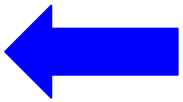
Unidade I:
Introdução - Noções de Complexidade

Instituto de Ciências Exatas e Informática
Departamento de Ciência da Computação

Agenda

- Exercícios iniciais
- Contagem de operações
- Noção sobre as notações O, Ω e Θ

Agenda

- **Exercícios iniciais** 
- Contagem de operações
- Noção sobre as notações O, Ω e Θ

Exercício (1)

- Resolva as equações abaixo:

a) 2^0 =

b) 2^1 =

c) 2^2 =

d) 2^3 =

e) 2^4 =

f) 2^5 =

g) 2^6 =

h) 2^7 =

i) 2^8 =

j) 2^9 =

k) 2^{10} =

l) 2^{11} =

Exercício (2)

- Resolva as equações abaixo:

a) lg(2048) =

b) lg(1024) =

c) lg(512) =

d) lg(256) =

e) lg(128) =

f) lg(64) =

g) lg(32) =

h) lg(16) =

i) lg(8) =

j) lg(4) =

k) lg(2) =

l) lg(1) =

Nota: lg (n) é a mesma coisa que o logaritmo de n na base dois, ou seja, $\log_2(n)$

Exercício (3)

- Resolva as equações abaixo:

a) $\lceil 4{,}01 \rceil =$

b) $\lfloor 4{,}01 \rfloor =$

c) $\lceil 4{,}99 \rceil =$

d) $\lfloor 4{,}99 \rfloor =$

e) $\lceil \lg(16) \rceil =$

f) $\lfloor \lg(16) \rfloor =$

g) $\lg(17) =$

h) $\lceil \lg(17) \rceil =$

i) $\lfloor \lg(17) \rfloor =$

j) $\lg(15) =$

k) $\lceil \lg(15) \rceil =$

l) $\lfloor \lg(15) \rfloor =$

Exercício (4)

- Plote um gráfico com todas as funções abaixo:

a) $f(n) = n$

b) $f(n) = n^2$

c) $f(n) = n^3$

d) $f(n) = sqrt(n)$

e) $f(n) = lg\ (n) = \log_2(n)$

f) $f(n) = 3n^2 + 5n - 3$

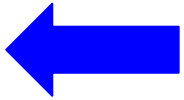
g) $f(n) = - 3n^2 + 5n - 3$

h) $f(n) = | - n^2 |$

i) $f(n) = 5n^4 + 2n^2$

j) $f(n) = n * lg\ (n)$

Agenda

- Exercícios iniciais
- **Contagem de operações** 
- Noção sobre as notações O, Ω e Θ

Exercício Resolvido (1)

- Calcule o número de subtrações que o código abaixo realiza:

```
...
a--;
a -= 3;
a = a - 2;
```

Exercício Resolvido (1)

- Calcule o número de subtrações que o código abaixo realiza:

```
...
a--;
a -= 3;
a = a - 2;     //três subtrações
```

Exercício Resolvido (2)

- Calcule o número de adições que o código abaixo realiza:

```
...
if (a + 5 < b + 3){
        i++;
        ++b;
        a += 3;
} else {
        j++;
}
```

Exercício Resolvido (2)

- Calcule o número de adições que o código abaixo realiza:

```
…                              // Melhor caso
if (a + 5 < b + 3){            // 2
      i++;
      ++b;
      a += 3;
} else {
      j++;                     // 1
}
```

Exercício Resolvido (2)

- Calcule o número de adições que o código abaixo realiza:

```
…                              // Pior caso
if (a + 5 < b + 3){            // 2
      i++;
      ++b;                     // 3
      a += 3;
} else {
      j++;
}
```

Cenários Possíveis

- **Melhor caso**: menor “tempo de execução” para todas entradas possíveis de tamanho n

- **Pior caso**: maior “tempo de execução” para todas entradas possíveis

- **Caso médio (ou esperado)**: média dos tempos de execução para todas as entradas possíveis (abordado em Grafos / PAA)

Contagem de Operações com Condicional

- Será o custo da condição mais ou o da lista de verdadeira ou o da falsa

```
if ( condição() ){
    listaVerdadeiro();
} else {
    listaFalso();
}
```

Melhor caso: condição() + mínimo(listaVerdadeiro(), listaFalso())

Pior caso: condição() + máximo(listaVerdadeiro(), listaFalso())

Exercício Resolvido (3)

- Calcule o número de adições que o código abaixo realiza:

```
...
if (a + 5 < b + 3 || c + 1 < d + 3){
        i++;
        ++b;
        a += 3;
} else {
        j++;
}
```

Exercício Resolvido (3)

- Calcule o número de adições que o código abaixo realiza:

```
...
if (a + 5 < b + 3 || c + 1 < d + 3){
        i++;
        ++b;
        a += 3;
} else {
        j++;
}
```

