

Estrutura de Dados (CC4652)

Aula 2 - Listas Dinâmicas Encadeada (LDE)

Baseado no material do Prof. Guilherme Alberto Wachs Lopes

Prof. Luciano Rossi

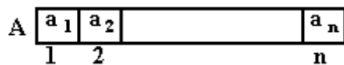
Ciência da Computação
Centro Universitário FEI

2º Semestre de 2023

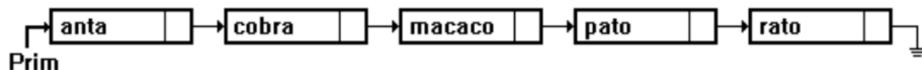
Estrutura de Dados

Tipos de Listas Lineares

- Estáticas: os elementos são armazenados em um vetor:



- **Dinâmicas**: os elementos são alocados dinamicamente conforme a necessidade. Cada elemento armazena os **dados** e um **ponteiro** para o próximo elemento da lista.



No contexto da linguagem C, um ponteiro é uma variável que armazena um endereço de memória.

Estrutura de Dados

Motivação para listas dinâmicas

- A Estrutura vetor é estática e nem sempre eu sei qual é o **número máximos de elementos** que eu posso ter
- **Desperdício de memória** pois normalmente utilizamos valores muito altos para o tamanho do vetor

Estrutura de Dados

Tipos de Listas Lineares

- Lista Estática Sequencial (LES)
- **Lista Estática Encadeada (LEE)**
- Lista Dinâmica Encadeada (LDE)
- Lista Dinâmica Duplamente Encadeada (LDDE)

Estrutura de Dados

Lista Estática Sequencial (LES) vs. Lista Estática Encadeada (LEE)

- LES

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
20	26	29	32	34	90				

- LEE

Endereço	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Conteúdo	20	34	29				26		32	90
Pont. Prox.	6	9	8				2		1	NULL

Pont_Início = 0

Estrutura de Dados

Tipos de Listas Lineares

- Lista Estática Sequencial (LES)
- Lista Estática Encadeada (LEE)
- **Lista Dinâmica Encadeada (LDE)**
- Lista Dinâmica Duplamente Encadeada (LDDE)

Estrutura de Dados

Lista Dinâmica Encadeada (LDE)

- A **lista ligada** é uma estrutura dinâmica de dados cujo objetivo é armazenar elementos de **forma sequencial**;
- Nesse contexto, o **elemento** da lista é armazenado em conjunto com o **endereço** para o próximo elemento;
- Esse conjunto é denominado **célula**, cada célula contém o valor do elemento e o endereço (ponteiro) para o próximo elemento da lista;
- Tanto o valor quanto o ponteiro são denominados de **membros** da célula (ou estrutura);
- A última célula contém o valor **Null** no membro referente ao ponteiro, esse valor é representado com a barra na última célula;

Estrutura de Dados

Lista Dinâmica Encadeada (LDE)

- A **lista ligada** é uma estrutura dinâmica de dados cujo objetivo é armazenar elementos de **forma sequencial**;
- Nesse contexto, o **elemento** da lista é armazenado em conjunto com o **endereço** para o próximo elemento;
- Esse conjunto é denominado **célula**, cada célula contém o valor do elemento e o endereço (ponteiro) para o próximo elemento da lista;
- Tanto o valor quanto o ponteiro são denominados de **membros** da célula (ou estrutura);
- A última célula contém o valor **Null** no membro referente ao ponteiro, esse valor é representado com a barra na última célula;

Estrutura de Dados

Lista Dinâmica Encadeada (LDE)

- A **lista ligada** é uma estrutura dinâmica de dados cujo objetivo é armazenar elementos de **forma sequencial**;
- Nesse contexto, o **elemento** da lista é armazenado em conjunto com o **endereço** para o próximo elemento;
- Esse conjunto é denominado **célula**, cada célula contém o valor do elemento e o endereço (ponteiro) para o próximo elemento da lista;
- Tanto o valor quanto o ponteiro são denominados de **membros** da célula (ou estrutura);
- A última célula contém o valor **Null** no membro referente ao ponteiro, esse valor é representado com a barra na última célula;

