

# Linguagens Formais e Autômatos

**Prof. José Claudio**

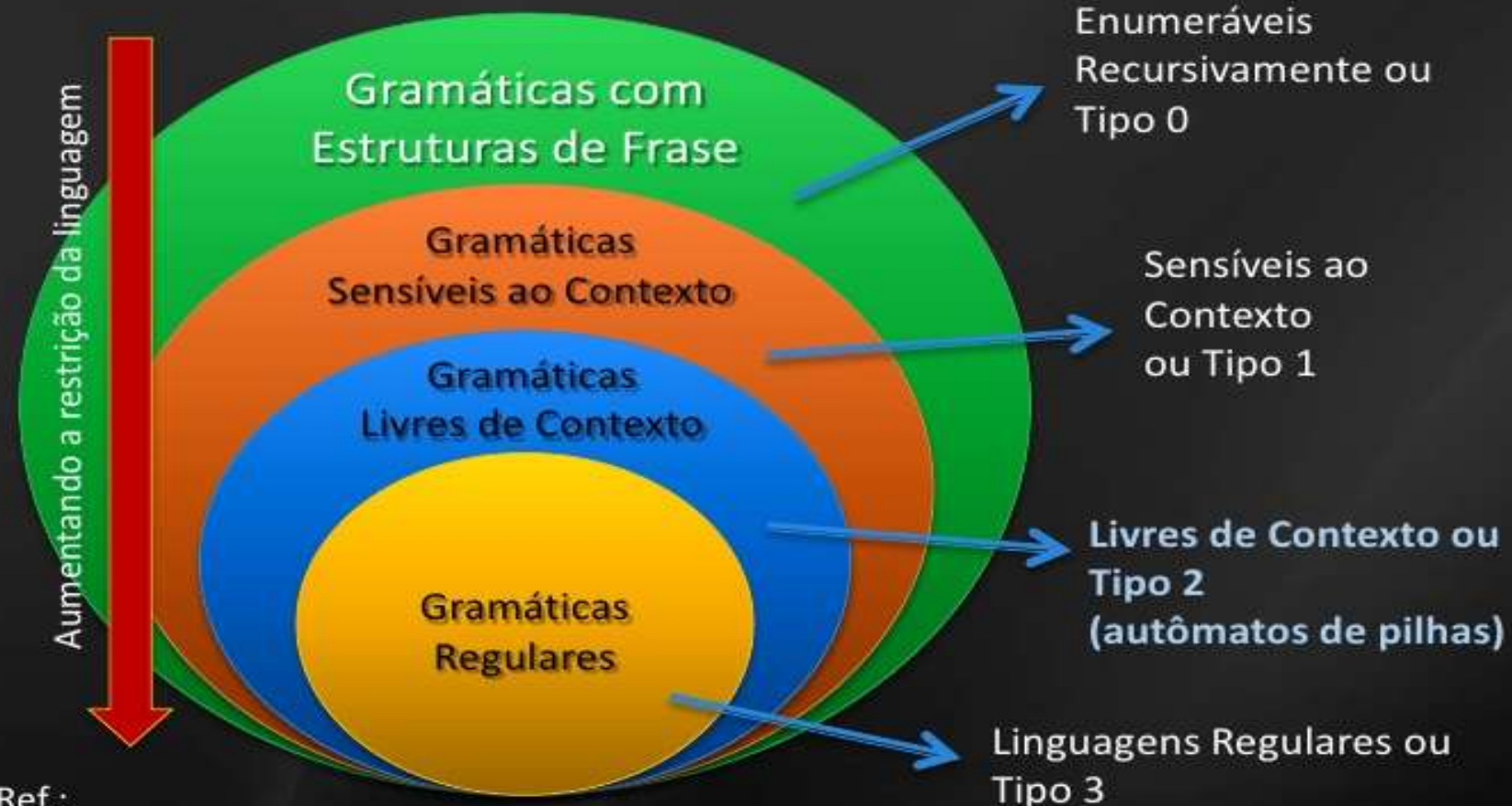
[jcsousa@cruzeirosul.edu.br](mailto:jcsousa@cruzeirosul.edu.br)

## Hieraquia de Chomsky

É uma classificação de gramáticas formais (e das linguagens que elas geram) em **quatro níveis**, do mais restritivo (Tipo 3) ao mais geral (Tipo 0). Cada nível tem regras específicas para suas produções e um tipo de autômato correspondente que reconhece a linguagem.

## Hieraquía de Chomsky

### Gramáticas de Chomsky



Ref.:

[http://pt.wikipedia.org/wiki/Hierarquia\\_de\\_Chomsky](http://pt.wikipedia.org/wiki/Hierarquia_de_Chomsky)

## Hieraquia de Chomsky

É uma classificação de gramáticas formais (e das linguagens que elas geram) em **quatro níveis**, do mais restritivo (Tipo 3) ao mais geral (Tipo 0). Cada nível tem regras específicas para suas produções e um tipo de autômato correspondente que reconhece a linguagem.

