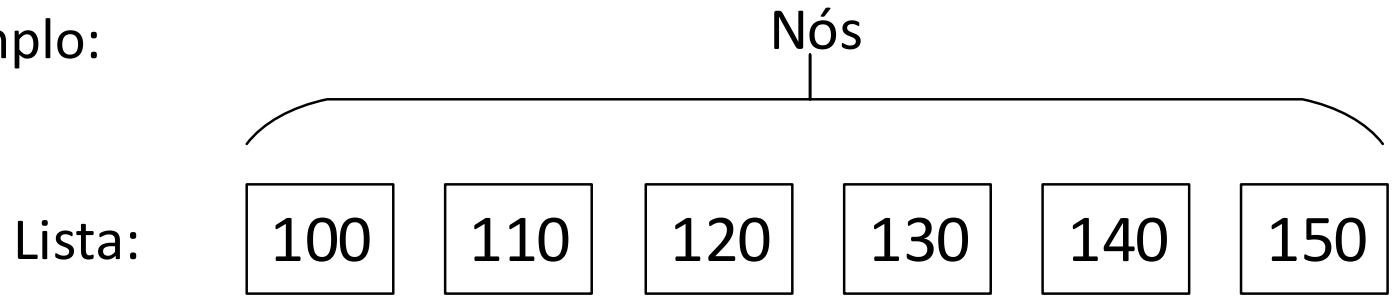
Estruturas de Dados 1

10 – Lista Sequencial Estática

Antonio Angelo de Souza Tartaglia
angelot@ifsp.edu.br

Lista Sequencial Estática

- Lista – Sequência de elementos do mesmo tipo. Seus elementos possuem **estrutura interna abstraída**, ou seja, sua **complexidade é arbitrária** e não afeta o funcionamento do seu programa;
- Exemplo:



Conjunto de elementos de um mesmo tipo, em uma certa sequencia.

- Para implementar uma lista em seu programa, não é necessário se preocupar como seu TAD é codificado internamente ou como ele armazena os dados. O seu funcionamento será sempre o mesmo.

Lista Sequencial Estática

- Uma Lista pode possuir “n” ($n \geq 0$) elementos.
- Se “$n = 0$”, dizemos que a lista está vazia;
- A quantidade máxima de elementos que uma lista suporta é definido por MAX.

- Existem casos em que:
  - A Lista está vazia ($n = 0$);
  - A Lista tem alguns elementos ($n < MAX$);
  - A Lista está cheia ($n = MAX$).

Lista Sequencial Estática

- Aplicações:
  - Cadastro de Funcionários;
  - Itens de um Estoque;
  - Cadastro de Clientes;
  - Lista de Contatos;
  - Lista de pedidos de um restaurante;
  - Etc.

- Em tudo aquilo que se pode colocar em uma forma de lista, podemos utilizar a estrutura Lista.

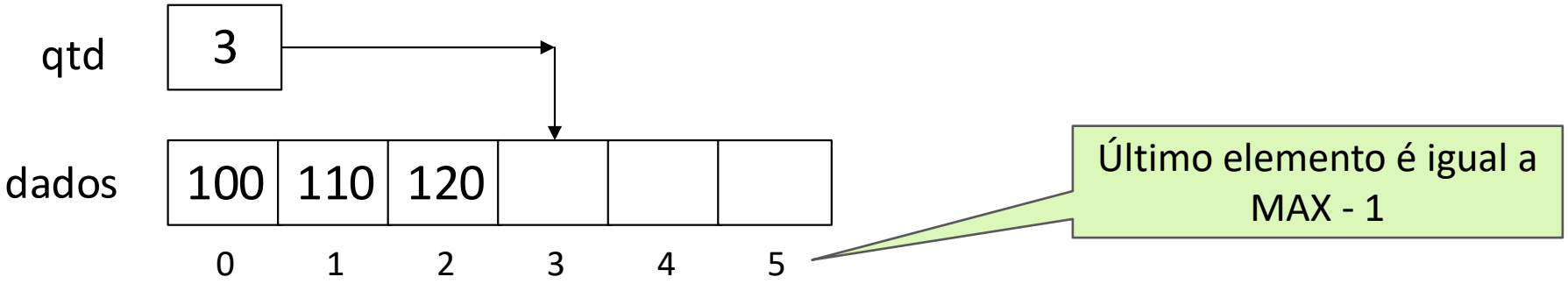
Lista Sequencial Estática

- Em uma Lista podemos realizar as seguintes operações básicas (funções):
  - Criação da Lista (por ser um TAD);
  - Inserção de um elemento;
  - Exclusão de um Elemento;
  - Acesso a um elemento (recuperar em determinada posição);
  - Destruição da Lista (por ser um TAD);
  - Etc.

- Essas operações dependem do tipo de alocação:
  - Estática;
  - Dinâmica.

Lista Sequencial Estática – Diferenças

- O espaço de memória é alocado no momento da compilação;
- Exige a definição do número máximo de elementos da Lista;
- Acesso sequencial: os elementos estão de forma consecutiva na memória:



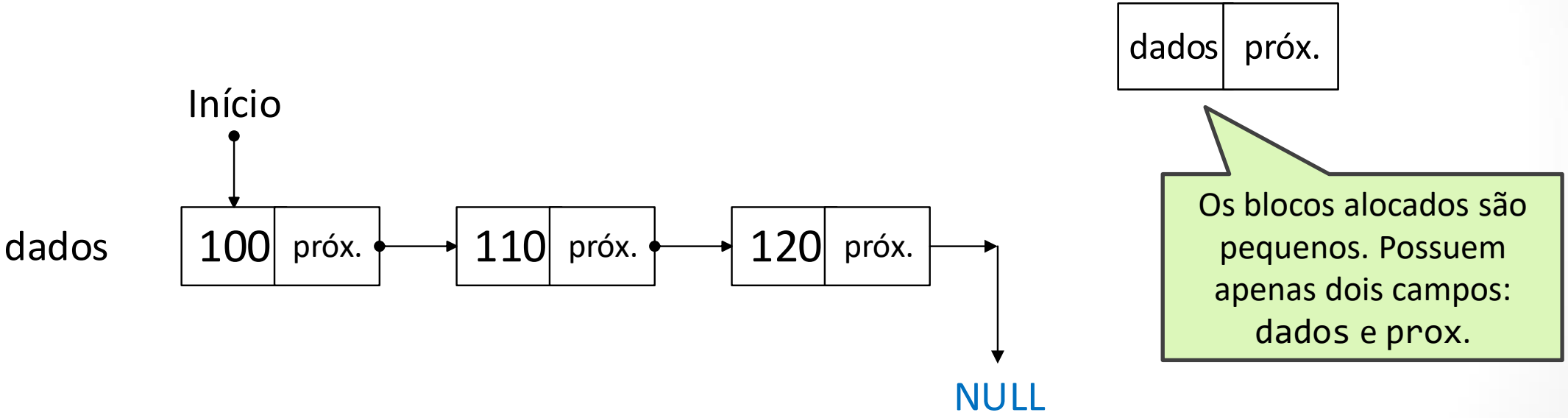
- A lista sequencial estática trabalha com um vetor e um campo “qtd”, que aponta para a próxima posição vaga do vetor da lista. Paralelamente, o campo “qtd” também indica quantos elementos já temos na lista. MAX define a quantidade máxima de elementos na lista.

Lista Sequencial Dinâmica – Diferenças

- O espaço de memória é alocado em tempo de execução. Não é necessário definir o tamanho inicial.
- A lista cresce a medida que novos elementos são armazenados e diminui quando estes são removidos.
- Acesso encadeado: cada elemento pode estar em uma área restrita e aleatória da memória.
- Para acessar um determinado elemento, é necessário que se percorra todos os seus antecessores na lista.

Lista Sequencial Dinâmica – Diferenças

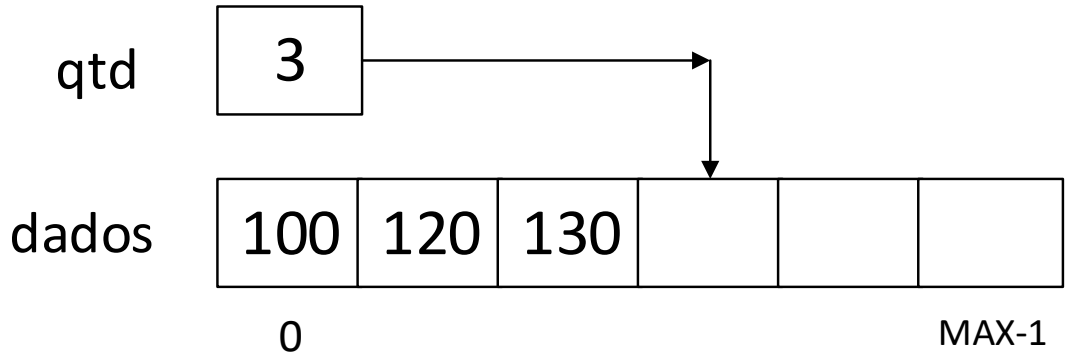
- Os nós são formados por dois campos: um contém os dados e o outro um ponteiro que aponta para o próximo nó. Exemplo:



- Não existe um índice para acesso aos elementos em posições determinadas. Por exemplo, para acessarmos o elemento `120` da lista acima, temos que acessar antes, primeiro os elementos `100` e `110`.

