Fila

26 e 31/8/2008

Representação/Implementação:

Seqüencial estática

Encadeada dinâmica

Exercícios/Aplicações

Operações sobre a fila

- Implementar as 9 operações do TAD FILA:

Cria(F): cria uma fila F vazia

Tornar_Vazia(F): Reinicializa uma fila existente F como uma fila vazia.

Destroi(F): Remove a fila criada da memória

Entra(F,X): X entra no fim da fila F

Sai(F,X): o primeiro elemento da fila F é retirado da fila e atribuído a X

Começo_Fila(F, X): Mostra o começo da fila F sem remover o item.

Y=Vazia(F): verdade se a fila estivar vazia; caso contrário, falso

Y=Cheia(F): verdade se a fila estiver cheia; caso contrário, falso

Y = Tamanho (F): Retorna o tamanho da fila F

- Atenção: considerações sobre TAD
  - Arquivos .c e .h, parâmetros, mensagens de erro

Fila.h

```
#define TamFila 100
typedef char elem;
typedef struct fila Fila;

/* cria uma fila vazia F. Deve ser chamada antes da fila ser usada. Retorna erro
     se não há memória. */
Fila* Cria(int *flagErro);

/* esvazia uma fila F para poder ser reusada. Retorna erro se Fila não existe */
void Esvazia(Fila* F, int *flagErro);

/* remove a fila criada da memória. Retorna erro se a Fila não existe  */
void Destroi(Fila *F,  int *flagErro);
```

Estamos pressupondo que a Fila existe, pois nenhum erro é retornado para estas 3 operações

```
/* retorna o número de elementos de F */
int Tamanho(Fila* F);

/* retorna true se a fila estiver vazia; false caso contrário */
int Vazia(Fila* F);

/* retorna true se a fila estiver cheia; false caso contrário */
int Cheia(Fila* F);
```

MAS, os usuários são imprevisíveis! É melhor checar se a Fila existe em TODAS as funções do TAD !

Retorno de erro!

/* retorna o número de elementos de F. Retorna erro (sucesso = 0 e Fila inexistente = 1) se a fila não existe; no caso de erro o retorno será -1. */

```
int Tamanho(Fila* F,int *flagErro);
```

/* retorna true se a fila estiver vazia; false caso contrário. Retorna erro (sucesso = 0 e Fila inexistente = 1) se a fila não existe; neste caso o retorno será true. */

```
int Vazia(Fila* F,int *flagErro);
```

/* retorna true se a fila estiver cheia; false caso contrário. Retorna erro (sucesso = 0 e fila inexistente = 1) se a fila não existe; neste caso o retorno será false. */

```
int Cheia(Fila* F,int *flagErro);
```

/* insere o elemento X no fim da fila F. Se F estiver cheia erro = 1 e se a operação tiver sucesso, erro = 0 */

```
void Entra(Fila* F, elem X, int* erro);
```

/* remove elemento da fila F e retorna em X o valor do elemento que estava no início de F. Se F estiver vazia erro = 1 e se a operação tiver sucesso, erro = 0 */

```
void Sai(Fila* F, elem* X, int* erro);
```

/* acessa o valor do elemento do início de F, sem remover.

Se F estiver vazia erro = 1 e se a operação tiver sucesso, erro = 0 */

```
void Inicio(Fila* F, elem* X, int* erro);
```

