Estácio

ALGORITMOS E COMPLEXIDADE (ARA0174)

AULA 3

DATA: 03/03/2022

Aula 3- ALGORITMOS E COMPLEXIDADE

TEMA 1

ANÁLISE DE ALGORITMOS - NOTAÇÃO O

Estácio

Análise de Algoritmos

- **A análise de algoritmos estuda a correção e o desempenho de algoritmos.**
- **Em outras palavras, a análise de algoritmos procura respostas para perguntas do seguinte tipo:**
  - ***Este algoritmo resolve o meu problema?***
  - ***Quanto tempo o algoritmo consome para processar uma 'entrada' de tamanho n?***

Aula 3- ALGORITMOS E COMPLEXIDADE

TEMA 1 - ANÁLISE DE ALGORITMOS – NOTAÇÃO O

Porque analisar a complexidade dos algoritmos?

- ***A preocupação com a complexidade de algoritmos é fundamental para projetar algoritmos eficientes.***
- ***Podemos desenvolver um algoritmo e depois analisar a sua complexidade para verificar a sua eficiência.***
- ***Mas o melhor ainda é ter a preocupação de projetar algoritmos eficientes desde a sua concepção.***

Aula 3- ALGORITMOS E COMPLEXIDADE

TEMA 1 - ANÁLISE DE ALGORITMOS – NOTAÇÃO O

Análise de Algoritmos

- *Além disso, a análise de algoritmos estuda certos paradigmas (como divisão-e-conquista, programação dinâmica, gula, busca local, aproximação, etc.) que se mostraram úteis na criação de algoritmos para vários problemas computacionais.*

- *A análise de algoritmos foi inventada e difundida por* ***Donald Ervin Knuth*** *(veja a série de livros The Art of Computer Programming / A Arte da Programação de Computador). Knuth foi o pai da ideia de prever o tempo de execução e o consumo de espaço de um algoritmo.*

Aula 3- ALGORITMOS E COMPLEXIDADE

TEMA 1 - ANÁLISE DE ALGORITMOS – NOTAÇÃO O

Análise de Algoritmos

- *Um algoritmo serve para resolver um determinado problema, e todos os problemas têm **sempre uma entrada de dados.***

- *O tamanho dessa entrada (n) tem geralmente **efeito direto no tempo de resposta de um algoritmo.***

Aula 3- ALGORITMOS E COMPLEXIDADE

TEMA 1 - ANÁLISE DE ALGORITMOS – NOTAÇÃO O

Análise de Algoritmos (Cont.)

- ***Dependendo do problema a ser resolvido, já existem algoritmos prontos ou que podem ser adaptados.***

- ***O problema é: Qual algoritmo escolher?***

Aula 3- ALGORITMOS E COMPLEXIDADE

TEMA 1 - ANÁLISE DE ALGORITMOS – NOTAÇÃO O

Vejamos o exemplo a seguir:

- **Sejam 5 algoritmos A_1 a A_5 para resolver um mesmo problema de complexidade diferentes. *(Supomos que uma operação leva 1 ms para ser efetuada).***

- **$T_k(n)$ é a complexidade ou seja o número de operações que o algoritmo efetua para n entradas.**

n	A_1 $T_1(n)= n$	A_2 $T_2(n)=n\log n$	A_3 $T_3(n)=n^2$	A_4 $T_4(n)=n^3$	A_5 $T_5(n)=2^n$
16	0.016s	0.064s	0.256s	4s	1m4s
32	0.032s	0.16s	1s	33s	46 Dias
512	0.512s	9s	4m22s	1 Dia 13h	10^{137} Séculos

tempo necessário para o algoritmo em função de n entradas

Aula 3- ALGORITMOS E COMPLEXIDADE

TEMA 1 - ANÁLISE DE ALGORITMOS – NOTAÇÃO O

Análise assintótica

- Para valores suficientemente pequenos de n, qualquer algoritmo custa pouco para ser executado, mesmo os algoritmos ineficientes;

- A Análise Assintótica é a análise de algoritmos quando realizada para valores grandes de n considerando-se o devido custo computacional das funções do programa;

Aula 3- ALGORITMOS E COMPLEXIDADE

TEMA 1 - ANÁLISE DE ALGORITMOS – NOTAÇÃO O

Tipos de Complexidade

Espacial:

– Este tipo de complexidade representa, por exemplo, o espaço de memória usado para executar o algoritmo.

Temporal:

– Este tipo de complexidade é o mais usado podendo dividir-se em dois grupos:

- Tempo (real) necessário à execução do algoritmo (como podemos medir?)
- Número de instruções necessárias à execução.

Aula 3- ALGORITMOS E COMPLEXIDADE

TEMA 1 - ANÁLISE DE ALGORITMOS – NOTAÇÃO O

Tipos de Complexidade

- Em ambos os casos, a complexidade é medida de acordo com **o tamanho dos dados de entrada (n)**.

Estamos mais interessados em calcular a Complexidade Temporal de um algoritmo!.

Aula 3- ALGORITMOS E COMPLEXIDADE

TEMA 1 - ANÁLISE DE ALGORITMOS – NOTAÇÃO O

Complexidade de Algoritmos

- Existem três perspectivas para análise de complexidade:
  - Melhor Caso;
  - Caso Médio;
  - Pior Caso.

- Nas três perspectivas, a função f(n) retorna a complexidade de um algoritmo com entrada de tamanho n.

Análise do Melhor Caso

- Definido pela letra grega Ω (Ômega).
- Busca o *menor tempo de execução* de um algoritmo para uma entrada de tamanho n.
- É pouco usado, por ter aplicação em poucos casos.

- **EXEMPLO:**

  O algoritmo de pesquisa sequencial em um vetor tem complexidade:

$$f(n) = \Omega(1)$$

  – A análise assume que o número procurado seria o primeiro selecionado na lista.

- Abordagem otimista!.

Análise do Caso Médio

- Definido pela letra grega Θ (Theta).
- Deve-se obter a *média dos tempos de execução de todas as entradas de tamanho n*, ou baseado em probabilidade de determinada condição ocorrer.

EXEMPLO:

- O algoritmo de pesquisa sequencial em um vetor tem complexidade:

$$f(n) = \Theta(n/2)$$

- Em média será necessário visitar n/2 elementos do vetor até encontrar o elemento procurado.
  - Melhor aproximação;
  - Muito difícil de determinar na maioria dos casos.

Análise do Pior Caso

- Representado pela letra grega O.
- O maiúsculo. Trata-se da letra grega ômicron maiúscula.
- Baseia-se no maior tempo de execução sobre todas as entradas de tamanho n.
- É o método mais fácil de se obter.

EXEMPLO:

- O algoritmo de pesquisa sequencial em um vetor tem complexidade:

$$f(n) = O(n)$$

- No pior caso será necessário visitar todos os n elementos do vetor até encontrar o elemento procurado.

– Abordagem pessimista!

Análise do Pior Caso

Ao analisarmos algoritmos devemos analisar o PIOR CASO do algoritmo, ou seja:

com o maior número de instruções a ser executado.

Justamente porque isso garante, se for trabalhado uma grande quantidade dados, sabermos qual o PIOR CASO possível para a execução desse algoritmo.

É necessário estar preparado para este tipo de situação, por não saber a "quantidade de dados" recebida.

Análise do Pior Caso

Ao analisarmos algoritmos devemos analisar o PIOR CASO do algoritmo, ou seja:

com o maior número de instruções a ser executado.

Justamente porque isso garante, se for trabalhado uma grande quantidade dados, sabermos qual o PIOR CASO possível para a execução desse algoritmo.

É necessário estar preparado para este tipo de situação, por não saber a "quantidade de dados" recebida.

Análise do Pior Caso

Ao analisarmos algoritmos devemos analisar o PIOR CASO do algoritmo, ou seja:

com o maior número de instruções a ser executado.

Se estamos preparados para o PIOR CASO saberemos como o nosso algoritmo vai funcionar.

Aula 3- ALGORITMOS E COMPLEXIDADE

TEMA 1 - ANÁLISE DE ALGORITMOS – NOTAÇÃO O

Análise do Pior Caso

Ao analisarmos algoritmos devemos analisar o PIOR CASO do algoritmo, ou seja:

com o maior número de instruções a ser executado.

POR EXEMPLO:

Quantas instruções ele executa para um tamanho n (dados)?

Quando perguntamos isso estamos falando do CUSTO DO ALGORITMO.

Aula 3- ALGORITMOS E COMPLEXIDADE

TEMA 1 - ANÁLISE DE ALGORITMOS – NOTAÇÃO O

Análise do Pior Caso

Aquele PIOR CASO possível do CUSTO DO ALGORITMO para todas as entradas de dados do tamanho n.

POR EXEMPLO:

Quantas instruções ele executa para um tamanho n (entrada de dados)?

Quando perguntamos isso estamos falando do CUSTO DO ALGORITMO.

E...

o CUSTO DO ALGORITMO, nesse caso, é o LIMITE SUPERIOR!

Aula 3- ALGORITMOS E COMPLEXIDADE

TEMA 1 - ANÁLISE DE ALGORITMOS – NOTAÇÃO O

Análise do Pior Caso

Aquele PIOR CASO possível do CUSTO DO ALGORITMO para todas as entradas de dados do tamanho n.

LIMITE SUPERIOR???

SIM, pois o custo do algoritmo que nós iremos encontrar NUNCA vai ultrapassar esse LIMITE!.

A NOTAÇÃO O (que trabalharemos na aula), diz que nunca será ultrapassado, o custo do PIOR CASO do algoritmo, desse LIMITE SUPERIOR !!!.

Aula 3- ALGORITMOS E COMPLEXIDADE

TEMA 1 - ANÁLISE DE ALGORITMOS – NOTAÇÃO O

Análise do Pior Caso

Aquele PIOR CASO possível do CUSTO DO ALGORITMO para todas as entradas de dados do tamanho n.

LOGO,

CUSTO DO ALGORITMO ≤ LIMITE ASSINTÓTICO SUPERIOR

Aula 3- ALGORITMOS E COMPLEXIDADE

TEMA 1 - ANÁLISE DE ALGORITMOS – NOTAÇÃO O

Análise do Pior Caso

Aquele PIOR CASO possível do CUSTO DO ALGORITMO para todas as entradas de dados do tamanho n.

ENTÃO,

- **assintoticamente, o custo do algoritmo não é pior do que seu pior caso.**
- **o custo do algoritmo, no máximo é tão ruim quanto ao limite.**
- **não pode ser pior, mas pode ser melhor.**
- **(Dependendo como esse conjunto de entradas (dados) chega no algoritmo).**

Aula 3- ALGORITMOS E COMPLEXIDADE

TEMA 1 - ANÁLISE DE ALGORITMOS – NOTAÇÃO O

A notação O

- Tempo (ou espaço) é contabilizado em número de passos do algoritmo (unidade de armazenamento).
- Análise do algoritmo determina uma função que depende do tamanho da entrada n.

EXEMPLO:

$$10n^3 + 4n - 10$$

- à medida que n aumenta, o termo cúbico começa a dominar.

- A constante do termo cúbico tem relativamente a mesma importância que a velocidade da CPU.

Aula 3- ALGORITMOS E COMPLEXIDADE

TEMA 1 - ANÁLISE DE ALGORITMOS – NOTAÇÃO O

A notação O (Análise)

- **Desprezar constantes aditivas ou multiplicativas.**

  Número de passos 3n será aproximado para n.

- **Interesse assintótico.**
  - **termos de menor grau podem ser desprezados.**

EXEMPLOS:

1. $n^2 + n$ (será aproximado para n^2).

2. $6n^3 + 4n - 9$ será aproximado para n^3.

Aula 3- ALGORITMOS E COMPLEXIDADE

TEMA 1 - ANÁLISE DE ALGORITMOS – NOTAÇÃO O

A notação O (Análise)

- Sabendo como reduzir as funções, vamos entender como trabalhar funções em termos de **NOTAÇÃO O**.

POR EXEMPLO:

FUNÇÕES REDUZIDAS	PARA ====>	NOTAÇÃO O
$f(n) = 1$		$O(1)$
$f(n) = n$		$O(n)$
$f(n) = n^2$		$O(n^2)$
$f(n) = n^3$		$O(n^3)$

Aula 3- ALGORITMOS E COMPLEXIDADE

TEMA 1 - ANÁLISE DE ALGORITMOS – NOTAÇÃO O

A notação O (Análise)

- Sabendo como reduzir as funções, vamos entender como trabalhar funções em termos de **NOTAÇÃO O**.

POR EXEMPLO:

FUNÇÕES REDUZIDAS	PARA ====>	NOTAÇÃO O
$f(n) = 1$		$O(1)$
$f(n) = n$		$O(n)$
$f(n) = n^2$		$O(n^2)$
$f(n) = n^3$		$O(n^3)$

CADA UM DESSES ALGORITMOS NÃO PODE ULTRAPASSAR O LIMITE ESTABELECIDO !