Lista Sequencial Estática - Implementação

- “Lista Sequencial Estática” ou “Lista Linear Estática” – Tipo de lista onde o sucessor de um elemento ocupa a posição física seguinte do mesmo, para isso é utilizado um vetor (ou *array*).

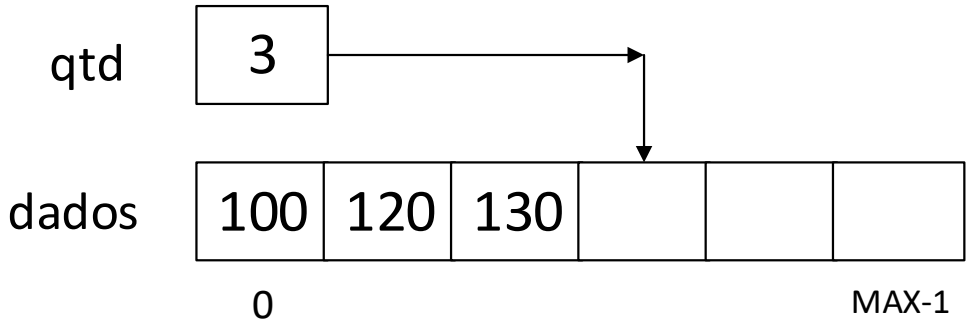


Estrutura da Lista:
Um *array* ou vetor de tamanho MAX, definido antecipadamente.

- O campo “`qtd`” indica quantos elementos temos na lista e ao mesmo tempo indica qual a próxima posição vaga.

Lista Sequencial Estática - Implementação

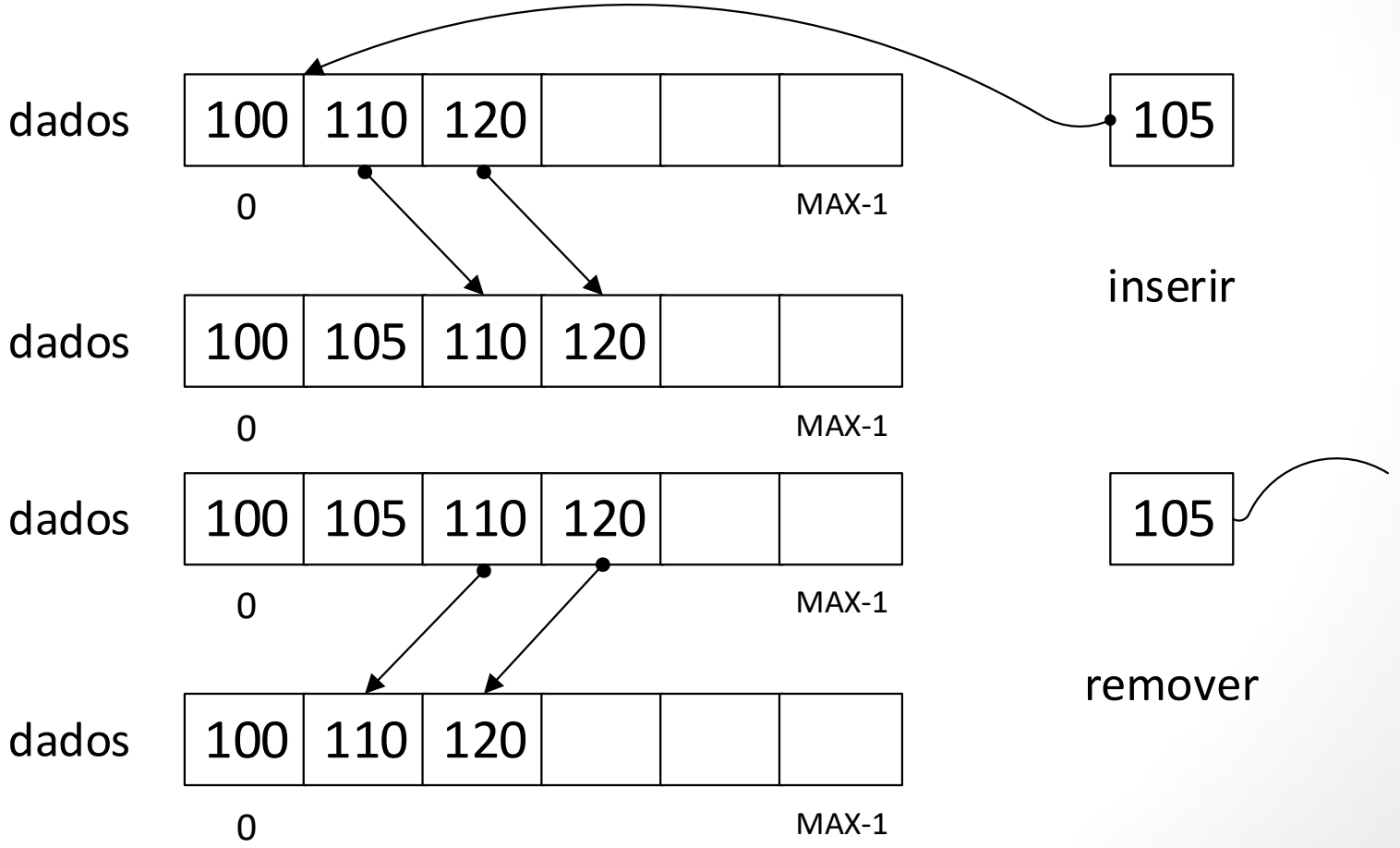
- Vantagens do uso de *arrays* :
  - Acesso rápido e direto aos elementos através do índice;
  - Tempo constante para acessar um elemento;
  - Facilidade em modificar informações.



- Desvantagens do uso de *arrays*:
  - Definição prévia do tamanho do *array*;
  - Dificuldade para **inserir** e **remover** um elemento entre outros dois elementos:
    - **É necessário deslocar os elementos.**

Lista Sequencial Estática - Implementação

A utilização de *arrays* ou vetores envolve deslocamento em operações de inserção e remoção entre elementos.
O custo computacional é alto neste tipo de lista.



Lista Sequencial Estática - Implementação

- Quando utilizar esse tipo de lista?
  - Listas pequenas – é o tipo de lista mais fácil e prática de implementar;
  - Quando a inserção e remoção se dá apenas no final da lista e não há deslocamento;
  - Quando temos um tamanho máximo bem definido, ou seja, há a certeza de que tamanho MAX nunca será ultrapassado;
  - Quando a busca é a operação mais frequente, e neste caso seria uma lista de consulta – ela é rápida e o tempo de acesso é sempre o mesmo.

Lista Sequencial Estática - implementação

- Será usado o paradigma da modularização com dois arquivos: “.h” e “.c”.

- listaSequencial.h – Serão definidos:
  - Os protótipos das funções que manipulam o TAD;
  - O tipo de dado que será armazenado na lista (estrutura com os dados de um aluno);
  - O ponteiro “Lista”, que será devolvido pela função de criação da lista;
  - A contante MAX que define tamanho do vetor utilizado na lista.

- listaSequencial.c – Definir:
  - O tipo de dados “Lista”;
  - Implementar as suas funções de manipulação dos dados.