Fila.c

```
#include "fila.h"
#include <stdlib.h> /* malloc, free, exit */
#include <stdio.h> /* printf */

struct fila{
        int inicio, fim, total;
        elem itens[TamFila];
};
```

```
Fila* Cria(int *flagErro){
    Fila *F = (Fila*)malloc(sizeof(Fila));
    if (F == NULL) {
            *flagErro = 1; // ERRO_MEMORIA_INSUFICIENTE
        return F;
     }
     else
     *flagErro = 0; // SUCESSO
     F->inicio=0;
     F->fim=0;
     F->total=0;
     return F;
}
```

```
void Esvazia(Fila *F , int *flagErro) {
    if(F != NULL){
      F->inicio=0;
      F->fim=0;
      F->total=0;
      *flagErro = 0; //SUCESSO
    }
    else
       *flagErro = 1; // ERRO_PONTEIRO_NULO
}

void Destroi(Fila *F, int *flagErro) {
   if(F != NULL){
        free(F);
        *flagErro = 0; //SUCESSO
    }
    else
        *flagErro = 1; // ERRO_PONTEIRO_NULO
}
```

```
int Vazia(Fila *F,int *flagErro) {
  if(F != NULL){
    *flagErro = 0; //SUCESSO
    if (F->total==0)
      return 1;
    else return 0;
  }
  else {
    *flagErro = 1; //
    ERRO_PONTEIRO_NULO
    return 1;
  }
}
```

```
int Cheia(Fila *F,int *flagErro) {
  if(F != NULL){
    *flagErro = 0; //SUCESSO
    if (F->total==TamFila-1) return 1;
    else return 0;
}
  else {
    *flagErro = 1; // ERRO_PONTEIRO_NULO
    return 0;
  }
}
int Tamanho(Fila *F,int *flagErro) {
  if(F != NULL){
    *flagErro = 0; //SUCESSO
    return F->total;
}
  else {
    *flagErro = 1; // ERRO_PONTEIRO_NULO
    return -1;
  }
}
```

/* insere o elemento X no fim da fila F. Se F estiver cheia erro = 1 e se a operação tiver sucesso, erro = 0 */

```
void Entra(Fila *F, elem X, int *erro) {
   if (!Cheia(F,erro)) {
        if (*erro == 0) {
          *erro=0;
          F->total++;
          F->itens[F->fim]=X;
          if (F->fim==TamFila-1) F->fim=0;
          else F->fim++;
        }
}
    else *erro=1;
}
```

```
void Sai(Fila *F, elem *X, int *erro) {
        if (!Vazia(F,erro)) {
          if (*erro == 0) {
          *erro=0;
          F->total--;
          *X=F->itens[F->inicio];
          if (F->inicio==TamFila-1) F->inicio=0;
          else F->inicio++;
     }
}
     else *erro=1;
}
```

```
void Inicio(Fila* F, elem* X, int* erro) {
    if (!Vazia(F,erro)) {
        if (*erro == 0) {
        *erro=0;
        *X=F->itens[F->inicio];
    }
}
    else *erro=1;
}
```

```c
//versão do programa de edição de texto, agora com fila
#include <stdio.h>
#include "fila.h"

int main(void) {
    elem c, x;
    int erro;
    Fila* F = Cria(&erro);
    printf("Digite seu texto: ");
    while ((c=getche())!='\r') {
        if (c=='#') {
           Sai(F,&x,&erro);
           if (erro) printf("(erro) ");
           else printf("(%c retirado) ",x);
        }
        else if (c=='@') {
            Esvazia(F, &erro);
            printf("(fila esvaziada) ");
        }
        else {
            Entra(F,c,&erro);
            if (erro) printf("(erro) ");
        }
    }
    printf("\n\nTirando tudo da fila: ");
    while (!Vazia(F,&erro)) {
        Sai(F,&x,&erro);
        if (erro) printf("erro ");
        else printf("%c ",x);
    }
    system("pause");
    Destroi(F,&erro);
    return 0;
}
```

Exercício

- Faça uma rotina para verificar se os elementos de uma fila estão ordenados de forma crescente

Exercício

- Faça uma rotina que inverta uma fila F1, criando-se uma nova fila F2

Exercício

- Desafio: como criar uma fila “mais genérica” que possa guardar tipos diferentes (inteiros e reais, por exemplo)?
  - TAD ainda melhor!