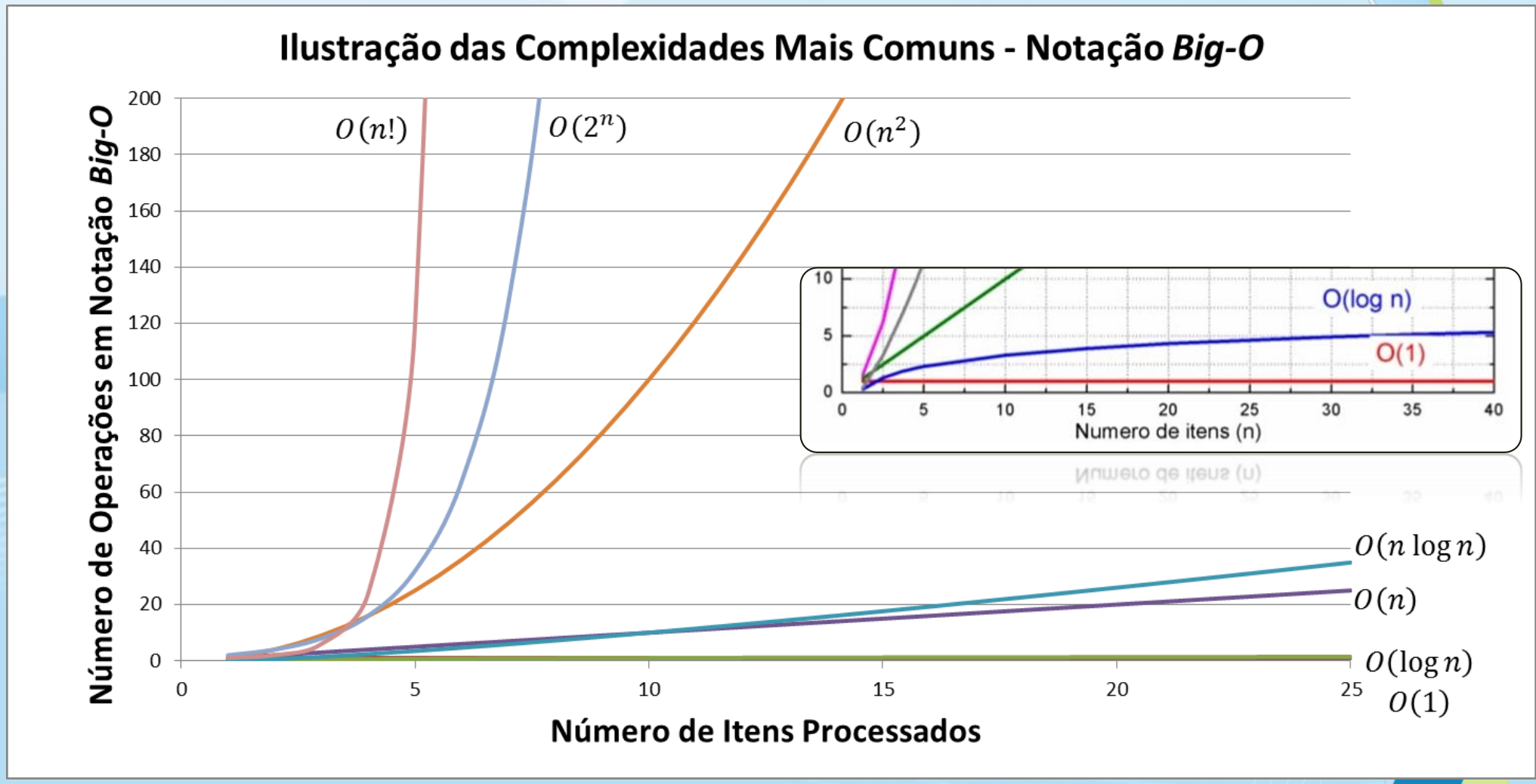
Aula 3- ALGORITMOS E COMPLEXIDADE

TEMA 1 - ANÁLISE DE ALGORITMOS – NOTAÇÃO O

Classes de Algoritmos (Análise)

Gráfico de cada complexidade em função de N

(DEMONSTRA COMO OS TEMPOS DE EXECUÇÃO SÃO AFETADOS PELO NÚMERO DE ITENS



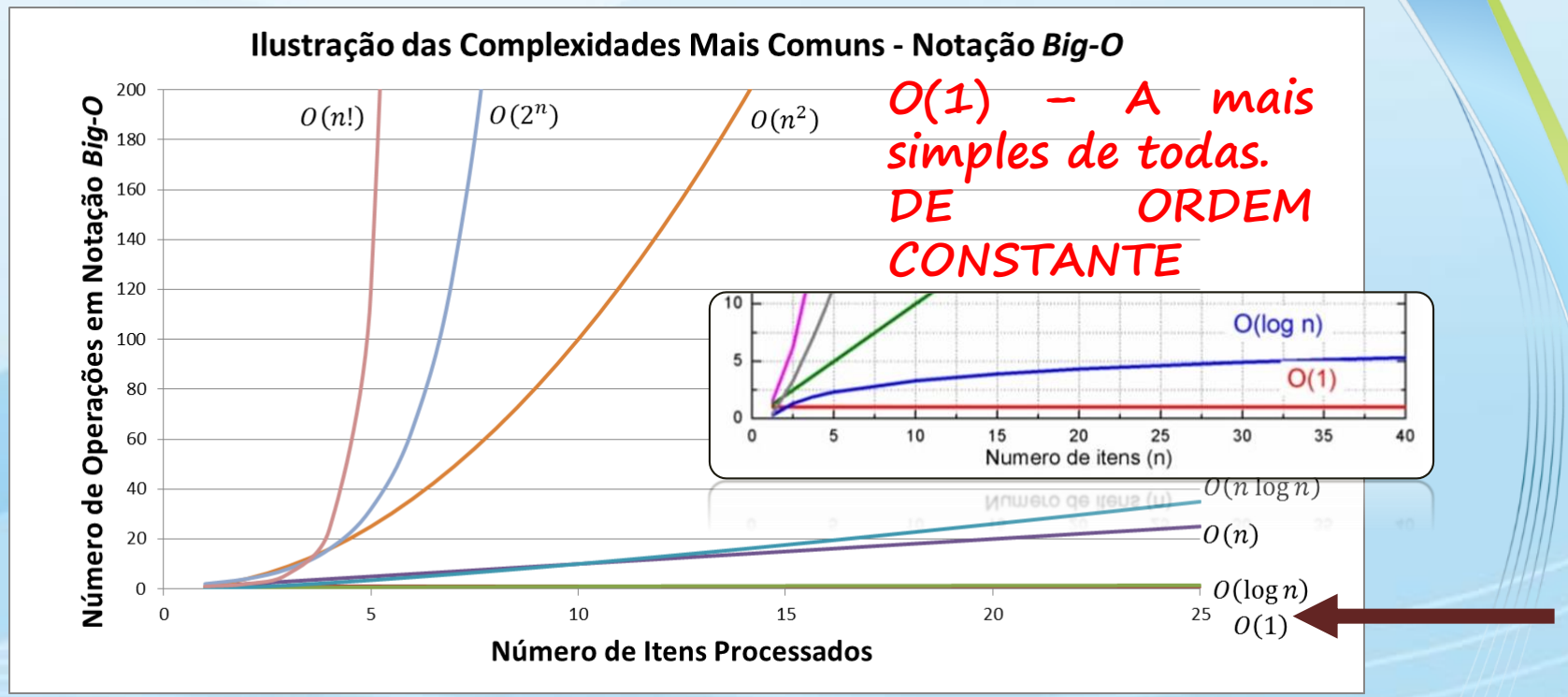
Aula 3- ALGORITMOS E COMPLEXIDADE

TEMA 1 - ANÁLISE DE ALGORITMOS – NOTAÇÃO O

Classes de Algoritmos (Análise)

Gráfico de cada complexidade em função de N

(DEMONSTRA COMO OS TEMPOS DE EXECUÇÃO SÃO AFETADOS PELO NÚMERO DE ITENS



- **Independentemente do tamanho dos dados de entrada, a quantidade de instruções executadas é sempre a mesma (CONSTANTE).**

Ou seja, independentemente se o tamanho de entrada n for grande ou pequeno, os algoritmos que fazem parte dessa classe sempre executaram a mesma quantidade de instruções.

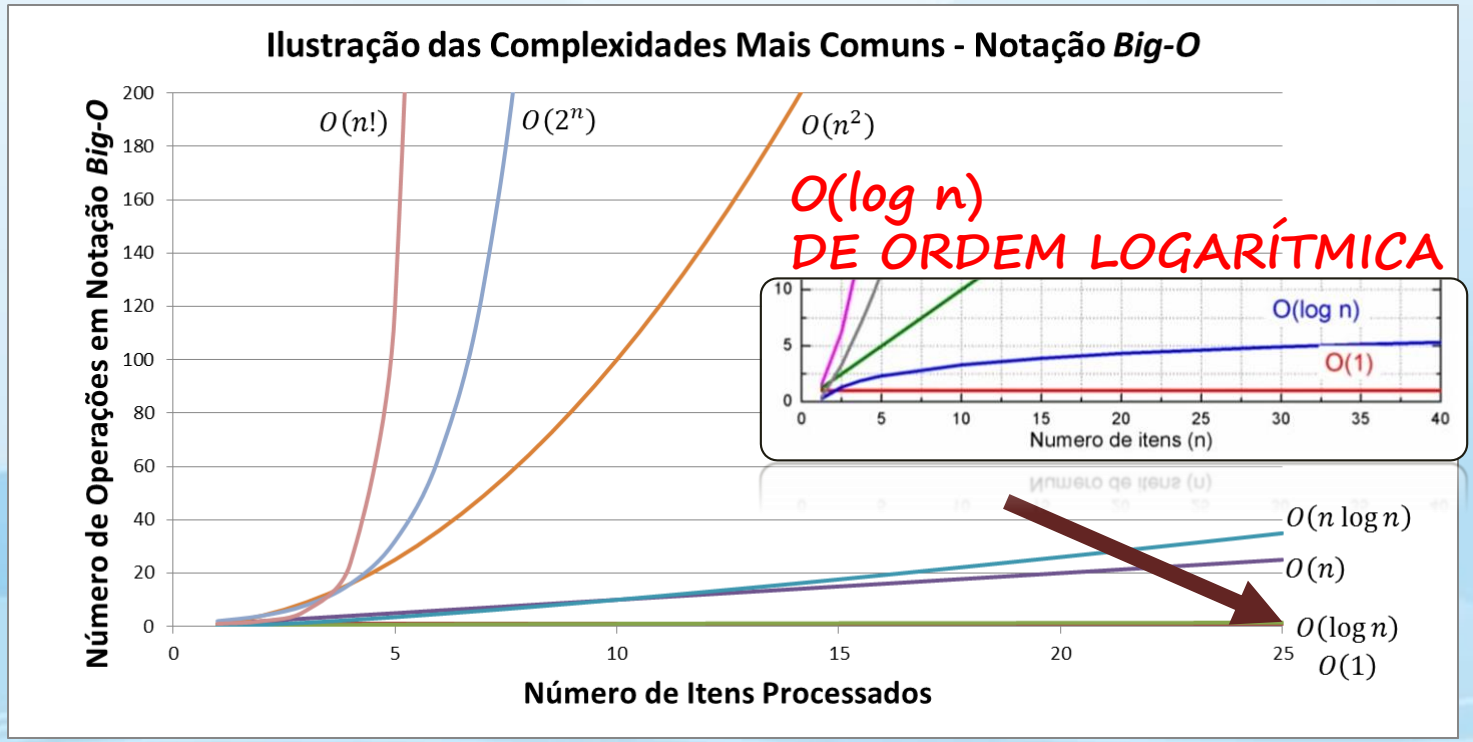
Aula 3- ALGORITMOS E COMPLEXIDADE

TEMA 1 - ANÁLISE DE ALGORITMOS – NOTAÇÃO O

Classes de Algoritmos (Análise)

Gráfico de cada complexidade em função de N

(DEMONSTRA COMO OS TEMPOS DE EXECUÇÃO SÃO AFETADOS PELO NÚMERO DE ITENS



- **Soluções que dividem o problema em problemas menores, processando a cada iteração, em geral, a metade dos dados da vez anterior.**

Ou seja, são algoritmos que vão dividindo o problema (dividindo para conquistar) para resolução desse problemas menores.

SOBRE: Dividir para conquistar

1. **Dividir** o problema em um número de subproblemas que sejam partes menores do mesmo problemas.
2. **Conquistar** os subproblemas resolvendo-os recursivamente. Se eles forem pequenos o suficiente, resolva os subproblemas como problemas base.
3. **Combinar** as soluções dos subproblemas em uma solução para o problema original.

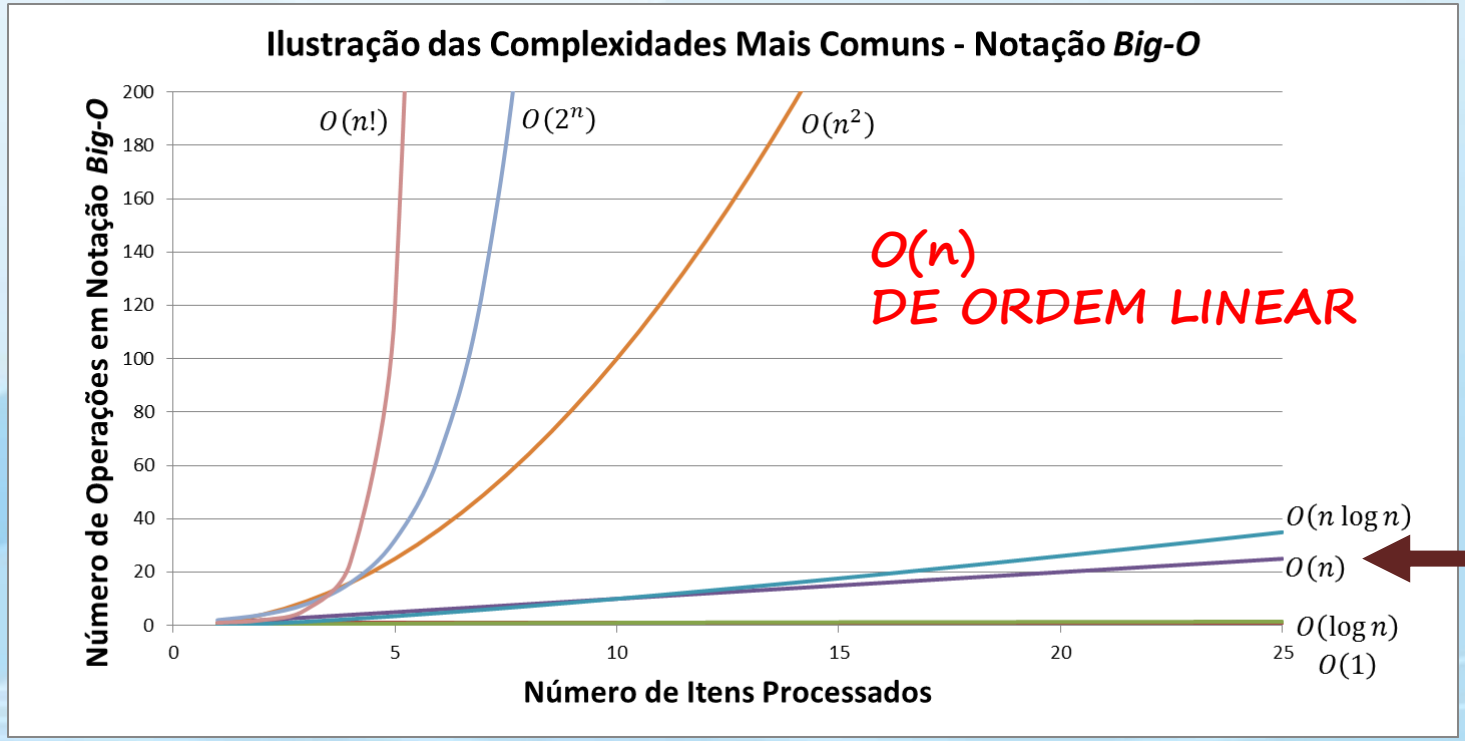
Aula 3- ALGORITMOS E COMPLEXIDADE

TEMA 1 - ANÁLISE DE ALGORITMOS – NOTAÇÃO O

Classes de Algoritmos (Análise)

Gráfico de cada complexidade em função de N

(DEMONSTRA COMO OS TEMPOS DE EXECUÇÃO SÃO AFETADOS PELO NÚMERO DE ITENS



- O mesmo número de instruções é executado para cada um dos elementos de entrada.

