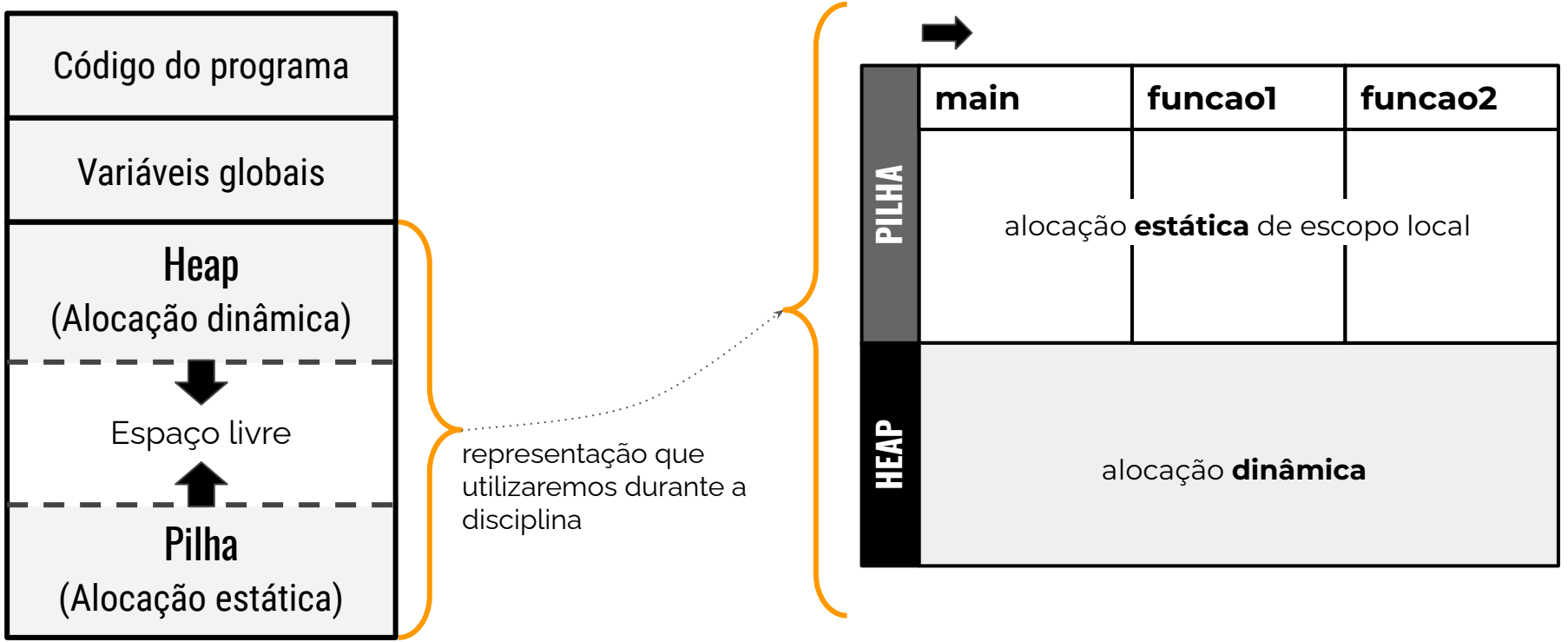


Alocação Dinâmica

- O tamanho do espaço é definido durante a execução (**tempo de execução**)
- O gerenciamento do espaço alocado é de **responsabilidade do programador**.
- Escopo **global**

Alocação de memória

- Esquema didático da distribuição da memória



Funções para Alocação Dinâmica

- `void *malloc(size_t tam)`
- `void *calloc(size_t qtde, size_t tam)`
- `void free(void *ptr)`

Alocação dinâmica Funções da biblioteca <stdlib.h>

void *malloc(size_t tam) [referência]

Aloca espaço na memória heap e devolve o endereço do primeiro byte.

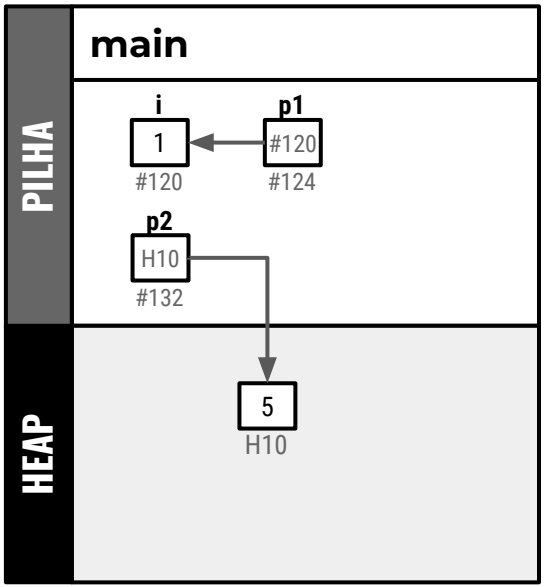
Parâmetros

<tam> - tamanho em bytes do espaço a ser alocado.

Retorno

void*

- V endereço do primeiro byte do espaço alocado,
- F ou endereço nulo (NULL) quando não houver espaço suficiente.



Exemplo

```
int i = 1;
int *p1 = &i;
int *p2;
p2 = (int*) malloc (sizeof(int));
*p2 = 5;
```

Alocação dinâmica Funções da biblioteca <stdlib.h>

`void *malloc(size_t tam)` [referência]

Aloca espaço na memória heap e devolve o endereço do primeiro byte.

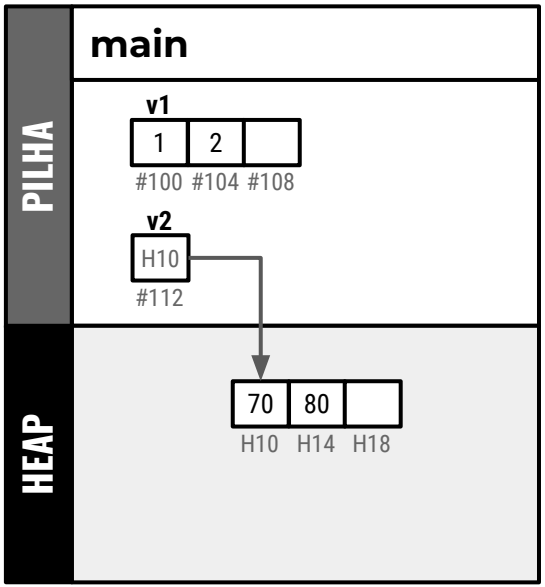
Parâmetros

`<tam>` - tamanho em bytes do espaço a ser alocado.

Retorno

`void*`

- V endereço do primeiro byte do espaço alocado,
- F ou endereço nulo (NULL) quando não houver espaço suficiente.



Exemplo - Alocando um vetor

```
int v1[3];
int* v2 = (int*) malloc (3 * sizeof(int));
v1[0] = 1;
*(v1+1) = 2;
v2[0] = 70;
*(v2+1) = 80;
```

Alocação dinâmica Funções da biblioteca <stdlib.h>

`void *calloc(size_t qtde, size_t tam)` [referência]

Aloca espaço na memória heap e devolve o endereço do primeiro byte.
Atribui o byte 0 em todas as posições de memória alocadas.

Parâmetros

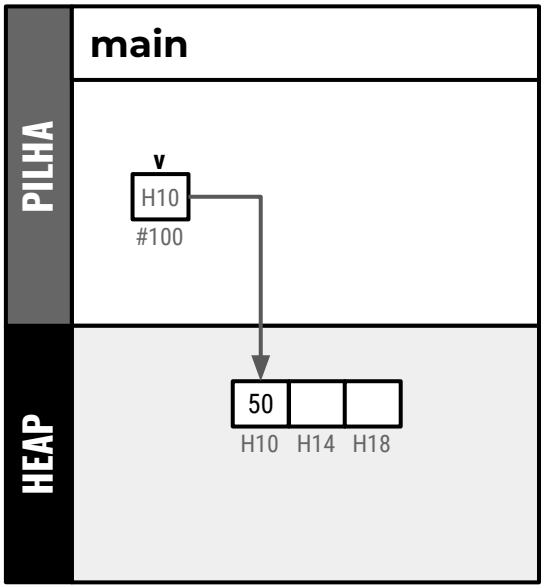
`<qtde>` - quantidade de itens a ser alocados..

`<tam>` - tamanho em bytes de cada item.

Retorno

`void*`

- V endereço do primeiro byte do espaço alocado,
- F ou endereço nulo (NULL) quando não houver espaço suficiente.



