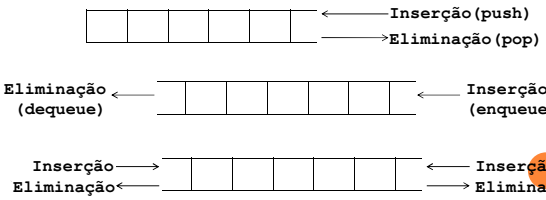
CES-11

- Pilhas
  - Definição
  - Operações
- Filas
  - Definição
  - Operações
- *Deques*
  - Definição
  - Operações

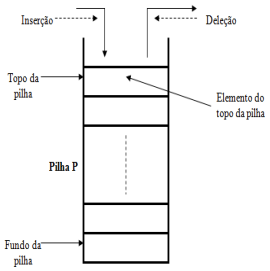
PILHAS, FILAS E *DEQUES*

- As listas lineares admitem inserção e eliminação em qualquer posição.
- Pilhas, filas e *deques* (filas com duplo-fim) só admitem acessos em suas extremidades:



PILHAS (*STACKS*)

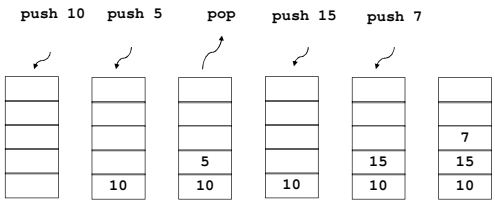
- *Pilha* é uma estrutura linear que permite acesso em somente uma extremidade.
- Se n elementos são introduzidos na pilha e depois retirados, o primeiro a entrar será o último a ser retirados
- Por essa razão, a pilha é chamada de estrutura
- *FILO* (*first in / last out*).



PILHAS (*STACKS*)

- Operações:
  - push(x): insere x no topo
  - pop(): retira o elemento topo
  - top(): retorna o topo sem desempilhá-lo
  - size(): retorna o tamanho atual da pilha
  - isEmpty(): verifica se a pilha está vazia

EXEMPLOS DE OPERAÇÕES COM PILHAS



UMA APLICAÇÃO TÍPICA

- Pilhas podem ser utilizadas, por exemplo, para verificar o emparelhamento de delimitadores.
  - Teste 1: (3+[2*4+{8-3}]) //15 caracteres
  - Teste 2: (3+[2*4+{8-3]}) //15 caracteres

```
int verifica(char *v) {
 for(int i=0;v[i]!='\0';i++) {
     if(v[i]=='(' ||v[i]=='[' ||v[i]== '{')
        push(v[i]);
     else if(v[i]==')'|| v[i]==']'|| v[i]=='}') {
       char x = pop();
      //se delimitadores não "batem" retorna erro
      if((x=='('&&v[i]!=')')||
        (x=='['&&v[i]!=']')||(x=='{'&&v[i]!='}'))
            return ERRO;
     }
 }
 if(isEmpty())  return OK;
 else  return ERRO;
}
```

IMPLEMENTAÇÃO COM VETOR


```
struct Pilha {
  int S[N]; int t; };

int size(Pilha p) {
return p.t+1; }

bool isEmpty() {
return (p.t<0); }

int top(Pilha p) {
if (isEmpty())
   return Erro;
return p.S[p.t]; }
```

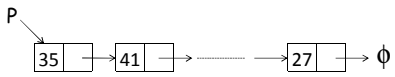
```
int push(int x,Pilha* p) {
if (size() == N)
   return Erro;
p->S[++(p->t)]=x; }

int pop(Pilha* p) {
if (isEmpty())
   return Erro;
return p->S[(p->t)--];
 }
```

EFICIÊNCIA DESSA IMPLEMENTAÇÃO

- Na implementação com vetor, todas as operações anteriores podem ser executadas em tempo O(1).