Este “tipo” fica oculto do programa principal através do encapsulamento. O usuário/programador só o acessa por meio das funções disponibilizadas pelo TAD

Lista Sequencial Estática – implementação

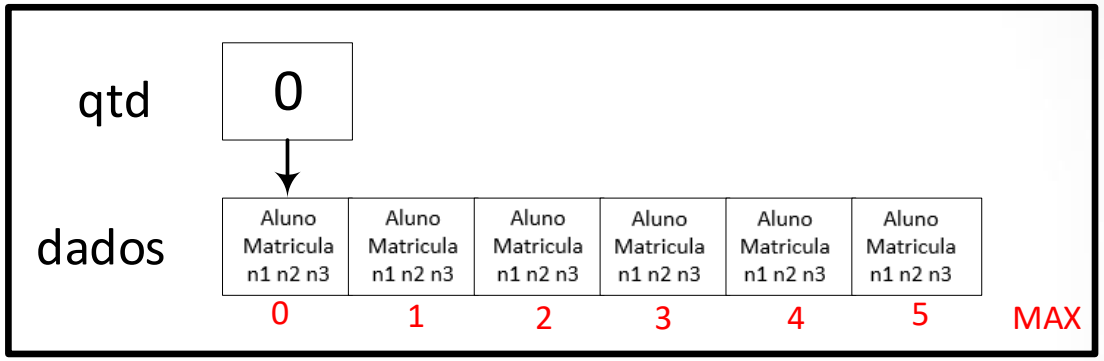
```c
//Arquivo listaSequencial.h
#define MAX 100

struct aluno{
    int matricula;
    float n1, n2, n3;
};

typedef struct lista Lista;
```

Dado que será guardado dentro da Lista

Li




```c
//Arquivo principal - main()
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <string.h>
#include "listaSequencial.h"

int main()
{
    int x; //será usado para codigo de erro
    Lista *li;
```

Tipo de dado que fica oculto pelo encapsulamento

```c
//Arquivo listaSequencial.c
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include "listaSequencial.h"

struct lista{
    int qtd;
    struct aluno dados[MAX];
};
```

Lista Sequencial Estática – implementação

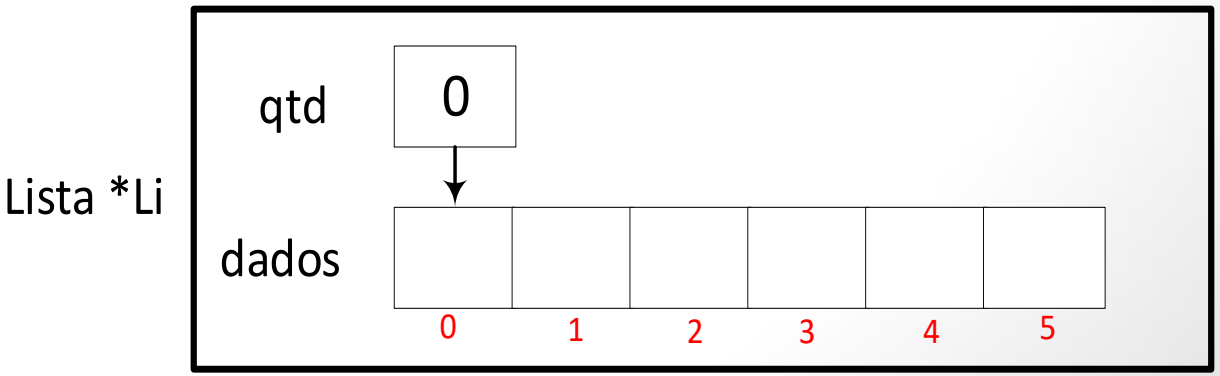
- Função para criar a Lista:

```
//Arquivo listaSequencial.h
Lista *cria_lista();
```

Função retorna somente endereços de memória, ou seja, ponteiros.

```
//Arquivo listaSequencial.c
Lista *cria_lista(){
    Lista *li;
    li = (Lista*) malloc(sizeof(struct lista));
    if(li != NULL){
        li->qtd = 0;
    }
    return li;
}
```

```
//programa principal main()
Lista *li;
li = cria_lista();
```



Lista Sequencial Estática – implementação

- Função para destruir (ou liberar) a Lista:

```
//Arquivo listaSequencial.h
void libera_lista(Lista *li);
```

```
//Arquivo listaSequencial.c
void libera_lista(Lista *li){
    free(li);
}
```

```
//programa principal main()
libera_lista(li);
```

Atenção!!!
Esta deve ser a última função chamada pelo `main()`!

Se é só para liberar memória através de um simples `free()`, porque não fazê-lo no programa principal?
Liberar uma lista sequencial é muito simples, mas em uma lista dinâmica, um único `free()`, não libera a lista. Será preciso liberar todos os nós, que compõe a lista. Então cria-se a função, para efeitos de compatibilidade entre os tipos de Lista, estática e dinâmica, uma vez que as duas terão módulos que poderão ser intercambiáveis.
O usuário/programador não precisa saber como o código foi implementado internamente, se é estático ou se é dinâmico, somente precisa saber usar o TAD propriamente dito.

Lista Sequencial Estática – implementação

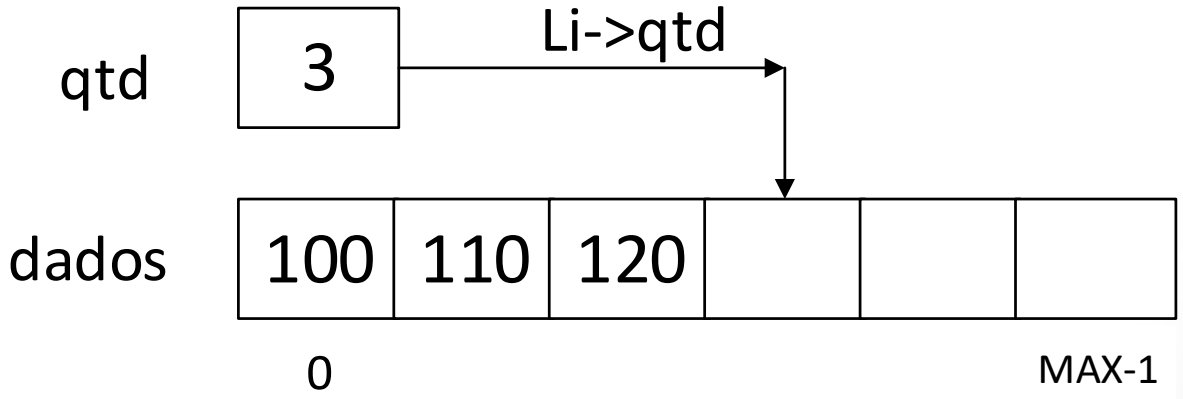
- Como obter informações básicas sobre a Lista Estática?
  - Tamanho – quantos elementos já possui?
  - Está cheia?
  - Está vazia?
- Qual a importância desses dados?
  - Se está cheia: não é possível colocar mais nenhum elemento dentro da lista, só retirá-los;
  - Se está vazia: não é possível retirar nenhum elemento, só adicioná-los;
  - Tamanho: Fornece uma ideia de quanto falta para a lista estar cheia e a noção de quantos elementos ela possui.

Lista Sequencial Estática – implementação

- Tamanho da lista:

```c
//Arquivo listaSequencial.h
int tamanho_lista(Lista *li);
```

```c
//Arquivo listaSequencial.c
int tamanho_lista(Lista *li){
    if(li == NULL){
        return -1;
    }else{
        return li->qtd;
    }
}
```




```c
//programa principal main()
x = tamanho_lista(li);
printf("\nTamanho da lista e: %d", x);
```

Lista Sequencial Estática – implementação

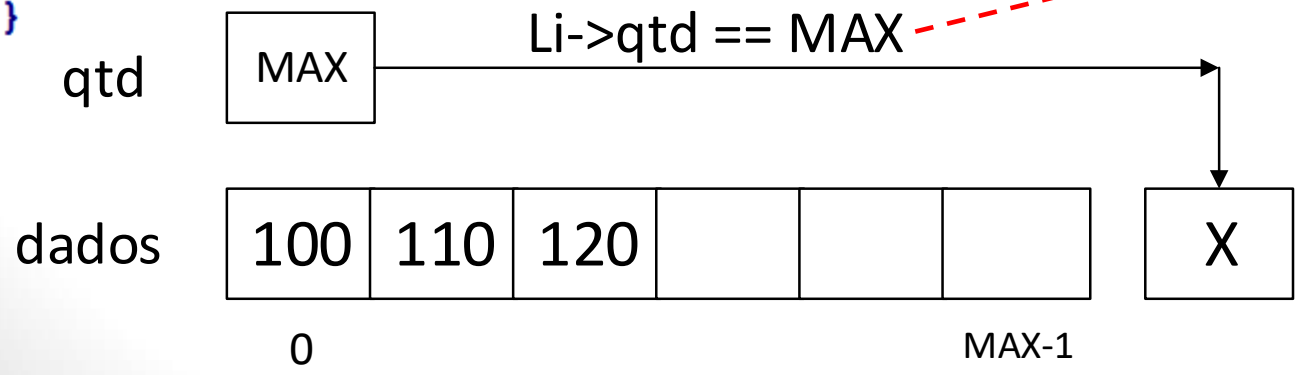
- Verifica se Lista está cheia:

```c
//Arquivo listaSequencial.h
int lista_cheia(Lista *li);
```

```c
//Arquivo listaSequencial.c
int lista_cheia(Lista *li){
    if(li == NULL){
        return -1;
    }else{
        return (li->qtd == MAX);
    }
}
```

```c
//programa principal main()
x = lista_cheia(li);
if(x){
    printf("\nLista cheia!");
}else{
    printf("\nLista nao esta cheia!");
}
```

