



PROBLEMAS COMPUTACIONAIS E ALGORITMOS

Algoritmos e
Estrutura de Dados II

Prof. André Vignatti

VAMOS COMEÇAR COM UM PROBLEMA...

“Estamos trabalhando no monitoramento de animais em uma floresta de 7 km quadrados e usamos equipamentos que detectam o movimento dos animais, e cada equipamento desse custa R\$1234,00 e atua num raio de 1,5km quadrado. Mas, devido aos recursos escassos no monitoramento ambiental, gostaríamos de orçar o preço de comprar os equipamentos para conseguirmos monitorar a floresta toda.”

1. quais são os dados fornecidos?
2. o que deve-se resolver?

PROBLEMA COMPUTACIONAL

um **problema computacional** é um problema formulado em termos de

dado . . .

obtenha . . .

ou,

entrada: . . .

saída: . . .

ou ainda,

instância: . . .

resposta: . . .

PROBLEMA COMPUTACIONAL

entrada/saída devem estar **precisamente separadas!**

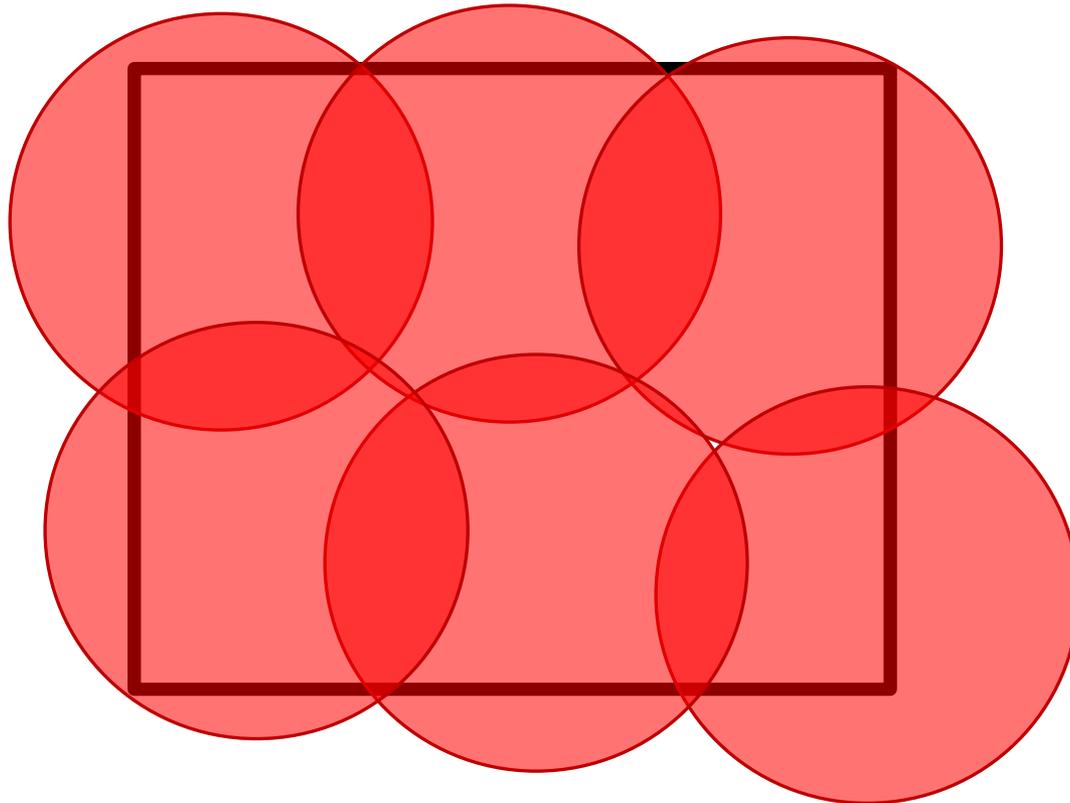
entrada: *“Estamos trabalhando no monitoramento de animais em uma floresta de 7 km quadrados e usamos equipamentos que detectam o movimento dos animais, e cada equipamento desse custa R\$1234,00 e atua num raio de 1,5km quadrado.”*

saída: *“Mas, devido aos recursos escassos no monitoramento ambiental, gostaríamos de orçar o preço de comprar os equipamentos para conseguirmos monitorar a floresta toda.”*

poderia melhorar a forma como a entrada/saída estão descritos?

