



UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS MATEMÁTICAS E DE COMPUTAÇÃO

*Departamento de Ciências de Computação*

<http://www.icmc.usp.br>

# SCC-205

## Teoria da Computação e Linguagens Formais

João Luís Garcia Rosa<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Ciências de Computação  
Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação  
Universidade de São Paulo - São Carlos  
<http://www.icmc.usp.br/~joaoluis>

2010

# Sumário

- 1 Teoria da Computação e Linguagens Formais
  - A disciplina SCC 205
  - Objetivos e Programa
  - Avaliação

# Sumário

- 1 Teoria da Computação e Linguagens Formais
  - A disciplina SCC 205
  - Objetivos e Programa
  - Avaliação

# A disciplina

- A disciplina é composta de três partes centrais da Teoria da Computação que têm o objetivo de tentar responder quais são as capacidades e as limitações dos computadores:
  - 1 Teoria das Linguagens Formais e dos Autômatos
  - 2 Teoria da Computabilidade
  - 3 Teoria da Complexidade
- A primeira parte trata das definições e propriedades de modelos matemáticos de computação que têm um papel fundamental em várias áreas da Computação como o processamento de textos, compiladores, definição de linguagens de programação, dentre outras.
- Além desse lado prático, do ponto de vista teórico, para se definir o que é ou não computável é necessário utilizar um modelo matemático que represente o que se entende por computação.

# A disciplina

- A segunda parte do curso é centralizada na Tese de Church-Turing e nas evidências dela.
- Church usou um sistema chamado cálculo- $\lambda$  para definir algoritmo e Turing fez o mesmo com o uso da Máquina de Turing (MT).
- As duas definições foram mostradas serem equivalentes e a conexão entre a noção informal de algoritmo (solúvel efetivamente) e a definição precisa por uma MT foi chamada Tese de Church-Turing: se um problema algorítmico não pode ser resolvido por uma máquina de Turing, então não existe nenhuma solução computável para ele.

# A disciplina

- Vários outros modelos de computação (por exemplo, as funções recursivas de Kleene, linguagens formais, RAMs, algoritmos de Markov, linguagens de programação, a máquina de Post) foram propostos e provados terem poder equivalente a Máquina de Turing.
- Assim, estudando qualquer um destes modelos, por exemplo um modelo simples como a Máquina de Turing, é possível aprender sobre as limitações teóricas de todos os computadores.

# A disciplina

- Nem todos os problemas algorítmicos, que podem ser resolvidos em princípio, podem ser resolvidos na prática: os recursos computacionais requeridos (tempo ou espaço) podem ser proibitivos.
- Esta observação motiva o estudo da complexidade computacional que será tratada na terceira parte do curso.
- A meta principal da teoria da complexidade é a classificação de problemas de acordo com a dificuldade computacional.
- A meta da teoria da computabilidade é a classificação de problemas em solúveis, parcialmente solúveis e não solúveis e se forem problemas de decisão em problemas decidíveis, parcialmente decidíveis e indecidíveis.

# Sumário

- 1 Teoria da Computação e Linguagens Formais
  - A disciplina SCC 205
  - **Objetivos e Programa**
  - Avaliação



# Objetivos

- Dar ao aluno noção formal de algoritmo, computabilidade e do problema de decisão, de modo a deixá-lo consciente das limitações da ciência da computação.
- Aparelhá-lo com as ferramentas de modo a habilitá-lo a melhor enfrentar a solução de problemas com o auxílio do computador.
- Dar subsídios para o aluno poder definir linguagens de programação, isto é, sua sintaxe e semântica, através do estudo das gramáticas formais.

# Programa

## 1 Linguagens Regulares e Autômatos Finitos

### ① Gramáticas e Linguagens

- A Primeira Linguagem
- Gramáticas e Linguagens
- Linguagens Regulares e de Estados Finitos

### ② Autômatos de Estados Finitos

- Autômatos Finitos
- Arcos- $\lambda$
- Autômato Mínimo

### ③ Autômatos Finitos com Saída

- Máquinas de Mealy
- Máquinas de Moore
- Exemplos

# Programa

## 2 Linguagens Livres de Contexto e Autômatos de Pilha

### 1 Linguagens Livres de Contexto

- Linguagens Livres de Contexto
- Lema do Bombeamento para Linguagens Livres de Contexto
- Formas Normais para Gramáticas Livres de Contexto

