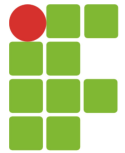
Filas

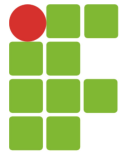
Estruturas de Dados e Algoritmos

Prof. Daniel Saad Nogueira Nunes

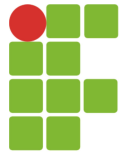
IFB – Instituto Federal de Brasília,
Campus Taguatinga



Sumário



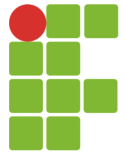
Sumário



Introdução

Filas

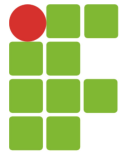
- Filas são um TAD em qual os elementos são mantidos em uma ordem específica. Esta ordem é a ordem FIFO (First-in-First-Out).
- A ordem FIFO se caracteriza pelo fato dos primeiros elementos a fazerem parte da estrutura, também serão os primeiros elementos a deixarem a estrutura.



Operações em Filas

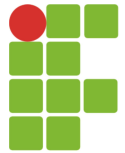
- Algumas das operações suportadas por uma fila devem ser:
  - Enfileiramento de elementos;
  - Desenfileiramento de elementos;
  - Acessar a frente da fila;
  - Verificar se a fila está vazia;
  - Verificar o tamanho da fila;

Filas

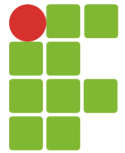


Representação de filas

- Assim como listas, filas podem ser representadas de várias maneiras, duas delas são por meio de:
  1. Vetores;
  2. Estruturas auto-referenciadas;

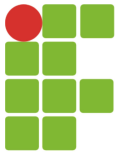


Sumário

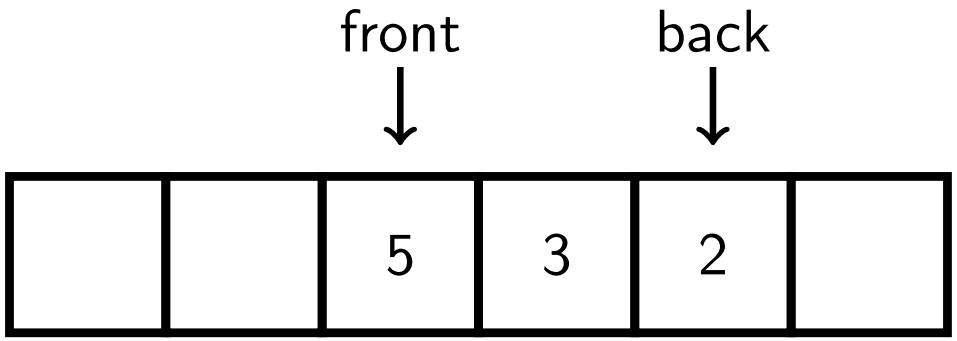


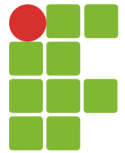
Representação de filas em vetores

- Para representar filas em vetores, usamos uma estrutura composta por um vetor e dois índices, que apontam,respectivamente, para a posição da frente (início) da fila e a posição de trás (fim) da fila.

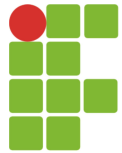


Representação de Filas em Vetores



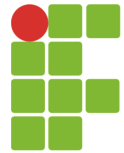


Sumário

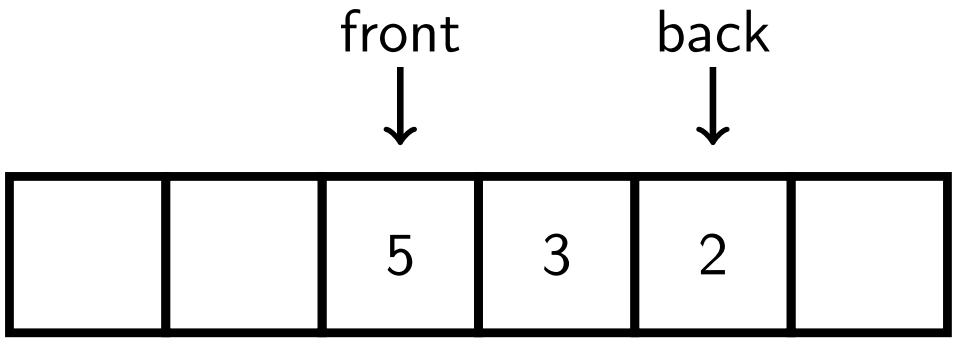


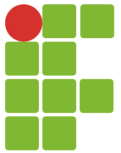
Enfileiramento em vetores

- Para inserir um elemento ao final da fila, incrementamos o índice do fim e colocamos o novo elemento nessa posição.

