Linguagens de Programação

Prof. Miguel Elias Mitre Campista

http://www.gta.ufrj.br/~miguel

Parte I

Conceitos Básicos de Programação

O que é um Problema?

O que é um Problema?

- É uma questão ou um obstáculo para a obtenção de um resultado desejado
  - Um problema existe quando:
    - A realidade difere do que se deseja
    - Não há aquilo que se deseja

- A resolução de um problema é um processo dividido em três etapas:
  - Descobrimento do problema
  - Delineamento do problema
  - Solução propriamente dita do problema

Etapas de Resolução de um Problema

- Descobrimento do problema
  - Requer **percepção daquilo que está faltando**
- Delineamento do problema
  - Encontrar uma **abstração para o problema** que possibilite que ele seja solucionado
  - Definir o que é **relevante** para o problema
- Solução do problema
  - Encontrar um **modelo eficiente** que consiga **transformar uma dada entrada na saída desejada**

Problema Computacional

- Problemas cuja solução envolve o uso de computadores
  - Solução encontrada de forma mais **rápida**
  - Entretanto,
    - A solução do problema, a entrada e a saída dos dados devem ser modeladas de maneira a serem compreendidas por um computador

Problema Computacional

- Problemas cuja solução envolve o uso de computadores
  - Solução encontrada de forma mais **rápida**
  - Entretanto,
    - A solução do problema, a entrada e a saída dos dados devem ser modeladas de maneira a serem compreendidas por um computador

A solução é realizada através de um ALGORITMO e a entrada e saída de dados devem ser expressas através de uma ESTRUTURA DE DADOS

Problema Computacional

- Tanto o **algoritmo** quanto a **estrutura de dados** escolhidos dependem:
  - Do grau de abstração do problema
  - Das ferramentas computacionais existentes
  - Do modelo empregado para a solução

Problema Computacional

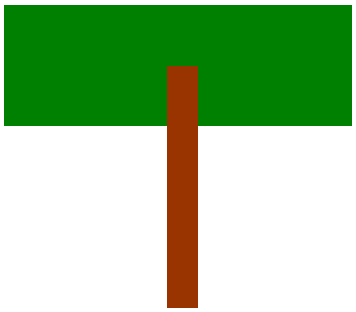
- Tanto o **algoritmo** quanto a **estrutura de dados** escolhidos dependem:
  - Do grau de abstração do problema
  - Das ferramentas computacionais existentes
  - Do modelo empregado para a solução

A solução pode ser difícil e pode não ser única...

Abstração X Realidade

- Quanto maior a abstração...
  - Menor a quantidade de características consideradas
  - Maior é a facilidade de obtenção de resultados
    - Simplificação do problema
- Entretanto, quanto maior a abstração...
  - Mais distante da realidade se torna o problema
  - A solução ainda é representativa???

X



O que é um Algoritmo?

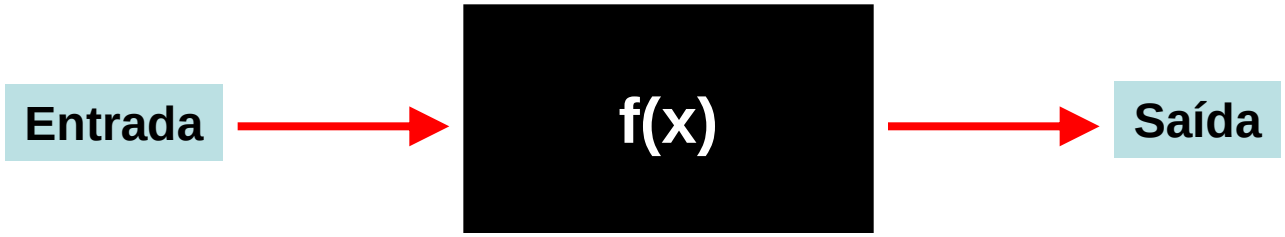
O que é um Algoritmo?

- Um algoritmo também é uma abstração e pode ser definido como:
  - Um **procedimento bem definido computacionalmente** que recebe uma entrada e produz uma saída
    - **Entrada** pode ser um valor ou um conjunto de valores
    - **Saída** pode ser um valor ou um conjunto de valores
      → **Ambas definidas de maneira estruturada**

- O procedimento executado por um algoritmo pode ser entendido como:
  - **Uma sequência de passos computacionais**

O que é um Algoritmo?

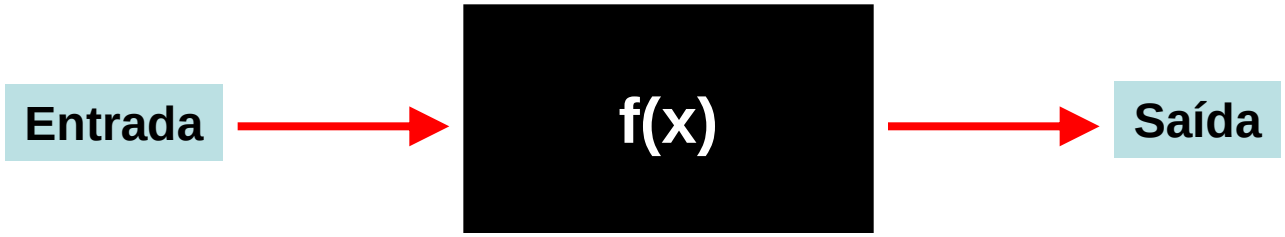
- Uma analogia a um algoritmo poderia ser uma função algébrica



Uma função algébrica:
Ex.: $f(x): R^n \rightarrow R^n$
f(x) define operações algébricas do tipo soma, subtração, diferenciação etc.

O que é um Algoritmo?

- Uma analogia a um algoritmo poderia ser uma função algébrica



Um algoritmo:

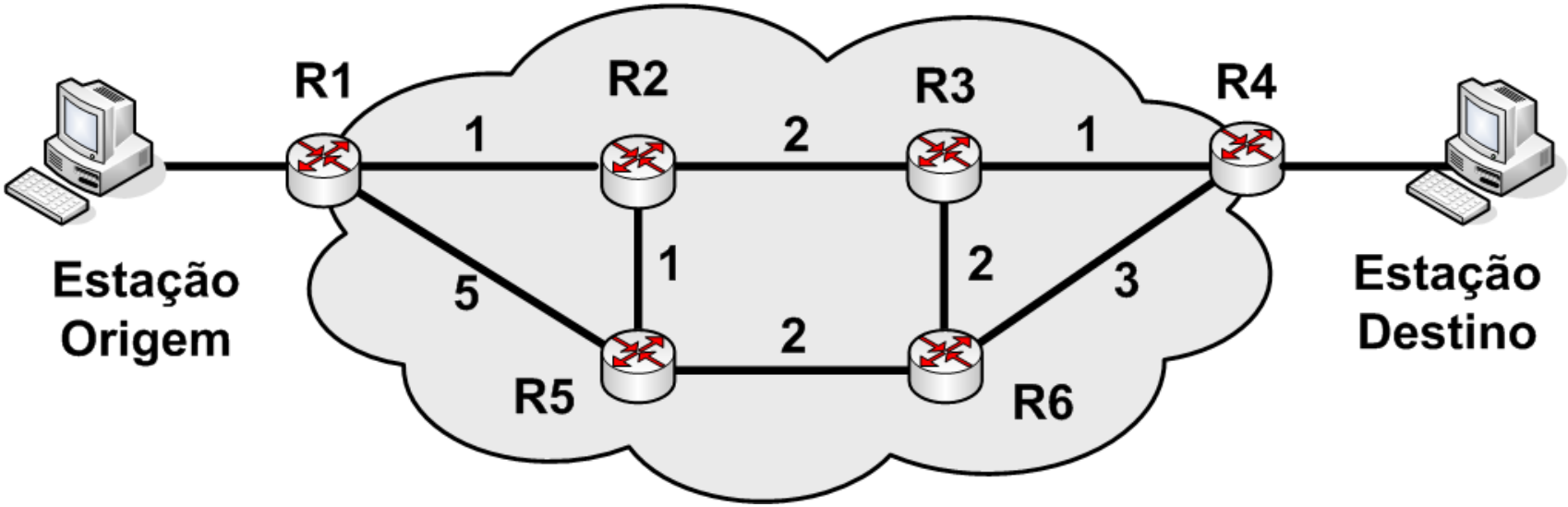
Ex.: f(x): A → B

- A e B são estruturas de dados, ou seja, elementos que podem ser definidos computacionalmente

- f(x) é uma sequência de passos computacionais

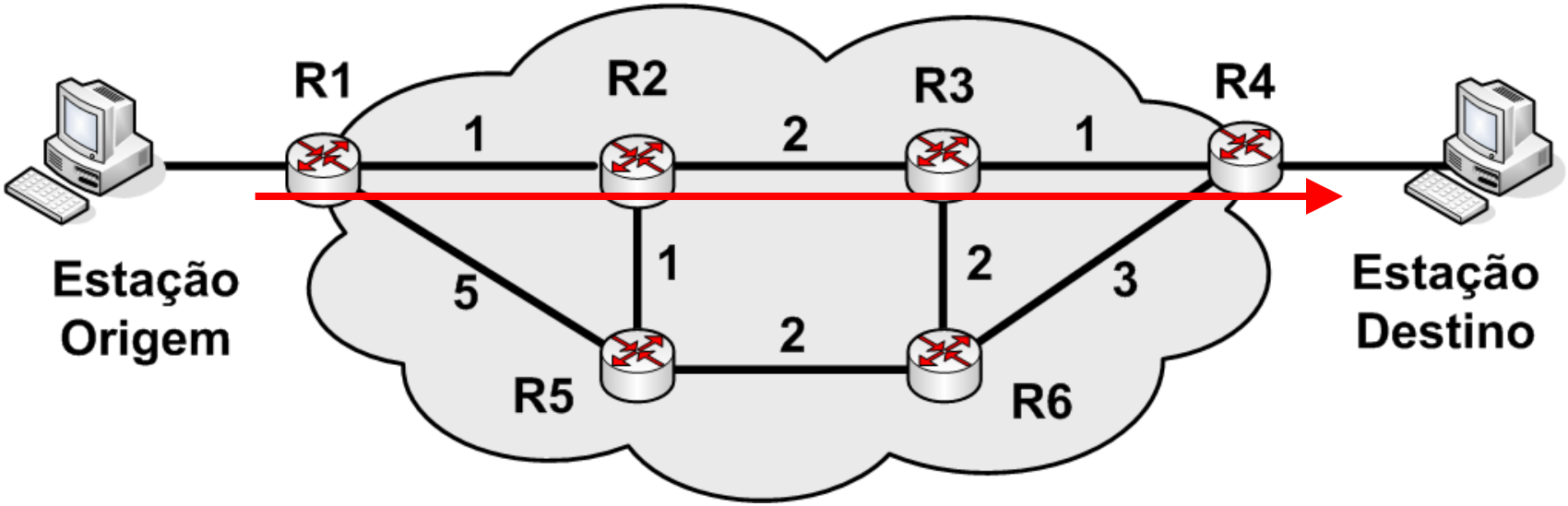
Exemplo de Problema Resolvido por Algoritmo

- Como ligar a estação de origem à estação de destino?
  - Na Internet, busca-se sempre ligar duas estações através do **menor caminho**



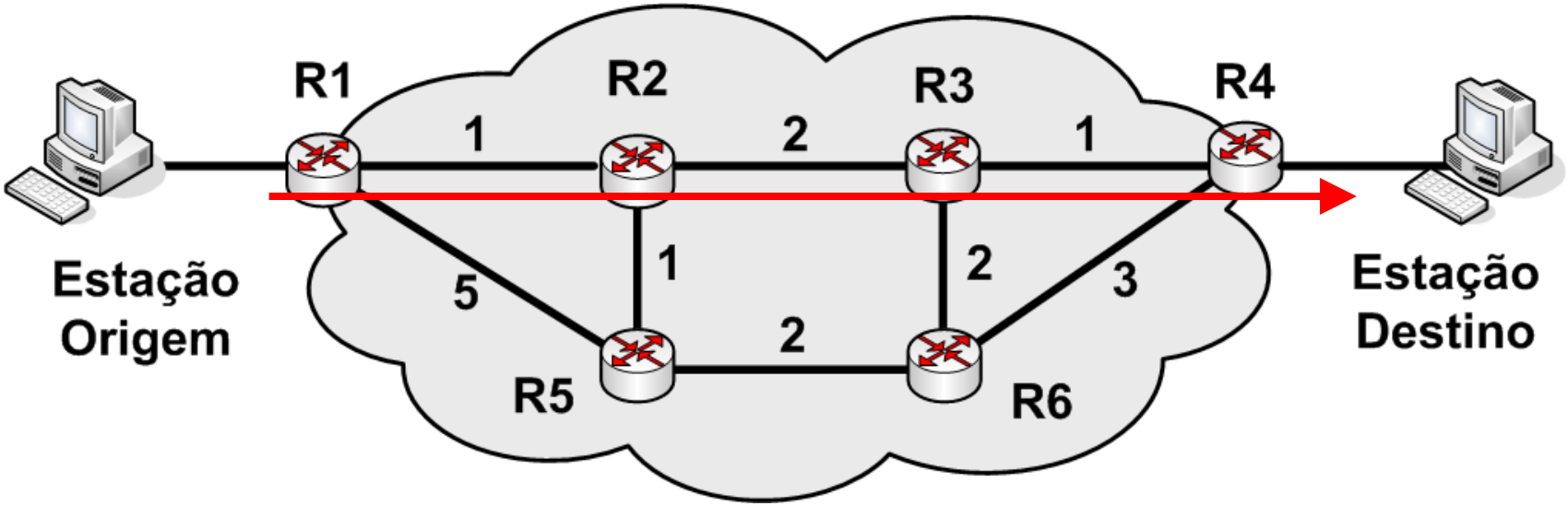
Exemplo de Problema Resolvido por Algoritmo

- Como ligar a estação de origem à estação de destino?
  - Na Internet, busca-se sempre ligar duas estações através do **menor caminho**



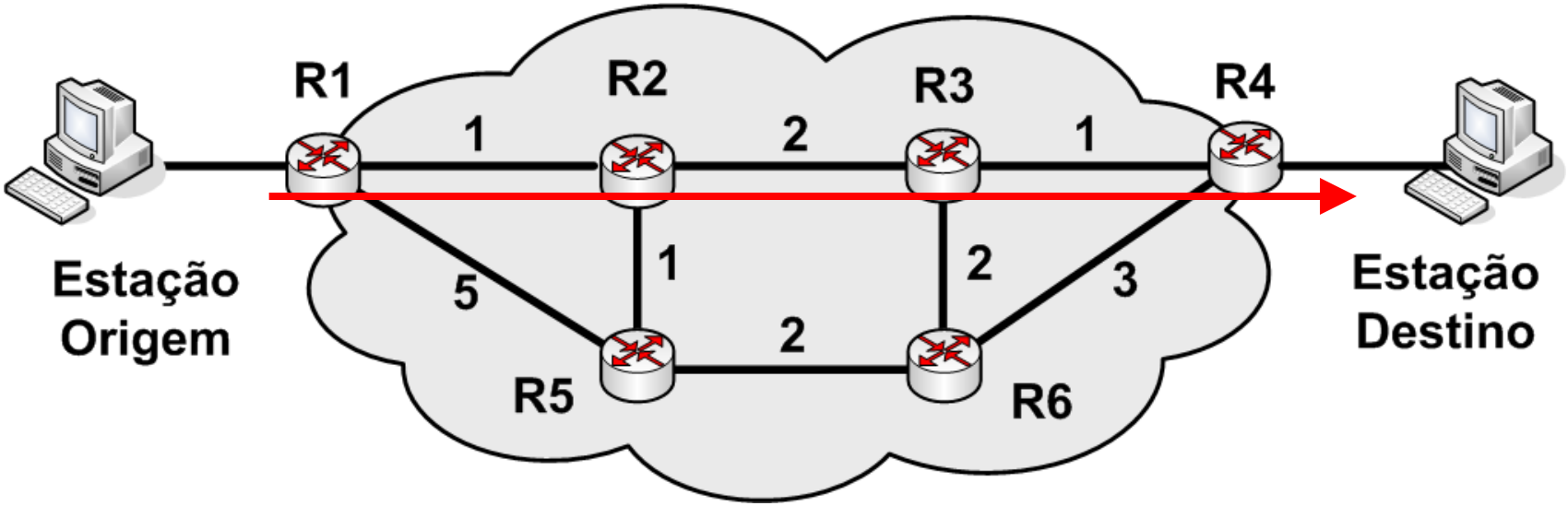
Exemplo de Problema Resolvido por Algoritmo

