

Fundamentos de Algoritmos e Estrutura de Dados #3 – Listas Encadeadas e Tabela Hash

Prof. André Gustavo Hochuli

gustavo.hochuli@pucpr.br

aghochuli@ppgia.pucpr.br

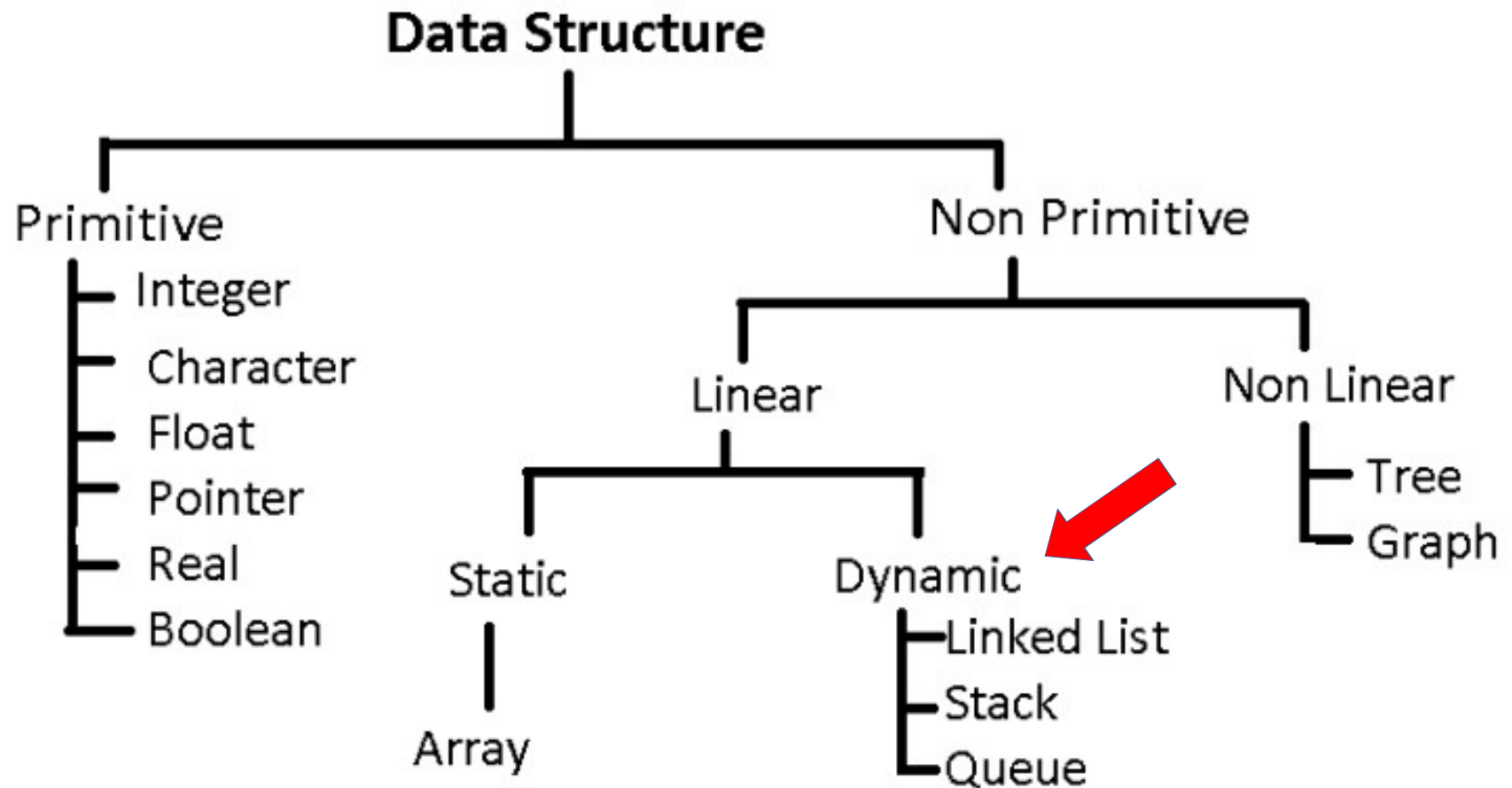
Plano de Aula

- **Listas Encadeadas**
 - Filas e Pilhas
- **Tabela Hash**
 - Contextualização do Problema
 - Funções Hash
 - Colisões
- **Exercícios e Análises**