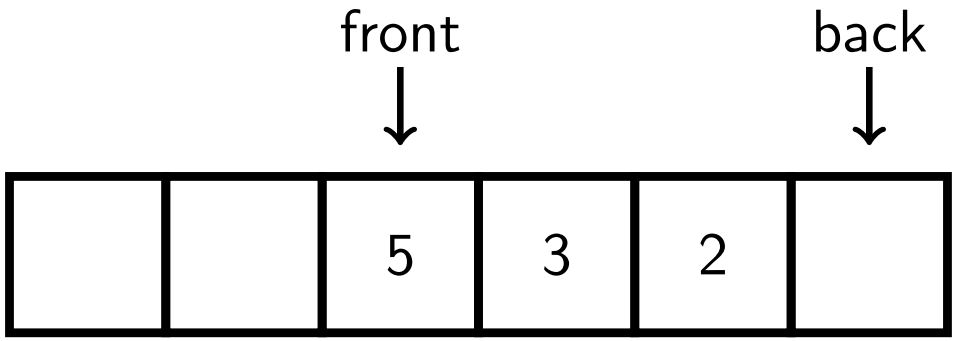


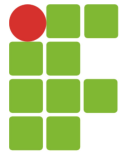
Enfileiramento em vetores



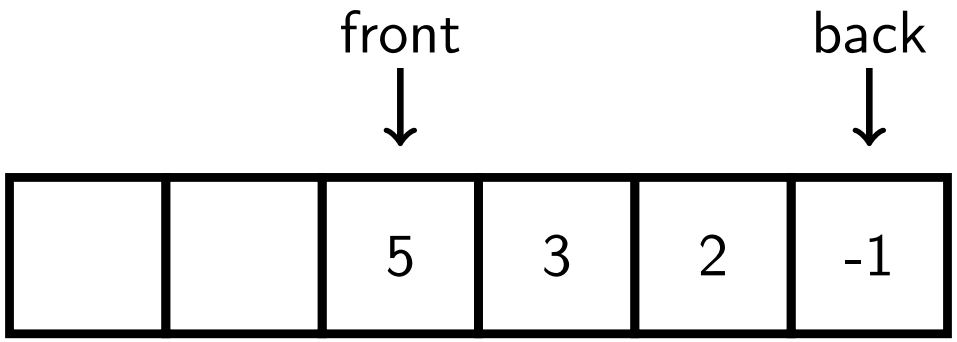


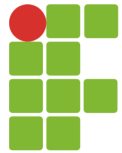
Enfileiramento em vetores





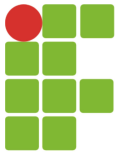
Enfileiramento em vetores



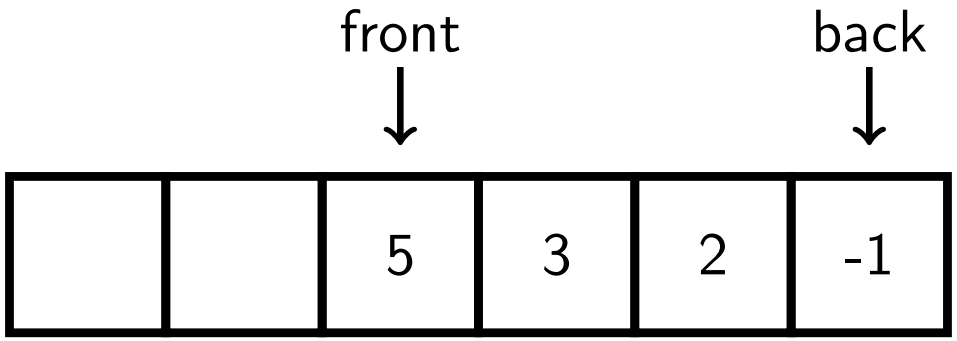


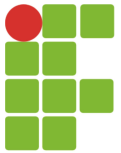
Enfileiramento em vetores

- Quando o índice do fim estiver no final do vetor, podemos simplesmente "dar a volta" pra reutilizar o espaço!

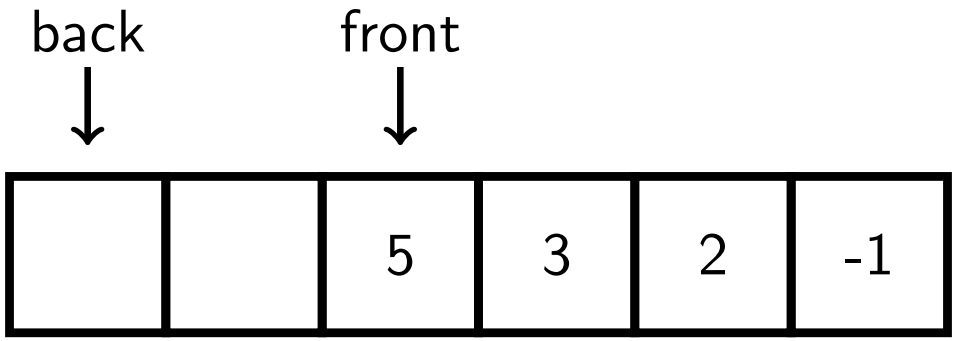


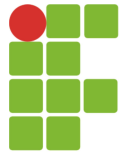
Enfileiramento em vetores





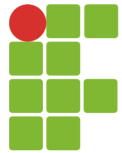
Enfileiramento em vetores





Enfileiramento em vetores

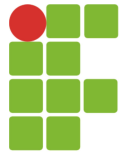
- Caso o vetor venha a ficar totalmente preenchido, duplicamos a sua capacidade.
- Contudo, existem dois casos que devemos observar:
  1. Índice do início menor que o do fim.
  2. Índice do início menor que o do fim.



