

# MAC121 - Algoritmos e Estruturas de Dados I

Universidade de São Paulo

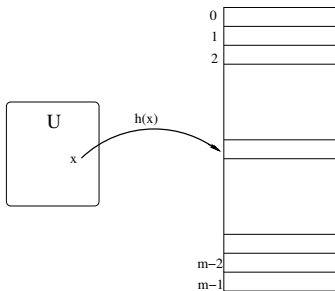
Segundo Semestre de 2020

## Listas Ligadas - aplicações

## Hashing

Uma tabela de **hashing** (espalhamento) é usada para armazenar de forma eficiente conjuntos de elementos.

A ideia é espalhar os elementos do conjunto em diferentes entradas de uma tabela, usando, para isso uma **função de hashing**.



## Hashing

O conjunto de elementos pode ter valores de um conjunto universo  $\mathbf{U}$  muito grande. A tabela tem  $m$  possíveis entradas, e espera-se que os elementos do conjunto se espalhem uniformemente na tabela.

Preferencialmente, cada elemento da tabela guarda um elemento do conjunto. Quando temos mais de um elemento na mesma entrada da tabela, dizemos que ocorreu uma **colisão**.

## Hashing

Exemplos:

- ▶ Vamos armazenar os CPFs dos clientes na tabela. Temos cerca de 100 clientes, assim, usaremos uma tabela com 100 entradas, e a função de hash

$$h(x) = x \% 100$$

- ▶ Vamos armazenar os nomes dos alunos na tabela. São 100 alunos, teremos uma tabela com  $26 * 26$  posições, na primeira armazenaremos os nomes começados com “AA”, na segunda “AB”, e assim por diante, até “ZZ” na última posição.

As duas funções acima não parecem muito boas... teremos muitas colisões!

## Hashing

**Método da divisão:** se  $x$  vai ser armazenado na tabela com  $m$  elementos, usamos

$$h(x) = x \% m$$

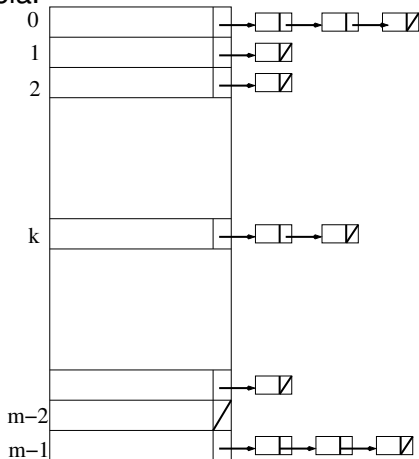
Usualmente  $m$  é um número primo próximo do número de elementos que serão armazenados na tabela.

**Método da Multiplicação:** se  $x$  vai ser armazenado na tabela com  $m$  elementos, use uma constante  $0 < A < 1$  e faça

$$h(x) = \lfloor m \cdot \text{frac}(A \cdot x) \rfloor$$

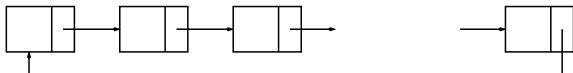
## Colisão

Para tratar colisões podemos usar **listas ligadas**. Todos os elementos que compartilham o mesmo valor da função de hash são colocados numa lista ligada, apontada por aquela entrada da tabela.

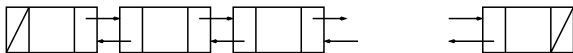


## Tipos de listas ligadas

- ▶ **Listas Circulares:** o último elemento aponta para o primeiro;



- ▶ **Listas Duplamente Ligadas:** cada elemento aponta para o próximo e para o anterior na lista;



- ▶ **Listas com cabeça de lista:** a lista tem um primeiro elemento com conteúdo vazio. Evita casos especiais com listas vazias (abaixo uma lista duplamente ligada, circular com cabeça de lista).

