STL - Standard Template Library

Bixecamp 2025

09 de maio de 2025

O que é a STL?

Biblioteca padrão do C++

- Contém funções e classes prontas para algoritmos e estruturas de dados
- Evita reinventar a roda

O que é a STL?

Biblioteca padrão do C++

- Contém funções e classes prontas para algoritmos e estruturas de dados
- Evita reinventar a roda

Componentes da STL

- **Containers**: estruturas que armazenam coleções de dados
- **Iteradores**: ponteiros para percorrer containers
- **Algoritmos**: funções que operam sobre containers

O que é um container?

Um container é como uma caixa organizadora

- Armazena elementos (objetos)
- Fornece funções para inserir, acessar, remover e percorrer elementos

O que é um container?

Um container é como uma caixa organizadora

- Armazena elementos (objetos)
- Fornece funções para inserir, acessar, remover e percorrer elementos

Containers que veremos hoje

- `vector`
- `set`
- `map`

Vector

```
vector<tipo> meuVector;
```

Array melhorada com tamanho dinâmico

- Acesso por colchetes, como em arrays

```
vector<int> vec;
vec.push_back(5);
cout << vec[0]; // 5
```

Vector

```
vector<tipo> meuVector;
```

Array melhorada com tamanho dinâmico

- Acesso por colchetes, como em arrays

```
vector<int> vec;
vec.push_back(5);
cout << vec[0]; // 5
```

`push_back(x)`	Insere `x` no final O(1)
`pop_back()`	Remove o último elemento O(1)
`size()`	Retorna a quantidade de elementos O(1)
`empty()`	Verifica se o `vector` está vazio O(1)
`begin()`	Iterador para o primeiro elemento O(1)
`end()`	Iterador para a posição após o último elemento O(1)

Exercício 1

Ler números até que 0 seja inserido. Imprimir todos e a quantidade de números.

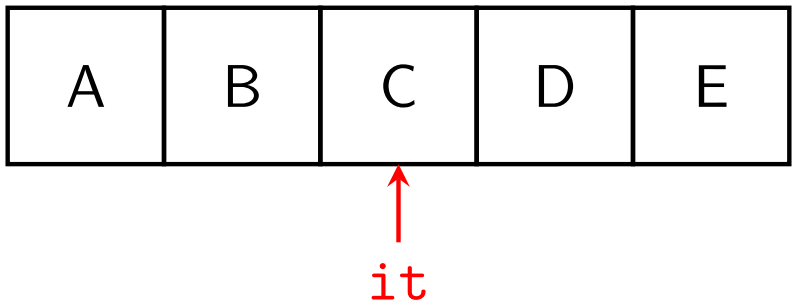
Exercício 1

Ler números até que 0 seja inserido. Imprimir todos e a quantidade de números.

```
vector<int> numeros;

int input;
cin >> input;

while (input != 0) {
    numeros.push_back(input);
    cin >> input;
}

cout << "foram inseridos " << numeros.size();
cout << " numeros" << endl;

for (int i = 0; i < numeros.size(); ++i) {
    cout << numeros[i] << " ";
}
```

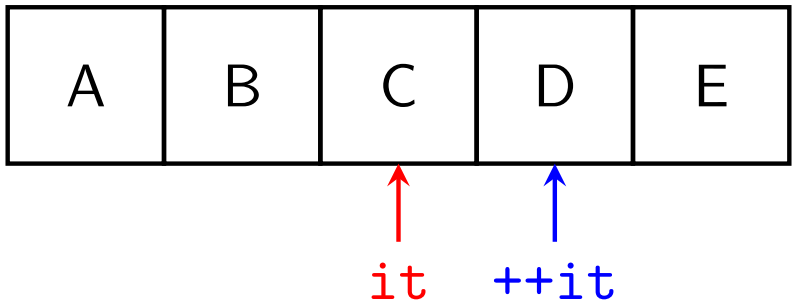
Iteradores

Objeto que aponta para um elemento do container



Iteradores

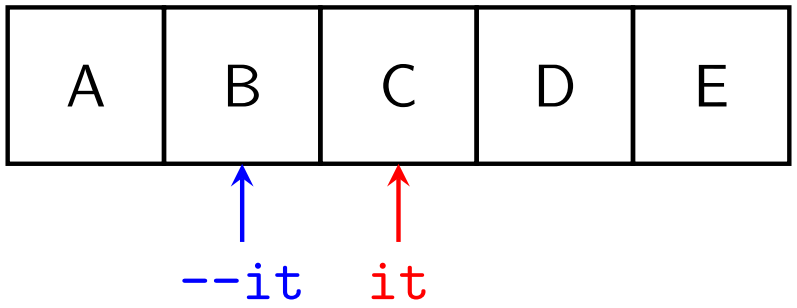
Objeto que aponta para um elemento do container