TROCA:
typedef char elem;

```
#define TamFila 100

typedef union {
    int i;
    float r;
} elem;

typedef struct {
        int inicio, fim, total;
        elem itens[TamFila];
        enum tipo {
                inteiro, real
        } Tipo;
} Fila;
```

Cria:

```
void Cria(Fila* F, int *flagErro, int tipo)
    F->inicio=0;
    F->fim=0;
    F->total=0;
    F->Tipo=tipo;
```

Cliente: (0=inteiro|1=real)

```
if (tipo==0)
     Create(&F,&erro, inteiro);
  else Create(&F,&erro, real);
```

Entra

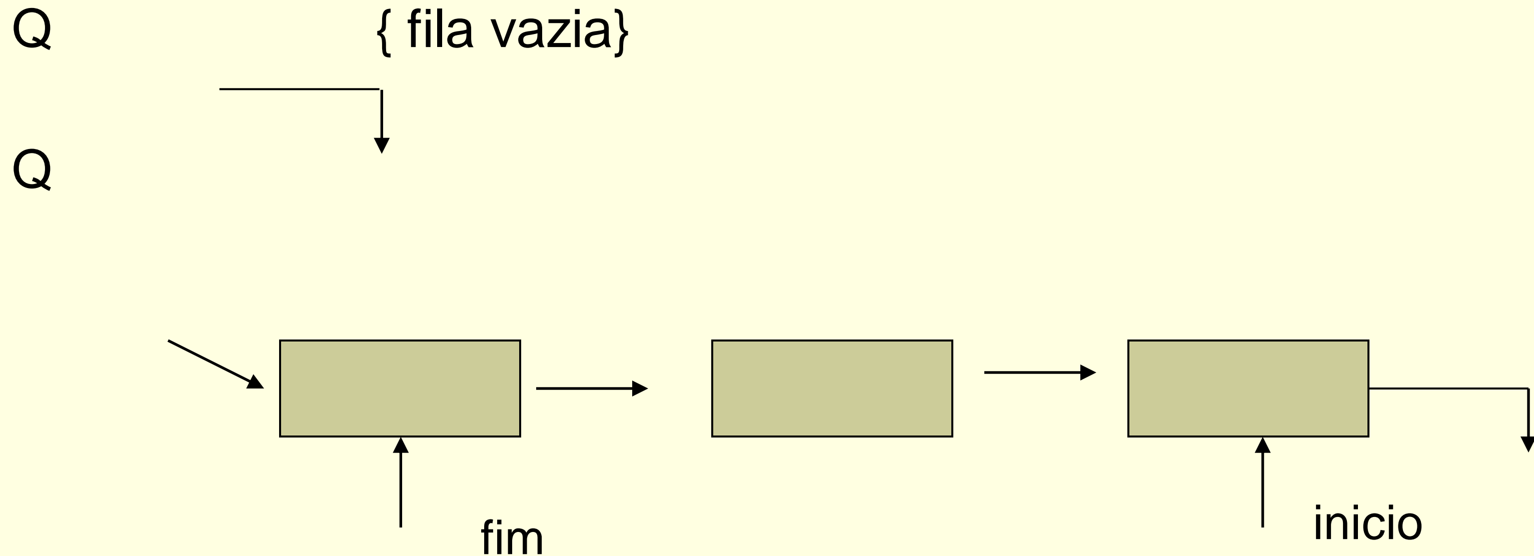
```
if (F->Tipo==inteiro)
          F->itens[F->fim].i=X->i;
     else F->itens[F->fim].r=X->r;
```

Sai

```
if (F->Tipo==inteiro)
          X->i=F->itens[F->inicio].i;
     else X->r=F->itens[F->inicio].r;
```

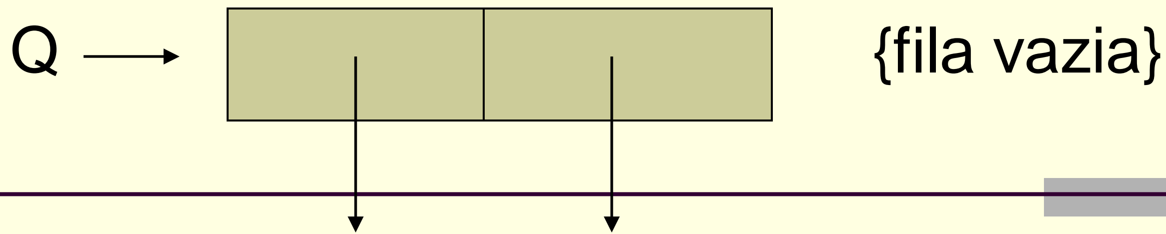
Implementações de Filas: encadeada dinâmica – pensamentos iniciais