O PROBLEMA DA FLORESTA

o problema poderia ser resumido da seguinte forma:

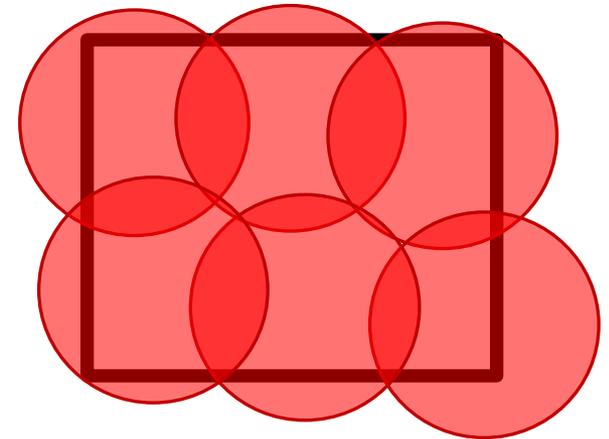


O PROBLEMA DA FLORESTA

limpando:

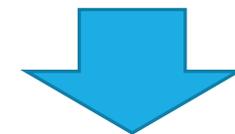
entrada: um retângulo de área X e círculos de raio Y

saída: o menor número de círculos para cobrir o retângulo



- nos livramos de descrições desnecessárias
- deixamos a descrição mais **formal**

como escrever mais formal?



linguagem matemática!

UM EXEMPLO

dado um vetor v indexado por $[a..b]$, com $a \leq b$,
obtenha um índice $m \in [a..b]$ tal que $v[m] \leq v[j]$, para todo $j \in [a..b]$.

mas o que é $[a..b]$?

Definição: $[a..b] = \{z \in \mathbb{Z} \mid a \leq z \leq b\}$.

PROBLEMAS COMPUTACIONAIS

já concluímos que:

entrada/saída devem estar **precisamente separadas e precisamente definidas!**

formalmente escritas em linguagem matemática

formal e matemática? porque?

- se não é formal/precisa fica difícil fazer ciência
- a matemática é uma linguagem, e é a linguagem universal da ciência

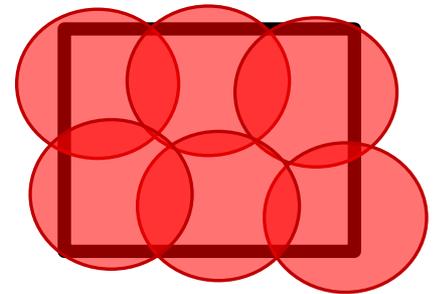
em ALG-2, iremos ser matematicamente formais (na maior parte do tempo)

SENDO FORMAL E MATEMÁTICO: UMA DICA

considere o problema:

entrada: um retângulo de área X e círculos de raio Y

saída: o menor número de círculos para cobrir o retângulo



sem saber a motivação (monitoramento de florestas), o problema pode ser um pouco decepcionante...

dica (não só para ALG-2): sempre que ver definições matemáticas aparentemente sem sentido prático, **busque um sentido.**

PROBLEMAS MAL-DEFINIDOS

alguns problemas podem ser, inicialmente, **mal-definidos**

problema(de ALG-1): ler vários pares de números e imprimir a soma de cada par.

➤ o que são “**vários pares**”???

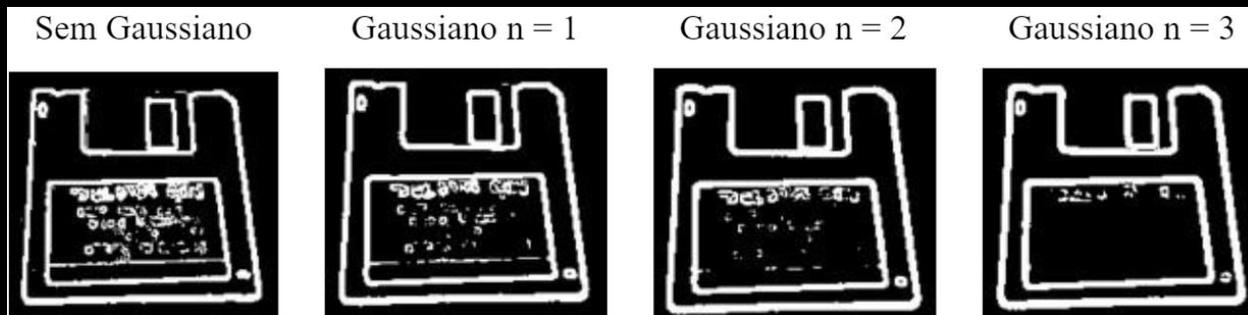
solução: definir precisamente!

