

MC102 — Comandos de Repetição

Rafael C. S. Schouery
rafael@ic.unicamp.br

Universidade Estadual de Campinas

Atualizado em: 2023-04-04 11:30

Imprimindo números

Queremos imprimir **3** números consecutivos

```
1 n = int(input("Entre com n: "))
2 print(n)
3 print(n + 1)
4 print(n + 2)
```

E se quisermos **5** números consecutivos?

```
1 n = int(input("Entre com n: "))
2 print(n)
3 print(n + 1)
4 print(n + 2)
5 print(n + 3)
6 print(n + 4)
```

E se quisermos **100** números consecutivos?

100 números consecutivos

```
1 n = int(input("Entre com n: "))
2 print(n)
3 print(n + 1)
4 print(n + 2)
5 print(n + 3)
6 print(n + 4)
7 print(n + 5)
8 print(n + 6)
9 print(n + 7)
10 print(n + 8)
11 print(n + 9)
12 ... # o ... não é um código Python válido
13 print(n + 99)
```

Dois problemas:

- Código é repetitivo
 - **DRY** (Don't repeat yourself)
- Imprimir um número fixo de números consecutivos
 - O usuário não pode entrar com a quantidade

Menor número

Dado 2 números, queremos saber qual é o menor

```
1 a = int(input("Entre com o número 1: "))
2 b = int(input("Entre com o número 2: "))
3 if a <= b:
4     print(a)
5 else:
6     print(b)
```

Dado 3 números, queremos saber qual é o menor

```
1 a = int(input("Entre com o número 1: "))
2 b = int(input("Entre com o número 2: "))
3 c = int(input("Entre com o número 3: "))
4 if a <= b and a <= c:
5     print(a)
6 elif b < a and b <= c:
7     print(b)
8 else
9     print(c)
```

Dado 100 números, queremos saber qual é o menor

- Seguindo o mesmo padrão, o código seria bem longo...

Comandos de Repetição

Felizmente, podemos usar um comando de repetição!

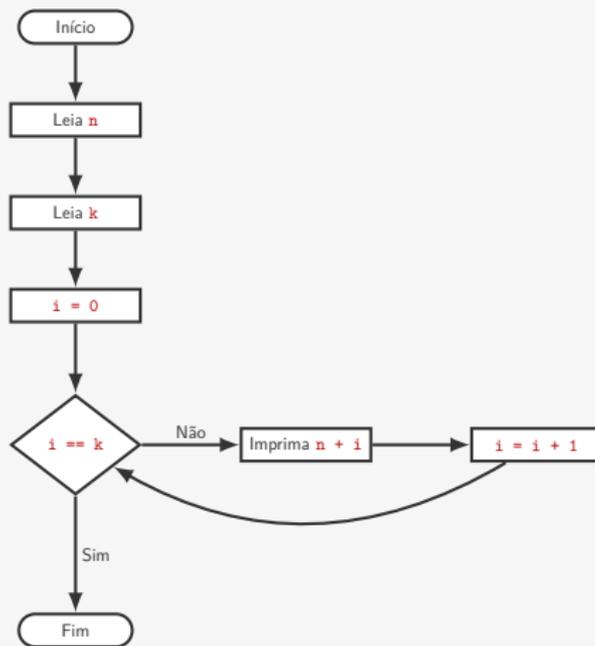
- Repete o mesmo código
- Até que algo aconteça!

Pseudocódigo

Dado n e k , queremos imprimir os k números consecutivos começando em n

```
1 Leia n
2 Leia k
3 i = 0
4 Enquanto i < k faça
5     Imprima n + i
6     i = i + 1
```

Fluxograma



Em Python

```
1 n = int(input("Entre com n: "))
2 k = int(input("Entre com k: "))
3 i = 0
4 while i < k:
5     print(n + i)
6     i += 1
```

- A sintaxe do `while` é similar a do `if`
 - O `:` indica o começo do bloco
 - Que tem que ser indentado
- `x += y` é o mesmo que `x = x + y`
- Existe também
 - `x -= y,`
 - `x *= y,`
 - `x /= y,`
 - `x //= y,`
 - `x %= y,`
 - `x **= y`
 - E mais alguns outros...