Estrutura de Dados

Lista Dinâmica Encadeada (LDE)

- A **lista ligada** é uma estrutura dinâmica de dados cujo objetivo é armazenar elementos de **forma sequencial**;
- Nesse contexto, o **elemento** da lista é armazenado em conjunto com o **endereço** para o próximo elemento;
- Esse conjunto é denominado **célula**, cada célula contém o valor do elemento e o endereço (ponteiro) para o próximo elemento da lista;
- Tanto o valor quanto o ponteiro são denominados de **membros** da célula (ou estrutura);
- A última célula contém o valor **Null** no membro referente ao ponteiro, esse valor é representado com a barra na última célula;

Estrutura de Dados

Lista Dinâmica Encadeada (LDE)

- A **lista ligada** é uma estrutura dinâmica de dados cujo objetivo é armazenar elementos de **forma sequencial**;
- Nesse contexto, o **elemento** da lista é armazenado em conjunto com o **endereço** para o próximo elemento;
- Esse conjunto é denominado **célula**, cada célula contém o valor do elemento e o endereço (ponteiro) para o próximo elemento da lista;
- Tanto o valor quanto o ponteiro são denominados de **membros** da célula (ou estrutura);
- A última célula contém o valor **Null** no membro referente ao ponteiro, esse valor é representado com a barra na última célula;

Estrutura de Dados

Lista Dinâmica Encadeada (LDE)



Estrutura de Dados

Lista Dinâmica Encadeada (LDE)

- As listas ligadas pertencem à categoria dos **conjuntos dinâmicos**, os quais são manipulados por algoritmos e podem **aumentar** ou **diminuir** de tamanho e sofrer mudanças em relação aos elementos que o compõem;
- Nesse sentido, os conjuntos dinâmicos suportam operações que são categorizadas como operações de **consulta** ou **modificadoras**;
- As operações de consulta são aquelas que retornam informações a respeito do conjunto, tais como: (i) **busca** por um determinado elemento, identificar o (ii) **menor** ou (iii) **maior** valor no conjunto e retornar o (iv) **sucessor** ou o (v) **predecessor** de um determinado elemento;
- As operações modificadoras são aquelas que alteram a composição do conjunto; Essas operações se referem à (i) **inserção** ou (ii) **remoção** de um determinado elemento do conjunto.

Estrutura de Dados

Lista Dinâmica Encadeada (LDE)

- As listas ligadas pertencem à categoria dos **conjuntos dinâmicos**, os quais são manipulados por algoritmos e podem **aumentar** ou **diminuir** de tamanho e sofrer mudanças em relação aos elementos que o compõem;
- Nesse sentido, os conjuntos dinâmicos suportam operações que são categorizadas como operações de **consulta** ou **modificadoras**;
- As operações de consulta são aquelas que retornam informações a respeito do conjunto, tais como: (i) **busca** por um determinado elemento, identificar o (ii) **menor** ou (iii) **maior** valor no conjunto e retornar o (iv) **sucessor** ou o (v) **predecessor** de um determinado elemento;
- As operações modificadoras são aquelas que alteram a composição do conjunto; Essas operações se referem à (i) **inserção** ou (ii) **remoção** de um determinado elemento do conjunto.

Estrutura de Dados

Lista Dinâmica Encadeada (LDE)

- As listas ligadas pertencem à categoria dos **conjuntos dinâmicos**, os quais são manipulados por algoritmos e podem **aumentar** ou **diminuir** de tamanho e sofrer mudanças em relação aos elementos que o compõem;
- Nesse sentido, os conjuntos dinâmicos suportam operações que são categorizadas como operações de **consulta** ou **modificadoras**;
- As operações de consulta são aquelas que retornam informações a respeito do conjunto, tais como: (i) **busca** por um determinado elemento, identificar o (ii) **menor** ou (iii) **maior** valor no conjunto e retornar o (iv) **sucessor** ou o (v) **predecessor** de um determinado elemento;
- As operações modificadoras são aquelas que alteram a composição do conjunto; Essas operações se referem à (i) **inserção** ou (ii) **remoção** de um determinado elemento do conjunto.