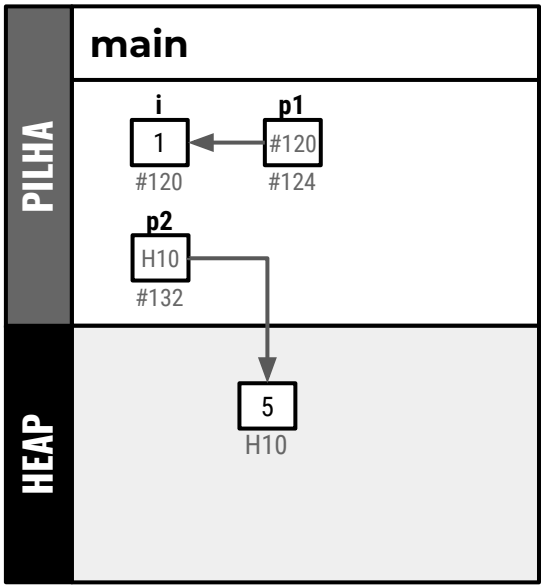
Exemplo - Alocando um vetor

```
int *v;
v = (int*) calloc (3, sizeof(int));
v[0] = 50;
```

Alocação dinâmica Funções da biblioteca `<stdlib.h>`

Detalhes

- As funções reservam o espaço na HEAP e devolvem um ponteiro genérico **`void*`**.
- É prudente fazermos a conversão explícita para o tipo específico para o qual alocamos o espaço. A conversão explícita é realizada pelo operador de coerção (*cast*)
- Perceba que os espaços alocados na HEAP não possuem rótulos. Isso significa que o programador é responsável por decidir quando o espaço será desalocado.
- Por este motivo, precisamos tomar cuidado para não perder o endereço de memória alocado na heap.



Alocação dinâmica Funções da biblioteca <stdlib.h>

`void free(void *ptr)` [ref]

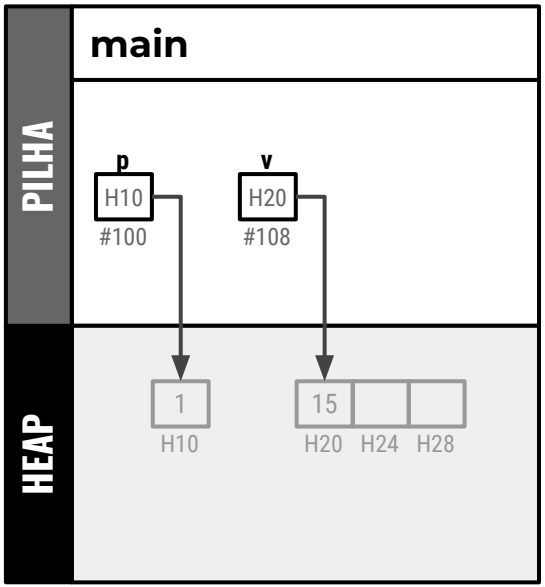
Libera o espaço alocado na HEAP.

Parâmetros

`<ptr>` - endereço do espaço a ser liberado.

Exemplo

```
int *p = (int*) malloc(sizeof(int);
int *v1 = (int*) malloc (3 * sizeof(int));
*p = 1;
v1[0] = 15;

free(p);
free(v1);
```



Alocação dinâmica Funções da biblioteca <stdlib.h>

`void free(void *ptr)` [ref]

Libera o espaço alocado na HEAP.

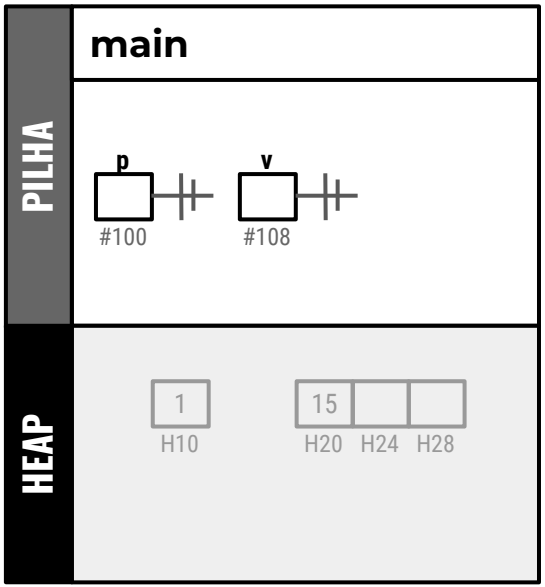
Parâmetros

`<ptr>` - endereço do espaço a ser liberado.

Exemplo

```
int *p = (int*) malloc(sizeof(int);
int *v1 = (int*) malloc (3 * sizeof(int));
*p = 1;
v1[0] = 15;

free(p);
free(v1);

p = NULL;
v1 = NULL;
```

Boa prática

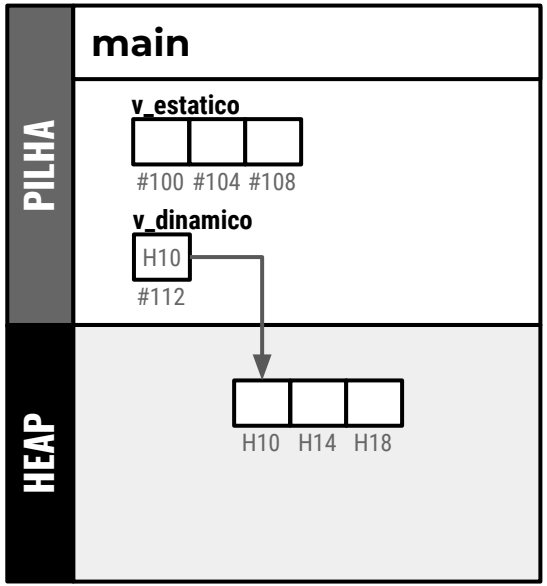


Criando vetores, matrizes e structs dinamicamente

Vetor

Independente da forma de alocação do vetor (estática ou dinâmica), a forma de manipulação dos dados se mantém a mesma (Notação de colchetes ou ponteiros).

ALOCAÇÃO ESTÁTICA VS ALOCAÇÃO DINÂMICA



Vetor

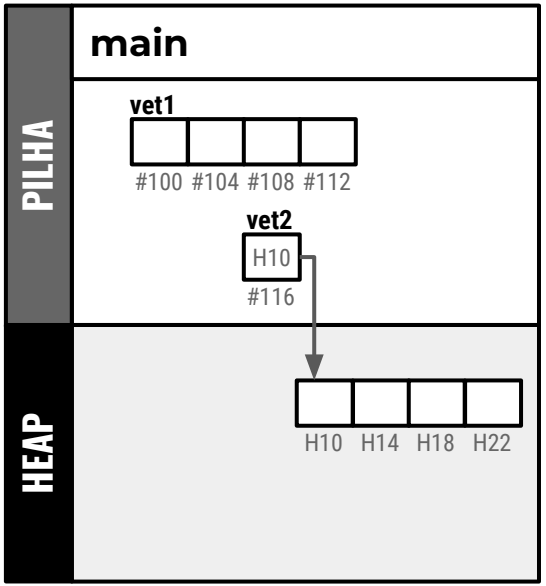
[Código no Repl.it]

Criando o vetor

ALOCAÇÃO ESTÁTICA VS ALOCAÇÃO DINÂMICA

```c
int vet1[4];
```

```c
int* vet2;
vet2 =(int*)calloc(4, sizeof(int));
```



Vetor

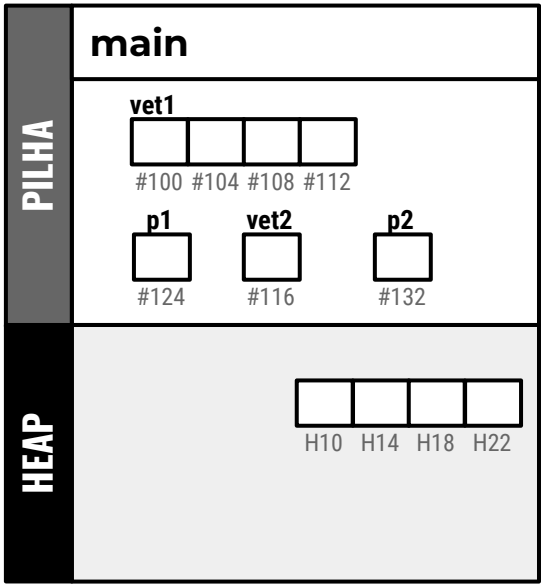
[Código no Repl.it]