Atividades Avaliativas

- Trabalho #1 (30%): Estruras Lineares vs Não-Lineares
 - 29/08 até 14/09
 - Códificação e Relatório em Formato de Artigo
- Trabalho #2 (20%): Grafos e Problemas de Busca
 - 12/09 até 21/09
 - Codificação e Apresentação
 - Apresentação em horário de aula no formato híbrido dia 26/06
- Avaliação Individual Online (50%)
 - Formato de Prova
 - Dia 26/06
- Média
 - $TR1 \cdot 0.3 + TR2 \cdot 0.2 + AVAL \cdot 0.5 = 10$

Estruturas de Dados

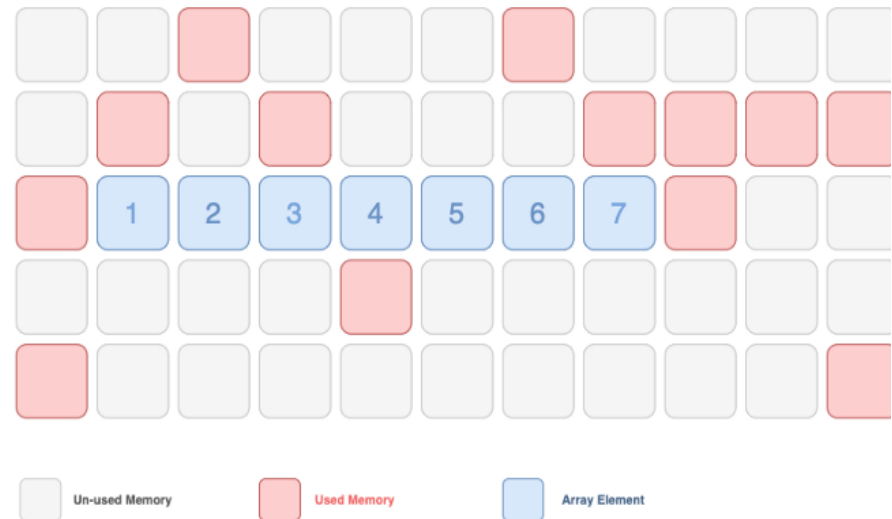


Estruturas de Dados

- **NOTA:**
- Embora a linguagem C seja tradicionalmente utilizada no ensino de Estruturas de Dados por permitir maior controle sobre memória e ponteiros, neste material adotamos Python e Programação Orientada a Objetos (POO) com fins didáticos.
- O objetivo é priorizar a compreensão conceitual das estruturas e de seus algoritmos, utilizando abstrações que facilitam a aprendizagem. Essa abordagem permite ao estudante focar no raciocínio algorítmico e na arquitetura das estruturas, sem se prender inicialmente a detalhes de implementação de baixo nível.

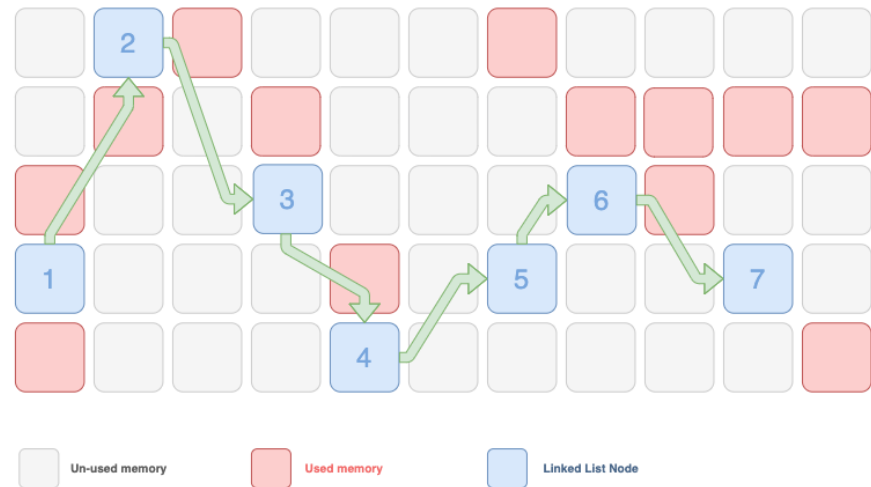
Estruturas de Dados Estáticas

- Alocação contígua (*Static*)
- Vantagens
 - Acesso é rápido e sequencial
 - Baixo Overhead
 - Requer baixo nível de programação
- Desvantagem
 - Inviável para grandes massas de dados
 - Limitado ao número de blocos sequenciais livres