Resposta: O número máximo de adições acontece quando a primeira condição do if é falsa e a segunda, verdadeira. Se a primeira condição for verdadeira, o Java nem executa a segunda condição (ver AND_OR.java)

A	B	OR
F	x	x
T	x	T

A	B	AND
F	x	F
T	x	x

Exercício Resolvido (4)

- Calcule o número de subtrações que o código abaixo realiza:

```
...
for (int i = 0; i < 4; i++){
      a--;
}
```

Exercício Resolvido (4)

- Calcule o número de subtrações que o código abaixo realiza:

```
...
for (int i = 0; i < 4; i++){      // Faremos as subtrações quando i vale
      a--;                        // 0, 1, 2, 3
}
```

Contagem de Operações com Repetição

- Será o custo da condição mais o número de iterações multiplicado pela soma dos custos da condição e da lista a ser repetida

```
while ( condição() ){
    lista();
}
```

Custo: condição() + n x (lista() + condição()), onde n é o número de vezes que o laço será repetido

Contagem de Operações com Repetição

- Quando tivermos uma estrutura de repetição em que o contador começa com zero, repete enquanto menor que n e é incrementado em uma unidade, faremos n interações

```
for (int i = 0; i < n ; i++){
    lista();
}
```

Exercício Resolvido (5)

- Calcule o número de subtrações que o código abaixo realiza:

```
...
for (int i = 0; i < n; i++){
        a--;
        b--;
}
```

Sua resposta deve ser em função de n

Exercício Resolvido (5)

- Calcule o número de subtrações que o código abaixo realiza:

```
...
for (int i = 0; i < n; i++){
      a--;
      b--;                    // 2n subtrações
}
```

Sua resposta deve ser em função de n

Exercício Resolvido (6)

- Calcule o número de subtrações que o código abaixo realiza:

```
int i = 0, b = 10;

while (i < 3){
      i++;
      b--;
}
```

Exercício Resolvido (6)

- Calcule o número de subtrações que o código abaixo realiza:

```
int i = 0, b = 10;          // Faremos subtrações
                            // quando o valor de i igual
while (i < 3){              // a 0, 1 e 2
      i++;
      b--;
}
```

Exercício Resolvido (7)

- Calcule o número de subtrações que o código abaixo realiza:

```
...
for (int i = 3; i < n; i++){
      a--;
}
```

Exercício Resolvido (7)

- Calcule o número de subtrações que o código abaixo realiza:

```
...
for (int i = 3; i < n; i++){
      a--;
}                                  //n - 3 subtrações
```

Se n = 6, temos subtrações quando i vale 3, 4, 5 (6 - 3 = 3, vezes)

n = 7 3, 4, 5, 6 (7 - 3 = 4 vezes)

....

n = 10 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 (10 - 3 = 7 vezes)

Contagem de Operações com Repetição

- Quando tivermos uma estrutura de repetição em que o contador começa com a, repete enquanto menor que n e é incrementado em uma unidade, faremos n - a interações

```
for (int i = a; i < n ; i++){
    lista();
}
```

Exercício (5)

- Calcule o número de subtrações que o código abaixo realiza:

```
int i = 10;

while (i >= 7){
        i--;
}
```

Exercício (6)

- Calcule o número de subtrações que o código abaixo realiza:

```
...
for (int i = 5; i >= 2; i--){
      a--;
}
```

Exercício (7)

- Calcule o número de subtrações que o código abaixo realiza:

```
...
for (int i = 0; i < 5; i++){
        if (i % 2 == 0){
                a--;
                b--;
        } else {
                c--;
        }
}
```

Exercício Resolvido (8)

- Calcule o número de subtrações que o código abaixo realiza:

```
int a = 10;

for (int i = 0; i < 3; i++){
      for (int j = 0; j < 2; j++){
            a--;
      }
}
```

Exercício Resolvido (8)

- Calcule o número de subtrações que o código abaixo realiza:

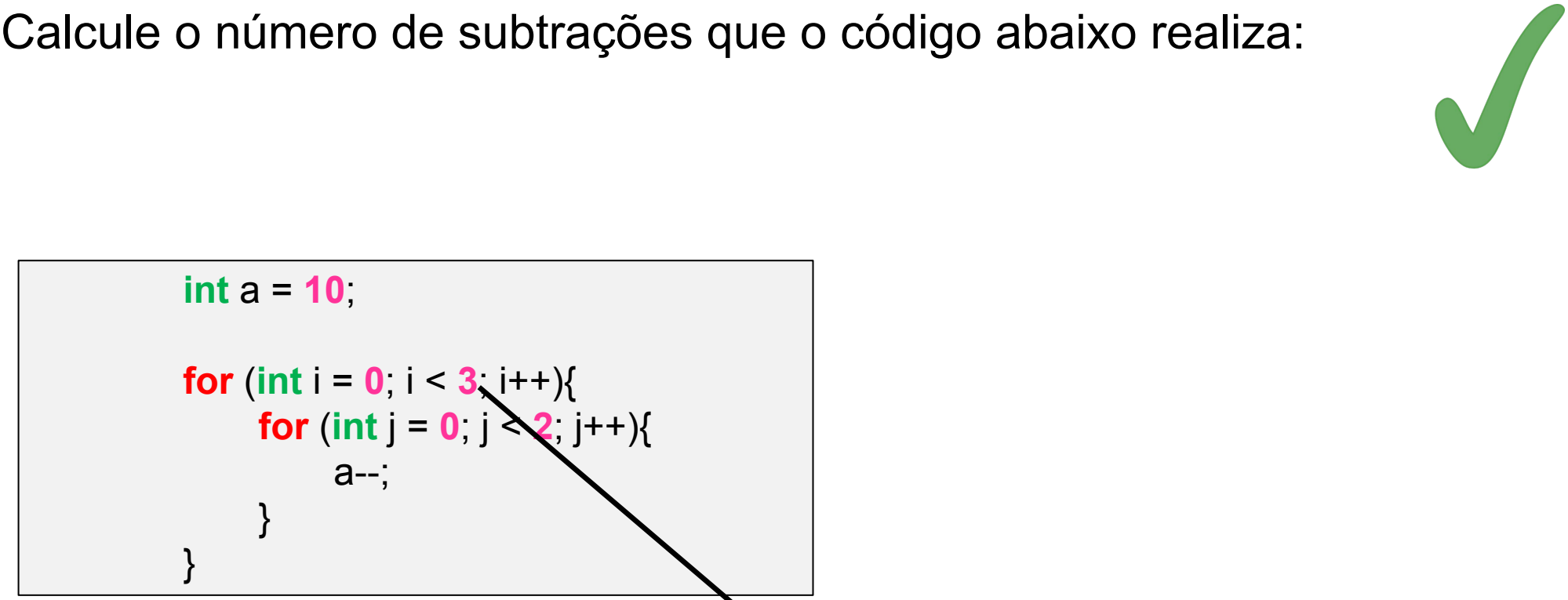
```
int a = 10;

for (int i = 0; i < 3; i++){
      for (int j = 0; j < 2; j++){
            a--;
      }
}
```

Solução fácil: 3 x 2 x 1

Exercício Resolvido (8)

- Calcule o número de subtrações que o código abaixo realiza:



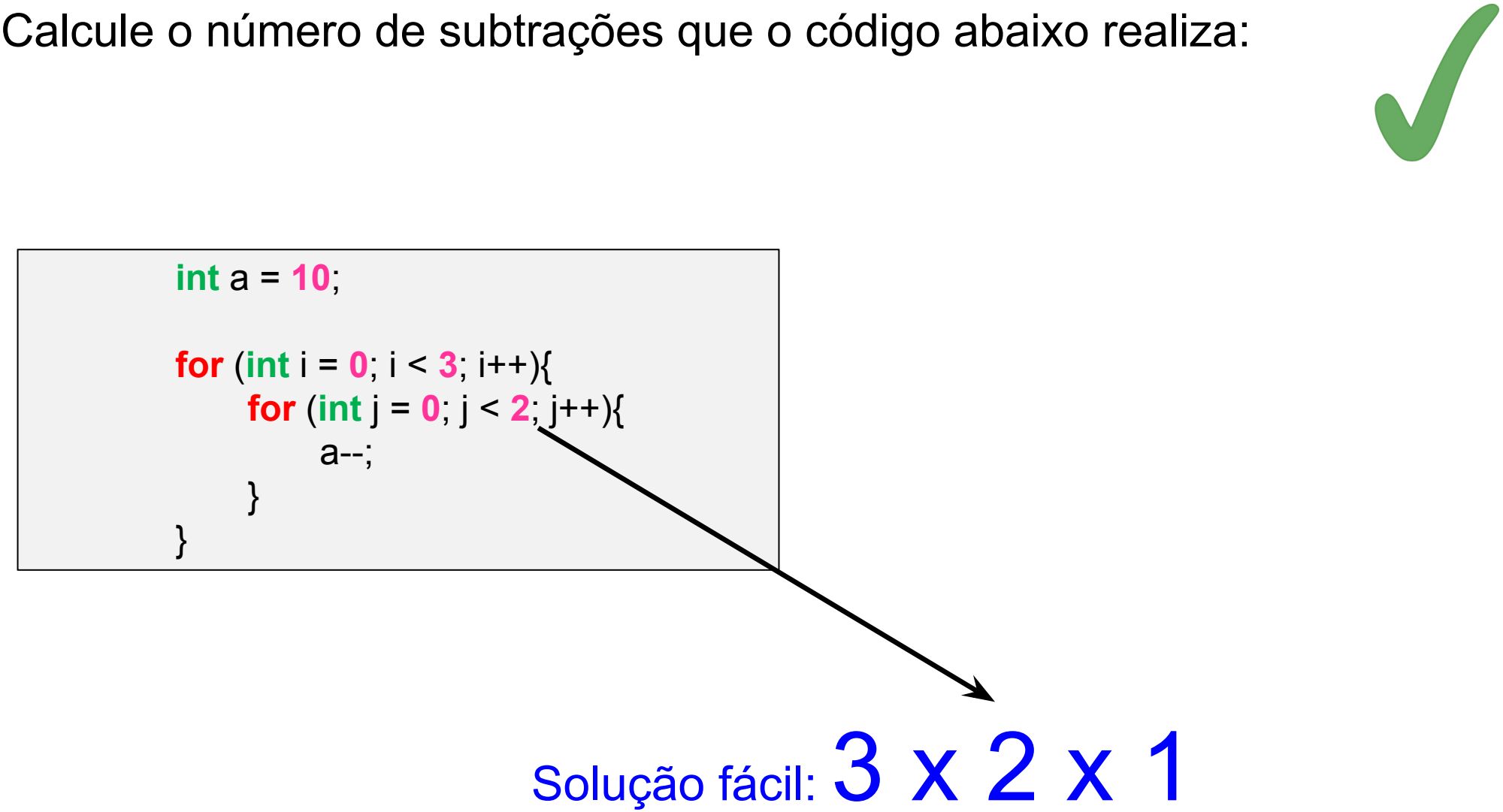
```
int a = 10;

for (int i = 0; i < 3; i++){
      for (int j = 0; j < 2; j++){
            a--;
      }
}
```

