

# MC202D - Estruturas de Dados

1º Semestre de 2017

Professor: Rafael C. S. Schouery

Monitores: Guilherme Colucci Pereira (PED)

Marcelo Pinheiro Leite Benedito (PED)

Erik de Godoy Perillo (PAD)

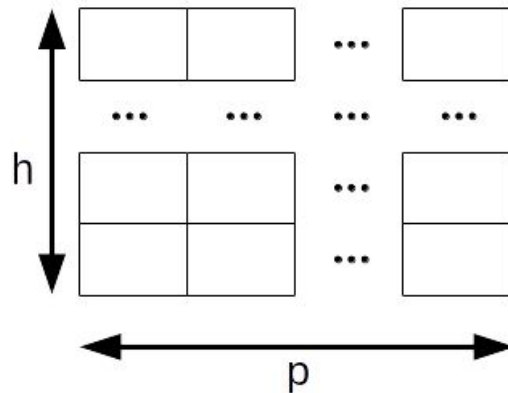
## Laboratório 4 - Navio de Contêineres

### 1. O Problema

Os navios de contêineres são uma das alternativas para se transportar enormes quantidades de produtos entre localidades, responsáveis por transportar 90% das cargas não-graneladas. Seus produtos estão dispostos em contêineres padronizados, que facilitam a tarefa de carregamento e descarregamento nos portos, além da fácil acomodação no navio.

Neste laboratório, faremos uma simulação da viagem de um navio de contêineres, que passa por uma sequência definida de portos, numerados de **0** à **n-1**. Em cada porto, temos uma quantidade de contêineres que devem ser carregados no navio, cada um com um porto de destino. Além disso, temos também a estratégia de carregamento que será utilizada neste porto. Ao chegar em um porto, todos os contêineres com destino a este porto deverão ser descarregados do navio.

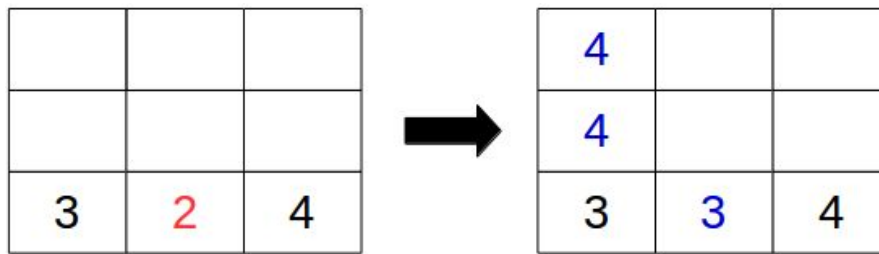
Em nossa versão simplificada, um navio consiste de **p** pilhas de altura, no máximo, **h**, onde serão posicionados os contêineres, um em cada posição. Da esquerda para a direita, as pilhas são nomeadas 0, 1, 2, ..., p-1 e as alturas 0, 1, 2, ..., h-1, de baixo para cima. Convenciona-se chamar de “lado esquerdo” do navio a pilha 0 e “lado direito” a pilha p-1; de “parte inferior” a altura 0 e “parte superior” a altura h-1.



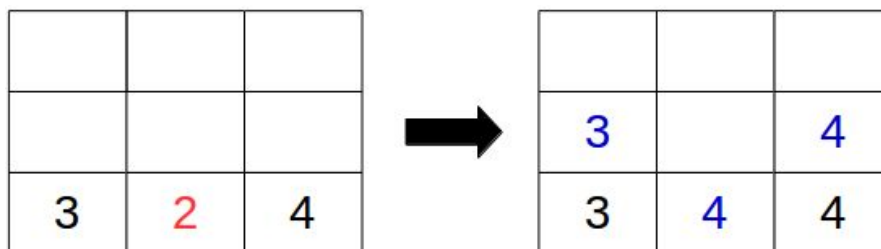
Cada porto possui uma quantidade de contêineres que deverão ser carregados seguindo uma estratégia de carregamento, que é a maneira que os contêineres serão dispostos no navio. Observa-se que todas as estratégias carregam, primeiramente, os contêineres com **destinos mais distantes**, ou seja, em ordem decrescente de destino. Serão consideradas as seguintes estratégias:

Identificador	Descrição
1	Começando na esquerda, posicione os contêineres nas pilhas até que fiquem cheias, indo então para a pilha seguinte
2	Similar à estratégia 1, mas começando da direita para a esquerda
3	Começando na esquerda, posicione os contêineres no topo das pilhas, um por pilha. Se chegar à pilha da direita, recomeça na esquerda
4	Similar à estratégia 3, mas começando da direita para a esquerda

A seguir temos um exemplo de um navio que acabou de chegar no porto 2, com 3 pilhas de altura no máximo 3, onde já foram carregados um contêiner para o porto 2, um para o 3 e outro para o 4. Devem ser inseridos dois contêineres para o porto 4 e um para o 3. Na figura abaixo, foi utilizada a estratégia de carregamento 1, que enche as pilhas até o topo, da esquerda para a direita. Note que o contêiner para o porto 2 foi descarregado antes do carregamento dos outros.