Enfileiramento em vetores

Índice do início menor que o do fim

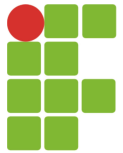
- Só precisamos duplicar a capacidade do vetor.



Enfileiramento em vetores

Índice do início menor que o do fim

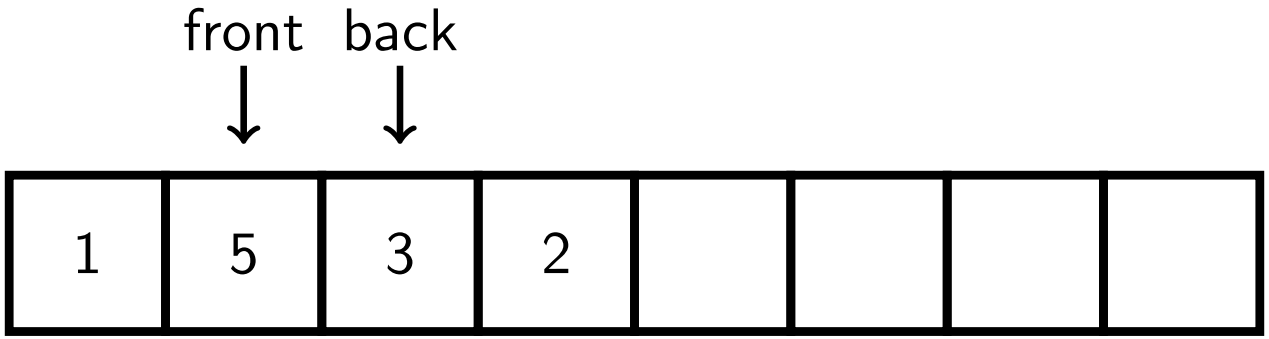
- Só precisamos duplicar a capacidade do vetor.

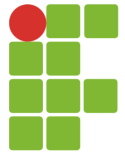


Enfileiramento em vetores

Índice do início menor que o do fim

- Só precisamos duplicar a capacidade do vetor.

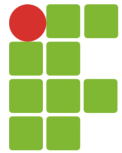




Enfileiramento em vetores

Índice do início maior que o do fim

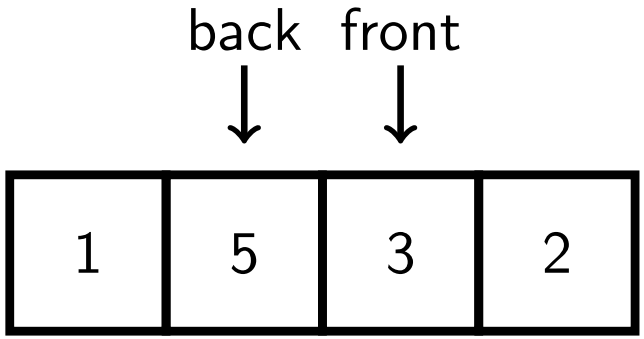
- Para deixar a fila em um estado consistente, devemos copiar todos os elementos que se encontram do início para frente para o final do vetor realocado.

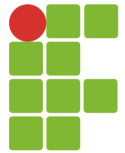


Enfileiramento em vetores

Índice do início maior que o do fim

- Para deixar a fila em um estado consistente, devemos copiar todos os elementos que se encontram do início para frente para o final do vetor realocado.

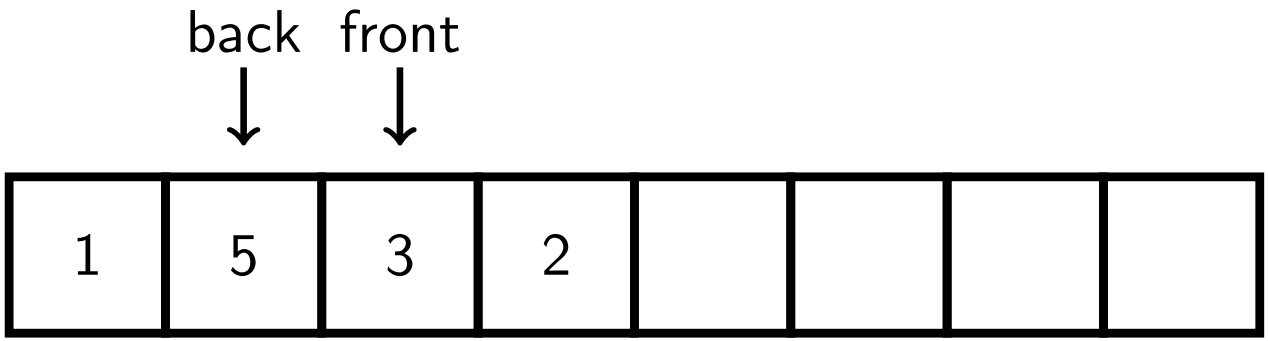


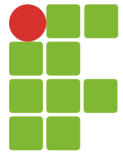


Enfileiramento em vetores

Índice do início maior que o do fim

- Para deixar a fila em um estado consistente, devemos copiar todos os elementos que se encontram do início para frente para o final do vetor realocado.