Como seria uma operação de inserir e retirar elementos da Fila



Problema

- Inserção ocorre facilmente, colocando o item no fim da fila.
- PORÉM, esta representação não permite acesso direto ao item do inicio da fila, pois tenho que ajustar o ponteiro do anterior a ele.
  - Temos que percorrer toda a fila para se retirar o item do início da fila.
  - Problema com filas longas.
- Uma posição clara para Pilhas e Filas é que todas as operações menos tornar_vazia devem ser feita em O(1).



Q

{fila com 2 nós}

fim

inicio

Solução: Uso de nó cabeça para guardar os ponteiros de início e fim de fila, crescendo para o fim. Veja como a ordem se inverte entre início e fim.

Implementações de Filas: encadeada dinâmica

Não foi alterado!

```
typedef char elem;
typedef struct fila Fila;
```

Fila.h

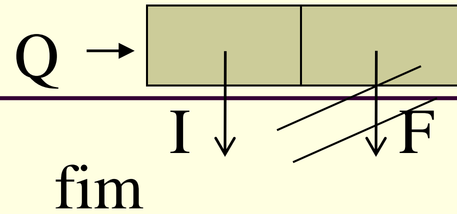
```
typedef struct bloco {
	elem info;
	struct bloco *prox;
} no;

struct fila {
	no *inicio, *fim;
	int tam;
};
```

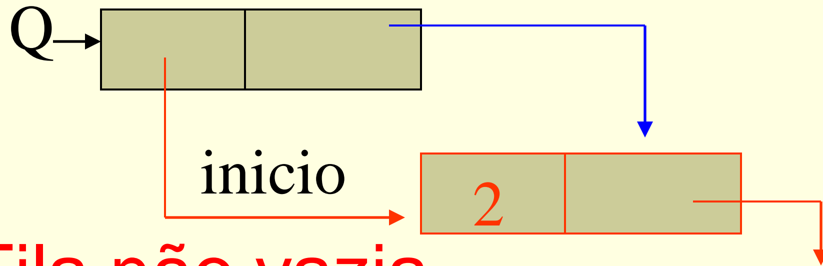
Fila.c

- Cria aloca o nó cabeça e seta inicio e fim com nil
- Entra aloca um nó e coloca o item.
  - Se este é o primeiro então inicio aponta para ele,
  - Se a fila não é vazia devemos ajustar o ponteiro next do último nó
  - e fazer fim apontar para este último nó.
- Sai ajusta o ponteiro de inicio.
  - Se a fila se tornou vazia devemos setar fim para nil.
- Implementar o TAD fila dinâmica.

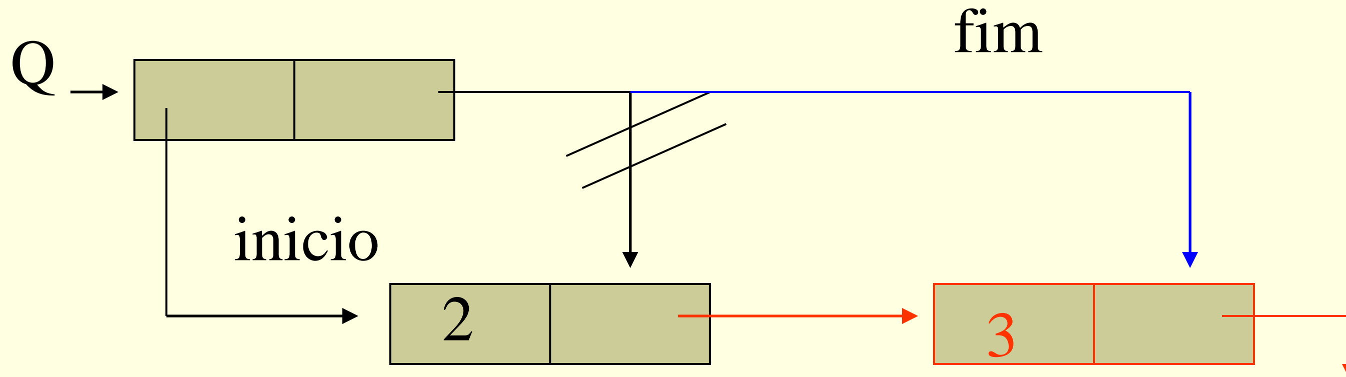
Inserção (Entra)

