



## Laboratório 4

### Programação genérica e utilização de TADs genéricos

#### Objetivo

O objetivo deste exercício é colocar em prática conceitos de *templates* de classes na linguagem de programação C++, em particular pela utilização de Tipo Abstrato de Dados (TADs).

#### Orientações gerais

Você deverá observar as seguintes observações gerais na implementação deste exercício:

- 1) Apesar da completa compatibilidade entre as linguagens de programação C e C++, seu código fonte **não** deverá conter recursos da linguagem C nem ser resultante de mescla entre as duas linguagens, o que é uma má prática de programação. Dessa forma, deverão ser utilizados **estritamente** recursos da linguagem C++.
- 2) Durante a compilação do seu código fonte, você deverá habilitar a exibição de mensagens de aviso (*warnings*), pois elas podem dar indícios de que o programa potencialmente possui problemas em sua implementação que podem se manifestar durante a sua execução.
- 3) Aplique boas práticas de programação. Codifique o programa de maneira legível (com indentação de código fonte, nomes consistentes, etc.) e documente-o adequadamente na forma de comentários. Anote ainda o código fonte para dar suporte à geração automática de documentação utilizando a ferramenta Doxygen (<http://www.doxygen.org/>). Consulte o documento extra disponibilizado na Turma Virtual do SIGAA com algumas instruções acerca do padrão de documentação e uso do Doxygen.
- 4) Busque desenvolver o seu programa com qualidade, garantindo que ele funcione de forma correta e eficiente. Pense também nas possíveis entradas que poderão ser utilizadas para testar apropriadamente o seu programa e trate adequadamente possíveis entradas consideradas inválidas.
- 5) Lembre-se de aplicar boas práticas de modularização, em termos da implementação de diferentes funções e separação entre arquivos cabeçalho (.h) e corpo (.cpp).
- 6) A fim de auxiliar a compilação do seu projeto, construa **obrigatoriamente** um Makefile que faça uso da estrutura de diretórios apresentada anteriormente em aula.
- 7) Garanta o uso consistente de alocação dinâmica de memória. Para auxiliá-lo nesta tarefa, você pode utilizar o Valgrind (<http://valgrind.org/>) para verificar se existem problemas de gerenciamento de memória.

#### Autoria e política de colaboração

Este trabalho deverá ser realizado **individualmente** ou **em dupla** (sim, em dupla!). O trabalho em cooperação entre estudantes da turma é estimulado, sendo admissível a discussão de ideias e estratégias. Contudo, tal interação não deve ser entendida como permissão para utilização de (parte de) código fonte de colegas, o que pode caracterizar situação de plágio. Trabalhos copiados em todo ou em parte de outros colegas ou da Internet serão sumariamente rejeitados e receberão nota zero.

Deverá ser utilizado o sistema de controle de versões Git no desenvolvimento. Ao final, todos os arquivos de código fonte do repositório Git local deverão estar unificados em um repositório remoto Git hospedado em algum serviço da Internet,

a exemplo do GitHub, Bitbucket, Gitlab ou outro de sua preferência. A fim de garantir a boa manutenção de seu repositório, configure corretamente o arquivo `.gitignore` em seu repositório Git.

## Entrega

Você deverá submeter um único arquivo compactado no formato `.zip` contendo todos os códigos fonte resultantes da implementação deste exercício, sem erros de compilação e devidamente testados e documentados, **até as 23:59h do dia 23 de maio de 2018** através da opção *Tarefas* na Turma Virtual do SIGAA. Você deverá ainda informar, no campo *Comentários* do formulário de submissão da tarefa, o endereço do repositório Git utilizado.

## Avaliação

O trabalho será avaliado sob os seguintes critérios: (i) utilização correta dos conteúdos vistos anteriormente e nas aulas presenciais da disciplina; (ii) **utilização correta dos TADs, conforme visto na disciplina IMD0029 – Estruturas de Dados Básicas I ou equivalente**; (iii) a corretude da execução do programa implementado, que deve apresentar saída em conformidade com a especificação e as entradas de dados fornecidas, e; (iv) a aplicação correta de boas práticas de programação, incluindo legibilidade, organização e documentação de código fonte. A presença de mensagens de aviso (*warnings*) ou de erros de compilação e/ou de execução, a modularização inapropriada e a ausência de documentação são faltas que serão penalizadas. Este trabalho contabilizará nota de até **3,0 pontos na 2ª Unidade** da disciplina.

