

Aula 9

Árvore binária, percursos e árvore com costura

Estruturas de Dados Avançadas

Professor Eurinardo Rodrigues Costa
Universidade Federal do Ceará
Campus Russas

2021.1

Sumário

EDA - Aula 9

Prof.
Eurinardo

Aulas
Passadas

Árvore Binária
(AB)

Percursos em
AB

Pré-ordem

Ordem simétrica
(In-Ordem)

Pós-ordem

Árvore com
costura

- 1 Aulas Passadas
- 2 Árvore Binária (AB)
- 3 Percursos em AB
 - Pré-ordem
 - Ordem simétrica (In-Ordem)
 - Pós-ordem
- 4 Árvore com costura

Aulas Passadas

EDA - Aula 9

Prof.
Eurinardo

Aulas
Passadas

Árvore Binária
(AB)

Percursos em
AB

Pré-ordem

Ordem simétrica
(In-Order)

Pós-ordem

Árvore com
costura

Aulas Passadas

EDA - Aula 9

Prof.
Eurinardo

Aulas
Passadas

Árvore Binária
(AB)

Percursos em
AB

Pré-ordem

Ordem simétrica
(In-Order)

Pós-ordem

Árvore com
costura

- Estruturas de dados

Aulas Passadas

EDA - Aula 9

Prof.
Eurinardo

Aulas
Passadas

Árvore Binária
(AB)

Percursos em
AB

Pré-ordem

Ordem simétrica
(In-Ordem)

Pós-ordem

Árvore com
costura

- Estruturas de dados
 - Listas de Prioridades

Aulas Passadas

EDA - Aula 9

Prof.
Eurinardo

Aulas
Passadas

Árvore Binária
(AB)

Percursos em
AB

Pré-ordem

Ordem simétrica
(In-Ordem)

Pós-ordem

Árvore com
costura

- Estruturas de dados
 - Listas de Prioridades
 - Heap

Aulas Passadas

EDA - Aula 9

Prof.
Eurinardo

Aulas
Passadas

Árvore Binária
(AB)

Percursos em
AB

Pré-ordem

Ordem simétrica
(In-Ordem)

Pós-ordem

Árvore com
costura

- Estruturas de dados
 - Listas de Prioridades
 - Heap
 - Tabela de Dispersão (Hash)

Aulas Passadas

EDA - Aula 9

Prof.
Eurinardo

Aulas
Passadas

Árvore Binária
(AB)

Percursos em
AB

Pré-ordem

Ordem simétrica
(In-Ordem)

Pós-ordem

Árvore com
costura

- Estruturas de dados
 - Listas de Prioridades
 - Heap
 - Tabela de Dispersão (Hash)
 - Árvores

Árvore Binária (AB)

EDA - Aula 9

Prof.
Eurinardo

Aulas
Passadas

**Árvore Binária
(AB)**

Percursos em
AB

Pré-ordem
Ordem simétrica
(In-Ordem)
Pós-ordem

Árvore com
costura

Árvore Binária (AB)

EDA - Aula 9

Prof.
Eurinardo

Aulas
Passadas

Árvore Binária
(AB)

Percursos em
AB

Pré-ordem
Ordem simétrica
(In-Ordem)
Pós-ordem

Árvore com
costura

Árvore estritamente binária

Árvore Binária (AB)

EDA - Aula 9

Prof.
Eurinardo

Aulas
Passadas

Árvore Binária
(AB)

Percursos em
AB

Pré-ordem
Ordem simétrica
(In-Ordem)
Pós-ordem

Árvore com
costura

Árvore estritamente binária

AB em que cada nó possui 0 ou 2 filhos.

Árvore Binária (AB)

EDA - Aula 9

Prof.
Eurinardo

Aulas
Passadas

Árvore Binária
(AB)

Percursos em
AB

Pré-ordem
Ordem simétrica
(In-Ordem)
Pós-ordem

Árvore com
costura

Árvore estritamente binária

AB em que cada nó possui 0 ou 2 filhos.

Árvore binária completa

Árvore Binária (AB)

EDA - Aula 9

Prof.
Eurinardo

Aulas
Passadas

Árvore Binária
(AB)

Percursos em
AB

Pré-ordem
Ordem simétrica
(In-Ordem)
Pós-ordem

Árvore com
costura

Árvore estritamente binária

AB em que cada nó possui 0 ou 2 filhos.

Árvore binária completa

AB em que cada nó que não possui algum filho está ou no último nível ou no penúltimo nível.

Árvore Binária (AB)

EDA - Aula 9

Prof.
Eurinardo

Aulas
Passadas

Árvore Binária
(AB)

Percursos em
AB

Pré-ordem
Ordem simétrica
(In-Ordem)
Pós-ordem

Árvore com
costura

Árvore estritamente binária

AB em que cada nó possui 0 ou 2 filhos.

Árvore binária completa

AB em que cada nó que não possui algum filho está ou no último nível ou no penúltimo nível.

Árvore binária cheia

Árvore Binária (AB)

EDA - Aula 9

Prof.
Eurinardo

Aulas
Passadas

Árvore Binária
(AB)

Percursos em
AB

Pré-ordem

Ordem simétrica
(In-Ordem)

Pós-ordem

Árvore com
custura

Árvore estritamente binária

AB em que cada nó possui 0 ou 2 filhos.

Árvore binária completa

AB em que cada nó que não possui algum filho está ou no último nível ou no penúltimo nível.

Árvore binária cheia

AB em que cada nó que não possui algum filho está no último nível.

Árvore Binária (AB)

EDA - Aula 9

Prof.
Eurinardo

Aulas
Passadas

Árvore Binária
(AB)

Percursos em
AB

Pré-ordem

Ordem simétrica
(In-Ordem)

Pós-ordem

Árvore com
costura

Árvore estritamente binária

AB em que cada nó possui 0 ou 2 filhos.

Árvore binária completa

AB em que cada nó que não possui algum filho está ou no último nível ou no penúltimo nível.

Árvore binária cheia

AB em que cada nó que não possui algum filho está no último nível.

Observação

Árvore Binária (AB)

EDA - Aula 9

Prof.
Eurinardo

Aulas
Passadas

Árvore Binária
(AB)

Percursos em
AB

Pré-ordem
Ordem simétrica
(In-Ordem)
Pós-ordem

Árvore com
costura

Árvore estritamente binária

AB em que cada nó possui 0 ou 2 filhos.

Árvore binária completa

AB em que cada nó que não possui algum filho está ou no último nível ou no penúltimo nível.

Árvore binária cheia

AB em que cada nó que não possui algum filho está no último nível.

Observação

AB cheia \rightarrow é completa e estritamente binária.

