

Aula 24

Teoria da Complexidade

Classes P, NP e NP-Completa

Projeto e Análise de Algoritmos

Professor Eurinardo Rodrigues Costa
Universidade Federal do Ceará
Campus Russas

2021.1

Aulas Passadas

Teoria da Complexidade

Problemas “Fáceis” e “Razoáveis”

Classificação dos problemas

Problema de Decisão

Classe P

Classe NP

Redução Polinomial

Classe NPC

Alguns Teoremas

Aulas Passadas

Teoria da Complexidade

Problemas “Fáceis” e “Razoáveis”

Classificação dos problemas

Problema de Decisão

Classe P

Classe NP

Redução Polinomial

Classe NPC

Alguns Teoremas

Aulas Passadas

Teoria da Complexidade

Problemas "Fáceis" e
"Razoáveis"

Classificação dos
problemas

Problema de Decisão

Classe P

Classe NP

Redução Polinomial

Classe NPC

Alguns Teoremas

Aulas Passadas

Teoria da Complexidade

Problemas "Fáceis" e
"Razoáveis"

Classificação dos
problemas

Problema de Decisão

Classe P

Classe NP

Redução Polinomial

Classe NPC

Alguns Teoremas

► Correção de algoritmos iterativos

Aulas Passadas

Teoria da Complexidade

Problemas "Fáceis" e
"Razoáveis"

Classificação dos
problemas

Problema de Decisão

Classe P

Classe NP

Redução Polinomial

Classe NPC

Alguns Teoremas

- ▶ Correção de algoritmos iterativos
- ▶ Complexidade de Algoritmos (tempo e espaço)

Aulas Passadas

Teoria da Complexidade

Problemas "Fáceis" e
"Razoáveis"

Classificação dos
problemas

Problema de Decisão

Classe P

Classe NP

Redução Polinomial

Classe NPC

Alguns Teoremas

- ▶ Correção de algoritmos iterativos
- ▶ Complexidade de Algoritmos (tempo e espaço)
- ▶ Algoritmos Recursivos

Aulas Passadas

Teoria da Complexidade

Problemas "Fáceis" e
"Razoáveis"

Classificação dos
problemas

Problema de Decisão

Classe P

Classe NP

Redução Polinomial

Classe NPC

Alguns Teoremas

- ▶ Correção de algoritmos iterativos
- ▶ Complexidade de Algoritmos (tempo e espaço)
- ▶ Algoritmos Recursivos
- ▶ Divisão e conquista

Aulas Passadas

Teoria da Complexidade

Problemas "Fáceis" e
"Razoáveis"

Classificação dos
problemas

Problema de Decisão

Classe P

Classe NP

Redução Polinomial

Classe NPC

Alguns Teoremas

- ▶ Correção de algoritmos iterativos
- ▶ Complexidade de Algoritmos (tempo e espaço)
- ▶ Algoritmos Recursivos
- ▶ Divisão e conquista
- ▶ Programação Dinâmica

Aulas Passadas

Teoria da Complexidade

Problemas "Fáceis" e
"Razoáveis"

Classificação dos
problemas

Problema de Decisão

Classe P

Classe NP

Redução Polinomial

Classe NPC

Alguns Teoremas

- ▶ Correção de algoritmos iterativos
- ▶ Complexidade de Algoritmos (tempo e espaço)
- ▶ Algoritmos Recursivos
- ▶ Divisão e conquista
- ▶ Programação Dinâmica
- ▶ Algoritmos Gulosos

Teoria da Complexidade

PAA - Aula 24

Prof. Eurinardo

Aulas Passadas

Teoria da
Complexidade

Problemas "Fáceis" e
"Razoáveis"

Classificação dos
problemas

Problema de Decisão

Classe P

Classe NP

Redução Polinomial

Classe NPC

Alguns Teoremas

Teoria da Complexidade

Problema “Fácil” (P)