Bugs

Como saber se o programa está certo?

- Que ele não tem um *bug*?

Podemos executar o programa para alguns valores de entrada...

E se tiver bug, o que fazer?

Livrando-se de bugs: teste de mesa

Uma forma prática é fazer um *teste de mesa*

- simular o programa usando papel e lápis
- para alguns valores de entrada

Podemos olhar também para alguns casos mais críticos:

- E se k ou n for zero?
- E se k ou n for negativo?

Exemplo de teste de mesa

```
1 n = int(input("Entre com n: "))
2 k = int(input("Entre com k: "))
3 i = 0
4 while i < k:
5     print(n + i)
6     i += 1
```

linha	n	k	i	obs
1	2	?	?	
2	2	3	?	
3	2	3	0	
4	2	3	0	$0 < 3$
5	2	3	0	imprimi 2
6	2	3	1	
4	2	3	1	$1 < 3$
5	2	3	1	imprimi 3
6	2	3	2	
4	2	3	2	$2 < 3$
5	2	3	2	imprimi 4
6	2	3	3	
4	2	3	3	$3 == 3$

Livrando-se de bugs: depurador

Uma maneira parecida de fazer isso é usando um *debugger*

- Um programa que permite testar o seu programa!
- Executa o programa passo a passo
- E mostra os valores das variáveis
- Entre várias outras funcionalidades

Exemplo no VSCode!

Livrando-se de bugs: lendo o código

Outra forma de se livrar de bugs é lendo o código

- Ler seu código com atenção
- Pensando o que cada coisa faz

Costuma ser mais rápido do que os outros métodos

- Quando o bug é claro, pelo menos...

Voltando ao código

Vimos esse código:

```
1 n = int(input("Entre com n: "))
2 k = int(input("Entre com k: "))
3 i = 0
4 while i < k:
5     print(n + i)
6     i += 1
```

Mas existem outras formas de fazer!

```
1 n = int(input("Entre com n: "))
2 k = int(input("Entre com k: "))
3 atual = n
4 while atual < n + k:
5     print(atual)
6     atual += 1
```

Exercício

Relembrando: uma Progressão Aritmética (PA)

- é uma sequência de números (a_1, a_2, \dots, a_n)
- onde existe um número r tal que
- $a_{i+1} = a_i + r$
- para todo $1 \leq i < n$

A soma S da progressão aritmética é

$$S = \frac{n(a_1 + a_n)}{2} = a_1n + \frac{n(n-1)r}{2}$$

Ou é o que dizem!

- Vamos fazer um código para ver se fórmula está correta!
- E vamos simular esse programa no debugger!

Possível solução

```
1 a_1 = int(input("Entre com a_1: "))
2 n = int(input("Entre com n: "))
3 r = int(input("Entre com r: "))
4
5 esperado = a_1 * n + n * (n - 1) * r / 2
6
7 i = 1
8 soma = 0
9 atual = a_1
10 while i <= n:
11     soma += atual
12     atual += r
13     i = i + 1
14
15 if soma != esperado:
16     print("Fórmula incorreta!")
17     print("Esperado: ", esperado)
18     print("Obtido: ", soma)
19 else:
20     print("Fórmula correta!")
```

- A variável `i` está *contando* até `n`
- A variável `soma` está *acumulando* o resultado

Exercício

Relembrando: um número inteiro positivo p é primo se seus divisores positivos são apenas 1 e p

Escreva um programa que, dado p , diz se p é primo ou não.