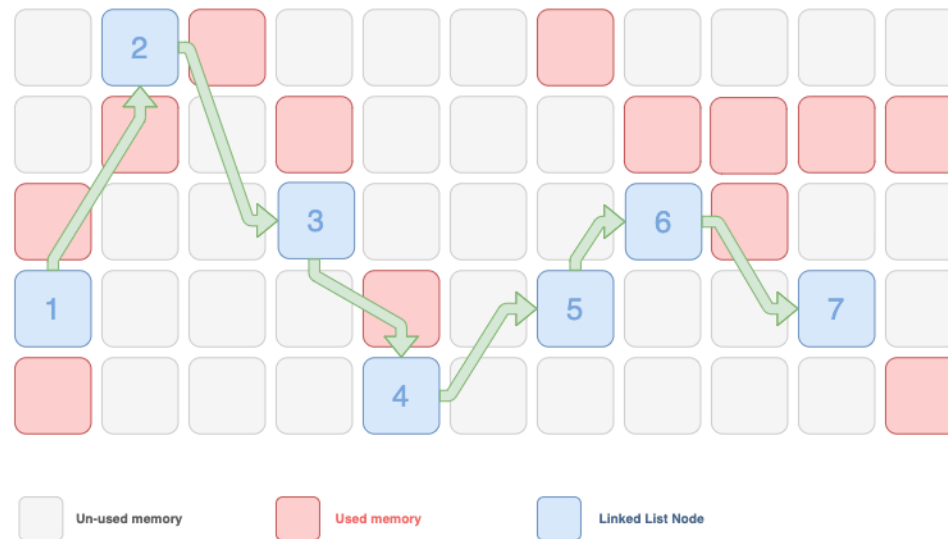
Estruturas de Dados Dinâmicas

- Alocação não-contígua (*Dynamic*)
 - Vantagens
 - Armazenar grandes massas de dados
 - Memória física é o limite
 - Desvantagem
 - Overhead
 - Elevado nível de abstração
- Arquiteturas
 - Listas Ligadas
 - Árvores
 - Grafos,....

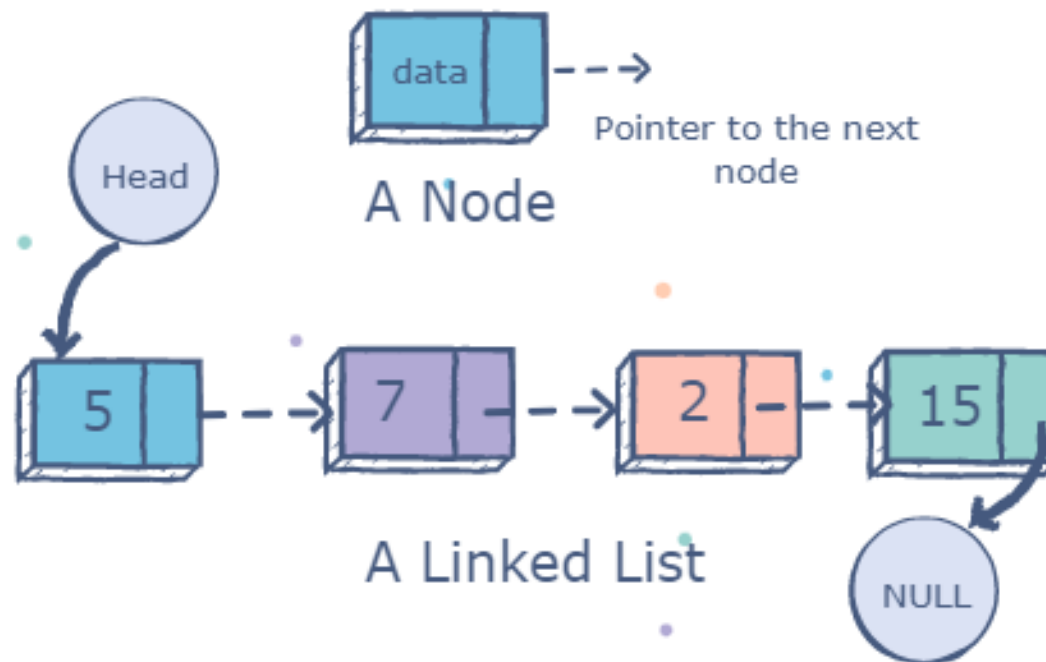


Ponteiros

- **Ponteiros**
 - **Alocam endereços de memória**
 - **Referenciam outros dados**
 - **Eficiência no acesso e modificação de dados**