  Cresce mais rapidamente que o O(log n).

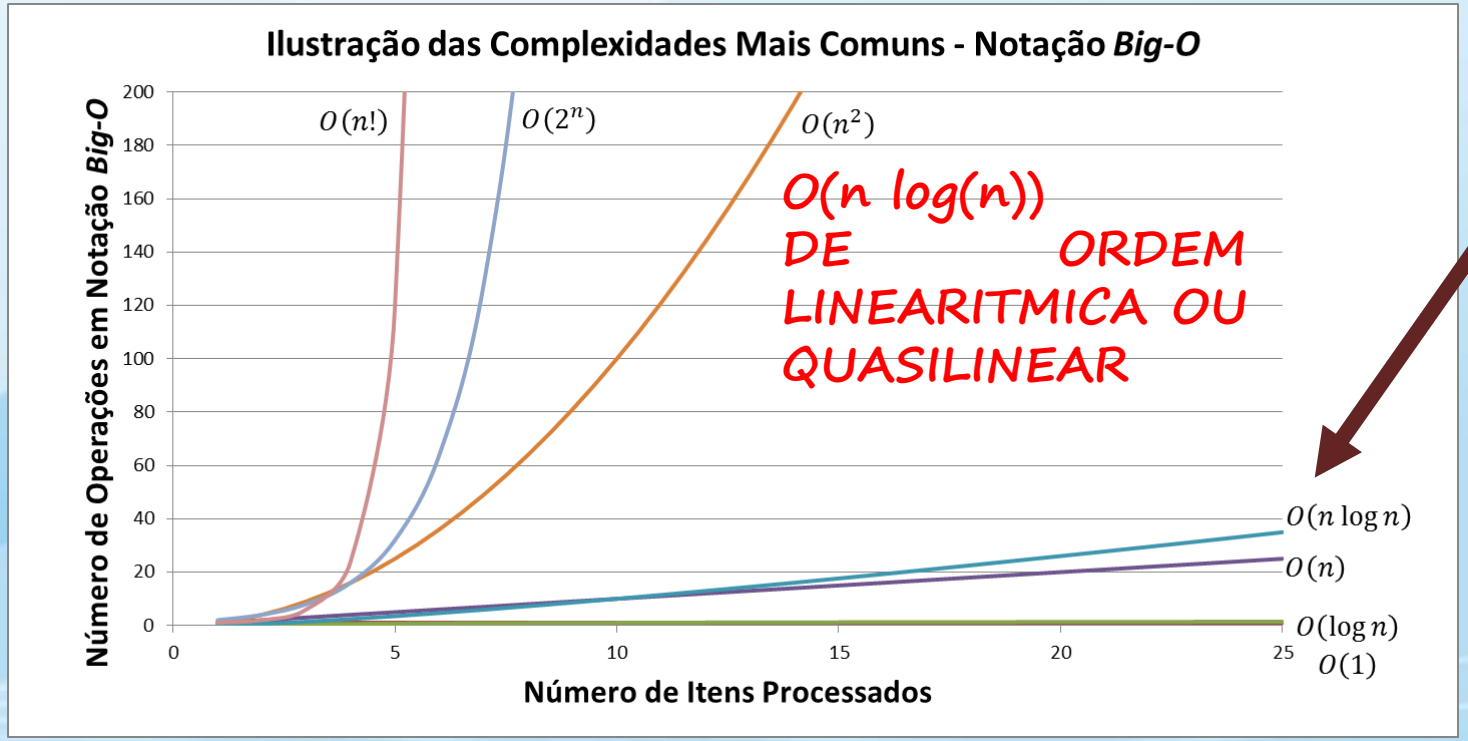
Aula 3- ALGORITMOS E COMPLEXIDADE

TEMA 1 - ANÁLISE DE ALGORITMOS – NOTAÇÃO O

Classes de Algoritmos (Análise)

Gráfico de cada complexidade em função de N

(DEMONSTRA COMO OS TEMPOS DE EXECUÇÃO SÃO AFETADOS PELO NÚMERO DE ITENS



- **é aquela em que o resultado das operações (log n) são executadas n vezes, que por sua vez possuem soluções independentes.**

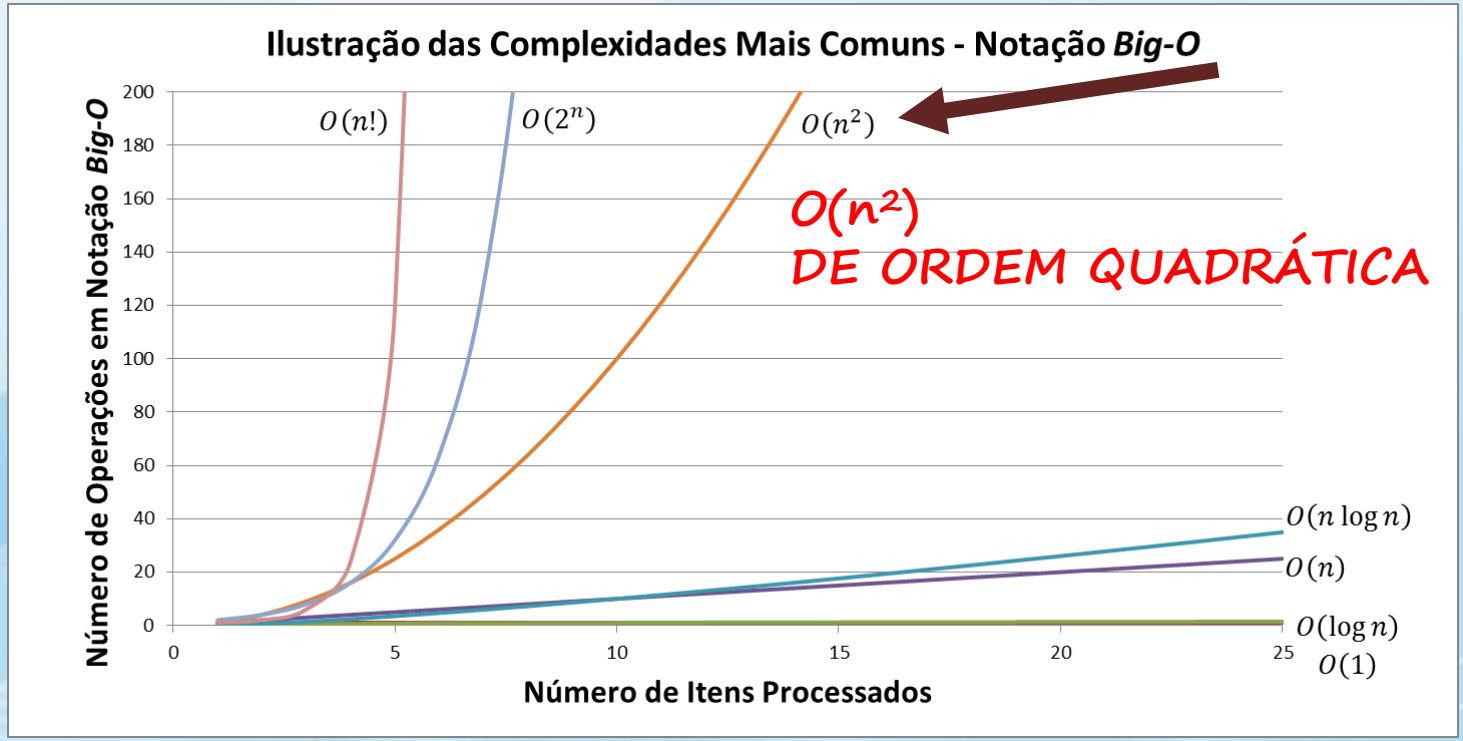
Aula 3- ALGORITMOS E COMPLEXIDADE

TEMA 1 - ANÁLISE DE ALGORITMOS – NOTAÇÃO O

Classes de Algoritmos (Análise)

Gráfico de cada complexidade em função de N

(DEMONSTRA COMO OS TEMPOS DE EXECUÇÃO SÃO AFETADOS PELO NÚMERO DE ITENS



- São algoritmos que possuem aninhamentos de laços para trabalhar com os dados de entrada em pares.

Observação:

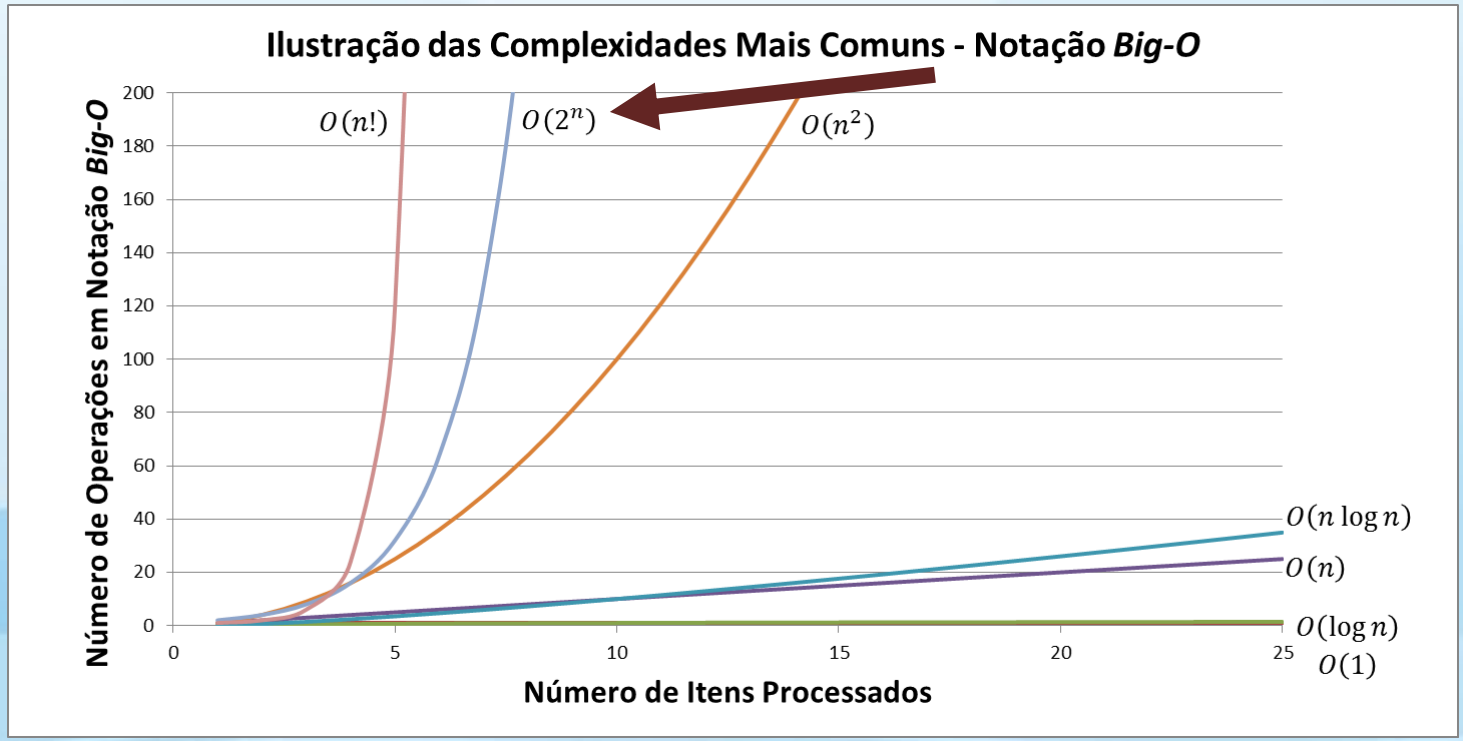
Se tivermos pode exemplo uma complexidade $O(n^3)$, então estaríamos trabalhamos com 3 laços aninhados.

Aula 3- ALGORITMOS E COMPLEXIDADE

TEMA 1 - ANÁLISE DE ALGORITMOS – NOTAÇÃO O

Classes de Algoritmos (Análise)

Gráfico de cada complexidade em função de N



O(2ⁿ)
DE ORDEM EXPONENCIAL

- São algoritmos de força bruta.

Algoritmo de Força Bruta

Um algoritmo que implementa a solução de um problema através da força bruta é aquele que compara todas as possibilidades possíveis de resposta para o problema e devolve a melhor solução, ou a solução mais correta.