- Fila vazia



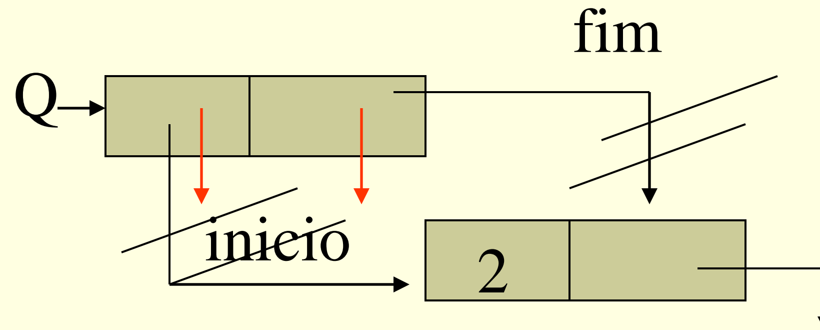


- Fila não vazia

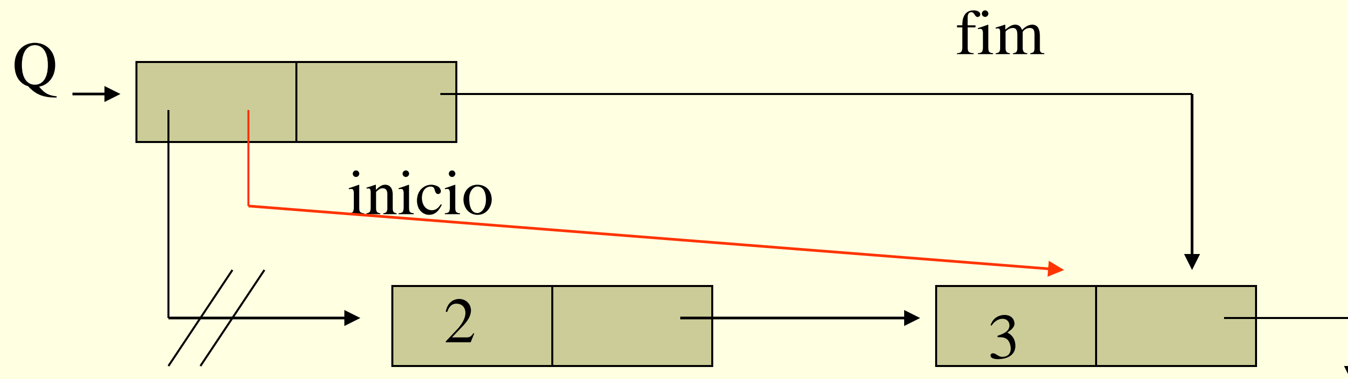


Remoção (Sai)