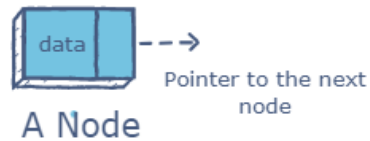


Listas Ligadas



Listas Ligadas

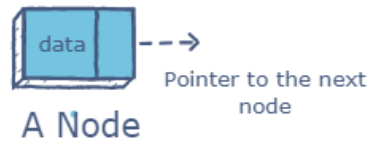
- Implementação



```
1 class Node: ...
2     # Function to initialize the node object
3     def __init__(self, data):
4         self.data = data
5         self.next = None
```

Listas Ligadas

- Implementação



```
1 class Node: ...
2     # Function to initialize the node object
3     def __init__(self, data):
4         self.data = data
5         self.next = None
```

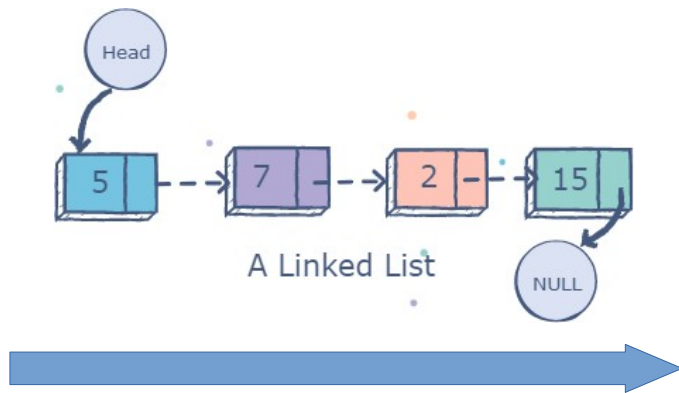


```
#Criando a estrutura inicial de "ligação" entre os dados:
arr = Node(5)
arr.next = Node(7)
arr.next.next = Node(2)
arr.next.next.next = Node(15)
```

```
print("arr.data =", arr.data)
print("arr.next =", arr.next)
print("arr.next.data =", arr.next.data)
print("arr.next.next =", arr.next.next)
print("arr.next.next.data =", arr.next.next.data)
print("arr.next.next.next =", arr.next.next.next)
print("arr.next.next.next.data =", arr.next.next.next.data)
print("arr.next.next.next.next =", arr.next.next.next.next)
```

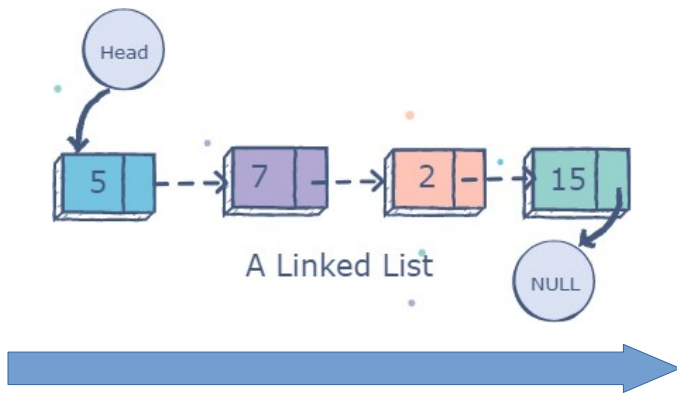
Listas Ligadas

- E como percorrer a lista a partir do primeiro elemento?