- `++it` move o iterador para o próximo

Iteradores

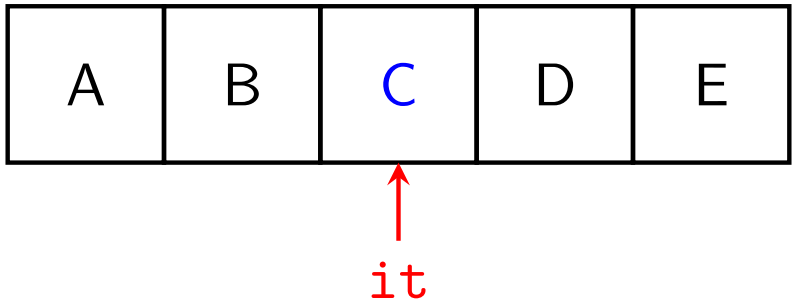
Objeto que aponta para um elemento do container



- `++it` move o iterador para o próximo
- `--it` move o iterador para o anterior

Iteradores

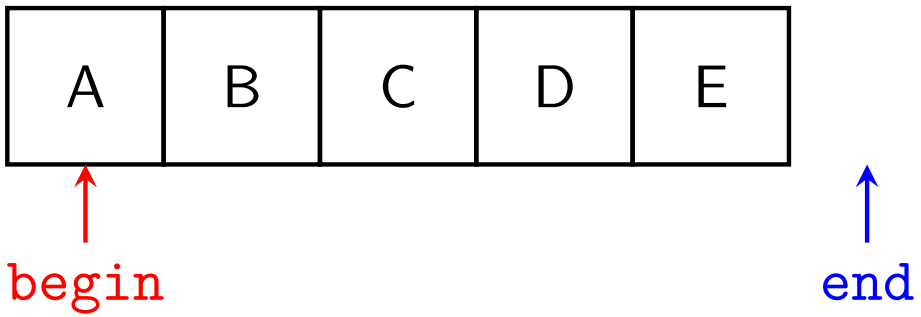
Objeto que aponta para um elemento do container



- `++it` move o iterador para o próximo
- `--it` move o iterador para o anterior
- `*it` acessa o elemento

Iteradores begin() e end()

Objeto que aponta para um elemento do container



- `c.begin()` iterador para o primeiro elemento
- `c.end()` iterador para a posição após o último elemento

Para percorrer um container C usando iteradores fazemos:

```
for (auto it = C.begin(); it != C.end(); ++it)
```

Exercício 2

Modifique o exercício 1 para imprimir usando iteradores:

Exercício 2

Modifique o exercício 1 para imprimir usando iteradores:

```
vector<int> numeros;

int input;
cin >> input;

while (input != 0) {
    numeros.push_back(input);
    cin >> input;
}

cout << "foram inseridos " << numeros.size();
cout << " numeros" << endl;

for (auto it = numeros.begin(); it != numeros.end(); ++it) {
    cout << *it << " ";
}
```

Set

```
set<tipo> meuSet;
```

Conjunto de elementos únicos

- Trabalho em grupo: mesmo que mais de uma pessoa entregue, ele é considerado uma única vez
- Armazena os elementos em ordem crescente

Set

```
set<tipo> meuSet;
```

Conjunto de elementos únicos

- Trabalho em grupo: mesmo que mais de uma pessoa entregue, ele é considerado uma única vez
- Armazena os elementos em ordem crescente

`insert(x)`	Insere o elemento `x` $O(\log n)$
`erase(x)`	Remove o elemento `x` $O(\log n)$
`find(x)`	Retorna um iterador para `x` (ou `end()` se não encontrar) $O(\log$
`size()`	Retorna a quantidade de elementos $O(1)$
`empty()`	Verifica se o `set` está vazio $O(1)$
`begin()`	Iterador para o primeiro elemento $O(1)$
`end()`	Iterador para a posição após o último elemento $O(1)$

Exercício 3

Ler palavras de um texto e imprimir as palavras usadas em ordem alfabética.