Possível solução

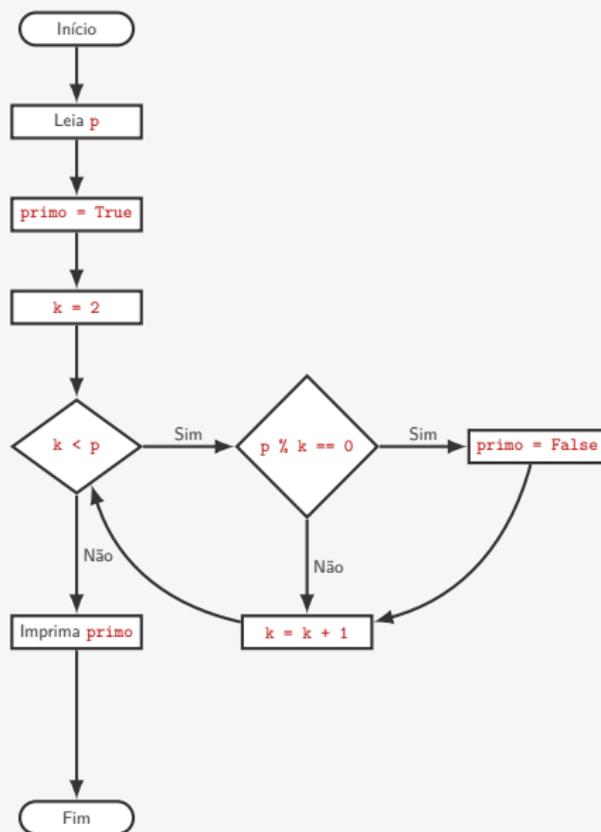
```
1 p = int(input("Entre com p: "))
2 primo = True
3 k = 2
4 while k < p:
5     if p % k == 0:
6         primo = False
7     k += 1
8 print(p >= 2 and primo)
```

- `primo` indica se `p` é primo ou não

Vamos depurar no VSCode

- tente também fazer um teste de mesa!

Fluxograma



Otimizando

Podemos melhorar o código:

- Testando k apenas até \sqrt{p}
 - Porque se p tem um divisor maior ou igual a \sqrt{p} ,
 - então p tem um divisor menor ou igual a \sqrt{p}
- Saindo do laço quando achamos um divisor
 - Porque já sabemos que o número não é primo

```
1 p = int(input("Entre com p: "))
2 primo = True
3 k = 2
4 # é melhor testar k * k <= p do que k <= p ** (1/2)
5 while k * k <= p and primo:
6     if p % k == 0:
7         primo = False
8     k += 1
9 print(p >= 2 and primo)
```

Faz diferença?

- $p = 27644437$: 5.32s vs. 0.06s (e é primo)

Exercícios

1. Leia uma sequência de números e imprima a soma
2. Leia uma sequência de números e imprima o menor
3. Leia uma sequência de números e veja se todos são pares
4. Leia uma sequência de números e conte quantos são pares
5. Dado um número, imprima a sua decomposição em números primos

Solução

Dado um número, imprima a sua decomposição em números primos

```
1 n = int(input("Entre com o n: "))
2 d = 2
3 while n != 1:
4     if n % d == 0:
5         n //= d
6         print(d)
7     else:
8         d += 1
```

Vamos simular!

Armazenando dados

O que queremos:

- Ter fácil acesso aos dados
- Para não ter tantas variáveis
- Para ter um código mais simples

Para tanto, usaremos listas

- E, futuramente, outras formas de acesso

Listas

Lista (`list`) é um tipo do Python

- Permite armazenar uma grande quantidade de dados
 - Tanto quanto você queira...
 - Claro, até o limite de memória do computador
- Permite acessar os dados usando um *índice*
 - Ex: `lista[0]`, `lista[1]`, ...
 - Tanto para escrita quanto para leitura
 - O índice começa em zero

Criando Listas e Adicionando Itens

Criando uma lista vazia (sem nada armazenado):

- `lista = []` (mais usado)
- `lista = list()`

Criando uma lista com conteúdo:

- `lista = [1, 7, 2, 2, 15]`
- `lista = ["ana", "joão", "pedro"]`
- `lista = [1.3, 7.5, -2.1]`
- `lista = [x, y, z]` ← Não é uma lista de variáveis!
- `lista = [1, "mc102", 3.7]`

`lista.append(x)`

- Insere o valor `x` no final da lista
 - `x` pode ser variável, constante ou uma expressão