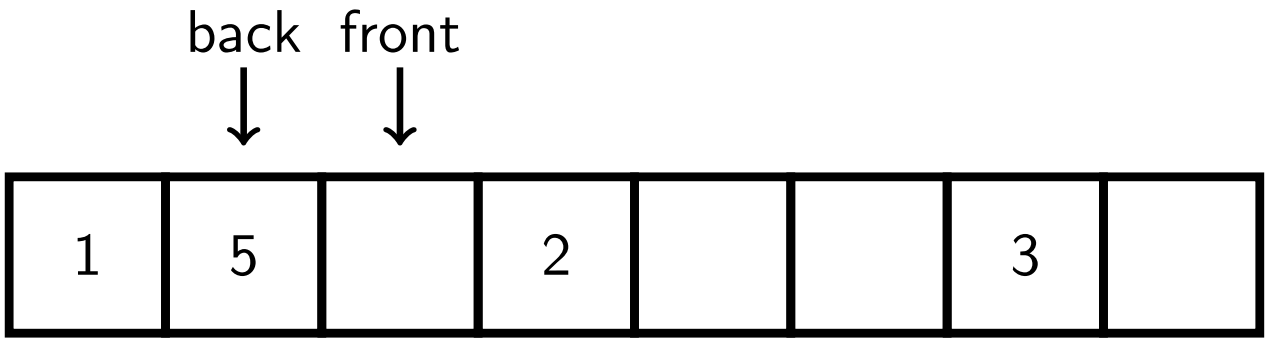


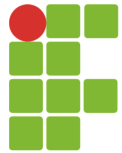


Enfileiramento em vetores

Índice do início maior que o do fim

- Para deixar a fila em um estado consistente, devemos copiar todos os elementos que se encontram do início para frente para o final do vetor realocado.

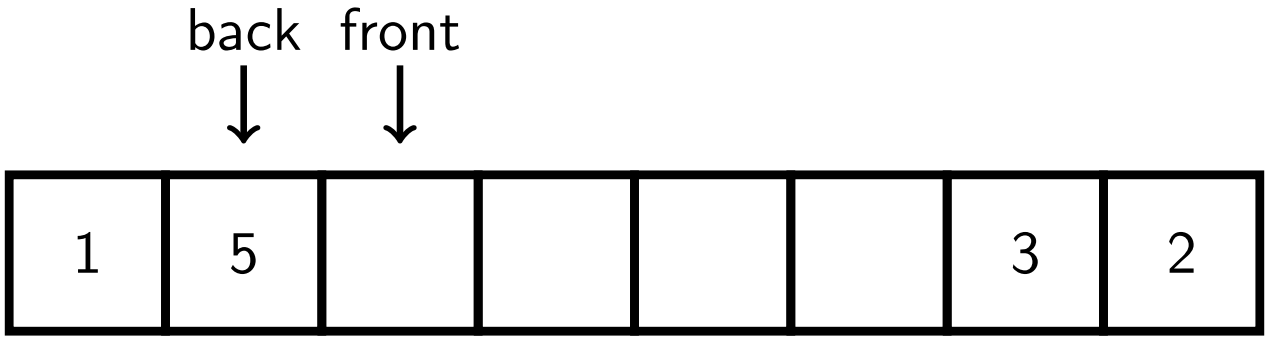


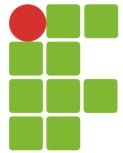


Enfileiramento em vetores

Índice do início maior que o do fim

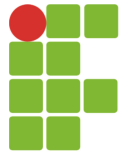
- Para deixar a fila em um estado consistente, devemos copiar todos os elementos que se encontram do início para frente para o final do vetor realocado.



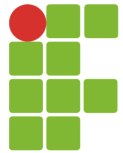


Enfileiramento em vetores

- Copiar os elementos ao duplicar o vetor não é uma operação tão custosa ao longo do tempo, pois só fazemos isso cada vez que o vetor está cheio. Isso só ocorre após $\frac{n}{2}$ inserções, logo, o custo é amortizado.