PAA - Aula 24

Prof. Eurinardo

Aulas Passadas

Teoria da
Complexidade

Problemas “Fáceis” e
“Razoáveis”

Classificação dos
problemas

Problema de Decisão

Classe P

Classe NP

Redução Polinomial

Classe NPC

Alguns Teoremas

Teoria da Complexidade

Problema “Fácil” (P)

Possui algoritmo polinomial

Teoria da Complexidade

Problema “Fácil” (**P**)

Possui algoritmo polinomial

Problema “Razoável” (**NP**)

Teoria da Complexidade

Problema “Fácil” (P)

Possui algoritmo polinomial

Problema “Razoável” (NP)

Possui **verificador** polinomial (se uma possível solução é válida).

Teoria da Complexidade

Problema “Fácil” (P)

Possui algoritmo polinomial

Problema “Razoável” (NP)

Possui **verificador** polinomial (se uma possível solução é válida). Ou, de modo equivalente, possuem algoritmos não-determinísticos de tempo polinomial.

Teoria da Complexidade

Problema “Fácil” (P)

Possui algoritmo polinomial

Problema “Razoável” (NP)

Possui **verificador** polinomial (se uma possível solução é válida). Ou, de modo equivalente, possuem algoritmos não-determinísticos de tempo polinomial.

Observações

Teoria da Complexidade

Problema “Fácil” (P)

Possui algoritmo polinomial

Problema “Razoável” (NP)

Possui **verificador** polinomial (se uma possível solução é válida). Ou, de modo equivalente, possuem algoritmos não-determinísticos de tempo polinomial.

Observações

► $P \subseteq NP?$

Teoria da Complexidade

Problema “Fácil” (P)

Possui algoritmo polinomial

Problema “Razoável” (NP)

Possui **verificador** polinomial (se uma possível solução é válida). Ou, de modo equivalente, possuem algoritmos não-determinísticos de tempo polinomial.

Observações

► $P \subseteq NP$? Sim. Facilmente vemos.

Teoria da Complexidade

Problema “Fácil” (P)

Possui algoritmo polinomial

Problema “Razoável” (NP)

Possui **verificador** polinomial (se uma possível solução é válida). Ou, de modo equivalente, possuem algoritmos não-determinísticos de tempo polinomial.

Observações

- ▶ $P \subseteq NP$? Sim. Facilmente vemos.
- ▶ $NP \subseteq P$?

Teoria da Complexidade

Problema “Fácil” (P)

Possui algoritmo polinomial

Problema “Razoável” (NP)

Possui **verificador** polinomial (se uma possível solução é válida). Ou, de modo equivalente, possuem algoritmos não-determinísticos de tempo polinomial.

Observações

- ▶ $P \subseteq NP$? Sim. Facilmente vemos.
- ▶ $NP \subseteq P$? **Não sabemos!!!!**

Teoria da Complexidade

Problema “Fácil” (P)

Possui algoritmo polinomial

Problema “Razoável” (NP)

Possui **verificador** polinomial (se uma possível solução é válida). Ou, de modo equivalente, possuem algoritmos não-determinísticos de tempo polinomial.

Observações

- ▶ $P \subseteq NP$? Sim. Facilmente vemos.
- ▶ $NP \subseteq P$? **Não sabemos!!!!**
- ▶ $P = NP$?

Teoria da Complexidade

Problema “Fácil” (P)

Possui algoritmo polinomial

Problema “Razoável” (NP)

Possui **verificador** polinomial (se uma possível solução é válida). Ou, de modo equivalente, possuem algoritmos não-determinísticos de tempo polinomial.

Observações

- ▶ $P \subseteq NP$? Sim. Facilmente vemos.
- ▶ $NP \subseteq P$? **Não sabemos!!!!**
- ▶ $P = NP$? Todo problema “razoável” é “fácil” de resolver?