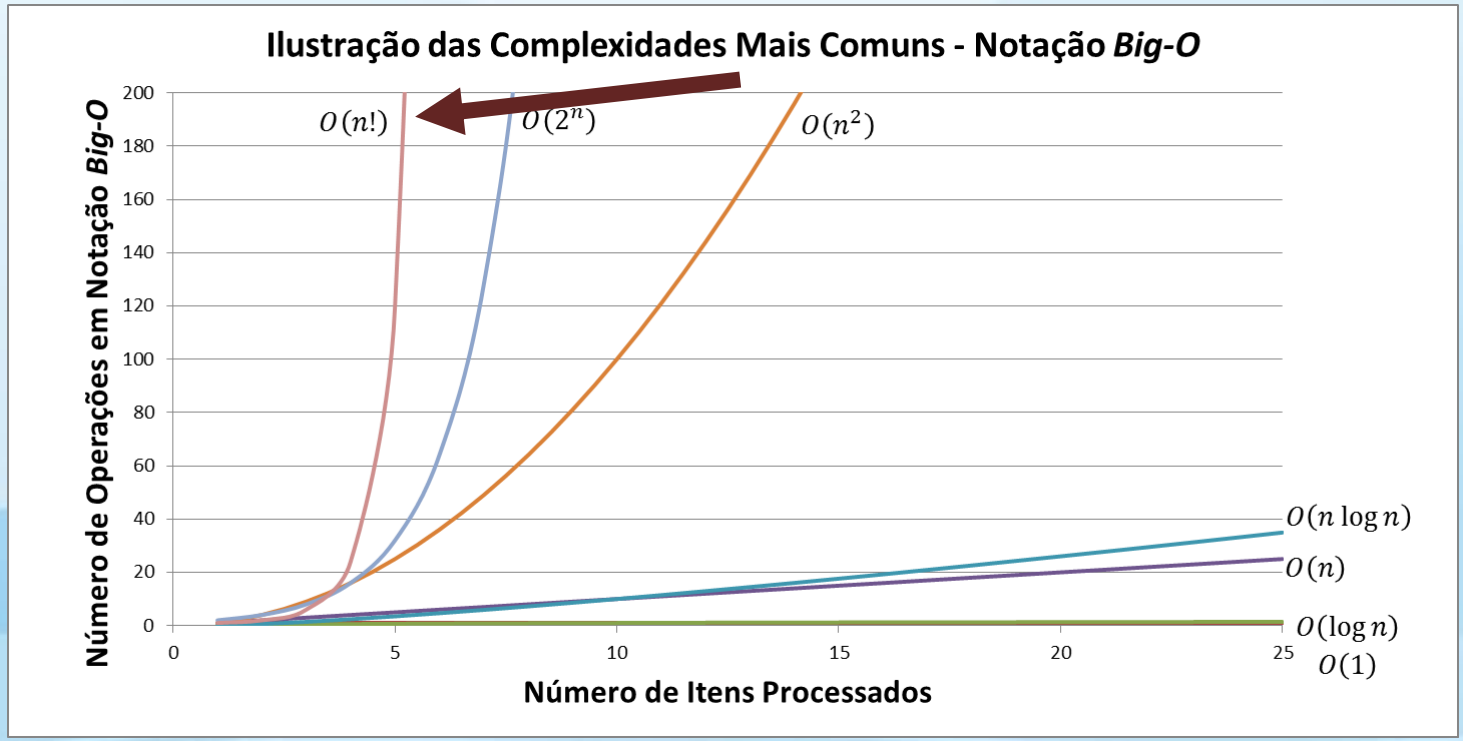
CRESCE MUITO RAPIDAMENTE !!!!

Aula 3- ALGORITMOS E COMPLEXIDADE

TEMA 1 - ANÁLISE DE ALGORITMOS – NOTAÇÃO O

Classes de Algoritmos (Análise)

Gráfico de cada complexidade em função de N



O(n!)
DE ORDEM FATORIAL

- **São algoritmos de força bruta, pior que o de EXPONENCIAL !.**

Algoritmo de Força Bruta

Um algoritmo que implementa a solução de um problema através da força bruta é aquele que compara todas as possibilidades possíveis de resposta para o problema e devolve a melhor solução, ou a solução mais correta.

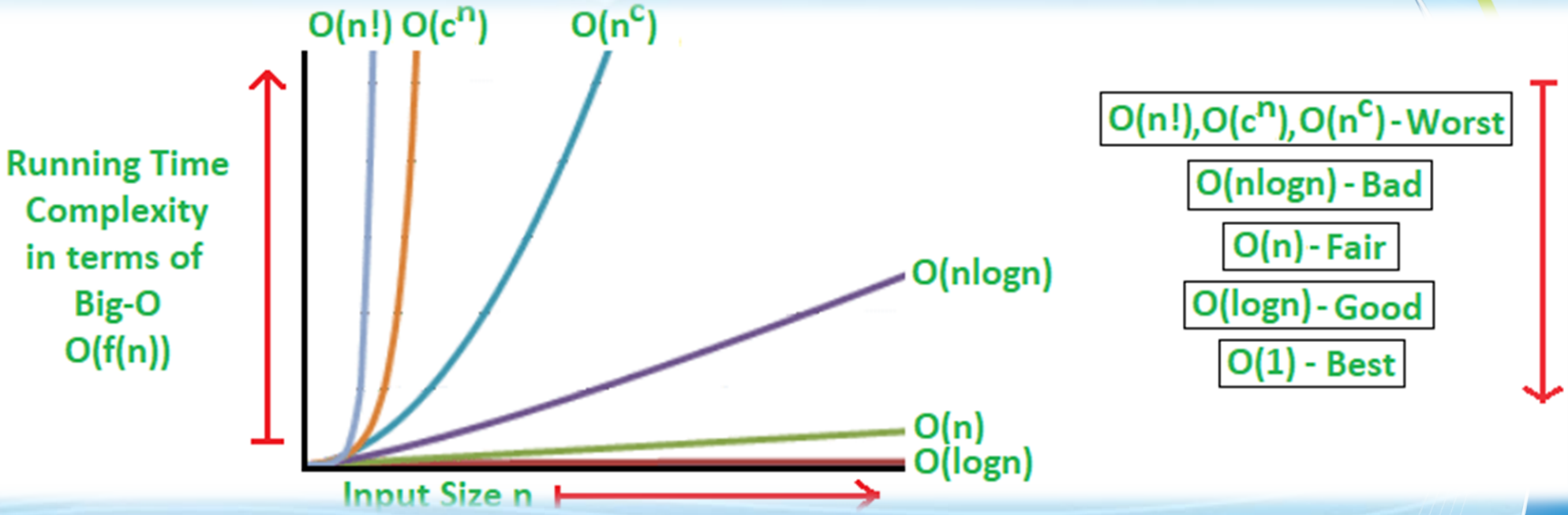
CRESCE EXTREMAMENTE RÁPIDO!!!!

Aula 3- ALGORITMOS E COMPLEXIDADE

TEMA 1 - ANÁLISE DE ALGORITMOS – NOTAÇÃO O

Classes de Algoritmos (Análise)

Gráfico de cada complexidade em função de N



Aula 3- ALGORITMOS E COMPLEXIDADE

TEMA 1 - ANÁLISE DE ALGORITMOS – NOTAÇÃO O

Quando trabalhamos com ALGORITMOS não temos somente uma função ou um comportamento, mas sim vários comportamentos associados !!!.

Então como analisar um ALGORITMO com uma composição de FUNÇÕES ???

Aula 3- ALGORITMOS E COMPLEXIDADE

TEMA 1 - ANÁLISE DE ALGORITMOS – NOTAÇÃO O

Então como analisar um ALGORITMO com uma composição de FUNÇÕES ???

Como nós analisamos isso? Como analisamos a complexidade assintótica dele?

VAMOS ANALISAR:

$$O(f(n)) + O(g(n))$$

Aula 3- ALGORITMOS E COMPLEXIDADE

TEMA 1 - ANÁLISE DE ALGORITMOS – NOTAÇÃO O

Então como analisar um ALGORITMO com uma composição de FUNÇÕES ???

Como nós analisamos isso? Como analisamos a complexidade assintótica dele?

VAMOS ANALISAR:

ALGORITMO 1 **ALGORITMO 2**

O(f(n)) + O(g(n))

(Estamos somando DUAS complexidades !)

- *Se dois algoritmos são executados em sequência a complexidade será estabelecida pela complexidade do MAIOR ALGORITMO.*

Aula 3- ALGORITMOS E COMPLEXIDADE

TEMA 1 - ANÁLISE DE ALGORITMOS – NOTAÇÃO O

Então como analisar um ALGORITMO com uma composição de FUNÇÕES ???

Como nós analisamos isso? Como analisamos a complexidade assintótica dele?

VAMOS ANALISAR:

Se temos O(f(n)) + O(g(n)),

O CUSTO TOTAL DA COMPLEXIDADE SERÁ

= O(max(f(n), g(n))

Aula 3- ALGORITMOS E COMPLEXIDADE

TEMA 1 - ANÁLISE DE ALGORITMOS – NOTAÇÃO O

Então como analisar um ALGORITMO com uma composição de FUNÇÕES ???

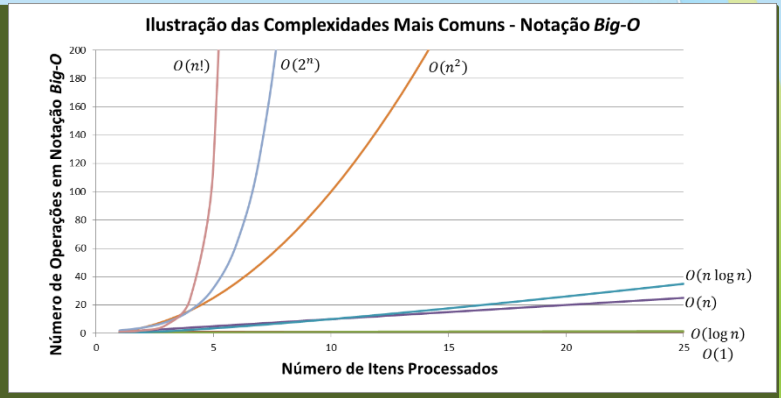
Como nós analisamos isso? Como analisamos a complexidade assintótica dele?

POR EXEMPLO:

Se temos $O(n) + O(n^2)$,

$O(n^2)$ tem a COMPLEXIDADE MAIOR !.

Portanto a soma de $O(n) + O(n^2)$ é $O(n^2)$.



Aula 3- ALGORITMOS E COMPLEXIDADE

TEMA 1 - ANÁLISE DE ALGORITMOS – NOTAÇÃO O

Então como analisar um ALGORITMO com uma composição de FUNÇÕES ???

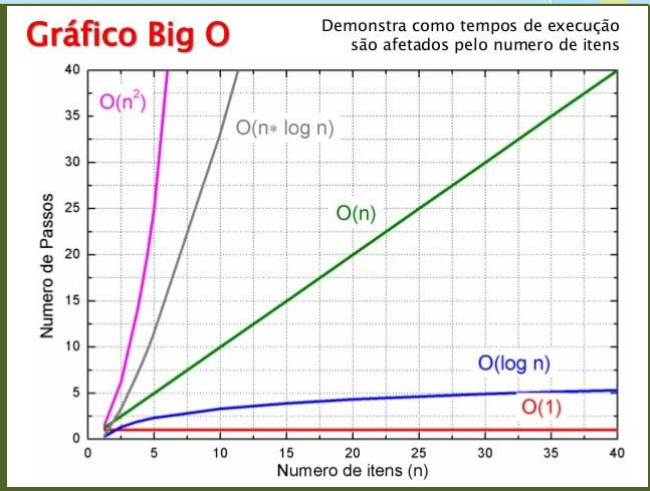
Como nós analisamos isso? Como analisamos a complexidade assintótica dele?

OUTRO EXEMPLO:

Se temos O(n) + O(n log n),

O(n log n) tem a COMPLEXIDADE MAIOR !.

Portanto a soma de O(n) + O(n log n) é O(n log n).



Aula 3- ALGORITMOS E COMPLEXIDADE

TEMA 1 - ANÁLISE DE ALGORITMOS – NOTAÇÃO O

Então como analisar um ALGORITMO com uma composição de FUNÇÕES ???

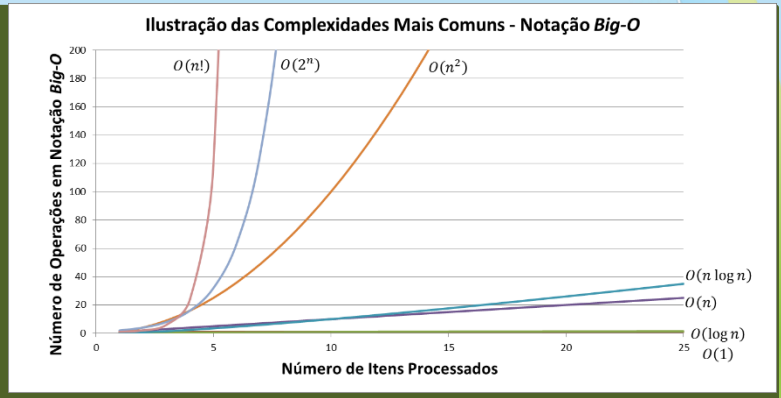
Como nós analisamos isso? Como analisamos a complexidade assintótica dele?

MAIS UM EXEMPLO:

Se temos $O(n^2) + O(n \log n)$,

$O(n^2)$ tem a COMPLEXIDADE MAIOR !.

Portanto a soma de $O(n^2) + O(n \log n)$ é $O(n^2)$.



Aula 3- ALGORITMOS E COMPLEXIDADE

TEMA 1 - ANÁLISE DE ALGORITMOS – NOTAÇÃO O

ANALISANDO O ALGORITMO E TRABALHANDO COM A NOTAÇÃO O:

CONSTRUA O ALGORITMO ABAIXO E ALTERE O VALOR DE n (INICIANDO EM 1E+0 ATÉ 1E+9) E MONTE O GRÁFICO.