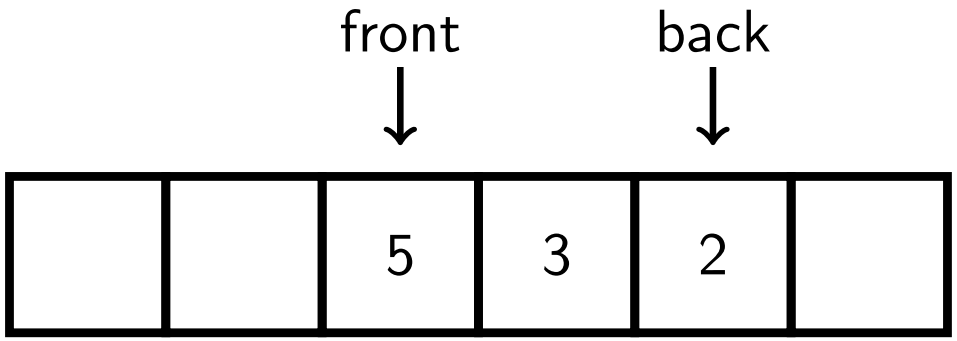
Sumário

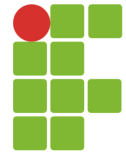


Desenfileiramento em vetores

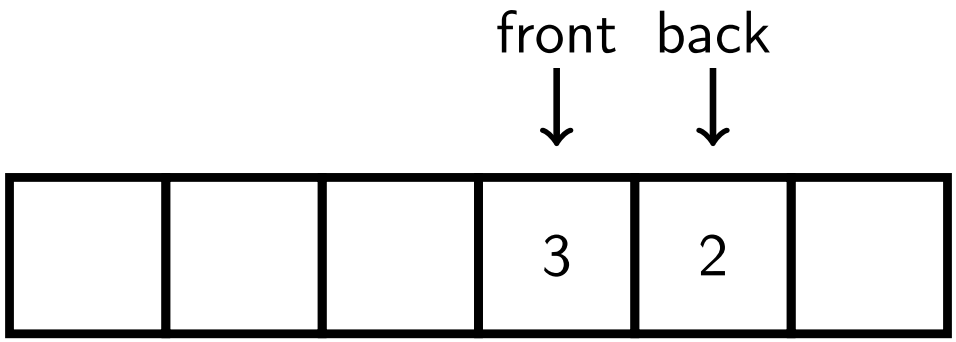
- Desenfileirar consiste em incrementar o índice do início.

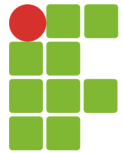
Desenfileiramento em vetores





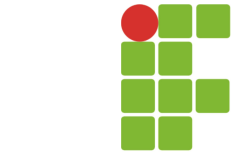
Desenfileiramento em vetores



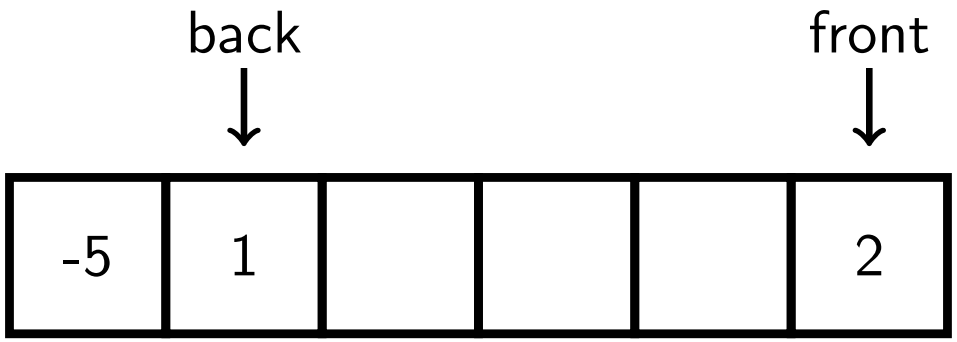


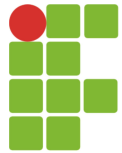
Desenfileiramento em vetores

- Utilizamos a mesma estratégia do enfileiramento: quando o índice do início estiver no final do vetor, damos a volta.