- Entrada do problema: **Rede (conjunto de vértices + conjunto de enlaces)**
- Saída do problema: **Menor caminho entre as estações de origem e destino.**
  - Caminho {R1,R2,R3,R4}, Custo = 4



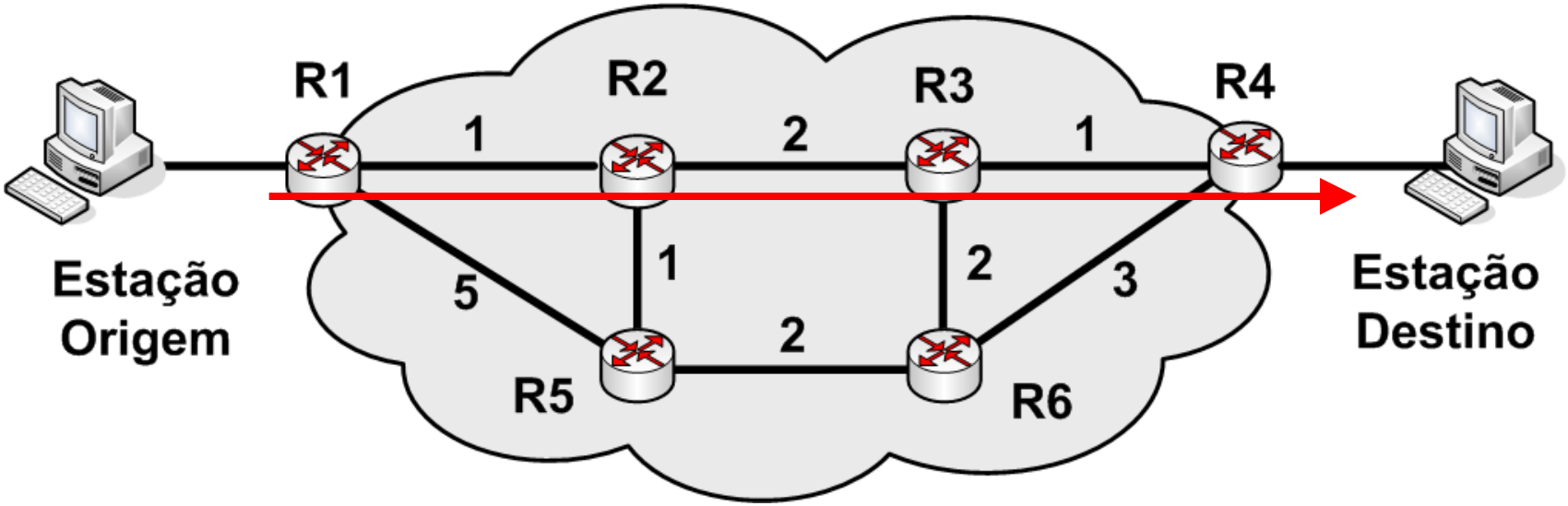
Exemplo de Problema Resolvido por Algoritmo

- Como seria resolvido este problema através de uma função algébrica?



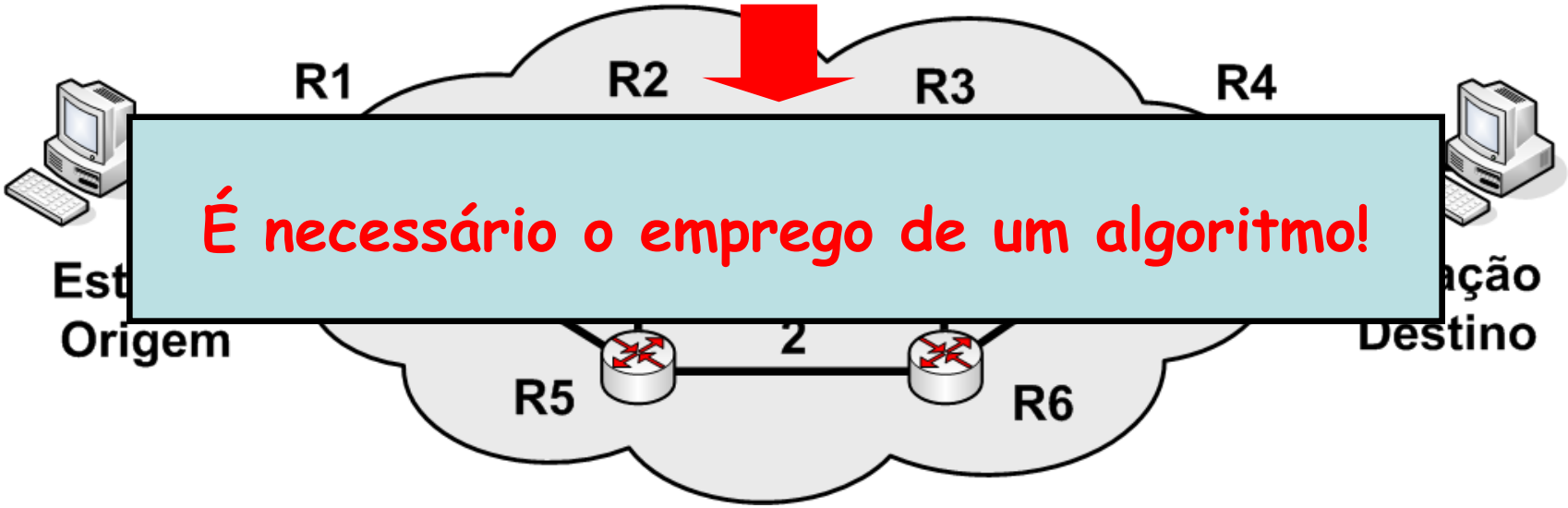
Exemplo de Problema Resolvido por Algoritmo

- Como seria resolvido este problema através de uma função algébrica?
  - Nem sempre pode ser resolvido de maneira simples!
    - Nem sempre há como definir algebricamente a entrada, nem a saída e nem tampouco a função f(x)



Exemplo de Problema Resolvido por Algoritmo

- Como seria resolvido este problema através de uma função algébrica?
  - Nem sempre pode ser resolvido de maneira simples!
    - Nem sempre há como definir algebricamente a entrada, nem a saída e nem tampouco a função f(x)



Instância de um Problema

- Em geral, uma **instância** de um problema consiste de uma entrada para o problema
  - A entrada deve estar de acordo com as restrições impostas pelo problema
    - No exemplo anterior, a entrada deve ser uma rede que é representada por um grafo que é composto por um conjunto de vértices, enlaces e por uma função que define os pesos dos enlaces

Instância do problema da busca do menor caminho G(V, E):
V = {R1, R2, R3, R4, R5}
E = {(R1, R2), (R1, R5), (R2, R3), (R2, R5),
(R5, R6), (R3, R4), (R3, R6), (R4, R6)}
Peso w(e), onde e ϵ E

Correção de um Algoritmo

- Para ser correto, um algoritmo deve:
  - Terminar a sua execução com a saída correta para uma instância qualquer do problema
  - Somente nesse caso, o algoritmo é dito **correto**
- Um algoritmo não correto
  - Pode nunca terminar a sua execução para algumas instâncias do problema
    - Algoritmos com complexidade não polinomial
  - Pode terminar a execução com uma saída que não soluciona o problema em questão

Verificação do Desempenho de um Algoritmo

- Desempenho de um algoritmo é medido em função de dois parâmetros:
  - Velocidade em que ele produz um resultado
  - Quantidade de recursos que ele consome
- Entretanto, os parâmetros dependem da máquina que executa o algoritmo
  - Velocidade depende do processador e da memória
  - Quantidade de recursos é problema dependendo da quantidade de memória da máquina

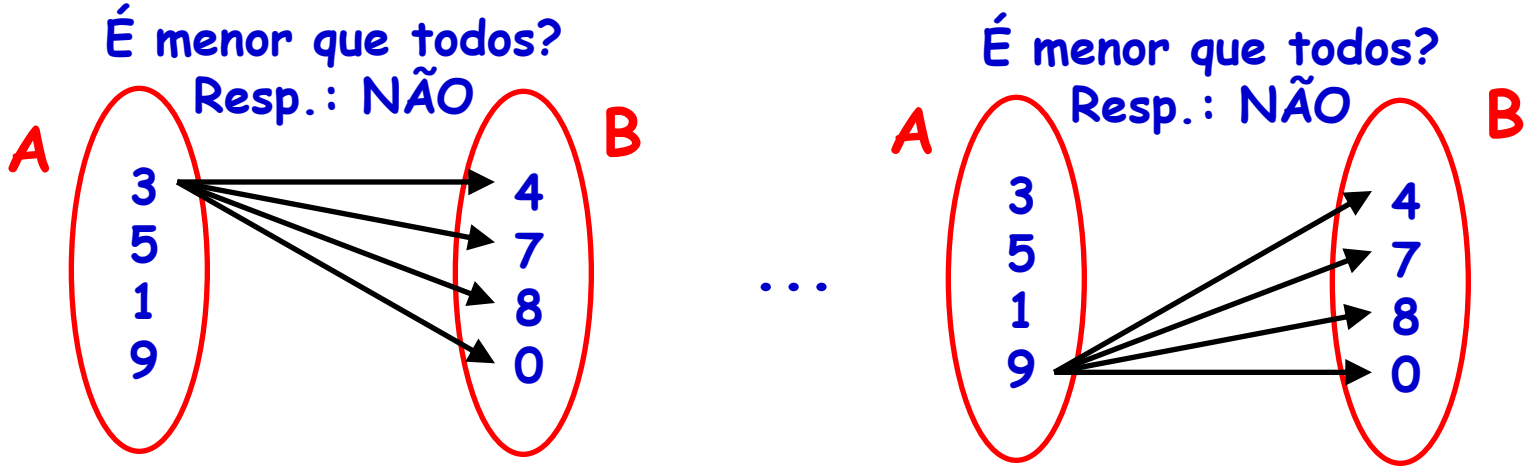
Avaliação do desempenho de um algoritmo é realizada em função do tamanho de uma instância do problema

Verificação do Desempenho de um Algoritmo

- **Problema:**
  - Descobrir qual dos dois conjuntos possui o menor elemento
    - A= {3, 5, 1, 9} e B= {4, 7, 8, 0}
- **Algoritmo 1:** Comparar cada elemento de A com todos os outros de B

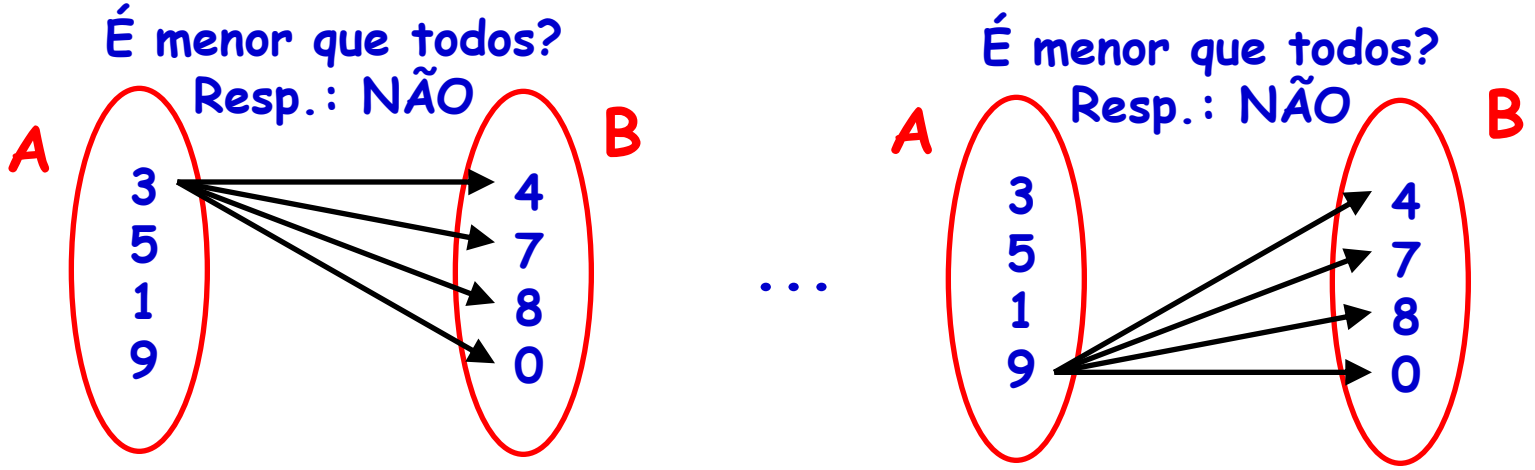
Verificação do Desempenho de um Algoritmo

- **Problema:**
  - Descobrir qual dos dois conjuntos possui o menor elemento
    - A= {3, 5, 1, 9} e B= {4, 7, 8, 0}
- **Algoritmo 1:** Comparar cada elemento de A com todos os outros de B



Verificação do Desempenho de um Algoritmo

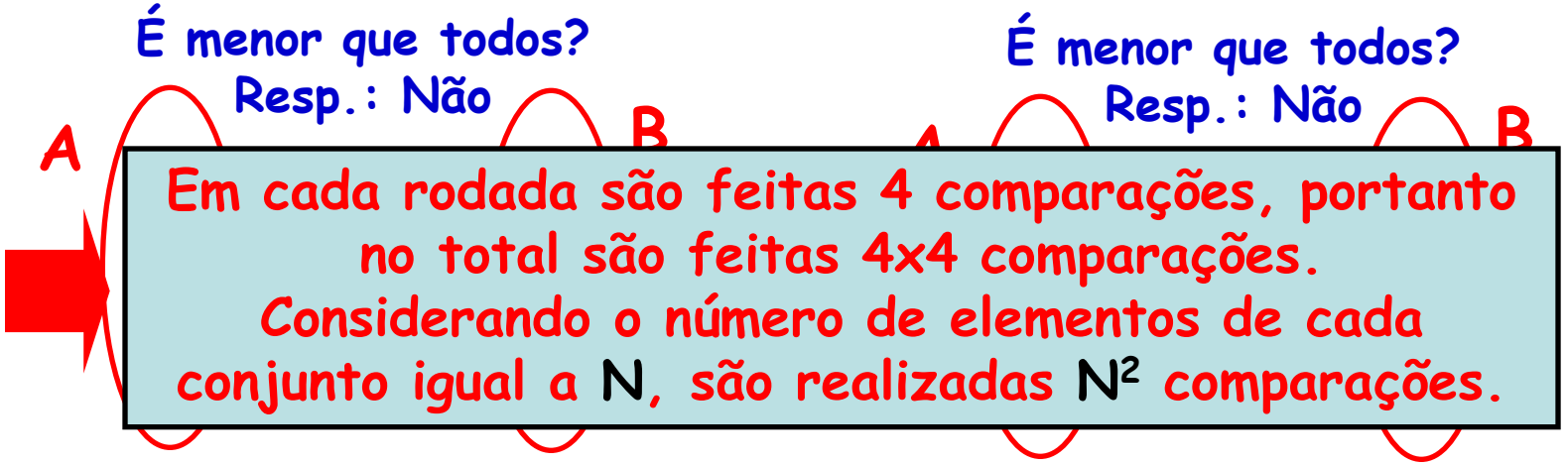
- **Problema:**
  - Descobrir qual dos dois conjuntos possui o menor elemento
    - A= {3, 5, 1, 9} e B= {4, 7, 8, 0}
- **Algoritmo 1:** Comparar cada elemento de A com todos os outros de B



Como as respostas são sempre NÃO, o menor elemento está em B

Verificação do Desempenho de um Algoritmo

- **Problema:**
  - Descobrir qual dos dois conjuntos possui o menor elemento
    - A= {3, 5, 1, 9} e B= {4, 7, 8, 0}
- **Algoritmo 1:** Comparar cada elemento de A com todos os outros de B



Verificação do Desempenho de um Algoritmo

- **Problema:**
  - Descobrir qual dos dois conjuntos possui o menor elemento
    - A= {3, 5, 1, 9} e B= {4, 7, 8, 0}
- **Algoritmo 2:** Concatenar os dois conjuntos e descobrir qual a posição do menor elemento. Define-se que o primeiro elemento é o menor e realiza-se a comparações com todos os outros. Toda vez que a premissa falhar, o menor elemento é substituído

Conj. Concatenado= {3,5,1,9,4,7,8,0} **Menor elemento = 3**

Verificação do Desempenho de um Algoritmo

- **Problema:**
  - Descobrir qual dos dois conjuntos possui o menor elemento
    - A= {3, 5, 1, 9} e B= {4, 7, 8, 0}
- **Algoritmo 2:** Concatenar os dois conjuntos e descobrir qual a posição do menor elemento. Define-se que o primeiro elemento é o menor e realiza-se a comparações com todos os outros. Toda vez que a premissa falhar, o menor elemento é substituído

Conj. Concatenado= {3, 5, 1,9,4,7,8,0} **Menor elemento = 3**

3 é menor que 5?

