



Plano de Ensino


- Apresentação. Revisão de Funções.
- Expressões Regulares.
- **Gramática Regular.**
- Autômatos Finitos Determinísticos.
- Conversão entre GR e AFD.
- Minimização de Autômatos.
- Autômatos Finitos Não-Determinísticos.
- Conversão de Autômatos AFD para AFND.
- Autômatos com Pilha.
- Máquinas de Turing.





Livro-Texto

- Bibliografia Básica:
 - » MENEZES, Paulo Fernando Blauth. **Linguagens Formais e Autômatos**. 5ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2008.
- Bibliografia Complementar:
 - » LEWIS, Ricki. **Elementos da Teoria da Computação**. 2ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2004.
 - » HOPCROFT, John E; ULLMAN, Jeffrey D; MOTWANI, Rajeev, SOUZA. **Introdução a Teoria dos Autômatos, Linguagens e Computação**. 1ª ed. São Paulo: CAMPUS, 2003.



3. Gramática – Gramática



- É uma quádrupla ordenada $G = (V, T, P, S)$
 - » $V \rightarrow$ conjunto finito de símbolos variáveis ou não-terminais
 - » $T \rightarrow$ conjunto finito de símbolos terminais
 - » $P \rightarrow$ conjunto finito de pares, chamado regras de produção tal que a primeira componente é palavra de $(V \cup T)^+$ e a segunda componente é palavra de $(V \cup T)^*$
 - » $S \rightarrow$ elemento de V chamado de variável inicial

3. Gramática – Gramática



- Regra de produção \rightarrow uma regra de produção (α, β) , representada por $\alpha \rightarrow \beta$, definem condições de geração das palavras da linguagem.
 - » Uma sequência de produção $\alpha \rightarrow \beta_1, \alpha \rightarrow \beta_2, \dots, \alpha \rightarrow \beta_n$ pode ser abreviada na forma $\alpha \rightarrow \beta_1 \mid \beta_2 \mid \dots \mid \beta_n$
 - » A aplicação de uma regra de produção é denominada derivação de uma palavra. A aplicação sucessiva de regras de produção permite derivar as palavras da linguagem representada pela gramática.

3. Gramática – Gramática



- Derivação \rightarrow seja $G = (V, T, P, S)$ uma gramática, uma derivação é um par da relação com domínio em $(V \cup T)^+$ e contra-domínio em $(V \cup T)^*$.
- Um par (α, β) é representado por $\alpha \Rightarrow \beta$. A relação \Rightarrow é indutivamente definida como segue:
 - » Para toda produção da forma $S \rightarrow \beta$, o primeiro componente é o símbolo inicial de G , tem-se: $S \Rightarrow \beta$.
 - » Para todo par $\alpha \Rightarrow \beta$, onde $\beta = \beta_u \beta_v \beta_w$, se $\beta_v \rightarrow \beta_i$ é regra de P então: $\beta = \beta_u \beta_i \beta_w$
- Portanto, uma derivação é a substituição de uma subpalavra de acordo com uma regra de produção.

3. Gramática – Gramática



- Linguagem Gerada \rightarrow seja $G = (V, T, P, S)$ uma gramática, a linguagem gerada pela gramática G , denotada por $L(G)$ é composta por todas as palavras de símbolos terminais deriváveis a partir do símbolo S , ou seja:

$$L(G) = \{w \in T \mid S \Rightarrow^* w\}$$

- Convenções:

- » $A, B, C, D, \dots, T \rightarrow$ para símbolos variáveis
- » $a, b, c, d, \dots, t \rightarrow$ para símbolos terminais