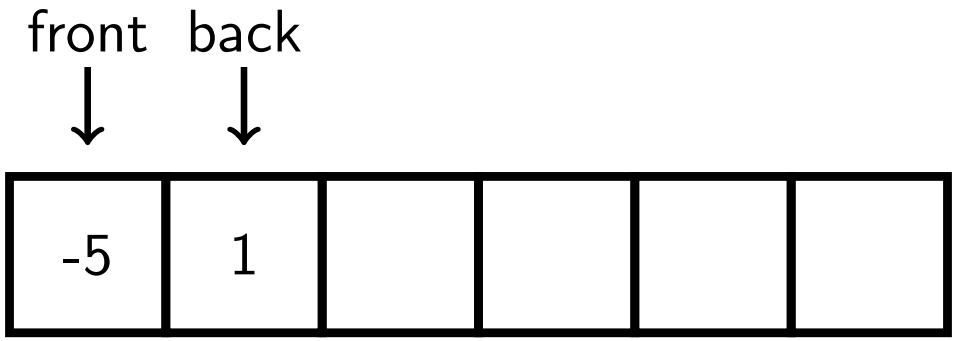


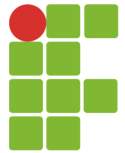
Desenfileiramento em vetores





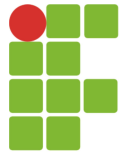
Desenfileiramento em vetores



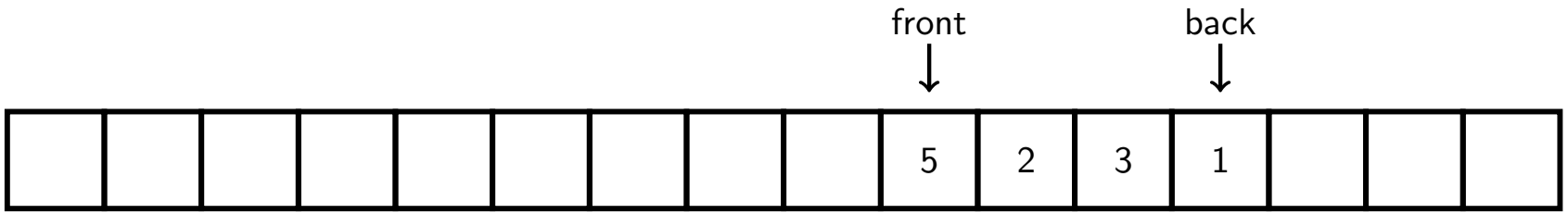


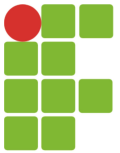
Desenfileiramento em vetores

- Quando a ocupação do vetor está em $\frac{1}{4}$ de sua capacidade, devemos reduzir a sua capacidade pela metade.
- Todos os elementos da fila são movidos para o início do vetor realocado, independente da posição dos índices de início e fim.