Esta expressão retorna o resultado:
Se for verdadeira : 1
Se for falsa: 0



Lista Sequencial Estática – implementação

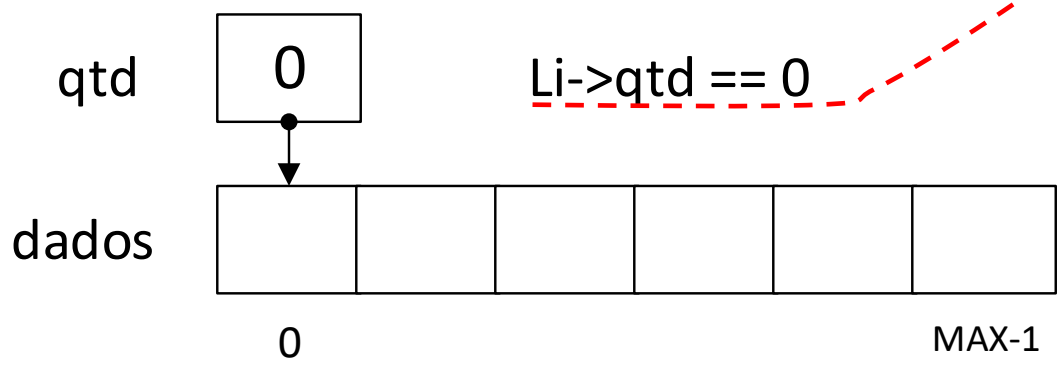
- Verificar se Lista está vazia:

```c
//Arquivo listaSequencial.h
int lista_vazia(Lista *li);
```

```c
//Arquivo listaSequencial.c
int lista_vazia(Lista *li){
    if(li == NULL){
        return -1;
    }else{
        return (li->qtd == 0);
    }
}
```

```c
//programa principal main()
x = lista_vazia(li);
if(x){
    printf("\nLista esta vazia!");
}else{
    printf("\nLista nao esta vazia!");
}
```

Esta expressão retorna o resultado:
Se for verdadeira : 1
Se for falsa: 0

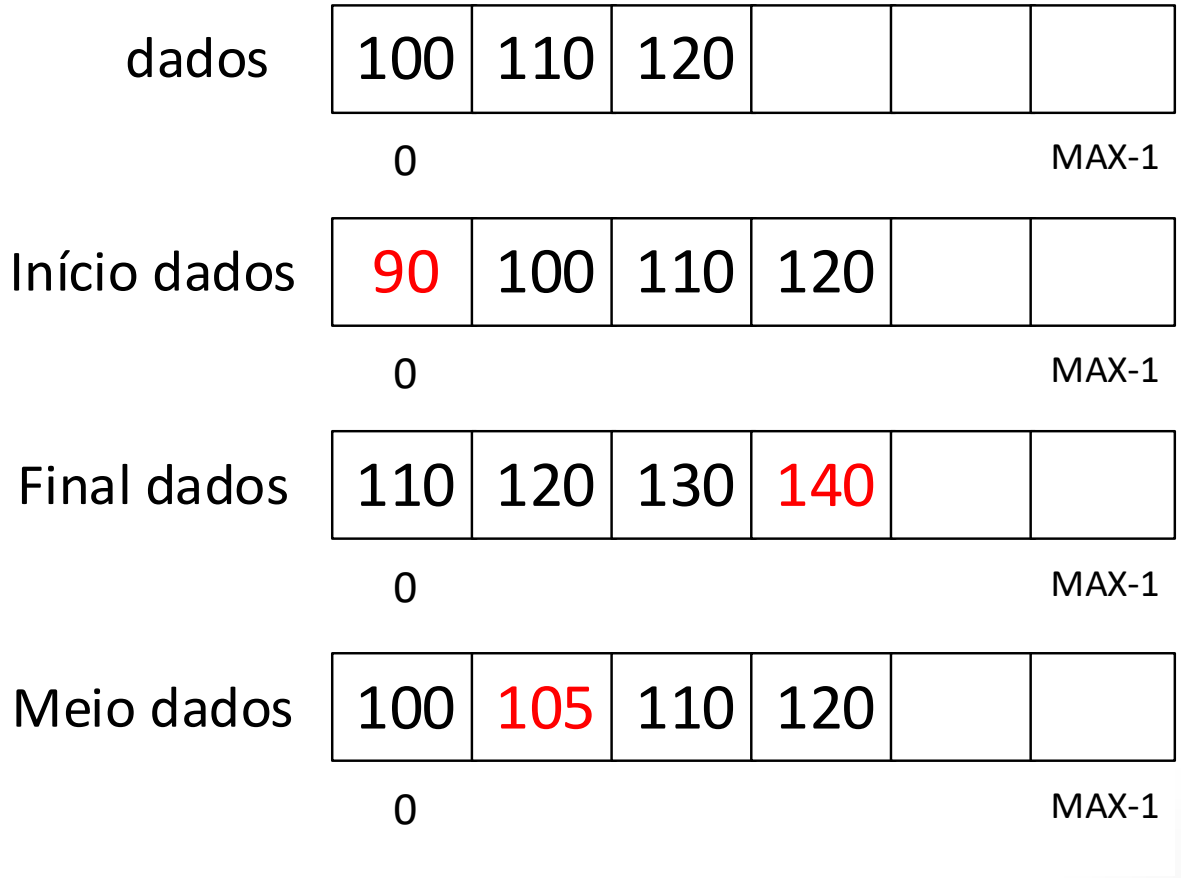


Lista Sequencial Estática – inserção

- Existem três tipos de inserção em Listas Sequenciais Estáticas:
  - Início;
  - Meio;
  - Fim.

Quando inserir no meio da Lista?

Quando estamos inserindo de forma ordenada.



Estrutura de Dados 1

- Dados para inserções e buscas:

```
int x, mat = 110, posicao = 1;

struct aluno a1, a2, a3, dados_aluno;
```

Será usado na busca por um elemento em uma determinada posição

Será usado na busca por um elemento específico

Matricula: 100
n1: 5.3
n2: 6.9
n3: 7.4

```
a1.matricula = 100;
a1.n1 = 5.3;
a1.n2 = 6.9;
a1.n3 = 7.4;
```

Será usado na inserção no início

Matricula: 120
n1: 4.0
n2: 2.9
n3: 8.4

```
a2.matricula = 120;
a2.n1 = 4;
a2.n2 = 2.9;
a2.n3 = 8.4;
```

Será usado na inserção no final

Matricula: 110
n1: 1.3
n2: 2.9
n3: 3.4

```
a3.matricula = 110;
a3.n1 = 1.3;
a3.n2 = 2.9;
a3.n3 = 3.4;
```

Será usado na inserção ordenada

Lista Sequencial Estática – inserção

- Inserção no final da lista:

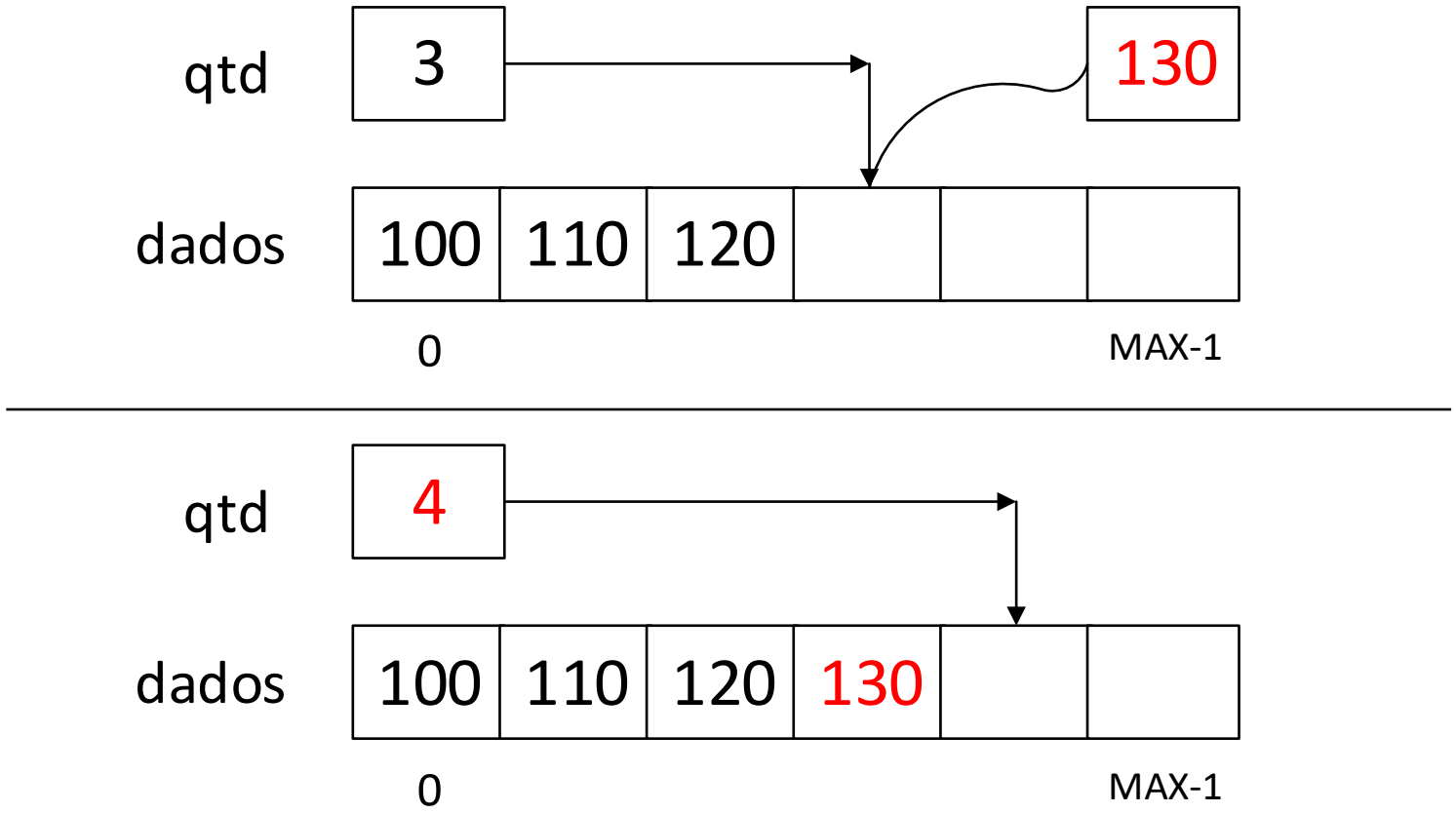
```c
//Arquivo listaSequencial.h
int insere_lista_final(Lista *li, struct aluno al);
```

```c
//Arquivo listaSequencial.c
int insere_lista_final(Lista *li, struct aluno al){
    if(li == NULL){
        return 0;
    }
    if(lista_cheia(li)){
        return 0;
    }
    li->dados[li->qtd] = al;
    li->qtd++;
    return 1;
}
```

```c
//programa principal main()
x = insere_lista_final(li, al2);
if(x){
    printf("\nAluno inserido com sucesso!");
}else{
    printf("\nErro aluno nao inserido!");
}
```