### 2 Autômatos de Pilha

- A Pilha como Processador de Linguagem
- O Autômato de Pilha
- O Teorema da Equivalência

### 3 Programas, Linguagens e *Parsing*

- Linguagens de Programação
- *Parsing*
- Gramáticas Livres de Contexto e a Língua Natural

# Programa

## 3 Linguagens Sensíveis ao Contexto e Autômatos Limitados Linearmente

- ① Gramáticas e Linguagens Sensíveis ao Contexto
  - Gramáticas e Linguagens Sensíveis ao Contexto
  - O Lema da Cadeia Vazia
  - Prova do Lema da Cadeia Vazia
- ② Máquinas de Turing
  - Máquinas de Turing e a Computabilidade
  - Conjunto de Aceitação de uma Máquina de Turing
- ③ Autômatos Limitados Linearmente
  - Autômatos Limitados Linearmente
  - O Lema do Alfabeto

# Programa

## 4 Linguagens Recursivamente Enumeráveis e Máquinas de Turing

### ① Gramáticas Irrestritas

- Gramáticas Irrestritas
- Das Gramáticas para as Máquinas de Turing
- Das Máquinas de Turing para as Gramáticas

### ② A Máquina de Turing Universal

- A Máquina de Turing e Funções Numéricas
- A Tese de Church-Turing
- A Máquina Universal

# Programa

## 5 Computabilidade e Complexidade

### 1 Indecidibilidade

- Máquinas de Turing Não Determinísticas
- Uma Linguagem que não é Recursivamente Enumerável
- O Problema da Parada e a Indecidibilidade

### 2 Teoria de Complexidade

- Complexidade de Tempo
- Complexidade de Espaço

### 3 Tratabilidade e Problemas $\mathcal{NP}$ -Completo

- Tratabilidade
- A Classe  $\mathcal{NP}$
- Outras Classes de Problemas

### • Aulas:

- Turma A: Terças/Quintas: 10h10-11h50 - sala

# Sumário

- 1 Teoria da Computação e Linguagens Formais
  - A disciplina SCC 205
  - Objetivos e Programa
  - Avaliação

# Avaliação

- 3 provas:
  - $P_1 = 02/09$
  - $P_2 = 21/10$
  - $P_3 = 02/12$
- Trabalhos em grupo, com implementação  $T_1$  e  $T_2$ :
  - Apresentação do Trabalho  $T_1$ : 27/9 a 01/10.
  - Apresentação do Trabalho  $T_2$ : 22 a 26/11.
- MP = Média Ponderada das Provas:
  - $MP = P_1 * 0,4 + P_2 * 0,3 + P_3 * 0,3$
- MT = Média Aritmética dos Trabalhos
- MF = Média Final:
  - Se  $MP \geq 5,0$  e  $MT \geq 5,0$  então  $MF = (7*MP + 3*MT)/10$
  - Senão MF = menor valor entre MP e MT






# Avaliação: Recuperação




## ● Norma de Recuperação

- 1 prova de recuperação  $P_R$
- Realização: Até a primeira semana de aulas do semestre posterior.
- Critério de Aprovação:
  - Média =  $MF + (P_R/2, 5)$ , se  $P_R \geq 7,5$ ; ou
  - Média =  $Max\{MF, P_R\}$ , se  $P_R < 5,0$ ; ou
  - Média =  $5,0$ , se  $5,0 \leq P_R < 7,5$ .

# Bibliografia I

-  [1] Hopcroft, J. E., Ullman, J. D.  
*Formal Languages and Their Relation to Automata.*  
Addison-Wesley Publishing Company, 1969.
-  [2] Hopcroft, J. E., Ullman, J. D. e Motwani, R.  
*Introdução à Teoria de Autômatos, Linguagens e Computação.*  
Tradução da segunda edição americana. Editora Campus, 2003.
-  [3] JFLAP Version 6.0.  
Ferramenta para Diagrama de Estados.  
[www.jflap.org](http://www.jflap.org).

## Bibliografia II

-  [4] Moll, R. N., Arbib, M. A., and Kfoury, A. J.  
*An Introduction to Formal Language Theory.*  
Springer-Verlag, 1988.
-  [5] Rosa, J. L. G.  
*Linguagens Formais e Autômatos.*  
Editora LTC, 2010.
-  [6] Sipser, M.  
*Introduction to the Theory of Computation.*  
Second Edition, Thomson, 2006.