1. ler pares de números até encontrar dois zeros
2. ler 100 pares de números

PROBLEMAS MAL-DEFINIDOS

problema: detectar bordas de imagem

- o que é uma borda?



solução: definir precisamente!

1. método do gradiente
2. método de Sobel
3. método de Prewitt
4. método de Canny
5. ...

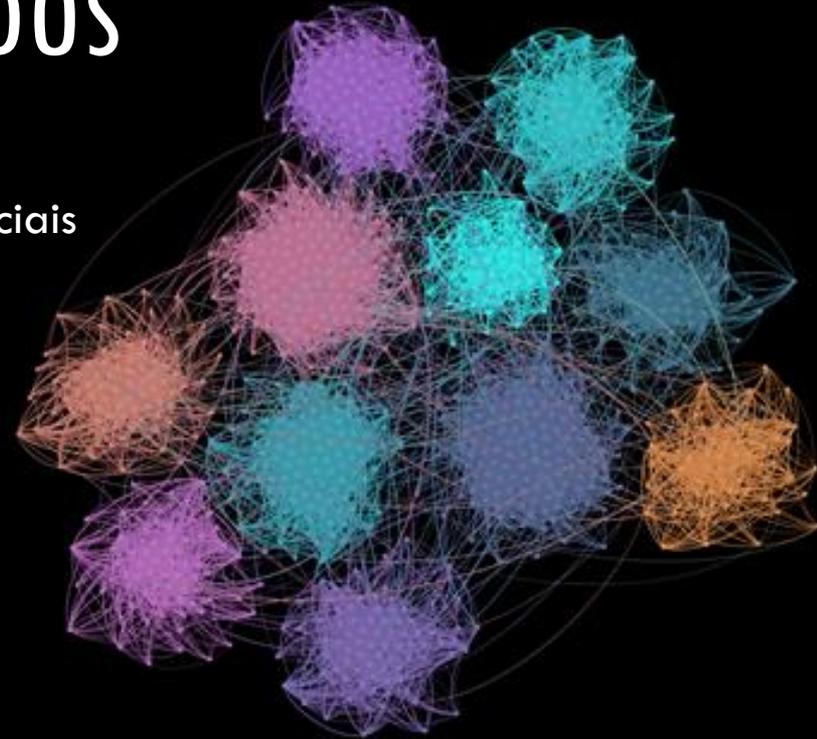
PROBLEMAS MAL-DEFINIDOS

problema: detectar comunidades em redes sociais

- o que é uma comunidade?

solução: definir precisamente!

1. método do corte mínimo
2. método de agrupamento hierárquico
3. algoritmo de Girvan–Newman
4. maximização de modularidade
5. baseado em cliques
6. ...



e quem escolhe a definição precisa?

PROBLEMAS MAL-DEFINIDOS

alguns casos são **ainda mais problemáticos...**

problema: classificar uma imagem como cão ou gato

- o que é uma imagem de cão?
- o que é uma imagem de gato?

solução: definições “precisas” (entre aspas)

1. redes neurais
2. classificadores lineares
3. ...

ainda não se sabe exatamente porque eles funcionam!!!



EXEMPLO DE PROBLEMA COMPUTACIONAL

um exemplo de problema que iremos trabalhar:

Mínimo de Vetor

Instância: (v, a, b) , onde v é um vetor indexado por $[a..b]$, com $a \leq b$.

Resposta: um índice $m \in [a..b]$ tal que $v[m] \leq v[i]$ para todo $i \in [a..b]$.