- Se a fila se tornar vazia



- Se ainda existem elementos depois da remoção



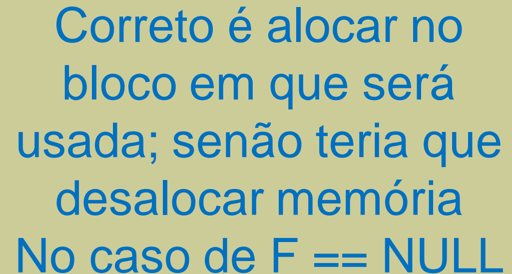
Implementações de Filas: Encadeada Dinâmica

```
Fila* Cria(int *flagErro) {
    Fila *F = (Fila*)malloc(sizeof(Fila));
    if (F == NULL) {
            *flagErro = 1; // ERRO_MEMORIA_INSUFICIENTE
        return F;
     }
     else {
     *flagErro = 0; // SUCESSO
     F->inicio=NULL;
     F->fim=NULL;
     F->total=0;
     return F;
    }
}
```

```
void Esvazia(Fila *F , int *flagErro) {
    no *ndel, *nextno;

    if(F != NULL){
      nextno = F->inicio;
      while (nextno !=NULL){
      ndel = nextno;
      nextno = nextno->prox;
      free(ndel);
      }
      F->inicio=NULL;
      F->fim=NULL;
      F->total=0;
      *flagErro = 0; //SUCESSO
    }
    else
       *flagErro = 1; // ERRO_PONTEIRO_NULO
}
```

```
void Destroi(Fila *F, int *flagErro) {
   if(F != NULL){
         Esvazia(F , flagErro);
         free(F); //SUCESSO
         *flagErro = 0;
    }
    else
         *flagErro = 1; // ERRO_PONTEIRO_NULO
}
```

```
void Entra(Fila *F, elem X, int *erro) {
    no *p =(no*) malloc(sizeof(no));
   if (F==NULL)
     *erro=1;
   else {
    if (p==NULL)
      *erro=1;
    else {
        *erro=0;
        F->total++;
        p->info=X;
        p->prox=NULL;
        if (F->inicio==NULL) //Se é o primeiro, inicio aponta para o nó
          F->inicio=p;
        else F->fim->prox=p; // senão ajusta o campo prox do último nó
        F->fim=p;          // fim aponta para o nó
    }
}
}
```



```
void Sai(Fila *F, elem *X, int *erro) {
    no *p;
    if (!Vazia(F,erro)) {
    if (*erro == 0) {
        *erro=0; // desnecessário, pois a função Vazia já retorna um valor para erro
        F->total--;
        p=F->inicio;
        *X=p->info;
        F->inicio=F->inicio->prox;
        if (F->inicio == NULL) //Se ficou vazia ajusta fim
           F->fim = NULL;
        free(p);
    }
}
     else *erro=1;
}
```

```
void Inicio(Fila* F, elem* X, int* erro) {

    if (!Vazia(F,erro)){
        if (*erro == 0) {
         *erro=0; ; // desnecessário, pois a função Vazia já retorna um valor para erro
         *X=F->inicio->info;
    }
    else *erro=1;
}
}
int Vazia(Fila *F,int *flagErro) {
   if(F != NULL){
    *flagErro = 0; //SUCESSO
    if (F->total==0)
      return 1;
    else return 0;
   }
    else {
     *flagErro = 1; // ERRO_PONTEIRO_NULO
     return 1;
    }
}
```

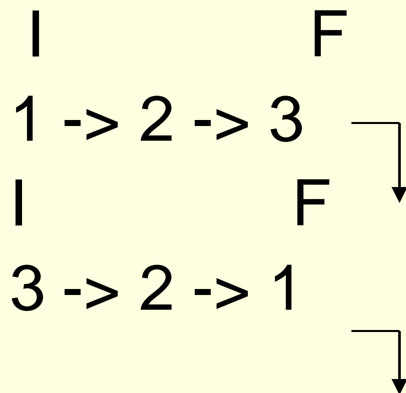
```
int Cheia(Fila *F, int *flagErro) {
    if(F != NULL){
     *flagErro = 0; //SUCESSO
     return 0;
    }
    else {
      *flagErro = 1; // ERRO_PONTEIRO_NULO
      return 0;
    }
}
int Tamanho(Fila *F,int *flagErro) {
    if(F != NULL){
     *flagErro = 0; //SUCESSO
     return F->total;
}
    else {
     *flagErro = 1; // ERRO_PONTEIRO_NULO
     return -1;
    }
}
```

```c
#include <stdio.h>
#include "lista_como_fila.h"

int main(void) {
    int erro;
    elem x;
    int tam;

    Fila* F = Cria(&erro);

    x='a'; Entra(F,x,&erro);
    x='b'; Entra(F,x,&erro);
    x='c'; Entra(F,x,&erro);
    tam = Tamanho(F,&erro);
    printf("O numero de elementos eh %d\n",tam);
    Sai(F,&x,&erro);
    if (!erro) printf("O elemento desenfileirado eh %c\n",x);
    else printf("erro\n");
    Inicio(F, &x, &erro);
    if (!erro) printf("O elemento do topo eh %c\n",x);
    else printf("erro\n");
    Sai(F,&x,&erro);
    if (!erro) printf("O elemento desenfileirado eh %c\n",x);
    else printf("erro\n");
    system("pause");
    Destroi(F,&erro);
    return 0;
}
```