Árvore Binária (AB)

EDA - Aula 9

Prof.
Eurinardo

Aulas
Passadas

**Árvore Binária
(AB)**

Percursos em
AB

Pré-ordem
Ordem simétrica
(In-Ordem)
Pós-ordem

Árvore com
costura

Árvore Binária (AB)

EDA - Aula 9

Prof.
Eurinardo

Aulas
Passadas

Árvore Binária
(AB)

Percursos em
AB

Pré-ordem
Ordem simétrica
(In-Ordem)
Pós-ordem

Árvore com
costura

Questões

Árvore Binária (AB)

EDA - Aula 9

Prof.
Eurinardo

Aulas
Passadas

Árvore Binária
(AB)

Percursos em
AB

Pré-ordem
Ordem simétrica
(In-Ordem)
Pós-ordem

Árvore com
costura

Questões

(a) Qual tipo de AB temos altura máxima?

Árvore Binária (AB)

EDA - Aula 9

Prof.
Eurinardo

Aulas
Passadas

Árvore Binária
(AB)

Percursos em
AB

Pré-ordem
Ordem simétrica
(In-Ordem)
Pós-ordem

Árvore com
costura

Questões

(a) Qual tipo de AB temos altura máxima?

Resp. Que é um caminho

Árvore Binária (AB)

EDA - Aula 9

Prof.
Eurinardo

Aulas
Passadas

Árvore Binária
(AB)

Percursos em
AB

Pré-ordem
Ordem simétrica
(In-Ordem)
Pós-ordem

Árvore com
costura

Questões

- (a) Qual tipo de AB temos altura máxima?
Resp. Que é um caminho
- (b) Qual tipo de AB temos altura mínima?

Árvore Binária (AB)

EDA - Aula 9

Prof.
Eurinardo

Aulas
Passadas

Árvore Binária
(AB)

Percursos em
AB

Pré-ordem

Ordem simétrica
(In-Ordem)

Pós-ordem

Árvore com
costura

Questões

(a) Qual tipo de AB temos altura máxima?

Resp. Que é um caminho

(b) Qual tipo de AB temos altura mínima?

Resp. AB completa

Árvore Binária (AB)

EDA - Aula 9

Prof.
Eurinardo

Aulas
Passadas

Árvore Binária
(AB)

Percursos em
AB

Pré-ordem

Ordem simétrica
(In-Ordem)

Pós-ordem

Árvore com
costura

Questões

(a) Qual tipo de AB temos altura máxima?

Resp. Que é um caminho

(b) Qual tipo de AB temos altura mínima?

Resp. AB completa

(c) Uma AB cheia possui quantos nós em cada nível?

Árvore Binária (AB)

EDA - Aula 9

Prof.
Eurinardo

Aulas
Passadas

Árvore Binária
(AB)

Percursos em
AB

Pré-ordem

Ordem simétrica
(In-Ordem)

Pós-ordem

Árvore com
costura

Questões

(a) Qual tipo de AB temos altura máxima?

Resp. Que é um caminho

(b) Qual tipo de AB temos altura mínima?

Resp. AB completa

(c) Uma AB cheia possui quantos nós em cada nível?

Resp. Possui 2^i no nível i

Árvore Binária (AB)

EDA - Aula 9

Prof.
Eurinardo

Aulas
Passadas

Árvore Binária
(AB)

Percursos em
AB

Pré-ordem

Ordem simétrica
(In-Ordem)

Pós-ordem

Árvore com
costura

Questões

(a) Qual tipo de AB temos altura máxima?

Resp. Que é um caminho

(b) Qual tipo de AB temos altura mínima?

Resp. AB completa

(c) Uma AB cheia possui quantos nós em cada nível?

Resp. Possui 2^i no nível i

(d) Uma AB cheia com altura h possui quantas folhas?

Árvore Binária (AB)

EDA - Aula 9

Prof.
Eurinardo

Aulas
Passadas

Árvore Binária
(AB)

Percursos em
AB

Pré-ordem

Ordem simétrica
(In-Ordem)

Pós-ordem

Árvore com
costura

Questões

(a) Qual tipo de AB temos altura máxima?

Resp. Que é um caminho

(b) Qual tipo de AB temos altura mínima?

Resp. AB completa

(c) Uma AB cheia possui quantos nós em cada nível?

Resp. Possui 2^i no nível i

(d) Uma AB cheia com altura h possui quantas folhas?

Resp. 2^{h-1}

Árvore Binária (AB)

EDA - Aula 9

Prof.
Eurinardo

Aulas
Passadas

Árvore Binária
(AB)

Percursos em
AB

Pré-ordem

Ordem simétrica
(In-Ordem)

Pós-ordem

Árvore com
costura

Questões

(a) Qual tipo de AB temos altura máxima?

Resp. Que é um caminho

(b) Qual tipo de AB temos altura mínima?

Resp. AB completa

(c) Uma AB cheia possui quantos nós em cada nível?

Resp. Possui 2^i no nível i

(d) Uma AB cheia com altura h possui quantas folhas?

Resp. 2^{h-1}

(e) Uma AB cheia com n nós possui qual altura?

Árvore Binária (AB)

EDA - Aula 9

Prof.
Eurinardo

Aulas
Passadas

Árvore Binária
(AB)

Percursos em
AB

Pré-ordem

Ordem simétrica
(In-Ordem)

Pós-ordem

Árvore com
costura

Questões

(a) Qual tipo de AB temos altura máxima?

Resp. Que é um caminho

(b) Qual tipo de AB temos altura mínima?

Resp. AB completa

(c) Uma AB cheia possui quantos nós em cada nível?

Resp. Possui 2^i no nível i

(d) Uma AB cheia com altura h possui quantas folhas?

Resp. 2^{h-1}

(e) Uma AB cheia com n nós possui qual altura?

Resp. $\log_2(n + 1)$

Árvore Binária (AB)

EDA - Aula 9

Prof.
Eurinardo

Aulas
Passadas

Árvore Binária
(AB)

Percursos em
AB

Pré-ordem

Ordem simétrica
(In-Ordem)

Pós-ordem

Árvore com
costura

Questões

(a) Qual tipo de AB temos altura máxima?

Resp. Que é um caminho

(b) Qual tipo de AB temos altura mínima?

Resp. AB completa

(c) Uma AB cheia possui quantos nós em cada nível?

Resp. Possui 2^i no nível i

(d) Uma AB cheia com altura h possui quantas folhas?

Resp. 2^{h-1}

(e) Uma AB cheia com n nós possui qual altura?

Resp. $\log_2(n + 1)$

(f) Uma AB cheia com n nós possui quantas folhas?