Verificação do Desempenho de um Algoritmo

- **Problema:**
  - Descobrir qual dos dois conjuntos possui o menor elemento
    - A= {3, 5, 1, 9} e B= {4, 7, 8, 0}
- **Algoritmo 2:** Concatenar os dois conjuntos e descobrir qual a posição do menor elemento. Define-se que o primeiro elemento é o menor e realiza-se a comparações com todos os outros. Toda vez que a premissa falhar, o menor elemento é substituído

Conj. Concatenado= {3, 5, 1,9,4,7,8,0} **Menor elemento = 3**

3 é menor que 5? **Sim.**

Verificação do Desempenho de um Algoritmo

- **Problema:**
  - Descobrir qual dos dois conjuntos possui o menor elemento
    - A= {3, 5, 1, 9} e B= {4, 7, 8, 0}
- **Algoritmo 2:** Concatenar os dois conjuntos e descobrir qual a posição do menor elemento. Define-se que o primeiro elemento é o menor e realiza-se a comparações com todos os outros. Toda vez que a premissa falhar, o menor elemento é substituído

Conj. Concatenado= {3,5,1,9,4,7,8,0} **Menor elemento = 3**

3 é menor que 1?

Verificação do Desempenho de um Algoritmo

- **Problema:**
  - Descobrir qual dos dois conjuntos possui o menor elemento
    - A= {3, 5, 1, 9} e B= {4, 7, 8, 0}
- **Algoritmo 2:** Concatenar os dois conjuntos e descobrir qual a posição do menor elemento. Define-se que o primeiro elemento é o menor e realiza-se a comparações com todos os outros. Toda vez que a premissa falhar, o menor elemento é substituído

Conj. Concatenado= {3,5,1,9,4,7,8,0} **Menor elemento = 3**

3 é menor que 1? **NÃO!**

Verificação do Desempenho de um Algoritmo

- **Problema:**
  - Descobrir qual dos dois conjuntos possui o menor elemento
    - A= {3, 5, 1, 9} e B= {4, 7, 8, 0}
- **Algoritmo 2:** Concatenar os dois conjuntos e descobrir qual a posição do menor elemento. Define-se que o primeiro elemento é o menor e realiza-se a comparações com todos os outros. Toda vez que a premissa falhar, o menor elemento é substituído

Conj. Concatenado= {3,5,1,9,4,7,8,0} **Menor elemento = 1**

3 é menor que 1? **NÃO!**

Verificação do Desempenho de um Algoritmo

- **Problema:**
  - Descobrir qual dos dois conjuntos possui o menor elemento
    - A= {3, 5, 1, 9} e B= {4, 7, 8, 0}
- **Algoritmo 2:** Concatenar os dois conjuntos e descobrir qual a posição do menor elemento. Define-se que o primeiro elemento é o menor e realiza-se a comparações com todos os outros. Toda vez que a premissa falhar, o menor elemento é substituído

Conj. Concatenado= {3,5,1,9,4,7,8,0}

Após comparar com todos os elementos, chegaremos na seguinte situação...

Verificação do Desempenho de um Algoritmo

- **Problema:**
  - Descobrir qual dos dois conjuntos possui o menor elemento
    - A= {3, 5, 1, 9} e B= {4, 7, 8, 0}
- **Algoritmo 2:** Concatenar os dois conjuntos e descobrir qual a posição do menor elemento. Define-se que o primeiro elemento é o menor e realiza-se a comparações com todos os outros. Toda vez que a premissa falhar, o menor elemento é substituído

Conj. Concatenado= {3,5,1,9,4,7,8,0} **Menor elemento = 1**

1 é menor que 0?

Verificação do Desempenho de um Algoritmo

- **Problema:**
  - Descobrir qual dos dois conjuntos possui o menor elemento
    - A= {3, 5, 1, 9} e B= {4, 7, 8, 0}
- **Algoritmo 2:** Concatenar os dois conjuntos e descobrir qual a posição do menor elemento. Define-se que o primeiro elemento é o menor e realiza-se a comparações com todos os outros. Toda vez que a premissa falhar, o menor elemento é substituído

Conj. Concatenado= {3,5,1,9,4,7,8,0} **Menor elemento = 1**

1 é menor que 0? **NÃO!**

Verificação do Desempenho de um Algoritmo

- **Problema:**
  - Descobrir qual dos dois conjuntos possui o menor elemento
    - A= {3, 5, 1, 9} e B= {4, 7, 8, 0}
- **Algoritmo 2:** Concatenar os dois conjuntos e descobrir qual a posição do menor elemento. Define-se que o primeiro elemento é o menor e realiza-se a comparações com todos os outros. Toda vez que a premissa falhar, o menor elemento é substituído

Conj. Concatenado= {3,5,1,9,4,7,8,0} **Menor elemento = 0**

1 é menor que 0? **NÃO!**

Verificação do Desempenho de um Algoritmo

- **Problema:**
  - Descobrir qual dos dois conjuntos possui o menor elemento
    - A= {3, 5, 1, 9} e B= {4, 7, 8, 0}
- **Algoritmo 2:** Concatenar os dois conjuntos e descobrir qual a posição do menor elemento. Define-se que o primeiro elemento é o menor e realiza-se a comparações com todos os outros. Toda vez que a premissa falhar, o menor elemento é substituído

Conj. Concatenado= {3,5,1,9,4,7,8,0}

Como o 0 estava na segunda metade do conjunto concatenado, então o menor elemento estava em B.

Verificação do Desempenho de um Algoritmo

- **Problema:**
  - Descobrir qual dos dois conjuntos possui o menor elemento
    - A= {3, 5, 1, 9} e B= {4, 7, 8, 0}
- **Algoritmo 2:** Concatenar os dois conjuntos e descobrir qual a posição do menor elemento. Define-se que o primeiro elemento é o menor e realiza-se a comparações com todos os outros. Toda vez que a premissa falhar, o menor elemento é substituído

Con

São realizadas 7 comparações no total.
Considerando o número de elementos de cada conjunto igual a **N**, são realizadas **2N-1** comparações.

Verificação do Desempenho de um Algoritmo

- **Problema:**
  - Descobrir qual dos dois conjuntos possui o menor elemento
    - A= {3, 5, 1, 9} e B= {4, 7, 8, 0}
- **Algoritmo 1:** Executado em N^2 comparações
- **Algoritmo 2:** Executado em 2N-1 comparações
  - Para N muito grande, o algoritmo 2 se torna mais eficiente

Para evitar que a eficiência de um algoritmo seja medida em função de parâmetros dependentes de uma máquina, utiliza-se como parâmetro de análise o número máximo de passos computacionais que o algoritmo precisa para terminar.

Exemplos de Problemas Resolvidos por Algoritmos

- Projeto Genoma
  - Análise da sequência de genes humanos requer algoritmos eficientes dada a grande quantidade de dados de entrada
- Internet
  - Busca de menor caminho entre qualquer par origem-destino na rede é um exemplo clássico que requer algoritmos eficientes dado o número enorme de nós na Internet
- Comércio eletrônico
  - Análise de bancos de dados com informações sigilosas de usuários também requer algoritmos eficientes para tornar a busca e verificação a mais rápida possível

Exemplos de Problemas Resolvidos por Algoritmos

- Projeto Genoma
  - Análise da sequência de genes humanos requer algoritmos eficientes dada a grande quantidade de dados de entrada
- Internet
  - Busca de melhor caminho entre qualquer par origem-destino é um problema clássico que requer algoritmos eficientes dado o número enorme de nós na Internet
- Comércio Eletrônico
  - Análise de bancos de dados com informações sigilosas de usuários também requer algoritmos eficientes para tornar a busca e verificação a mais rápida possível

Os algoritmos estão em todo lugar!

Representação dos Dados

- Dados de entrada e saída dos algoritmos devem:
  - Ser representados de maneira estruturada
    - A **estrutura deve ser conhecida** e deve estar **de acordo com o algoritmo utilizado**
      - Definição de interfaces, protótipos de função
  - Descrever as característica de uma instância e da solução encontrada para o problema

Estruturas de Dados

- **São formas de armazenar e organizar dados para facilitar o acesso e as possíveis modificações**
  - Nenhuma estrutura de dados é adequada a todos os casos
    - É importante conhecer os pontos fortes e as limitações de cada uma de acordo com o problema atacado
      - Ex.: Como representar um número inteiro?
        - » Inteiro com 8 bits → Ocupa pouca memória, mas representa até 256 valores
        - » Inteiro com 32 bits → Ocupa mais memória, mas representa mais de 4 bilhões de valores
  - Dependem do sistema operacional

Representação dos Dados

- Dados de entrada e saída dos algoritmos devem:
  - Ser representados de maneira estruturada
    - A **estrutura deve ser conhecida** e deve estar **de acordo com o algoritmo utilizado**
      - Definição de interfaces, protótipos de função
  - Descrever as característica de uma instância e da solução encontrada para o problema

Como representar os dados?

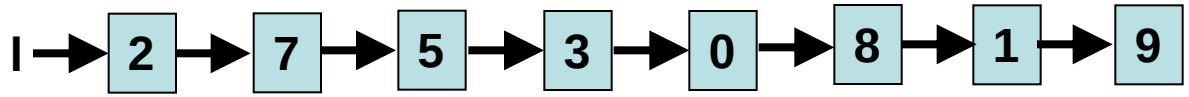
Estruturas de Dados

- As estruturas de dados usadas devem estar de acordo com o algoritmo empregado
  - Algoritmos e estruturas de dados são relacionados
    - **A maneira como os dados são representados determinam as operações possíveis**
    - **As estruturas de dados escolhidas devem contribuir para uma solução eficiente**

Estruturas de Dados

- As estruturas de dados usadas devem estar de acordo com o algoritmo empregado
  - Algoritmos e estruturas de dados são relacionados
    - **A maneira como os dados são representados determinam as operações possíveis**
    - **As estruturas de dados escolhidas devem contribuir para uma solução eficiente**

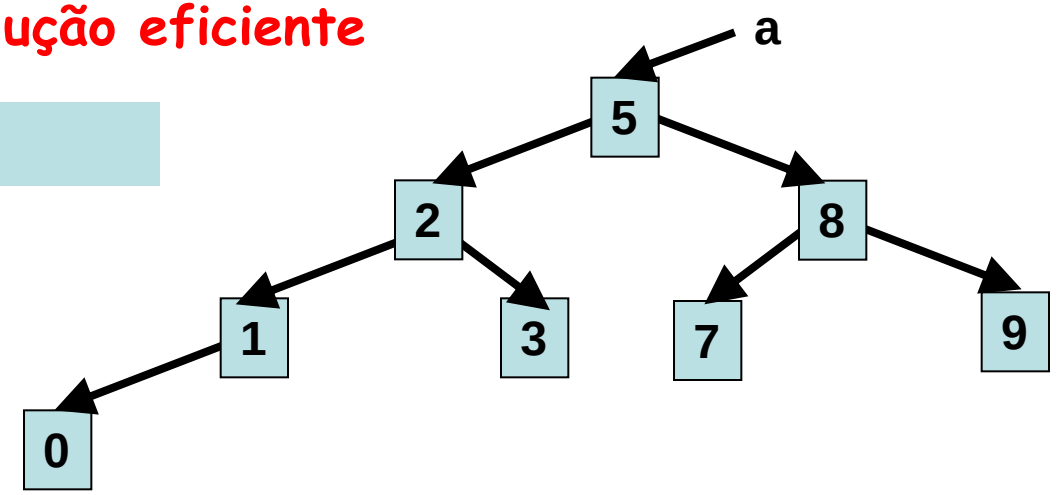
Qual o maior elemento da lista? Qual o número máximo de elementos a pesquisar?



Estruturas de Dados

- As estruturas de dados usadas devem estar de acordo com o algoritmo empregado
  - Algoritmos e estruturas de dados são relacionados
    - **A maneira como os dados são representados determinam as operações possíveis**
    - **As estruturas de dados escolhidas devem contribuir para uma solução eficiente**

E agora?



Algoritmo e Estrutura de Dados

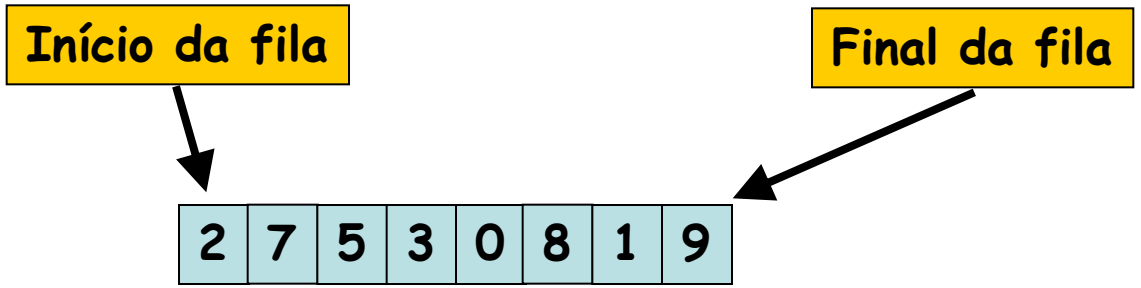
- Resolução de um problema
  - Algoritmo
    - Representação do comportamento de uma solução
    - Possui característica **ESTÁTICA**
      - Sequência de passos definidos previamente
      - Não pode ser alterada durante a resolução do problema
  - Estrutura de dados
    - Representação da informação
    - Possui característica **DINÂMICA**
      - Evolui conforme o algoritmo vai sendo executado
        - » Execução: Evolui no tempo

Algoritmo e Estrutura de Dados

- Exemplo:
  - Algoritmo
    - Insira todo novo elemento no final da fila
  - Estrutura de dados
    - A fila

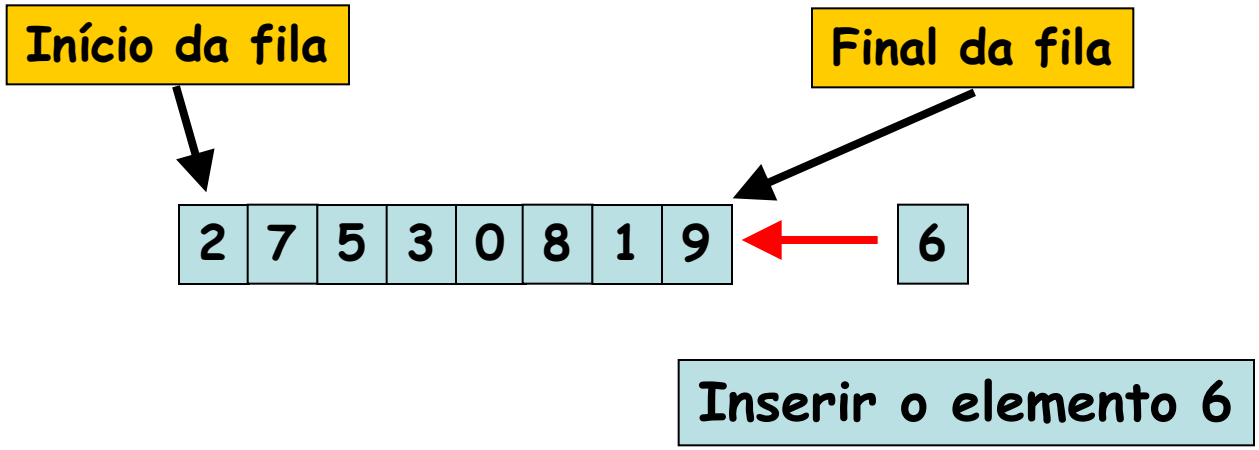
Algoritmo e Estrutura de Dados

- Exemplo:
  - Algoritmo
    - Insira todo novo elemento no final da fila
  - Estrutura de dados
    - A fila



