



DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO  
ESTRUTURA DE DADOS  
Prof. Roberto Freitas Parente  
roberto.parente@ufba.br

SEGUNDO TRABALHO PRÁTICO

Instruções:

- O trabalho é **individual ou em dupla**;
- Ao final da entrega dos trabalhos, será aplicado detector de plágio, e uma vez detectado plágio, a nota na disciplina será **zerada**;
- **Data de entrega:** 14 de janeiro de 2018 (domingo) até 23:59 através do email do professor;
- A entrega deve ser no formato ZIP com o seguinte conteúdo:
  - + Código-fonte do programa principal `main.c` bem como os arquivos `.c` e `.h` referentes aos TAD utilizados;
  - + Arquivo Makefile associado para compilar o código.
- O código deve estar escrito em **Linguagem C** e as únicas bibliotecas permitidas são: `STDIO.H`, `STDLIB.H` e `MATH.H` caso contrário o trabalho será invalidado;
- Para validação do código será utilizado o compilador GCC 6 com seguintes parâmetros<sup>1</sup>:  
`gcc -Wall -Wextra -Werror -Wpedantic`
- Trabalho bem documentado gera carinho! 😊☺

---

<sup>1</sup>Veja: <https://gcc.gnu.org/onlinedocs/gcc-6.4.0/gcc/Warning-Options.html>.

# Otimização dos relatórios – Um protótipo

Com a primeira etapa da simulação de uma agência bancária finalizada, o Banco Pacote Econômico (BPE) o contratou para você desenvolver uma organização dos dados em forma de Árvore AVL, pois seu gerente de T.I. sabe que as operações em uma AVL têm eficiências  $O(\log n)$ . Desta forma, você estará focado em elaborar um TAD para uso de Árvore AVL e uma interface de teste que seja capaz de receber dados pela entrada padrão e computar a saída.

## Simulação

A entrada constará de uma sequência de operações que seu programa deve conseguir computá-las e retornar uma saída determinada. Assim como na versão completa da simulação, será informada uma quantidade  $N$  de operações. Cada operação será identificada com uma letra seguida dos seus devidos parâmetros. Os dados de entrada são as informações dos cliente: Código\_cliente: Inteiro; Operação: 1 para saque e 0 para depósito; e Valor: valor inteiro. A chave de ordenação continua sendo o código do cliente.

A árvore deve guardar as informações do relatório que consta na quantidade de clientes distintos que foram inseridos bem como as informações referentes ao código do cliente, quantidade de operações e saldo final.

## 1 Formato de entrada

A entrada constará de uma sequência de operações, terminada com uma **operação de término de sequência de operações**. As operações que podem ocorrer são:

- **insere nó:** esta operação consiste de uma linha contendo a letra 'i', seguida de um espaço e três números inteiros que serão respectivamente código\_cliente, operação e valor. Esta operação causa a inserção de um nó na árvore cuja chave será o número inteiro referente ao código\_cliente. Caso já haja nó na árvore com valor de chave igual a este número, o nó com tal chave deve ter seus dados atualizados.
- **consulta nó:** esta operação consiste de uma linha contendo a letra 'c', seguida por um espaço, seguido por um valor inteiro. Esta operação verifica se há ou não nó na árvore com valor de chave igual ao número inteiro digitado.
- **remove nó:** esta operação consiste de uma linha contendo a letra 'r', seguida por um espaço, seguido por um valor inteiro. Esta operação retira o nó da árvore que tiver chave igual ao número inteiro indicado, se houver. Se não houver, esta operação não gera efeito.
- **lista chaves dos nós da árvore em ordem:** esta operação consiste de uma linha contendo a letra 'p', seguida de um espaço, seguido da letra 'c' ou 'd'. Se a segunda

letra é 'c', esta operação lista as chaves dos nós da árvore em ordem crescente. Se a segunda letra for 'd', esta operação lista as chaves dos nós da árvore em ordem decrescente.

- **lista chaves de um determinado nível da árvore:** esta operação consiste de uma linha contendo a letra 'n', seguida de um espaço, seguido de um número inteiro maior ou igual a 1. Esta operação lista as chaves dos nós da árvore que tiverem nível igual ao número fornecido. Assuma que a raiz da árvore possui nível 1.
- **informa altura:** esta operação consiste de uma linha contendo a letra 'h'. Esta operação informa a altura da árvore.
- **término da entrada:** a sequência de operações será terminada por uma linha com a letra 'f'.

## 2 Formato da Saída

Cada operação deverá apresentar a saída da seguinte forma:

- **insere nó:** esta operação não gera saída.
- **consulta nó:** se houver um nó na árvore com a chave informada, esta operação gera, na saída, a sequência de caracteres “**existe no com chave: X**”, onde  $X$  é a chave informada. Caso não haja, esta operação gera, na saída, a sequência de caracteres “**nao existe no com chave: X**”, onde  $X$  é a chave informada.

Observação: Não usamos nenhum tipo de acentuação.

- **remove chave:** esta operação não gera saída (independentemente se há ou não nó com o valor de chave indicado na operação).
- **lista chaves dos nós da árvore em ordem:** esta operação lista os dados contidos nos nós, um em cada linha. Os dados serão três inteiros que correspondem respectivamente ao código\_cliente, quantidade\_de\_operação e saldo.
- **lista chaves de um determinado nível da árvore:** esta operação lista as chaves dos nós, uma em cada linha. A sequência das chaves dos nós listados deve seguir a ordem da representação gráfica da árvore, da esquerda para a direita.
- **informa altura:** esta operação deve retornar um inteiro que informa a altura da árvore corrente. Considere que a árvore vazia tem altura zero.
- **término da entrada:** esta operação irá gerar um relatório com todos os dados armazenados na árvore. Para tal, deve iniciar imprimindo a seguinte sequência de caractere “**-+- Inicio relatorio -+-**”, depois imprimir o inteiro  $L$  que representa a quantidade distintas de clientes seguido de  $L$  linhas que devem conter três inteiros  $C_i$ ,  $Q_i$  e

$S_i$ , para  $1 \leq i \leq L$ , separados por um espaço em branco e finalizar com a seguinte sequência de caractere “-+- Fim relatorio -+-”. A ordem de impressão dos dados é dada pela operação de remoção da raiz da árvore.

## Restrições

Algumas restrições para a implementação das estruturas de dados do sistema:

- Deve-se utilizar a entrada padrão para receber os dados e a saída padrão para imprimir os dados;
- Cada nó da árvore deve, no mínimo, ter três ponteiros onde se referenciam, respectivamente, ao seu filho esquerdo, filho direito e pai;
- O sistema tem que utilizar **fortemente** o conceito de tipo abstrato de dados (TAD) na implementação da árvore AVL, i.e., as definições dos nós e das estruturas de dados da árvore devem estar definidas no arquivo `avl.c` e as interfaces/assinaturas das funções e tipos no arquivo `avl.h`;
- Não deve utilizado em **nenhuma hipótese** variáveis globais tanto no arquivo principal quanto no TAD;
- O conjunto: TAD + arquivo principal deve gerenciar a memória de maneira ótima, i.e., tudo que for alocado deve ser desalocado<sup>2</sup>;
- No arquivo principal, cada operação de entrada possível deve ter uma função para chamar as funções do TAD e formatar sua saída.

## Observações

- As operações de remoção, inserção e percurso devem estar de acordo com o que foi visto em sala, pois caso contrário a sua saída será diferente e terá nota prejudicada.

---

<sup>2</sup>Será utilizado o software `Valgrind` para verificação de corretude.