Manipulando os dados

ALOCAÇÃO ESTÁTICA VS ALOCAÇÃO DINÂMICA

```c
int vet1[4];

int* p1 = vet1;

vet1[0] = 10;
*(vet1 + 1) = 20;
p1[2] = 30;
*(p1+3) = 40;
```

```c
int* vet2;
vet2 =(int*)calloc(4, sizeof(int));

int* p2 = vet2;

vet2[0] = 50;
*(vet2 + 1) = 60;
p2[2] = 70;
*(p2+3) = 80;
```



Vetor

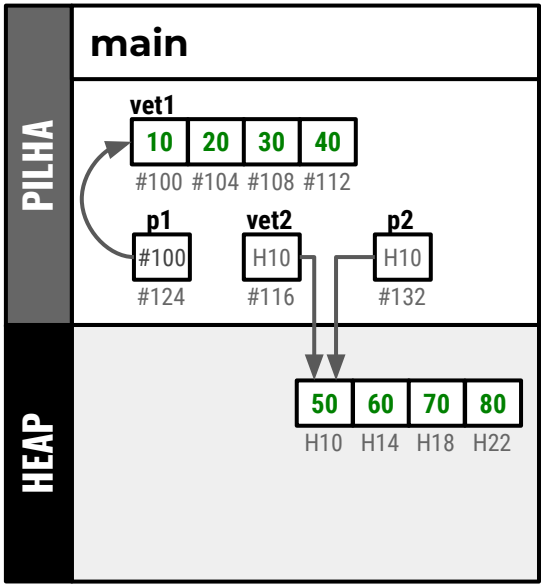
[Código no Repl.it]

Manipulando os dados

ALOCAÇÃO ESTÁTICA VS ALOCAÇÃO DINÂMICA

```c
int vet1[4];

int* p1 = vet1;

vet1[0] = 10;
*(vet1 + 1) = 20;
p1[2] = 30;
*(p1+3) = 40;
```

```c
int* vet2;
vet2 =(int*)calloc(4, sizeof(int));

int* p2 = vet2;

vet2[0] = 50;
*(vet2 + 1) = 60;
p2[2] = 70;
*(p2+3) = 80;
```



Vetor

[Código no Repl.it]

Desalocando o vetor

ALOCAÇÃO ESTÁTICA VS ALOCAÇÃO DINÂMICA

```c
int vet1[4];
```

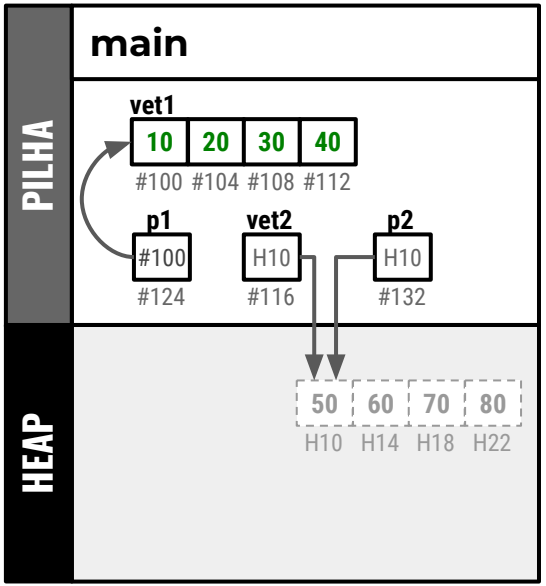
```c
int* vet2;
vet2 =(int*)calloc(4, sizeof(int));
```

```c
int* p1 = vet1;

vet1[0] = 10;
*(vet1 + 1) = 20;
p1[2] = 30;
*(p1+3) = 40;
```

```c
int* p2 = vet2;

vet2[0] = 50;
*(vet2 + 1) = 60;
p2[2] = 70;
*(p2+3) = 80;
```

A liberação do espaço é realizada automaticamente de acordo com o escopo em que a variável foi declarada

```c
free(vet2);
```



Vetor

[Código no Repl.it]

Desalocando o vetor

ALOCAÇÃO ESTÁTICA VS ALOCAÇÃO DINÂMICA

```
int vet1[4];
```

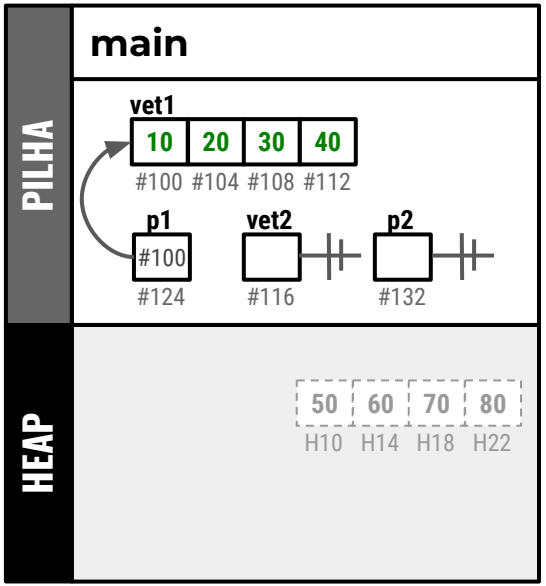
```
int* vet2;
vet2 =(int*)calloc(4, sizeof(int));
```

```
int* p1 = vet1;

vet1[0] = 10;
*(vet1 + 1) = 20;
p1[2] = 30;
*(p1+3) = 40;
```

```
int* p2 = vet2;

vet2[0] = 50;
*(vet2 + 1) = 60;
p2[2] = 70;
*(p2+3) = 80;
```

A liberação do espaço é realizada automaticamente de acordo com o escopo em que a variável foi declarada

```
free(vet2);
vet2 = p2 = NULL;
```



Vetor

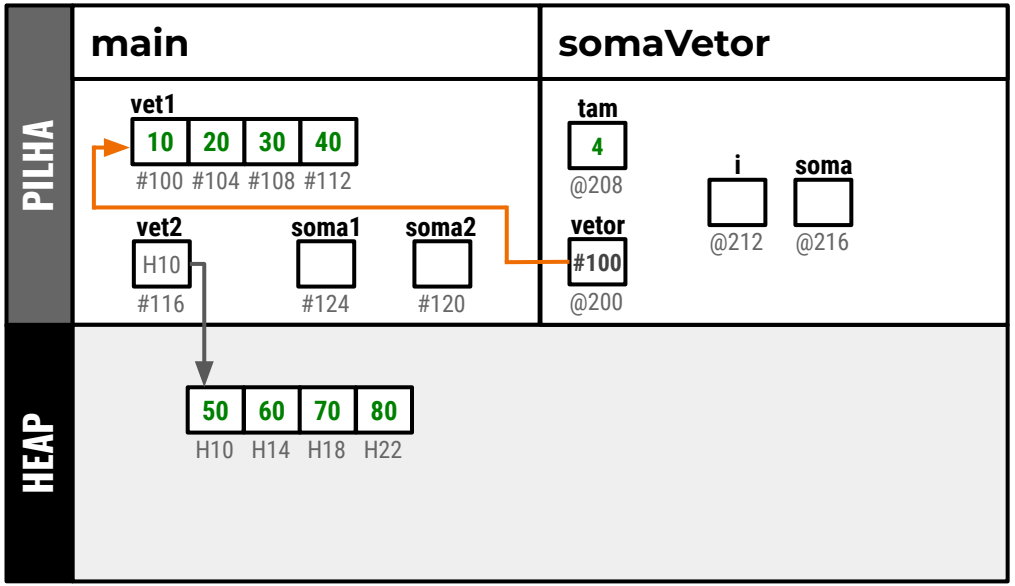
[Código no Repl.it]

Passando vetor por parâmetro

```
int somaVetor(int* vetor , int tam);
int somaVetor(int vetor[], int tam);
```

```
int main(){
   int vet1[4] = {10,20,30,40};

   int* vet2 =(int*)calloc(4, sizeof(int));
   vet2[0] = 50;
   vet2[1] = 60;
   vet2[2] = 70;
   vet2[3] = 80;

   int soma1 = somaVetor(vet1, 4);
   int soma2 = somaVetor(vet2, 4);
}
```

```
// Devolve a soma dos valores do vetor
int somaVetor(int* vetor, int tam){
   int i, soma = 0;;
   for(i=0; i<tam; i++){
       soma += vetor[i];
   }
   return soma;
}
```