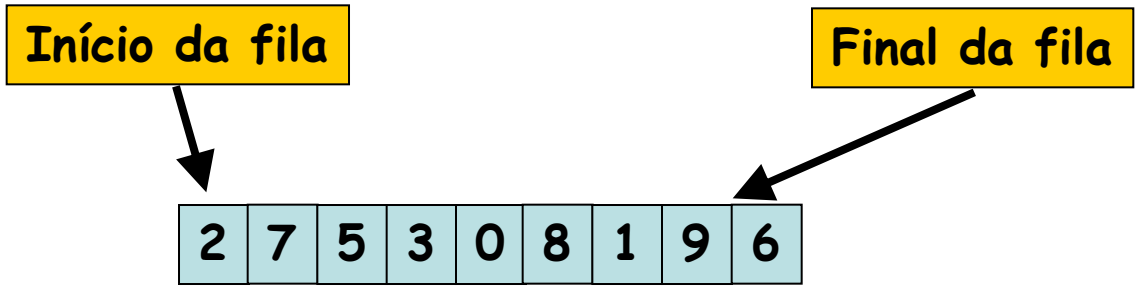
Algoritmo e Estrutura de Dados

- Exemplo:
  - Algoritmo
    - Insira todo novo elemento no final da fila
  - Estrutura de dados
    - A fila



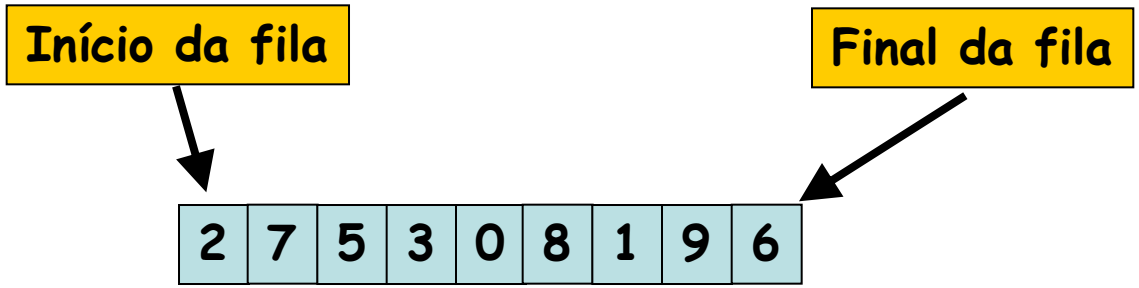
Algoritmo e Estrutura de Dados

- Exemplo:
  - Algoritmo
    - Insira todo novo elemento no final da fila
  - Estrutura de dados
    - A fila



Algoritmo e Estrutura de Dados

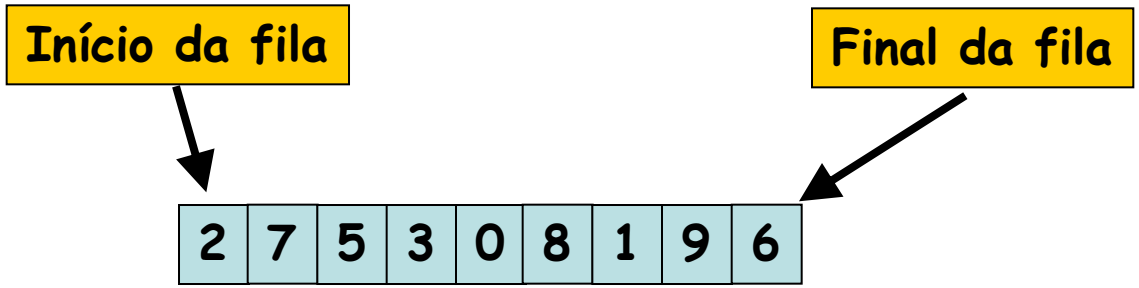
- Exemplo:
  - Algoritmo
    - Insira todo novo elemento no final da fila
  - Estrutura de dados
    - A fila



O algoritmo é o mesmo, mas a lista aumentou

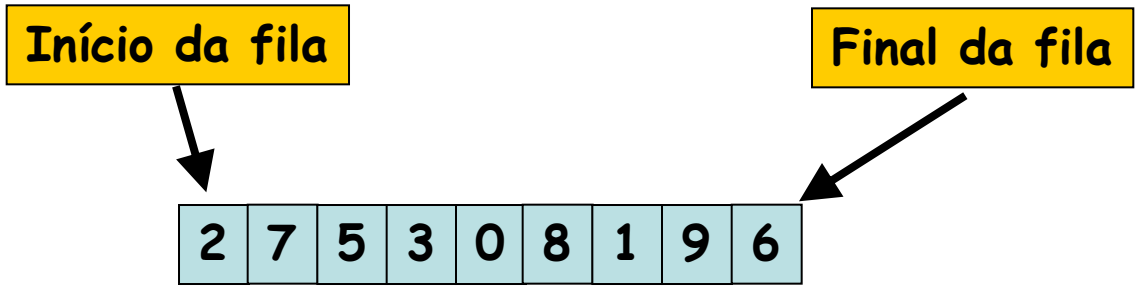
Algoritmo e Estrutura de Dados

- **Estado de execução** de um algoritmo
  - "Retrato" do sistema em um determinado momento da execução do algoritmo
    - Estado atual das estruturas de dados e variáveis



Algoritmo e Estrutura de Dados

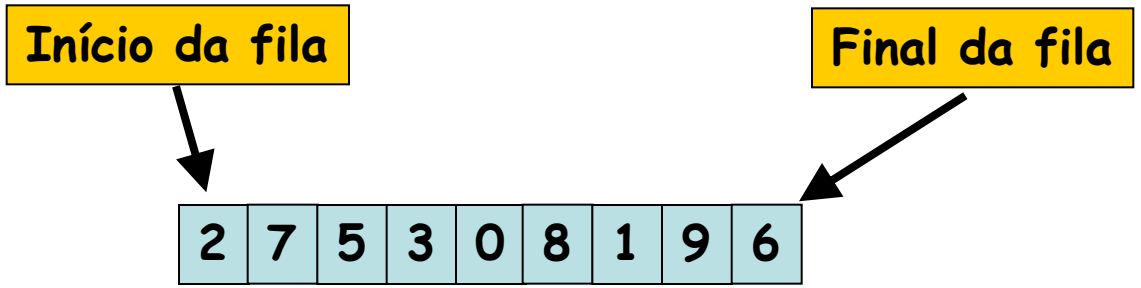
- **Estado de execução** de um algoritmo
  - "Retrato" do sistema em um determinado momento da execução do algoritmo
    - Estado atual das estruturas de dados e variáveis



Ex.: Elementos na fila, qual o último elemento, o primeiro etc.

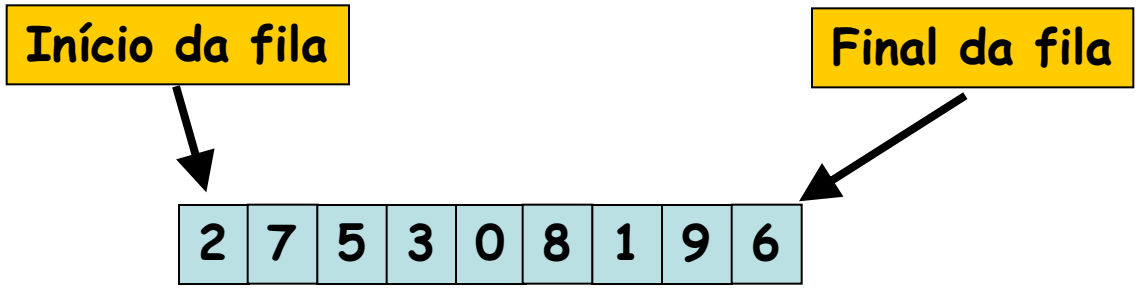
Algoritmo e Estrutura de Dados

- **Ação**
  - Modifica o estado atual do sistema
    - Algoritmo descreve uma sequência de ações que podem ser realizadas para alterar o estado atual do sistema
      - Ações obedecem sempre o mesmo padrão
        - » Característica estática



Algoritmo e Estrutura de Dados

- **Ação**
  - Modifica o estado atual do sistema
    - Algoritmo descreve uma sequência de ações que podem ser realizadas para alterar o estado atual do sistema
      - Ações obedecem sempre o mesmo padrão
        - » Característica estática



Ex.: A ação é a inserção de um determinado elemento no final da fila

Algoritmo e Estrutura de Dados

- Dificuldade
  - Compreensão das características dinâmicas e estáticas
    - Como as estruturas de dados evoluem durante a execução do algoritmo?
    - As estruturas de dados utilizadas são mesmo as mais eficientes?

Algoritmo e Estrutura de Dados

- Dificuldade
  - Compreensão das características dinâmicas e estáticas
    - Como as estruturas de dados evoluem durante a execução do algoritmo?
    - As estruturas de dados utilizadas são mesmo as mais eficientes?

Requisitos necessários para encontrar uma solução adequada para o problema

Desenvolvimento de um Algoritmo + Estrutura de Dados

- Programador:
  - É quem focaliza o problema e o modela computacionalmente
    - Escolhe as ferramentas que lhe permite resolver o problema
- Algoritmos e estruturas de dados
  - Representados por programas
- Programas
  - **Expressos por linguagens computacionais**

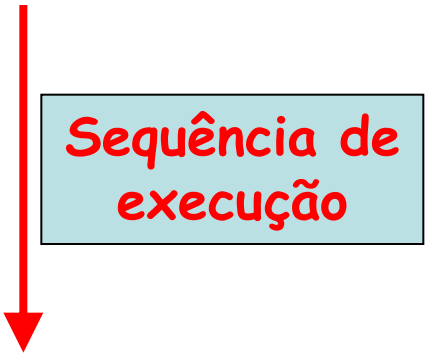
O que é um Programa Computacional?

- É um algoritmo expresso em uma **linguagem de programação** formal onde se conhece...
  - A maneira como representá-lo na linguagem de programação
  - A estrutura de representação dos dados
  - Os tipos e as operações suportados pelo computador

O que é um Programa Computacional?

- Assim como um algoritmo, todo programa é executado:
  - Seguindo uma sequência estática de comandos
    - Exemplo:

```
#include <stdio.h>
main() {
    ENQUANTO condição satisfeita FAÇA
            execute ação 1;
    FIM DO ENQUANTO
    imprimir "Acabou";
}
```



O que é um Programa Computacional?

- Assim como um algoritmo, todo programa é executado:
  - Seguindo uma sequência estática de comandos
    - Exemplo:

```
#include <stdio.h>

main() {
    ENQUANTO condição satisfeita FAÇA
            execute ação 1;
    FIM DO ENQUANTO
    imprimir "Acabou";
}
```

Loop de programação

Sequência de execução

Linguagens de Programação

- Envolve sempre dois aspectos
  - Semântica
    - Significado
  - Sintaxe
    - Forma
- Utiliza estruturas básicas de controle
  - Formas naturais de pensar e adequadas à construção de algoritmos inteligíveis

Linguagens de Programação

- Envolve sempre dois aspectos
  - Semântica
    - Significado
  - Sintaxe
    - Forma
- Utiliza estruturas básicas de controle
  - Formas naturais de pensar e adequadas à construção de algoritmos inteligíveis

```
SE condição satisfeita ENTÃO
            execute ação 1
SENÃO
            execute ação 2
```

-Semântica: Condição e desvio

-Sintaxe: Maneira como se representa a condição e o desvio

Linguagem C

- História do *C*
  - Evolução de duas outras linguagens de programação
    - BCPL (*Basic Combined Programming Language*)
      - Linguagem originalmente para desenvolver compiladores
    - B
      - Versão mais enxuta do BCPL (memória era escassa!)
        - » Só tinha um tipo de dados, a **palavra** definida pela arquitetura do computador
        - » Operadores aritméticos tratavam as palavras como inteiros
        - » Outros operadores tratavam como endereço de memória

```
main() {
    extrn a, b, c;
    putchar(a); putchar(b); putchar(c); putchar('!*n');
}
a 'hell'; b 'o, w'; c 'orld';
```

Linguagem C

- História do C
  - Dennis Ritchie (Bell Laboratories) em 1972
    - Adiciona tipo de dados
  - Linguagem de desenvolvimento do UNIX
  - Independente do Hardware
    - Portabilidade de programas
  - 1989: Padrão ANSI
  - 1990: Publicação do padrão ANSI e ISO
    - ANSI/ISO 9899: 1990

Por que a Linguagem C?

- Permite o desenvolvimento de programas **menores** e mais **rápidos**
  - Programador possui controle maior sobre o código
    - Programador deve:
      - Definir onde armazenar as variáveis na memória
      - Alocar e liberar a memória
      - Trabalhar com endereços de memória
  - Em compensação, a programação é mais detalhada
    - Detalhes que não são "preocupações" em linguagens de mais alto nível como: Linguagens de scripts, Java e C++
- Possui sintaxe simples
  - Não possui muitas funções embutidas

Linguagem C++

- História do C++
  - Extensão do C
  - Bjarne Stroustrup (Bell Laboratories) em 1979
  - Linguagem desenvolvida para análise do kernel do UNIX
  - Extensão do C com características do Simula
  - 1983: Passou de C com classes para C++
  - 1985: Primeira implementação comercial do C++
  - 1998: Primeiro padrão ISO/IEC

Por que a Linguagem C++?

- Aumento de exigências de mercado
  - **Reuso** de software
    - Modularidade, facilidade de modificação
  - **Rapidez, correção e economia**
    - Programação em mais alto nível
- Programação orientada a objetos
  - Objetos: componentes reutilizáveis de software
    - Modelam itens do mundo real
  - Programas orientados a objetos
    - Mais fáceis de compreender, corrigir e modificar

Estrutura de Blocos e Identação

- Formato para apresentação dos programas em linguagens estruturadas
  - Blocos são conjuntos de comandos com uma função bem definida
    - Servem para definir os limites onde as variáveis declaras em seu interior são definidas
    - São delimitadas (por chaves no C)
      - Início é representado por {
      - Fim é representado por }
    - Um bloco contido em outro nunca deve terminar antes que o bloco anterior
  - Identação (Dentear)
    - Serve para facilitar a identificação dos blocos

Estrutura de Blocos e Identação

```
#include <stdio.h>
main() {
    int n = 3;
    IF (n > 5) {
            imprimir "n > 5";
    }
    IF (n <= 5) {
            imprimir "n <= 5";
    }
}
```

