AULA e07b Algoritmos e Estruturas de Dados I

Árvores Binárias - Percursos (parte II)

Luciano Antonio Digiampietri

As funções recursivas utilizavam a pilha de execução para gerenciar os percursos realizados.

As funções recursivas utilizavam a pilha de execução para gerenciar os percursos realizados. Para realizarmos o percurso em pré-ordem de maneira não-recursiva precisaremos utilizar uma estrutura auxiliar que funcione como a pilha de execução (isto é, utilizaremos uma pilha).

Ideia geral:

Ideia geral:

Criamos uma pilha e inserimos o nó raiz;

Ideia geral:

Criamos uma pilha e inserimos o nó raiz;

Enquanto a pilha não estiver vazia:

Ideia geral:

Criamos uma pilha e inserimos o nó raiz;

Enquanto a pilha não estiver vazia:

- retiramos o nó de seu topo;

Ideia geral:

Criamos uma pilha e inserimos o nó raiz;

Enquanto a pilha não estiver vazia:

- retiramos o nó de seu topo;
- imprimimos seu valor;

Ideia geral:

Criamos uma pilha e inserimos o nó raiz;

Enquanto a pilha não estiver vazia:

- retiramos o nó de seu topo;
- imprimimos seu valor;
- inserimos seus filhos (se existirem) na pilha.

```
void preOrdemNaoRecursivo(PONT raiz){
```

```
void preOrdemNaoRecursivo(PONT raiz){
 if (!raiz) return;
```

```
void preOrdemNaoRecursivo(PONT raiz){
 if (!raiz) return;
 PILHA pi;
 inicializarPilha(&pi);
```

```
void preOrdemNaoRecursivo(PONT raiz){
 if (!raiz) return;
 PILHA pi;
 inicializarPilha(&pi);
 push(raiz, &pi);
```

```
void preOrdemNaoRecursivo(PONT raiz){
 PILHA pi;
 inicializarPilha(&pi);
 push(raiz, &pi);
 PONT atual:
 while (!isEmpty(&pi)) {
printf("\n");
```

```
void preOrdemNaoRecursivo(PONT raiz){
 PILHA pi;
 inicializarPilha(&pi);
 push(raiz, &pi);
 PONT atual:
 while (!isEmpty(&pi)) {
    atual = pop(&pi);
printf("\n");
```

```
void preOrdemNaoRecursivo(PONT raiz){
PILHA pi;
inicializarPilha(&pi);
push(raiz, &pi);
PONT atual:
while (!isEmpty(&pi)) {
    atual = pop(&pi);
    printf("%i ".atual->chave);
printf("\n");
```

```
void preOrdemNaoRecursivo(PONT raiz){
PILHA pi;
inicializarPilha(&pi);
push(raiz, &pi);
PONT atual:
while (!isEmpty(&pi)) {
    atual = pop(&pi);
    printf("%i ".atual->chave);
    if (atual->dir) push(atual->dir, &pi);
    if (atual->esg) push(atual->esg, &pi);
printf("\n");
```

```
void preOrdemNaoRecursivo(PONT raiz){
PILHA pi;
inicializarPilha(&pi);
push(raiz, &pi);
PONT atual:
while (!isEmpty(&pi)) {
    atual = pop(&pi);
                                                        4800
                                                            5200
    printf("%i ",atual->chave);
    if (atual->dir) push(atual->dir, &pi); 4800 ▼
                                                30
    if (atual->esg) push(atual->esg, &pi);
                                             NULL 5300
                                                                    4900 5100
 printf("\n");
```

```
void preOrdemNaoRecursivo(PONT raiz){
PILHA pi;
inicializarPilha(&pi);
push(raiz, &pi);
PONT atual:
while (!isEmpty(&pi)) {
    atual = pop(&pi);
                                                        4800
    printf("%i ",atual->chave);
    if (atual->dir) push(atual->dir, &pi); 4800 ▼
                                                30
    if (atual->esg) push(atual->esg, &pi);
                                             NULL 5300
                                                                   4900 5100
 printf("\n");
```

```
void preOrdemNaoRecursivo(PONT raiz){
PILHA pi;
inicializarPilha(&pi);
push(raiz, &pi);
PONT atual:
while (!isEmpty(&pi)) {
    atual = pop(&pi);
                                                        4800
    printf("%i ",atual->chave);
    if (atual->dir) push(atual->dir, &pi); 4800 ▼
                                                30
    if (atual->esg) push(atual->esg, &pi);
                                             NULL 5300
                                                                   4900 5100
 printf("\n");
```

```
void preOrdemNaoRecursivo(PONT raiz){
                                                            5000
PILHA pi;
inicializarPilha(&pi);
                                                           NULI
push(raiz, &pi);
PONT atual:
while (!isEmpty(&pi)) {
    atual = pop(&pi);
                                                        4800
                                                            5200