Solução fácil: 3 x 2 x 1

Exercício Resolvido (8)

- Calcule o número de subtrações que o código abaixo realiza:



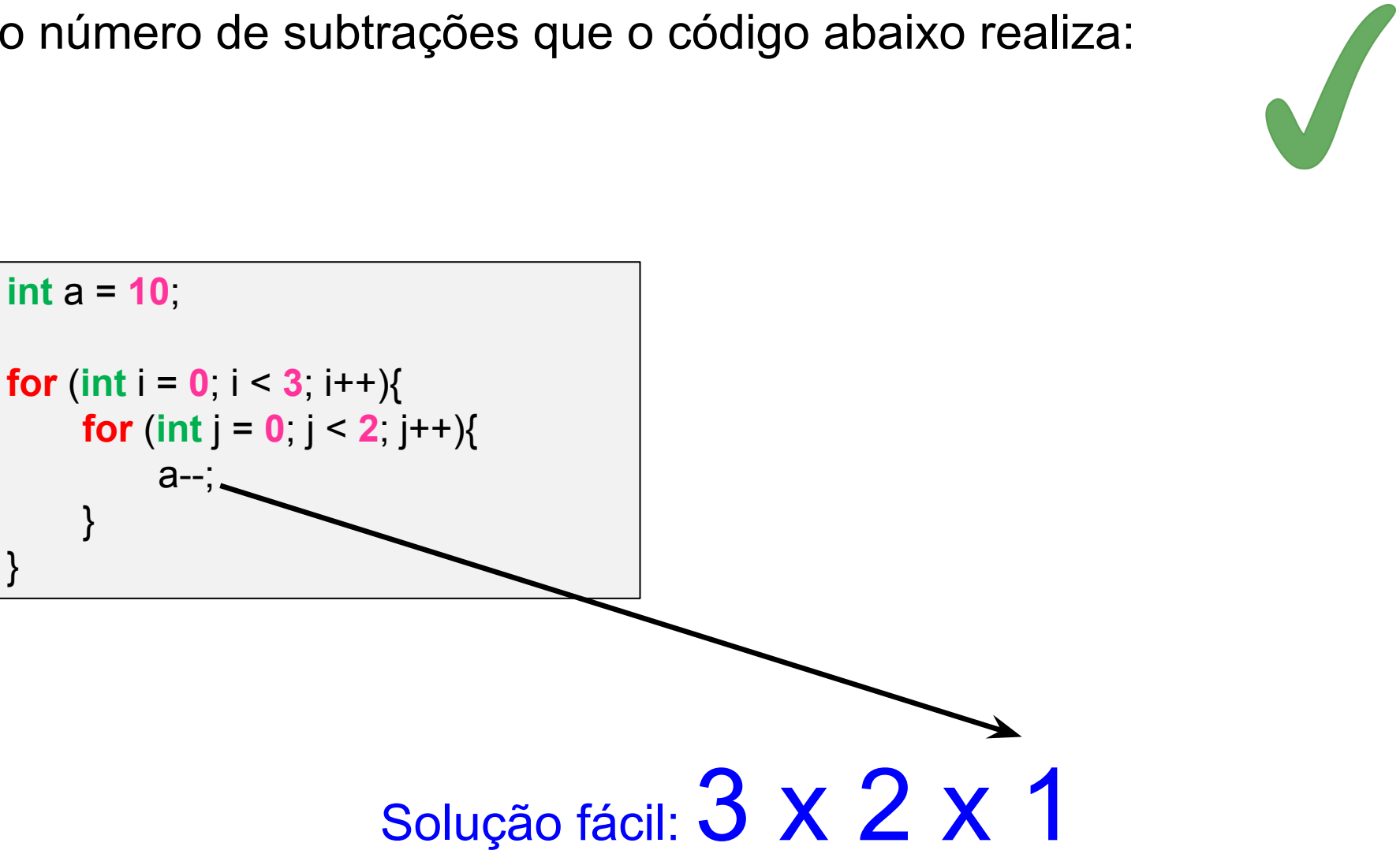
```
int a = 10;

for (int i = 0; i < 3; i++){
      for (int j = 0; j < 2; j++){
            a--;
      }
}
```