Exemplo

```
1 >>> l = []
2 >>> l
3 []
4 >>> type(l)
5 <class 'list'>
6 >>> l.append("Ana")
7 >>> l.append("Beto")
8 >>> l.append("Carlos")
9 >>> l
10 ['Ana', 'Beto', 'Carlos']
11 >>> l[0]
12 'Ana'
13 >>> l[1]
14 'Beto'
15 >>> l[2]
16 'Carlos'
17 >>> l[3]
18 Traceback (most recent call last):
19   File "<stdin>", line 1, in <module>
20 IndexError: list index out of range
21 >>> l[1] = 'Roberto'
22 >>> l
23 ['Ana', 'Roberto', 'Carlos']
```

Lendo uma lista de nomes

Se tivermos a quantidade `n` de nomes, podemos fazer:

```
1 n = int(input("Entre com a quantidade de nomes: "))
2 l = []
3 i = 0
4 while i < n:
5     nome = input("Entre com o nome: ")
6     l.append(nome)
7     i += 1
8
9 print("Nomes digitados:")
10 i = 0
11 while i < n:
12     print(l[i])
13     i += 1
```

Exercício: faça uma versão onde a quantidade de nomes não é conhecida de antemão

- Considere que o usuário pressiona enter quando não quer dar mais nomes

Elemento está na lista?

Dada uma sequência de números e um número k queremos saber se k está na sequência

- Se desse k antes, não precisava armazenar a sequência
- Mas como não sabemos o k antes, precisamos guardá-la!

```
1 n = int(input("Número de elementos: "))
2 l = []
3 i = 0
4 while i < n:
5     l.append(int(input("Entre com o número: ")))
6     i = i + 1
7
8 k = int(input("k: "))
9
10 i = 0
11 encontrou = False
12 while i < n:
13     if l[i] == k:
14         encontrou = True
15     i += 1
16 print(encontrou)
```

É tão comum querermos saber se um elemento está na lista que o Python nos dá o comando `in`

Comando in

```
1 n = int(input("Número de elementos: "))
2 l = []
3 i = 0
4 while i < n:
5     l.append(int(input("Entre com o número: ")))
6     i += 1
7 k = int(input("k: "))
8
9 print(k in l)
```

`k in l` é:

- `True` se `k` está em `l`
- `False` se `k` não está em `l`

Contando as repetições

Dada uma sequência de números e um número k queremos saber quantas vezes k está na sequência

- Poderíamos contar usando `while`

É tão comum percorrer uma lista, que temos algo mais simples:

```
1 n = int(input("Número de elementos: "))
2 l = []
3 i = 0
4 while i < n:
5     l.append(int(input("Entre com o número: ")))
6     i += 1
7 k = int(input("k: "))
8
9 conta = 0
10 for x in l: # para cada elemento x da lista l faça
11     if x == k:
12         conta += 1
13 print(conta)
```

Note que o significado de `in` nesse caso é levemente diferente...

Padrão de contagem

É comum contarmos de um número até outro em um laço

Ex:

```
1 i = 0
2 while i < n:
3     l.append(int(input("Entre com o número: ")))
4     i += 1
```

Há uma estrutura que fica sempre aparecendo:

- Inicializa a variável com zero (linha 1)
- Executa um laço até chegar em um valor (linha 2)
- Faz alguma coisa (linha 3)
- Soma um na variável ao final do laço (linha 4)

Reescrevendo usando for e range

Ao invés de

```
1 i = 0
2 while i < n:
3     l.append(int(input("Entre com o número: ")))
4     i += 1
```

Podemos escrever

```
1 for i in range(n):
2     l.append(int(input("Entre com o número: ")))
```

O `range(n)` é como se fosse a lista `[0, 1, ..., n - 1]`

- Mas não é uma lista
- Seu tipo é `range`
- Pode ser convertido em lista usando `list(range(n))`

Revisitando soluções

Imprimindo os próximos k números

```
1 n = int(input("Entre com n: "))
2 k = int(input("Entre com k: "))
3 for i in range(k):
4     print(n + i)
```