Listas Ligadas

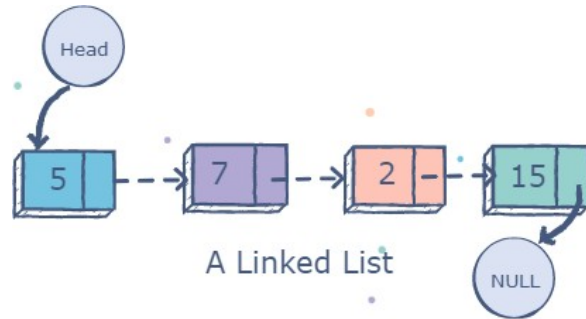
- E como percorrer a lista a partir do primeiro elemento?



```
1 head = a
2 while head is not None:
3     print(head.data)
4     head = head.next
```

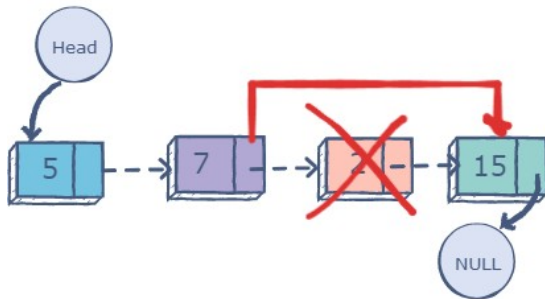
Listas Ligadas

- Como remover um elemento ? (i.e 2)



Listas Ligadas

- Como remover um elemento ? (i.e 2)
- Atualizando as referências

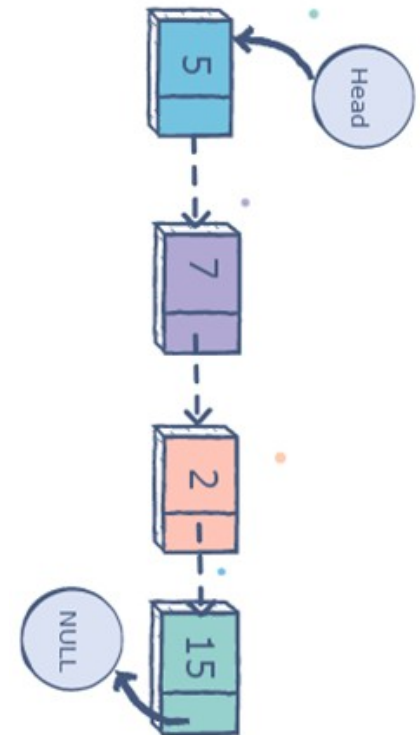


```
while head is not None and head.data == value:
    head = head.next

current = head
while current is not None and current.next is not None:
    if current.next.data == value:
        temp = current.next
        current.next = current.next.next #atualiza a referência
        #apenas ilustrativo, python tem garbage collector
        del temp
    else:
        current = current.next
```

Pilha (Stack)

- **Pilha ou (*Stack*)**
 - **Inserção e Remoção da cabeça (Last In – First Out) - LIFO**
- **Aplicações**
 - **Recursão (Programação)**
 - **Reverter Vetores**
 - **Histórico de Navegação**
 - **Etc**



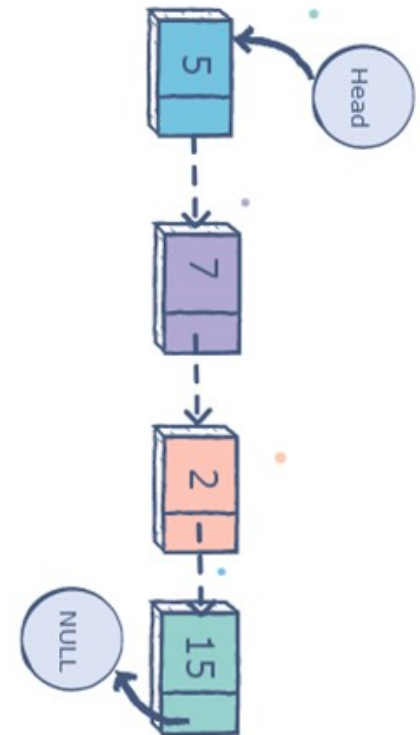
Pilha (Stack)

- Pilha ou (*Stack*)
 - Inserção

```
def push(head, value):  
    new_node = Node(value)  
    new_node.next = head  
    return new_node # novo topo
```

