Aula 18 - Filas
Implementação: Dinâmica/Encadeada

Prof. Me. Claudiney R. Tinoco

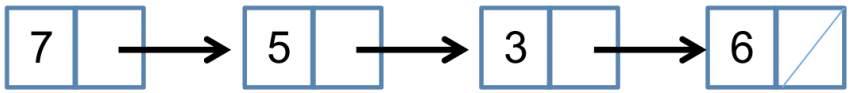
profclaudineytinoco@gmail.com

Faculdade de Computação (FACOM)
Bacharelado em Ciência da Computação (BCC)
Bacharelado em Sistemas de Informação (BSI)

Algoritmos e Estruturas de Dados 1 (AED1)
GBC024 - GSI006

Introdução

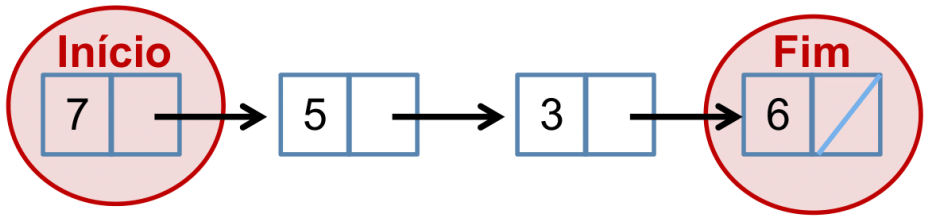
- Aloca e libera cada elemento individualmente nas operações de inserção e remoção
  - Utiliza **alocação dinâmica**



Introdução

- Aloca e libera cada elemento individualmente nas operações de inserção e remoção
  - Utiliza **alocação dinâmica**

- **Problema:** eficiência depende do **acesso rápido e direto** às extremidades da fila
  - Inserção precisa conhecer o **final da fila**
  - Remoção precisa conhecer o **início da fila**



Formas de Implementação

- **Existem 2 soluções:**
  - **Abordagem 1:** encadeamento simples
  - **Abordagem 2:** encadeamento circular

Fila com Encadeamento Simples

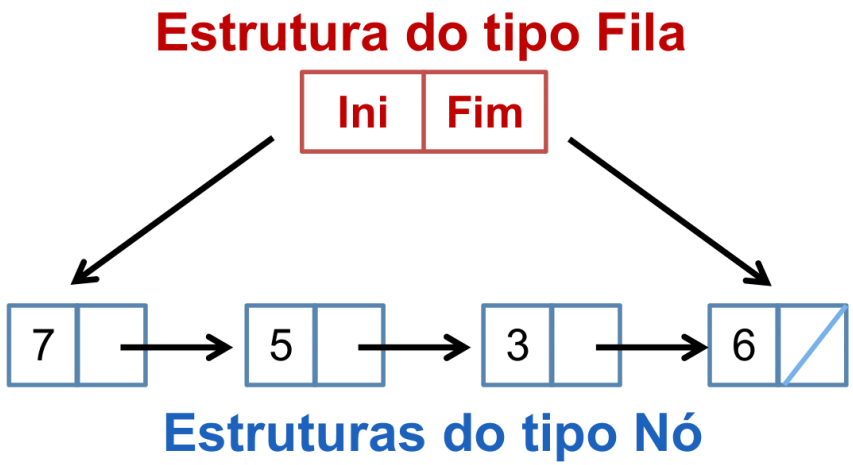
- **Forma de representação:**
  - **Estrutura nó** não tem alteração
    - Campo ***info*** para armazenar o **valor do elemento**
    - Campo ***prox*** para apontar o próximo nó (**sucessor**)

Fila com Encadeamento Simples

- **Forma de representação:**
  - **Estrutura nó** não tem alteração
    - Campo ***info*** para armazenar o **valor do elemento**
    - Campo ***prox*** para apontar o próximo nó (**sucessor**)
  - **Fila** representada como uma **estrutura composta por 2 ponteiros**:
    - Um ponteiro endereça o **1º nó da fila**
    - Outro ponteiro endereça o **último nó da fila**

Fila com Encadeamento Simples

- **Forma de representação:**



Fila com Encadeamento Simples

- **Implementação em C (fila de inteiros):**

fila.c

```
struct no {
    int info;
    struct no * prox;
};

struct fila {
    struct no * ini;
    struct no * fim;
};
```