Teoria da Complexidade

PAA - Aula 24

Prof. Eurinardo

Problema “Fácil” (P)

Possui algoritmo polinomial

Problema “Razoável” (NP)

Possui **verificador** polinomial (se uma possível solução é válida). Ou, de modo equivalente, possuem algoritmos não-determinísticos de tempo polinomial.

Observações

- ▶ $P \subseteq NP$? Sim. Facilmente vemos.
- ▶ $NP \subseteq P$? **Não sabemos!!!!**
- ▶ $P = NP$? Todo problema “razoável” é “fácil” de resolver?
- ▶ $P \neq NP$?

Aulas Passadas

Teoria da Complexidade

Problemas “Fáceis” e “Razoáveis”

Classificação dos problemas

Problema de Decisão

Classe P

Classe NP

Redução Polinomial

Classe NPC

Alguns Teoremas

Problema “Fácil” (P)

Possui algoritmo polinomial

Problema “Razoável” (NP)

Possui **verificador** polinomial (se uma possível solução é válida). Ou, de modo equivalente, possuem algoritmos não-determinísticos de tempo polinomial.

Observações

- ▶ $P \subseteq NP$? Sim. Facilmente vemos.
- ▶ $NP \subseteq P$? **Não sabemos!!!!**
- ▶ $P = NP$? Todo problema “razoável” é “fácil” de resolver?
- ▶ $P \neq NP$? Nem todo problema “razoável” é “fácil” de resolver?

Aulas Passadas

Teoria da
ComplexidadeProblemas “Fáceis” e
“Razoáveis”Classificação dos
problemas

Problema de Decisão

Classe P

Classe NP

Redução Polinomial

Classe NPC

Alguns Teoremas

Teoria da Complexidade

PAA - Aula 24

Prof. Eurinardo

Aulas Passadas

Teoria da
Complexidade

Problemas "Fáceis" e
"Razoáveis"

Classificação dos
problemas

Problema de Decisão

Classe P

Classe NP

Redução Polinomial

Classe NPC

Alguns Teoremas

Definição (Problema de Decisão)

Aulas Passadas

Teoria da
Complexidade

Problemas "Fáceis" e
"Razoáveis"

Classificação dos
problemas

Problema de Decisão

Classe P

Classe NP

Redução Polinomial

Classe NPC

Alguns Teoremas

Definição (Problema de Decisão)

*Problema cuja saída é **sim** ou **não** (aceita ou rejeita)*

Aulas Passadas

Teoria da
Complexidade

Problemas "Fáceis" e
"Razoáveis"

Classificação dos
problemas

Problema de Decisão

Classe P

Classe NP

Redução Polinomial

Classe NPC

Alguns Teoremas

Definição (Problema de Decisão)

*Problema cuja saída é **sim** ou **não** (aceita ou rejeita)*

Definição (Classe P)

Aulas Passadas

Teoria da
Complexidade

Problemas "Fáceis" e
"Razoáveis"

Classificação dos
problemas

Problema de Decisão

Classe P

Classe NP

Redução Polinomial

Classe NPC

Alguns Teoremas

Definição (Problema de Decisão)

*Problema cuja saída é **sim** ou **não** (aceita ou rejeita)*

Definição (Classe P)

*Conjunto dos **problemas de decisão** que possuem algoritmos polinomiais que os resolvem.*

Definição (Problema de Decisão)

*Problema cuja saída é **sim** ou **não** (aceita ou rejeita)*

Definição (Classe P)

*Conjunto dos **problemas de decisão** que possuem algoritmos polinomiais que os resolvem.*

Definição (Verificador)

Definição (Problema de Decisão)

*Problema cuja saída é **sim** ou **não** (aceita ou rejeita)*

Definição (Classe P)

*Conjunto dos **problemas de decisão** que possuem algoritmos polinomiais que os resolvem.*

Definição (Verificador)

*Algoritmo que recebe uma **entrada E***

Definição (Problema de Decisão)