Árvore Binária (AB)

EDA - Aula 9

Prof.
Eurinardo

Aulas
Passadas

Árvore Binária
(AB)

Percursos em
AB

Pré-ordem

Ordem simétrica
(In-Ordem)

Pós-ordem

Árvore com
costura

Questões

(a) Qual tipo de AB temos altura máxima?

Resp. Que é um caminho

(b) Qual tipo de AB temos altura mínima?

Resp. AB completa

(c) Uma AB cheia possui quantos nós em cada nível?

Resp. Possui 2^i no nível i

(d) Uma AB cheia com altura h possui quantas folhas?

Resp. 2^{h-1}

(e) Uma AB cheia com n nós possui qual altura?

Resp. $\log_2(n + 1)$

(f) Uma AB cheia com n nós possui quantas folhas?

Resp. 2^{h-1}

Árvore Binária (AB)

EDA - Aula 9

Prof.
Eurinardo

Aulas
Passadas

Árvore Binária
(AB)

Percursos em
AB

Pré-ordem

Ordem simétrica
(In-Ordem)

Pós-ordem

Árvore com
costura

Questões

(a) Qual tipo de AB temos altura máxima?

Resp. Que é um caminho

(b) Qual tipo de AB temos altura mínima?

Resp. AB completa

(c) Uma AB cheia possui quantos nós em cada nível?

Resp. Possui 2^i no nível i

(d) Uma AB cheia com altura h possui quantas folhas?

Resp. 2^{h-1}

(e) Uma AB cheia com n nós possui qual altura?

Resp. $\log_2(n + 1)$

(f) Uma AB cheia com n nós possui quantas folhas?

Resp. $2^{h-1} = \frac{2^h}{2}$

Árvore Binária (AB)

EDA - Aula 9

Prof.
Eurinardo

Aulas
Passadas

Árvore Binária
(AB)

Percursos em
AB

Pré-ordem

Ordem simétrica
(In-Ordem)

Pós-ordem

Árvore com
costura

Questões

- (a) Qual tipo de AB temos altura máxima?

Resp. Que é um caminho

- (b) Qual tipo de AB temos altura mínima?

Resp. AB completa

- (c) Uma AB cheia possui quantos nós em cada nível?

Resp. Possui 2^i no nível i

- (d) Uma AB cheia com altura h possui quantas folhas?

Resp. 2^{h-1}

- (e) Uma AB cheia com n nós possui qual altura?

Resp. $\log_2(n+1)$

- (f) Uma AB cheia com n nós possui quantas folhas?

Resp. $2^{h-1} = \frac{2^h}{2} = \frac{2^{\log_2(n+1)}}{2}$

Árvore Binária (AB)

EDA - Aula 9

Prof.
Eurinardo

Aulas
Passadas

Árvore Binária
(AB)

Percursos em
AB

Pré-ordem

Ordem simétrica
(In-Ordem)

Pós-ordem

Árvore com
costura

Questões

- (a) Qual tipo de AB temos altura máxima?

Resp. Que é um caminho

- (b) Qual tipo de AB temos altura mínima?

Resp. AB completa

- (c) Uma AB cheia possui quantos nós em cada nível?

Resp. Possui 2^i no nível i

- (d) Uma AB cheia com altura h possui quantas folhas?

Resp. 2^{h-1}

- (e) Uma AB cheia com n nós possui qual altura?

Resp. $\log_2(n+1)$

- (f) Uma AB cheia com n nós possui quantas folhas?

Resp. $2^{h-1} = \frac{2^h}{2} = \frac{2^{\log_2(n+1)}}{2} = \frac{n+1}{2}$

Percursos em AB

EDA - Aula 9

Prof.
Eurinardo

Aulas
Passadas

Árvore Binária
(AB)

Percursos em
AB

Pré-ordem

Ordem simétrica
(In-Order)

Pós-ordem

Árvore com
costura

Percursos em AB

EDA - Aula 9

Prof.
Eurinardo

Aulas
Passadas

Árvore Binária
(AB)

Percursos em
AB

Pré-ordem

Ordem simétrica
(In-Ordem)

Pós-ordem

Árvore com
costura

Pré-ordem

Percursos em AB

EDA - Aula 9

Prof.
Eurinardo

Aulas
Passadas

Árvore Binária
(AB)

Percursos em
AB

Pré-ordem

Ordem simétrica
(In-Ordem)

Pós-ordem

Árvore com
costura

Pré-ordem

❶ visitar raíz

Percursos em AB

EDA - Aula 9

Prof.
Eurinardo

Aulas
Passadas

Árvore Binária
(AB)

Percursos em
AB

Pré-ordem

Ordem simétrica

(In-Ordem)

Pós-ordem

Árvore com
costura

Pré-ordem

- (1) visitar raíz
- (2) percorrer sua subárvore **esquerda** em **pré-ordem**

Percursos em AB

EDA - Aula 9

Prof.
Eurinardo

Aulas
Passadas

Árvore Binária
(AB)

Percursos em
AB

Pré-ordem

Ordem simétrica

(In-Ordem)

Pós-ordem

Árvore com
costura

Pré-ordem

- (1) visitar raiz
- (2) percorrer sua subárvore **esquerda** em **pré-ordem**
- (3) percorrer sua subárvore **direita** em **pré-ordem**

Percursos em AB

EDA - Aula 9

Prof.
Eurinando

Aulas
Passadas

Árvore Binária
(AB)

Percursos em
AB

Pré-ordem

Ordem simétrica
(In-Ordem)

Pós-ordem

Árvore com
costura

Pré-ordem

- (1) visitar raíz
- (2) percorrer sua subárvore **esquerda** em **pré-ordem**
- (3) percorrer sua subárvore **direita** em **pré-ordem**

Algoritmo 6: pré-ordem(*pt*)

Percursos em AB

EDA - Aula 9

Prof.
Eurinardo

Aulas
Passadas

Árvore Binária
(AB)

Percursos em
AB

Pré-ordem

Ordem simétrica
(In-Ordem)

Pós-ordem

Árvore com
costura

Pré-ordem

- 1) visitar raíz
- 2) percorrer sua subárvore **esquerda** em **pré-ordem**
- 3) percorrer sua subárvore **direita** em **pré-ordem**

Algoritmo 7: pré-ordem(pt)

- 1 visitar(pt)

Percursos em AB

EDA - Aula 9

Prof.
Eurinardo

Aulas
Passadas

Árvore Binária
(AB)

Percursos em
AB

Pré-ordem

Ordem simétrica
(In-Ordem)