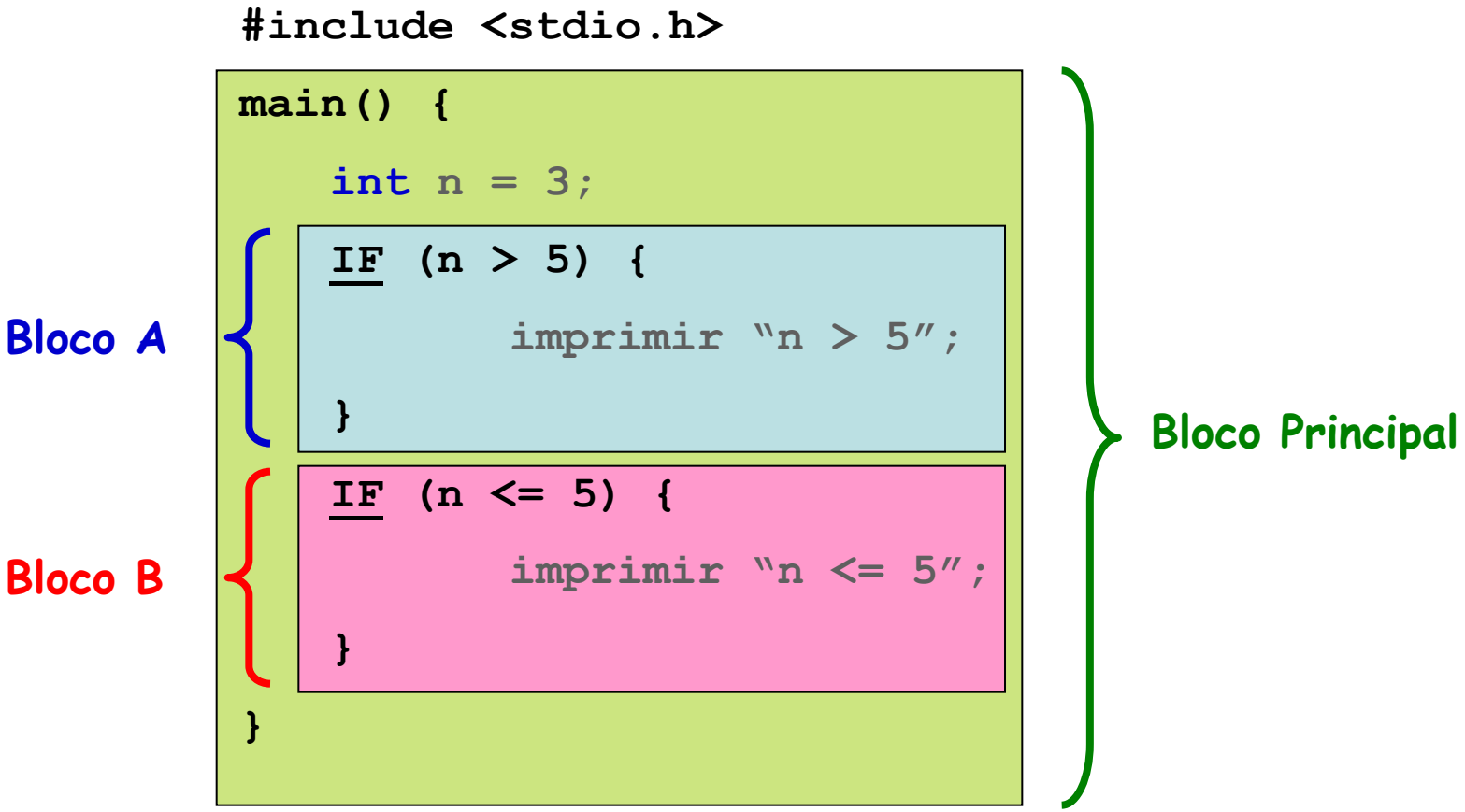
Estrutura de Blocos e Identação

```
#include <stdio.h>
main() {
    int n = 3;
    IF (n > 5) {
        imprimir "n > 5";
    }
    IF (n <= 5) {
        imprimir "n <= 5";
    }
}
```

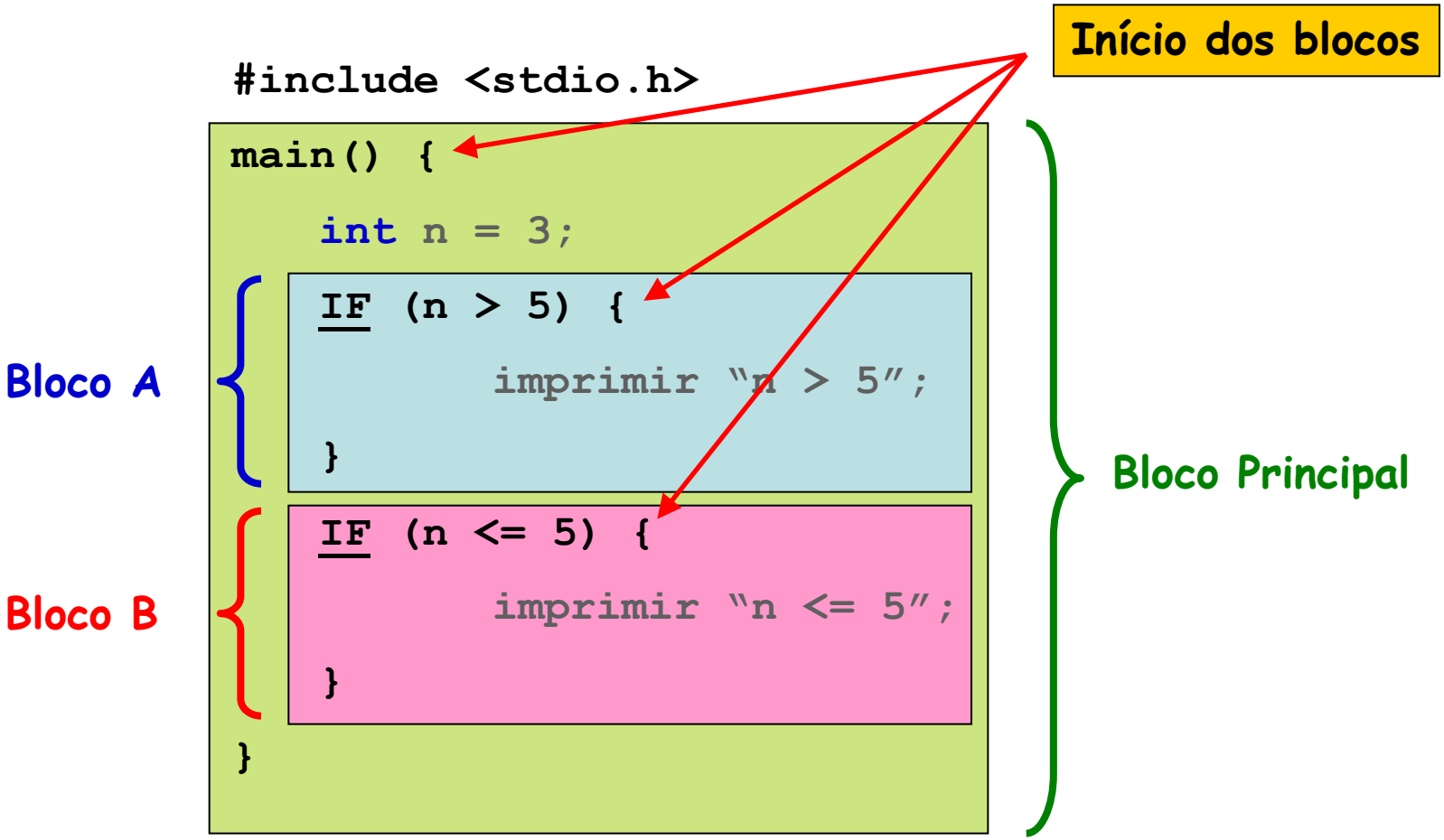
Bloco A

Bloco B

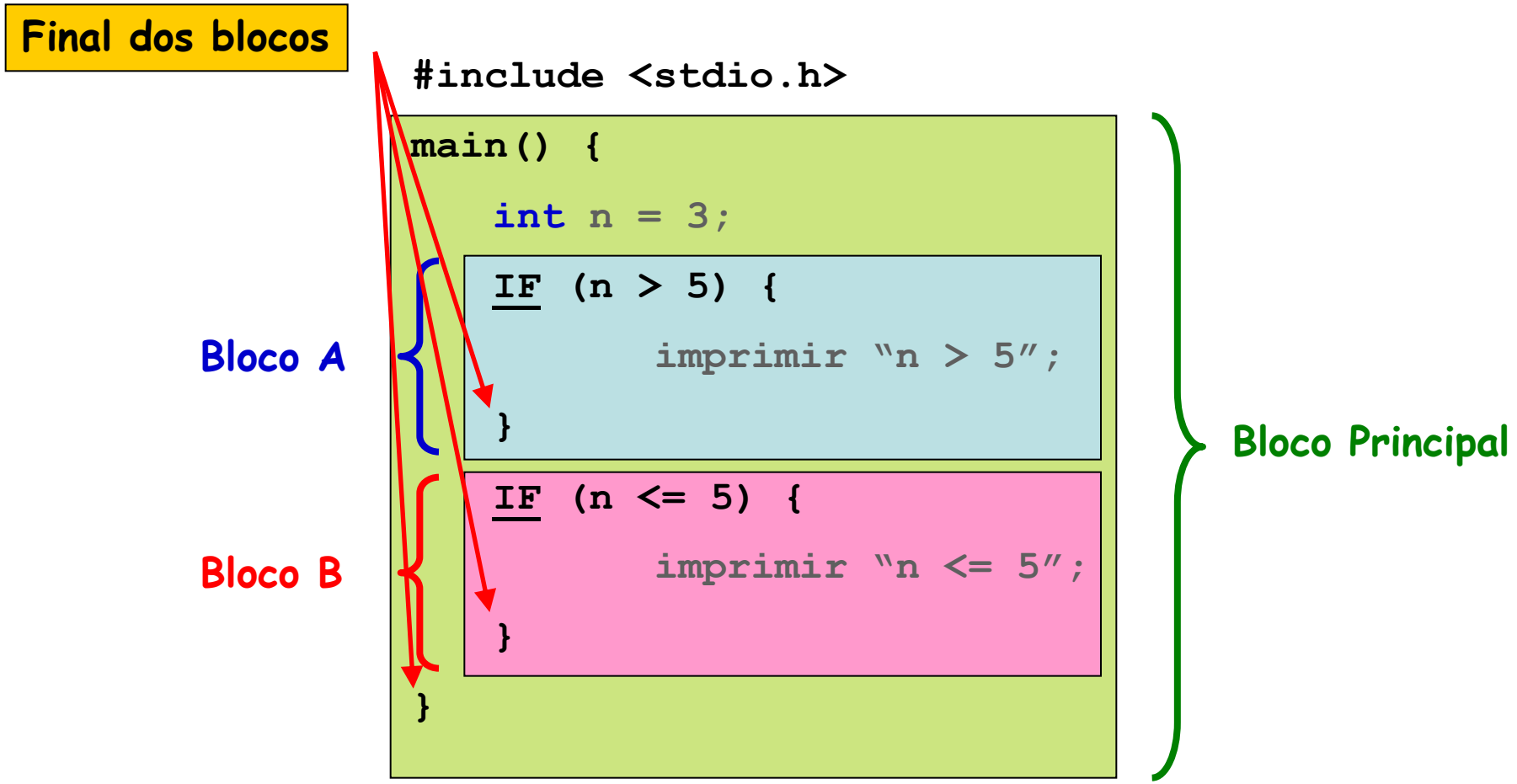
Estrutura de Blocos e Identação



Estrutura de Blocos e Identação



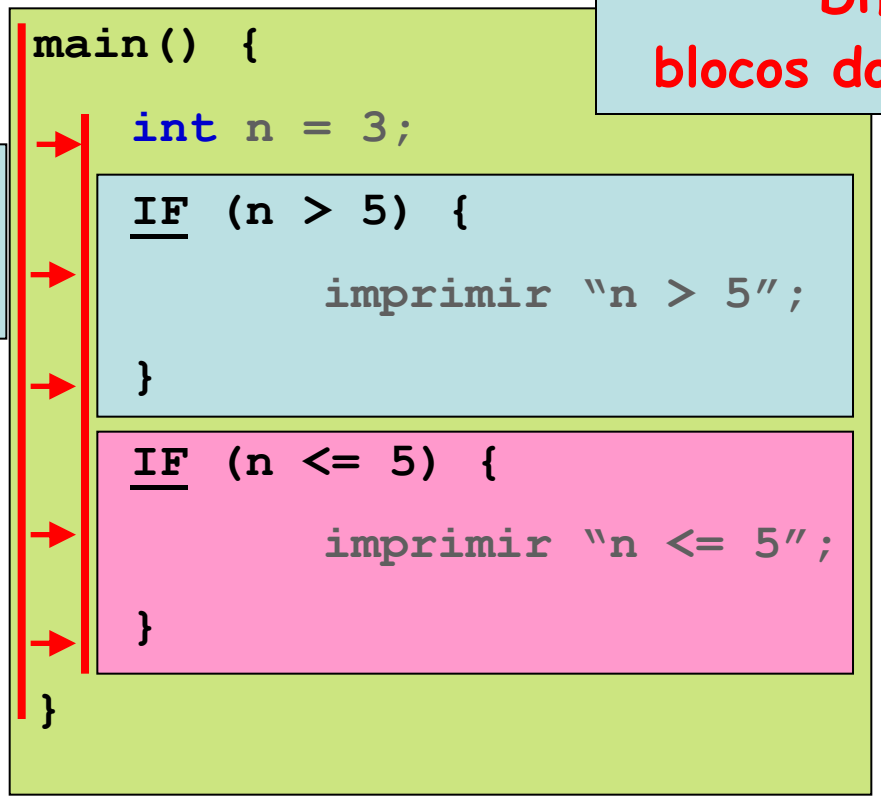
Estrutura de Blocos e Identação



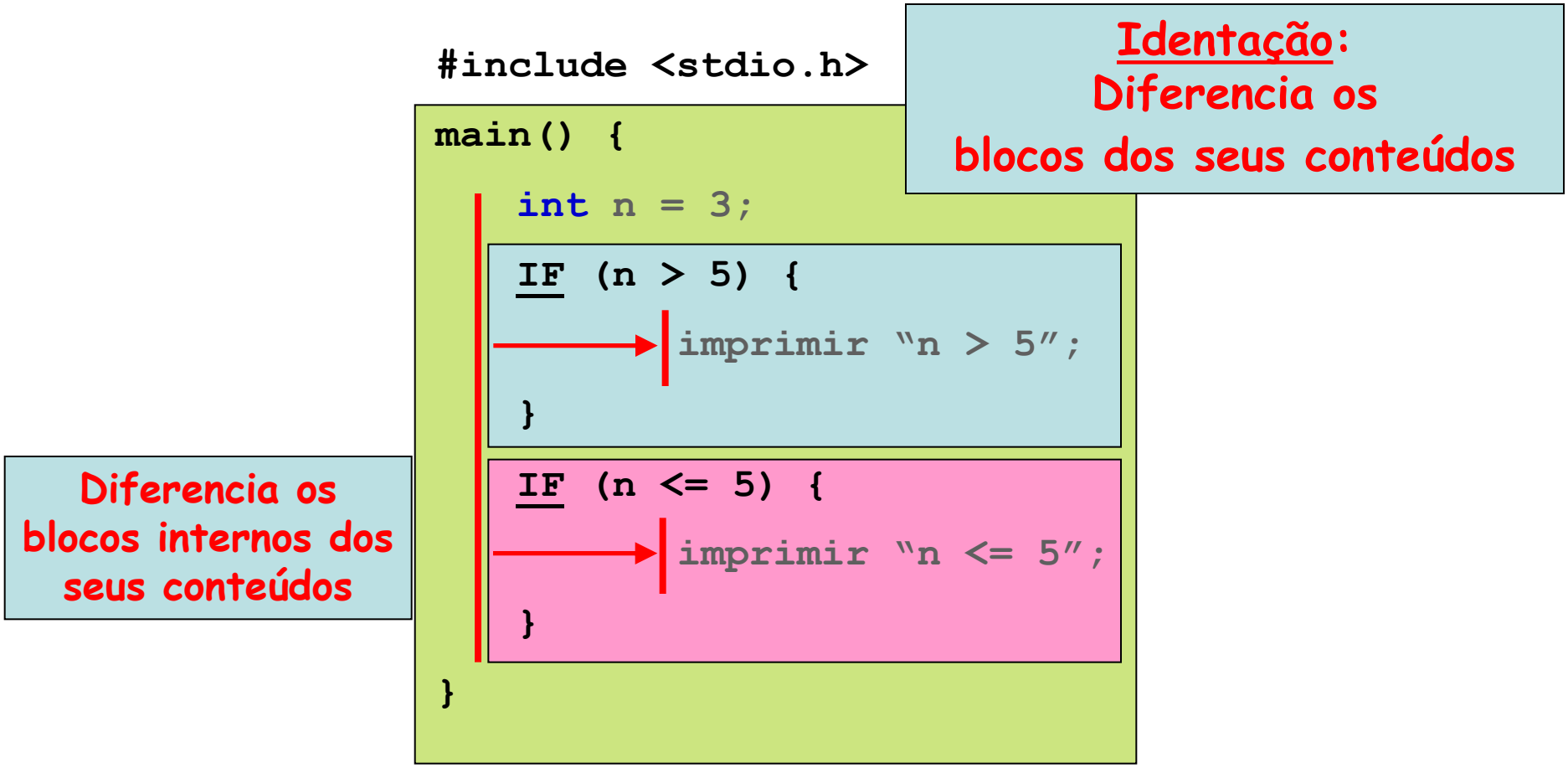
Estrutura de Blocos e Identação

Identação:
Diferencia os
blocos dos seus conteúdos

Diferencia o bloco
principal dos
blocos internos



Estrutura de Blocos e Identação



Estrutura de Blocos e Identação

```
#include <stdio.h>
main() {
    int n = 3;
    IF (n > 5) {
            imprimir "n > 5";
    IF (n <= 5) {
            imprimir "n <= 5";
    }
    }
}
```

O que é impresso na tela?

