Fundamentos Teóricos da Computação

– Autômatos Finitos (Parte 02) –

Zenilton Kleber Gonçalves do Patrocínio Jr.

Ciência da Computação – PUC Minas

Belo Horizonte, Brasil

2025

PUC Minas

IM SCIENCE

Sumário

Gramáticas

Introdução à Gramáticas

Expressões regulares e AFs são usados para se especificar e reconhecer linguagens simples (regulares).

Uma outra forma de se especificar (gerar) uma linguagem regular é através de gramáticas. Nesse caso, temos as chamadas Gramáticas Regulares.

As gramáticas ainda podem especificar linguagens mais complexas: Gramáticas Livres de Contexto, Gramáticas Sensíveis ao Contexto e Gramáticas Irrestritas.

Gramáticas – Conceitos Básicos

Símbolos Não-Terminais

São elementos auxiliares na geração de sentenças.

Ex.: S, A, B, Z

Símbolos Terminais

São elementos formadores das sentenças (alfabeto).

Ex.: a, b, c, λ

Formas Sentenciais

São palavras formadas por símbolos terminais e não-terminais.

Ex.: aSb, Ac, AbZ

Sentenças

São palavras formadas apenas por símbolos terminais.

Ex.: acb, ca, baa, λ

Gramáticas – Conceitos Básicos

Símbolos Não-Terminais

São elementos auxiliares na geração de sentenças.

Ex.: S, A, B, Z

Símbolos Terminais

São elementos formadores das sentenças (alfabeto).

Ex.: a, b, c, λ

Formas Sentenciais

São palavras formadas por símbolos terminais e não-terminais.

Ex.: aSb, Ac, AbZ

Sentenças

São palavras formadas apenas por símbolos terminais.

Ex.: acb, ca, baa, λ

Gramáticas – Conceitos Básicos

Símbolos Não-Terminais

São elementos auxiliares na geração de sentenças.

Ex.: S, A, B, Z

Símbolos Terminais

São elementos formadores das sentenças (alfabeto).

Ex.: a, b, c, λ

Formas Sentenciais

São palavras formadas por símbolos terminais e não-terminais.

Ex.: aSb, Ac, AbZ

Sentenças

São palavras formadas apenas por símbolos terminais.

Ex.: acb, ca, baa, λ

Gramáticas – Conceitos Básicos

Símbolos Não-Terminais

São elementos auxiliares na geração de sentenças.

Ex.: S, A, B, Z

Símbolos Terminais

São elementos formadores das sentenças (alfabeto).

Ex.: a, b, c, λ

Formas Sentenciais

São palavras formadas por símbolos terminais e não-terminais.

Ex.: aSb, Ac, AbZ

Sentenças

São palavras formadas apenas por símbolos terminais.

Ex.: acb, ca, baa, λ

Gramáticas – Conceitos Básicos

Produção (ou Regra)

É um par ordenado de formas sentenciais em que o lado esquerdo da produção (primeiro elemento do par) pode ser substituído pelo lado direito da mesma (segundo elemento do par).

Ex.: [B, bA] ou $B \rightarrow bA$

Derivação

É o processo de obtenção de uma forma sentencial a partir de outra, em que os símbolos do lado direito de uma produção (ou regra) substituem aqueles colocados do lado esquerdo da mesma.

Ex.: Dada a regra $B \rightarrow bA$ e a forma sentencial cBc pode se realizar a seguinte derivação

$$cBc \Rightarrow cbAc$$

Gramáticas – Conceitos Básicos

Produção (ou Regra)

É um par ordenado de formas sentenciais em que o lado esquerdo da produção (primeiro elemento do par) pode ser substituído pelo lado direito da mesma (segundo elemento do par).

Ex.: [B, bA] ou B $\rightarrow$ bA

Derivação

É o processo de obtenção de uma forma sentencial a partir de outra, em que os símbolos do lado direito de uma produção (ou regra) substituem aqueles colocados do lado esquerdo da mesma.