    printf("%i ",atual->chave);
    if (atual->dir) push(atual->dir, &pi); 4800 ▼
                                                30
    if (atual->esg) push(atual->esg, &pi);
                                             NULL 5300
                                                                    4900 5100
 printf("\n");
```

```
void preOrdemNaoRecursivo(PONT raiz){
PILHA pi;
inicializarPilha(&pi);
push(raiz, &pi);
PONT atual:
while (!isEmpty(&pi)) {
    atual = pop(&pi);
                                                        4800
                                                            5200
    printf("%i ",atual->chave);
    if (atual->dir) push(atual->dir, &pi); 4800 ▼
                                                30
    if (atual->esg) push(atual->esg, &pi);
                                             NULL 5300
                                                                    4900 5100
 printf("\n");
  atual: 5000
  $ 40
```

```
void preOrdemNaoRecursivo(PONT raiz){
                                                            5200
PILHA pi;
inicializarPilha(&pi);
                                                           NULL
push(raiz, &pi);
PONT atual:
while (!isEmpty(&pi)) {
    atual = pop(&pi);
                                                        4800
                                                            5200
    printf("%i ",atual->chave);
    if (atual->dir) push(atual->dir, &pi); 4800 ▼
                                                30
    if (atual->esg) push(atual->esg, &pi);
                                             NULL 5300
                                                                    4900 5100
 printf("\n");
  atual: 5000
  $ 40
```

```
void preOrdemNaoRecursivo(PONT raiz){
                                                            4800
                                                                       5200
PILHA pi;
inicializarPilha(&pi);
                                                            8200
push(raiz, &pi);
PONT atual:
while (!isEmpty(&pi)) {
    atual = pop(&pi);
                                                        4800
                                                            5200
    printf("%i ",atual->chave);
    if (atual->dir) push(atual->dir, &pi); 4800 ▼
                                                30
    if (atual->esg) push(atual->esg, &pi);
                                             NULL 5300
                                                                    4900 5100
 printf("\n");
  atual: 5000
  $ 40
```

```
void preOrdemNaoRecursivo(PONT raiz){
                                                            5200
PILHA pi;
inicializarPilha(&pi);
                                                           NULL
push(raiz, &pi);
PONT atual:
while (!isEmpty(&pi)) {
    atual = pop(&pi);
                                                        4800
                                                            5200
    printf("%i ",atual->chave);
    if (atual->dir) push(atual->dir, &pi); 4800 ▼
                                                30
    if (atual->esg) push(atual->esg, &pi);
                                             NULL 5300
                                                                    4900 5100
 printf("\n");
  atual: 4800
  $ 40 30
```

```
void preOrdemNaoRecursivo(PONT raiz){
                                                            8260
                                                                       8200
                                                            5300
                                                                        5200
PILHA pi;
inicializarPilha(&pi);
                                                            8200
push(raiz, &pi);
PONT atual:
while (!isEmpty(&pi)) {
    atual = pop(&pi);
                                                        4800
                                                            5200
    printf("%i ",atual->chave);
    if (atual->dir) push(atual->dir, &pi); 4800 ▼
                                                 30
    if (atual->esg) push(atual->esg, &pi);
                                             NULL 5300
                                                                    4900 5100
 printf("\n");
  atual: 4800
  $ 40 30
```

```
void preOrdemNaoRecursivo(PONT raiz){
                                                            5200