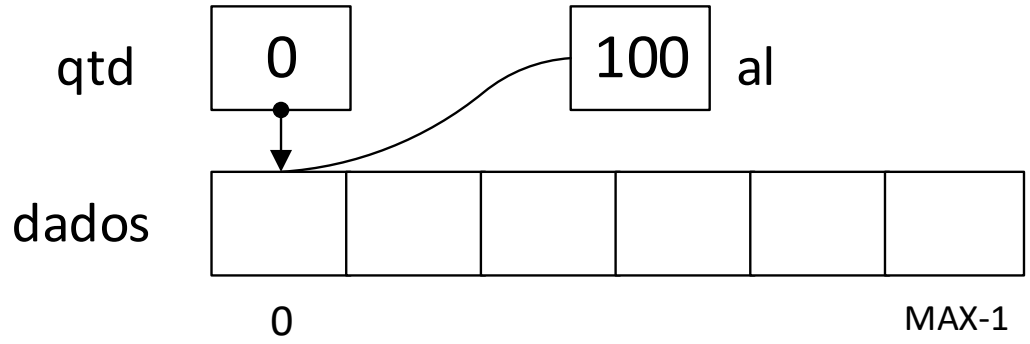
Lista Sequencial Estática – inserção

- Inserção no final da lista:

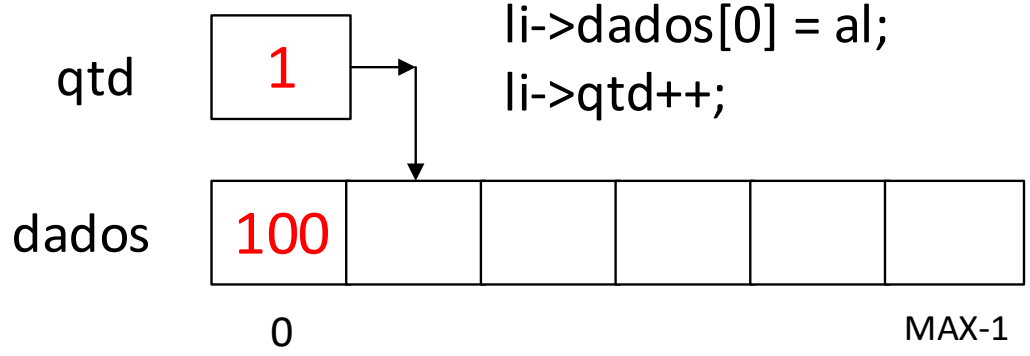


Lista Sequencial Estática – inserção

- Existe também o caso onde a inserção é feita em uma lista vazia:

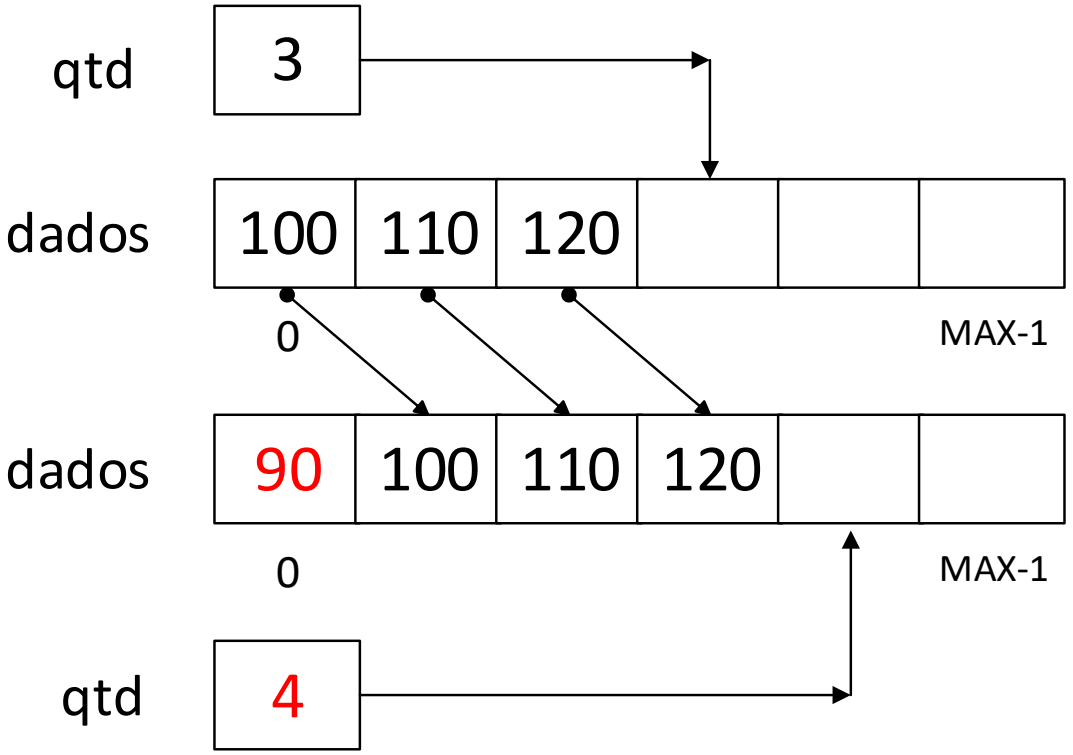


Cuidado!
Não se pode inserir em uma lista cheia.



Lista Sequencial Estática – inserção

- Inserção no início da lista:



Ordem de movimentação dos dados: De traz para frente para não ocasionar perda de dados. Se não for assim os dados serão sobrescritos

Desloca-se todos os elementos uma posição para a frente, e, insere-se o elemento no início.