Ex.: Dada a regra B $\rightarrow$ bA e a forma sentencial cBc pode-se realizar a seguinte derivação

$$cBc \Rightarrow cbAc$$

Gramáticas – Conceitos Básicos

Produção (ou Regra)

É um par ordenado de formas sentenciais em que o lado esquerdo da produção (primeiro elemento do par) pode ser substituído pelo lado direito da mesma (segundo elemento do par).

Ex.: [B, bA] ou B $\rightarrow$ bA

Derivação

É o processo de obtenção de uma forma sentencial a partir de outra, em que os símbolos do lado direito de uma produção (ou regra) substituem aqueles colocados do lado esquerdo da mesma.

Ex.: Dada a regra B $\rightarrow$ bA e a forma sentencial cBc pode-se realizar a seguinte derivação

$$c\mathbf{B}c \Rightarrow c\mathbf{bA}c$$

Gramáticas – Conceitos Básicos

Produção (ou Regra)

É um par ordenado de formas sentenciais em que o lado esquerdo da produção (primeiro elemento do par) pode ser substituído pelo lado direito da mesma (segundo elemento do par).

Ex.: [B, bA] ou B $\rightarrow$ bA

Derivação

É o processo de obtenção de uma forma sentencial a partir de outra, em que os símbolos do lado direito de uma produção (ou regra) substituem aqueles colocados do lado esquerdo da mesma.

Ex.: Dada a regra B $\rightarrow$ bA e a forma sentencial cBc pode-se realizar a seguinte derivação

$$cBc \Rightarrow cbAc$$

Gramáticas – Conceitos Básicos

Produção (ou Regra)

É um par ordenado de formas sentenciais em que o lado esquerdo da produção (primeiro elemento do par) pode ser substituído pelo lado direito da mesma (segundo elemento do par).

Ex.: [B, bA] ou B $\rightarrow$ bA

Derivação

É o processo de obtenção de uma forma sentencial a partir de outra, em que os símbolos do lado direito de uma produção (ou regra) substituem aqueles colocados do lado esquerdo da mesma.

Ex.: Dada a regra B $\rightarrow$ bA e a forma sentencial cBc pode-se realizar a seguinte derivação

$$c\mathbf{B}c \Rightarrow cb\mathbf{A}c$$

Gramáticas – Conceitos Básicos

Produção (ou Regra)

É um par ordenado de formas sentenciais em que o lado esquerdo da produção (primeiro elemento do par) pode ser substituído pelo lado direito da mesma (segundo elemento do par).

Ex.: [B, bA] ou B $\rightarrow$ bA

Derivação

É o processo de obtenção de uma forma sentencial a partir de outra, em que os símbolos do lado direito de uma produção (ou regra) substituem aqueles colocados do lado esquerdo da mesma.

Ex.: Dada a regra B $\rightarrow$ bA e a forma sentencial cBc pode-se realizar a seguinte derivação

$$\mathrm{c}\mathbf{B}\mathrm{c} \Rightarrow \mathrm{c}\mathbf{bA}\mathrm{c}$$

Gramáticas – Conceitos Básicos

Observações sobre Notação de Derivação

$S \Rightarrow w$ significa que w é derivado a partir da variável S em um passo

$S \stackrel{*}{\Rightarrow} w$ significa que w é derivado a partir da variável S em zero ou mais passos

Gramáticas – Conceitos Básicos

Observações sobre Notação de Derivação

$S \Rightarrow w$ significa que w é derivado a partir da variável S em um passo

$S \overset{*}{\Rightarrow} w$ significa que w é derivado a partir da variável S em zero ou mais passos

Gramáticas

Definição – Gramática

Um **Gramática** é uma quádupla $G = (V, \Sigma, P, S)$ em que:

- $V \equiv$ conjunto de símbolos não-terminais (ou variáveis)
- $\Sigma \equiv$ conjunto de símbolos terminais (alfabeto), $V \cap \Sigma = \emptyset$
- $P \equiv$ conjunto de produções (ou regras),
  $$P \subseteq (V \cup \Sigma)^* V (V \cup \Sigma)^* \times (V \cup \Sigma)^*$$
- $S \equiv$ símbolo inicial (ou variável de partida), $S \in V$