Solução fácil: 3 x 2 x 1

Exercício Resolvido (8)

- Calcule o número de subtrações que o código abaixo realiza:



```
int a = 10;

for (int i = 0; i < 3; i++){
      for (int j = 0; j < 2; j++){
            a--;
      }
}
```

Solução fácil: 3 x 2 x 1

Exercício Resolvido (8)

- Calcule o número de subtrações que o código abaixo realiza:

```
int a = 10;

for (int i = 0; i < 3; i++){
      for (int j = 0; j < 2; j++){
            a--;
      }
}
```

i	j	sub
0	0	0

Solução difícil

Exercício Resolvido (8)

- Calcule o número de subtrações que o código abaixo realiza:

```
int a = 10;

for (int i = 0; i < 3; i++){
      for (int j = 0; j < 2; j++){
            a--;
      }
}
```

true

i	j	sub
0		

Exercício Resolvido (8)

- Calcule o número de subtrações que o código abaixo realiza:

```
int a = 10;

for (int i = 0; i < 3; i++){
      for (int j = 0; j < 2; j++){
            a--;
      }
}
```

i	j	sub
0	0	

Exercício Resolvido (8)

- Calcule o número de subtrações que o código abaixo realiza:

```
int a = 10;

for (int i = 0; i < 3; i++){
      for (int j = 0; j < 2; j++){
            a--;
      }
}
```

true

i	j	sub
0	0	

Exercício Resolvido (8)

- Calcule o número de subtrações que o código abaixo realiza:

```
int a = 10;

for (int i = 0; i < 3; i++){
      for (int j = 0; j < 2; j++){
            a--;
      }
}
```

i	j	sub
0	0	1

Exercício Resolvido (8)

- Calcule o número de subtrações que o código abaixo realiza:

```
int a = 10;

for (int i = 0; i < 3; i++){
      for (int j = 0; j < 2; j++){
            a--;
      }
}
```

i	j	sub
0	1	1

Exercício Resolvido (8)

- Calcule o número de subtrações que o código abaixo realiza:

```
int a = 10;

for (int i = 0; i < 3; i++){
      for (int j = 0; j < 2; j++){
            a--;
      }
}
```

true

i	j	sub
0	1	1

Exercício Resolvido (8)

- Calcule o número de subtrações que o código abaixo realiza:

```
int a = 10;

for (int i = 0; i < 3; i++){
      for (int j = 0; j < 2; j++){
            a--;
      }
}
```

i	j	sub
0	1	2

Exercício Resolvido (8)

- Calcule o número de subtrações que o código abaixo realiza:

```
int a = 10;

for (int i = 0; i < 3; i++){
      for (int j = 0; j < 2; j++){
            a--;
      }
}
```

i	j	sub
0	2	2

Exercício Resolvido (8)

- Calcule o número de subtrações que o código abaixo realiza:

```
int a = 10;

for (int i = 0; i < 3; i++){
      for (int j = 0; j < 2; j++){
            a--;
      }
}
```

false

i	j	sub
0	2	2

Exercício Resolvido (8)

- Calcule o número de subtrações que o código abaixo realiza:

```
int a = 10;

for (int i = 0; i < 3; i++){
      for (int j = 0; j < 2; j++){
            a--;
      }
}
```

i	j	sub
1		2

Exercício Resolvido (8)

- Calcule o número de subtrações que o código abaixo realiza:

```
int a = 10;

for (int i = 0; i < 3; i++){
      for (int j = 0; j < 2; j++){
            a--;
      }
}
```

true

i	j	sub
1		2

Exercício Resolvido (8)

- Calcule o número de subtrações que o código abaixo realiza:

```
int a = 10;

for (int i = 0; i < 3; i++){
      for (int j = 0; j < 2; j++){
            a--;
      }
}
```

i	j	sub
1	0	2

Exercício Resolvido (8)

- Calcule o número de subtrações que o código abaixo realiza:

```
int a = 10;

for (int i = 0; i < 3; i++){
      for (int j = 0; j < 2; j++){
            a--;
      }
}
```

true

i	j	sub
1	0	2

Exercício Resolvido (8)