Vetor

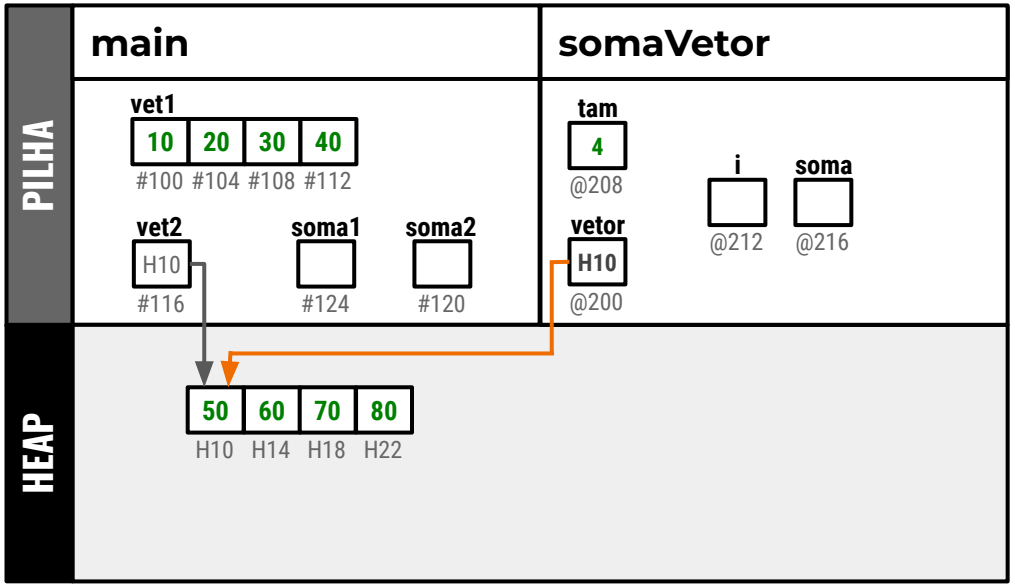
[Código no Repl.it]

Passando vetor por parâmetro

```c
int main(){
   int vet1[4] = {10,20,30,40};

   int* vet2 =(int*)calloc(4, sizeof(int));
   vet2[0] = 50;
   vet2[1] = 60;
   vet2[2] = 70;
   vet2[3] = 80;

   int soma1 = somaVetor(vet1, 4);
   int soma2 = somaVetor(vet2, 4);
}
```

```c
// Devolve a soma dos valores do vetor
int somaVetor(int* vetor, int tam){
   int i, soma = 0;;
   for(i=0; i<tam; i++){
       soma += vetor[i];
   }
   return soma;
}
```

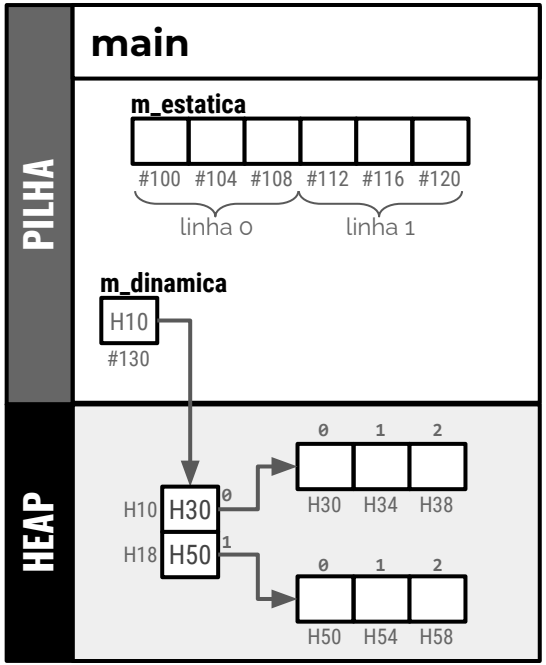
```c
int somaVetor(int* vetor , int tam);
int somaVetor(int vetor[], int tam);
```



Matriz

A matriz alocada dinamicamente possui algumas diferenças em relação à alocada estaticamente. As principais diferenças são:

- organização dos dados na memória (vetor de vetores)
- forma de passagem de parâmetro



ALOCAÇÃO ESTÁTICA VS ALOCAÇÃO DINÂMICA

Matriz

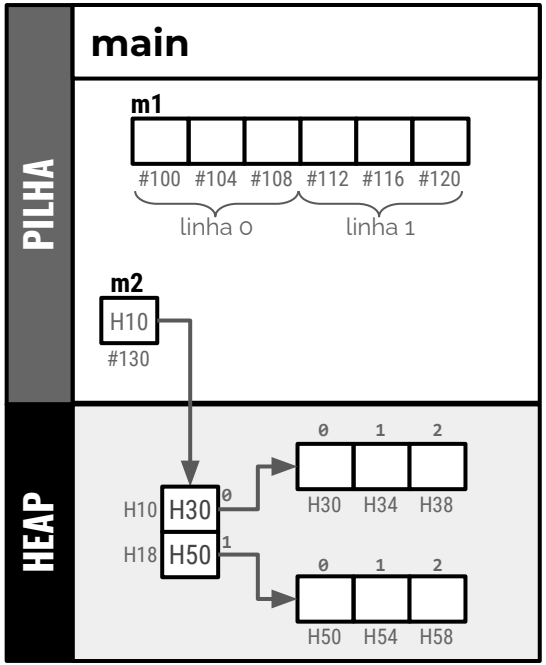
[Código no Repl.it]

Criando a matriz

ALOCAÇÃO ESTÁTICA VS ALOCAÇÃO DINÂMICA

```c
int m1[2][3];
```

```c
int** m2;
// Primeira dimensão
m2 =(int**)calloc(2, sizeof(int*));

// Segunda dimensão
m2[0] = (int*)calloc(3, sizeof(int));
m2[1] = (int*)calloc(3, sizeof(int));
```



Matriz

[Código no Repl.it]

Manipulando os dados

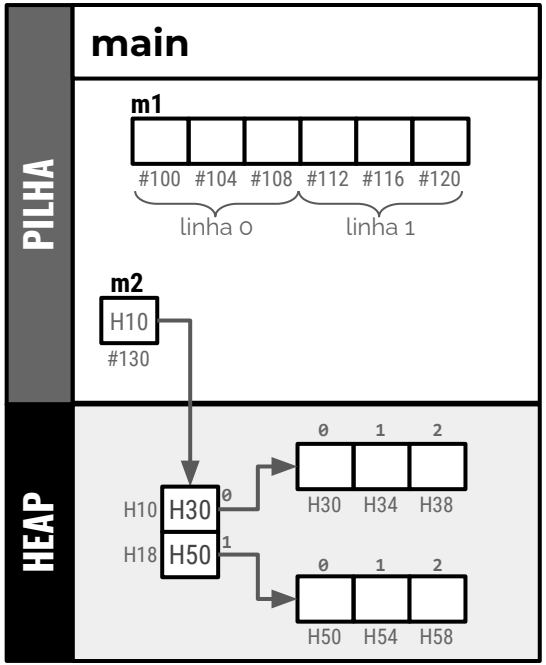
ALOCAÇÃO ESTÁTICA VS ALOCAÇÃO DINÂMICA

```c
int m1[2][3];
```

```c
int** m2;
// Primeira dimensão
m2 =(int**)calloc(2, sizeof(int*));

// Segunda dimensão
m2[0] = (int*)calloc(3, sizeof(int));
m2[1] = (int*)calloc(3, sizeof(int));
```

```c
m1[0][0] = 10;
*(m1[1] + 2) = 60;
```

```c
m1[0][0] = 10;
*(m1[1] + 2) = 60;
```



Matriz

[Código no Repl.it]