PILHA pi;
inicializarPilha(&pi);
                                                           NULL
push(raiz, &pi);
PONT atual:
while (!isEmpty(&pi)) {
    atual = pop(&pi);
                                                        4800
                                                            5200
    printf("%i ",atual->chave);
    if (atual->dir) push(atual->dir, &pi); 4800 ▼
                                                30
    if (atual->esg) push(atual->esg, &pi);
                                             NULL 5300
                                                                    4900 5100
 printf("\n");
  atual: 5300
  $ 40 30 35
```

```
void preOrdemNaoRecursivo(PONT raiz){
PILHA pi;
inicializarPilha(&pi);
push(raiz, &pi);
PONT atual:
while (!isEmpty(&pi)) {
    atual = pop(&pi);
                                                        4800
                                                            5200
    printf("%i ",atual->chave);
    if (atual->dir) push(atual->dir, &pi); 4800 🔻
                                                30
    if (atual->esg) push(atual->esg, &pi);
                                             NULL 5300
                                                                    4900 5100
 printf("\n");
  atual: 5200
  $ 40 30 35 70
```

```
void preOrdemNaoRecursivo(PONT raiz){
                                                            5100
PILHA pi;
inicializarPilha(&pi);
                                                           NULL
push(raiz, &pi);
PONT atual:
while (!isEmpty(&pi)) {
    atual = pop(&pi);
                                                        4800
                                                            5200
    printf("%i ",atual->chave);
    if (atual->dir) push(atual->dir, &pi); 4800 ▼
                                                30
    if (atual->esg) push(atual->esg, &pi);
                                             NULL 5300
                                                                    4900 5100
 printf("\n");
  atual: 5200
  $ 40 30 35 70
```

```
void preOrdemNaoRecursivo(PONT raiz){
                                                            8220
                                                            4900
                                                                       5100
PILHA pi;
inicializarPilha(&pi);
                                                            8160
push(raiz, &pi);
PONT atual:
while (!isEmpty(&pi)) {
    atual = pop(&pi);
                                                        4800
                                                            5200
    printf("%i ",atual->chave);
    if (atual->dir) push(atual->dir, &pi); 4800 ▼
                                                30
    if (atual->esg) push(atual->esg, &pi);
                                             NULL 5300
                                                                    4900 5100
 printf("\n");
  atual: 5200
  $ 40 30 35 70
```

```
void preOrdemNaoRecursivo(PONT raiz){
                                                           5100
PILHA pi;
inicializarPilha(&pi);
                                                           NULL
push(raiz, &pi);
PONT atual:
while (!isEmpty(&pi)) {
    atual = pop(&pi);
                                                        4800
                                                            5200
    printf("%i ",atual->chave);
    if (atual->dir) push(atual->dir, &pi); 4800 ▼
                                                30
    if (atual->esg) push(atual->esg, &pi);
                                             NULL 5300
                                                                    4900 5100
 printf("\n");
  atual: 4900
  $ 40 30 35 70 45
```

```
void preOrdemNaoRecursivo(PONT raiz){
PILHA pi;
inicializarPilha(&pi);
push(raiz, &pi);
PONT atual:
while (!isEmpty(&pi)) {
    atual = pop(&pi);
                                                        4800
                                                            5200
    printf("%i ",atual->chave);
    if (atual->dir) push(atual->dir, &pi); 4800 🔻
                                                30
    if (atual->esg) push(atual->esg, &pi);
                                             NULL 5300
                                                                   4900 5100
printf("\n");
  atual: 5100
  $ 40 30 35 70 45 65
```