IMPLEMENTAÇÃO COM NÓS ENCADEADOS

- Os elementos da pilha podem estar conectados através de uma cadeia de nós:

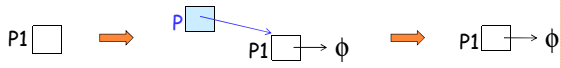



```
struct node {int elem; node *prox;};
typedef node *pilha;
pilha P;
```

IMPLEMENTAÇÃO COM NÓS ENCADEADOS

- **`inicPilha(&P1)`**: inicializa a pilha P1

```
void inicPilha (pilha *P) {
     *P = NULL;
}
```

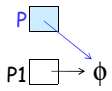


IMPLEMENTAÇÃO COM NÓS ENCADEADOS

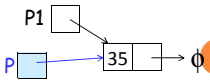
- **`isEmpty(P1)`**: verifica se a pilha P1 está vazia

```
bool isEmpty (pilha P) {
     if (P == NULL) return TRUE;
     else return FALSE;
}
```

Pilha vazia



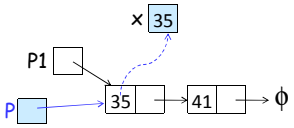
Pilha não vazia



IMPLEMENTAÇÃO COM NÓS ENCADEADOS

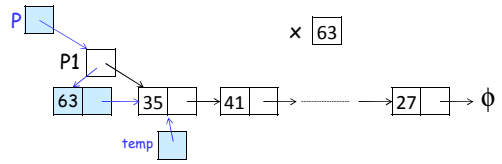
- **`x = top(P1)`**: x recebe o topo da pilha P1

```
int top (pilha P) {
     if (!isEmpty (P))
          return P->elem;
     else
          Erro ("Pilha vazia");
}
```



IMPLEMENTAÇÃO COM NÓS ENCADEADOS

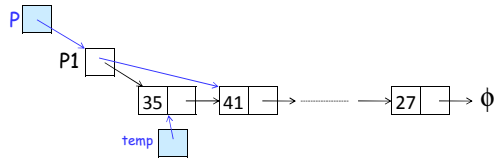
- **push (x, &P1)**: empilha o conteúdo de x na pilha P1




```
void push (char x, pilha *P) {
      node *temp;
      temp = *P;
      *P = (node *) malloc (sizeof (node));
      (*P)->elem = x;
      (*P)->prox = temp;
}
```

IMPLEMENTAÇÃO COM NÓS ENCADEADOS

- **pop (&P1)**: desempilha o topo da pilha P1




```
char pop (pilha *P) {
      node *temp; char c;
      if (!isEmpty (*P)) {
            temp = *P;
            *P = (*P)->prox;
            c=temp->elem;
            free (temp); return c; }
      else Erro ("Pilha vazia"); }
```

EFICIÊNCIA DESSA IMPLEMENTAÇÃO

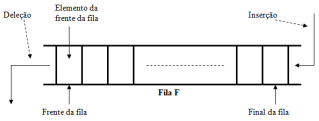
- Na implementação com nós encadeados, todas as operações anteriores podem ser executadas em tempo O(1).
- Qual a vantagem em relação à implementação com vetor?
  - A memória é alocada gradativamente, apenas quando necessário.

CES-11

- Pilhas
  - Definição
  - Operações
- Filas
  - Definição
  - Operações
- *Deques*
  - Definição
  - Operações

FILAS (*QUEUES*)

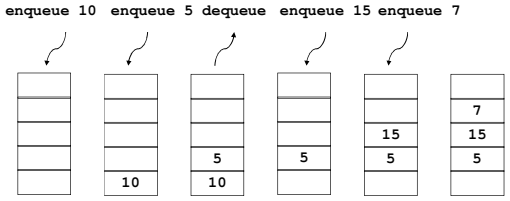
- *Filas* são simples sequências de espera: crescem através do acréscimo de novos elementos no final e diminuem com a saída dos elementos da frente.
- Os elementos são acrescentados em uma extremidade e removidos da outra.
- Em relação à pilha, a principal diferença é que a fila é uma estrutura *FIFO (first in / first out)*.