Pós-ordem

Árvore com
costura

Pré-ordem

- 1) visitar raíz
- 2) percorrer sua subárvore **esquerda** em **pré-ordem**
- 3) percorrer sua subárvore **direita** em **pré-ordem**

Algoritmo 8: pré-ordem(pt)

- 1 visitar(pt)
- 2 **se** $pt.esq \neq \lambda$ **então**

|

Percursos em AB

EDA - Aula 9

Prof.
Eurinardo

Aulas
Passadas

Árvore Binária
(AB)

Percursos em
AB

Pré-ordem

Ordem simétrica
(In-Ordem)

Pós-ordem

Árvore com
costura

Pré-ordem

- ① visitar raíz
- ② percorrer sua subárvore **esquerda** em **pré-ordem**
- ③ percorrer sua subárvore **direita** em **pré-ordem**

Algoritmo 9: pré-ordem(pt)

- 1 visitar(pt)
- 2 **se** $pt.esq \neq \lambda$ **então**
- 3 | pré-ordem($pt.esq$)

Percursos em AB

EDA - Aula 9

Prof.
Eurinando

Aulas
Passadas

Árvore Binária
(AB)

Percursos em
AB

Pré-ordem

Ordem simétrica
(In-Ordem)

Pós-ordem

Árvore com
costura

Pré-ordem

- ① visitar raíz
- ② percorrer sua subárvore **esquerda** em **pré-ordem**
- ③ percorrer sua subárvore **direita** em **pré-ordem**

Algoritmo 10: pré-ordem(pt)

- 1 visitar(pt)
- 2 **se** $pt.esq \neq \lambda$ **então**
- 3 | pré-ordem($pt.esq$)
- 4 **se** $pt.dir \neq \lambda$ **então**
- |

Percursos em AB

EDA - Aula 9

Prof.
Eurinando

Aulas
Passadas

Árvore Binária
(AB)

Percursos em
AB

Pré-ordem

Ordem simétrica

(In-Ordem)

Pós-ordem

Árvore com
costura

Pré-ordem

- ① visitar raiz
- ② percorrer sua subárvore **esquerda** em **pré-ordem**
- ③ percorrer sua subárvore **direita** em **pré-ordem**

Algoritmo 11: pré-ordem(pt)

- 1 visitar(pt)
 - 2 **se** $pt.esq \neq \lambda$ **então**
 - 3 pré-ordem($pt.esq$)
 - 4 **se** $pt.dir \neq \lambda$ **então**
 - 5 pré-ordem($pt.dir$)
-

Percursos em AB

EDA - Aula 9

Prof.
Eurinardo

Aulas
Passadas

Árvore Binária
(AB)

Percursos em
AB

Pré-ordem

Ordem simétrica
(In-Ordem)

Pós-ordem

Árvore com
costura

Percursos em AB

EDA - Aula 9

Prof.
Eurinardo

Aulas
Passadas

Árvore Binária
(AB)

Percursos em
AB

Pré-ordem

Ordem simétrica
(In-Ordem)

Pós-ordem

Árvore com
costura

Ordem simétrica (In-Ordem)

Percursos em AB

EDA - Aula 9

Prof.
Eurinardo

Aulas
Passadas

Árvore Binária
(AB)

Percursos em
AB

Pré-ordem

Ordem simétrica
(In-Ordem)

Pós-ordem

Árvore com
costura

Ordem simétrica (In-Ordem)

- 1) percorrer sua subárvore **esquerda** em **ordem simétrica**

Percursos em AB

EDA - Aula 9

Prof.
Eurinardo

Aulas
Passadas

Árvore Binária
(AB)

Percursos em
AB

Pré-ordem

Ordem simétrica
(In-Ordem)

Pós-ordem

Árvore com
costura

Ordem simétrica (In-Ordem)

- (1) percorrer sua subárvore **esquerda** em **ordem simétrica**
- (2) visitar raíz

Percursos em AB

EDA - Aula 9

Prof.
Eurinardo

Aulas
Passadas

Árvore Binária
(AB)

Percursos em
AB

Pré-ordem

Ordem simétrica
(In-Ordem)

Pós-ordem

Árvore com
costura

Ordem simétrica (In-Ordem)

- (1) percorrer sua subárvore **esquerda** em **ordem simétrica**
- (2) visitar raíz
- (3) percorrer sua subárvore **direita** em **ordem simétrica**

Percursos em AB

EDA - Aula 9

Prof.
Eurinardo

Aulas
Passadas

Árvore Binária
(AB)

Percursos em
AB

Pré-ordem

Ordem simétrica
(In-Ordem)

Pós-ordem

Árvore com
costura

Ordem simétrica (In-Ordem)

- (1) percorrer sua subárvore **esquerda** em **ordem simétrica**
- (2) visitar raíz
- (3) percorrer sua subárvore **direita** em **ordem simétrica**

Algoritmo 17: ordem-simétrica(*pt*)

Percursos em AB

EDA - Aula 9

Prof.
Eurinardo

Aulas
Passadas

Árvore Binária
(AB)

Percursos em
AB

Pré-ordem

Ordem simétrica
(In-Ordem)

Pós-ordem

Árvore com
costura

Ordem simétrica (In-Ordem)

- (1) percorrer sua subárvore **esquerda** em **ordem simétrica**
- (2) visitar raíz
- (3) percorrer sua subárvore **direita** em **ordem simétrica**

Algoritmo 18: ordem-simétrica(*pt*)

1 **se** $pt.esq \neq \lambda$ **então**

|

Percursos em AB

EDA - Aula 9

Prof.
Eurinardo

Aulas
Passadas

Árvore Binária
(AB)

Percursos em
AB

Pré-ordem

Ordem simétrica
(In-Ordem)

Pós-ordem

Árvore com
costura

Ordem simétrica (In-Ordem)

- (1) percorrer sua subárvore **esquerda** em **ordem simétrica**
- (2) visitar raíz
- (3) percorrer sua subárvore **direita** em **ordem simétrica**

Algoritmo 19: ordem-simétrica(pt)

- 1 **se** $pt.esq \neq \lambda$ **então**
- 2 $ordem-simétrica(pt.esq)$

Percursos em AB

EDA - Aula 9

Prof.
Eurinardo

Aulas
Passadas

Árvore Binária
(AB)

Percursos em
AB

Pré-ordem

Ordem simétrica
(In-Ordem)

Pós-ordem

Árvore com
costura

Ordem simétrica (In-Ordem)

- (1) percorrer sua subárvore **esquerda** em **ordem simétrica**
- (2) visitar raíz
- (3) percorrer sua subárvore **direita** em **ordem simétrica**

Algoritmo 20: ordem-simétrica(pt)