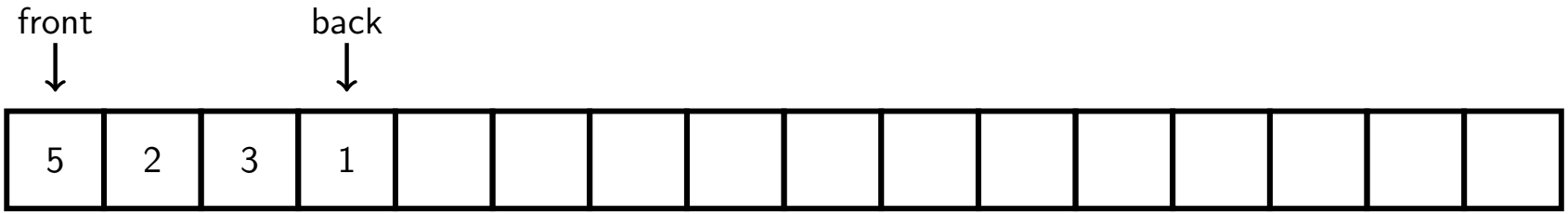


Desenfileiramento em vetores

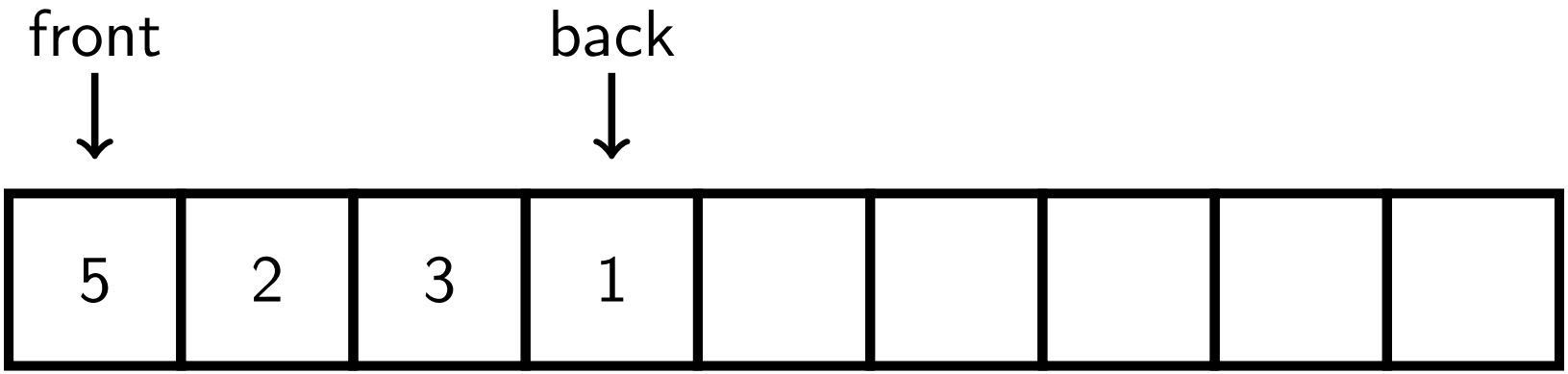


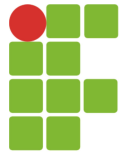


Desenfileiramento em vetores

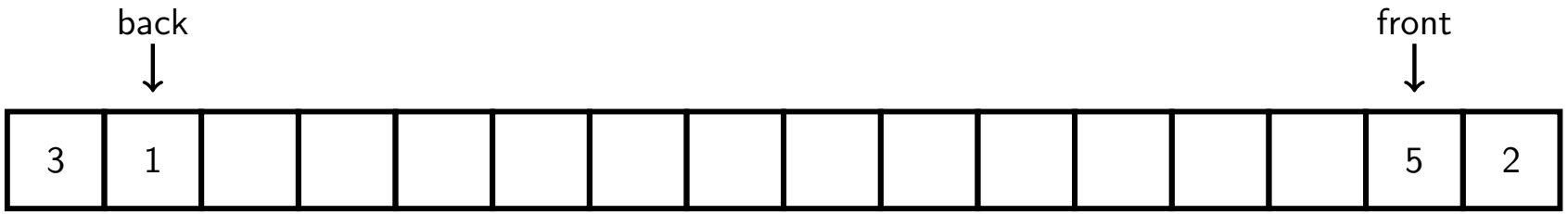


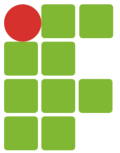
Desenfileiramento em vetores



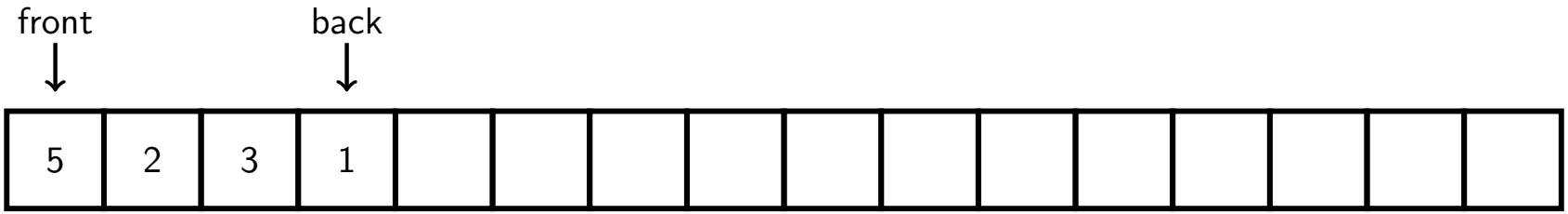


Desenfileiramento em vetores

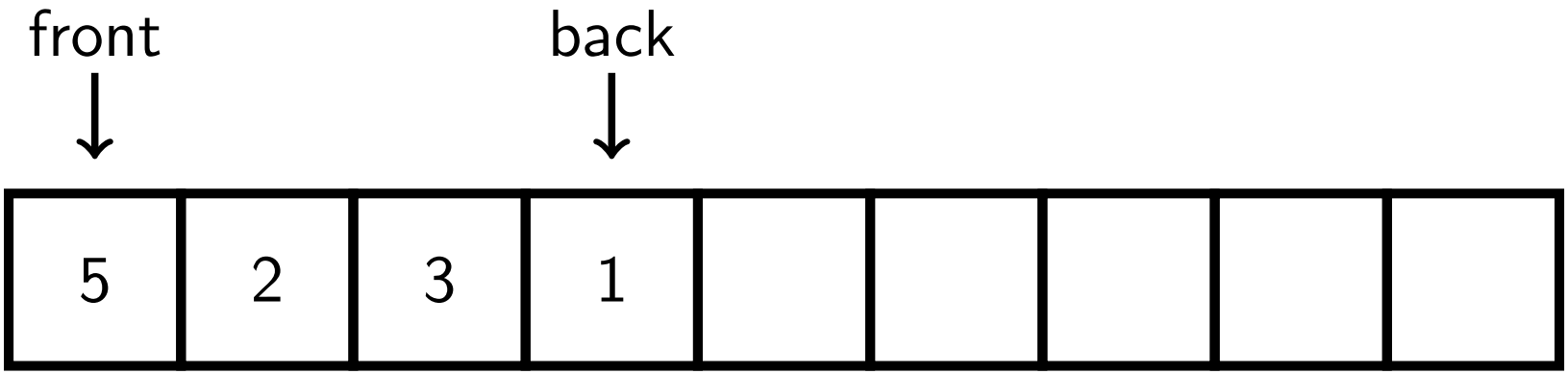


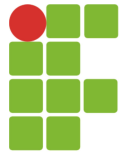


Desenfileiramento em vetores



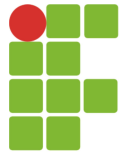
Desenfileiramento em vetores



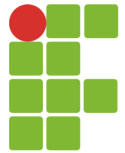


Desenfileiramento em vetores

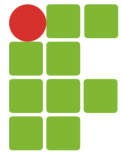
- Copiar os elementos ao reduzir o vetor pela metade não é uma operação tão custosa ao longo do tempo, pois só fazemos isso quando o vetor está a $\frac{1}{4}$ de sua capacidade. Dessa forma, o custo é amortizado.



Sumário

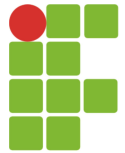


Sumário

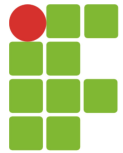


Definição

```
7  typedef struct queue_t {
8      size_t front;
9      size_t back;
10     size_t size;
11     size_t capacity;
12     int *queue;
13 } queue_t;
```

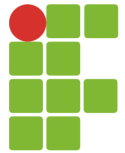


Sumário

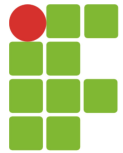


Inicialização

```
5  void queue_initialize(queue_t **q) {
6      (*q) = mallocx(sizeof(queue_t));
7      (*q)->front = 0;
8      (*q)->back = 3;
9      (*q)->size = 0;
10     (*q)->capacity = 4;
11     (*q)->queue = mallocx(sizeof(int) * 4);
12 }
```

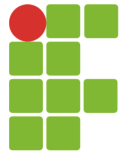


Sumário



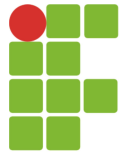
Funções auxiliares

```
72  size_t queue_size(queue_t *q) {
73      return q->size;
74  }
```