*Problema cuja saída é **sim** ou **não** (aceita ou rejeita)*

Definição (Classe P)

*Conjunto dos **problemas de decisão** que possuem algoritmos polinomiais que os resolvem.*

Definição (Verificador)

*Algoritmo que recebe uma **entrada E** de um problema de decisão*

Definição (Problema de Decisão)

*Problema cuja saída é **sim** ou **não** (aceita ou rejeita)*

Definição (Classe P)

*Conjunto dos **problemas de decisão** que possuem algoritmos polinomiais que os resolvem.*

Definição (Verificador)

*Algoritmo que recebe uma **entrada E** de um problema de decisão e um **certificado C***

Definição (Problema de Decisão)

*Problema cuja saída é **sim** ou **não** (aceita ou rejeita)*

Definição (Classe P)

*Conjunto dos **problemas de decisão** que possuem algoritmos polinomiais que os resolvem.*

Definição (Verificador)

*Algoritmo que recebe uma **entrada E** de um problema de decisão e um **certificado C** (**candidato a solução para sim**)*

Definição (Problema de Decisão)

*Problema cuja saída é **sim** ou **não** (aceita ou rejeita)*

Definição (Classe P)

*Conjunto dos **problemas de decisão** que possuem algoritmos polinomiais que os resolvem.*

Definição (Verificador)

*Algoritmo que recebe uma **entrada E** de um problema de decisão e um **certificado C** (**candidato a solução para sim**) e responde **sim** se o certificado é válido*

Definição (Problema de Decisão)

*Problema cuja saída é **sim** ou **não** (aceita ou rejeita)*

Definição (Classe P)

*Conjunto dos **problemas de decisão** que possuem algoritmos polinomiais que os resolvem.*

Definição (Verificador)

*Algoritmo que recebe uma **entrada E** de um problema de decisão e um **certificado C** (**candidato a solução para sim**) e responde **sim** se o certificado é válido, isto é, se o algoritmo responde **sim** com a entrada **E** partindo de **C**.*

Teoria da Complexidade

PAA - Aula 24

Prof. Eurinardo

Aulas Passadas

Teoria da
Complexidade

Problemas "Fáceis" e
"Razoáveis"

Classificação dos
problemas

Problema de Decisão

Classe P

Classe NP

Redução Polinomial

Classe NPC

Alguns Teoremas

Definição (Classe NP)

Aulas Passadas

Teoria da
Complexidade

Problemas "Fáceis" e
"Razoáveis"

Classificação dos
problemas

Problema de Decisão

Classe P

Classe NP

Redução Polinomial

Classe NPC

Alguns Teoremas

Definição (Classe NP)

Conjunto de *problemas de decisão* que possuem **verificadores** *polinomiais*.

Aulas Passadas

Teoria da
Complexidade

Problemas "Fáceis" e
"Razoáveis"

Classificação dos
problemas

Problema de Decisão

Classe P

Classe NP

Redução Polinomial

Classe NPC

Alguns Teoremas

Definição (Classe NP)

Conjunto de *problemas de decisão* que possuem **verificadores** polinomiais.

Exemplo

Aulas Passadas

Teoria da
Complexidade

Problemas "Fáceis" e
"Razoáveis"

Classificação dos
problemas

Problema de Decisão

Classe P

Classe NP

Redução Polinomial

Classe NPC

Alguns Teoremas

Definição (Classe NP)

Conjunto de *problemas de decisão* que possuem **verificadores** polinomiais.

Exemplo

Problema CAM(G, s, t)

Aulas Passadas

Teoria da
ComplexidadeProblemas "Fáceis" e
"Razoáveis"Classificação dos
problemas

Problema de Decisão

Classe P

Classe NP

Redução Polinomial

Classe NPC

Alguns Teoremas

Definição (Classe NP)

Conjunto de *problemas de decisão* que possuem **verificadores** polinomiais.