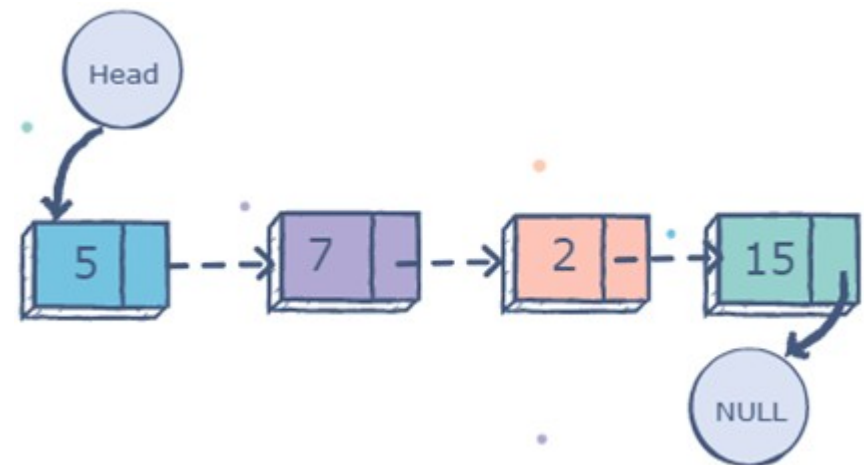
- Remoção

```
def pop(head):  
    if head is None:  
        return None, None # pilha vazia  
  
    value = head.data  
    temp = head  
    head = head.next  
    del temp #libera memória  
    return top, value
```

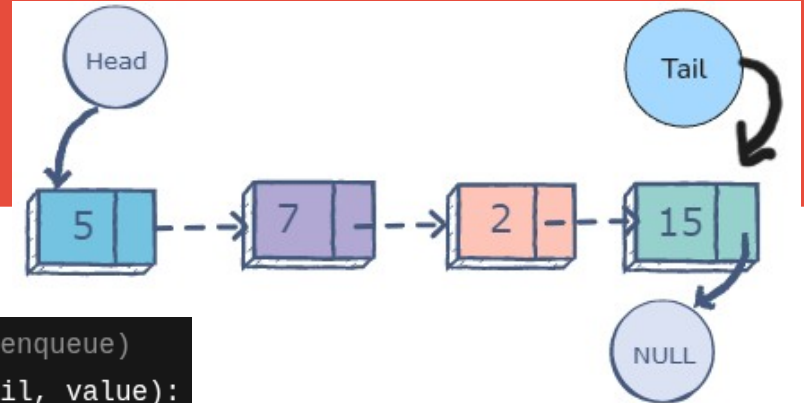


Fila (Queue)

- Fila (Queue)
 - Inserção da Cauda
 - Remoção da Cabeça
 - First In – Last Out (FIFO)
- Aplicações
 - Compartilhamento de Recursos
 - CPU, Interrupções, Harwades e Periféricos
 - Controle de Acesso
 - Transfêrência de Dados
 - Playlists



Fila (Queue)



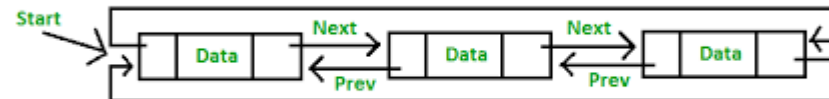
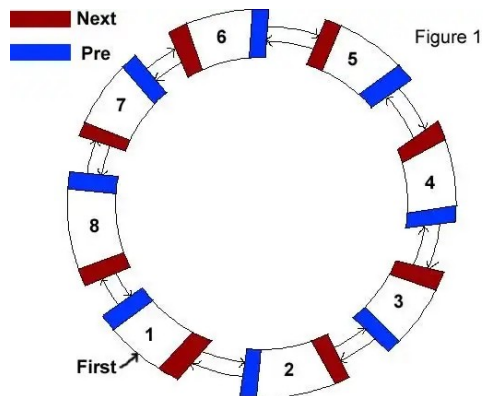
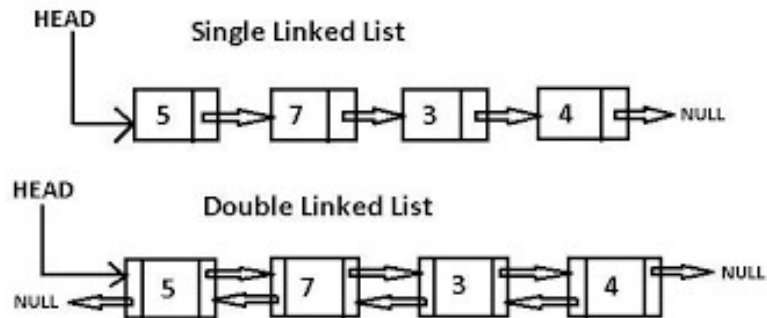
- Utiliza dois ponteiros
- Inserção na Cauda
- Remoção da Cabeça

```
# Inserir no final (enqueue)
def enqueue(head, tail, value):
    new_node = Node(value)
    if head is None:
        head = tail = new_node
    else:
        tail.next = new_node
        tail = new_node
    return head, tail
```

```
# Remover do início (dequeue)
def dequeue(head, tail):
    if head is None:
        return None, None, None # fila vazia
    value = head.data
    temp = head
    head = head.next
    if head is None:
        tail = None # fila ficou vazia
    del temp
    return head, tail, value
```