FILAS

- Operações:
  - size(): retorna o tamanho atual da fila
  - isEmpty(): verifica se a fila está vazia
  - first(): retorna o primeiro elemento da fila sem removê-lo
  - dequeue(): retira o primeiro elemento da fila
  - enqueue(x): coloca x no final da fila

EXEMPLOS DE OPERAÇÕES COM FILAS



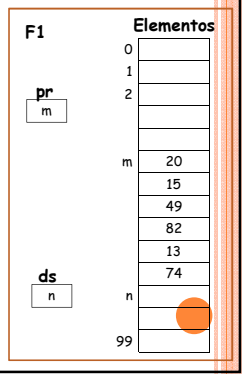
IMPLEMENTAÇÃO COM VETOR CIRCULAR

- O vetor é utilizado de maneira circular

```
const int max = 100;
typedef int vetor[max];
struct fila {
      vetor Elementos;
      int pr, ds;
};
fila F1, F2, F3;
```

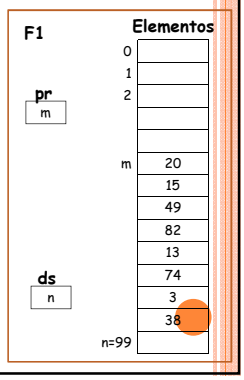
Próxima posição disponível

Posição do primeiro elemento



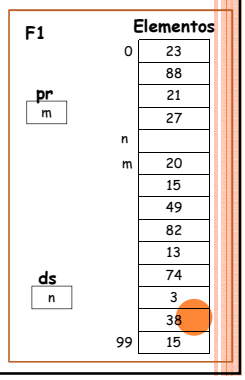
IMPLEMENTAÇÃO COM VETOR CIRCULAR

- É circular: quando ds=**99**, uma inserção levará **ds** para o índice **0** (zero).
- Desse modo, não haverá necessidade de deslocar todos os elementos para cima...
- Se pr=ds a fila está vazia



IMPLEMENTAÇÃO COM VETOR CIRCULAR

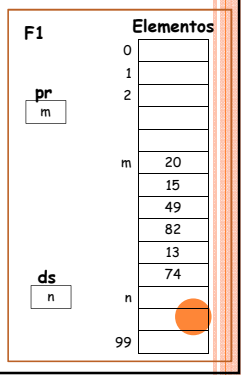
- Quando max=100, é possível admitir 100 elementos na fila?
  - Não: fila cheia seria confundida com fila vazia...
- Caso geral desta implementação: em uma fila com max posições, podemos ter no máximo max-1 elementos.



IMPLEMENTAÇÃO COM VETOR CIRCULAR

```
void inicFila (fila *F) {
    F->pr= 0;
    F->ds = 0;
}
```

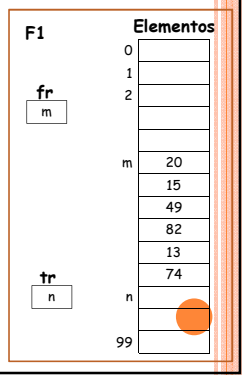
```
int prox (int i)  {
    return (i+1) % max;
}
```



IMPLEMENTAÇÃO COM VETOR CIRCULAR

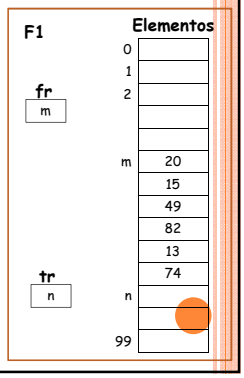
```
bool isEmpty (fila *F) {
      if (F->ds == F->pr)
            return true;
      else
            return false;
}
```

```
int first (fila *F) {
   if (isEmpty (F))
      Erro ("Fila vazia");
   else
      return F->Elementos[F->pr];
}
```



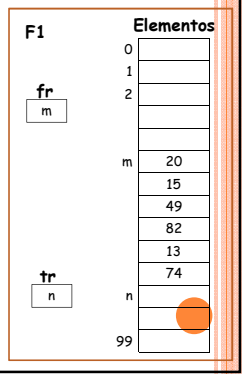
Implementação com vetor circular

```
void enqueue (int x, fila *F)
{
    if ( prox(F->ds) == F->pr )
       Erro ("Fila cheia");
    else {
       F->Elementos[F->ds] = x;
       F->ds = prox(F->ds);
    }
}

void dequeue (fila *F)
    if (isEmpty (F))
         Erro ("Fila vazia");
    else
         F->pr = prox(F->pr);
}
```