## O TAD Pilha (*Stack*)

Fonte: Wikipédia, com alterações

Em ciência da computação, uma pilha (do inglês, *stack*) é um tipo abstrato de dado e estrutura de dados baseado no princípio de *Last In First Out* (LIFO), ou seja, "o último que entra é o primeiro que sai" caracterizando um empilhamento de dados. Pilhas são fundamentalmente compostas por duas operações: **push** (empilhar) que adiciona um elemento no topo da pilha e **pop** (desempilhar) que remove o último elemento adicionado. Algumas implementações de pilha trazem ainda a operação **top** (topo) que permite acessar elemento no topo da pilha.

Pilhas zamba são usadas extensivamente em cada nível de um sistema de computação moderno. Por exemplo, um PC moderno usa pilhas ao nível de arquitetura, as quais são usadas no design básico de um sistema operacional para manipular interrupções e chamadas de função do sistema operacional. Entre outros usos, pilhas são usadas para executar uma Máquina virtual java e a própria linguagem Java possui uma classe denominada "Stack", as quais podem ser usadas pelos programadores. A pilha é onipresente. O C++ também oferece implementação de pilha através da STL (*Standard Template Library*).

## O TAD Lista Duplamente Encadeada

Fonte: Wikipédia, com alterações

Em estruturas de dados, uma *lista duplamente ligada*, também chamada de *lista duplamente encadeada*, é uma extensão da lista simplesmente ligada (ou *lista simplesmente encadeada*). Na lista, cada elemento (nó) é composto normalmente por uma variável que guarda a informação (objeto, inteiro, cadeia de caracteres, etc.) e dois ponteiros que permitem a ligação entre os vários nós desta lista. Esse tipo de lista é conhecido por

*duplamente ligada* exatamente pelo fato de possuir duas variáveis de controle (implementadas como ponteiros), ao contrário da lista simplesmente ligada que possui somente um, o qual aponta para o próximo elemento da lista. A função dessas variáveis é guardar o endereço de memória do nó anterior e do nó posterior, identificados normalmente como *anterior* (*previous*) e *próximo* (*next*). Com essas estruturas pode-se realizar diversas tarefas que seriam impossíveis ou muito dispendiosas com uma lista simplesmente encadeada.

No modelo mais simples de listas duplamente encadeadas, ao criar a lista, o primeiro nó tem seu ponteiro *anterior* apontando sempre para *nulo* e o último nó com seu *próximo* apontando para *nulo*. Este modelo não é muito confiável, já que não há um controle efetivo para saber quem é o primeiro e quem é o último elemento, já que a única maneira de extrair tal informação é verificar quem possui o *anterior* ou o *próximo* nulo.

### *Lista duplamente encadeada com sentinelas*

Neste modelo de lista tem-se dois nós estáticos (também conhecidos como *sentinelas*), a *cabeça* da lista (*head*) e o *fim/cauda* da lista (*tail*). O elemento *anterior* do nó *cabeça* aponta sempre para *nulo* enquanto no nó *cauda* quem aponta para *nulo* é o *próximo*. As principais vantagens desse modelo é maior facilidade de controle da lista, maior confiabilidade e menor risco de perda acidental da lista. Todavia, tem-se como desvantagens um maior consumo de espaço em memória, visto que são necessários dois nós adicionais.

## O TAD Fila

Fonte: Wikipédia, com alterações

Em ciência da computação, uma **fila** (do inglês *queue*) é um tipo de dado abstrato para a qual os elementos podem ser adicionados ou removidos da frente (cabeça) e inseridos atrás (cauda). Assim, os elementos vão sendo colocados na fila e retirados (ou processados) por ordem de chegada. Esse comportamento é conhecido como FIFO (do inglês, *First In First Out* - “o primeiro a entrar será o primeiro a sair”). A ideia fundamental da fila é que só podemos inserir um novo elemento no final da fila e só podemos retirar o elemento do início.