Exemplo

Problema CAM(G, s, t)

Pergunta: existe um caminho em G de s para t ?

Aulas Passadas

Teoria da
ComplexidadeProblemas "Fáceis" e
"Razoáveis"Classificação dos
problemas

Problema de Decisão

Classe P

Classe NP

Redução Polinomial

Classe NPC

Alguns Teoremas

Definição (Classe NP)

Conjunto de *problemas de decisão* que possuem **verificadores** polinomiais.

Exemplo

Problema CAM(G, s, t)

Pergunta: existe um caminho em G de s para t ?

Lema ($\text{CAM} \in NP$)

Aulas Passadas

Teoria da
ComplexidadeProblemas "Fáceis" e
"Razoáveis"Classificação dos
problemas

Problema de Decisão

Classe P

Classe NP

Redução Polinomial

Classe NPC

Alguns Teoremas

Definição (Classe NP)

Conjunto de *problemas de decisão* que possuem **verificadores** polinomiais.

Exemplo

Problema CAM(G, s, t)

Pergunta: existe um caminho em G de s para t ?

Lema ($\text{CAM} \in NP$)

Certificado:

Aulas Passadas

Teoria da
ComplexidadeProblemas "Fáceis" e
"Razoáveis"Classificação dos
problemas

Problema de Decisão

Classe P

Classe NP

Redução Polinomial

Classe NPC

Alguns Teoremas

Definição (Classe NP)

Conjunto de *problemas de decisão* que possuem **verificadores** polinomiais.

Exemplo

Problema CAM(G, s, t)

Pergunta: existe um caminho em G de s para t ?

Lema ($\text{CAM} \in \text{NP}$)

Certificado: sequência de vértices $v_1 v_2 \cdots v_k$

Aulas Passadas

Teoria da
ComplexidadeProblemas "Fáceis" e
"Razoáveis"Classificação dos
problemas

Problema de Decisão

Classe P

Classe NP

Redução Polinomial

Classe NPC

Alguns Teoremas

Definição (Classe NP)

Conjunto de *problemas de decisão* que possuem **verificadores** polinomiais.

Exemplo

Problema CAM(G, s, t)

Pergunta: existe um caminho em G de s para t ?

Lema ($\text{CAM} \in \text{NP}$)

Certificado: sequência de vértices $v_1 v_2 \cdots v_k$

Verificação:

Aulas Passadas

Teoria da
ComplexidadeProblemas "Fáceis" e
"Razoáveis"Classificação dos
problemas

Problema de Decisão

Classe P

Classe NP

Redução Polinomial

Classe NPC

Alguns Teoremas

Definição (Classe NP)

Conjunto de *problemas de decisão* que possuem **verificadores** polinomiais.

Exemplo

Problema CAM(G, s, t)

Pergunta: existe um caminho em G de s para t ?

Lema ($\text{CAM} \in \text{NP}$)

Certificado: sequência de vértices $v_1 v_2 \cdots v_k$

Verificação:

- ▶ $v_1 = s$ e $v_k = t$

Aulas Passadas

Teoria da
ComplexidadeProblemas "Fáceis" e
"Razoáveis"Classificação dos
problemas

Problema de Decisão

Classe P

Classe NP

Redução Polinomial

Classe NPC

Alguns Teoremas

Definição (Classe NP)

Conjunto de *problemas de decisão* que possuem **verificadores** polinomiais.

Exemplo

Problema CAM(G, s, t)

Pergunta: existe um caminho em G de s para t ?

Lema ($\text{CAM} \in \text{NP}$)

Certificado: sequência de vértices $v_1 v_2 \cdots v_k$

Verificação:

► $v_1 = s$ e $v_k = t$? $\Theta(1)$

Aulas Passadas

Teoria da
ComplexidadeProblemas "Fáceis" e
"Razoáveis"Classificação dos
problemas

Problema de Decisão

Classe P

Classe NP

Redução Polinomial

Classe NPC

Alguns Teoremas

Definição (Classe NP)

Conjunto de *problemas de decisão* que possuem **verificadores** polinomiais.