- Calcule o número de subtrações que o código abaixo realiza:

```
int a = 10;

for (int i = 0; i < 3; i++){
    for (int j = 0; j < 2; j++){
        a--;
    }
}
```

i	j	sub
1	0	3

Exercício Resolvido (8)

- Calcule o número de subtrações que o código abaixo realiza:

```
int a = 10;

for (int i = 0; i < 3; i++){
      for (int j = 0; j < 2; j++){
            a--;
      }
}
```

i	j	sub
1	1	3

Exercício Resolvido (8)

- Calcule o número de subtrações que o código abaixo realiza:

```
int a = 10;

for (int i = 0; i < 3; i++){
      for (int j = 0; j < 2; j++){
            a--;
      }
}
```

true

i	j	sub
1	1	3

Exercício Resolvido (8)

- Calcule o número de subtrações que o código abaixo realiza:

```
int a = 10;

for (int i = 0; i < 3; i++){
      for (int j = 0; j < 2; j++){
            a--;
      }
}
```

i	j	sub
1	1	4

Exercício Resolvido (8)

- Calcule o número de subtrações que o código abaixo realiza:

```
int a = 10;

for (int i = 0; i < 3; i++){
      for (int j = 0; j < 2; j++){
            a--;
      }
}
```

i	j	sub
1	2	4

Exercício Resolvido (8)

- Calcule o número de subtrações que o código abaixo realiza:

```
int a = 10;

for (int i = 0; i < 3; i++){
      for (int j = 0; j < 2; j++){
            a--;
      }
}
```

false

i	j	sub
1	2	4

Exercício Resolvido (8)

- Calcule o número de subtrações que o código abaixo realiza:

```
int a = 10;

for (int i = 0; i < 3; i++){
      for (int j = 0; j < 2; j++){
            a--;
      }
}
```

i	j	sub
2		4

Exercício Resolvido (8)

- Calcule o número de subtrações que o código abaixo realiza:

```
int a = 10;

for (int i = 0; i < 3; i++){
      for (int j = 0; j < 2; j++){
            a--;
      }
}
```

true

i	j	sub
2		4

Exercício Resolvido (8)

- Calcule o número de subtrações que o código abaixo realiza:

```
int a = 10;

for (int i = 0; i < 3; i++){
      for (int j = 0; j < 2; j++){
            a--;
      }
}
```

i	j	sub
2	0	4

Exercício Resolvido (8)

- Calcule o número de subtrações que o código abaixo realiza:

```
int a = 10;

for (int i = 0; i < 3; i++){
      for (int j = 0; j < 2; j++){
            a--;
      }
}
```

true

i	j	sub
2	0	4

Exercício Resolvido (8)

- Calcule o número de subtrações que o código abaixo realiza:

```
int a = 10;

for (int i = 0; i < 3; i++){
      for (int j = 0; j < 2; j++){
            a--;
      }
}
```

i	j	sub
2	0	5

Exercício Resolvido (8)

- Calcule o número de subtrações que o código abaixo realiza:

```
int a = 10;

for (int i = 0; i < 3; i++){
      for (int j = 0; j < 2; j++){
            a--;
      }
}
```

i	j	sub
2	1	5

Exercício Resolvido (8)

- Calcule o número de subtrações que o código abaixo realiza:

```
int a = 10;

for (int i = 0; i < 3; i++){
      for (int j = 0; j < 2; j++){
            a--;
      }
}
```

true

i	j	sub
2	1	5

Exercício Resolvido (8)

- Calcule o número de subtrações que o código abaixo realiza:

```
int a = 10;

for (int i = 0; i < 3; i++){
      for (int j = 0; j < 2; j++){
            a--;
      }
}
```

i	j	sub
2	1	6

Exercício Resolvido (8)

- Calcule o número de subtrações que o código abaixo realiza:

```
int a = 10;

for (int i = 0; i < 3; i++){
      for (int j = 0; j < 2; j++){
            a--;
      }
}
```

i	j	sub
2	2	6

Exercício Resolvido (8)

- Calcule o número de subtrações que o código abaixo realiza:

```
int a = 10;

for (int i = 0; i < 3; i++){
      for (int j = 0; j < 2; j++){
            a--;
      }
}
```

false

i	j	sub
2	2	6

Exercício Resolvido (8)

- Calcule o número de subtrações que o código abaixo realiza:

```
int a = 10;

for (int i = 0; i < 3; i++){
      for (int j = 0; j < 2; j++){
            a--;
      }
}
```

i	j	sub
3		6

Exercício Resolvido (8)

- Calcule o número de subtrações que o código abaixo realiza:

```
int a = 10;

for (int i = 0; i < 3; i++){
      for (int j = 0; j < 2; j++){
            a--;
      }
}
```

false

i	j	sub
3		6

Exercício (8)

- Calcule o número de subtrações que o código abaixo realiza:

```
...
for (int i = 0; i < n; i++){
      for (int j = 0; j < n; j++){
            a--;
      }
}
```