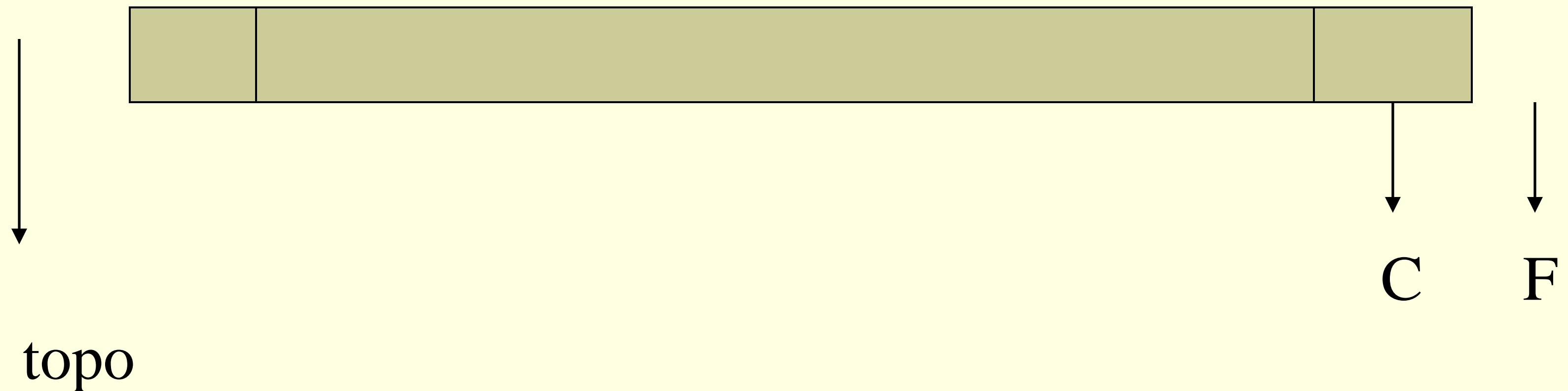
Exercícios:

1) Existe algum problema em se trocar os ponteiros da cabeça da fila?

2) Implemente um procedimento reverso que reposiciona os elementos na fila de forma que o início se torne fim e vice-versa. Use uma pilha.



3) Obtenha uma representação mapeando uma pilha P e uma fila F em um único array V[1..n]. Escreva algoritmos para inserir e eliminar elementos destes 2 objetos de dados. O que você pode dizer sobre a conveniência de sua representação?



Deques

- Um deque é uma fila em que os itens podem ser inseridos/removidos em qualquer lado. (inicio/fim).
- Desta forma, falamos em lado esquerdo ou lado direito do deque.
- As 4 operações básicas são: remove-esq, remove_dir, insere_esq, insere_dir e as outras....

- Um deque de entrada restrita permite a inserção somente em um dos lados sendo que a remoção pode ser feita nos dois.

- Um deque de saída restrita permite a remoção somente em um dos lados sendo que a inserção pode ser feita nos dois.