Lista Sequencial Estática – inserção

- Inserção no início da lista:

```
//Arquivo listaSequencial.h
int insere_lista_inicio(Lista *li, struct aluno al);
```

```
//Arquivo listaSequencial.c
int insere_lista_inicio(Lista *li, struct aluno al){
    if(li == NULL){
        return 0;
    }
    if(lista_cheia(li)){
        return 0;
    }
    int i;
    for(i = li->qtd - 1; i >= 0; i--){
        li->dados[i+1] = li->dados[i];
    }
    li->dados[0] = al;
    li->qtd++;
    return 1;
}
```

```
//programa principal main()
x = insere_lista_inicio(li, al);
if(x){
    printf("\nAluno inserido com sucesso!");
}else{
    printf("\nErro aluno nao inserido!");
}
```

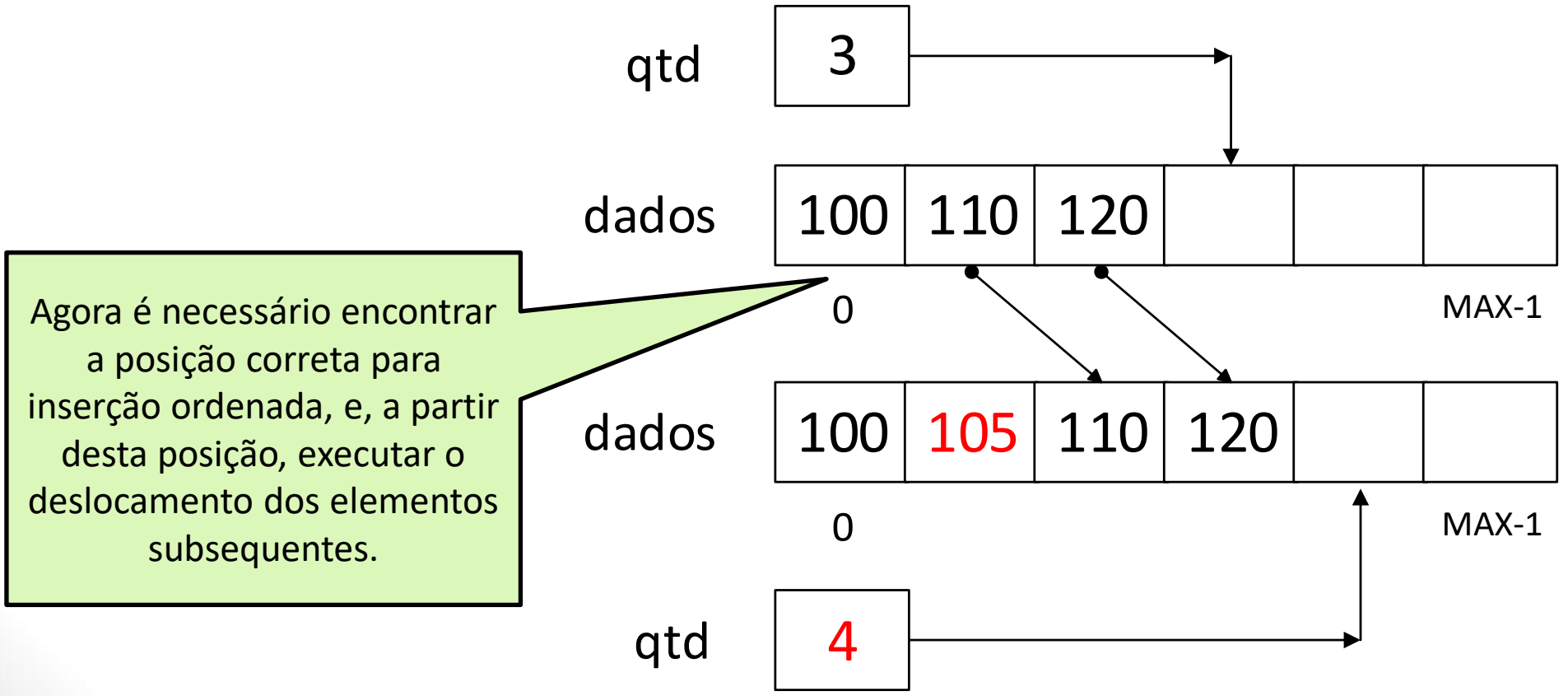
1ª posição vazia disponível

Li->dados[i+1] posição a frente do último elemento que está na lista, recebe o último elemento da lista

Insere al no início da lista

Lista Sequencial Estática – inserção

- Inserção de forma ordenada:



Lista Sequencial Estática – inserção

- Inserção de forma ordenada:

```
//Arquivo listaSequencial.h
int insere_lista_ordenada(Lista *li, struct aluno al);
```

```
//programa principal main()
x = insere_lista_ordenada(li, al3);
if(x){
    printf("\nAluno inserido na posicao com sucesso!");
}else{
    printf("\nErro aluno nao inserido!");
}
```

Lista Sequencial Estática – inserção

```c
//Arquivo listaSequencial.c
int insere_lista_ordenada(Lista *li, struct aluno al){
    if(li == NULL){
        return 0;
    }
    if(lista_cheia(li)){
        return 0;
    }
    int k, i = 0;
    while(i < li->qtd && li->dados[i].matricula < al.matricula){
        i++;
    }
    for(k = li->qtd -1; k >= i; k--){
        li->dados[k+1] = li->dados[k];
    }
    li->dados[i] = al;
    li->qtd++;
    return 1;
}
```

Enquanto "i" for menor que a quantidade de elementos que estão na lista, e...

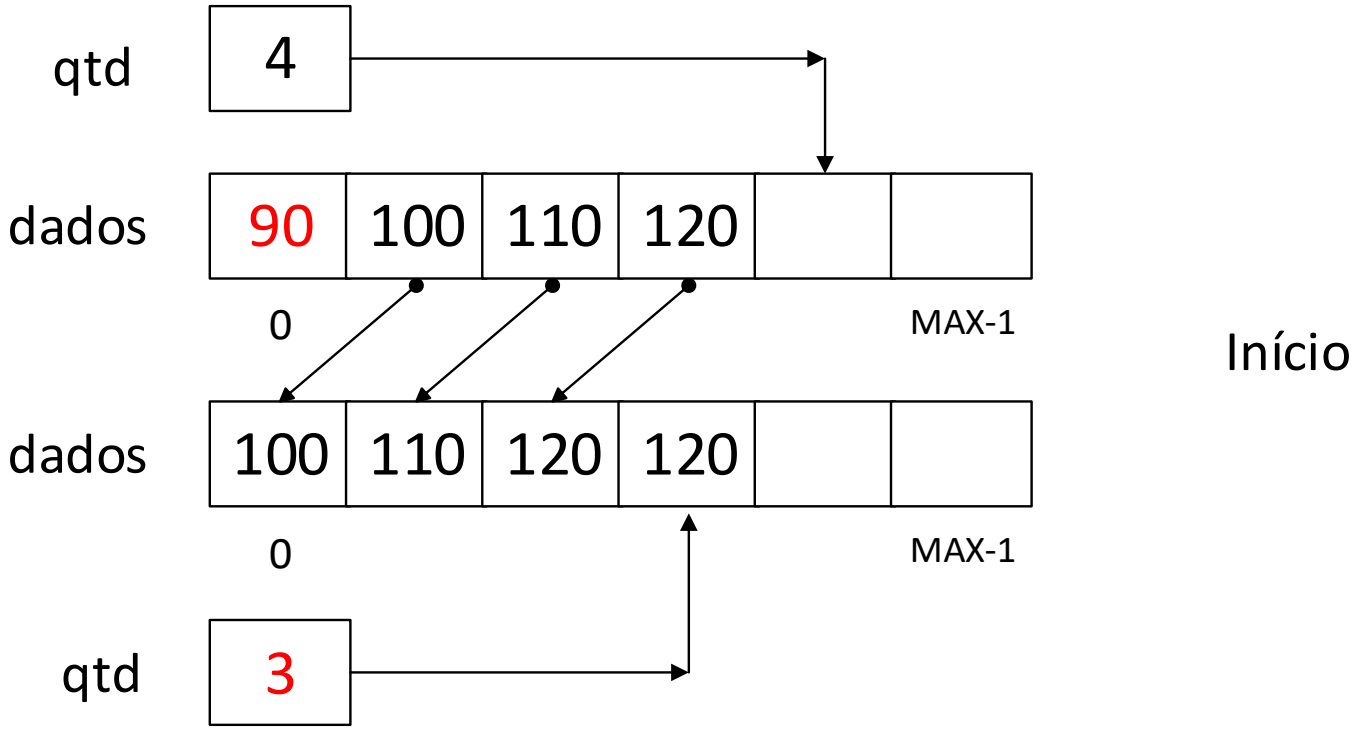
... as matrículas que estão na lista forem menores do que a que se quer inserir, incrementa-se i

Este "for", executa o deslocamento para frente, dos elementos que ficarão após o elemento a inserir

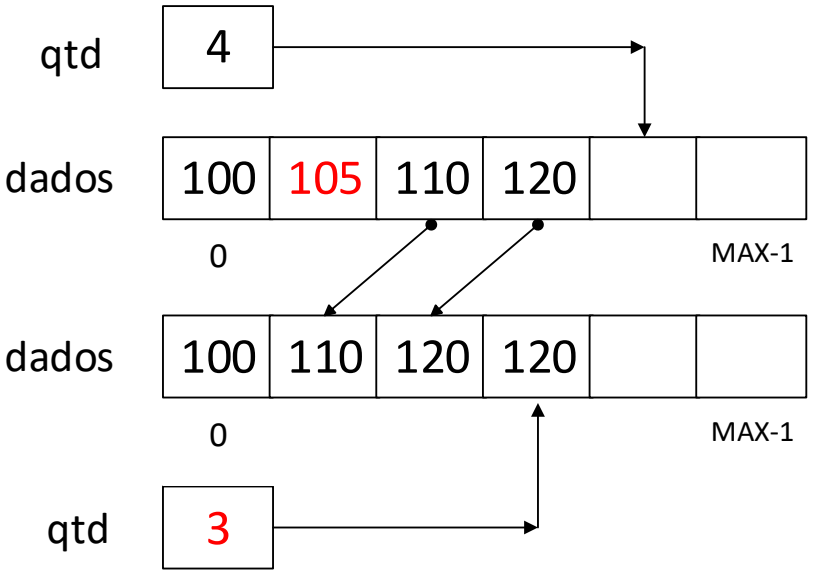
Dado inserido na posição "encontrada" no laço while