Manipulando os dados

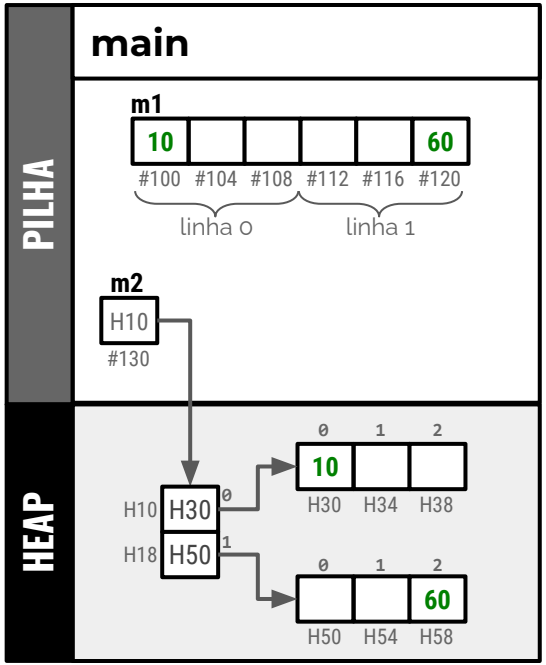
ALOCAÇÃO ESTÁTICA VS ALOCAÇÃO DINÂMICA

```c
int m1[2][3];
```

```c
int** m2;
// Primeira dimensão
m2 =(int**)calloc(2, sizeof(int*));

// Segunda dimensão
m2[0] = (int*)calloc(3, sizeof(int));
m2[1] = (int*)calloc(3, sizeof(int));
```

```c
m1[0][0] = 10;
*(m1[1] + 2) = 60;
```

```c
m1[0][0] = 10;
*(m1[1] + 2) = 60;
```



Matriz

[Código no Repl.it]

Desalocando a matriz

ALOCAÇÃO ESTÁTICA VS ALOCAÇÃO DINÂMICA

```
int m1[2][3];
```

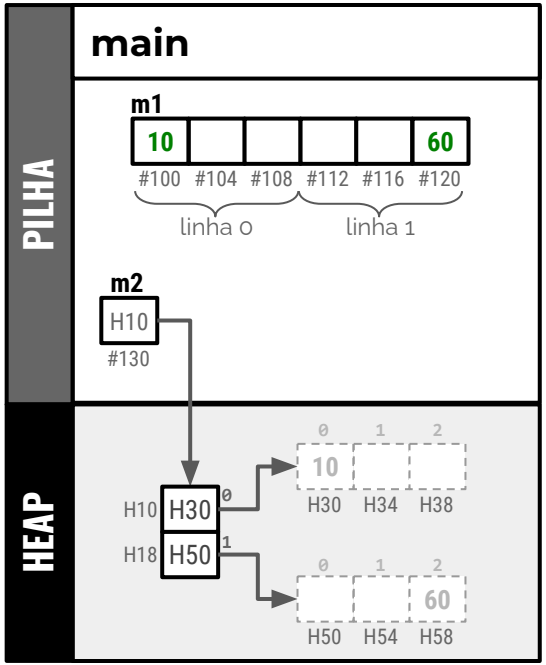
```
m1[0][0] = 10;
*(m1[1] + 2) = 60;
```

A liberação do espaço é realizada automaticamente de acordo com o escopo em que a variável foi declarada

```
int** m2;
// Primeira dimensão
m2 =(int**)calloc(2, sizeof(int*));

// Segunda dimensão
m2[0] = (int*)calloc(3, sizeof(int));
m2[1] = (int*)calloc(3, sizeof(int));
```

```
m1[0][0] = 10;
*(m1[1] + 2) = 60;
```

```
free(m2[0]);   Endereço H30
free(m2[1]);   Endereço H50
```



Matriz

[Código no Repl.it]

Desalocando a matriz

ALOCAÇÃO ESTÁTICA VS ALOCAÇÃO DINÂMICA

```
int m1[2][3];
```

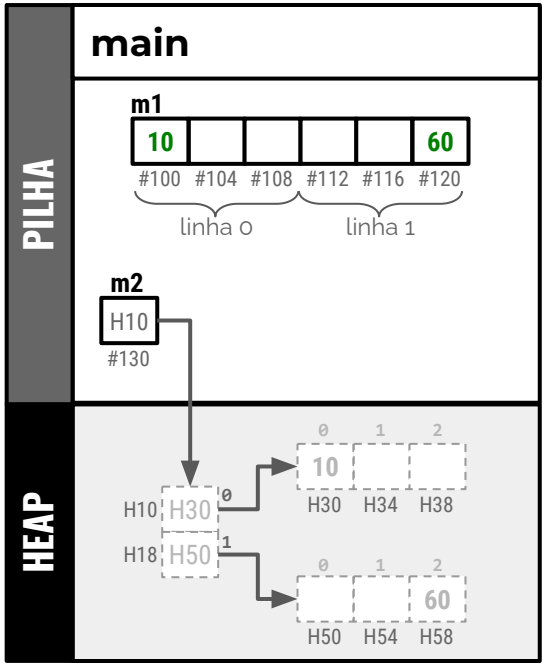
```
m1[0][0] = 10;
*(m1[1] + 2) = 60;
```

A liberação do espaço é realizada automaticamente de acordo com o escopo em que a variável foi declarada

```
int** m2;
// Primeira dimensão
m2 =(int**)calloc(2, sizeof(int*));

// Segunda dimensão
m2[0] = (int*)calloc(3, sizeof(int));
m2[1] = (int*)calloc(3, sizeof(int));
```

```
m1[0][0] = 10;
*(m1[1] + 2) = 60;
```

```
free(m2[0]);   Endereço H30
free(m2[1]);   Endereço H50

free(m2);      Endereço H10
m2 = NULL;
```



Matriz

[Código no Repl.it]

Desalocando a matriz

ALOCAÇÃO ESTÁTICA VS ALOCAÇÃO DINÂMICA

```
int m1[2][3];
```

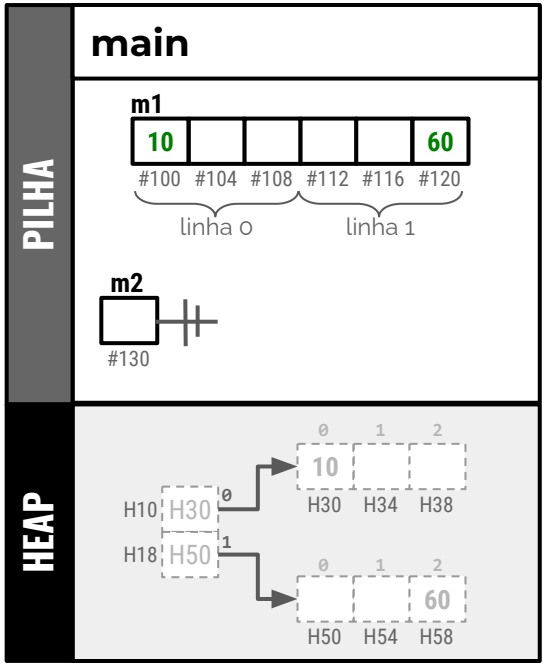
```
m1[0][0] = 10;
*(m1[1] + 2) = 60;
```

A liberação do espaço é realizada automaticamente de acordo com o escopo em que a variável foi declarada

```
int** m2;
// Primeira dimensão
m2 =(int**)calloc(2, sizeof(int*));

// Segunda dimensão
m2[0] = (int*)calloc(3, sizeof(int));
m2[1] = (int*)calloc(3, sizeof(int));
```

```
m1[0][0] = 10;
*(m1[1] + 2) = 60;
```

```
free(m2[0]);   Endereço H30
free(m2[1]);   Endereço H50

free(m2);      Endereço H10
m2 = NULL;
```



Matriz

[Código no Repl.it]

Passando a matriz por parâmetro

```c
int main(){
  int m1[2][3];

  int** m2=(int**)calloc(2, sizeof(int*));
  m2[0] = (int*)calloc(3, sizeof(int));
  m2[1] = (int*)calloc(3, sizeof(int));

  imprimeEst((int*)m1, 2, 3);
  imprimeDin(m2, 2, 3);
}
```

```c
// imprime os valores da matriz
int imprimeEST(int* m, int lin, int col){
  int i,j;
  for(i=0; i<lin; i++){
    for(j=0; j<col; j++){
      printf("\t%d", m[i * col + j]);
    }
    printf("\n");
 }
}
```

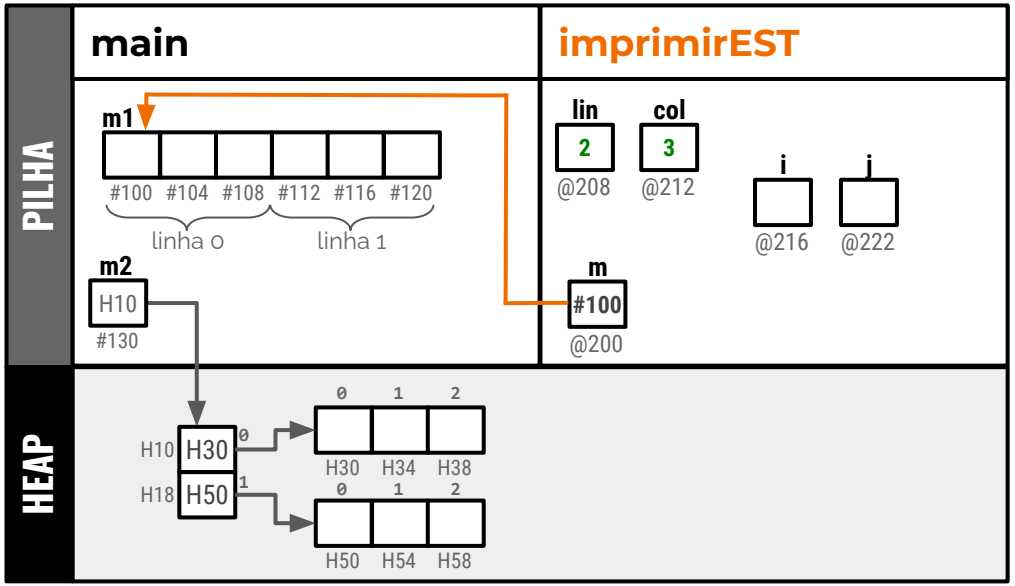
Como declarar os parâmetros?