- 1 **se** $pt.esq \neq \lambda$ **então**
- 2 \quad ordem-simétrica($pt.esq$)
- 3 visitar(pt)

Percursos em AB

EDA - Aula 9

Prof.
Eurinardo

Aulas
Passadas

Árvore Binária
(AB)

Percursos em
AB

Pré-ordem

Ordem simétrica
(In-Ordem)

Pós-ordem

Árvore com
costura

Ordem simétrica (In-Ordem)

- (1) percorrer sua subárvore **esquerda** em **ordem simétrica**
- (2) visitar raíz
- (3) percorrer sua subárvore **direita** em **ordem simétrica**

Algoritmo 21: ordem-simétrica(*pt*)

- 1 **se** *pt.esq* $\neq \lambda$ **então**
- 2 | ordem-simétrica(*pt.esq*)
- 3 visitar(*pt*)
- 4 **se** *pt.dir* $\neq \lambda$ **então**
- 5 |

Percursos em AB

EDA - Aula 9

Prof.
Eurinardo

Aulas
Passadas

Árvore Binária
(AB)

Percursos em
AB

Pré-ordem

Ordem simétrica
(In-Ordem)

Pós-ordem

Árvore com
costura

Ordem simétrica (In-Ordem)

- ① percorrer sua subárvore **esquerda** em **ordem simétrica**
- ② visitar raiz
- ③ percorrer sua subárvore **direita** em **ordem simétrica**

Algoritmo 22: ordem-simétrica(*pt*)

- 1 **se** *pt.esq* $\neq \lambda$ **então**
 - 2 ordem-simétrica(*pt.esq*)
 - 3 visitar(*pt*)
 - 4 **se** *pt.dir* $\neq \lambda$ **então**
 - 5 ordem-simétrica(*pt.dir*)
-

Percursos em AB

EDA - Aula 9

Prof.
Eurinardo

Aulas
Passadas

Árvore Binária
(AB)

Percursos em
AB

Pré-ordem
Ordem simétrica
(In-Order)
Pós-ordem

Árvore com
costura

Percursos em AB

EDA - Aula 9

Prof.
Eurinardo

Aulas
Passadas

Árvore Binária
(AB)

Percursos em
AB

Pré-ordem
Ordem simétrica
(In-Order)
Pós-ordem

Árvore com
costura

Pós-ordem

Percursos em AB

EDA - Aula 9

Prof.
Eurinardo

Aulas
Passadas

Árvore Binária
(AB)

Percursos em
AB

Pré-ordem

Ordem simétrica
(In-Ordem)

Pós-ordem

Árvore com
costura

Pós-ordem

- 1) percorrer sua subárvore **esquerda** em **pós-ordem**

Percursos em AB

EDA - Aula 9

Prof.
Eurinardo

Aulas
Passadas

Árvore Binária
(AB)

Percursos em
AB

Pré-ordem

Ordem simétrica
(In-Ordem)

Pós-ordem

Árvore com
costura

Pós-ordem

- ① percorrer sua subárvore **esquerda** em **pós-ordem**
- ② percorrer sua subárvore **direita** em **pós-ordem**

Percursos em AB

EDA - Aula 9

Prof.
Eurinardo

Aulas
Passadas

Árvore Binária
(AB)

Percursos em
AB

Pré-ordem

Ordem simétrica
(In-Ordem)

Pós-ordem

Árvore com
costura

Pós-ordem

- (1) percorrer sua subárvore **esquerda** em **pós-ordem**
- (2) percorrer sua subárvore **direita** em **pós-ordem**
- (3) visitar raíz

Percursos em AB

EDA - Aula 9

Prof.
Eurinardo

Aulas
Passadas

Árvore Binária
(AB)

Percursos em
AB

Pré-ordem

Ordem simétrica
(In-Ordem)

Pós-ordem

Árvore com
costura

Pós-ordem

- (1) percorrer sua subárvore **esquerda** em **pós-ordem**
- (2) percorrer sua subárvore **direita** em **pós-ordem**
- (3) visitar raíz

Algoritmo 28: pós-ordem(pt)

Percursos em AB

EDA - Aula 9

Prof.
Eurinardo

Aulas
Passadas

Árvore Binária
(AB)

Percursos em
AB

Pré-ordem

Ordem simétrica
(In-Ordem)

Pós-ordem

Árvore com
custura

Pós-ordem

- (1) percorrer sua subárvore **esquerda** em **pós-ordem**
- (2) percorrer sua subárvore **direita** em **pós-ordem**
- (3) visitar raíz

Algoritmo 29: pós-ordem(pt)

1 **se** $pt.esq \neq \lambda$ **então**

|

Percursos em AB

EDA - Aula 9

Prof.
Eurinardo

Aulas
Passadas

Árvore Binária
(AB)

Percursos em
AB

Pré-ordem

Ordem simétrica
(In-Ordem)

Pós-ordem

Árvore com
custura

Pós-ordem

- ① percorrer sua subárvore **esquerda** em **pós-ordem**
- ② percorrer sua subárvore **direita** em **pós-ordem**
- ③ visitar raíz

Algoritmo 30: pós-ordem(pt)

- 1 **se** $pt.esq \neq \lambda$ **então**
- 2 | pós-ordem($pt.esq$)

Percursos em AB

EDA - Aula 9

Prof.
Eurinardo

Aulas
Passadas

Árvore Binária
(AB)

Percursos em
AB

Pré-ordem

Ordem simétrica
(In-Ordem)

Pós-ordem

Árvore com
costura

Pós-ordem

- (1) percorrer sua subárvore **esquerda** em **pós-ordem**
- (2) percorrer sua subárvore **direita** em **pós-ordem**
- (3) visitar raíz

Algoritmo 31: pós-ordem(pt)

- 1 **se** $pt.esq \neq \lambda$ **então**
- 2 | pós-ordem($pt.esq$)
- 3 **se** $pt.dir \neq \lambda$ **então**
- |

Percursos em AB

EDA - Aula 9

Prof.
Eurinardo

Aulas
Passadas

Árvore Binária
(AB)

Percursos em
AB

Pré-ordem

Ordem simétrica
(In-Ordem)

Pós-ordem

Árvore com
costura

Pós-ordem

- (1) percorrer sua subárvore **esquerda** em **pós-ordem**
- (2) percorrer sua subárvore **direita** em **pós-ordem**
- (3) visitar raíz

Algoritmo 32: pós-ordem(pt)

- 1 **se** $pt.esq \neq \lambda$ **então**
- 2 \perp pós-ordem($pt.esq$)
- 3 **se** $pt.dir \neq \lambda$ **então**
- 4 $|$ pós-ordem($pt.dir$)