Exemplo

Problema CAM(G, s, t)

Pergunta: existe um caminho em G de s para t ?

Lema ($\text{CAM} \in \text{NP}$)

Certificado: sequência de vértices $v_1 v_2 \cdots v_k$

Verificação:

- ▶ $v_1 = s$ e $v_k = t$? $\Theta(1)$
- ▶ $v_i v_{i+1} \in E(G)$?

Aulas Passadas

Teoria da
ComplexidadeProblemas "Fáceis" e
"Razoáveis"Classificação dos
problemas

Problema de Decisão

Classe P

Classe NP

Redução Polinomial

Classe NPC

Alguns Teoremas

Definição (Classe NP)

Conjunto de *problemas de decisão* que possuem **verificadores** polinomiais.

Exemplo

Problema CAM(G, s, t)

Pergunta: existe um caminho em G de s para t ?

Lema ($\text{CAM} \in \text{NP}$)

Certificado: sequência de vértices $v_1 v_2 \cdots v_k$

Verificação:

- ▶ $v_1 = s$ e $v_k = t$? $\Theta(1)$
- ▶ $v_i v_{i+1} \in E(G)$? $\Theta(k) = O(n)$

Aulas Passadas

Teoria da
ComplexidadeProblemas "Fáceis" e
"Razoáveis"Classificação dos
problemas

Problema de Decisão

Classe P

Classe NP

Redução Polinomial

Classe NPC

Alguns Teoremas

Teoria da Complexidade

PAA - Aula 24

Prof. Eurinardo

Aulas Passadas

Teoria da Complexidade

Problemas "Fáceis" e "Razoáveis"

Classificação dos problemas

Problema de Decisão

Classe P

Classe NP

Redução Polinomial

Classe NPC

Alguns Teoremas

Definição (Redução Polinomial ($A \leq_p B$))

Aulas Passadas

Teoria da
Complexidade

Problemas "Fáceis" e
"Razoáveis"

Classificação dos
problemas

Problema de Decisão

Classe P

Classe NP

Redução Polinomial

Classe NPC

Alguns Teoremas

Definição (Redução Polinomial ($A \leq_p B$))

Dizemos que um problema de decisão A se reduz polinomialmente a um problema de decisão B

Aulas Passadas

Teoria da
ComplexidadeProblemas "Fáceis" e
"Razoáveis"Classificação dos
problemas

Problema de Decisão

Classe P

Classe NP

Redução Polinomial

Classe NPC

Alguns Teoremas

Definição (Redução Polinomial ($A \leq_p B$))

Dizemos que um problema de decisão A se reduz polinomialmente a um problema de decisão B (denotamos $A \leq_p B$)

Aulas Passadas

Teoria da
ComplexidadeProblemas "Fáceis" e
"Razoáveis"Classificação dos
problemas

Problema de Decisão

Classe P

Classe NP

Redução Polinomial

Classe NPC

Alguns Teoremas

Definição (Redução Polinomial ($A \leq_p B$))

Dizemos que um problema de decisão A se reduz polinomialmente a um problema de decisão B (denotamos $A \leq_p B$) se existe uma função polinomial f

Aulas Passadas

Teoria da
ComplexidadeProblemas "Fáceis" e
"Razoáveis"Classificação dos
problemas

Problema de Decisão

Classe P

Classe NP

Redução Polinomial

Classe NPC

Alguns Teoremas

Definição (Redução Polinomial ($A \leq_p B$))

Dizemos que um problema de decisão A se reduz polinomialmente a um problema de decisão B (denotamos $A \leq_p B$) se existe uma função polinomial f , onde toda instância w de A temos que $f(w)$ é instância de B