Revisitando soluções

Soma da Progressão Aritmética

```
1 a_1 = int(input("Entre com a_1: "))
2 n = int(input("Entre com n: "))
3 r = int(input("Entre com r: "))
4
5 esperado = a_1*n + n * (n - 1) * r / 2
6
7 soma = 0
8 atual = a_1
9 for i in range(n):
10     soma += atual
11     atual += r
12
13 if soma != esperado:
14     print("Fórmula incorreta!")
15     print("Esperado: ", esperado)
16     print("Obtido: ", soma)
17 else:
18     print("Fórmula correta!")
```

Revisitando soluções

Lendo e imprimindo uma lista

```
1 n = int(input("Entre com a quantidade de nomes: "))
2 l = []
3 for i in range(n):
4     nome = input("Entre com o nome: ")
5     l.append(nome)
6
7 print("Nomes digitados:")
8 for x in l:
9     print(x)
```

Versões do range

Temos três versões:

- `range(fim)`
 - Intervalo de 0 (incluído) a `fim` (excluído)
 - Ex: `range(10)` é 0, 1, ..., 9
- `range(inicio, fim)`
 - Intervalo de `inicio` (incluído) a `fim` (excluído)
 - Ex: `range(2, 10)` é 2, 3, ..., 9
- `range(inicio, fim, passo)`
 - Intervalo de `inicio` (incluído) a `fim` (excluído), pulando de `passo` em `passo`
 - Ex: `range(3, 10, 2)` é 3, 5, 7, 9
 - Ex: `range(10, 3, -2)` é 10, 8, 6, 4

Revisitando soluções

Primo

```
1 p = int(input("Entre com p: "))
2 primo = True
3 for k in range(2, p):
4     if p % k == 0:
5         primo = False
6         break # para a execução do laço
7 print(p >= 2 and primo)
```

Note que agora estamos indo até $p - 1$ e não \sqrt{p} ...

- Daria para calcular \sqrt{p} antes

Sempre dá para usar?

Como usar `for ... in range(...)` nesse código?

```
1 n = int(input("Entre com o n: "))
2 d = 2
3 while n != 1:
4     if n % d == 0:
5         n //= d
6         print(d)
7     else:
8         d += 1
9 print(lista)
```

Esse é um `while` que foge do padrão!

Exercícios

1. Dado n , imprima todos os números ímpares menores do que n
2. Imprima os n primeiros números naturais em ordem inversa

Imprimindo primos

Já sabemos verificar se um número é primo

```
1 k = 2
2 # é melhor testar k * k <= p do que k <= p ** (1/2)
3 while k * k <= p and primo:
4     if p % k == 0:
5         primo = False
6     k += 1
7 print(p >= 2 and primo)
```

Mas, e se quisermos imprimir todos os números primos menores ou iguais a n ?

- Precisaríamos executar o código acima várias vezes...
- Como fazer isso?