Lista Sequencial Estática – remoção

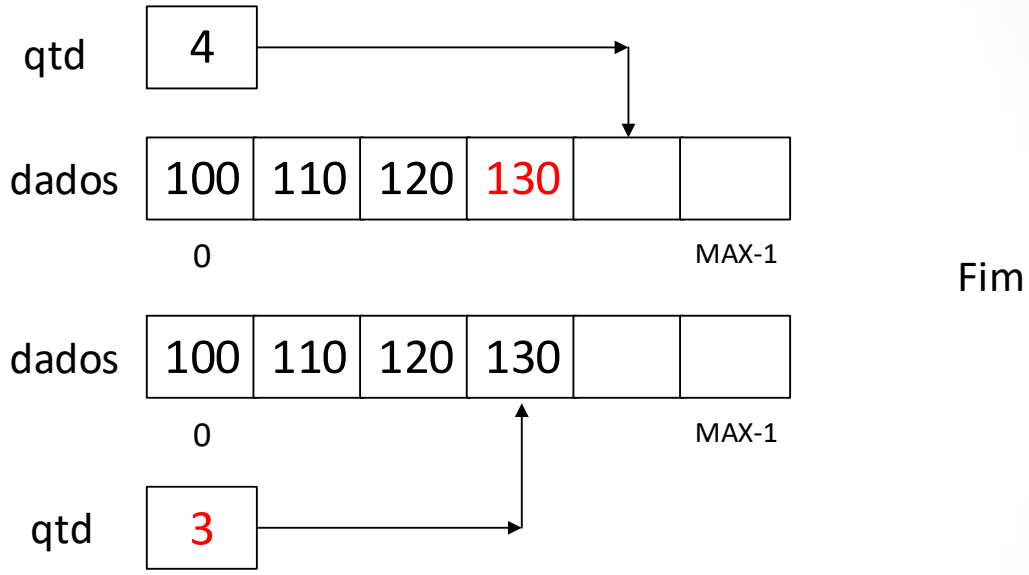
- Existem três tipos de remoção:
  - Início;
  - Meio;
  - Fim.



Lista Sequencial Estática – remoção



Meio



Fim

Não há deslocamento, somente é preciso decrementar o campo “qtd”

Lista Sequencial Estática – remoção

- Os três tipos de remoção trabalham juntos. A remoção sempre remove apenas um elemento específico da lista, que pode estar no início, no meio ou no final.

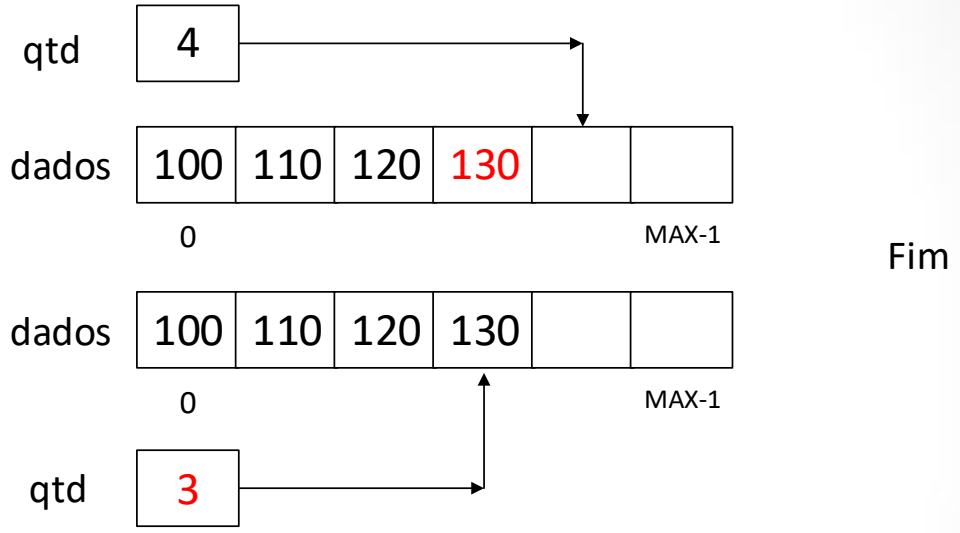
- Cuidado! Não se pode remover elementos de uma lista vazia.

Lista Sequencial Estática – remoção

- Remoção no final:

```c
//Arquivo listaSequencial.h
int remove_lista_inicio(Lista *li);
```

```c
//Arquivo listaSequencial.c
int remove_lista_final(Lista *li){
    if(li == NULL){
        return 0;
    }
    if(li->qtd == 0){
        return 0;
    }
    li->qtd--;
    return 1;
}
```



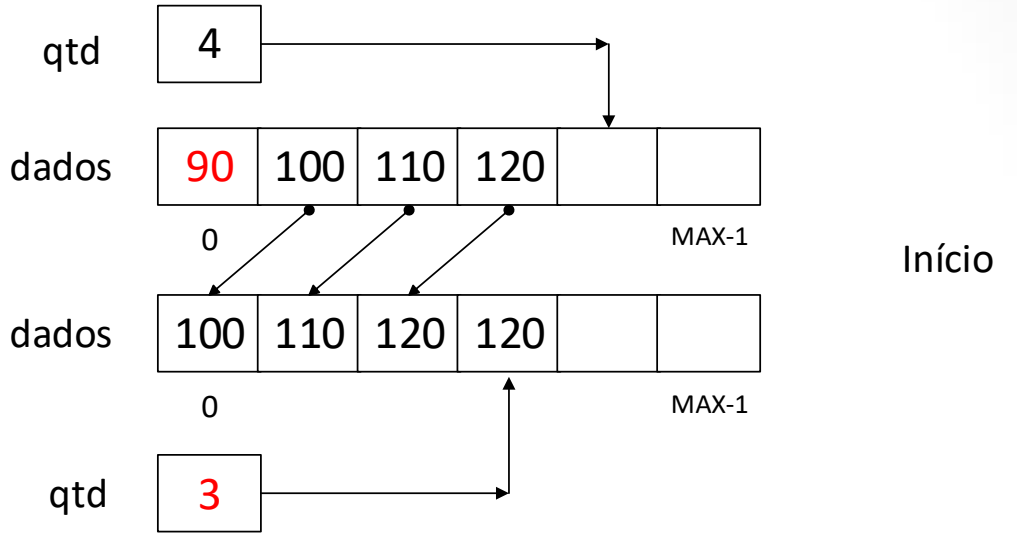

```c
//programa principal main()
x = remove_lista_final(li);
if(x){
    printf("\nAluno removido no final com sucesso!");
}else{
    printf("\nErro aluno nao removido!");
}
```

Lista Sequencial Estática – remoção

- Remoção no início (com deslocamento):

```c
//Arquivo listaSequencial.h
int remove_lista_inicio(Lista *li);
```

```c
//Arquivo listaSequencial.c
int remove_lista_inicio(Lista *li){
    if(li == NULL){
        return 0;
    }
    if(li->qtd == 0){
        return 0;
    }
    int k = 0;
    for(k = 0; k < li->qtd-1; k++){
        li->dados[k] = li->dados[k+1];
    }
    li->qtd--;
    return 1;
}
```