Aulas Passadas

Teoria da Complexidade

Problemas "Fáceis" e "Razoáveis"

Classificação dos problemas

Problema de Decisão

Classe P

Classe NP

Redução Polinomial

Classe NPC

Alguns Teoremas

Definição (Redução Polinomial ($A \leq_p B$))

Dizemos que um problema de decisão A se reduz polinomialmente a um problema de decisão B (denotamos $A \leq_p B$) se existe uma função polinomial f , onde toda instância w de A temos que $f(w)$ é instância de B e

$$\blacktriangleright A(w) = \text{sim} \implies B(f(w)) = \text{sim}$$

Aulas Passadas

Teoria da Complexidade

Problemas "Fáceis" e "Razoáveis"

Classificação dos problemas

Problema de Decisão

Classe P

Classe NP

Redução Polinomial

Classe NPC

Alguns Teoremas

Definição (Redução Polinomial ($A \leq_p B$))

Dizemos que um problema de decisão A se reduz polinomialmente a um problema de decisão B (denotamos $A \leq_p B$) se existe uma função polinomial f , onde toda instância w de A temos que $f(w)$ é instância de B e

- ▶ $A(w) = \text{sim} \implies B(f(w)) = \text{sim}$
- ▶ $A(w) = \text{não} \implies B(f(w)) = \text{não}$

Aulas Passadas

Teoria da
ComplexidadeProblemas "Fáceis" e
"Razoáveis"Classificação dos
problemas

Problema de Decisão

Classe P

Classe NP

Redução Polinomial

Classe NPC

Alguns Teoremas

Definição (Redução Polinomial ($A \leq_p B$))

Dizemos que um problema de decisão A se reduz polinomialmente a um problema de decisão B (denotamos $A \leq_p B$) se existe uma função polinomial f , onde toda instância w de A temos que $f(w)$ é instância de B e

- ▶ $A(w) = \text{sim} \implies B(f(w)) = \text{sim}$
- ▶ $A(w) = \text{não} \implies B(f(w)) = \text{não}$

Teorema

Aulas Passadas

Teoria da Complexidade

Problemas "Fáceis" e "Razoáveis"

Classificação dos problemas

Problema de Decisão

Classe P

Classe NP

Redução Polinomial

Classe NPC

Alguns Teoremas

Definição (Redução Polinomial ($A \leq_p B$))

Dizemos que um problema de decisão A se reduz polinomialmente a um problema de decisão B (denotamos $A \leq_p B$) se existe uma função polinomial f , onde toda instância w de A temos que $f(w)$ é instância de B e

- ▶ $A(w) = \text{sim} \implies B(f(w)) = \text{sim}$
- ▶ $A(w) = \text{não} \implies B(f(w)) = \text{não}$

Teorema

$$\left. \begin{array}{l} A \leq_p B \\ B \in P \end{array} \right\} \Rightarrow A \in P$$

Aulas Passadas

Teoria da Complexidade

Problemas "Fáceis" e "Razoáveis"

Classificação dos problemas

Problema de Decisão

Classe P

Classe NP

Redução Polinomial

Classe NPC

Alguns Teoremas

Teoria da Complexidade

PAA - Aula 24

Prof. Eurinardo

Aulas Passadas

Teoria da
Complexidade

Problemas "Fáceis" e
"Razoáveis"

Classificação dos
problemas

Problema de Decisão

Classe P

Classe NP

Redução Polinomial

Classe NPC

Alguns Teoremas

Teorema

$$\left. \begin{array}{l} A \leq_p B \\ B \in NP \end{array} \right\} \Rightarrow A \in NP$$

Aulas Passadas

Teoria da
ComplexidadeProblemas "Fáceis" e
"Razoáveis"Classificação dos
problemas