Fila com Encadeamento Simples

- **Implementação em C (fila de inteiros):**

fila.c

```
struct no {
    int info;
    struct no * prox;
};

struct fila {
    struct no * ini;
    struct no * fim;
};
```

fila.h

```
typedef struct fila * Fila;
```

Fila com Encadeamento Simples

- **Implementação em C (fila de inteiros):**

fila.c

```
struct no {
    int info;
    struct no * prox;
};

struct fila {
    struct no * ini;
    struct no * fim;
};
```

fila.h

```
typedef struct fila * Fila;
```

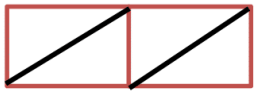
O uso do * é **opcional**.

Foi mantido devido à praticidade na codificação das operações (**mantém o estilo do código**)

Fila com Encadeamento Simples

- **Exemplo:**

Início:

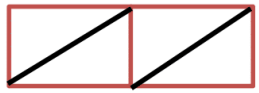


ini = NULL
fim = NULL

Fila com Encadeamento Simples

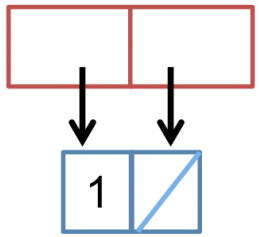
- **Exemplo:**

criação (início):



ini = NULL
fim = NULL

insere(1):

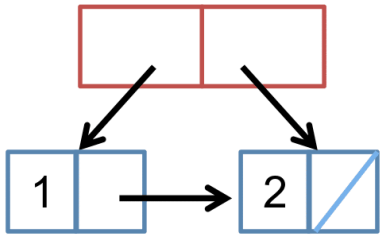


ini = end. do nó 1
fim = end. do nó 1

Fila com Encadeamento Simples

- **Exemplo:**

insere(2):

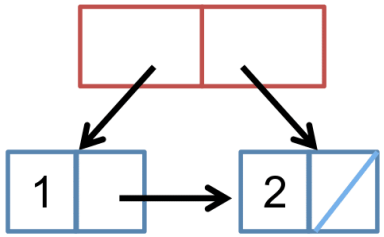


ini = end. do nó 1
fim = end. do nó 2

Fila com Encadeamento Simples

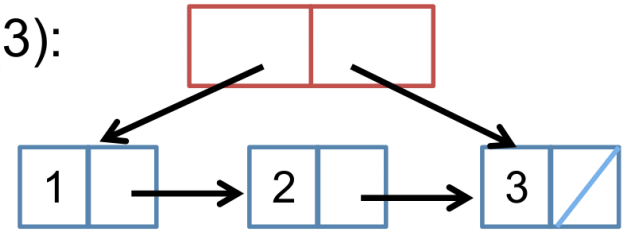
- **Exemplo:**

insere(2):



ini = end. do nó 1
fim = end. do nó 2

insere(3):



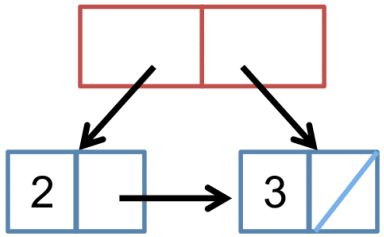
ini = end. do nó 1
fim = end. do nó 3

Fila com Encadeamento Simples

- **Exemplo:**

remove(&x):

x = 1



ini = end. do nó 2

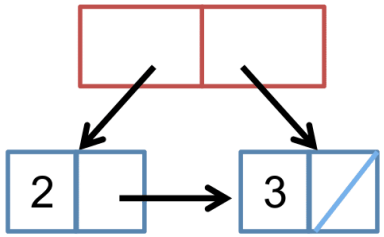
fim = end. do nó 3

Fila com Encadeamento Simples

- **Exemplo:**

remove(&x):