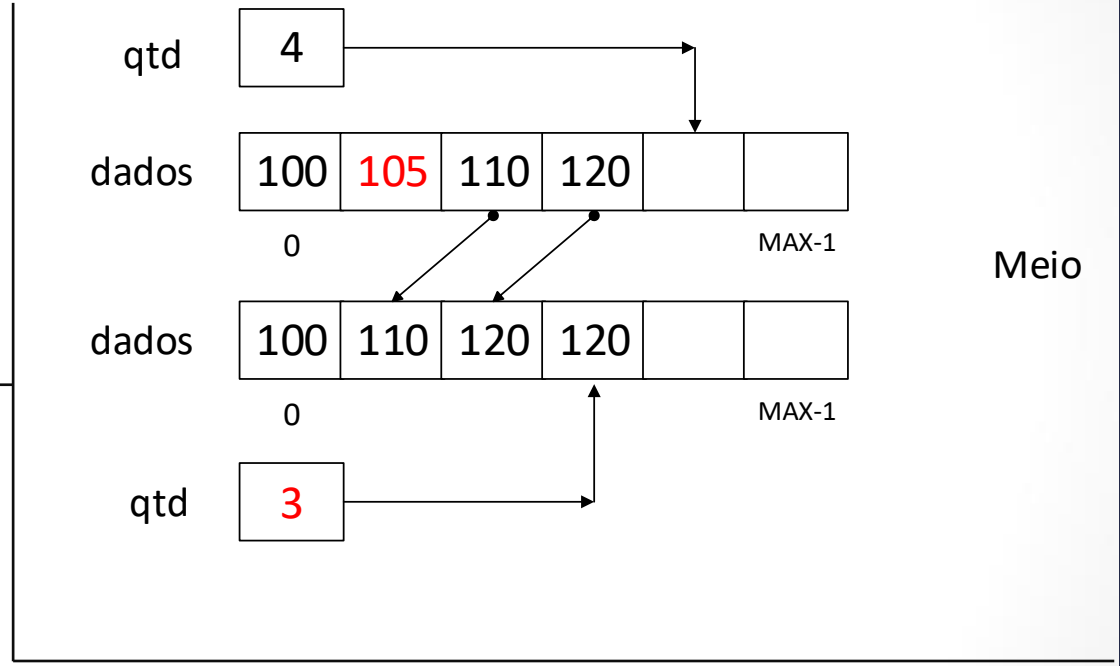



```c
//programa principal main()
x = remove_lista_inicio(li);
if(x){
    printf("\nAluno removido do inicio!");
}else{
    printf("\nErro aluno nao removido!");
}
```

Lista Sequencial Estática – remoção

- Remoção de um elemento qualquer (com deslocamento):

```
//Arquivo listaSequencial.h
int remove_lista(Lista *li, int matricula);
```

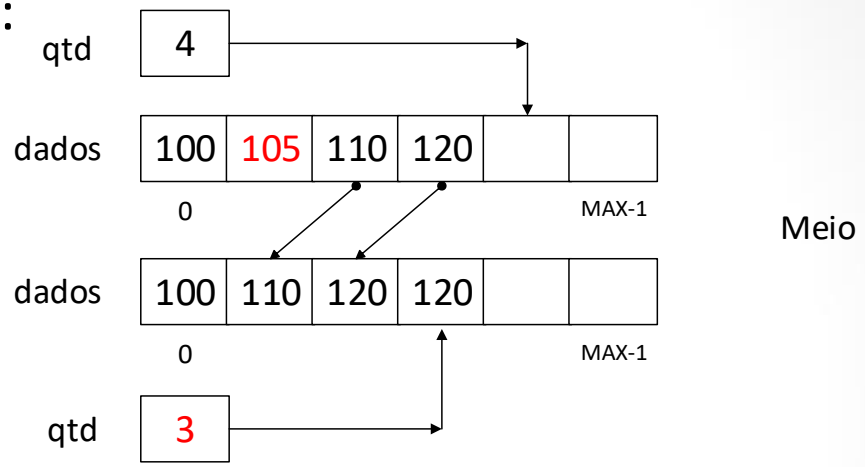



```
//programa principal main()
x = remove_lista(li, mat);
if(x){
    printf("\nAluno removido na posicao especifica com sucesso!");
}else{
    printf("\nErro aluno nao removido na posicao especifica!");
}
```

Lista Sequencial Estática – remoção

- Remoção de um elemento qualquer (com deslocamento):

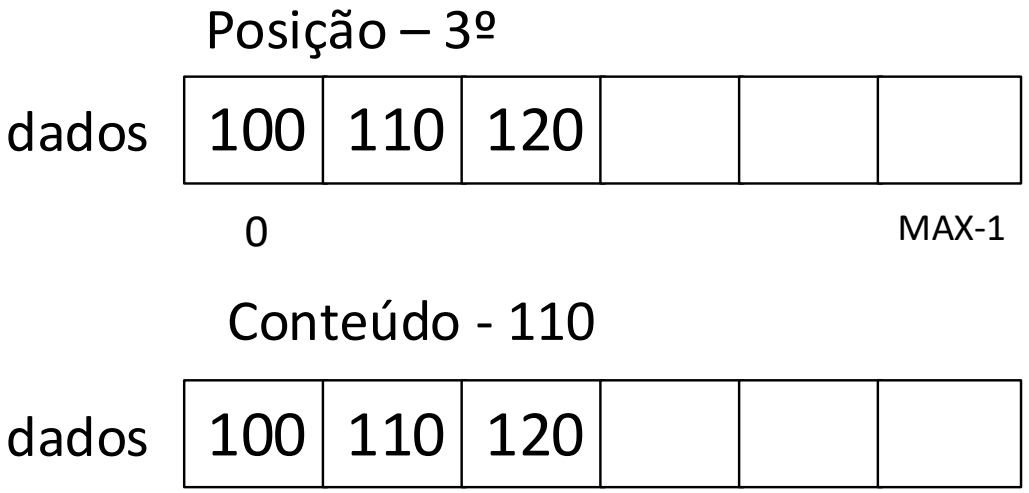
```c
//Arquivo listaSequencial.c
int remove_lista(Lista *li, int matricula){
    if(li == NULL){
        return 0;
    }
    if(li->qtd == 0){
        return 0;
    }
    int k, i = 0;
    while(i < li->qtd && li->dados[i].matricula != matricula){
        i++;
    }
    if(i == li->qtd){//elemento não encontrado!
        return 0;
    }
    for(k = i; k < li->qtd-1; k++){
        li->dados[k] = li->dados[k+1];
    }
    li->qtd--;
    return 1;
}
```



Se o elemento não for encontrado (caso em que `i` deixará de ser menor do que o campo "`qtd`"), significa que a chegamos ao final da lista e "`i`" será igual ao campo "`qtd`", deixando de satisfazer a condição para que o laço "`while`" continue a executar seus comandos.

Lista Sequencial Estática – consulta

- Existem duas maneiras de consultar um elemento de uma lista:
  - Pela posição – acesso direto através do índice;
  - Pelo conteúdo – necessidade de busca, comparando o conteúdo campo matrícula.



Lista Sequencial Estática – consulta

- Busca por posição:

```c
//Arquivo listaSequencial.h
int consulta_lista_pos(Lista * li, int pos, struct aluno *al);
```

```c
//Arquivo listaSequencial.c
int consulta_lista_pos(Lista * li, int pos, struct aluno *al){
    if(li == NULL || pos <= 0 || pos >= li->qtd){
        return 0;
    }
    *al = li->dados[pos-1];
    return 1;
}
```

```c
//programa principal main()
x = consulta_lista_pos(li, posicao, &dados_aluno);
if(x){
    printf("\nConsulta por posicao realizada com sucesso!");
    printf("\nMatricula: %d", dados_aluno.matricula);
    printf("\nNota 1: %.2f", dados_aluno.n1);
    printf("\nNota 2: %.2f", dados_aluno.n2);
    printf("\nNota 3: %.2f", dados_aluno.n3);
}else{
    printf("\nNao foi possivel consultar na posicao especifica!");
}
```

Lista Sequencial Estática – consulta

- Busca por conteúdo:

```c
//Arquivo listaSequencial.h
int consulta_lista_mat(Lista *li, int mat, struct aluno *al);
```

```c
//Arquivo listaSequencial.c
int consulta_lista_mat(Lista *li, int mat, struct aluno *al){
    if(li == NULL){
        return 0;
    }
    int k, i = 0;
    while(i < li->qtd && li->dados[i].matricula != mat){
        i++;
    }
    if(i == li->qtd){//elemento não encontrado
        return 0;
    }
    *al = li->dados[i];
    return 1;
}
```

Lista Sequencial Estática – consulta

- Busca por conteúdo:

```
//programa principal main()
x = consulta_lista_mat(li, mat, &dados_aluno);
if(x){
    printf("\nConsulta por matricula realizada com sucesso!");
    printf("\nMatricula: %d", dados_aluno.matricula);
    printf("\nNota 1: %.2f", dados_aluno.n1);
    printf("\nNota 2: %.2f", dados_aluno.n2);
    printf("\nNota 3: %.2f", dados_aluno.n3);
}else{
    printf("\nNao foi possivel consultar na posicao especifica!");
}
```

Atividade

- Monte todos os módulos e funções deste tipo de lista, chamando todas as funções de forma coerente. Utilize as variáveis de dados sugeridas no slide 22 para teste de inserções, buscas e remoções no programa principal - `main()`.

- Crie uma nova função para coleta de dados de novos alunos, que serão informados pelo teclado (usuário vai inserir). Esta função não recebe nenhum parâmetro, e devolve uma estrutura aluno pronta e preenchida, que em seguida será passada à função de inserção ordenada que já está pronta.

- Gere entrada para 10 alunos novos, além dos já inseridos inicialmente para teste (os 3 primeiros)

- Entregue no Moodle uma versão funcional, como atividade 1.