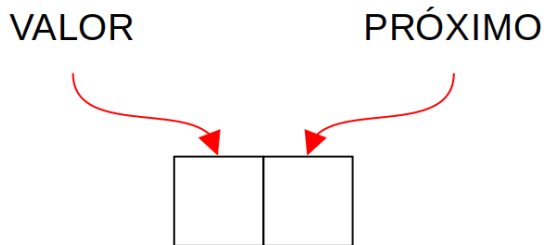
Estrutura de Dados

Lista Dinâmica Encadeada (LDE)

- As listas ligadas pertencem à categoria dos **conjuntos dinâmicos**, os quais são manipulados por algoritmos e podem **aumentar** ou **diminuir** de tamanho e sofrer mudanças em relação aos elementos que o compõem;
- Nesse sentido, os conjuntos dinâmicos suportam operações que são categorizadas como operações de **consulta** ou **modificadoras**;
- As operações de consulta são aquelas que retornam informações a respeito do conjunto, tais como: (i) **busca** por um determinado elemento, identificar o (ii) **menor** ou (iii) **maior** valor no conjunto e retornar o (iv) **sucessor** ou o (v) **predecessor** de um determinado elemento;
- As operações modificadoras são aquelas que alteram a composição do conjunto; Essas operações se referem à (i) **inserção** ou (ii) **remoção** de um determinado elemento do conjunto.

Estrutura de Dados

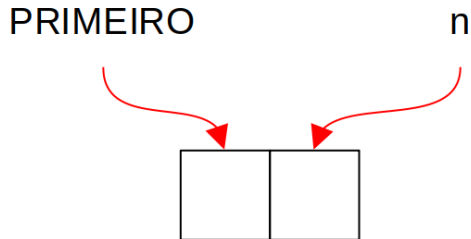
Lista Dinâmica Encadeada (LDE)



Estrutura típica de uma célula.

Estrutura de Dados

Lista Dinâmica Encadeada (LDE)



Estrutura típica de uma LDE.

Estrutura de Dados

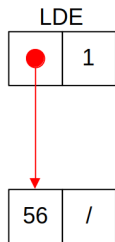
Lista Dinâmica Encadeada (LDE)

- Inicializar LDE:
 - ▶ primeiro = NULL;
 - ▶ n = 0.

Estrutura de Dados

Lista Dinâmica Encadeada (LDE)

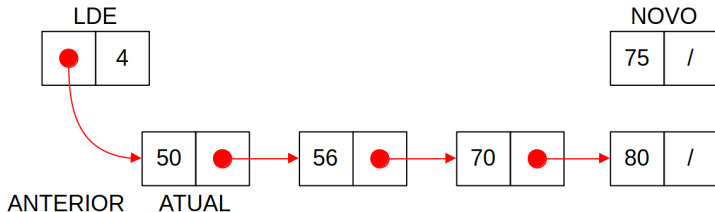
- Inserir (caso 1: início de uma lista vazia):
 - ▶ alocar uma nova célula;
 - ▶ setar os membros da LDE e da nova célula;
 - ▶ se o primeiro elemento da lista for NULL, fazer primeiro apontar para a nova célula.



Estrutura de Dados

Lista Dinâmica Encadeada (LDE)

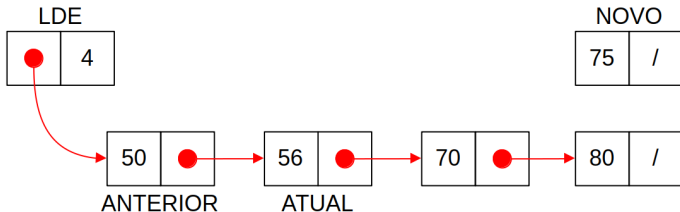
- percorrer a lista deste o início a procura da posição correta do item ou o final da lista;



Estrutura de Dados

Lista Dinâmica Encadeada (LDE)