Precisamos imprimir os elementos um nível de cada vez.

Precisamos imprimir os elementos um nível de cada vez.

De cima para baixo e da esquerda para a direita;

Precisamos imprimir os elementos um nível de cada vez.

De cima para baixo e da esquerda para a direita; Só podemos imprimir elementos do próximo nível após imprimir todos os elementos do nível atual;

Precisamos imprimir os elementos um nível de cada vez.

De cima para baixo e da esquerda para a direita: Só podemos imprimir elementos do próximo nível após imprimir todos os elementos do nível atual; Assim, ao visitar um elemento temos que enfileirar seus filhos para serem exibidos após os demais elementos que já estiverem na fila.

Ideia geral:

Ideia geral:

Criamos uma fila e inserimos o nó raiz;

Ideia geral:

Criamos uma fila e inserimos o nó raiz;

Enquanto a fila não estiver vazia:

Ideia geral:

Criamos uma fila e inserimos o nó raiz;

Enquanto a fila não estiver vazia:

- retiramos o nó de seu início;

Ideia geral:

Criamos uma fila e inserimos o nó raiz;

Enquanto a fila não estiver vazia:

- retiramos o nó de seu início;
- imprimimos seu valor;

Ideia geral:

Criamos uma fila e inserimos o nó raiz;

Enquanto a fila não estiver vazia:

- retiramos o nó de seu início;
- imprimimos seu valor;
- inserimos seus filhos (se existirem) na fila.

```
void exibirArvoreEmNivel(PONT raiz) {
```

```
void exibirArvoreEmNivel(PONT raiz) {
  if (!raiz) return;
```

```
void exibirArvoreEmNivel(PONT raiz) {
 if (!raiz) return;
 FILA f;
 inicializarFila(&f);
```

```
void exibirArvoreEmNivel(PONT raiz) {
 if (!raiz) return;
 FILA f;
 inicializarFila(&f);
 entrarFila(raiz,&f);
```

```
void exibirArvoreEmNivel(PONT raiz) {
FILA f;
 inicializarFila(&f);
entrarFila(raiz,&f);
PONT atual;
while((f.inicio)){
printf("\n");
```

```
void exibirArvoreEmNivel(PONT raiz) {
FILA f;
 inicializarFila(&f);
entrarFila(raiz,&f);
PONT atual;
while((f.inicio)){
  atual = sairFila(&f);
printf("\n");
```

```
void exibirArvoreEmNivel(PONT raiz) {
FILA f;
 inicializarFila(&f);
entrarFila(raiz,&f);
PONT atual;
while((f.inicio)){
  atual = sairFila(&f);
  printf("%i ", atual->chave);
printf("\n");
```

```
void exibirArvoreEmNivel(PONT raiz) {
FILA f:
 inicializarFila(&f);
entrarFila(raiz,&f);
PONT atual:
while((f.inicio)){
  atual = sairFila(&f):
  printf("%i ", atual->chave);
   if(atual->esg) entrarFila(atual->esg, &f);
   if(atual->dir) entrarFila(atual->dir, &f);
printf("\n");
```

```
void exibirArvoreEmNivel(PONT raiz) {
FILA f:
 inicializarFila(&f);
 entrarFila(raiz,&f);
PONT atual:
while((f.inicio)){
   atual = sairFila(&f):
   printf("%i ", atual->chave);
                                                   4800 5200
        entrarFila(atual->esq. &f);
        entrarFila(atual->dir, &f);
                                                              4900 5100
 printf("\n");
                                                35
                                                            45
                                                                      65
```

```
void exibirArvoreEmNivel(PONT raiz) {
FILA f:
 inicializarFila(&f);
 entrarFila(raiz,&f);
PONT atual:
while((f.inicio)){
   atual = sairFila(&f):
   printf("%i ", atual->chave);
                                                   4800 5200
        entrarFila(atual->esq. &f);
        entrarFila(atual->dir, &f);
                                                              4900 5100
 printf("\n");
                                                35
                                                            45
                                                                      65
```

```
void exibirArvoreEmNivel(PONT raiz) {
FILA f:
 inicializarFila(&f);
 entrarFila(raiz,&f);
PONT atual:
while((f.inicio)){
   atual = sairFila(&f):
   printf("%i ", atual->chave);
                                                   4800 5200
        entrarFila(atual->esq. &f);
        entrarFila(atual->dir, &f);
                                                              4900 5100
 printf("\n");
                                                35
                                                            45
                                                                      65
```

```
void exibirArvoreEmNivel(PONT raiz) {
FILA f:
                                                      5000
 inicializarFila(&f);
 entrarFila(raiz,&f);
                                                     NULL
PONT atual:
while((f.inicio)){
   atual = sairFila(&f):
   printf("%i ", atual->chave);
                                                   4800 5200
        entrarFila(atual->esq. &f);
                                           30
        entrarFila(atual->dir, &f);
                                                               4900 5100
 printf("\n");
                                                35
                                                            45
                                                                      65
```

```
void exibirArvoreEmNivel(PONT raiz) {
FILA f:
 inicializarFila(&f);
 entrarFila(raiz,&f);
PONT atual:
while((f.inicio)){
   atual = sairFila(&f):
   printf("%i ", atual->chave);
                                                   4800 5200
        entrarFila(atual->esq. &f);
                                           30
        entrarFila(atual->dir, &f);
                                                               4900 5100
 printf("\n");
                                                35
                                                             45
                                                                      65
  atual: 5000
  $ 40
```

```
void exibirArvoreEmNivel(PONT raiz) {
                                                      8240
FILA f:
                                                      4800
 inicializarFila(&f);
 entrarFila(raiz,&f);
                                                      8200
PONT atual:
while((f.inicio)){
                                                      40
   atual = sairFila(&f):
   printf("%i ", atual->chave);
                                                   4800 5200
        entrarFila(atual->esq. &f);
                                           30
        entrarFila(atual->dir. &f):
                                                               4900 5100
 printf("\n");
                                                35
                                                             45
                                                                       65
  atual: 5000
  $ 40
```

```
void exibirArvoreEmNivel(PONT raiz) {
                                                      8240
                                                                 8200
 FILA f:
                                                      4800
                                                                  5200
 inicializarFila(&f);
 entrarFila(raiz,&f);
                                                                 NULL
                                                      8200
 PONT atual:
 while((f.inicio)){
                                                      40
   atual = sairFila(&f):
   printf("%i ", atual->chave);
                                                   4800 5200
        entrarFila(atual->esq. &f);
                                            30
        entrarFila(atual->dir. &f):
                                                               4900 5100
 printf("\n");
                                                35
                                                             45
                                                                       65
  atual: 5000
  $ 40
```

```
void exibirArvoreEmNivel(PONT raiz) {
                                                     8200
FILA f:
                                                      5200
 inicializarFila(&f);
 entrarFila(raiz,&f);
                                                     NULL
PONT atual:
while((f.inicio)){
   atual = sairFila(&f):
   printf("%i ", atual->chave);
                                                   4800 5200
        entrarFila(atual->esq. &f);
                                           30