Outras Arquiteturas

- Duplamente Encadeada
- Circular



Implementação e Discussão

Let's Code!!

LINK ==> Linked Lists and Hash Table.ipynb

Exercícios

- **Implemente um lista encadeada, com inserção e remoção em qualquer posição**
- **Implemente um algoritmo de ordenação utilizando listas ligadas**
- **Implemente o jogo da torre de Hanói**
- **Implemente a busca por elemento recursiva**

Hash Table

Problema

- Buscar um elemento em tempo constante independente da chave

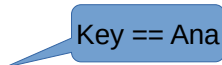
Família	1	2	3	4	5	6
	José Maria	Leila	Artur	Jolinda	Gisela	Alciene

- Imagine um problema para armazenar identificadores de 11 dígitos (i.e CPF)
 - $10^{11} = 100.000.000.000$ (100bi)
- A busca é custosa: $O(n)$
- Busca Binária $O(\log n)$?
 - Aplicar métodos de ordenação a cada 'evento' é custoso
 - Recursivos (i.e QuickSort - $N \log N$)
 - Não Recursivos (i.e Insertion N^2)

Dicionário de Dados

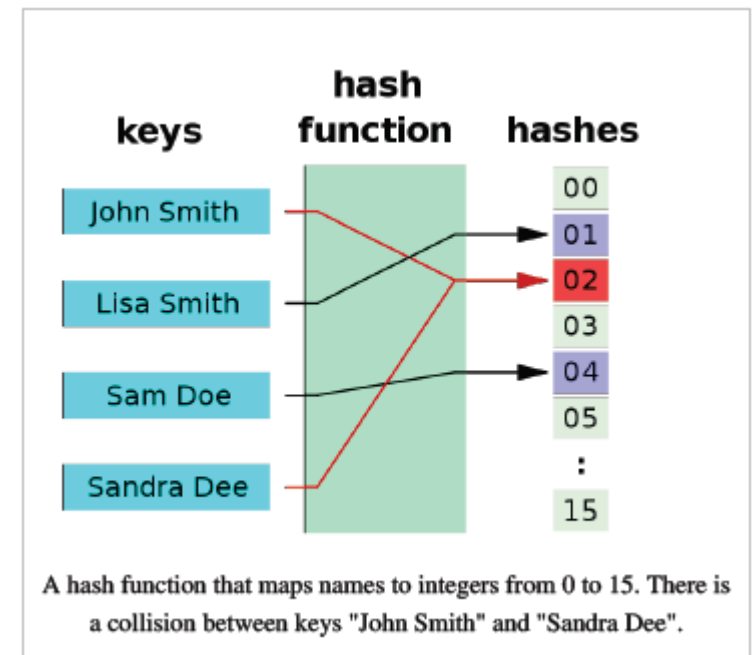
- Tipo de dados abstrato que representa um objeto/entidade
- Implementa as funções Inserir, Buscar e Remover
- Utiliza chaves para indexar a informação (função hash)

```
contatos_lista = [('Yan', '1234-5678'), ('Pedro', '9999-9999'),  
                  ('Ana', '8765-4321'), ('Marina', '8877-7788')]  
  
contatos = dict(contatos_lista)  
print(contatos)  
  
{'Yan': '1234-5678', 'Pedro': '9999-9999', 'Ana': '8765-4321',  
  'Marina': '8877-7788'}  
  
print(contatos['Ana'])  
  
8765-4321
```



Função Hash e Tabela Hash

- Funções Hash ou Funções de Espalhamento é uma função de mapeamento do dados para outro domínio
- Não permite caminho inverso (reconstrução)
- A colisão é um fator importante