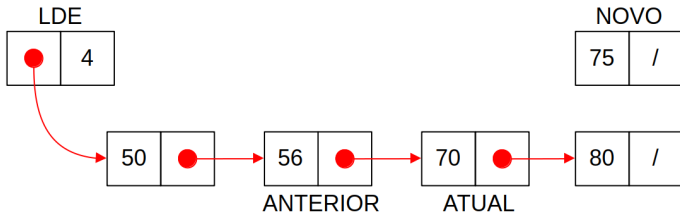
- percorrer a lista desde o início a procura da posição correta do item ou o final da lista;



Estrutura de Dados

Lista Dinâmica Encadeada (LDE)

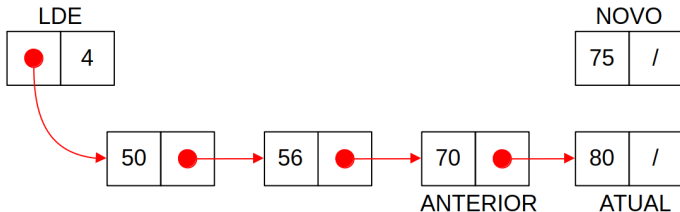
- percorrer a lista deste o início a procura da posição correta do item ou o final da lista;



Estrutura de Dados

Lista Dinâmica Encadeada (LDE)

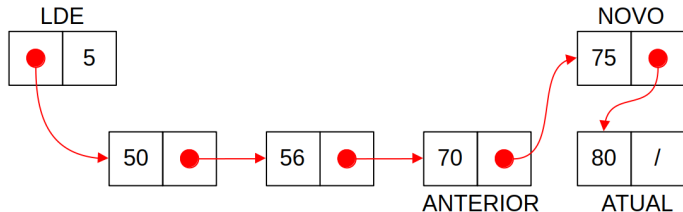
- percorrer a lista deste o início a procura da posição correta do item ou o final da lista;



Estrutura de Dados

Lista Dinâmica Encadeada (LDE)

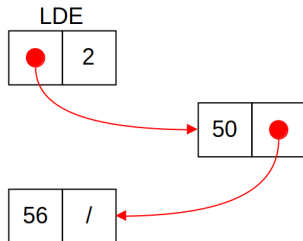
- percorrer a lista deste o início a procura da posição correta do item ou o final da lista;



Estrutura de Dados

Lista Dinâmica Encadeada (LDE)

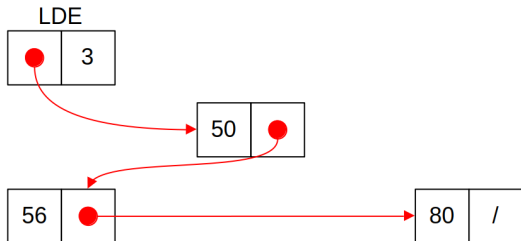
- Inserir (caso 2: início de uma lista não vazia):
 - ▶ alocar uma nova célula;
 - ▶ setar os membros da nova célula;
 - ▶ percorrer a lista deste o início a procura da posição correta do item ou o final da lista;
 - ▶ se anterior for NULL, fazer o membro próximo da nova célula apontar para o primeiro e o primeiro apontar para o novo.



Estrutura de Dados

Lista Dinâmica Encadeada (LDE)

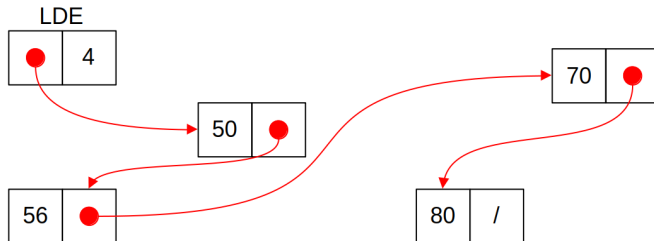
- Inserir (caso 3: final de uma lista não vazia):
 - ▶ alocar uma nova célula;
 - ▶ setar os membros da nova célula;
 - ▶ percorrer a lista deste o início a procura da posição correta do item ou o final da lista;
 - ▶ se atual for NULL, fazer o membro próximo de anterior apontar para o novo.