Alocação Estática

```c
void imprimeEST(int* m, int lin, int col)
void imprimeEST(int m[][COL], int lin, int col)
```

Alocação Dinâmica

```c
void imprimirDIN(int** m, int lin, int col)
```



Matriz

[Código no Repl.it]

Passando a matriz por parâmetro

```c
int main(){
  int m1[2][3];

  int** m2=(int**)calloc(2, sizeof(int*));
  m2[0] = (int*)calloc(3, sizeof(int));
  m2[1] = (int*)calloc(3, sizeof(int));

  imprimeEst((int*)m1, 2, 3);
  imprimeDin(m2, 2, 3);
}
```

```c
// imprime os valores da matriz
int imprimeDIN(int** m, int lin, int col){
  int i,j;
  for(i=0; i<lin; i++){
    for(j=0; j<col; j++){
      printf("\t%d", m[i][j]);
    }
    printf("\n");
 }
}
```

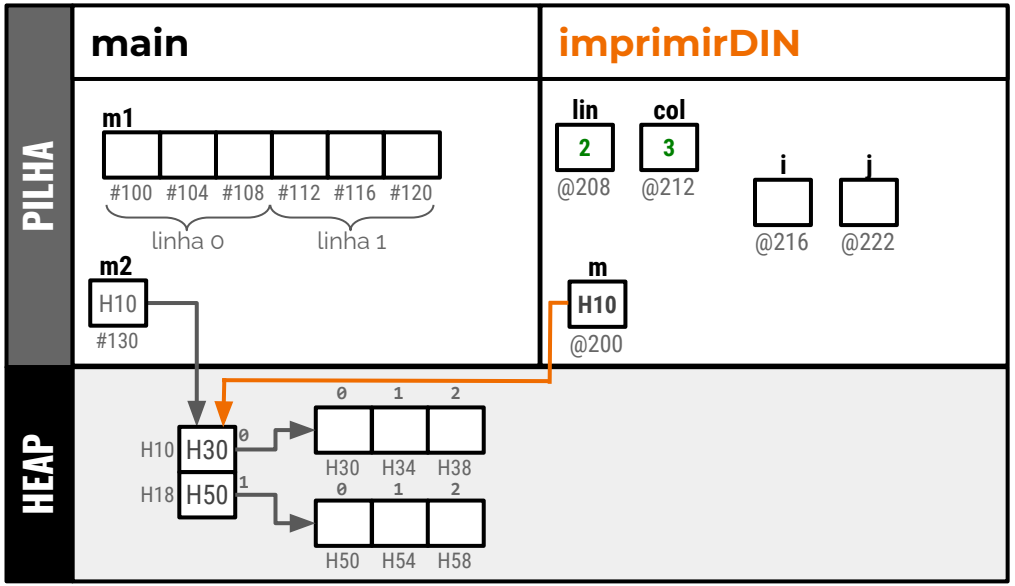
Como declarar os parâmetros?

Alocação Estática

```c
void imprimeEST(int* m, int lin, int col)
void imprimeEST(int m[][COL], int lin, int col)
```

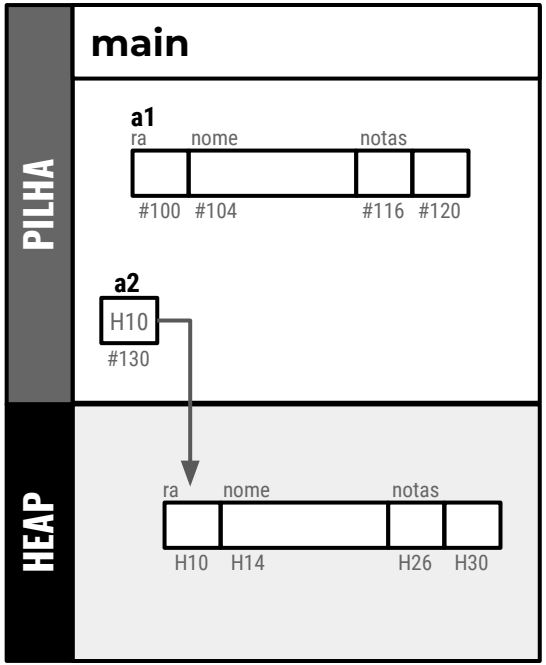
Alocação Dinâmica

```c
void imprimirDIN(int** m, int lin, int col)
```



Struct


```c
typedef struct aluno{
  int ra;
  char nome[12];
  float notas[2];
} Aluno;
```



ALOCAÇÃO ESTÁTICA VS ALOCAÇÃO DINÂMICA

Struct

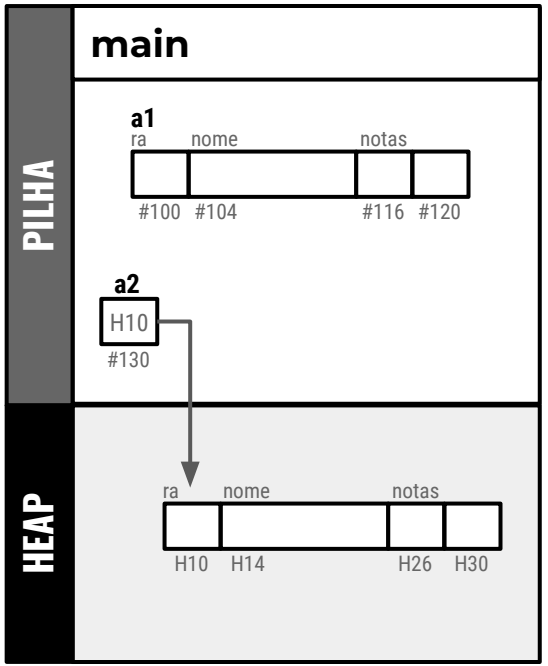
[Código no Repl.it]

Criando a struct

ALOCAÇÃO ESTÁTICA VS ALOCAÇÃO DINÂMICA

```
Aluno a1;
```

```
Aluno* a2;
a2 = (Aluno*)malloc(sizeof(Aluno));
```



Struct

[Código no Repl.it]

Manipulando os dados

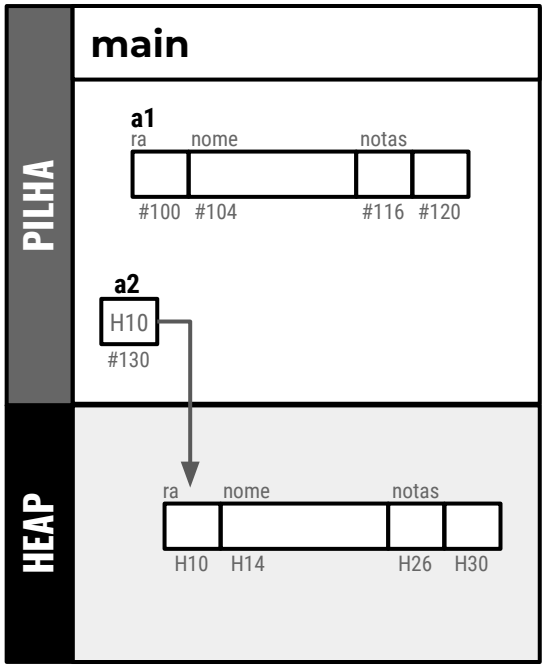
ALOCAÇÃO ESTÁTICA VS ALOCAÇÃO DINÂMICA

```
Aluno a1;
```

```
a1.ra = 1;
strcpy(a1.nome, "Joao");
a1.notas[0] = 7.0;
*(a1.notas+1) = 8.0;
```

```
Aluno* a2;
a2 = (Aluno*)malloc(sizeof(Aluno));
```

```
(*a2).ra = 2;
strcpy(a2->nome, "Maria");
a2->notas[0] = 8.0;
*(a2->notas + 1) = 9.0;
```