Se v é dado por

i	1	2	3	4	5	6	7
$v[i]$	16	23	4	42	15	8	4,

então

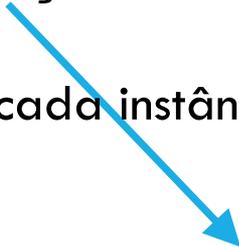
- *$(v, 1, 7)$ é uma instância do problema Mínimo de Vetor.*
- *3 é uma resposta para a instância $(v, 1, 7)$ do problema Mínimo de Vetor.*
- *7 é outra resposta para a instância $(v, 1, 7)$ do problema Mínimo de Vetor.*
- *$(v, 4, 6)$ é outra instância do problema Mínimo de Vetor.*
- *6 é a única resposta para a instância $(v, 4, 6)$ do problema Mínimo de Vetor.*

ALGORITMOS

a **solução** de um problema computacional é chamado de **algoritmo**

um algoritmo é:

- a *descrição* de uma *computação* (passo-a-passo)
- para cada instância do problema, resulta numa resposta



e como descrever?

ALGORITMOS - DESCRIÇÃO

vamos descrever algoritmos usando **pseudo-código**

- parece código, mas não é!
- é mais simples (omite detalhes específicos usados para o computador entender (declarar variáveis, delimitadores, ...))
- a maioria dos livros de algoritmos usa pseudo-código
- quando vocês forem implementar, vão usar **linguagem C**

ALGORITMO

$\text{Minimo}(v, a, b)$

$m \leftarrow a$

$i \leftarrow a$

Enquanto $i < b$

$i \leftarrow i + 1$

Se $v[i] < v[m]$

$m \leftarrow i$

Devolva m

$\text{Minimo}(v, a, b)$ é uma solução para o problema **Mínimo de Vetor** porque:

- é a descrição de uma computação que,
- para toda instância (v, a, b) do problema **Mínimo de Vetor**, resulta em uma resposta para (v, a, b)

executar $\text{Minimo}(v, 1, 7)$ e $\text{Minimo}(v, 4, 6)$

i	1	2	3	4	5	6	7
$v[i]$	16	23	4	42	15	8	4,

$\text{Minimo}(v, a, b)$

$m \leftarrow a$

$i \leftarrow a$

Enquanto $i < b$

$i \leftarrow i + 1$

 Se $v[i] < v[m]$

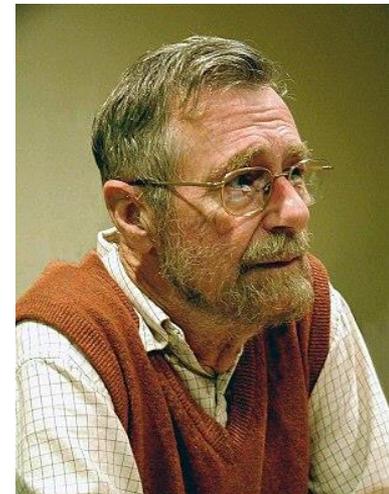
$m \leftarrow i$

Devolva m

note que não é preciso um computador para executar a computação descrita pelo algoritmo!

uma pessoa, um animal treinado, ou um dispositivo mecânico movido a querosene são capazes de executá-lo.

“Ciência da computação está relacionada com o computador assim como a Astronomia com o telescópio, a Biologia com o microscópio, ou a Química com os tubos de ensaio. A Ciência não estuda ferramentas, mas o que fazemos e o que descobrimos com elas.” - Edsger Dijkstra



Edsger Dijkstra
(1930 – 2002)

COMPUTAÇÃO \neq TECNOLOGIA

já vimos que:

- computador não é necessário para fazer computação
- linguagens de programação não são necessárias para descrever algoritmos

nossa abordagem é mais “purista”,
não dependente da tecnologia

essa abordagem purista é o **padrão** de abordagem na área de algoritmos

EFICIÊNCIA DE ALGORITMOS

um problema computacional pode ter várias soluções (algoritmos) diferentes

qual é o algoritmo melhor?

depende do qual **característica (recurso computacional)** você quer analisar...

O QUE ANALISAR?

- **tempo (passos executados)**
- **espaço (memória usada)**
- mensagens enviadas
- moedas jogadas
- banda utilizada
- energia consumida
- ...



ANALISANDO O ALGORITMO: EXEMPLO

no problema **Mínimo de Vetor** vamos usar as **comparações entre elementos de v** feitas pelo algoritmo

$C(v, a, b)$: número de **comparações entre elementos de v** feitas pelo algoritmo

isso é só um exemplo,
poderíamos escolher outro recurso
computacional para analisar!!!

assim:

$$C(v, 1, 7) = 6$$

$$C(v, 4, 6) = 2$$

generalizando

$$C(v, a, b) = b - a$$