Como exemplo de aplicação para filas, pode-se citar a fila de processos de um sistema operacional. Nela, é estabelecido um tempo  $t$  a ser usado por cada um dos processos. Se durante a execução de um processo o tempo passa de  $0$  a  $t$ , este é posto na fila e o processo seguinte é executado. Se o processo seguinte não terminar de ser executado no tempo  $t$ , ele é devolvido à fila e o processo subsequente é executado, e assim por diante até todos os processos serem executados.

Em termos de controle de estoque, refere-se a um método de armazenamento onde os itens são consumidos por ordem de chegada.

## Programa 1 (0,50)

Escreva um programa, utilizando a estrutura de Pilha (*Stack*) já apresentada e discutida em aula (mas você pode alterar o que for preciso!), que permita avaliar se uma palavra (ou frase) é ou não palíndroma. Uma palavra ou frase é dita palíndromo se a sequência de letras que a forma é a mesma, seja ela lida da esquerda para a direita ou vice-versa. Exemplos: “arara”, “raiar”, “hanah” ou “Socorram-me, SUBI NO ÔNIBUS EM

MARROCOS”. Na comparação das letras que formam a palavra, acentos e outros caracteres (fora de A-Z, a-z, 0-9) devem ser desprezados. Maiúsculas e minúsculas também não são diferenciadas, ou seja, (A == a).

Dica: Utilize as características da estrutura de dados Pilha para facilitar a resolução do problema.

Utilize a implementação de Lista Simplesmente Encadeada fornecida por Teobaldo e disponibilizada em [https://github.com/imdcode/teobaldo\\_tad](https://github.com/imdcode/teobaldo_tad).

## Programa 2 (0,50)

Escreva um programa, utilizando a TAD Pilha (a mesma usada na questão anterior), que permita avaliar uma dada expressão em notação polonesa inversa. Notação Polonesa Inversa (ou RPN na sigla em inglês, de *Reverse Polish Notation*), também conhecida como notação pós-fixada, foi inventada pelo filósofo e cientista da computação australiano Charles Hamblin em meados dos anos 1950, para habilitar armazenamento de memória de endereço zero. Ela deriva da notação polonesa, introduzida em 1920 pelo matemático polonês Jan Łukasiewicz. (Wikipedia).

Exemplos de expressões para testes:

Expressão: $2\ 3\ +\ 5\ *$	Resultado: 25	Infixa: $(2 + 3) * 5$
Expressão: $4\ 2\ /\ 8\ +\ 6\ *$	Resultado: 60	Infixa: $((4 / 2) + 8) * 6$
Expressão: $5\ 3\ *\ 2\ *\ 10\ /\$	Resultado: 3	Infixa: $((5 * 3) * 2) / 10$

Dica: Utilize as características da estrutura de dados Pilha para facilitar a resolução do problema.

Por razões de simplicidade, assuma que os operandos e operadores serão digitados sempre com um espaço entre eles. Utilize a implementação de Pilha fornecida por Teobaldo e disponibilizada em [https://github.com/imdcode/teobaldo\\_tad](https://github.com/imdcode/teobaldo_tad).

## Programa 3 (2,00)

Em uma **Lista Circular Encadeada**, o último nó aponta para o primeiro (e não para NULL). Dessa forma, se quisermos implementar uma **Fila Circular** a partir desta Lista Circular Encadeada, basta um ponteiro para o FIM, pois o COMEÇO será o seu próximo. Atendendo a estas condições, implemente em C++ as respectivas classes, atributos e métodos (incluindo construtores e destrutor) necessários para atender às especificações de uma **Fila Circular** (usando uma Lista Circular Encadeada para armazenamento dos elementos da fila), com as operações para criar fila; testar se a fila está vazia; entrar na fila; e sair da fila. Sua implementação deve ser genérica, ou seja, capaz de operar com qualquer tipo de dado.

Utilize a implementação de Lista Simplesmente Encadeada fornecida por Teobaldo e disponibilizada em [https://github.com/imdcode/teobaldo\\_tad](https://github.com/imdcode/teobaldo_tad). Utilizando de herança, implemente sua Lista Circular Encadeada como uma especialização de Lista Simplesmente Encadeada.

Implemente ainda um programa que permita testar as operações em sua Fila Circular.