Struct

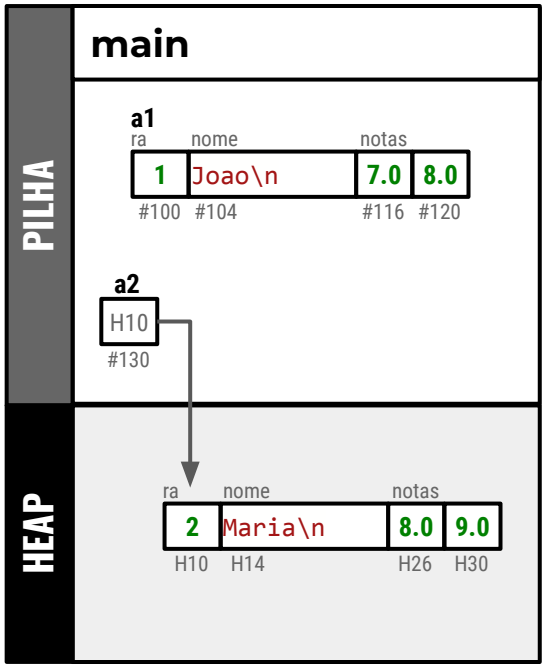
[Código no Repl.it]

Manipulando os dados

ALOCAÇÃO ESTÁTICA VS ALOCAÇÃO DINÂMICA

```
Aluno a1;

a1.ra = 1;
strcpy(a1.nome, "Joao");
a1.notas[0] = 7.0;
*(a1.notas+1) = 8.0;
```

```
Aluno* a2;
a2 = (Aluno*)malloc(sizeof(Aluno));

(*a2).ra = 2;
strcpy(a2->nome, "Maria");
a2->notas[0] = 8.0;
*(a2->notas + 1) = 9.0;
```



Struct

[Código no Repl.it]

Desalocando a struct

ALOCAÇÃO ESTÁTICA VS ALOCAÇÃO DINÂMICA

```
Aluno a1;
```

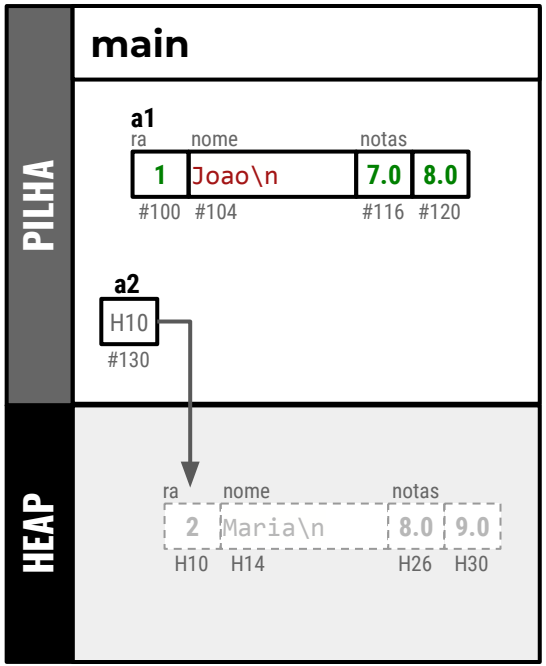
```
a1.ra = 1;
strcpy(a1.nome, "Joao");
a1.notas[0] = 7.0;
*(a1.notas+1) = 8.0;
```

A liberação do espaço é realizada automaticamente de acordo com o escopo em que a variável foi declarada

```
Aluno* a2;
a2 = (Aluno*)malloc(sizeof(Aluno));
```

```
(*a2).ra = 2;
strcpy(a2->nome, "Maria");
a2->notas[0] = 8.0;
*(a2->notas + 1) = 9.0;
```

```
free(a2);
```



Struct

[Código no Repl.it]

Desalocando a struct

ALOCAÇÃO ESTÁTICA VS ALOCAÇÃO DINÂMICA

```
Aluno a1;
```

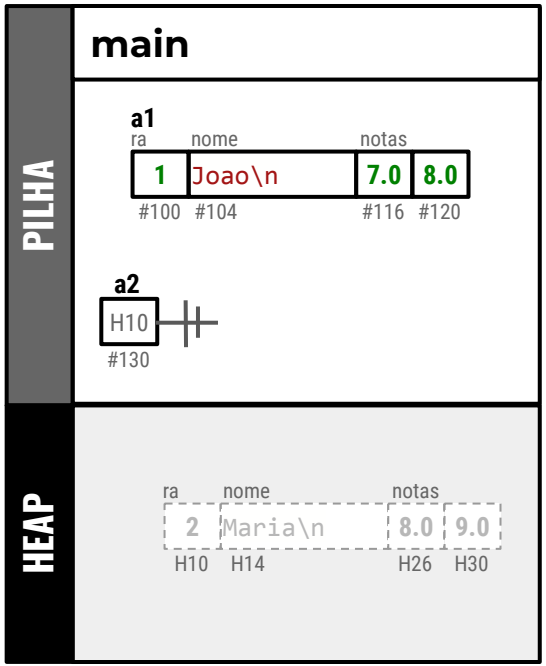
```
a1.ra = 1;
strcpy(a1.nome, "Joao");
a1.notas[0] = 7.0;
*(a1.notas+1) = 8.0;
```

A liberação do espaço é realizada automaticamente de acordo com o escopo em que a variável foi declarada

```
Aluno* a2;
a2 = (Aluno*)malloc(sizeof(Aluno));
```

```
(*a2).ra = 2;
strcpy(a2->nome, "Maria");
a2->notas[0] = 8.0;
*(a2->notas + 1) = 9.0;
```

```
free(a2);
a2 = NULL;
```



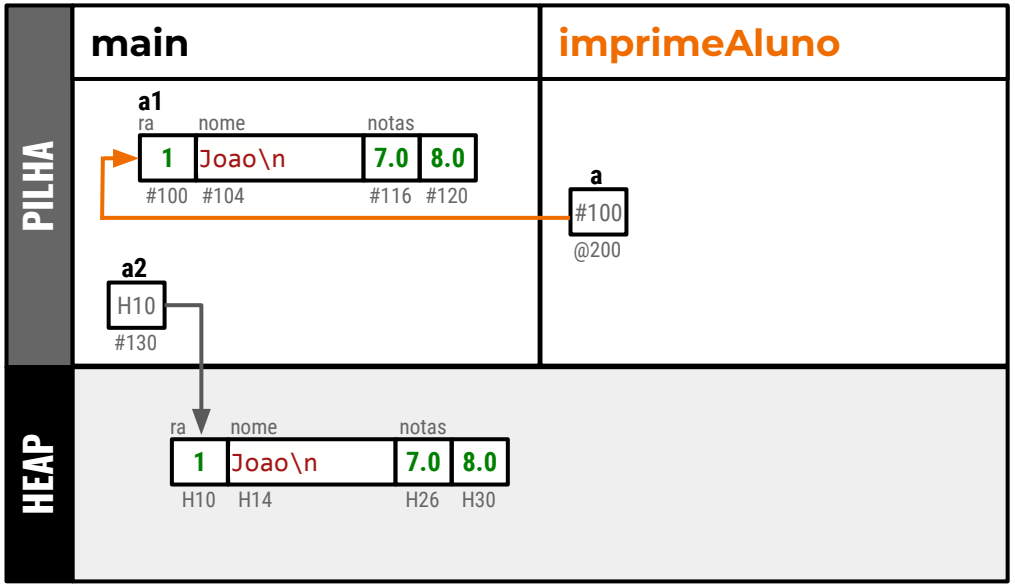
Struct

[Código no Repl.it]

```c
int main(){
  Aluno a1;
  Aluno* a2 = (Aluno*)malloc(sizeof(Aluno));

  a1.ra = 1;
  strcpy(a1.nome, "Joao");
  a1.notas[0] = 7.0;
  *(a1.notas+1) = 8.0;

  *a2 = a1;

  imprimeAluno(&a1);
  imprimeAluno(a2);

  free(a2);
}
```

```c
void imprimeAluno(Aluno* a){
  printf("RA    : %d\n",(*a).ra);
  printf("Nome  : %s\n", a->nome);
  printf("Nota 1: %.2f\n", a->notas[0]);
  printf("Nota 2: %.2f\n", a->notas[1]);
  printf("\n");
}
```