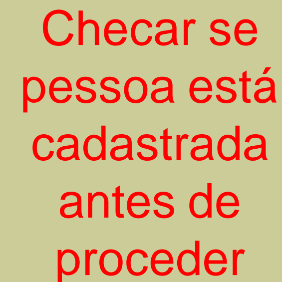
Exercício

- Implemente o sistema para a biblioteca
  - Cada livro deve ser representado por um registro
    - Nome do livro, disponibilidade, fila de espera
  - Ao requisitar um livro, a pessoa entra na fila de espera se o livro não estiver disponível
  - Quando um livro fica disponível, o primeiro da fila de espera do livro deve receber o livro

- Considere prontas as operações sobre a fila

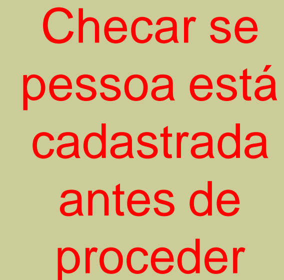
Exercício

```
program biblioteca;
const nroLivros: 1000;
type reg=          record
                   nome: string;
                   disponível: boolean;
                   fila: Fila;
                   end;
var livros: array[1..nroLivros] of reg;
begin
   se livro requisitado
         procure livro no vetor de livros
         se livro disponível
                   dar livro para pessoa
                   tornar livro indisponível
         senão entra(fila,pessoa)

(continua)
```



Exercício (continuação)

```
    senão se livro devolvido
        procure livro no vetor de livros
        se há lista de espera
                sai(fila,pessoa)
                dar livro para pessoa
        senão tornar livro disponível
end.
```



Exercício – Filas de Prioridade (FP)

- Para algumas aplicações é útil estender o TAD FILA em que a ordem dos itens é determinada por um valor de prioridade numérico.
- Quando um item é inserido em uma fila de prioridade ele entra na frente de itens de menor prioridade.
- Se 2 itens tem a mesma prioridade eles são processados na ordem FIFO.
- ESTENDA o TAD fila com a implementação Encadeada Dinâmica para trabalhar com FP.
  - Para tanto, adicione uma nova função ao arquivo fila.h com o protótipo:
  - void Entra_com_Prioridade(Fila *F, elem X, int pri, int *erro)
  - O argumento adicional trabalha com a convenção de que nros pequenos possuem prioridade maior (1 vem na frente de 2 e ...)
- Esta extensão não deve causar nenhuma reimplementação no código de clientes do TAD fila que não usam a função acima.

Mudanças no fila.c

```
typedef struct bloco {
        elem info;
        int prioridade;
        struct bloco *prox;
} no;
```

Considerem as 4 situações de inserção:

1) Fila vazia
2) Inserção antes do primeiro elemento
3) Inserção no meio da fila
4) Inserção no fim da fila

```
void Entra_com_Prioridade (Fila *F, elem X,
     int pri, int *erro) {
   no *p;  // nó a ser inserido
   no * q, * ant; // auxiliares para inserção
 if (F==NULL)
     *erro=1;
  else {
   p = (no*) malloc(sizeof(no));
   if (p==NULL)
      *erro=1;
   else {
       *erro=0;
       F->total++;
       p->info=X;
       p->prioridade = pri;
if (F->inicio==NULL) { //Se é o primeiro, inicio aponta para o nó
           F->inicio=p; F->fim = p; p->prox = NULL;
 }
        else { // insere ordenadamente
         q = F->inicio; ant = NULL;
         while (q != NULL && q->prioridade <=pri) {
                   ant = q;
                   q = q->prox;
              }
          }
          if (ant == NULL) { // inserção na primeira posição
          p->prox = F->inicio;
          F->inicio = p;
          }
          else { // inserção no meio ou no fim
          ant->prox = p;
          p->prox = q;
          if (q == NULL)  // inserção no fim
                F->fim=p;
          }
      }
    }
  }
}
```

Custo de Entra_com_Prioridade: O(n)
Custo de Sai: O(1)
Pois inseriu ordenadamente

Outra possibilidade seria: Busca_com_prioridade O(n) e Entra O(1)

Agradecimentos

- Material montado com exemplos do Prof. Thiago A. S. Pardo