Estrutura de Dados

Lista Dinâmica Encadeada (LDE)

- Inserir (caso 4: meio de uma lista não vazia):
 - ▶ alocar uma nova célula;
 - ▶ setar os membros da nova célula;
 - ▶ percorrer a lista deste o início a procura da posição correta do item ou o final da lista;
 - ▶ fazer o membro próximo de novo apontar para o atual e próximo de anterior apontar para novo.



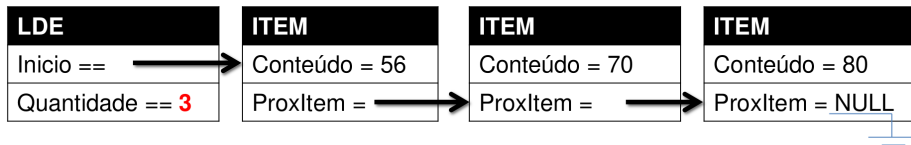
Estrutura de Dados

Lista Dinâmica Encadeada (LDE)

■ Remoção em uma LDE

Como Remover o Número 70 ?

- Situação: Lista Não vazia



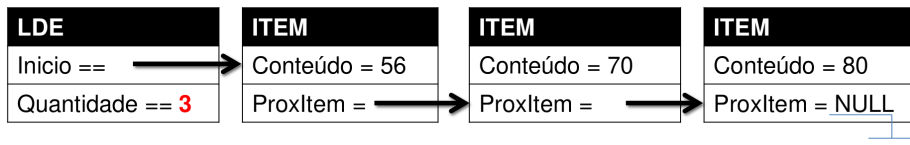
Estrutura de Dados

Lista Dinâmica Encadeada (LDE)

■ Remoção em uma LDE

Como Remover o Número 70 ?

- Situação: Lista Não vazia



1. $ptrAtual = Início; ptrAnterior = NULL$
2. Caminhe pela lista setando $ptrAtual$ e $ptrAnterior$
3. Se $ptrAtual \rightarrow Conteúdo == ItemASerRemovido$
 1. $ptrAnterior \rightarrow ProxItem = ptrAtual \rightarrow ProxItem$
 2. Desaloque $ptrAtual$
4. $Quantidade -- ;$

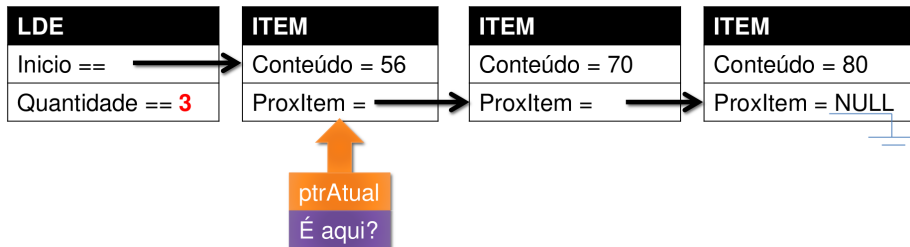
Estrutura de Dados

Lista Dinâmica Encadeada (LDE)

■ Remoção em uma LDE

Como Remover o Número 70 ?

- Situação: Lista Não vazia



1. $\text{ptrAtual} = \text{Início}; \text{ptrAnterior} = \text{NULL}$
2. Caminhe pela lista setando ptrAtual e ptrAnterior
3. Se $\text{ptrAtual} \rightarrow \text{Conteúdo} == \text{ItemASerRemovido}$
 1. $\text{ptrAnterior} \rightarrow \text{ProxItem} = \text{ptrAtual} \rightarrow \text{ProxItem}$
 2. Desaloque ptrAtual
4. $\text{Quantidade} --$;



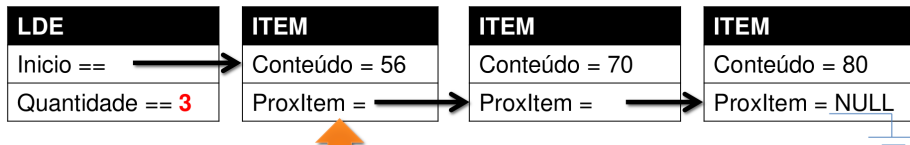
Estrutura de Dados

Lista Dinâmica Encadeada (LDE)

■ Remoção em uma LDE

Como Remover o Número 70 ?