Estrutura de Blocos e Identação

```
#include <stdio.h>
main() {
    int n = 3;
    IF (n > 5) {
            imprimir "n > 5";
    IF (n <= 5) {
            imprimir "n <= 5";
    }
    }
}
```

Estrutura de Blocos e Identação

```
#include <stdio.h>
main() {
    int n = 3;
    IF (n > 5) {
        imprimir "n > 5";
    IF (n <= 5) {
        imprimir "n <= 5";
    }
    }
}
```


Um bloco NÃO PODE começar antes de um outro terminar e acabar depois!

Estrutura de Blocos e Identação

```
#include <stdio.h>
main() {
    int n = 3;
    IF (n > 5) {
            imprimir "n > 5";
    IF (n <= 5) {
            imprimir "n <= 5";
    }
    }
}
```

Esse código seria compreendido da seguinte maneira:

Estrutura de Blocos e Identação

```
#include <stdio.h>
main() {
    int n = 3;
    IF (n > 5) {
        imprimir "n > 5";
    IF (n <= 5) {
        imprimir "n <= 5";
    }
    }
}
```

Esse código seria compreendido da seguinte maneira:

Um bloco contido no outro

Estrutura de Blocos e Identação

```
#include <stdio.h>

main() {
    int n = 3;
    IF (n > 5) {
        imprimir "n > 5";
        IF (n <= 5) {
            imprimir "n <= 5";
        }
    }
}
```

A boa prática da programação exige identação...

Função

- São programas completos e independentes
  - Podem ser invocados por um outro programa
  - Realizam uma determinada atividade e retornam o resultado obtido quando houver

```
#include <stdio.h>

main() {
    SE condição satisfeita ENTÃO
            função1("a");
    FIM DO SE
}
```

```
função1(char c) {
    imprimir(c);
}
```

Como um Programa é Executado?

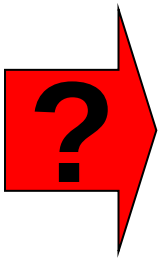
- Linguagens de programação
  - São projetadas em função da **facilidade na construção do código** e da **confiabilidade dos programas**
    - Quanto mais próximo a linguagem de programação estiver da forma de raciocínio humano, mais intuitivo se torna o programa e mais simples é a programação

```
#include <stdio.h>

main() {

    ENQUANTO condição satisfeita FAÇA

            execute ação 1;

    FIM DO ENQUANTO

    imprimir "Acabou";

}
```

Como um Programa é Executado?

- Entretanto, computadores não entendem a linguagem humana...
  - Computadores entendem sequências de 0's e 1's
    - Chamada de linguagem de máquina

```
#include <stdio.h>
main() {
    ENQUANTO condição satisfeita FAÇA
            execute ação 1;
    FIM DO ENQUANTO
    imprimir "Acabou";
}
```



1	0	1	1	0
0	0	1	1	0
		...		
0	1	0	1	0
0	1	0	0	1

Arquitetura de Computadores em Multiníveis

- Linguagem de programação C++
  - Linguagem de nível alto
    - Abstrai ao máximo do programador detalhes da arquitetura do computador
      - Processador, detalhes da memória, dispositivos de entrada e saída etc.
    - Outros exemplos são C, Java, Fortran etc.

- Linguagem de máquina
  - Linguagem de nível baixo
    - Depende da arquitetura do processador
      - Cada processador define uma arquitetura de conjunto de instruções (*Instruction Set Architecture* - ISA)

Arquitetura de Computadores em Multiníveis

- Existem duas maneiras para decodificar programas
  - Programa em linguagem de nível alto para programa em linguagem de nível baixo
    - **Interpretação**
    - **Tradução**

Interpretação

- Na interpretação **cada** comando em linguagem de programação de alto nível é decodificado e executado
  - Processo realizado **durante** a execução do programa
    - Um comando por vez

- Para isso,
  - Há um programa interpretador sendo executado
    - Um interpretador para cada arquitetura de processador
  - Cada comando do código é visto por esse interpretador como um dado de entrada

Interpretação

- O computador executa programas auxiliares escritos em linguagem de máquina para interpretar cada comando do programa
  - Os programas auxiliares são invocados em uma ordem apropriada de acordo com a ordem de execução do programa
- Etapas da interpretação
  - Obter o próximo comando
  - Examinar e decodificar o comando
  - Executar as ações

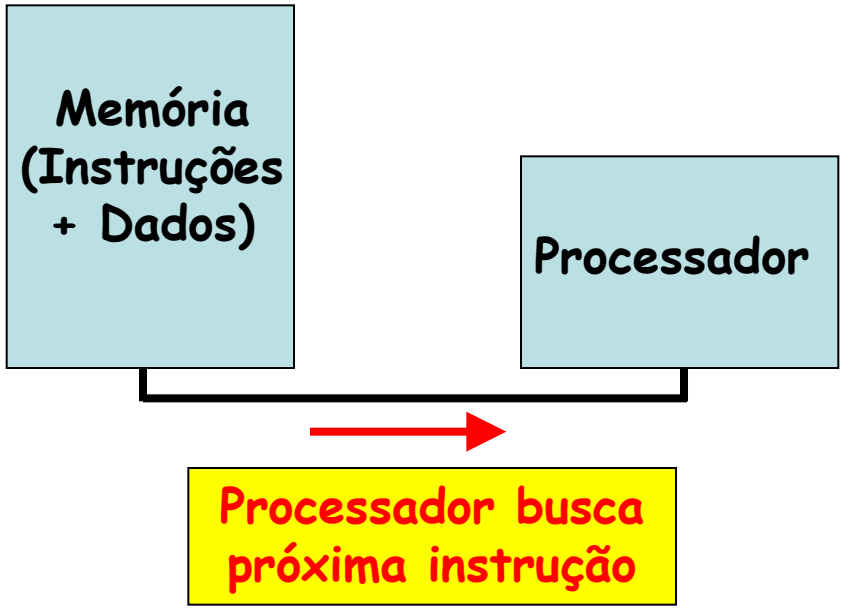
Interpretação

- O computador executa programas auxiliares escritos em linguagem de máquina para interpretar cada comando do programa
  - Os programas auxiliares são invocados em uma ordem apropriada de acordo com a ordem de execução do programa
- Etapas da interpretação
  - Obter o próximo comando
  - Examinar e decodificar o comando
  - Executar as ações

Ciclo de execução de um programa

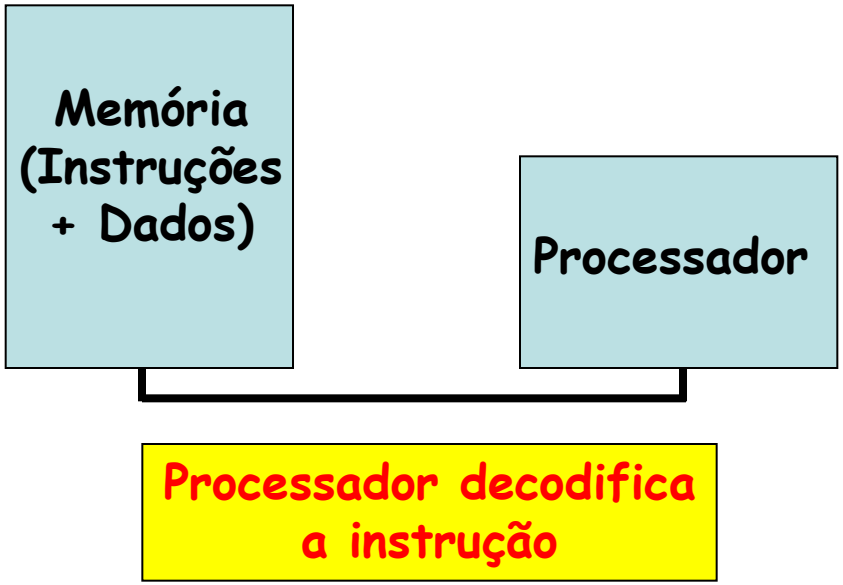
Interpretação

- O **ciclo de execução de um programa** é usado durante o processamento
  - Operação realizada para processar linguagem de nível baixo
    - Ciclo denominado "busca-decodificação-execução"



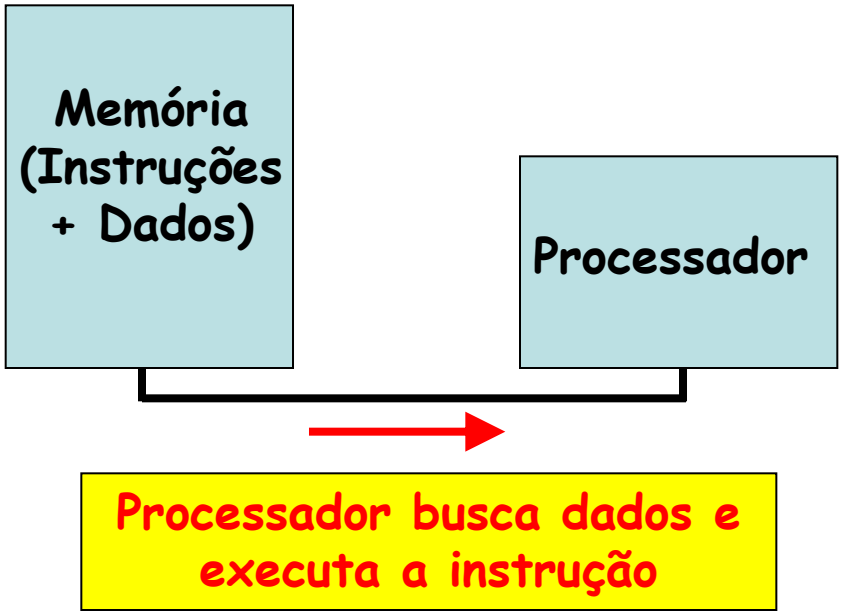
Interpretação

- O **ciclo de execução de um programa** é usado durante o processamento
  - Operação realizada para processar linguagem de nível baixo
    - Ciclo denominado "busca-decodificação-execução"



Interpretação

- O **ciclo de execução de um programa** é usado durante o processamento
  - Operação realizada para processar linguagem de nível baixo
    - Ciclo denominado "busca-decodificação-execução"



Interpretação

- Qual é a relação do ciclo de execução com a interpretação?
  - O ciclo de execução é realizado em um nível mais baixo
    - Com instruções em formato que o processador consegue decodificar
  - A interpretação utiliza o **mesmo processo de "busca-decodificação-execução"** em um nível mais alto
  - Portanto, o processo de interpretação é uma abstração em nível alto de um processo de nível baixo
    - Considera que a linguagem de alto nível é a própria linguagem de baixo nível

Tradução

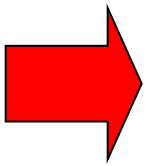
- Programa em linguagem de programação em nível alto é totalmente decodificado em um programa em linguagem de nível baixo
  - Processo realizado **antes** da execução do programa
    - Processo gera um novo programa
    - Programa gerado em nível baixo é equivalente ao programa original em nível alto
- Para isso,
  - Programa é decodificado em um processo chamado de compilação
    - Programa que realiza a compilação é chamado de **compilador**
    - Um compilador para cada arquitetura de processador

Tradução

- A tradução pode ser dividida em duas grandes partes:
  - Análise do programa fonte
    - Dados de entrada
  - Síntese do programa objeto executável

```
#include <stdio.h>
main() {
  int n = 3;
  IF (n > 5) {
    imprimir "n > 5";
  }
  IF (n <= 5) {
          imprimir "n
<= 5";
        }
}
```

Compilação

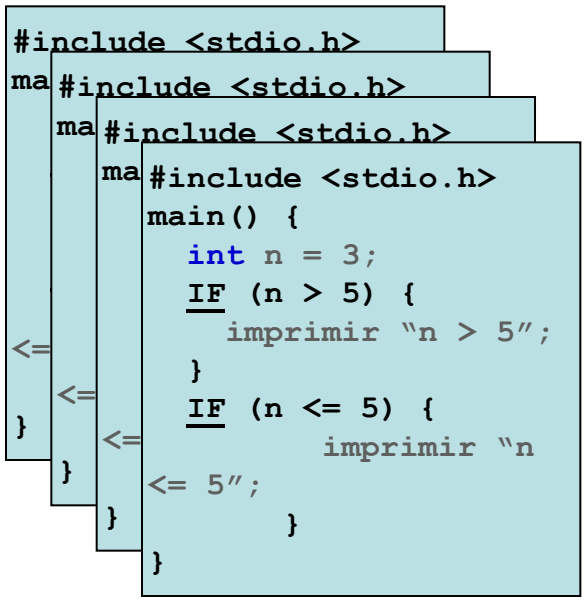


Programa objeto (*.o)

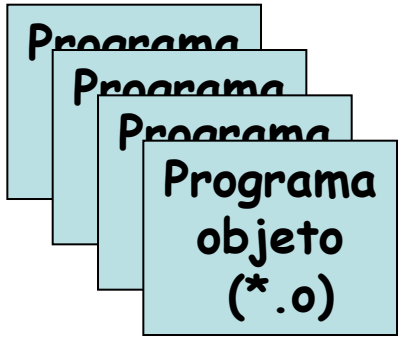
Tradução

- A saída de um processo de compilação consiste em:
  - Programas objetos (*.o)
    - Programas "quase" executáveis
    - Podem fazer referências a dados externos ou outros programas
- Ligação
  - Realizada por um programa **ligador**
  - Une diversos programas objetos em um único programa executável
    - Um programa em alto nível pode ser composto de diversos subprogramas ou pode fazer referência a programas externos ou ainda pode utilizar funções definidas em bibliotecas externas

Tradução



Compilação



Ligação

Programa executável (*.exe)

Execução

n <= 5

Interpretação X Tradução

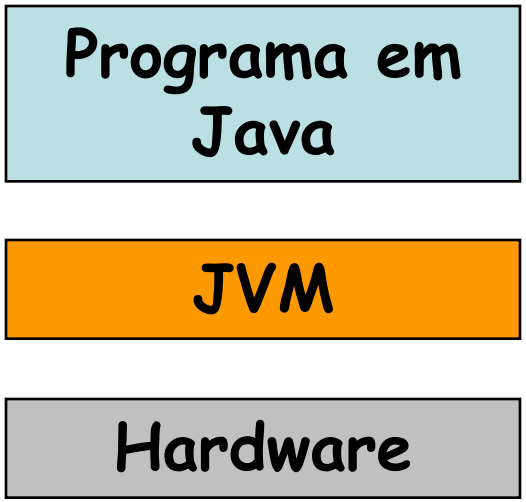
- Compiladores e interpretadores dependem da arquitetura do processador (ISA)
  - Intel x86, SPARC, AMD64 etc.

- Os programas interpretados são **sempre reinterpretados** durante a execução
  - **Independente da arquitetura do processador**
    - Em compensação, o desempenho pode ser mais baixo pois todos os comandos são interpretados antes de executar
- Os programas compilados **não precisam ser recompilados**
  - **Torna a execução mais rápida**
    - Em compensação, é dependente da arquitetura do processador

Estudo de Caso: Linguagem de Programação Java

- Para evitar que todos os programas sejam recompilados para cada arquitetura de processadores
  - O Java utiliza uma máquina virtual (*Java Virtual Machine* - JVM)
  - Assim, os programas são sempre compilados para a mesma arquitetura, a arquitetura da JVM
    - Essa característica torna os programas multiplataformas
      - Funcionam para qualquer arquitetura sem precisar de recompilação
    - Programa compilado chamado de *bytecode*
  - Entretanto, para essa característica ser possível
    - Deve existir uma JVM para cada arquitetura
      - É melhor instalar uma JVM específica e executar qualquer programa do que ter que recompilar cada um dos programas para cada arquitetura

Estudo de Caso: Linguagem de Programação Java



Perguntas

- O que é um problema computacional?
- Para que servem os algoritmos e as estruturas de dados?
- Qual o problema de se tratar um problema com alto nível de abstração?
- Qual a diferença de tradução e interpretação?