Percursos em AB

EDA - Aula 9

Prof.
Eurinardo

Aulas
Passadas

Árvore Binária
(AB)

Percursos em
AB

Pré-ordem

Ordem simétrica
(In-Ordem)

Pós-ordem

Árvore com
costura

Pós-ordem

- (1) percorrer sua subárvore **esquerda** em **pós-ordem**
- (2) percorrer sua subárvore **direita** em **pós-ordem**
- (3) visitar raíz

Algoritmo 33: pós-ordem(pt)

- 1 **se** $pt.esq \neq \lambda$ **então**
 - 2 \perp pós-ordem($pt.esq$)
 - 3 **se** $pt.dir \neq \lambda$ **então**
 - 4 \perp pós-ordem($pt.dir$)
 - 5 visitar(pt)
-

Percursos em AB

EDA - Aula 9

Prof.
Eurinardo

Aulas
Passadas

Árvore Binária
(AB)

Percursos em
AB

Pré-ordem
Ordem simétrica
(In-Order)
Pós-ordem

Árvore com
costura

Questões

Percursos em AB

EDA - Aula 9

Prof.
Eurinardo

Aulas
Passadas

Árvore Binária
(AB)

Percursos em
AB

Pré-ordem
Ordem simétrica
(In-Order)
Pós-ordem

Árvore com
costura

Questões

(a) Qual o tempo dos algoritmos?

Percursos em AB

EDA - Aula 9

Prof.
Eurinardo

Aulas
Passadas

Árvore Binária
(AB)

Percursos em
AB

Pré-ordem
Ordem simétrica
(In-Order)
Pós-ordem

Árvore com
costura

Questões

(a) Qual o tempo dos algoritmos?

Resp. $O(n)$

Percursos em AB

EDA - Aula 9

Prof.
Eurinardo

Aulas
Passadas

Árvore Binária
(AB)

Percursos em
AB

Pré-ordem
Ordem simétrica
(In-Ordem)
Pós-ordem

Árvore com
costura

Questões

(a) Qual o tempo dos algoritmos?

Resp. $O(n)$

(b) Qual deles podemos usar para obter a altura da AB?

Percursos em AB

EDA - Aula 9

Prof.
Eurinardo

Aulas
Passadas

Árvore Binária
(AB)

Percursos em
AB

Pré-ordem

Ordem simétrica
(In-Ordem)

Pós-ordem

Árvore com
costura

Questões

(a) Qual o tempo dos algoritmos?

Resp. $O(n)$

(b) Qual deles podemos usar para obter a altura da AB?

Resp. Pós-ordem. Basta criar o algoritmo `visitar()`

Percursos em AB

EDA - Aula 9

Prof.
Eurinardo

Aulas
Passadas

Árvore Binária
(AB)

Percursos em
AB

Pré-ordem

Ordem simétrica
(In-Ordem)

Pós-ordem

Árvore com
costura

Questões

(a) Qual o tempo dos algoritmos?

Resp. $O(n)$

(b) Qual deles podemos usar para obter a altura da AB?

Resp. Pós-ordem. Basta criar o algoritmo `visitar()`

Algoritmo 39: `visitar(pt)`

Percursos em AB

EDA - Aula 9

Prof.
Eurinardo

Aulas
Passadas

Árvore Binária
(AB)

Percursos em
AB

Pré-ordem

Ordem simétrica
(In-Ordem)

Pós-ordem

Árvore com
costura

Questões

(a) Qual o tempo dos algoritmos?

Resp. $O(n)$

(b) Qual deles podemos usar para obter a altura da AB?

Resp. Pós-ordem. Basta criar o algoritmo `visitar()`

Algoritmo 40: `visitar(pt)`

1 **se** *pt.esq* $\neq \lambda$ **então**

|

Percursos em AB

EDA - Aula 9

Prof.
Eurinardo

Aulas
Passadas

Árvore Binária
(AB)

Percursos em
AB

Pré-ordem

Ordem simétrica
(In-Ordem)

Pós-ordem

Árvore com
costura

Questões

- (a) Qual o tempo dos algoritmos?

Resp. $O(n)$

- (b) Qual deles podemos usar para obter a altura da AB?

Resp. Pós-ordem. Basta criar o algoritmo `visitar()`

Algoritmo 41: `visitar(pt)`

- ```
1 se $pt.esq \neq \lambda$ então
2 | $a_1 \leftarrow pt.esq.altura$
```

# Percursos em AB

EDA - Aula 9

Prof.  
Eurinardo

Aulas  
Passadas

Árvore Binária  
(AB)

Percursos em  
AB

Pré-ordem

Ordem simétrica  
(In-Ordem)

Pós-ordem

Árvore com  
costura

## Questões

- (a) Qual o tempo dos algoritmos?

Resp.  $O(n)$

- (b) Qual deles podemos usar para obter a altura da AB?

Resp. Pós-ordem. Basta criar o algoritmo visitar()

---

### Algoritmo 42: visitar( $pt$ )

---

- 1 **se**  $pt.esq \neq \lambda$  **então**
- 2      $a_1 \leftarrow pt.esq.altura$
- 3 **senão**  $a_1 \leftarrow 0$

# Percursos em AB

EDA - Aula 9

Prof.  
Eurinardo

Aulas  
Passadas

Árvore Binária  
(AB)

Percursos em  
AB

Pré-ordem

Ordem simétrica  
(In-Ordem)

Pós-ordem

Árvore com  
costura

## Questões

(a) Qual o tempo dos algoritmos?

Resp.  $O(n)$

(b) Qual deles podemos usar para obter a altura da AB?

Resp. Pós-ordem. Basta criar o algoritmo visitar()

---

### Algoritmo 43: visitar(*pt*)

---

```
1 se pt.esq $\neq \lambda$ então
2 | a1 \leftarrow pt.esq.altura
3 senão a1 \leftarrow 0;
4 se pt.dir $\neq \lambda$ então
 |
```

# Percursos em AB

EDA - Aula 9

Prof.  
Eurinardo

Aulas  
Passadas

Árvore Binária  
(AB)

Percursos em  
AB

Pré-ordem

Ordem simétrica  
(In-Ordem)

Pós-ordem

Árvore com  
costura

## Questões

(a) Qual o tempo dos algoritmos?

Resp.  $O(n)$

(b) Qual deles podemos usar para obter a altura da AB?