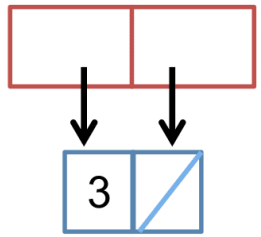
x = 1



ini = end. do nó 2
fim = end. do nó 3

remove(&x):

x = 2



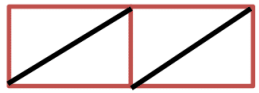
ini = end. do nó 3
fim = end. do nó 3

Fila com Encadeamento Simples

- **Exemplo:**

remove(&x):

x = 3



ini = NULL
fim = NULL

FILA VOLTA AO ESTADO DE **VAZIA**

Fila com Encadeamento Simples

- **Operação cria_fila():**
  - Aloca uma estrutura fila

Fila com Encadeamento Simples

- **Operação cria_fila():**
  - Aloca uma estrutura fila
  - *Coloca a fila no estado de vazia*
    - Inicializa os campos ***ini*** e ***fim*** com ***NULL***

Fila com Encadeamento Simples

- **Operação cria_fila():**
  - Aloca uma estrutura fila
  - *Coloca a fila no estado de vazia*
    - Inicializa os campos ***ini*** e ***fim*** com ***NULL***

```
Fila cria_fila() {
    Fila f;
    f = (Fila) malloc(sizeof(struct fila));
    if (f != NULL) {
        f->ini = NULL;
        f->fim = NULL;
    }
    return f;
}
```

Fila com Encadeamento Simples

- **Operação fila_vazia():**
  - Verifica se a fila está no estado de vazia
    - Usa um dos campos (***ini*** ou ***fim***) e verifica se é ***NULL***

```
int fila_vazia(Fila f) {
    if (f->ini == NULL)
        return 1;
    else
        return 0;
}
```

Fila com Encadeamento Simples

- **Operação fila_vazia():**
  - Verifica se a fila está no estado de vazia
    - Usa um dos campos (***ini*** ou ***fim***) e verifica se é ***NULL***

```
int fila_vazia(Fila f) {
    if (f->ini == NULL)
        return 1;
    else
        return 0;
}
```

- **Não existe operação fila_cheia()**

Fila com Encadeamento Simples

- **Operação insere_fim():**
  - Existem **2 cenários** possíveis:
    - Fila vazia
    - Fila com elementos

Fila com Encadeamento Simples

- **Operação insere_fim():**
  - Existem **2 cenários** possíveis:
    - Fila vazia
    - Fila com elementos
  - Diferem em um único comando (operação)

Fila com Encadeamento Simples

- **Operação insere_fim():**
  - Aloca uma novo nó
  - Preenche seus os campos:
    - Campo ***info*** recebe o valor do elemento
    - Campo ***prox*** recebe ***NULL***
  - **Se fila vazia:**
    - Faz o campo ***ini*** da fila apontar para o novo nó
  - **Se fila com elementos:**
    - Faz o **último nó** da fila apontar para o novo nó
  - Faz o campo ***fim*** da fila apontar para o novo nó

Fila com Encadeamento Simples

- **Implementação em C:**

```
int insere_fim(Fila f, int elem) {
    struct no * N;
    N = (struct no *) malloc(sizeof(struct no));
    if (N == NULL)
        return 0;
    N->info = elem; // Preenche campo info
    N->prox = NULL; // Preenche campo prox
    if (fila_vazia(f) == 1)
        f->ini = N; // Se fila vazia
    else
        (f->fim)->prox = N; // Se fila com elementos (NÃO vazia)
    f->fim = N; // Campo fim aponta para N
    return 1;
}
```

Fila com Encadeamento Simples

- **Operação remove_ini():**
  - Existem **3 cenários** possíveis:
    - Fila vazia
    - Fila com um único elemento
    - Fila com mais de um elemento

Fila com Encadeamento Simples

- **Operação remove_ini():**
  - Existem **3 cenários** possíveis:
    - Fila vazia
    - Fila com um único elemento
    - Fila com mais de um elemento
  - Na fila vazia não existe nenhum elemento e a operação falha

Fila com Encadeamento Simples

- **Operação remove_ini():**
  - Existem **3 cenários** possíveis:
    - Fila vazia
    - Fila com um único elemento
    - Fila com mais de um elemento
  - Na fila vazia não existe nenhum elemento e a operação falha
  - Demais cenários diferem por um comando
    - Fila com um elemento **executa um comando extra**