Passando a struct como parâmetro por referência



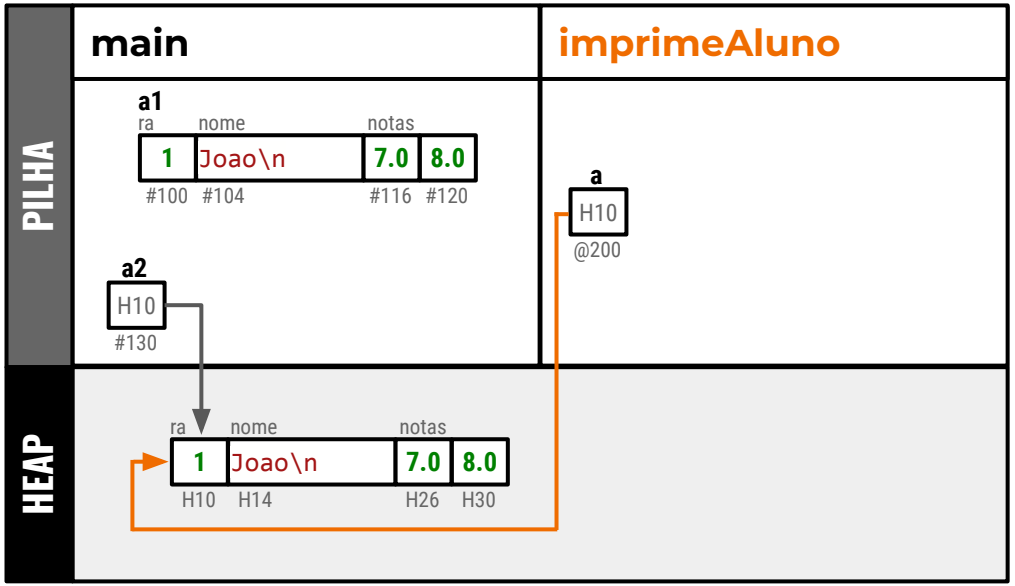
Struct

[Código no Repl.it]

```c
int main(){
  Aluno a1;
  Aluno* a2 = (Aluno*)malloc(sizeof(Aluno));

  a1.ra = 1;
  strcpy(a1.nome, "Joao");
  a1.notas[0] = 7.0;
  *(a1.notas+1) = 8.0;

  *a2 = a1;

  imprimeAluno(&a1);
  imprimeAluno(a2);

  free(a2);
}
```

```c
void imprimeAluno(Aluno* a){
  printf("RA    : %d\n", a->ra);
  printf("Nome  : %s\n", a->nome);
  printf("Nota 1: %.2f\n", a->notas[0]);
  printf("Nota 2: %.2f\n", a->notas[1]);
  printf("\n");
}
```

Passando a struct como parâmetro por referência



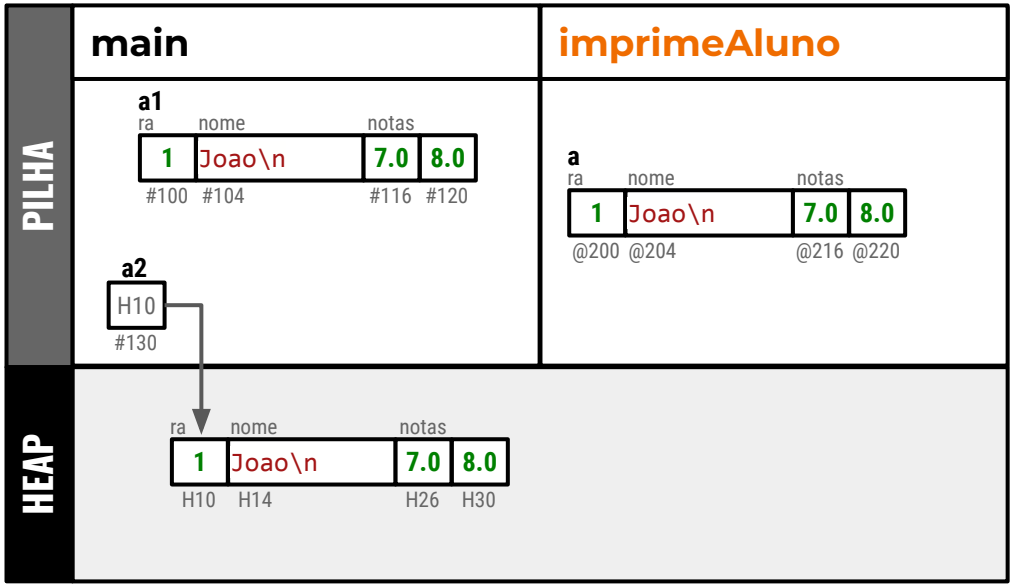
Struct

[Código no Repl.it]

```c
int main(){
  Aluno a1;
  Aluno* a2 = (Aluno*)malloc(sizeof(Aluno));

  a1.ra = 1;
  strcpy(a1.nome, "Joao");
  a1.notas[0] = 7.0;
  *(a1.notas+1) = 8.0;

  *a2 = a1;

  imprimeAluno(a1);
  imprimeAluno(*a2);

  free(a2);
}
```

```c
void imprimeAluno(Aluno a){
  printf("RA    : %d\n", a.ra);
  printf("Nome  : %s\n", a.nome);
  printf("Nota 1: %.2f\n", a.notas[0]);
  printf("Nota 2: %.2f\n", a.notas[1]);
  printf("\n");
}
```

Passando a struct como parâmetro por valor



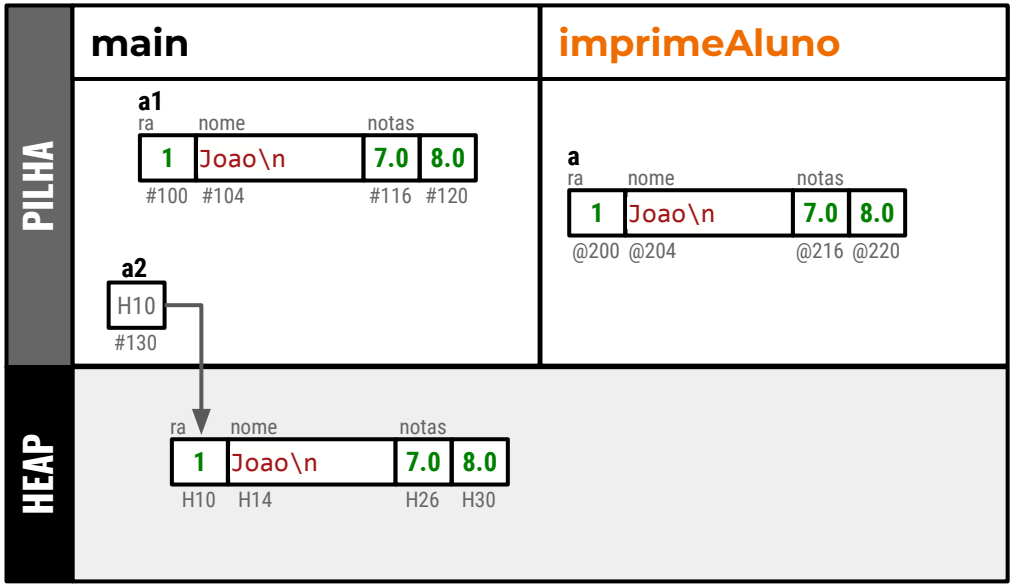
Struct

[Código no Repl.it]

```c
int main(){
  Aluno a1;
  Aluno* a2 = (Aluno*)malloc(sizeof(Aluno));

  a1.ra = 1;
  strcpy(a1.nome, "Joao");
  a1.notas[0] = 7.0;
  *(a1.notas+1) = 8.0;

  *a2 = a1;

  imprimeAluno(a1);
  imprimeAluno(*a2);

  free(a2);
}
```

```c
void imprimeAluno(Aluno a){
  printf("RA    : %d\n", a.ra);
  printf("Nome  : %s\n", a.nome);
  printf("Nota 1: %.2f\n", a.notas[0]);
  printf("Nota 2: %.2f\n", a.notas[1]);
  printf("\n");
}
```

Passando a struct como parâmetro por valor



Fim