- Situação: Lista Não vazia



1. $\text{ptrAtual} = \text{Início}$; $\text{ptrAnterior} = \text{NULL}$
2. Caminhe pela lista setando ptrAtual e ptrAnterior
3. Se $\text{ptrAtual} \rightarrow \text{Conteúdo} == \text{ItemASerRemovido}$
 1. $\text{ptrAnterior} \rightarrow \text{Proxltem} = \text{ptrAtual} \rightarrow \text{Proxltem}$
 2. Desaloque ptrAtual
4. Quantidade -- ;



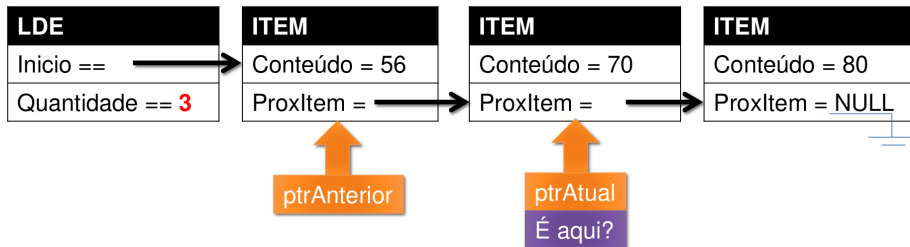
Estrutura de Dados

Lista Dinâmica Encadeada (LDE)

■ Remoção em uma LDE

Como Remover o Número 70 ?

- Situação: Lista Não vazia



1. $\text{ptrAtual} = \text{Início}; \text{ptrAnterior} = \text{NULL}$
2. Caminhe pela lista setando ptrAtual e ptrAnterior
3. Se $\text{ptrAtual} \rightarrow \text{Conteúdo} == \text{ItemASerRemovido}$
 1. $\text{ptrAnterior} \rightarrow \text{ProxItem} = \text{ptrAtual} \rightarrow \text{ProxItem}$
 2. Desaloque ptrAtual
4. $\text{Quantidade} --$;

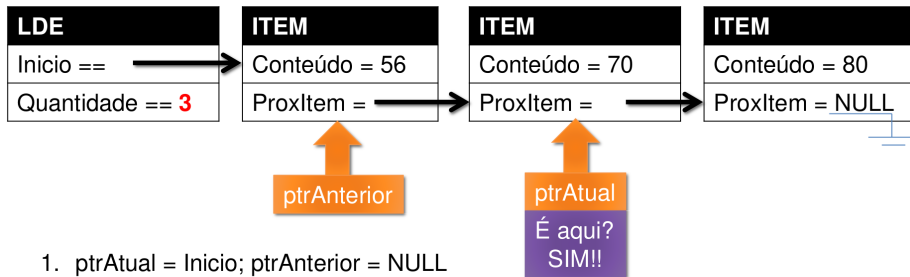
Estrutura de Dados

Lista Dinâmica Encadeada (LDE)

■ Remoção em uma LDE

Como Remover o Número 70 ?

- Situação: Lista Não vazia



1. $\text{ptrAtual} = \text{Início}; \text{ptrAnterior} = \text{NULL}$
2. Caminhe pela lista setando ptrAtual e ptrAnterior
3. Se $\text{ptrAtual} \rightarrow \text{Conteúdo} == \text{ItemASerRemovido}$
 1. $\text{ptrAnterior} \rightarrow \text{ProxItem} = \text{ptrAtual} \rightarrow \text{ProxItem}$
 2. Desaloque ptrAtual
4. $\text{Quantidade} --$;