Fila com Encadeamento Simples

- **Operação remove_ini():**
  - Cria um ponteiro ***auxiliar*** que recebe o endereço do **1º nó da fila** (***aux = f->ini***)

Fila com Encadeamento Simples

- **Operação remove_ini():**
  - Cria um ponteiro ***auxiliar*** que recebe o endereço do **1º nó da fila** (***aux = f->ini***)
  - Faz campo ***ini*** da fila apontar o **sucessor** do nó endereçado por ***aux*** (***f->ini = aux->prox***)

Fila com Encadeamento Simples

- **Operação remove_ini():**
  - Cria um ponteiro ***auxiliar*** que recebe o endereço do **1º nó da fila** (***aux = f->ini***)
  - Faz campo ***ini*** da fila apontar o **sucessor** do nó endereçado por ***aux*** (***f->ini = aux->prox***)
  - **Se fila com um único elemento:**
    - Faz campo ***fim*** apontar para ***NULL*** (***f->fim = NULL***)

Fila com Encadeamento Simples

- **Operação remove_ini():**
  - Cria um ponteiro ***auxiliar*** que recebe o endereço do **1º nó da fila** (***aux = f->ini***)
  - Faz campo ***ini*** da fila apontar o **sucessor** do nó endereçado por ***aux*** (***f->ini = aux->prox***)
  - **Se fila com um único elemento:**
    - Faz campo ***fim*** apontar para ***NULL*** (***f->fim = NULL***)
  - Retorna o valor do nó removido (****e = aux->info***)

Fila com Encadeamento Simples

- **Operação remove_ini():**
  - Cria um ponteiro ***auxiliar*** que recebe o endereço do **1º nó da fila** (***aux = f->ini***)
  - Faz campo ***ini*** da fila apontar o **sucessor** do nó endereçado por ***aux*** (***f->ini = aux->prox***)
  - **Se fila com um único elemento:**
    - Faz campo ***fim*** apontar para ***NULL*** (***f->fim = NULL***)
  - Retorna o valor do nó removido (****e = aux->info***)
  - Libera a memória usada pelo nó removido

Fila com Encadeamento Simples

- **Implementação em C:**

```
int remove_ini(Fila f, int *elem) {
    if (fila_vazia(f) == 1)
        return 0;
    struct no * aux = f->ini; // Aux aponta para o 1º nó
    *elem = aux->info; // Retorna valor do elemento

    // Verifica se a fila tem um único nó
    if (f->ini == f->fim)
        f->fim = NULL;

    f->ini = aux->prox; // Retira 1º nó da fila
    free(aux); // Libera a memória alocada
    return 1;
}
```

Fila com Encadeamento Circular

- Adota a **MESMA** **forma de representação** usada em **lista linear circular**

Fila com Encadeamento Circular

- Adota a **MESMA** **forma de representação** usada em **lista linear circular**
  - **Estrutura nó** formada por:
    - Campo ***info*** para armazenar o **valor do elemento**
    - Campo ***prox*** para apontar o próximo nó (**sucessor**)

Fila com Encadeamento Circular

- Adota a **MESMA** **forma de representação** usada em **lista linear circular**
  - **Estrutura nó** formada por:
    - Campo ***info*** para armazenar o **valor do elemento**
    - Campo ***prox*** para apontar o próximo nó (**sucessor**)
  - **Fila é um ponteiro** para o **último nó da fila**
    - **Último nó** aponta para o **1o nó** da fila

Fila com Encadeamento Circular

- **Implementação em C (fila de inteiros):**

fila.c

```
struct no {
    int info;
    struct no * prox;
};
```

fila.h

```
typedef struct no * Fila;
```

Fila com Encadeamento Circular

- **Exemplos:**

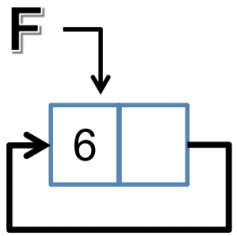
Fila vazia: **F ⟶ NULL**

Fila com Encadeamento Circular

- **Exemplos:**

Fila vazia:

Fila com um único elemento:

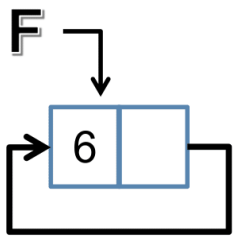


Fila com Encadeamento Circular

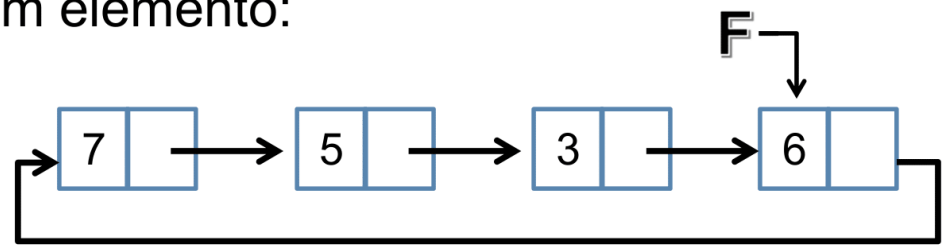
- **Exemplos:**

Fila vazia:

Fila com um único elemento:



Fila com + de um elemento:



Fila com Encadeamento Circular

- Operações **também são IDÊNTICAS** àquelas apresentadas em lista circular

Fila com Encadeamento Circular

- Operações **também são IDÊNTICAS** àquelas apresentadas em lista circular

```
Fila cria_fila() {
    return NULL;
}
```

Fila com Encadeamento Circular

- Operações **também são IDÊNTICAS** àquelas apresentadas em lista circular

```
Fila cria_fila() {
    return NULL;
}
```

```
int fila_vazia (Fila f) {
    if (f == NULL)
        return 1;
    else
        return 0;
}
```

Fila com Encadeamento Circular

- **Operação insere_fim():**

```
int insere_fim (Fila *f, int elem) {
    // Aloca um novo nó e preenche campo info
    Lista N = (Fila) malloc(sizeof(struct no));
    if (N == NULL) { return 0; } // Falha: nó não alocado
    N->info = elem; // Insere o conteúdo (valor do elem)

    // Trata fila vazia
    if (fila_vazia(*f) == 1) {
        N->prox = N; // Faz o novo nó apontar para ele mesmo
        *f = N; // Faz a fila apontar para o novo nó (último nó)
    }
    ...
```

Fila com Encadeamento Circular

- **Operação insere_fim():**

```
int insere_fim (Fila *f, int elem) {
    ...

    // Trata fila com elementos (1 ou +)
    else {
        N->prox = (*f)->prox; // Faz o novo nó apontar o 1º nó
        (*f)->prox = N; // Faz o último nó apontar para o novo nó
        *f = N; // Faz a fila apontar para o novo nó (último nó)
    }
    return 1;
}
```

Fila com Encadeamento Circular

- **Operação remove_ini():**

```
int remove_ini (Fila *f, int *elem) {
    // Trata fila vazia
    if (fila_vazia(*f) == 1)
        return 0;
    Fila aux = (*f)->prox; // Faz aux apontar para 1º nó
    *elem = aux->info; // Retorna valor do nó a ser removido
    if (*f == (*f)->prox) // Trata fila com 1 único nó
        *f = NULL;
    else // Trata fila com + de 1 elemento
        (*f)->prox = aux->prox;
    free(aux);
    return 1;
}
```

Referências

✓ Básica

- **CELES, W., CERQUEIRA, R. e RANGEL, J. L. "Introdução a estruturas de dados". Campus Elsevier, 2004.**
- TENENBAUM, A. M., LANGSAM, Y. e AUGENSTEIN, M.J. *"Estrutura de Dados Usando C"*. Makron Books.

✓ Extra

- BACKES, André. *"Programação Descomplicada Linguagem C"*. Projeto de extensão que disponibiliza vídeo-aulas de C e Estruturas de Dados. Disponível em: `https://www.youtube.com/user/progdescomplicada`. Acessado em: 25/04/2022.

✓ Baseado nos materiais dos seguintes professores:

- Prof. André Backes (UFU)
- Prof. Bruno Travençolo (UFU)
- Prof. Luiz Gustavo de Almeida Martins (UFU)

Dúvidas?

Prof. Me. Claudiney R. Tinoco
profclaudineytinoco@gmail.com

Faculdade de Computação (FACOM)
Universidade Federal de Uberlândia (UFU)