LEMBRANDO:

1e+0 == 1.00 == 1×10^0
1e+1 == 10.00 == 1×10^1
1e+2 == 100.00 == 1×10^2

```
#include<iostream>
#include<time.h>
using namespace std;
int main() {
int n=1E+0; //Vamos iniciar com o valor 1.00.
// time_t -> O tipo de dado time_t é definido pela biblioteca ISO
//           da linguagem C para armazenar valores de tempo.
//           Estes valores são obtidos através da função time().
time_t inicio, fim;
   time(&inicio); //obtendo o tempo em segundos.
   for (int i=0; i<n;i++) {
      for (int j=0; j<1E+3; j++); {
         time(&fim); //obtendo o tempo em segundos.
   }
}
// difftime -> Calcula a diferença em segundos entre o início e o fim.
cout << "\n\n\nTempo: " << difftime(fim,inicio) << " segundos !";
}
```

Aula 3- ALGORITMOS E COMPLEXIDADE

TEMA 1 - ANÁLISE DE ALGORITMOS – NOTAÇÃO O

Executando-o por meio de um programa na linguagem C++, em um computador com CPU Intel® Core™ i7, 2.2GHz com 8GB de memória RAM, obtém-se os seguintes tempos de execução:

n = 1E+0 : tempo = 0s
n = 1E+1 : tempo = 0s
n = 1E+2 : tempo = 0s
n = 1E+3 : tempo = 0s
n = 1E+4 : tempo = 0s
n = 1E+5 : tempo = 1s
n = 1E+6 : tempo = 2s
n = 1E+7 : tempo = 20s
n = 1E+8 : tempo = 198s
n = 1E+9 : tempo = 2.328s

Aula 3- ALGORITMOS E COMPLEXIDADE

TEMA 1 - ANÁLISE DE ALGORITMOS – NOTAÇÃO O

Executando-o por meio de um programa na linguagem C++, em um computador com CPU Intel® Core™ i7, 2.2GHz com 8GB de memória RAM, obtém-se os seguintes tempos de execução:

n = 1E+0 : tempo = 0s
n = 1E+1 : tempo = 0s
n = 1E+2 : tempo = 0s
n = 1E+3 : tempo = 0s
n = 1E+4 : tempo = 0s
n = 1E+5 : tempo = 1s
n = 1E+6 : tempo = 2s
n = 1E+7 : tempo = 20s
n = 1E+8 : tempo = 198s
n = 1E+9 : tempo = 2.328s

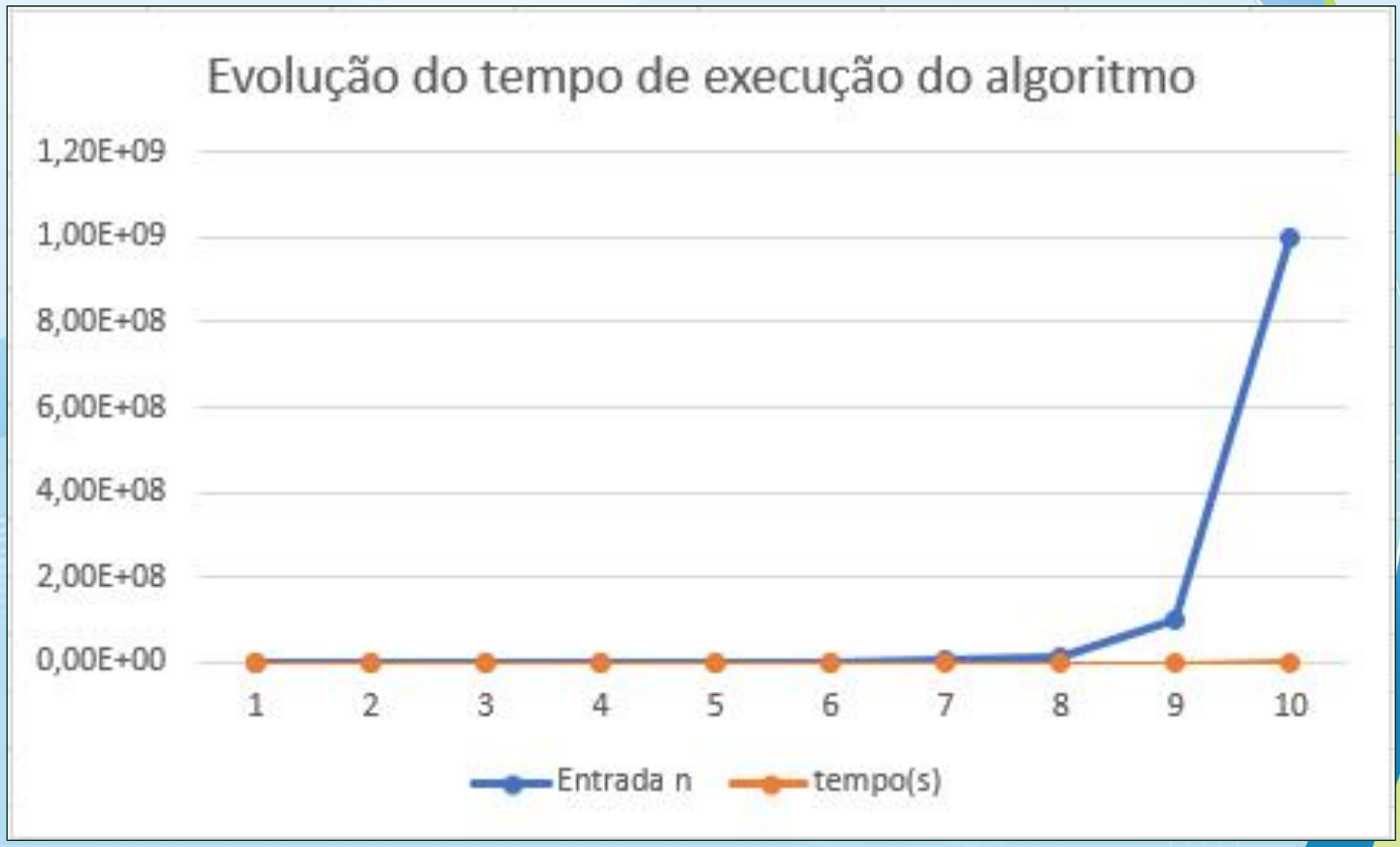
Colocando esses dados no EXCEL e construindo o gráfico teremos...

Aula 3- ALGORITMOS E COMPLEXIDADE

TEMA 1 - ANÁLISE DE ALGORITMOS – NOTAÇÃO O

GRÁFICO DO EXERCÍCIO (CONSTRUÍDO NO EXCEL) PROPOSTO PARA O EQUIPAMENTE CITADO:

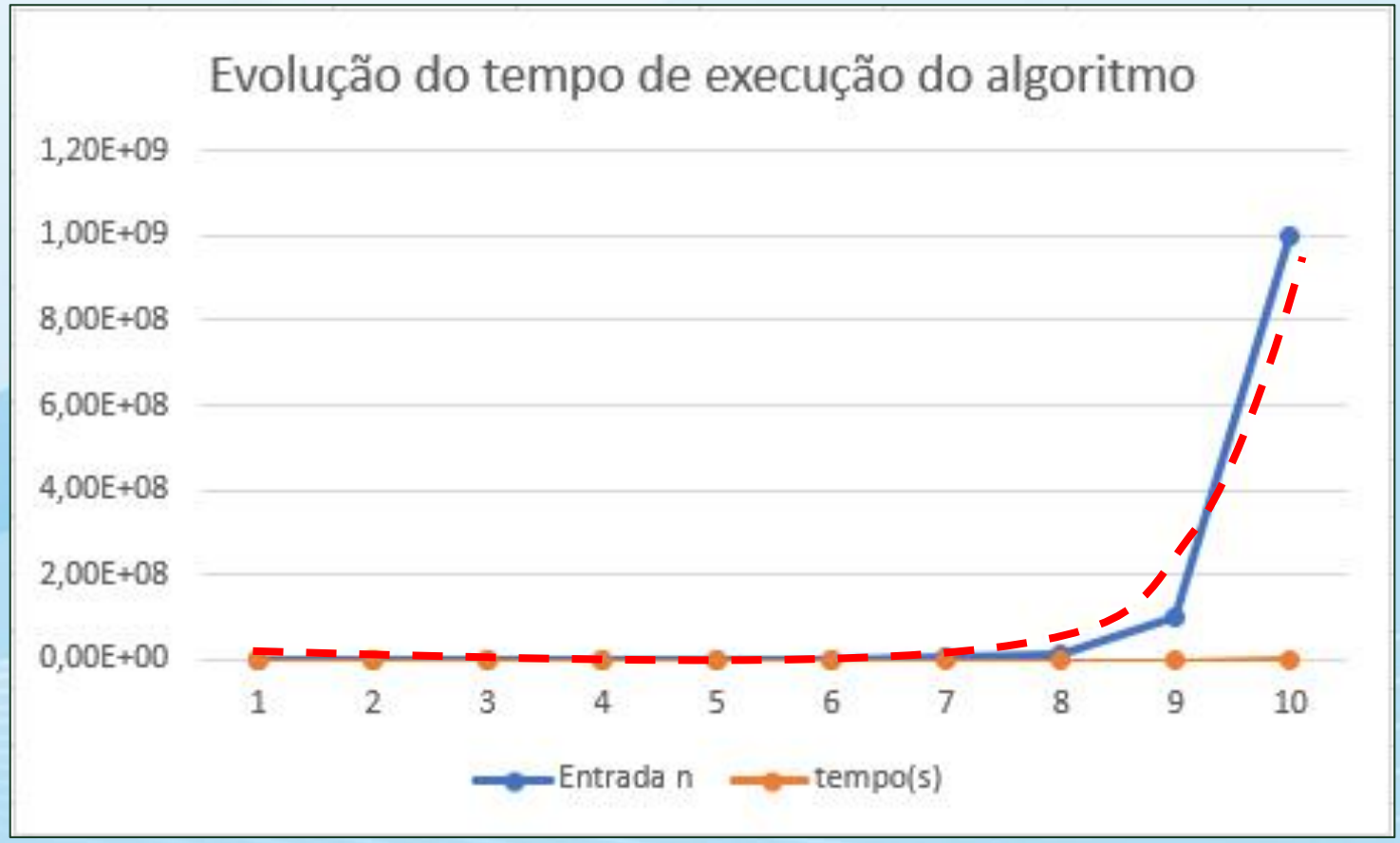
A representação gráfica dos tempos de processamento é como segue:



Aula 3- ALGORITMOS E COMPLEXIDADE

TEMA 1 - ANÁLISE DE ALGORITMOS – NOTAÇÃO O

Apesar dos poucos dados observados de tempo de execução, nota-se, pela taxa de crescimento apresentado, tratar-se de uma função quadrática, ou seja, $f(n) = n^2$:



Isto significa que, qualquer algoritmo que tenha característica de uma função quadrática, terá seus tempos de execução variando conforme o gráfico apresentado acima.

Aula 3- ALGORITMOS E COMPLEXIDADE

TEMA 1 - ANÁLISE DE ALGORITMOS – NOTAÇÃO O

REFINANDO A ANÁLISE (ALGUMAS PARTICULARIDADES):

CASO 1:

Tem-se dois algoritmos cuja quantidade de operações está apresentado abaixo:

Algoritmo A: $f(n) = n^2$

Algoritmo B: $f(n) = n + 1.000$

Não pertencem à mesma ordem, pois o primeiro tem comportamento quadrático, e o segundo, comportamento linear.

Aula 3- ALGORITMOS E COMPLEXIDADE

TEMA 1 - ANÁLISE DE ALGORITMOS – NOTAÇÃO O

REFINANDO A ANÁLISE (ALGUMAS PARTICULARIDADES):

CASO 1:

Se n = 10, a quantidade de operações executadas por cada algoritmo é:

Algoritmo A: $f(n) = n^2$

$f(10) = 10^2 = 100$ **operações**

Algoritmo B: $f(n) = n + 1.000$

$f(10) = 10 + 1.000 = 1.010$ **operações**

Conclui-se que, o algoritmo A é 10 vezes mais rápido do que o algoritmo B.

Aula 3- ALGORITMOS E COMPLEXIDADE

TEMA 1 - ANÁLISE DE ALGORITMOS – NOTAÇÃO O

REFINANDO A ANÁLISE (ALGUMAS PARTICULARIDADES):

CASO 2:

Se n = 1000, a quantidade de operações executadas por cada algoritmo é:

Algoritmo A: $f(n) = n^2$

$f(1000) = 1000^2 =$ 1.000.000 operações

Algoritmo B: $f(n) = n + 1.000$

$f(1000) = 1000 + 1.000 =$ 2.000 operações

Conclui-se que, o algoritmo A é 500 vezes mais lento do que o algoritmo B.

Aula 3- ALGORITMOS E COMPLEXIDADE

TEMA 1 - ANÁLISE DE ALGORITMOS – NOTAÇÃO O

REFINANDO A ANÁLISE (ALGUMAS PARTICULARIDADES):

Seria interessante analisar o algoritmo levando-se em consideração uma entrada cujo tamanho fosse a média de todas as possíveis entradas. Porém, obter esta quantidade requer cálculos probabilísticos complexos, o que inviabiliza essa abordagem.

Então, leva-se em consideração, na análise do algoritmo, um tamanho de entrada n correspondente ao PIOR CASO, partindo do princípio que, analisando o pior caso, o algoritmo tenha *tempos de execução menor para as demais entradas*.

Aula 3- ALGORITMOS E COMPLEXIDADE

TEMA 1 - ANÁLISE DE ALGORITMOS – NOTAÇÃO O

CÁLCULO DA COMPLEXIDADE DE ALGORITMO:

BASICAMENTE, NÓS REALIZAMOS UMA ANÁLISE, DA QUANTIDADE DE "PASSOS" OU INTERAÇÕES QUE O NOSSO CÓDIGO TEM PARA EXECUTAR DO SEU INÍCIO AO SEU FIM.

ISSO CONSIDERANDO O PIOR CASO POSSÍVEL, OU SEJA, O CASO QUE TEORICAMENTE LEVARIA UM MAIOR TEMPO PARA SER EXECUTADO !.

Aula 3- ALGORITMOS E COMPLEXIDADE

TEMA 1 - ANÁLISE DE ALGORITMOS – NOTAÇÃO O

CÁLCULO DA COMPLEXIDADE DE ALGORITMO:

PASSOS PARA O CÁLCULO:

1 – LEVAR EM CONSIDERAÇÃO APENAS AS REPETIÇÕES DO CÓDIGO.

2 – VERIFICAR A COMPLEXIDADE DAS FUNÇÕES FUNÇÕES/MÉTODOS PRÓPRIOS DA LINGUAGEM (SE UTILIZADO).

3 – IGNORAR AS CONSTANTES E UTILIZAR O TERMO DE MAIOR GRAU.