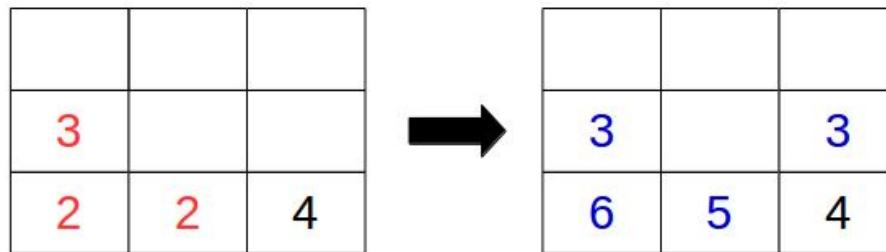


Com o mesmo navio de antes, temos um exemplo do funcionamento da estratégia de carregamento 4, que posiciona os contêineres nos topos das pilhas, um por pilha, da direita para a esquerda.



Quando o navio chega em um porto, antes de carregar os contêineres deste porto, serão descarregados aqueles que possuem este como destino. Pelo fato de só conseguirmos acessar as pilhas pelo topo, eventualmente não será possível acessar um contêiner que deve ser retirado imediatamente, deveremos retirar todos os que estão em cima dele na pilha (que possuem outro destino), para assim retirá-lo. Esses contêineres com destinos mais a frente que foram retirados devem ser recarregados juntamente com os contêineres deste porto, que serão carregados pela primeira vez no navio, utilizando, inclusive, a mesma estratégia de carregamento deste porto.

Exemplificando este caso, a seguir temos a situação de um navio chegando ao porto 2, aonde devem ser carregados um contêiner para o porto 3, um para o 5 e outro para o 6. Antes disso, deve ser realizado o descarregamento dos contêineres com destino a esse porto, porém, um deles está bloqueado por um contêiner com destino ao porto 3, logo, deve ser descarregado também. Este contêiner se juntará aos outros que devem ser carregados neste porto, usando, neste caso, a estratégia de carregamento 3.



O objetivo dessa simulação é, dada a configuração do navio, as origens e destinos dos contêineres de cada porto e as regras de carregamento dos portos, descobrir qual será a configuração das pilhas do navio a cada porto.

Para representar o espaço de armazenamento de contêineres do navio, você deve usar a estrutura de dados **pilha**, uma para cada pilha de contêineres. Na fase de descarregamento, será necessário percorrer essa estrutura de dados para verificar se há contêineres cujo destino é o porto atual, logo, escolha uma implementação adequada ao problema.

## 2. Entrada

São dados três números inteiros, **n**, **p** e **h**, representando a quantidade de portos e as dimensões do navio (quantidade de pilhas e altura máxima), respectivamente. Em seguida, temos uma matriz de transporte  $T = \{ t_{ij} \}$ , com  $0 \leq i \leq n-1$  e  $0 \leq j \leq n-1$ , onde a posição  $t_{ij}$  indica a quantidade de contêineres que estão no porto  $i$  que devem ser transportados para o porto  $j$ . Em seguida, são dados **n-1** números inteiros entre 1 e 4, que informam qual estratégia de carregamento será utilizada nos portos 0, 1, 2, 3, ..., n-2 (nenhum contêiner é carregado no último porto).

### 2.1. Entendendo a matriz de transporte

Abaixo temos um exemplo de matriz de transporte em relação a uma viagem de quatro portos. Podemos observar pela primeira linha que, ao partir do porto 0, o navio deverá carregar dois contêineres para o porto 1, um para o porto 2 e três para o porto 3. Ao chegar no porto 1, deverá descarregar os contêineres que possuem esse destino e carregar os cinco com destino ao porto 2 e o outro com destino ao

porto 3, e assim por diante. Note que a diagonal principal é composta por zeros, pois não existem contêineres com destino ao porto atual; a parte abaixo da diagonal principal da matriz também é composta por zeros, pois o navio segue a viagem em sequência, do porto 0 ao n-1, não podendo, portanto, voltar para portos já visitados.

índices	0	1	2	3
0	0	2	1	3
1	0	0	5	1
2	0	0	0	2
3	0	0	0	0

Exemplo de entrada:

```
5 5 4
0 1 2 4 2
0 0 3 2 3
0 0 0 4 2
0 0 0 0 3
0 0 0 0 0
2 3 2 4
```

### 3. Saída

A saída consistirá em imprimir as pilhas do navio ao final de cada etapa de carregamento em cada porto, no mesmo formato em que foram dadas as imagens, com números representando os destinos dos contêineres e traços os espaços vazios. Lembre-se que a primeira linha representa o topo das pilhas, enquanto a última linha é o fundo; a primeira coluna é a pilha da esquerda e a última é a da direita. Por exemplo, para a primeira imagem deveríamos imprimir no porto 2:

Porto 2:

4 - -

4 - -

3 3 4

Note que deve-se imprimir o estado em todos os portos, menos o último, pois não possui etapa de carregamento.

Exemplo de saída:

Porto 0:

- - - 2 3

- - - 2 3

- - - 3 4

- - 1 3 4

Porto 1:

- - - 2 3

2 2 - 2 3

3 3 2 3 4

4 4 4 3 4

Porto 2:

- - 3 4 3

- 3 3 4 3

3 3 3 3 4

4 4 4 3 4

Porto 3:

- - - - -

- - - - 4

4 4 4 - 4

4 4 4 4 4

## 4. Informações

- Este laboratório possui peso 2.
- A submissão da sua solução deverá conter múltiplos arquivos:
  - **lab4.c**: código cliente, contém a resolução do problema
  - **Pilha.h**: interface da estrutura de dados

- **Pilha.c**: implementação da interface
- Você poderá utilizar o **Code::Blocks** para montar seu projeto ou utilizar o **Makefile** disponibilizado na página do laboratório:
  - Para compilar seu projeto, basta utilizar o comando 'make' em um terminal do Linux.
  - Veja mais instruções na página da disciplina