Exercício (9)

- Calcule o número de subtrações que o código abaixo realiza:

```
int i = 1, b = 10;

while (i > 0){
        b--;
        i = i >> 1;
}

i = 0;

while (i < 15){
        b--;
        i += 2;
}
```

Exercício (10)

- Calcule o número de multiplicações que o código abaixo realiza:

```
for (int i = 0; i < n; i++)
    for (int j = 0; j < n - 3; j++)
        a *= 2;
```

Exercício (11)

- Calcule o número de multiplicações que o código abaixo realiza:

```
for (int i = n - 7; i >= 1; i--)
    for (int j = 0; j < n; j++)
        a *= 2;
```

Exercício (12)

- Calcule o número de multiplicações que o código abaixo realiza:

```
for (int i = n; i > 0; i /= 2)
        a *= 2;
```

Exercício (13)

- Calcule o número de multiplicações que o código abaixo realiza:

```
for (int i = n+4; i > 0; i >>= 1)
        a *= 2;
```

Exercício (14)

- Calcule o número de multiplicações que o código abaixo realiza:

```
for (int i = n - 7; i >= 1; i--)
    for (int j = n - 7; j >= 1; j--)
        a *= 2;
```

Exercício Resolvido (9)

- Calcule o número de multiplicações que o código abaixo realiza:

```
for (int i = n; i > 0; i /= 2)
        a *= 2;
```

Exercício Resolvido (9)

- Calcule o número de multiplicações que o código abaixo realiza:

```
for (int i = n; i > 0; i /= 2)
        a *= 2;
```

Quando n é uma potência de 2, realizamos lg(n) + 1 multiplicações

Se n = 8, efetuamos a multiplicação quando i vale 8, 4, 2, 1

n = 16, ... 16, 8, 4, 2, 1

n = 32, ... 32, 16, 8, 4, 2, 1

Exercício Resolvido (9)

- Calcule o número de multiplicações que o código abaixo realiza:

```
for (int i = n; i > 0; i /= 2)
        a *= 2;
```

Para um valor qualquer de n, temos $\lfloor \lg(n) \rfloor + 1$ multiplicações

n = 7, ... 7, 3, 1
Se n = 8, efetuamos a multiplicação quando i vale 8, 4, 2, 1
n = 9, ... 9, 4, 2, 1
n = 15, ... 15, 7, 3, 1
n = 16, ... 16, 8, 4, 2, 1
n = 17, ... 17, 8, 4, 2, 1
n = 31, ... 31, 15, 7, 3, 1
n = 32, ... 32, 16, 8, 4, 2, 1
n = 33, ... 33, 16, 8, 4, 2, 1

Contagem de Operações com Repetição

- Quando tivermos uma estrutura de repetição em que o escopo de busca é sistematicamente dividido pela metade, temos um custo logarítmico

```
for (int i = n; i > 0; i /= 2){
    lista();
}
```

Exercício (15)

- Calcule o número de multiplicações que o código abaixo realiza:

```
for (int i = n + 1; i > 0; i /= 2)
    a *= 2;
```

Exercício (16)

- Calcule o número de multiplicações que o código abaixo realiza:

```
for (int i = n; i > 1; i /= 2)
        a *= 2;
```

Exercício (17)

- Calcule o número de multiplicações que o código abaixo realiza:

```
for (int i = 1; i < n; i *= 2)
        a *= 2;
```

Exercício (18)

- Calcule o número de multiplicações que o código abaixo realiza:

```
for (int i = 1; i <= n; i*= 2)
        a *= 2;
```

Exercício Resolvido (10)

- Faça um método que receba um número inteiro n e efetue o número de subtrações pedido em:

a) $3n + 2n^2$

b) $5n + 4n^3$

c) $\lg(n) + n$

d) $2n^3 + 5$

e) $9n^4 + 5n^2 + n/2$

f) $\lg(n) + 5\lg(n)$

Exercício Resolvido (10)

- Faça um método que receba um número inteiro n e efetue o número de subtrações pedido em:

a) $3n + 2n^2$

b) $5n + 4n^3$

c) $lg(n) + n$

d) $2n^3 + 5$

e) $9n^4 + 5n^2 + n/2$

f) $lg(n) + 5\ lg(n)$

```
        ...
    i = 0;

    while (i < n){
        i++;
        a--; b--; c--;
    }

    for (i = 0;  i < n; i++){
        for (j = 0;  j < n; j++){
            a--; b--;
        }
    }
```

Exercício Resolvido (11)

- Encontre o menor valor em um *array* de inteiros

```
int min = array[0];

for (int i = 1; i < n; i++){
    if (min > array[i]){
        min = array[i];
    }
}
```

1º) Qual é a operação relevante?

2º) Quantas vezes ela será executada?

Exercício Resolvido (11)

- Encontre o menor valor em um *array* de inteiros

```
int min = array[0];

for (int i = 1; i < n; i++){
    if (min > array[i]){
        min = array[i];
    }
}
```

1º) Qual é a operação relevante?