Funções Hash - $h(k)$

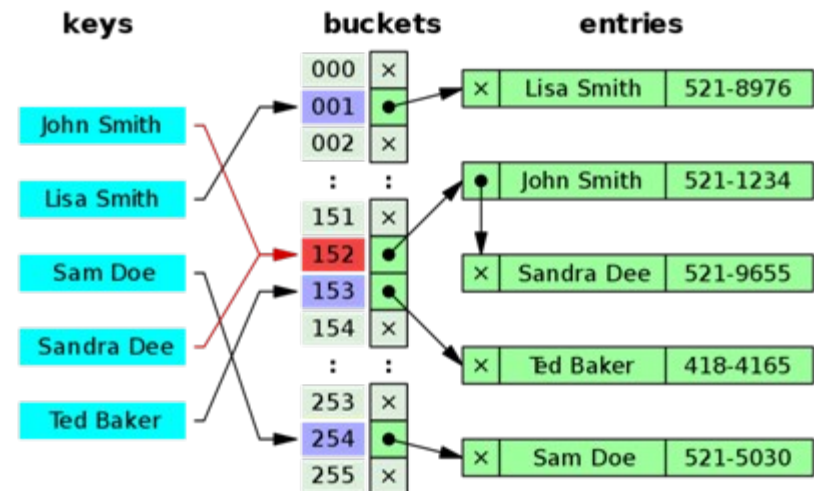
- Módulo
 - Valor de M é crítico (M colisões)

```
int hashCode(int k){  
    return (k % m);  
}
```

- Outros métodos

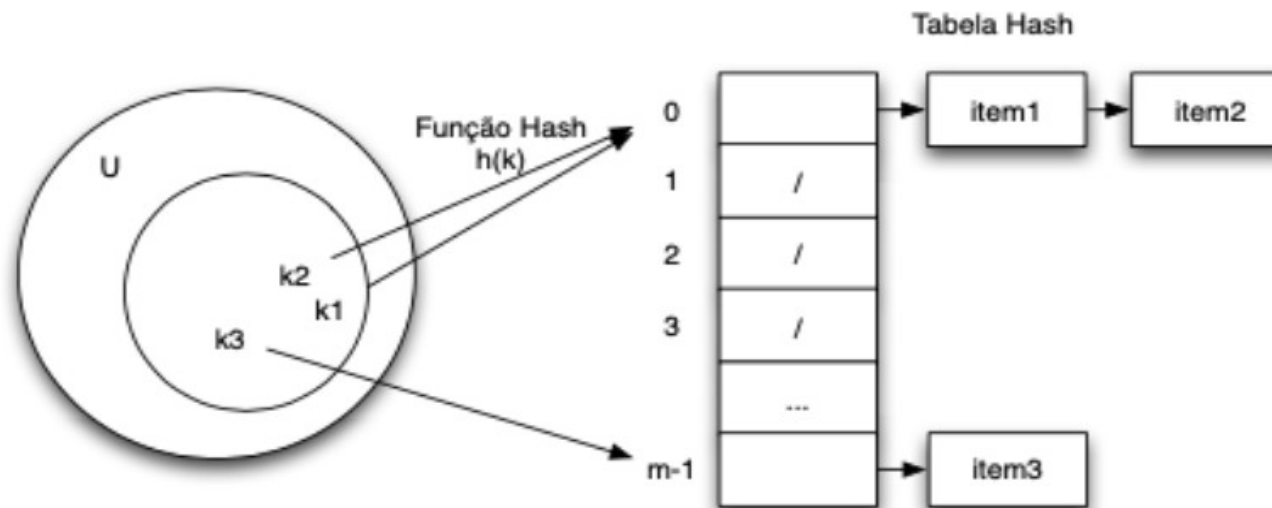
- Multiplicação
- Fibonacci
- Etc...

- Qualidade da hash determina:
 - Colisões vs Custo computacional



Colisão

- Um ou mais itens mapeados para a mesma chave
- Solução*: Encadeamento
- Tamanho da lista (#colisões) depende de $h(x)$



- *Existem outras soluções disponíveis no estado da arte

Exercício

- **Implementar uma tabela hash**
- **Avaliar diferentes funções hash e seus parâmetros**
- **Analises Críticas e Comparações de Desempenho**
 - **i.e Número de Colisões**

Implementação e Discussão

Let's Code!!

LINK ==> Linked Lists and Hash Table.ipynb