Aula 3- ALGORITMOS E COMPLEXIDADE

TEMA 1 - ANÁLISE DE ALGORITMOS – NOTAÇÃO O

CÁLCULO DA COMPLEXIDADE DE ALGORITMO:

EXEMPLO 1:

```
#include<iostream>
#include<vector>
using namespace std;

bool exemplo1(vector<int> vt, int X) {

    // size() = Função que retorna o número de elementos do vetor.
    int tamanho = vt.size();
    for(int i=0; i<tamanho; i++){
        if(vt[i] == X) {
        return true;
        }
    }
    return false;

}

int main() {
    std::vector<int> vt;
    vt.push_back(10); vt.push_back(20); vt.push_back(30);
    cout << exemplo1(vt,9);
}
```

Aula 3- ALGORITMOS E COMPLEXIDADE

TEMA 1 - ANÁLISE DE ALGORITMOS – NOTAÇÃO O

CÁLCULO DA COMPLEXIDADE DE ALGORITMO:

EXEMPLO 1:

Qual a complexidade deste código?

```
#include<iostream>
#include<vector>
using namespace std;

bool exemplo1(vector<int> vt, int X) {

    // size() = Função que retorna o número de elementos do vetor.
    int tamanho = vt.size();
    for(int i=0; i<tamanho; i++){
        if(vt[i] == X) {
        return true;
        }
    }
    return false;

}

int main() {
    std::vector<int> vt;
    vt.push_back(10); vt.push_back(20); vt.push_back(30);
    cout << exemplo1(vt,9);
}
```

Aula 3- ALGORITMOS E COMPLEXIDADE

TEMA 1 - ANÁLISE DE ALGORITMOS – NOTAÇÃO O

CÁLCULO DA COMPLEXIDADE DE ALGORITMO:

EXEMPLO 1:

1º PASSO: ACHAR AS REPETIÇÕES

```
#include<iostream>
#include<vector>
using namespace std;

bool exemplo1(vector<int> vt, int X) {

    // size() = Função que retorna o número de elementos do vetor.
    int tamanho = vt.size();
    for(int i=0; i<tamanho; i++){
        if(vt[i] == X) {
        return true;
        }
    }
    return false;

}

int main() {
    std::vector<int> vt;
    vt.push_back(10); vt.push_back(20); vt.push_back(30);
    cout << exemplo1(vt,9);
}
```

TEMOS UMA AQUI !!!

Aula 3- ALGORITMOS E COMPLEXIDADE

TEMA 1 - ANÁLISE DE ALGORITMOS – NOTAÇÃO O

CÁLCULO DA COMPLEXIDADE DE ALGORITMO:

EXEMPLO 1:

1º PASSO: ACHAR AS REPETIÇÕES

```
#include<iostream>
#include<vector>
using namespace std;

bool exemplo1(vector<int> vt, int X) {

    // size() = Função que retorna o número de elementos do vetor.
    int tamanho = vt.size();
    for(int i=0; i<tamanho; i++){
        if(vt[i] == X) {
        return true;
        }
    }
    return false;

}

int main() {
    std::vector<int> vt;
    vt.push_back(10); vt.push_back(20); vt.push_back(30);
    cout << exemplo1(vt,9);
}
```

TEMOS UMA AQUI !!!

Esse "FOR" repete "TAMANHO" vezes. Onde "TAMANHO" é o tamanho do meu vetor de entrada.

Aula 3- ALGORITMOS E COMPLEXIDADE

TEMA 1 - ANÁLISE DE ALGORITMOS – NOTAÇÃO O

CÁLCULO DA COMPLEXIDADE DE ALGORITMO:

EXEMPLO 1:

1º PASSO: ACHAR AS REPETIÇÕES

```
#include<iostream>
#include<vector>
using namespace std;

bool exemplo1(vector<int> vt, int X) {

    // size() = Função que retorna o número de elementos do vetor.
    int tamanho = vt.size();
    for(int i=0; i<tamanho; i++){
        if(vt[i] == X) {
        return true;
        }
    }
    return false;

}

int main() {
    std::vector<int> vt;
    vt.push_back(10); vt.push_back(20); vt.push_back(30);
    cout << exemplo1(vt,9);
}
```

TEMOS UMA AQUI !!!
TAMANHO é o meu (n de entrada).

Aula 3- ALGORITMOS E COMPLEXIDADE

TEMA 1 - ANÁLISE DE ALGORITMOS – NOTAÇÃO O

CÁLCULO DA COMPLEXIDADE DE ALGORITMO:

EXEMPLO 1:

1º PASSO: ACHAR AS REPETIÇÕES

```
#include<iostream>
#include<vector>
using namespace std;

bool exemplo1(vector<int> vt, int X) {

    // size() = Função que retorna o número de elementos do vetor.
    int tamanho = vt.size();
    for(int i=0; i<tamanho; i++){
        if(vt[i] == X) {
        return true;
        }
    }
    return false;

}

int main() {
    std::vector<int> vt;
    vt.push_back(10); vt.push_back(20); vt.push_back(30);
    cout << exemplo1(vt,9);
}
```

← Logo, esse "FOR" representa:

O(n)

Aula 3- ALGORITMOS E COMPLEXIDADE

TEMA 1 - ANÁLISE DE ALGORITMOS – NOTAÇÃO O

CÁLCULO DA COMPLEXIDADE DE ALGORITMO:

EXEMPLO 1:

2º PASSO: VERIFICAR A COMPLEXIDADE DAS FUNÇÕES/MÉTODOS PRÓPRIOS DA LINGUAGEM (SE UTILIZADO).

```
#include<iostream>
#include<vector>
using namespace std;

bool exemplo1(vector<int> vt, int X) {

    // size() = Função que retorna o número de elementos do vetor.
    int tamanho = vt.size();
    for(int i=0; i<tamanho; i++){
        if(vt[i] == X) {
        return true;
        }
    }
    return false;

}

int main() {
    std::vector<int> vt;
    vt.push_back(10); vt.push_back(20); vt.push_back(30);
    cout << exemplo1(vt,9);
}
```

← Qual a complexidade dessa função?

← O(n)

Aula 3- ALGORITMOS E COMPLEXIDADE

TEMA 1 - ANÁLISE DE ALGORITMOS – NOTAÇÃO O

CÁLCULO DA COMPLEXIDADE DE ALGORITMO:

EXEMPLO 1:

2º PASSO: VERIFICAR A COMPLEXIDADE DAS FUNÇÕES/MÉTODOS PRÓPRIOS DA LINGUAGEM (SE UTILIZADO).

```
#include<iostream>
#include<vector>
using namespace std;

bool exemplo1(vector<int> vt, int X) {

    // size() = Função que retorna o número de elementos do vetor.
    int tamanho = vt.size();
    for(int i=0; i<tamanho; i++){
        if(vt[i] == X) {
        return true;
        }
    }
    return false;

}

int main() {
    std::vector<int> vt;
    vt.push_back(10); vt.push_back(20); vt.push_back(30);
    cout << exemplo1(vt,9);
}
```

Qual a complexidade dessa função?

O(n)

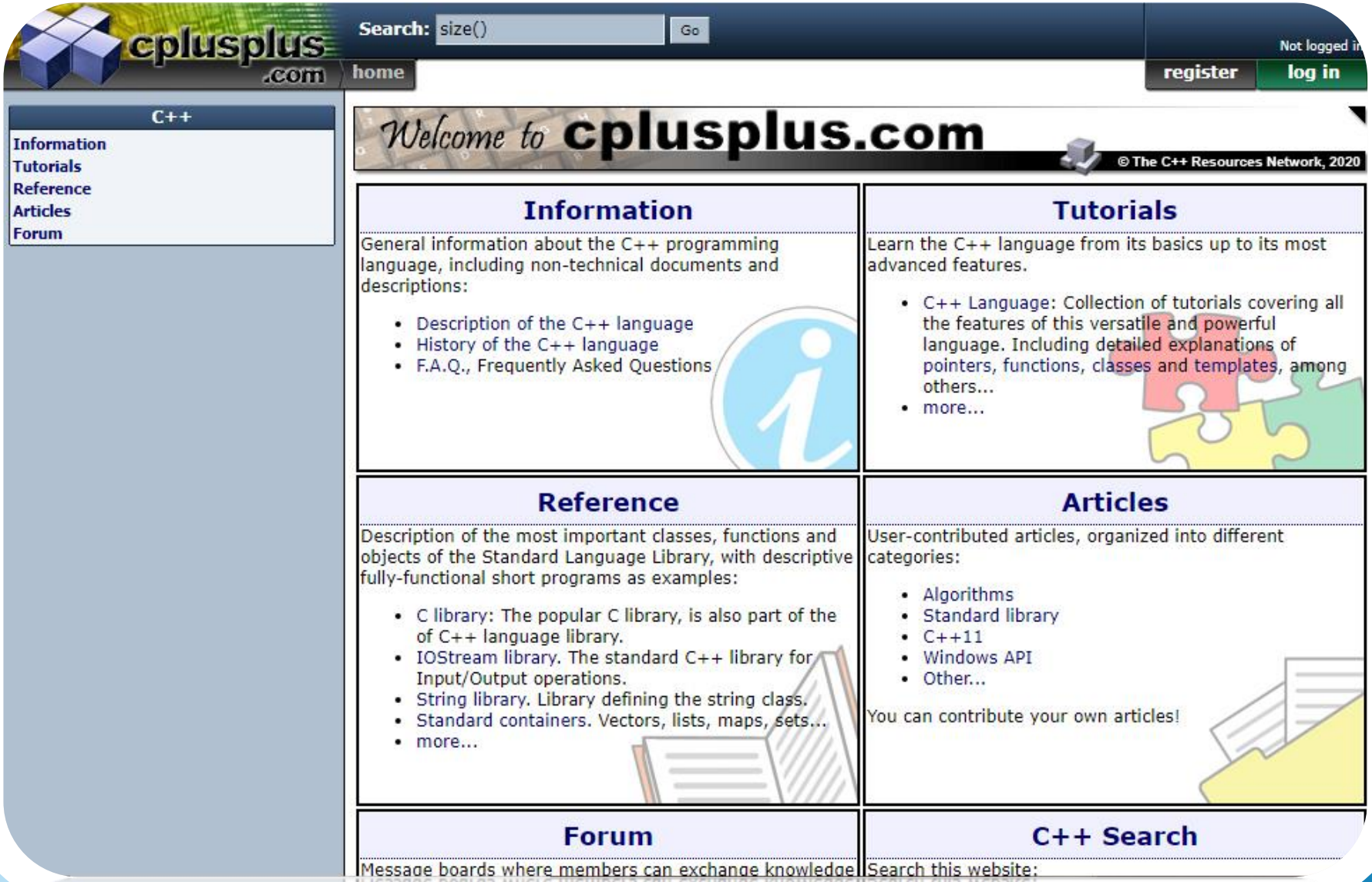
Essa função size() é do C++, vamos pesquisar no site "www.cplusplus.com" e procurar *a complexidade dessa função*.

Aula 3- ALGORITMOS E COMPLEXIDADE

TEMA 1 - ANÁLISE DE ALGORITMOS – NOTAÇÃO O

CÁLCULO DA COMPLEXIDADE DE ALGORITMO:

EXEMPLO 1:



Aula 3- ALGORITMOS E COMPLEXIDADE

TEMA 1 - ANÁLISE DE ALGORITMOS – NOTAÇÃO O

CÁLCULO DA COMPLEXIDADE DE ALGORITMO:

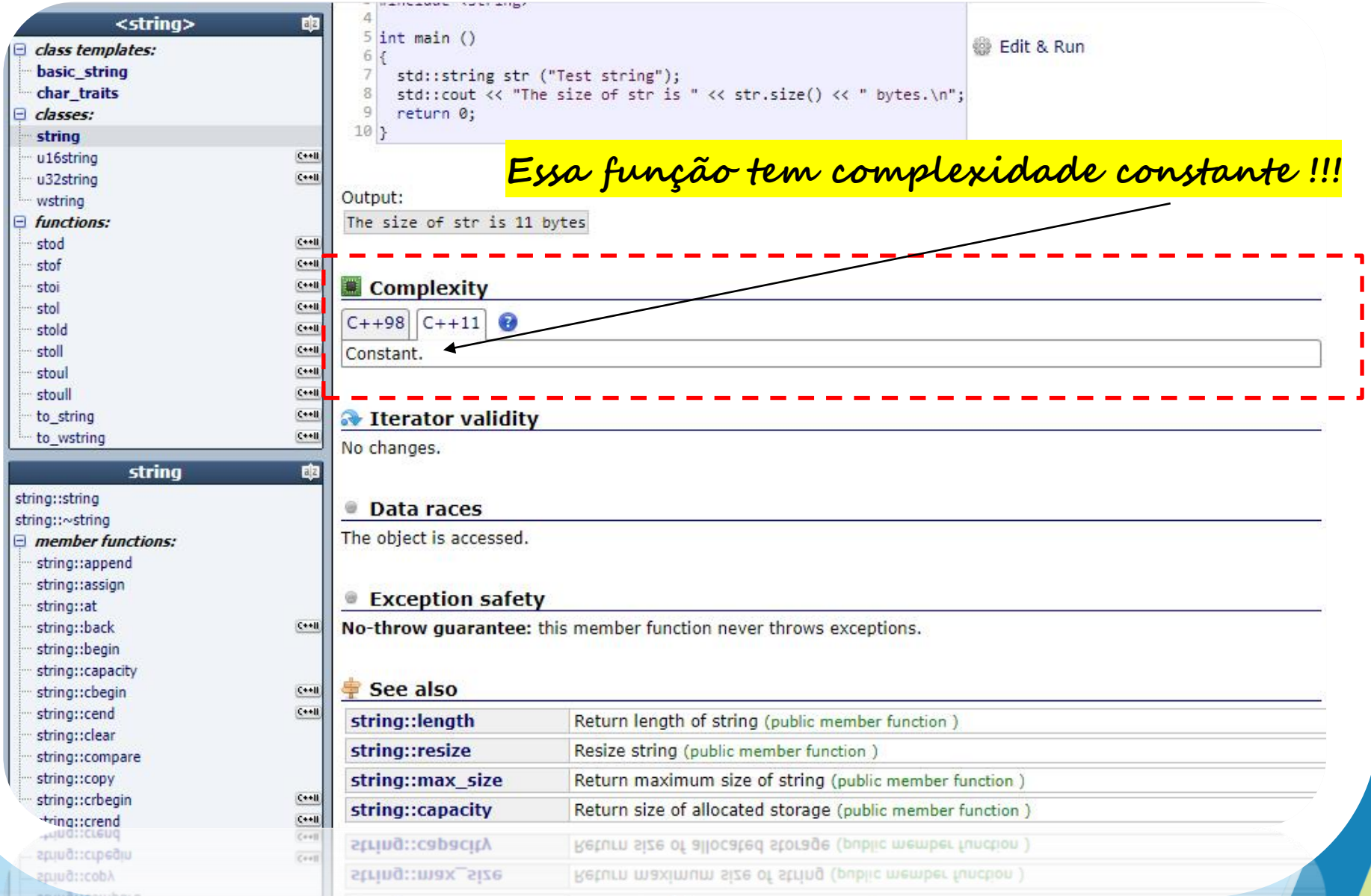
EXEMPLO 1:

Aula 3- ALGORITMOS E COMPLEXIDADE

TEMA 1 - ANÁLISE DE ALGORITMOS – NOTAÇÃO O

CÁLCULO DA COMPLEXIDADE DE ALGORITMO:

EXEMPLO 1:



Aula 3- ALGORITMOS E COMPLEXIDADE

TEMA 1 - ANÁLISE DE ALGORITMOS – NOTAÇÃO O

CÁLCULO DA COMPLEXIDADE DE ALGORITMO:

EXEMPLO 1:

2º PASSO: VERIFICAR A COMPLEXIDADE DAS FUNÇÕES/MÉTODOS PRÓPRIOS DA LINGUAGEM (SE UTILIZADO).

```
#include<iostream>
#include<vector>
using namespace std;

bool exemplo1(vector<int> vt, int X) {

    // size() = Função que retorna o número de elementos do vetor.
    int tamanho = vt.size();
    for(int i=0; i<tamanho; i++){
        if(vt[i] == X) {
        return true;
        }
    }
    return false;

}

int main() {
    std::vector<int> vt;
    vt.push_back(10); vt.push_back(20); vt.push_back(30);
    cout << exemplo1(vt,9);
}
```

O(1)

O(n)

ESSA COMPARAÇÃO TAMBÉM É CONSIDERADA COMO UMA CONSTANTE, LOGO TERÁ COMPLEXIDADE **O(1)**.