R: Comparação entre elementos do *array*

2º) Quantas vezes ela será executada?

Exercício Resolvido (11)

- Encontre o menor valor em um *array* de inteiros

```
int min = array[0];

for (int i = 1; i < n; i++){
    if (min > array[i]){
        min = array[i];
    }
}
```

1º) Qual é a operação relevante?

R: Comparação entre elementos do *array*

2º) Quantas vezes ela será executada?

R: Se tivermos n elementos: T(n) = n - 1

Exercício Resolvido (11)

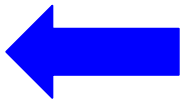
- Encontre o menor valor em um *array* de inteiros

```
int min = array[0];

for (int i = 1; i < n; i++){
    if (min > array[i]){
        min = array[i];
    }
}
```

3º) O nosso T(n) = n – 1 é para qual dos três casos?

Agenda

- Exercícios iniciais
- Contagem de operações
- **Noção sobre as notações O, Ω e Θ** 

Noção sobre as Notações O, Ω e Θ

- “Mão na roda” e podem ser lidas como aproximadamente

- Abordadas mais à frente da disciplina (Unidade III)

- Neste ponto, apresentamos “somente” noções sobre as notações

Noção sobre as Notações O, Ω e Θ

- A partir deste ponto, utilizaremos as notações O, Ω e Θ para identificar a complexidade (número de operações) de um algoritmo, assim:
  - Um algoritmo que realiza **1** operação é $O(1)$, $\Omega(1)$ e $\Theta(1)$
  - Um algoritmo que realiza **n** operações é $O(n)$, $\Omega(n)$ e $\Theta(n)$
  - Um algoritmo que realiza n^2 operações é $O(n^2)$, $\Omega(n^2)$ e $\Theta(n^2)$
  - Um algoritmo que realiza **lg(n)** operações é $O(\lg(n))$, $\Omega(\lg(n))$ e $\Theta(\lg(n))$

Noção sobre as Notações O, Ω e Θ

- Nas notações, ignoramos as constantes:
  - Um algoritmo que realiza **2**, **3** ou **5** operações é $O(1)$, $\Omega(1)$ e $\Theta(1)$
  - Um algoritmo que realiza **2n**, **3n** ou **5n** operações é $O(n)$, $\Omega(n)$ e $\Theta(n)$
  - Um algoritmo que realiza $2n^2$, $3n^2$ ou $5n^2$ operações é $O(n^2)$, $\Omega(n^2)$ e $\Theta(n^2)$
  - Um algoritmo que realiza **2lg(n)**, **3lg(n)** ou **5lg(n)** operações é $O(\lg(n))$, $\Omega(\lg(n))$ e $\Theta(\lg(n))$

Noção sobre as Notações O, Ω e Θ

- Nas notações, ignoramos termos com menor crescimento:
  - Um algoritmo que realiza $\mathbf{3n + 2n^2}$ operações é $\boldsymbol{O}(\mathbf{n^2})$, $\boldsymbol{\Omega}(\mathbf{n^2})$ e $\boldsymbol{\Theta}(\mathbf{n^2})$
  - Um algoritmo que realiza $\mathbf{5n + 4n^3}$ operações é $\boldsymbol{O}(\mathbf{n^3})$, $\boldsymbol{\Omega}(\mathbf{n^3})$ e $\boldsymbol{\Theta}(\mathbf{n^3})$
  - Um algoritmo que realiza $\mathbf{lg(n) + n}$ operações é $\boldsymbol{O}(\mathbf{n})$, $\boldsymbol{\Omega}(\mathbf{n})$ e $\boldsymbol{\Theta}(\mathbf{n})$
  - Um algoritmo que realiza $\mathbf{2n^3 + 5}$ operações é $\boldsymbol{O}(\mathbf{n^3})$, $\boldsymbol{\Omega}(\mathbf{n^3})$ e $\boldsymbol{\Theta}(\mathbf{n^3})$
  - Um algoritmo que realiza $\mathbf{9n^4 + 5n^2 + n/2}$ operações é $\boldsymbol{O}(\mathbf{n^4})$, $\boldsymbol{\Omega}(\mathbf{n^4})$ e $\boldsymbol{\Theta}(\mathbf{n^4})$
  - Um algoritmo que realiza $\mathbf{lg(n) + 5\ lg(n)}$ operações é $\boldsymbol{O}(\mathbf{lg(n)})$, $\boldsymbol{\Omega}(\mathbf{lg(n)})$ e $\boldsymbol{\Theta}(\mathbf{lg(n)})$

Trabalho Teórico 5

- Pergunta 1: Qual é a diferença entre as notações *O*, Ω e Θ? Pesquise!!!

- Pergunta 2: Qual é a notação *O*, Ω e Θ para todos os exercícios feitos nesta Unidade?