3. Gramática – Gramática



- Exemplo 1: a gramática $G = \{V, T, P, S\}$ onde:

$$V = \{S, D\}$$

$$T = \{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9\}$$

$$P = \{S \rightarrow D, S \rightarrow DS, D \rightarrow 0|1|2|3|4|5|6|7|8|9\}$$

- Derivação do número **243**:

$$S \Rightarrow DS \Rightarrow 2S \Rightarrow 2DS \Rightarrow 24S \Rightarrow 24D \Rightarrow 243$$

$$S \Rightarrow^6 243$$

3. Gramática – Gramática



- Exemplo 2: a gramática $G = (\{S, X, Y, A, B, F\}, \{a, b\}, P, S)$ onde:

$$P = \{S \rightarrow XY, X \rightarrow XaA|XbB|F,$$

$$Aa \rightarrow aA, Ab \rightarrow bA, AY \rightarrow Ya,$$

$$Ba \rightarrow aB, Bb \rightarrow bB, BY \rightarrow Yb,$$

$$Fa \rightarrow aF, Fb \rightarrow bF, FY \rightarrow \epsilon\}$$

- Derivação da palavra baba:

$$S \Rightarrow XY \Rightarrow XaAY \Rightarrow XaYa \Rightarrow XbBaYa \Rightarrow XbaBYa \Rightarrow XbaYba \Rightarrow FbaYba \Rightarrow$$

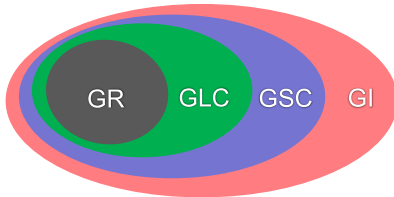
$$bFaYba \Rightarrow baFYba \Rightarrow baba$$

$$S \Rightarrow^{10} baba$$

3. Gramática – Tipos de Gramática



- Segundo a hierarquia de Chomsky, as gramáticas podem ser de quatro tipos. Para $G = (V, T, P, S)$ e $V = V \cup T$, temos:



3. Gramática – Tipos de Gramática



- Tipo 0 - Gramáticas Irrestritas (GI)** → do lado esquerdo da produção pode haver uma sequência de quaisquer símbolos, desde que, entre eles, haja um não-terminal.
- Do lado direito da produção pode haver qualquer sequência de símbolos, inclusive a sentença vazia.
 - » $P = \{ \alpha \rightarrow \beta \mid \alpha \in V^+, \beta \in V^* \}$

3. Gramática – Tipos de Gramática



- Tipo 1 - Gramáticas Sensíveis ao Contexto (GSC)** → o comprimento da sentença do lado esquerdo deve ser menor ou igual ao comprimento da sentença do lado direito da produção. Do lado direito não é aceito a sentença vazia.
 - » $\alpha \rightarrow \beta \in P$ e $|\alpha| \leq |\beta|$
 - Ex: $\alpha_1 A \alpha_2 \rightarrow \alpha_1 B \alpha_2$

3. Gramática – Tipos de Gramática



- **Tipo 2 - Gramáticas Livres de Contexto (GLC)** → do lado esquerdo da produção deve, sempre, ocorrer um e apenas um símbolo variável. A sentença vazia também não é aceita do lado direito da produção.

» $P = \{ \alpha \rightarrow \beta \mid \alpha \in N \text{ e } \beta \neq \epsilon \}$

• Ex: $X \rightarrow abcX$ (não importa o contexto de X)

3. Gramática – Tipos de Gramática



- **Tipo 3 - Gramáticas Regulares (GR)** → do lado esquerdo da produção deve, sempre, ocorrer um e apenas um símbolo variável e do lado direito podem ocorrer ou somente um terminal, ou um terminal seguido de um variável.

» $A \rightarrow aB$ ou $A \rightarrow a$ ou seja,

» $P = \{ A \rightarrow aX \mid A \in V, a \in T, X \in \{V \cup \{\epsilon\}\} \}$

3. Gramática – Tipos de Gramática



- Conforme o tipo da gramática que dá origem a uma linguagem, estas se classificam em:

» LSC → Linguagem Sensível ao Contexto

» LLC → Linguagem Livre de Contexto

» LR → Linguagem Regular



**Linguagens Formais e
Autômatos**

Ciência da Computação
clayton.valdo@anhanguera.com