Níveis de Linguagens de Programação

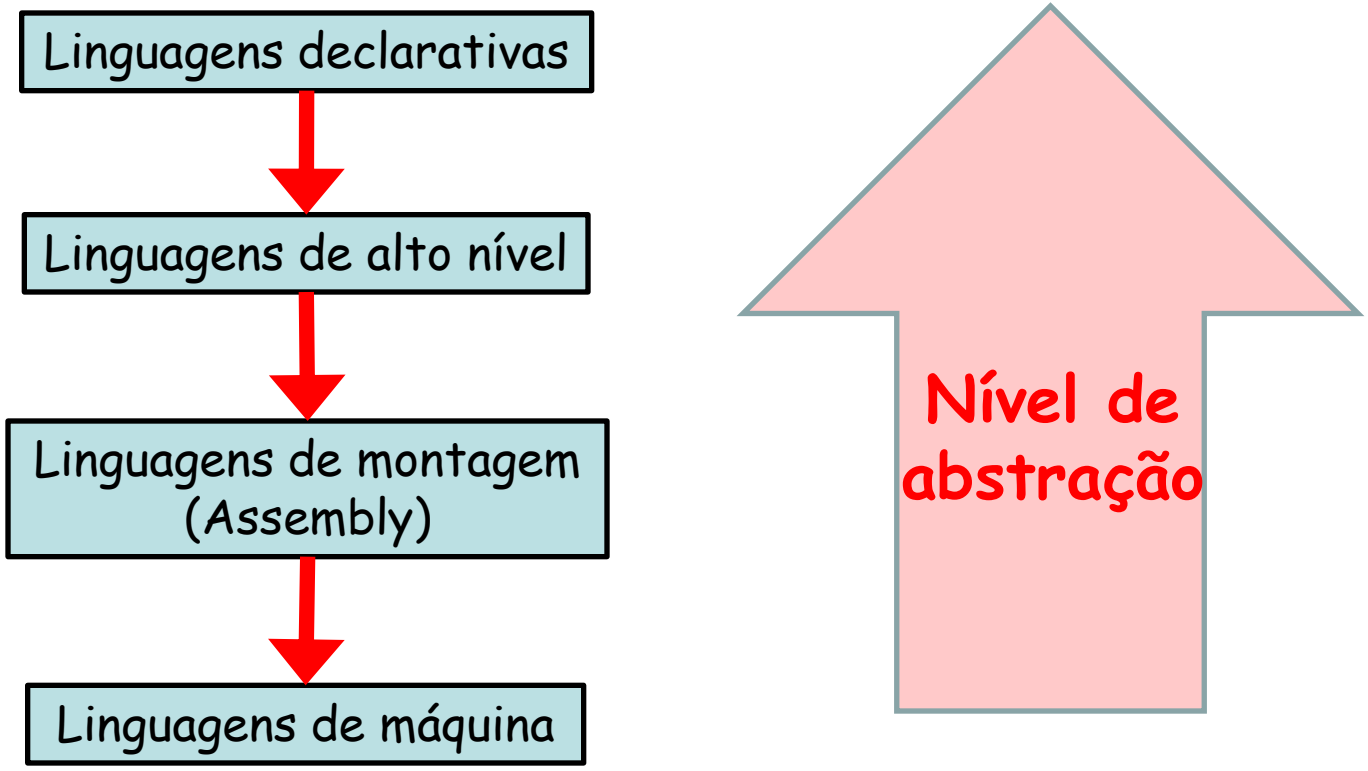
- Afinal quantos níveis de linguagens existem?

- Linguagem de nível alto
  - Representada pelas linguagens que programamos?

Vs.

- Linguagem de nível baixo
  - Representada por linguagens que "detestamos"?

Níveis de Linguagens de Programação



Níveis de Linguagens de Programação

- Linguagens declarativas
  - Linguagens expressivas como a linguagem oral
    - Expressam o que fazer ao invés de como fazer
- Linguagens de alto nível
  - Linguagens típicas de programação
    - Permitem que algoritmos sejam expressos em um nível e estilo de escrita fácil para leitura e compreensão
    - Possuem características de portabilidade já que podem ser transferidas de uma máquina para outra
- Linguagens de montagem e linguagens de máquina
  - Linguagens que dependem da arquitetura da máquina
    - Linguagem de montagem é uma representação simbólica da linguagem de máquina associada

Níveis de Linguagens de Programação

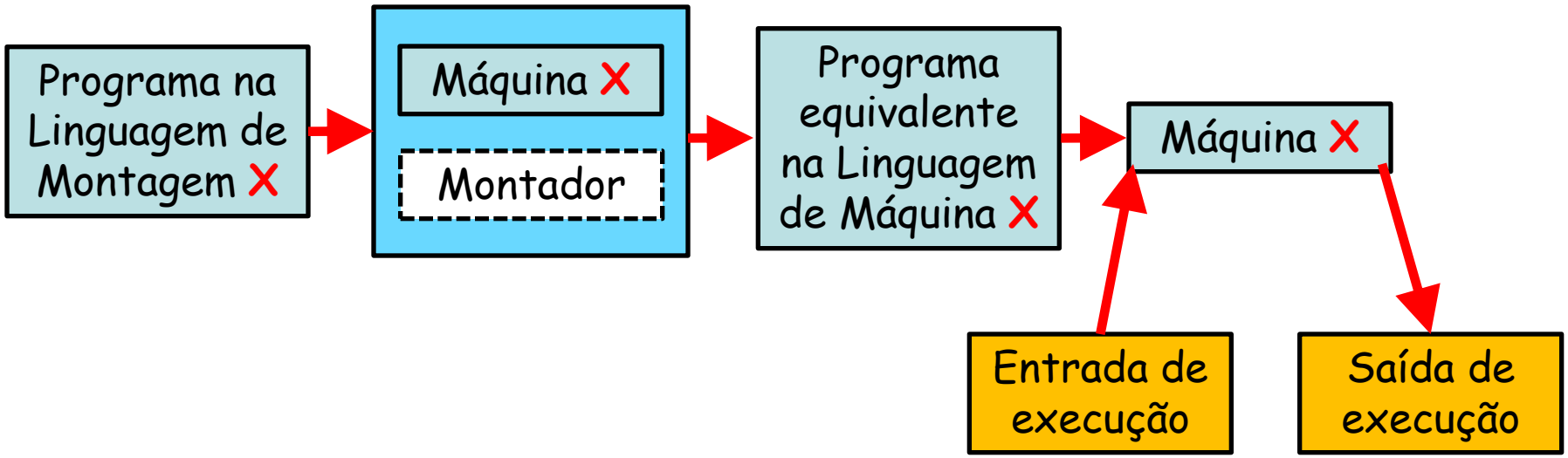
Pascal	Linguagem de Montagem	Linguagem de Máquina
Z:= W+X*Y	LOAD 3,X	41 3 0C1A4
	MULTIPLY 2,Y	3A 2 0C1A8
	ADD 3,W	1A 3 0C1A0
	STORE 3,Z	50 3 0C1A4

Níveis de Linguagens de Programação

Pascal	Linguagem de Montagem	Linguagem de Máquina
Z:= W+X*Y	LOAD 3,X	41 3 0C1A4
	MULTIPLY 2,Y	3A 2 0C1A8
	ADD 3,W	1A 3 0C1A0
	STORE 3,Z	50 3 0C1A4

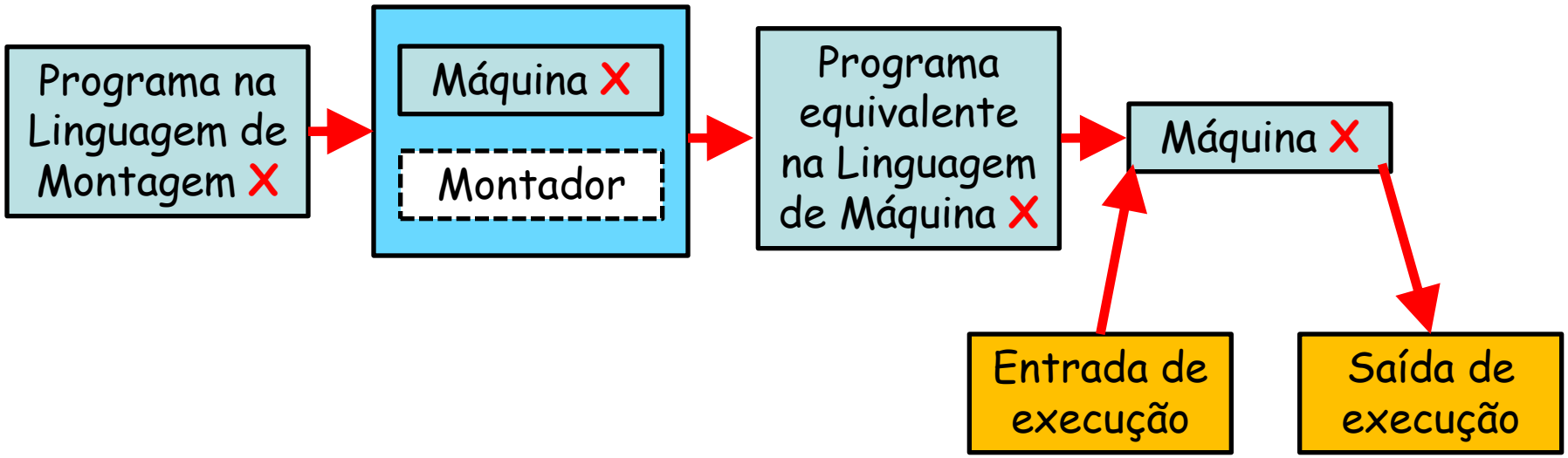
Programa Montador

- Responsável por converter o programa na linguagem de máquina correspondente



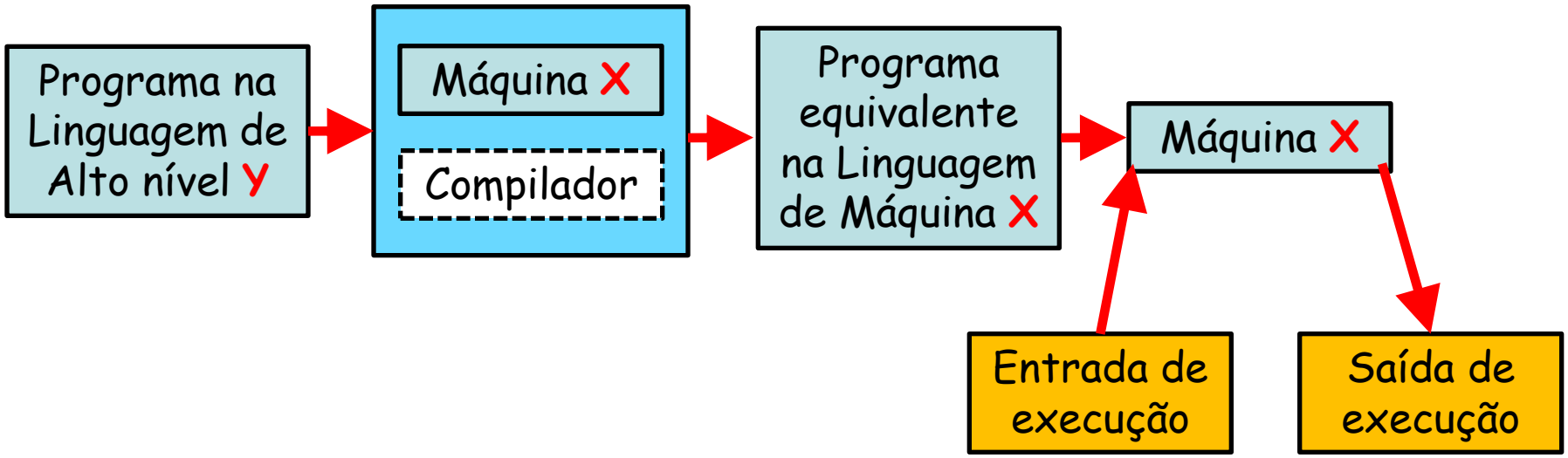
Programa Montador

- Responsável por converter o programa na linguagem de máquina correspondente

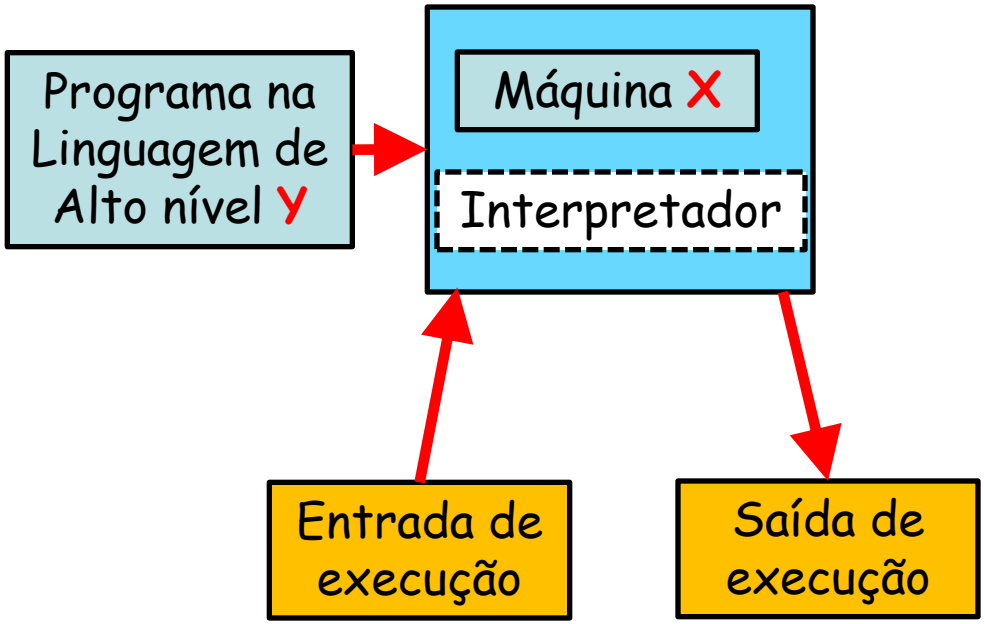


Como ficaria o programa compilador? E o interpretador?