Problema de Decisão

Classe P

Classe NP

Redução Polinomial

Classe NPC

Alguns Teoremas

Teorema

$$\left. \begin{array}{l} A \leq_p B \\ B \in NP \end{array} \right\} \Rightarrow A \in NP$$

Definição (NP-Completo)

Aulas Passadas

Teoria da
Complexidade

Problemas "Fáceis" e
"Razoáveis"

Classificação dos
problemas

Problema de Decisão

Classe P

Classe NP

Redução Polinomial

Classe NPC

Alguns Teoremas

Teorema

$$\left. \begin{array}{l} A \leq_p B \\ B \in NP \end{array} \right\} \Rightarrow A \in NP$$

Definição (NP-Completo)

B é um problema NP-Completo se:

Aulas Passadas

Teoria da
Complexidade

Problemas "Fáceis" e
"Razoáveis"

Classificação dos
problemas

Problema de Decisão

Classe P

Classe NP

Redução Polinomial

Classe NPC

Alguns Teoremas

Teorema

$$\left. \begin{array}{l} A \leq_p B \\ B \in NP \end{array} \right\} \Rightarrow A \in NP$$

Definição (NP-Completo)

B é um problema NP-Completo se:

- ▶ $B \in NP$

Aulas Passadas

Teoria da
ComplexidadeProblemas "Fáceis" e
"Razoáveis"Classificação dos
problemas

Problema de Decisão

Classe P

Classe NP

Redução Polinomial

Classe NPC

Alguns Teoremas

Teorema

$$\left. \begin{array}{l} A \leq_p B \\ B \in NP \end{array} \right\} \Rightarrow A \in NP$$

Definição (NP-Completo)

B é um problema NP-Completo se:

- ▶ $B \in NP$
- ▶ Para todo $A \in NP$, temos $A \leq_p B$.

Aulas Passadas

Teoria da
ComplexidadeProblemas "Fáceis" e
"Razoáveis"Classificação dos
problemas

Problema de Decisão

Classe P

Classe NP

Redução Polinomial

Classe NPC

Alguns Teoremas

Teorema

$$\left. \begin{array}{l} A \leq_p B \\ B \in NP \end{array} \right\} \Rightarrow A \in NP$$

Definição (NP-Completo)

B é um problema NP-Completo se:

- ▶ $B \in NP$
- ▶ Para todo $A \in NP$, temos $A \leq_p B$.

Teorema (Cook-Levin)

SAT é NP-completo

Aulas Passadas

Teoria da
ComplexidadeProblemas "Fáceis" e
"Razoáveis"Classificação dos
problemas

Problema de Decisão

Classe P

Classe NP

Redução Polinomial

Classe NPC

Alguns Teoremas

Teoria da Complexidade

PAA - Aula 24

Prof. Eurinardo

Aulas Passadas

Teoria da
Complexidade

Problemas "Fáceis" e
"Razoáveis"

Classificação dos
problemas

Problema de Decisão

Classe P

Classe NP

Redução Polinomial

Classe NPC

Alguns Teoremas

Teorema

$$\left. \begin{array}{l} B \text{ é NP-completo} \\ B \in P \end{array} \right\} \Rightarrow P = NP$$

Teorema

$$\left. \begin{array}{l} B \text{ é NP-completo} \\ B \in P \end{array} \right\} \Rightarrow P = NP$$

Teorema

$$\left. \begin{array}{l} B \text{ é NPC} \\ B \leq_p C \\ C \in NP \end{array} \right\} \Rightarrow C \text{ é NPC}$$



LEISERSON, C.E., STEIN, C., RIVEST, R.L.,
CORMEN T.H.

Algoritmos: teoria e prática, 3ed.

Editora Campus, ano 2012.

Aulas Passadas

Teoria da
Complexidade

Problemas "Fáceis" e
"Razoáveis"

Classificação dos
problemas

Problema de Decisão

Classe P

Classe NP

Redução Polinomial

Classe NPC

Alguns Teoremas

Obrigado!