## Hieraquia de Chomsky

### Tipo 3: Gramáticas Regulares

#### Formato das Produções:

$A \rightarrow aB$  ou  $A \rightarrow a$  (lineares à direita)

$A \rightarrow Ba$  ou,  $A \rightarrow a$  (lineares à esquerda)

Onde  $A, B$  são não-terminais e  $a$  é terminal.

**Linguagem Gerada:** Linguagens Regulares.

**Reconhecedor:** Autômatos Finitos (AFD ou AFN).

**Exemplo:** Palavras com número par de 'a's:  $S \rightarrow aA \mid \epsilon$   $A \rightarrow aS$

## Hieraquia de Chomsky

### 2. Tipo 2: Gramáticas Livres de Contexto

**Formato das Produções:**

$A \rightarrow \gamma$

Onde  $A$  é não-terminal e  $\gamma$  é uma cadeia de terminais e não-terminais.

**Linguagem Gerada:** Linguagens Livres de Contexto.

**Reconhecedor:** Autômatos com Pilha (AP).

**Exemplo:**  $anbnanbn$ :  $S \rightarrow aSb | \epsilon$ .

## Hieraquia de Chomsky

### Tipo 1: Gramáticas Sensíveis ao Contexto

#### Formato das Produções:

$$\alpha A \beta \rightarrow \alpha \gamma \beta$$

Onde  $A$  é não-terminal,  $\gamma \neq \epsilon$ , e  $\alpha, \beta$  são contextos que não podem ser alterados.

**Linguagem Gerada:** Linguagens Sensíveis ao Contexto.

**Reconhecedor:** Autômatos Linearmente Limitados (ALL).

**Exemplo:**  $a^n b^n c^n$ :  $S \rightarrow aSBC \mid abcS \rightarrow aSBC \mid abc$ ,  $CB \rightarrow BCCB \rightarrow BC$ ,  $bB \rightarrow bbbB \rightarrow bb$ ,  $cC \rightarrow cccC \rightarrow cc$ .



## Hieraquia de Chomsky

### Tipo 0: Gramáticas com Estruturas de Frase (Irrestritas)

#### Formato das Produções:

$$\alpha \rightarrow \beta$$

Onde  $\alpha$  e  $\beta$  são cadeias arbitrárias, com  $\alpha \neq \epsilon$ .

**Linguagem Gerada:** Linguagens Recursivamente Enumeráveis.

**Reconhecedor:** Máquinas de Turing (MT).

**Exemplo:** Qualquer linguagem computável (ex.: problema da parada).



## A IMPORTÂNCIA DA HIERARQUIA

- Define **limites computacionais**: problemas diferentes exigem modelos diferentes.
- **Compiladores**: usam gramáticas Livres de Contexto para análise sintática.
- **Verificação de protocolos**: usam Linguagens Regulares.
- **Inteligência Artificial**: modelos mais complexos (como MT) são usados para problemas gerais.

## Autômato Finito Determinístico (AFD)

Formalmente, um Autômato Finito Determinístico (AFD) é uma 5-tupla ordenada:

$$M = (\Sigma, Q, \delta, q_0, F)$$

onde,

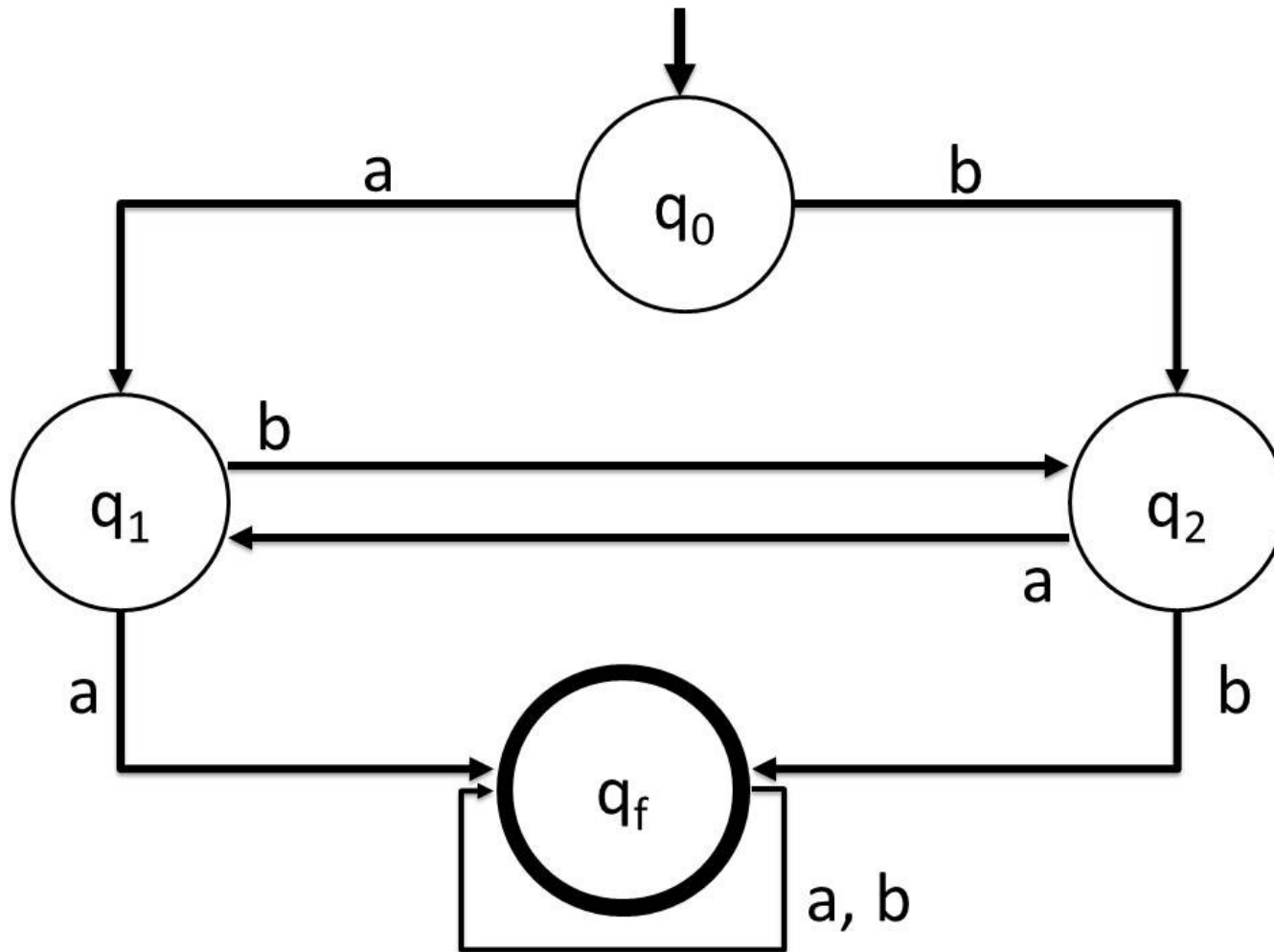
$\Sigma$  é o alfabeto de entrada

$Q$  é o conjunto finito de estados possíveis do autômato

$\delta$  é uma função programa, também chamada de função transição. Por exemplo, vamos supor que a função programa é definida para um estado  $p$  e um símbolo  $a$ , resultando no estado  $q$ , então temos;

$$\delta(p, a) = q$$

## Autômato para Gramática Regular



## Computação de Autômatos Finito

O autômato  $M_1$  é representado pelo diagrama a seguir:

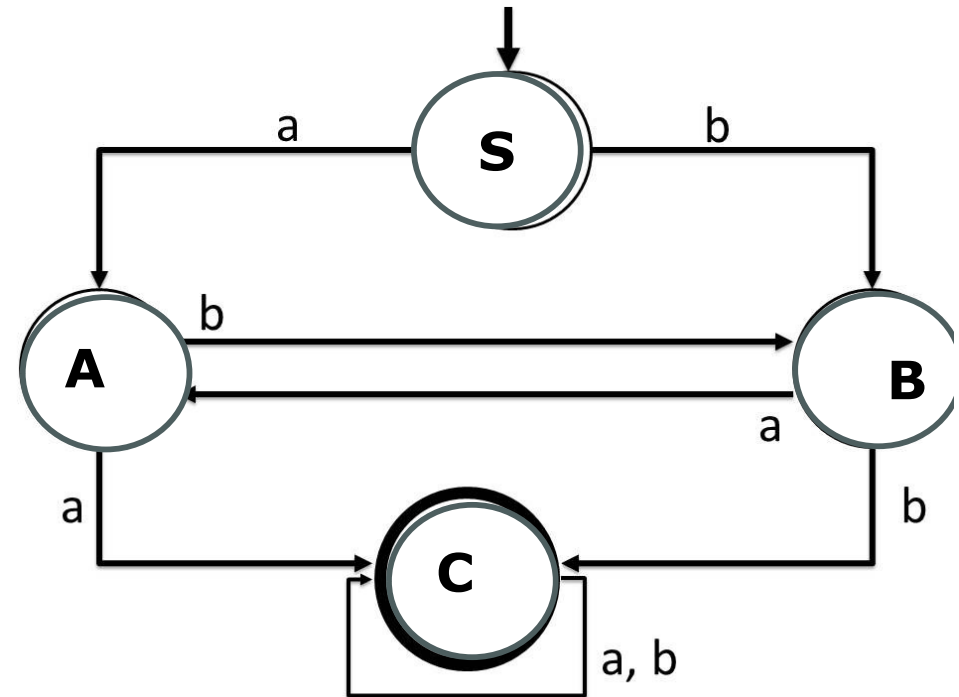
**Gram Reg, G**

**$S \rightarrow aA \mid bB$**

**$A \rightarrow bB \mid aC$**

**$B \rightarrow aA \mid bC$**

**$C \rightarrow bC \mid aC \mid a \mid b$**



## Exercícios

Validar se as 5 palavras são aceitas pelo autômato

1. abbababab
2. bababbaaba
3. ababaabbab
4. ababaabbab
5. aabbababaa

Fim

# **Linguagens Formais e Autômatos**

**Material - Prof. Dr. Cleber Silva**