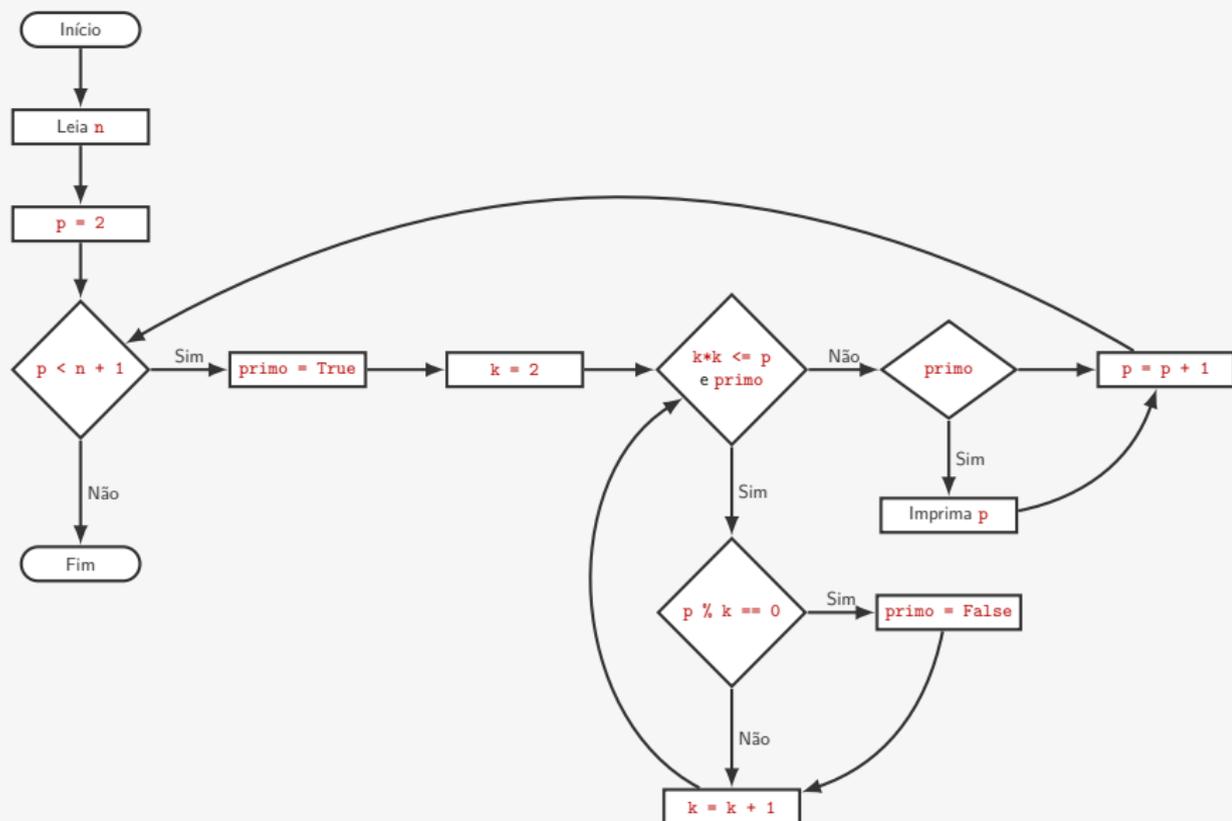
Laços encaixados

Podemos colocar um laço dentro de outro!

```
1 n = int(input("Entre com n: "))
2
3 # n também é considerado
4 for p in range(2, n + 1):
5     primo = True
6     k = 2
7     while k * k <= p and primo:
8         # verifica se k divide p
9         if p % k == 0:
10            primo = False
11            k += 1
12    if primo:
13        print(p)
```

- Vamos simular!

Fluxograma



Versão com break

```
1 n = int(input("Entre com n: "))
2
3 # n também é considerado
4 for p in range(2, n + 1):
5     primo = True
6     k = 2
7     while k * k <= p:
8         # verifica se k divide p
9         if p % k == 0:
10            primo = False
11            break
12        k += 1
13 if primo:
14     print(p)
```

- O **break** interrompe o laço mais interno apenas
- Ele reduz um pouco a legibilidade do código
 - Mas é necessário no **for** pois não há condição booleana
- Existe também um comando chamado **continue**
 - Ele vai para a próxima iteração do laço mais interno
 - Usado algumas vezes para melhorar legibilidade do código

Uma outra forma de achar primos...

Nós sabemos que 2 é primo...

- Pois 2 não pode ter divisores diferentes de 1 e 2
- Pois um divisor precisa ser menor ou igual a 2
- E 2 é o segundo número natural

O que ganhamos com a informação que 2 é primo?

- Que 4, 6, 8, 10, 12, ... não são primos

E o 3?

- É primo, pois não é múltiplo dos primos anteriores
- Portanto, 6, 9, 12, 15, ... não são primos

O 4 já sabemos que não é primo, mas e o 5?

- Mesmo raciocínio do 3...