Exercício 3

Ler palavras de um texto e imprimir as palavras usadas em ordem alfabética.

```
set<string> palavras;

int tamanho;
cin >> tamanho;

string pal;
for (int i = 0; i < tamanho; ++i) {
  cin >> pal;
  palavras.insert(pal);
}

for (auto it = palavras.begin(); it != palavras.end(); ++it) {
  cout << *it << endl;
}
```

Map

```
map<tipo1, tipo2> meuMap;
```

Mapeia uma chave a um valor

- Agenda de contatos: cada nome está associado a um telefone
- Cada chave é única
- Ordena os elementos pela chave

```
map<string, int> agenda;
agenda["maysa"] = 91234;
cout << agenda["maysa"]; // 91234
```

Map

```
map<tipo1, tipo2> meuMap;
```

Mapeia uma chave a um valor

- Agenda de contatos: cada nome está associado a um telefone
- Cada chave é única
- Ordena os elementos pela chave

```
map<string, int> agenda;
agenda["maysa"] = 91234;
cout << agenda["maysa"]; // 91234
```

`erase(x)`	Remove o par com chave `x` $O(\log n)$
`size()`	Retorna a quantidade de pares chave-valor $O(1)$
`empty()`	Verifica se o `map` está vazio $O(1)$
`begin()`	Iterador para o primeiro par ordenado $O(1)$
`end()`	Iterador para a posição após o último par $O(1)$

Iterando sobre um map

```
map<string, int> agenda;
agenda["paulo"] = 94567;
agenda["maysa"] = 91234;

for (auto it = agenda.begin(); it != agenda.end(); it++)
    cout << it->first << ": " << it->second << "\n";
```

- `it->first` acessa a **chave**
- `it->second` acessa o **valor**

Saída:

```
maysa: 91234
paulo: 94567
```

Exercício 4

Dado um texto, contar quantas vezes cada palavra apareceu

Exercício 4

Dado um texto, contar quantas vezes cada palavra apareceu

```
map<string, int> palavras;
int tamanho;
cin >> tamanho;

string pal;
for (int i = 0; i < tamanho; ++i) {
  cin >> pal;
  if (palavras[pal])
      palavras[pal] += 1;
  else
      palavras[pal] = 1;
}

for (auto it = palavras.begin(); it != palavras.end(); ++it)
  cout << it->first << ": " << it->second;
  cout << " vezes" << endl;
```

Outras funções úteis da STL

`sort(v.begin(), v.end())`	Ordena os elementos do vector `v`
`max(a, b)`	Retorna o maior entre `a` e `b`
`min(a, b)`	Retorna o menor entre `a` e `b`
`swap(a, b)`	Troca os valores de `a` e `b`

Outras funções úteis da STL

`sort(v.begin(), v.end())`	Ordena os elementos do vector `v`
`max(a, b)`	Retorna o maior entre `a` e `b`
`min(a, b)`	Retorna o menor entre `a` e `b`
`swap(a, b)`	Troca os valores de `a` e `b`

Onde aprender mais?

Mais containers e funções estão descritos na documentação do C++

- `https://en.cppreference.com/w/cpp/container`
- `https://www.cplusplus.com/reference/stl/`
- Deem uma olhada em `unordered_set` e `unordered_map`

lower_bound e upper_bound

`lower_bound(x)` retorna um iterador para o **primeiro elemento** $\geq$ `x`

`upper_bound(x)` retorna um iterador para o **primeiro elemento** $>$ `x`

- Requer ordenação
- Complexidade: $\mathcal{O}(\log n)$

```
vector<int> v = {1, 2, 4, 4, 5, 7};

auto lb = lower_bound(v.begin(), v.end(), 4);
// aponta para o primeiro 4 {1, 2, 4, 4, 5, 7}
//                             ^
auto ub = upper_bound(v.begin(), v.end(), 4);
// aponta para 5 {1, 2, 4, 4, 5, 7}
//                          ^
```

Qual `lower_bound` usar?

Em `vector`, use a função direto da STL:

```
lower_bound(vec.begin(), vec.end(), x)
upper_bound(vec.begin(), vec.end(), x)
```

Em `set`, prefira os métodos da estrutura:

```
s.lower_bound(x)
s.upper_bound(x)
```

Em `map`, também use os métodos da estrutura:

```
m.lower_bound(chave)
m.upper_bound(chave)
```