Aula 3- ALGORITMOS E COMPLEXIDADE

TEMA 1 - ANÁLISE DE ALGORITMOS – NOTAÇÃO O

CÁLCULO DA COMPLEXIDADE DE ALGORITMO:

EXEMPLO 1:

2º PASSO: VERIFICAR A COMPLEXIDADE DAS FUNÇÕES/MÉTODOS PRÓPRIOS DA LINGUAGEM (SE UTILIZADO).

```
#include<iostream>
#include<vector>
using namespace std;

bool exemplo1(vector<int> vt, int X) {

    // size() = Função que retorna o número de elementos do vetor.
    int tamanho = vt.size();
    for(int i=0; i<tamanho; i++){
        if(vt[i] == X) {
        return true;
        }
    }
    return false;

}

int main() {
    std::vector<int> vt;
    vt.push_back(10); vt.push_back(20); vt.push_back(30);
    cout << exemplo1(vt,9);
}
```

O(1)

O(n)

O(1)

Aula 3- ALGORITMOS E COMPLEXIDADE

TEMA 1 - ANÁLISE DE ALGORITMOS – NOTAÇÃO O

CÁLCULO DA COMPLEXIDADE DE ALGORITMO:

EXEMPLO 1:

2º PASSO: VERIFICAR A COMPLEXIDADE DAS FUNÇÕES/MÉTODOS PRÓPRIOS DA LINGUAGEM (SE UTILIZADO).

```
#include<iostream>
#include<vector>
using namespace std;

bool exemplo1(vector<int> vt, int X) {

    // size() = Função que retorna o número de elementos do vetor.
    int tamanho = vt.size();
    for(int i=0; i<tamanho; i++){
        if(vt[i] == X) {
        return true;
        }
    }
    return false;

}

int main() {
    std::vector<int> vt;
    vt.push_back(10); vt.push_back(20); vt.push_back(30);
    cout << exemplo1(vt,9);
}
```

O(1)

O(n)

O(1)

O(1)

Aula 3- ALGORITMOS E COMPLEXIDADE

TEMA 1 - ANÁLISE DE ALGORITMOS – NOTAÇÃO O

CÁLCULO DA COMPLEXIDADE DE ALGORITMO:

EXEMPLO 1:

2º PASSO: VERIFICAR A COMPLEXIDADE DAS FUNÇÕES/MÉTODOS PRÓPRIOS DA LINGUAGEM (SE UTILIZADO).

```
#include<iostream>
#include<vector>
using namespace std;

bool exemplo1(vector<int> vt, int X) {

    // size() = Função que retorna o número de elementos do vetor.
    int tamanho = vt.size();
    for(int i=0; i<tamanho; i++){
        if(vt[i] == X) {
        return true;
        }
    }
    return false;

}

int main() {
    std::vector<int> vt;
    vt.push_back(10); vt.push_back(20); vt.push_back(30);
    cout << exemplo1(vt,9);
}
```

O(1)

O(n)

O(1)

O(1)

O(1)

Aula 3- ALGORITMOS E COMPLEXIDADE

TEMA 1 - ANÁLISE DE ALGORITMOS – NOTAÇÃO O

CÁLCULO DA COMPLEXIDADE DE ALGORITMO:

EXEMPLO 1:

DEPOIS DE TER ENCONTRADO A COMPLEXIDADE DE TUDO DO MEU CÓDIGO. O QUE FOR CONSTANTE EU "IGNORO".

Aula 3- ALGORITMOS E COMPLEXIDADE

TEMA 1 - ANÁLISE DE ALGORITMOS – NOTAÇÃO O

CÁLCULO DA COMPLEXIDADE DE ALGORITMO:

EXEMPLO 1:

3º PASSO: IGNORAR AS CONSTANTES E UTILIZAR O TERMO DE MAIOR GRAU.

```
#include<iostream>
#include<vector>
using namespace std;

bool exemplo1(vector<int> vt, int X) {

    // size() = Função que retorna o número de elementos do vetor.
    int tamanho = vt.size();
    for(int i=0; i<tamanho; i++){
        if(vt[i] == X) {
        return true;
        }
    }
    return false;

}

int main() {
    std::vector<int> vt;
    vt.push_back(10); vt.push_back(20); vt.push_back(30);
    cout << exemplo1(vt,9);
}
```

← O(n)

RESPOSTA: A COMPLEXIDADE DE MAIOR GRAU É O(n), OU SEJA DE ORDEM LINEAR.

Aula 3- ALGORITMOS E COMPLEXIDADE

TEMA 1 - ANÁLISE DE ALGORITMOS – NOTAÇÃO O

CÁLCULO DA COMPLEXIDADE DE ALGORITMO:

EXEMPLO 2:

```
#include<iostream>
#include<vector>
using namespace std;

bool exemplo2(vector<int> vt) {

    // size() = Função que retorna o número de elementos do vetor.
    int tamanho = vt.size();
    for(int i=0; i<tamanho; i++){
        for(int j=0; j<tamanho; j++) {
            if( i!=j && vt[i]==vt[j]) {
                return true;
            }
        }
    }
    return false;
}

int main() {
    std::vector<int> vt;
    vt.push_back(10); vt.push_back(20); vt.push_back(30);
    cout << exemplo2(vt);
}
```

Aula 3- ALGORITMOS E COMPLEXIDADE

TEMA 1 - ANÁLISE DE ALGORITMOS – NOTAÇÃO O

CÁLCULO DA COMPLEXIDADE DE ALGORITMO:

EXEMPLO 2:

Qual a complexidade deste código?

```
#include<iostream>
#include<vector>
using namespace std;

bool exemplo2(vector<int> vt) {

    // size() = Função que retorna o número de elementos do vetor.
    int tamanho = vt.size();
    for(int i=0; i<tamanho; i++){
        for(int j=0; j<tamanho; j++) {
            if( i!=j && vt[i]==vt[j]) {
                return true;
            }
        }
    }
    return false;
}

int main() {
    std::vector<int> vt;
    vt.push_back(10); vt.push_back(20); vt.push_back(30);
    cout << exemplo2(vt);
}
```

Aula 3- ALGORITMOS E COMPLEXIDADE

TEMA 1 - ANÁLISE DE ALGORITMOS – NOTAÇÃO O

CÁLCULO DA COMPLEXIDADE DE ALGORITMO:

EXEMPLO 2:

1º PASSO: ACHAR AS REPETIÇÕES

```
#include<iostream>
#include<vector>
using namespace std;

bool exemplo2(vector<int> vt) {

    // size() = Função que retorna o número de elementos do vetor.
    int tamanho = vt.size();
    for(int i=0; i<tamanho; i++){
        for(int j=0; j<tamanho; j++) {
            if( i!=j && vt[i]==vt[j]) {
                return true;
            }
        }
    }
    return false;
}

int main() {
    std::vector<int> vt;
    vt.push_back(10); vt.push_back(20); vt.push_back(30);
    cout << exemplo2(vt);
}
```

O(n)

Aula 3- ALGORITMOS E COMPLEXIDADE

TEMA 1 - ANÁLISE DE ALGORITMOS – NOTAÇÃO O

CÁLCULO DA COMPLEXIDADE DE ALGORITMO:

EXEMPLO 2:

1º PASSO: ACHAR AS REPETIÇÕES

```
#include<iostream>
#include<vector>
using namespace std;

bool exemplo2(vector<int> vt) {

    // size() = Função que retorna o número de elementos do vetor.
    int tamanho = vt.size();
    for(int i=0; i<tamanho; i++){
        for(int j=0; j<tamanho; j++) {
            if( i!=j && vt[i]==vt[j]) {
                return true;
            }
        }
    }
    return false;
}

int main() {
    std::vector<int> vt;
    vt.push_back(10); vt.push_back(20); vt.push_back(30);
    cout << exemplo2(vt);
}
```

O(n)

O(n)

Aula 3- ALGORITMOS E COMPLEXIDADE

TEMA 1 - ANÁLISE DE ALGORITMOS – NOTAÇÃO O

CÁLCULO DA COMPLEXIDADE DE ALGORITMO:

EXEMPLO 2:

2º PASSO: VERIFICAR A COMPLEXIDADE DAS FUNÇÕES/MÉTODOS PRÓPRIOS DA LINGUAGEM (SE UTILIZADO).

```
#include<iostream>
#include<vector>
using namespace std;

bool exemplo2(vector<int> vt) {

    // size() = Função que retorna o número de elementos do vetor.
    int tamanho = vt.size();
    for(int i=0; i<tamanho; i++){
        for(int j=0; j<tamanho; j++) {
            if( i!=j && vt[i]==vt[j]) {
                return true;
            }
        }
    }
    return false;
}

int main() {
    std::vector<int> vt;
    vt.push_back(10); vt.push_back(20); vt.push_back(30);
    cout << exemplo2(vt);
}
```

O(1)

O(n)

O(n)

Aula 3- ALGORITMOS E COMPLEXIDADE

TEMA 1 - ANÁLISE DE ALGORITMOS – NOTAÇÃO O

CÁLCULO DA COMPLEXIDADE DE ALGORITMO:

EXEMPLO 2:

```
#include<iostream>
#include<vector>
using namespace std;

bool exemplo2(vector<int> vt) {

    // size() = Função que retorna o número de elementos do vetor.
    int tamanho = vt.size();
    for(int i=0; i<tamanho; i++){
        for(int j=0; j<tamanho; j++) {
            if( i!=j && vt[i]==vt[j]) {
                return true;
            }
        }
    }
    return false;
}

int main() {
    std::vector<int> vt;
    vt.push_back(10); vt.push_back(20); vt.push_back(30);
    cout << exemplo2(vt);
}
```

O(1)

O(n)

O(n)

O(1)

Aula 3- ALGORITMOS E COMPLEXIDADE

TEMA 1 - ANÁLISE DE ALGORITMOS – NOTAÇÃO O

CÁLCULO DA COMPLEXIDADE DE ALGORITMO:

EXEMPLO 2:

```
#include<iostream>
#include<vector>
using namespace std;

bool exemplo2(vector<int> vt) {

    // size() = Função que retorna o número de elementos do vetor.
    int tamanho = vt.size();
    for(int i=0; i<tamanho; i++){
        for(int j=0; j<tamanho; j++) {
            if( i!=j && vt[i]==vt[j]) {
                return true;
            }
        }
    }
    return false;
}

int main() {
    std::vector<int> vt;
    vt.push_back(10); vt.push_back(20); vt.push_back(30);
    cout << exemplo2(vt);
}
```

O(1)

O(n)

O(n)

O(1)

O(1)

Aula 3- ALGORITMOS E COMPLEXIDADE

TEMA 1 - ANÁLISE DE ALGORITMOS – NOTAÇÃO O

CÁLCULO DA COMPLEXIDADE DE ALGORITMO:

EXEMPLO 2:

```
#include<iostream>
#include<vector>
using namespace std;

bool exemplo2(vector<int> vt) {

    // size() = Função que retorna o número de elementos do vetor.
    int tamanho = vt.size();
    for(int i=0; i<tamanho; i++){
        for(int j=0; j<tamanho; j++) {
            if( i!=j && vt[i]==vt[j]) {
                return true;
            }
        }
    }
    return false;
}

int main() {
    std::vector<int> vt;
    vt.push_back(10); vt.push_back(20); vt.push_back(30);
    cout << exemplo2(vt);
}
```

O(1)

O(n)

O(n)

O(1)

O(1)

O(1)

Aula 3- ALGORITMOS E COMPLEXIDADE

TEMA 1 - ANÁLISE DE ALGORITMOS – NOTAÇÃO O

CÁLCULO DA COMPLEXIDADE DE ALGORITMO:

EXEMPLO 2:

DEPOIS DE TER ENCONTRADO A COMPLEXIDADE DE TUDO DO MEU CÓDIGO. O QUE FOR CONSTANTE EU "IGNORO".