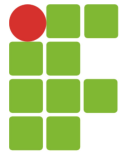


Funções auxiliares

```
76  bool queue_empty(queue_t *q) {
77      return queue_size(q) == 0;
78  }
```

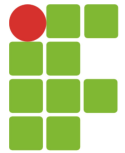


Sumário

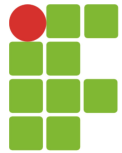


Enfileirar

```
20  void queue_push(queue_t *q, int data) {
21      if (q->size == q->capacity) {
22          size_t old_capacity = q->capacity;
23          q->capacity *= 2;
24          q->queue = reallocx(q->queue, sizeof(int) * q->capacity);
25          if (q->front > q->back) {
26              for (size_t i = q->front; i < old_capacity; i++) {
27                  q->queue[i + old_capacity] = q->queue[i];
28              }
29              q->front = q->front + old_capacity;
30          }
31      }
32      q->back++;
33      if (q->back == q->capacity)
34          q->back = 0;
35      q->queue[q->back] = data;
36      q->size++;
37  }
```

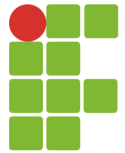


Sumário

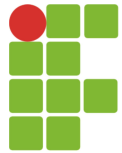


Desenfileirar

```
39  void queue_pop(queue_t *q) {
40      assert(q->size > 0);
41      if (q->size == q->capacity / 4 && q->capacity > 4) {
42          size_t new_capacity = q->capacity / 2;
43          if (q->front <= q->back) {
44              for (size_t i = q->front, j = 0; i <= q->back; i++, j++) {
45                  q->queue[j] = q->queue[i];
46              }
47          } else {
48              size_t front_len = q->capacity - q->front;
49              for (int i = q->back; i >= 0; i--) {
50                  q->queue[i + front_len] = q->queue[i];
51              }
52              for (size_t i = q->front, j = 0; i < q->capacity; i++, j++) {
53                  q->queue[j] = q->queue[i];
54              }
55          }
56          q->front = 0;
57          q->back = q->size - 1;
58          q->capacity = new_capacity;
59          q->queue = reallocx(q->queue, q->capacity * sizeof(int));
60      }
61      q->front++;
62      q->size--;
63      if (q->front == q->capacity)
64          q->front = 0;
65  }
```

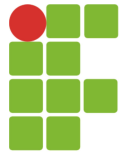


Sumário

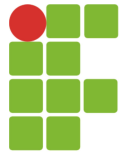


Acessar a frente

```
67 int queue_front(queue_t *q) {
68     assert(q->front < q->capacity);
69     return q->queue[q->front];
70 }
```

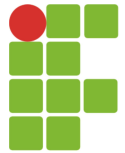


Sumário

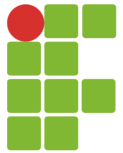


Limpeza

```
14  void queue_delete(queue_t **q) {
15      free((*q)->queue);
16      free(*q);
17      *q = NULL;
18  }
```



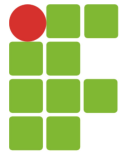
Sumário



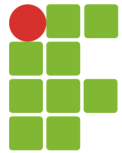
Filas: análise

Complexidade das Operações

Operação	Complexidade
Enfileirar	$\Theta(1)$ amortizado
Desenfileirar	$\Theta(1)$ amortizado
Acessar a frente	$\Theta(1)$

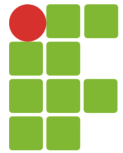


Sumário



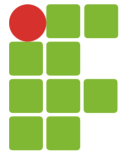
Representação de Filas em Listas

- Filas também podem ser implementadas por meio de estruturas auto-referenciadas.
- Uma das estruturas que podem prover as funcionalidades de uma Fila é uma Lista encadeada simples.

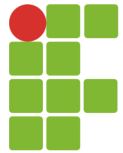


Operação de Filas em Listas

- Usando listas, a operação de verificar se uma fila está vazia é realizada ao verificar se a lista está vazia.
- O tamanho da fila é o tamanho da lista.
- Para enfileirar um elemento, basta inserir o elemento na cauda.
- Para desenfileirar um elemento, basta retirar o elemento da cabeça.
- Para acessar a frente da fila, basta acessar o elemento da cabeça.



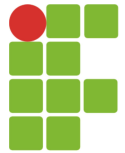
Sumário



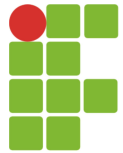
Filas

Filas: complexidade

Operação	Complexidade
Enfileirar	$\Theta(1)$
Desenfileirar	$\Theta(1)$
Verificar frente	$\Theta(1)$



Sumário



Exemplo de Utilização da Biblioteca

```c
#include "alloc.h"
#include "queue.h"
#include <stdio.h>
#include <string.h>

int main(void) {
    int i;
    queue_t *q;
    queue_initialize(&q);
    for (i = 0; i < 16; i++) {
        printf("Inserindo %d\n", i);
        queue_push(q, i);
    }
    while (!queue_empty(q)) {
        printf("Retirando %d\n", queue_front(q));
        queue_pop(q);
    }
    queue_delete(&q);
    return 0;
}
```