        entrarFila(atual->dir, &f);
                                                               4900 5100
 printf("\n");
                                                35
                                                             45
                                                                       65
  atual: 4800
  $ 40 30
```

```
void exibirArvoreEmNivel(PONT raiz) {
                                                      8200
                                                                 8300
FILA f:
                                                      5200
                                                                  5300
 inicializarFila(&f);
 entrarFila(raiz,&f);
                                                      8300
                                                                 NULL
 PONT atual:
while((f.inicio)){
                                                      40
   atual = sairFila(&f):
   printf("%i ", atual->chave);
                                                   4800 5200
        entrarFila(atual->esq. &f);
                                            30
        entrarFila(atual->dir. &f):
                                                               4900 5100
 printf("\n");
                                                35
                                                             45
                                                                       65
  atual: 4800
  $ 40 30
```

```
void exibirArvoreEmNivel(PONT raiz) {
FILA f:
                                                      5300
 inicializarFila(&f);
 entrarFila(raiz,&f);
                                                     NULL
PONT atual:
while((f.inicio)){
   atual = sairFila(&f):
   printf("%i ", atual->chave);
                                                   4800 5200
        entrarFila(atual->esq. &f);
                                           30
        entrarFila(atual->dir, &f);
                                                               4900 5100
 printf("\n");
                                                35
                                                             45
                                                                      65
  atual: 5200
  $ 40 30 70
```

```
void exibirArvoreEmNivel(PONT raiz) {
FILA f:
                                                      5300
                                                                  4900
 inicializarFila(&f);
 entrarFila(raiz,&f);
                                                      8220
                                                                 NULL
 PONT atual:
while((f.inicio)){
   atual = sairFila(&f):
   printf("%i ", atual->chave);
                                                   4800 5200
        entrarFila(atual->esq. &f);
                                           30
        entrarFila(atual->dir. &f):
                                                               4900 5100
 printf("\n");
                                                35
                                                             45
                                                                       65
  atual: 5200
  $ 40 30 70
```

```
void exibirArvoreEmNivel(PONT raiz) {
                                                                             8160
 FILA f:
                                           8300
                                                      5300
                                                                  4900
                                                                              5100
 inicializarFila(&f);
 entrarFila(raiz,&f);
                                                                  8160
                                                      8220
 PONT atual:
 while((f.inicio)){
                                                      40
   atual = sairFila(&f):
   printf("%i ", atual->chave);
                                                   4800 5200
        entrarFila(atual->esq. &f);
                                            30
        entrarFila(atual->dir. &f):
                                                               4900 5100
 printf("\n");
                                                35
                                                             45
                                                                       65
  atual: 5200
  $ 40 30 70
```

```
void exibirArvoreEmNivel(PONT raiz) {
                                                     8220
FILA f:
                                                      4900
 inicializarFila(&f);
 entrarFila(raiz,&f);
                                                      8160
                                                                 NULL
 PONT atual:
while((f.inicio)){
   atual = sairFila(&f):
   printf("%i ", atual->chave);
                                                   4800 5200
        entrarFila(atual->esq, &f);
                                           30
        entrarFila(atual->dir, &f);
                                                               4900 5100
 printf("\n");
                                                35
                                                             45
                                                                       65
  atual: 5300
  $ 40 30 70 35
```

```
void exibirArvoreEmNivel(PONT raiz) {
                                                     8160
FILA f:
                                                      5100
 inicializarFila(&f);
 entrarFila(raiz,&f);
                                                     NULL
 PONT atual:
while((f.inicio)){
   atual = sairFila(&f):
   printf("%i ", atual->chave);
                                                   4800 5200
        entrarFila(atual->esq, &f);
                                           30
        entrarFila(atual->dir, &f);
                                                               4900 5100
 printf("\n");
                                                35
                                                             45
                                                                       65
  atual: 4900
  $ 40 30 70 35 45
```

```
void exibirArvoreEmNivel(PONT raiz) {
FILA f:
 inicializarFila(&f);
 entrarFila(raiz,&f);
PONT atual:
while((f.inicio)){
   atual = sairFila(&f):
   printf("%i ", atual->chave);
                                                   4800 5200
        entrarFila(atual->esq, &f);
                                           30
        entrarFila(atual->dir, &f);
                                                               4900 5100
 printf("\n");
                                                35
                                                            45
                                                                      65
  atual: 5100
  $ 40 30 70 35 45 65
```

AULA e07b Algoritmos e Estruturas de Dados I

Árvores Binárias - Percursos (parte II)

Luciano Antonio Digiampietri