Aula 3- ALGORITMOS E COMPLEXIDADE

TEMA 1 - ANÁLISE DE ALGORITMOS – NOTAÇÃO O

CÁLCULO DA COMPLEXIDADE DE ALGORITMO:

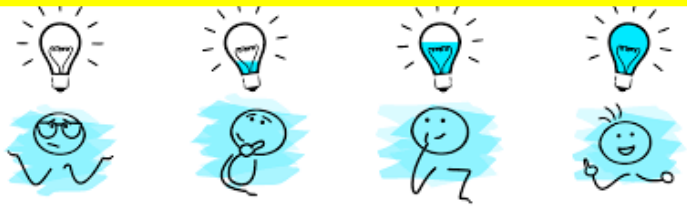
EXEMPLO 2:

```
#include<iostream>
#include<vector>
using namespace std;

bool exemplo2(vector<int> vt) {

    // size() = Função que retorna o número de elementos do vetor.
    int tamanho = vt.size();
    for(int i=0; i<tamanho; i++){
        for(int j=0; j<tamanho; j++) {
            if( i!=j && vt[i]==vt[j]) {
                return true;
            }
        }
    }
    return false;
}

int main() {
    std::vector<int> vt;
    vt.push_back(10); vt.push_back(20); vt.push_back(30);
    cout << exemplo2(vt);
}
```

O(n)

O(n)

SE EU TENHO UM "FOR" DENTRO DE UM OUTRO "FOR" ENTÃO EU MULTIPLICO.



Aula 3- ALGORITMOS E COMPLEXIDADE

TEMA 1 - ANÁLISE DE ALGORITMOS – NOTAÇÃO O

CÁLCULO DA COMPLEXIDADE DE ALGORITMO:

EXEMPLO 2:

3º PASSO: IGNORAR AS CONSTANTES E UTILIZAR O TERMO DE MAIOR GRAU.

```
#include<iostream>
#include<vector>
using namespace std;

bool exemplo2(vector<int> vt) {

    // size() = Função que retorna o número de elementos do vetor.
    int tamanho = vt.size();
    for(int i=0; i<tamanho; i++){
        for(int j=0; j<tamanho; j++) {
            if( i!=j && vt[i]==vt[j]) {
                return true;
            }
        }
    }
    return false;
}

int main() {
    std::vector<int> vt;
    vt.push_back(10); vt.push_back(20); vt.push_back(30);
    cout << exemplo2(vt);
}
```

O(n)

O(n)

RESPOSTA: LOGO A COMPLEXIDADE DO CÓDIGO SERÁ O(n) * O(n) QUE É IGUAL A $O(n^2)$, OU SEJA DE ORDEM QUADRÁTICA.

Aula 3- ALGORITMOS E COMPLEXIDADE

TEMA 1 - ANÁLISE DE ALGORITMOS – NOTAÇÃO O

CÁLCULO DA COMPLEXIDADE DE ALGORITMO:

EXEMPLO 3:

PARTE 1

```
#include<iostream>
#include<vector>
using namespace std;

int exemplo3(vector<int> vt) {
    // size() = Função que retorna o número de elementos do vetor.
    int tamanho = vt.size();
    int mnp_1 = 0;
    for(int i=0; i<tamanho; i++){
        for(int j=0; j<tamanho; j++) {
            if( vt[i] == vt[j]) {
                mnp_1++;
            }
        }
    }

    int mnp_2 = 0;
    for(int i=0; i<tamanho; i++){
        if( vt[i] == 10) {
            mnp_1 = 5*mnp_1;
        }
    }
```

Aula 3- ALGORITMOS E COMPLEXIDADE

TEMA 1 - ANÁLISE DE ALGORITMOS – NOTAÇÃO O

CÁLCULO DA COMPLEXIDADE DE ALGORITMO:

EXEMPLO 3:

PARTE 2

```
    int mnp_3 = 0;
    for(int i=0; i<tamanho; i++){
        if( vt[i] == 5) {
            mnp_3 += 50;
        }
    }

    return mnp_1+mnp_2+mnp_3;
}

int main() {
    std::vector<int> vt;
    vt.push_back(10); vt.push_back(20); vt.push_back(30);
    cout << exemplo3(vt); }
```

Aula 3- ALGORITMOS E COMPLEXIDADE

TEMA 1 - ANÁLISE DE ALGORITMOS – NOTAÇÃO O

CÁLCULO DA COMPLEXIDADE DE ALGORITMO:

EXEMPLO 3:

Qual a complexidade deste código?

PARTE 1

```
#include<iostream>
#include<vector>
using namespace std;

int exemplo3(vector<int> vt) {
    // size() = Função que retorna o número de elementos do vetor.
    int tamanho = vt.size();
    int mnp_1 = 0;
    for(int i=0; i<tamanho; i++){
        for(int j=0; j<tamanho; j++) {
            if( vt[i] == vt[j]) {
                mnp_1++;
            }
        }
    }

    int mnp_2 = 0;
    for(int i=0; i<tamanho; i++){
        if( vt[i] == 10) {
            mnp_1 = 5*mnp_1;
        }
    }
```

Aula 3- ALGORITMOS E COMPLEXIDADE

TEMA 1 - ANÁLISE DE ALGORITMOS – NOTAÇÃO O

CÁLCULO DA COMPLEXIDADE DE ALGORITMO:

EXEMPLO 3:

Qual a complexidade deste código?

PARTE 2

```
    int mnp_3 = 0;
    for(int i=0; i<tamanho; i++){
        if( vt[i] == 5) {
            mnp_3 += 50;
        }
    }

    return mnp_1+mnp_2+mnp_3;
}

int main() {
    std::vector<int> vt;
    vt.push_back(10); vt.push_back(20); vt.push_back(30);
    cout << exemplo3(vt); }
```

Aula 3- ALGORITMOS E COMPLEXIDADE

TEMA 1 - ANÁLISE DE ALGORITMOS – NOTAÇÃO O

CÁLCULO DA COMPLEXIDADE DE ALGORITMO:

EXEMPLO 3:

1º PASSO: ACHAR AS REPETIÇÕES

PARTE 1

```
#include<iostream>
#include<vector>
using namespace std;

int exemplo3(vector<int> vt) {
    // size() = Função que retorna o número de elementos do vetor.
    int tamanho = vt.size();
    int mnp_1 = 0;
    for(int i=0; i<tamanho; i++){
        for(int j=0; j<tamanho; j++) {
            if( vt[i] == vt[j]) {
                mnp_1++;
            }
        }
    }

    int mnp_2 = 0;
    for(int i=0; i<tamanho; i++){
        if( vt[i] == 10) {
            mnp_1 = 5*mnp_1;
        }
    }
```

O(n)

Aula 3- ALGORITMOS E COMPLEXIDADE

TEMA 1 - ANÁLISE DE ALGORITMOS – NOTAÇÃO O

CÁLCULO DA COMPLEXIDADE DE ALGORITMO:

EXEMPLO 3:

1º PASSO: ACHAR AS REPETIÇÕES

PARTE 1

```
#include<iostream>
#include<vector>
using namespace std;

int exemplo3(vector<int> vt) {
    // size() = Função que retorna o número de elementos do vetor.
    int tamanho = vt.size();
    int mnp_1 = 0;
    for(int i=0; i<tamanho; i++){
        for(int j=0; j<tamanho; j++) {
            if( vt[i] == vt[j]) {
                mnp_1++;
            }
        }
    }

    int mnp_2 = 0;
    for(int i=0; i<tamanho; i++){
        if( vt[i] == 10) {
            mnp_1 = 5*mnp_1;
        }
    }
```

O(n)

O(n)

Aula 3- ALGORITMOS E COMPLEXIDADE

TEMA 1 - ANÁLISE DE ALGORITMOS – NOTAÇÃO O

CÁLCULO DA COMPLEXIDADE DE ALGORITMO:

EXEMPLO 3:

1º PASSO: ACHAR AS REPETIÇÕES

PARTE 1

```
#include<iostream>
#include<vector>
using namespace std;

int exemplo3(vector<int> vt) {
    // size() = Função que retorna o número de elementos do vetor.
    int tamanho = vt.size();
    int mnp_1 = 0;
    for(int i=0; i<tamanho; i++){
        for(int j=0; j<tamanho; j++) {
            if( vt[i] == vt[j]) {
                mnp_1++;
            }
        }
    }

    int mnp_2 = 0;
    for(int i=0; i<tamanho; i++){
        if( vt[i] == 10) {
            mnp_1 = 5*mnp_1;
        }
    }
```

O(n)

O(n)

O(n)

Aula 3- ALGORITMOS E COMPLEXIDADE

TEMA 1 - ANÁLISE DE ALGORITMOS – NOTAÇÃO O

CÁLCULO DA COMPLEXIDADE DE ALGORITMO:

EXEMPLO 3:

1º PASSO: ACHAR AS REPETIÇÕES

PARTE 2

```
    int mnp_3 = 0;
    for(int i=0; i<tamanho; i++){
        if( vt[i] == 5) {
            mnp_3 += 50;
        }
    }

    return mnp_1+mnp_2+mnp_3;
}

int main() {
    std::vector<int> vt;
    vt.push_back(10); vt.push_back(20); vt.push_back(30);
    cout << exemplo3(vt); }
```

O(n)

Aula 3- ALGORITMOS E COMPLEXIDADE

TEMA 1 - ANÁLISE DE ALGORITMOS – NOTAÇÃO O

CÁLCULO DA COMPLEXIDADE DE ALGORITMO:

EXEMPLO 3:

2º PASSO: VERIFICAR A COMPLEXIDADE DAS FUNÇÕES/MÉTODOS PRÓPRIOS DA LINGUAGEM (SE UTILIZADO).

PARTE 1

```
#include<iostream>
#include<vector>
using namespace std;

int exemplo3(vector<int> vt) {
    // size() = Função que retorna o número de elementos do vetor.
    int tamanho = vt.size();
    int mnp_1 = 0;
    for(int i=0; i<tamanho; i++){
        for(int j=0; j<tamanho; j++) {
            if( vt[i] == vt[j]) {
                mnp_1++;
            }
        }
    }

    int mnp_2 = 0;
    for(int i=0; i<tamanho; i++){
        if( vt[i] == 10) {
            mnp_1 = 5*mnp_1;
        }
    }
```

O(1)

O(n)

O(n)

Aula 3- ALGORITMOS E COMPLEXIDADE

TEMA 1 - ANÁLISE DE ALGORITMOS – NOTAÇÃO O

CÁLCULO DA COMPLEXIDADE DE ALGORITMO:

EXEMPLO 3:

PARTE 1

```
#include<iostream>
#include<vector>
using namespace std;

int exemplo3(vector<int> vt) {
    // size() = Função que retorna o número de elementos do vetor.
    int tamanho = vt.size();
    int mnp_1 = 0;
    for(int i=0; i<tamanho; i++){
        for(int j=0; j<tamanho; j++) {
            if( vt[i] == vt[j]) {
                mnp_1++;
            }
        }
    }

    int mnp_2 = 0;
    for(int i=0; i<tamanho; i++){
        if( vt[i] == 10) {
            mnp_1 = 5*mnp_1;
        }
    }
```

O(1)

O(1)

O(n)

O(n)

O(1)

O(1)

O(1)

O(n)

O(1)

O(1)

Aula 3- ALGORITMOS E COMPLEXIDADE

TEMA 1 - ANÁLISE DE ALGORITMOS – NOTAÇÃO O

CÁLCULO DA COMPLEXIDADE DE ALGORITMO:

EXEMPLO 3:

PARTE 2

```
    int mnp_3 = 0;                          ← O(1)
    for(int i=0; i<tamanho; i++){           ← O(n)
        if( vt[i] == 5) {                   ← O(1)
            mnp_3 += 50;                    ← O(1)
        }
    }

    return mnp_1+mnp_2+mnp_3;               ← O(1)
}

int main() {
    std::vector<int> vt;
    vt.push_back(10); vt.push_back(20); vt.push_back(30);
    cout << exemplo3(vt); }
```

Aula 3- ALGORITMOS E COMPLEXIDADE

TEMA 1 - ANÁLISE DE ALGORITMOS – NOTAÇÃO O

CÁLCULO DA COMPLEXIDADE DE ALGORITMO:

EXEMPLO 3:

DEPOIS DE TER ENCONTRADO A COMPLEXIDADE DE TUDO DO MEU CÓDIGO. O QUE FOR CONSTANTE EU "IGNORO".

Aula 3- ALGORITMOS E COMPLEXIDADE

TEMA 1 - ANÁLISE DE ALGORITMOS – NOTAÇÃO O

CÁLCULO DA COMPLEXIDADE DE ALGORITMO:

EXEMPLO 3:

PARTE 1

```
#include<iostream>
#include<vector>
using namespace std;

int exemplo3(vector<int> vt) {
    // size() = Função que retorna o número de elementos do vetor.
    int tamanho = vt.size();
    int mnp_1 = 0;
    for(int i=0; i<tamanho; i++){
        for(int j=0; j<tamanho; j++) {
            if( vt[i] == vt[j]) {
                mnp_1++;
            }
        }
    }

    int mnp_2 = 0;
    for(int i=0; i<tamanho; i++){
        if( vt[i] == 10) {
            mnp_1 = 5*mnp_1;
        }
    }
```

O(n)

O(n)

O(n)

NESSA PARTE DO CÓDIGO TEMOS: O(n)*O(n) + O(n).

Aula 3- ALGORITMOS E COMPLEXIDADE

TEMA 1 - ANÁLISE DE ALGORITMOS – NOTAÇÃO O

CÁLCULO DA COMPLEXIDADE DE ALGORITMO:

EXEMPLO 3:

PARTE 2

```
    int mnp_3 = 0;
    for(int i=0; i<tamanho; i++){
        if( vt[i] == 5) {
            mnp_3 += 50;
        }
    }

    return mnp_1+mnp_2+mnp_3;
}

int main() {
    std::vector<int> vt;
    vt.push_back(10); vt.push_back(20); vt.push_back(30);
    cout << exemplo3(vt); }
```

O(n)

NESSA PARTE DO CÓDIGO TEMOS: O(n).

Aula 3- ALGORITMOS E COMPLEXIDADE

TEMA 1 - ANÁLISE DE ALGORITMOS – NOTAÇÃO O

CÁLCULO DA COMPLEXIDADE DE ALGORITMO:

EXEMPLO 3:

AGORA TEMOS QUE ESCREVER EM UMA ÚNICA COMPLEXIDADE.

LOGO:

$O(n)*O(n) + O(n) + O(n)$.

$O(n^2) + 2*O(n)$.

3º PASSO: IGNORAR AS CONSTANTES E UTILIZAR O TERMO DE MAIOR GRAU.

$O(n^2) + O(n)$.

→ $O(n^2)$.