Crivo de Eratóstenes

A ideia anterior é a base do algoritmo de **Erastóstenes**

- Matemático grego (276 AEC - 194 AEC)
- Foi bibliotecário chefe na Biblioteca de Alexandria

Pseudocódigo:

```
1 Leia n
2 Marque todo número de 2 a n como primo
3 Para cada número p de 2 a n faça
4     Se p está marcado como primo
5         Imprima p
6         Para cada múltiplo k de p menor ou igual a n faça
7             Marque k como não-primo
```

Exercício: Vamos simular na lousa!

Exercício: Vamos fazer em Python!

Solução

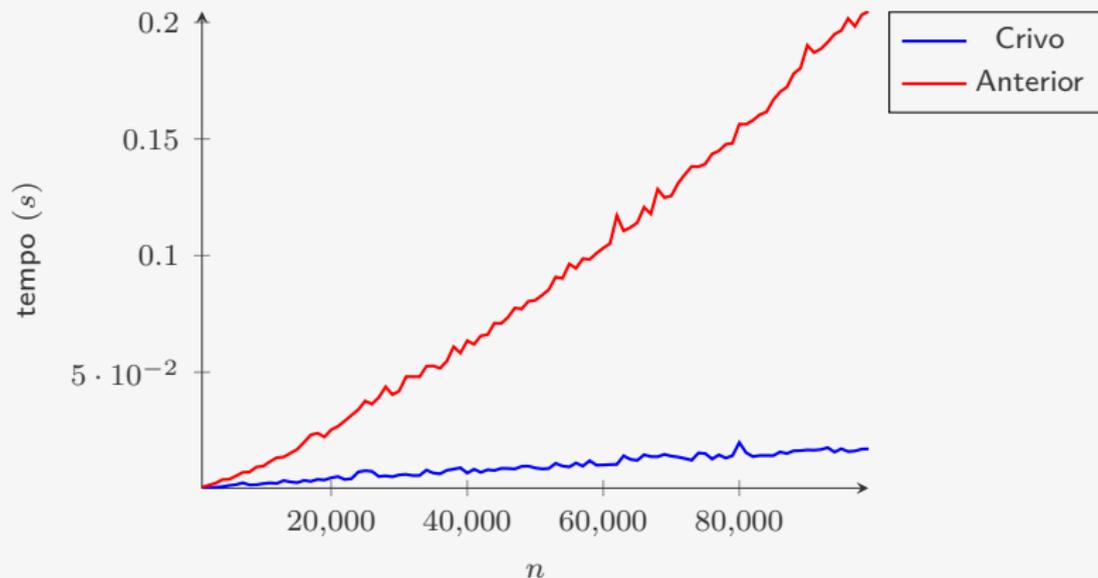
Versão otimizada:

- Para um primo p , já marcamos alguns múltiplos de p
- $2p$ já foi marcado pelo 2, $3p$ por 3, $4p$ por 2, $5p$ por 5, ...
- $(p - 1)p$ foi marcado por um divisor de $(p - 1)$
- O primeiro elemento a ser marcado é p^2

```
1 n = int(input("Entre com n: "))
2 # cria uma lista de n + 1 elementos todos True
3 eh_primo = []
4 for i in range(n + 1):
5     eh_primo.append(True)
6
7 eh_primo[0] = eh_primo[1] = False
8
9 for p in range(2, n + 1):
10     if eh_primo[p]:
11         print(p)
12         # podemos começar em p * p e pulamos de p em p
13         for k in range(p * p, n + 1, p):
14             eh_primo[k] = False
```

Vale a pena usar o Crivo?

Comparação de tempo de execução dos dois algoritmos



Dois algoritmos que fazem exatamente a mesma coisa...

- Mas um é muito mais rápido do que o outro!

Exercícios

1. Faça um programa que dado uma lista de números, testa se todos são primos.
2. Faça um programa que conta quantos primos menores do que n existem.
3. Faça um programa que, dado n , imprime um quadrado formado por *'s com n linhas e n colunas
 - Repita para retângulo
 - Repita para triângulo retângulo isósceles
4. Um número é perfeito se é igual a soma dos seus divisores (ex: $6 = 1 + 2 + 3$). Faça um programa que dado um número n , imprime todos os números perfeitos menores ou iguais a n .