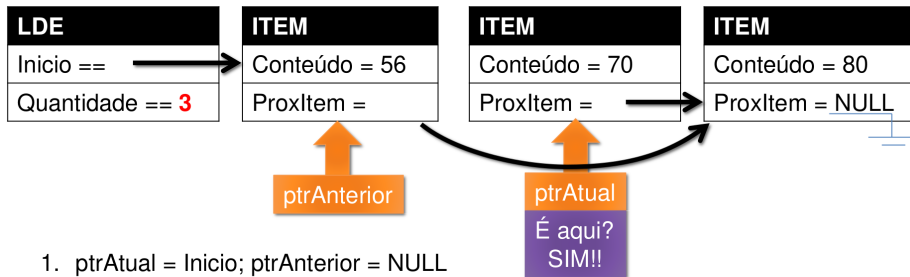
Estrutura de Dados

Lista Dinâmica Encadeada (LDE)

■ Remoção em uma LDE

Como Remover o Número 70 ?

- Situação: Lista Não vazia



1. $ptrAtual = Inicio$; $ptrAnterior = NULL$
2. Caminhe pela lista setando $ptrAtual$ e $ptrAnterior$
3. Se $ptrAtual \rightarrow Conteúdo == ItemASerRemovido$
 1. $ptrAnterior \rightarrow ProxItem = ptrAtual \rightarrow ProxItem$
 2. Desaloque $ptrAtual$
4. $Quantidade --$;

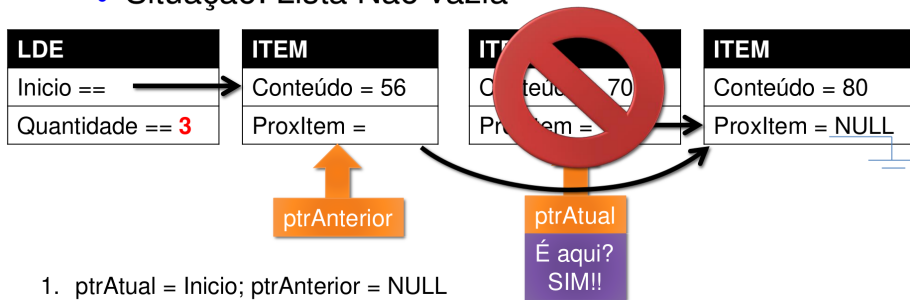
Estrutura de Dados

Lista Dinâmica Encadeada (LDE)

■ Remoção em uma LDE

Como Remover o Número 70 ?

- Situação: Lista Não vazia



1. `ptrAtual = Inicio; ptrAnterior = NULL`
2. Caminhe pela lista setando `ptrAtual` e `ptrAnterior`
3. Se `ptrAtual->Conteúdo == ItemASerRemovido`
 1. `ptrAnterior->ProxItem = ptrAtual->ProxItem`
 2. Desaloque `ptrAtual`
4. `Quantidade -- ;`

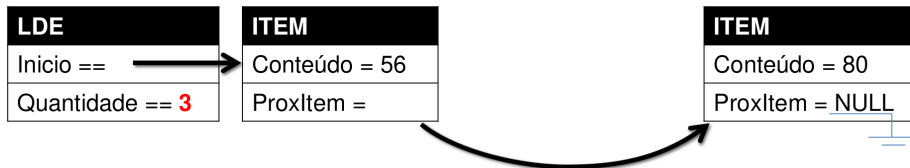
Estrutura de Dados

Lista Dinâmica Encadeada (LDE)

■ Remoção em uma LDE

Como Remover o Número 70 ?

- Situação: Lista Não vazia



1. `ptrAtual = Início; ptrAnterior = NULL`
2. Caminhe pela lista setando `ptrAtual` e `ptrAnterior`
3. Se `ptrAtual->Conteúdo == ItemASerRemovido`
 1. `ptrAnterior->ProxItem = ptrAtual->ProxItem`
 2. Desaloque `ptrAtual`
4. `Quantidade -- ;`

Estrutura de Dados (CC4652)

Aula 2 - Listas Dinâmicas Encadeada (LDE)

Baseado no material do Prof. Guilherme Alberto Wachs Lopes

Prof. Luciano Rossi

Ciência da Computação
Centro Universitário FEI

2º Semestre de 2023