Programa Compilador



Programa Interpretador



Paradigmas de Programação em Alto Nível

Programação Imperativa

Programação Imperativa

- Chamada também de programação algorítmica
- Descreve a computação em detalhes em termos de **sentenças** que mudam o estado do programa
  - Define sequências de comandos para o computador executar
    - Semelhante a uma linguagem oral imperativa:
      - **Chefe:** - Some dois números!
      - **Chefe:** - Exiba o resultado!
      - **Chefe:** - Volte ao seu trabalho anterior!
      - **Chefe:** - etc.
    - **Relembrando:** Estado de um programa é definido pelas suas estruturas de dados e variáveis

Sentenças

- Menor elemento em uma linguagem de programação imperativa capaz de realizar mudança de estado
  - Sentença simples
    - **Atribuição**: a = a + 1
    - **Chamada**: funcao()
    - **Retorno**: return 0
    - **Desvio**: goto 1
    - **Asserção**: assert(a == 0)

Sentenças

- Menor elemento em uma linguagem de programação imperativa capaz de realizar mudança de estado
  - Sentença composta
    - **Bloco:**
```
begin
        write('Y');
end
```
    - **Condição:**
```
if a>3 then
        write('Y');
else
        write('N');
end
```

Sentenças

- Menor elemento em uma linguagem de programação imperativa capaz de realizar mudança de estado
  - Sentença composta
    - **Chaveamento:**

```
switch (c)
        case 'a':
                alert(); break;
        case 'q':
                quit(); break;
end
```

    - **Laço de repetição:**

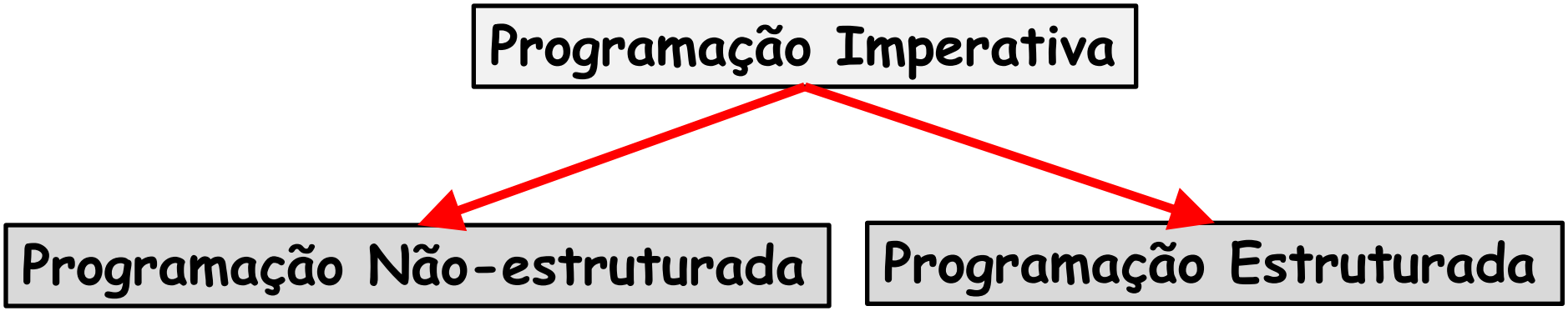
```
while a>3 do
        write('Y');
end
```

Sentenças

- Diferenças nas sintaxes
  - Separação de sentenças
  - Término de sentenças

Linguagem	Separação/Terminação de Sentença
Cobol	. (ponto)
C e C++	; (ponto e vírgula)
Java, Perl	; (ponto e vírgula)
Python	Nova linha
Lua	Espaço em branco (separando)

Paradigmas de Programação em Alto Nível



Programação Não-estruturada

- Tipo de programação **imperativa**
  - Código caracterizado pela presença de sentenças do tipo **goto**
    - Cada sentenças ou linha de código é identificada por um rótulo ou um número
      - **Chefe**: 10 - Imprimir resultado
      - **Chefe**: 20 - Se A+B for maior que C
      - **Chefe**: 30 - Vá para 10
      - **Chefe**: 40 – Se A+B for menor que C
      - **Chefe**: 50 - Some mais 1
  - Oferece liberdade de programação
    - Entretanto...
      - Torna o código complexo

Programação Não-estruturada

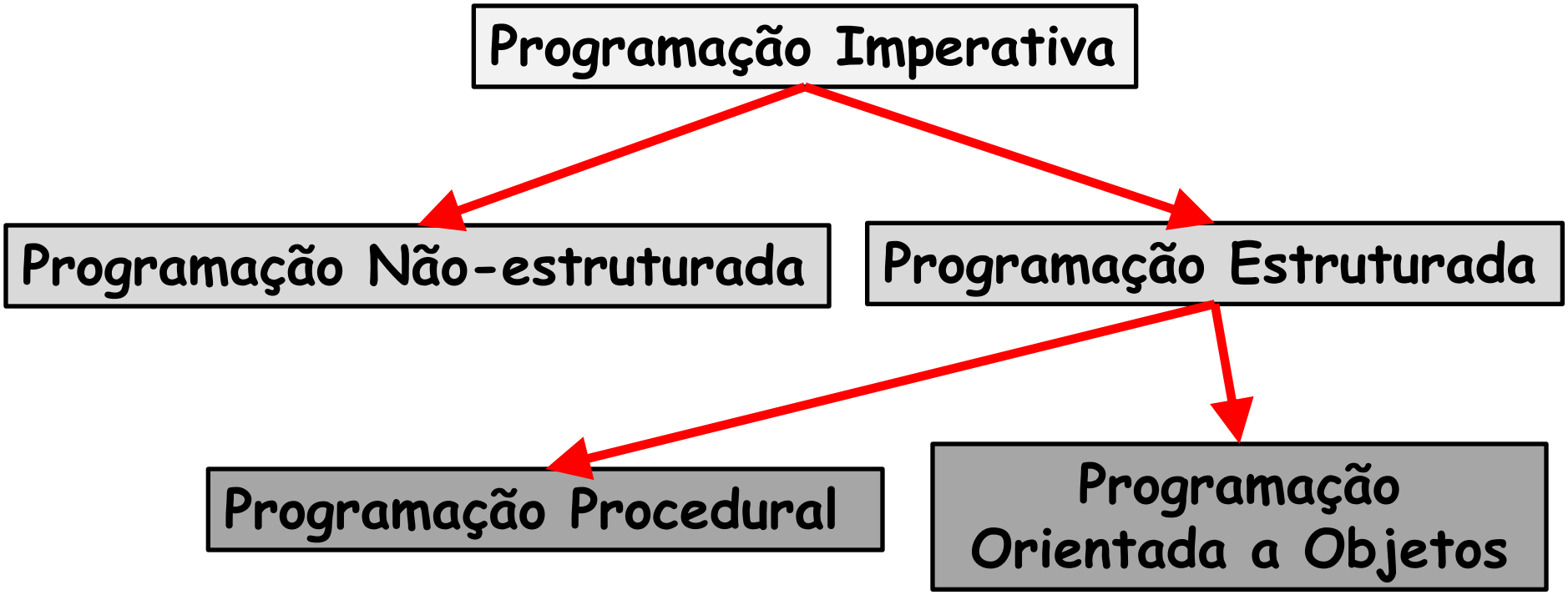
- Tipo de programação **imperativa**
  - Código caracterizado pela presença de sentenças do tipo **goto**
    - Cada sentenças ou linha de código é identificada por um rótulo ou um número
      - **Chefe**: 10 - Imprimir resultado
      - **Chefe**: 20 - Se A+B for maior que C
      - **Chefe**: 30 - Vá para 10
      - **Chefe**: 40 – Se A+B for menor que C
      - **Chefe**: 50 - Some mais 1
  - Oferece liberdade de programação
    - Entretanto...
      - Torna o código complexo

O "goto" e o "if", por algum tempo, eram as únicas estruturas de controle das linguagens de programação. Não existia, p.ex., o "while" nem o "se-então-senão"!

Programação Estruturada

- Tipo de programação **imperativa**
  - Basicamente não utiliza sentenças do tipo **goto**
    - Dispensa os rótulos
      - **Chefe:** - Se A+B for maior que C
      - **Chefe:** - Imprimir resultado
      - **Chefe:** - Caso contrário
      - **Chefe:** - Some mais 1

Paradigmas de Programação em Alto Nível



Programação Procedural

- Tipo de programação **imperativa** e **estruturada** baseada em **procedimentos**
  - Procedimentos são sinônimos de funções, métodos ou sub-rotinas
    - Ex.: Linguagem C
      - **Chefe:** - somar(a, b)
      - **Chefe:** - imprimir("terminado!")
      - **Chefe:** - voltar

Programação Procedural

- Tipo de programação **imperativa** e **estruturada** baseada em **procedimentos**
  - Procedimentos são sinônimos de funções, métodos ou sub-rotinas
    - Ex.: Linguagem C
      - **Chefe:** - somar(a, b)
      - **Chefe:** - imprimir("terminado!")
      - **Chefe:** - voltar

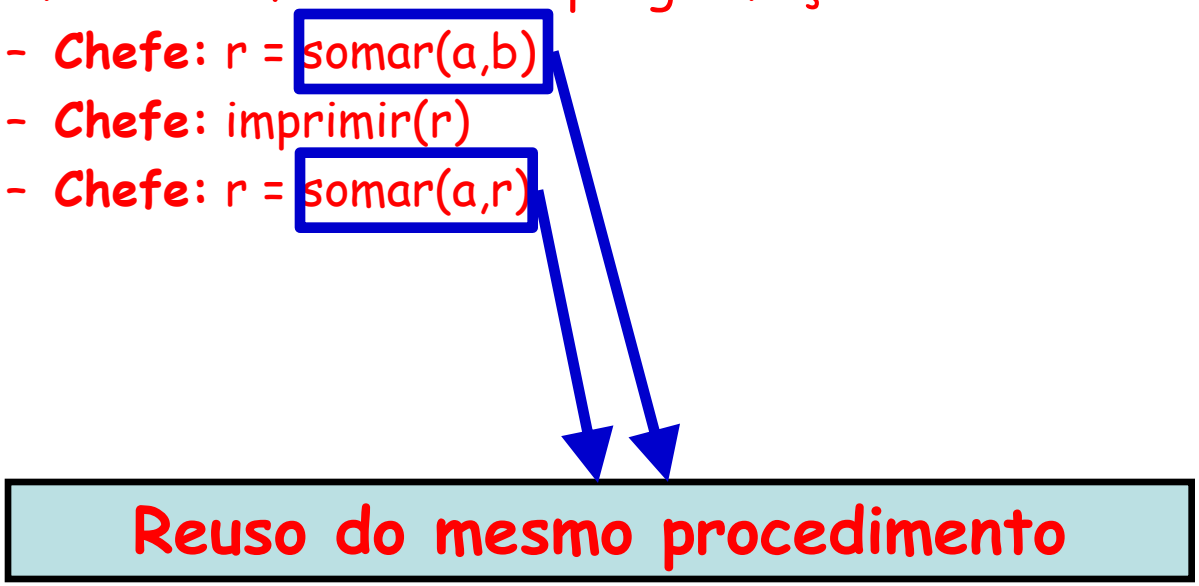
Resolve o problema por partes, subdividindo-o até que a subdivisão seja simples o suficiente para ser resolvida por apenas um procedimento.

Programação Procedural

- Uso de procedimentos permite:
  - Reuso de procedimentos em diferentes partes do código
    - **Chefe:** r = somar(a,b)
    - **Chefe:** imprimir(r)
    - **Chefe:** r = somar(a,r)

Programação Procedural

- Uso de procedimentos permite:
  - Reuso de procedimentos em diferentes partes do código!
    - Aumenta a eficiência da programação
      - **Chefe:** r = somar(a,b)
      - **Chefe:** imprimir(r)
      - **Chefe:** r = somar(a,r)



Programação Orientada a Objetos

- Tipo de programação **imperativa** e **estruturada**, porém...
  - Enquanto a programação procedural é estruturada em...
    - **Procedimentos**
      - Estruturas de dados e algoritmos
  - A programação orientada a objetos é estruturada em...
    - **Classes e objetos**
      - Objetos encapsulam estruturas de dados e procedimentos

Programação Orientada a Objetos

- Tipo de programação **imperativa** e **estruturada**, porém...
  - Enquanto a programação procedural é estruturada em...
    - **Procedimentos**
      - Estruturas de dados e algoritmos
  - A programação orientada a objetos é estruturada em...
    - **Classes e objetos**
      - Objetos encapsulam estruturas de dados e procedimentos

Procedural

```
main() {
    define_carro();
    entra_carro();
    sair_carro();
}
```

Orientada a objetos

```
main() {
    Carro carro;
    carro.entrar();
    carro.sair();
}
```

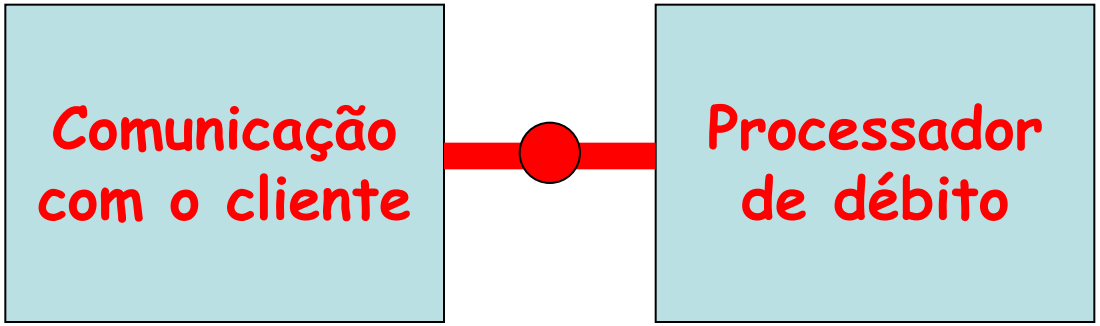
Outros Paradigmas de Programação...

- Programação baseada em eventos
  - Fluxo do programa é determinado pelo surgimento de eventos
    - Eventos podem ser disparados pela recepção de mensagens ou expiração de temporizadores

- Programação orientada a agentes
  - Programa é estruturado em agentes
    - Agente é uma abstração de um software capaz de tomar decisões autônomas
      - Ao invés de métodos e atributos, um **agente possui comportamento**

Outros Paradigmas de Programação...

- Programação orientada a componentes
  - Programa cujo o objetivo é unir blocos funcionais
    - Diferente da orientação a objetos, não há a preocupação em modelar objetos como objetos da vida real



Linguagens de Programação Estruturadas

- Assim como os programadores e as aplicações...
  - As linguagens são especializadas dependendo da aplicação para qual foram desenvolvidas
    - Aplicações **científicas**
      - Especializadas em manipulação de números e vetores
      - Empregam ferramentas matemáticas e estatísticas
      - Requerem mais processamento que entrada e saída de dados
        - » Ex.: Pascal, Fortran, APL
    - Aplicações de **processamento de dados**
      - Especializadas na criação, manutenção, mineração e resumo de dados em registros ou em arquivos
      - Requerem entrada e saída e nem tanto de processamento
        - » Exs.: Cobol e PL/I

Linguagens de Programação Estruturadas

- Assim como os programadores e as aplicações...
  - As linguagens são especializadas dependendo da aplicação para qual foram desenvolvidas
    - Aplicações de **processamento de texto**
      - Especializadas em manipulação de textos em linguagem natural, ao invés de números e dados
        - » Ex.: SNOBOL
    - Aplicações de **inteligência artificial**
      - Especializadas na emulação de comportamento inteligente
      - Incluem algoritmos de jogos, reconhecimento de padrão etc.
        - » Exs.: LISP e Prolog

Linguagens de Programação Estruturadas

- Assim como os programadores e as aplicações...
  - As linguagens são especializadas dependendo da aplicação para qual foram desenvolvidas
    - Aplicações de **programação de sistemas**
      - Especializadas no desenvolvimento de programas para interface entre o programa e o hardware da máquina
      - Lidam com eventos imprevistos como erros
      - Incluem compiladores, interpretadores, montadores etc.
        - » Exs. Ada e Modula-2

Linguagens de Programação Estruturadas

- Assim como os programadores e as aplicações...
  - As linguagens são especializadas dependendo da aplicação para qual foram desenvolvidas
    - Aplicações de **programação de sistemas**
      - Especializadas no desenvolvimento de programas para interface entre o programa e o hardware da máquina
      - Lidam com eventos imprevistos como erros
      - Incluem compiladores, interpretadores, montadores etc.
        - » Exs. Ada e Modula-2

Apesar da motivação inicial de desenvolvimento, com o passar do tempo, as linguagens se tornaram mais versáteis e completas. Ex.: C++, Lua e Python

Critérios de Avaliação e Comparação de Linguagens

- Expressividade
  - Capacidade de refletir com clareza o seu objetivo
    - Ex.: C = A + B

      C := A + B

      (SETQ C(+ A B))

      ADD A, B GIVING C
- Delineamento
  - Capacidade da linguagem não apresentar ambiguidades
- Estruturas e tipos de dados
  - Suporte a diferentes estruturas de dados e tipos
- Modularidade
  - Suporte à subprogramação e à extensão

Critérios de Avaliação e Comparação de Linguagens

- Entrada e saída
  - Suporte a diferentes maneiras de acesso a dados e arquivos
- Portabilidade
  - Dependência de máquinas específicas
- Eficiência
  - Velocidade de compilação/tradução e execução
- Generalidade
  - Capacidade de uso em diferentes aplicações
- Simplicidade de aprendizado

Leitura Recomendada

- Deitel e Deitel, "*C++ How to Program*", 5th edition, Editora Prentice Hall, 2005 -- Capítulo 1
- Waldemar Celes, Renato Cerqueira e José Lucas Rangel, "Introdução a Estrutura de Dados com Técnica de Programação em C", Editora Campus-Elsevier, 2004 -- Capítulo 1
- Andrew S. Tanenbaum, "Livro Organização Estruturada de Computadores", Ed. Pearson, 5a edição -- Capítulo 1
- Allen B. Tucker, "Programming Languages", Editora McGrawHill, 2ª Edição, 1985 -- Capítulo 1