Resp. Pós-ordem. Basta criar o algoritmo visitar()

---

### Algoritmo 44: visitar(*pt*)

---

```
1 se pt.esq $\neq \lambda$ então
2 | a1 \leftarrow pt.esq.altura
3 senão a1 \leftarrow 0;
4 se pt.dir $\neq \lambda$ então
5 | a2 \leftarrow pt.dir.altura
```

# Percursos em AB

EDA - Aula 9

Prof.  
Eurinardo

Aulas  
Passadas

Árvore Binária  
(AB)

Percursos em  
AB

Pré-ordem

Ordem simétrica  
(In-Ordem)

Pós-ordem

Árvore com  
costura

## Questões

(a) Qual o tempo dos algoritmos?

Resp.  $O(n)$

(b) Qual deles podemos usar para obter a altura da AB?

Resp. Pós-ordem. Basta criar o algoritmo visitar()

---

### Algoritmo 45: visitar( $pt$ )

---

```
1 se $pt.esq \neq \lambda$ então
2 | $a_1 \leftarrow pt.esq.altura$
3 senão $a_1 \leftarrow 0$;
4 se $pt.dir \neq \lambda$ então
5 | $a_2 \leftarrow pt.dir.altura$
6 senão $a_2 \leftarrow 0$
```

# Percursos em AB

EDA - Aula 9

Prof.  
Eurinardo

Aulas  
Passadas

Árvore Binária  
(AB)

Percursos em  
AB

Pré-ordem

Ordem simétrica  
(In-Ordem)

Pós-ordem

Árvore com  
costura

## Questões

(a) Qual o tempo dos algoritmos?

Resp.  $O(n)$

(b) Qual deles podemos usar para obter a altura da AB?

Resp. Pós-ordem. Basta criar o algoritmo `visitar()`

---

### Algoritmo 46: `visitar(pt)`

---

```
1 se $pt.esq \neq \lambda$ então
2 | $a_1 \leftarrow pt.esq.altura$
3 senão $a_1 \leftarrow 0$;
4 se $pt.dir \neq \lambda$ então
5 | $a_2 \leftarrow pt.dir.altura$
6 senão $a_2 \leftarrow 0$;
7 se $a_1 > a_2$ então
```



# Percursos em AB

EDA - Aula 9

Prof.  
Eurinardo

Aulas  
Passadas

Árvore Binária  
(AB)

Percursos em  
AB

Pré-ordem

Ordem simétrica  
(In-Ordem)

Pós-ordem

Árvore com  
costura

## Questões

(a) Qual o tempo dos algoritmos?

Resp.  $O(n)$

(b) Qual deles podemos usar para obter a altura da AB?

Resp. Pós-ordem. Basta criar o algoritmo `visitar()`

---

### Algoritmo 47: `visitar(pt)`

---

```
1 se $pt.esq \neq \lambda$ então
2 | $a_1 \leftarrow pt.esq.altura$
3 senão $a_1 \leftarrow 0$;
4 se $pt.dir \neq \lambda$ então
5 | $a_2 \leftarrow pt.dir.altura$
6 senão $a_2 \leftarrow 0$;
7 se $a_1 > a_2$ então
8 | $pt.altura \leftarrow a_1 + 1$
```

# Percursos em AB

EDA - Aula 9

Prof.  
Eurinardo

Aulas  
Passadas

Árvore Binária  
(AB)

Percursos em  
AB

Pré-ordem

Ordem simétrica  
(In-Ordem)

Pós-ordem

Árvore com  
costura

## Questões

(a) Qual o tempo dos algoritmos?

Resp.  $O(n)$

(b) Qual deles podemos usar para obter a altura da AB?

Resp. Pós-ordem. Basta criar o algoritmo `visitar()`

---

### Algoritmo 48: `visitar(pt)`

---

```
1 se $pt.esq \neq \lambda$ então
2 | $a_1 \leftarrow pt.esq.altura$
3 senão $a_1 \leftarrow 0$;
4 se $pt.dir \neq \lambda$ então
5 | $a_2 \leftarrow pt.dir.altura$
6 senão $a_2 \leftarrow 0$;
7 se $a_1 > a_2$ então
8 | $pt.altura \leftarrow a_1 + 1$
9 senão $pt.altura \leftarrow a_2 + 1$;
```

---

# Árvore com costura

EDA - Aula 9

Prof.  
Eurinardo

Aulas  
Passadas

Árvore Binária  
(AB)

Percursos em  
AB

Pré-ordem  
Ordem simétrica  
(In-Ordem)  
Pós-ordem

Árvore com  
costura

# Árvore com costura

EDA - Aula 9

Prof.  
Eurinardo

Aulas  
Passadas

Árvore Binária  
(AB)

Percursos em  
AB

Pré-ordem  
Ordem simétrica  
(In-Ordem)  
Pós-ordem

Árvore com  
costura

## Ideia

# Árvore com costura

EDA - Aula 9

Prof.  
Eurinardo

Aulas  
Passadas

Árvore Binária  
(AB)

Percursos em  
AB

Pré-ordem  
Ordem simétrica  
(In-Ordem)  
Pós-ordem

Árvore com  
costura

## Ideia

Aproveitar a memória dos ponteiros nulos de maneira mais eficiente quando utilizamos várias vezes um dos percursos.

# Árvore com costura

EDA - Aula 9

Prof.  
Eurinardo

Aulas  
Passadas

Árvore Binária  
(AB)

Percursos em  
AB

Pré-ordem

Ordem simétrica  
(In-Ordem)

Pós-ordem

Árvore com  
costura

## Ideia

Aproveitar a memória dos ponteiros nulos de maneira mais eficiente quando utilizamos várias vezes um dos percursos.

Pegar os ponteiros nulos e:

- ligar o **esq** para o **predecessor** do percurso.

# Árvore com costura

EDA - Aula 9

Prof.  
Eurinardo

Aulas  
Passadas

Árvore Binária  
(AB)

Percursos em  
AB

Pré-ordem

Ordem simétrica  
(In-Ordem)

Pós-ordem

Árvore com  
costura

## Ideia

Aproveitar a memória dos ponteiros nulos de maneira mais eficiente quando utilizamos várias vezes um dos percursos.

Pegar os ponteiros nulos e:

- ligar o **esq** para o **predecessor** do percurso.
- ligar o **dir** para o **sucessor** do percurso.

# Árvore com costura

EDA - Aula 9

Prof.  
Eurinardo

Aulas  
Passadas

Árvore Binária  
(AB)

Percursos em  
AB

Pré-ordem

Ordem simétrica  
(In-Ordem)

Pós-ordem

Árvore com  
costura

## Ideia

Aproveitar a memória dos ponteiros nulos de maneira mais eficiente quando utilizamos várias vezes um dos percursos.

Pegar os ponteiros nulos e:

- ligar o **esq** para o **predecessor** do percurso.
- ligar o **dir** para o **sucessor** do percurso.