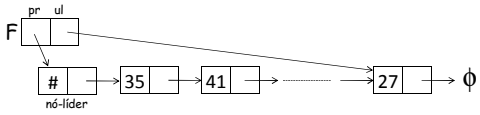
Implementação com vetor circular

```
int num(fila *F)
{    int a=F->ds - F->pr;
    if ( a <0)
       return (max+F->ds-F->pr);
    else {
       return a;
    }
}

void dequeue (fila *F)
    if (isEmpty (F))
         Erro ("Fila vazia");
    else
         F->pr = prox(F->pr);
}
```



Implementação com nós encadeados

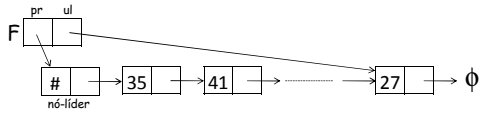
- Os elementos da fila podem estar conectados através de uma cadeia de nós:

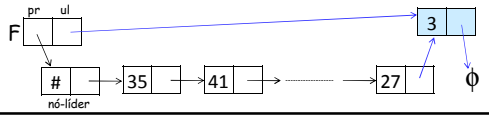



```
struct node {int elem; node *prox;};
struct fila {node *pr, *ul;};
fila F;
```

Implementação com nós encadeados

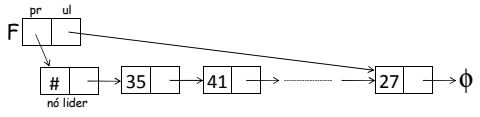
- **enqueue(x,F)**:
  - Inserir um nó com valor x após o último elemento
  - Atualizar o ponteiro F.tr

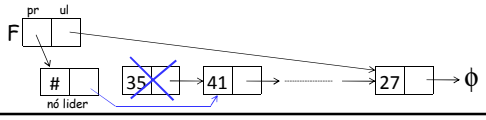




Implementação com nós encadeados

- **dequeue(F)**:
  - Apagar o primeiro nó da cadeia
  - Se esse nó fosse o único, F.tr deverá apontar para o nó-líder





Implementação com nós encadeados

- Primeiro elemento da fila F
  - `F.pr->prox->elem`
- Verificação de fila F vazia
  - `F.pr == F.ul` ou
  - `F.pr->prox == NULL`
- Esvaziamento da fila F
  - Liberar os nós de F, exceto o líder
  - `F.pr->prox = NULL;`
  - `F.ul = F.pr`
- **Exercício**
  - **Programar as operações enqueue e dequeue para fila implementada com nós encadeados**

CES-11

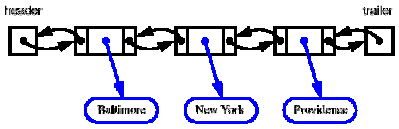
- Pilhas
  - Definição
  - Operações
- Filas
  - Definição
  - Operações
- *Deques*
  - *Definição*
  - Operações

Deques (filas com duplo-fim)

- Filas com duplo-fim (*doubled-ended queue*) permitem inserção e remoção, em tempo constante, tanto no início como no fim.
- Uma *deque* pode simular tanto as operações de uma pilha como as de uma fila.
- Operações:
  - insertFirst(x): insere x no início
  - insertLast(x): insere x no final
  - removeFirst(): remove o primeiro elemento
  - removeLast(): remove o último elemento
  - first(): retorna o primeiro elemento
  - last(): retorna o último elemento
  - size(): retorna o tamanho atual
  - isEmpty(): verifica se está vazia

Implementação com encadeamento duplo

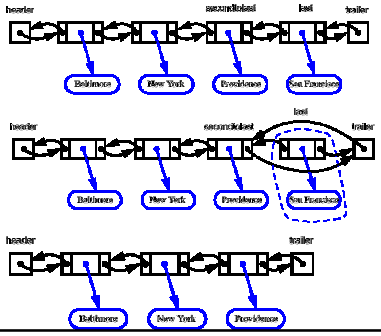
- Podemos implementar uma *deque* através de uma lista duplamente ligada:



- Cada nó tem dois ponteiros: para o próximo e para o anterior.
- *header* e *trailer* são nós especiais, chamados de sentinelas. Não são necessários, mas facilitam a codificação.

Implementação com encadeamento duplo

- Remoção do último elemento:



Perguntas

- Seria possível implementar a deque através de vetor?
- Qual o grau de complexidade O(?) do enqueue e dequeue em uma estrutura de dados em fila implementada com vetor? E se for implementada com nós encadeados?