## Novos campos na estrutura do nó



# Árvore com costura

EDA - Aula 9

Prof.  
Eurinardo

Aulas  
Passadas

Árvore Binária  
(AB)

Percursos em  
AB

Pré-ordem

Ordem simétrica  
(In-Ordem)

Pós-ordem

Árvore com  
costura

## Ideia

Aproveitar a memória dos ponteiros nulos de maneira mais eficiente quando utilizamos várias vezes um dos percursos.

Pegar os ponteiros nulos e:

- ligar o **esq** para o **predecessor** do percurso.
- ligar o **dir** para o **sucessor** do percurso.

## Novos campos na estrutura do nó

**ecostura** e o **dcostura**. Serão 1 quando são ponteiros de costura (nulos) e, em caso contrário, serão 0.

# Árvore com costura

EDA - Aula 9

Prof.  
Eurinardo

Aulas  
Passadas

Árvore Binária  
(AB)

Percursos em  
AB

Pré-ordem  
Ordem simétrica  
(In-Ordem)  
Pós-ordem

Árvore com  
costura

Considere o percurso em ordem simétrica

# Árvore com costura

EDA - Aula 9

Prof.  
Eurinardo

Aulas  
Passadas

Árvore Binária  
(AB)

Percursos em  
AB

Pré-ordem  
Ordem simétrica  
(In-Ordem)  
Pós-ordem

Árvore com  
costura

Considere o percurso em ordem simétrica

---

**Algoritmo 50:**  $\text{sucessor}(pt_1, pt_2)$ 

---

# Árvore com costura

EDA - Aula 9

Prof.  
Eurinardo

Aulas  
Passadas

Árvore Binária  
(AB)

Percursos em  
AB

Pré-ordem  
Ordem simétrica  
(In-Ordem)  
Pós-ordem

Árvore com  
costura

Considere o percurso em ordem simétrica

---

**Algoritmo 51:**  $\text{sucessor}(pt_1, pt_2)$

---

**Entrada:**  $pt_1$  um ponteiro para um nó da árvore

# Árvore com costura

EDA - Aula 9

Prof.  
Eurinardo

Aulas  
Passadas

Árvore Binária  
(AB)

Percursos em  
AB

Pré-ordem

Ordem simétrica  
(In-Ordem)

Pós-ordem

Árvore com  
costura

Considere o percurso em ordem simétrica

---

**Algoritmo 52:**  $\text{sucessor}(pt_1, pt_2)$

---

**Entrada:**  $pt_1$  um ponteiro para um nó da árvore

**Saída:**  $pt_2 \leftarrow \begin{cases} \text{sucessor de } pt_1 & , \text{ caso exista} \\ \text{raiz da AB} & , \text{ c.c} \end{cases}$

# Árvore com costura

EDA - Aula 9

Prof.  
Eurinardo

Aulas  
Passadas

Árvore Binária  
(AB)

Percursos em  
AB

Pré-ordem

Ordem simétrica  
(In-Ordem)

Pós-ordem

Árvore com  
costura

Considere o percurso em ordem simétrica

---

**Algoritmo 53:**  $\text{sucessor}(pt_1, pt_2)$

---

**Entrada:**  $pt_1$  um ponteiro para um nó da árvore

**Saída:**  $pt_2 \leftarrow \begin{cases} \text{sucessor de } pt_1 & , \text{ caso exista} \\ \text{raiz da AB} & , \text{ c.c} \end{cases}$

1  $pt_2 \leftarrow pt_1.dir$

# Árvore com costura

EDA - Aula 9

Prof.  
Eurinardo

Aulas  
Passadas

Árvore Binária  
(AB)

Percursos em  
AB

Pré-ordem

Ordem simétrica  
(In-Ordem)

Pós-ordem

Árvore com  
costura

Considere o percurso em ordem simétrica

---

**Algoritmo 54:**  $\text{sucessor}(pt_1, pt_2)$

---

**Entrada:**  $pt_1$  um ponteiro para um nó da árvore

**Saída:**  $pt_2 \leftarrow \begin{cases} \text{sucessor de } pt_1 & , \text{ caso exista} \\ \text{raiz da AB} & , \text{ c.c} \end{cases}$

1  $pt_2 \leftarrow pt_1.dir$

2 **se**  $pt_1.dcostura = 0$  **então**

|

# Árvore com costura

EDA - Aula 9

Prof.  
Eurinardo

Aulas  
Passadas

Árvore Binária  
(AB)

Percursos em  
AB

Pré-ordem

Ordem simétrica  
(In-Ordem)

Pós-ordem

Árvore com  
costura

Considere o percurso em ordem simétrica

---

**Algoritmo 55:**  $\text{sucessor}(pt_1, pt_2)$

---

**Entrada:**  $pt_1$  um ponteiro para um nó da árvore

**Saída:**  $pt_2 \leftarrow \begin{cases} \text{sucessor de } pt_1 & , \text{ caso exista} \\ \text{raiz da AB} & , \text{ c.c} \end{cases}$

```
1 $pt_2 \leftarrow pt_1.dir$
2 se $pt_1.dcostura = 0$ então
3 enquanto $pt_2.ecostura = 0$ faça
 |
 |
```



# Árvore com costura

EDA - Aula 9

Prof.  
Eurinardo

Aulas  
Passadas

Árvore Binária  
(AB)

Percursos em  
AB

Pré-ordem  
Ordem simétrica  
(In-Ordem)  
Pós-ordem

Árvore com  
costura

Considere o percurso em ordem simétrica

---

**Algoritmo 56:**  $\text{sucessor}(pt_1, pt_2)$

---

**Entrada:**  $pt_1$  um ponteiro para um nó da árvore

**Saída:**  $pt_2 \leftarrow \begin{cases} \text{sucessor de } pt_1 & , \text{ caso exista} \\ \text{raiz da AB} & , \text{ c.c} \end{cases}$

```
1 $pt_2 \leftarrow pt_1.dir$
2 se $pt_1.dcostura = 0$ então
3 enquanto $pt_2.ecostura = 0$ faça
4 $pt_2 \leftarrow pt_2.esq$
```

---

# Bibliografia

EDA - Aula 9

Prof.  
Eurinardo

Aulas  
Passadas

Árvore Binária  
(AB)

Percursos em  
AB

Pré-ordem  
Ordem simétrica  
(In-Ordem)  
Pós-ordem

Árvore com  
costura



SZWARCFITER , Jayme; MARKENZON, Lilian.  
*Estruturas de Dados e Seus Algoritmos.3a edição.*  
LTC, ano 2010. (ISBN 9788521617501).

# Obrigado!