Gramáticas

Definição – Gramática

Um **Gramática** é uma quádupla $G = (V, \Sigma, P, S)$ em que:

- $V \equiv$ conjunto de símbolos não-terminais (ou variáveis)
- $\Sigma \equiv$ conjunto de símbolos terminais (alfabeto), $V \cap \Sigma = \emptyset$
- $P \equiv$ conjunto de produções (ou regras),
  $$P \subseteq (V \cup \Sigma)^* V (V \cup \Sigma)^* \times (V \cup \Sigma)^*$$
- $S \equiv$ símbolo inicial (ou variável de partida), $S \in V$

Gramáticas

Definição – Gramática

Um **Gramática** é uma quádupla $G = (V, \Sigma, P, S)$ em que:

- $V \equiv$ conjunto de símbolos não-terminais (ou variáveis)
- $\Sigma \equiv$ conjunto de símbolos terminais (alfabeto), $V \cap \Sigma = \emptyset$
- $P \equiv$ conjunto de produções (ou regras), $$P \subseteq (V \cup \Sigma)^* V (V \cup \Sigma)^* \times (V \cup \Sigma)^*$$
- $S \equiv$ símbolo inicial (ou variável de partida), $S \in V$

Gramáticas

Definição – Gramática

Um **Gramática** é uma quádupla $G = (V, \Sigma, P, S)$ em que:

- $V \equiv$ conjunto de símbolos não-terminais (ou variáveis)
- $\Sigma \equiv$ conjunto de símbolos terminais (alfabeto), $V \cap \Sigma = \emptyset$
- $P \equiv$ conjunto de produções (ou regras),
  $$P \subseteq (V \cup \Sigma)^* V (V \cup \Sigma)^* \times (V \cup \Sigma)^*$$
- $S \equiv$ símbolo inicial (ou variável de partida), $S \in V$

Gramáticas

Definição – Gramática

Um **Gramática** é uma quádupla $G = (V, \Sigma, P, S)$ em que:

- $V \equiv$ conjunto de símbolos não-terminais (ou variáveis)
- $\Sigma \equiv$ conjunto de símbolos terminais (alfabeto), $V \cap \Sigma = \emptyset$
- $P \equiv$ conjunto de produções (ou regras),
$$P \subseteq (V \cup \Sigma)^* V (V \cup \Sigma)^* \times (V \cup \Sigma)^*$$
- $S \equiv$ símbolo inicial (ou variável de partida), $S \in V$

Gramáticas

Observações sobre Derivação de Gramática

se $S \stackrel{*}{\Rightarrow} w$ e $w \in (V \cup \Sigma)^*$ então w é uma forma sentencial

se $S \stackrel{*}{\Rightarrow} w$ e $w \in \Sigma^*$ então w é uma sentença

Linguagem Gerada por uma Gramática

Seja uma Gramática $G = (V, \Sigma, P, S)$. A linguagem gerada por G é dada por:

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

Gramáticas

Observações sobre Derivação de Gramática

se $S \overset{*}{\Rightarrow} w$ e $w \in (V \cup \Sigma)^*$ então w é uma forma sentencial

se $S \overset{*}{\Rightarrow} w$ e $w \in \Sigma^*$ então w é uma sentença

Linguagem Gerada por uma Gramática

Seja uma Gramática $G = (V, \Sigma, P, S)$. A linguagem gerada por G é dada por:

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

Gramáticas

Observações sobre Derivação de Gramática

se $S \overset{*}{\Rightarrow} w$ e $w \in (V \cup \Sigma)^*$ então w é uma forma sentencial

se $S \overset{*}{\Rightarrow} w$ e $w \in \Sigma^*$ então w é uma sentença

Linguagem Gerada por uma Gramática

Seja uma Gramática $G = (V, \Sigma, P, S)$. A linguagem gerada por G é dada por:

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

Gramáticas

Recursão

Regras recursivas permitem que uma gramática gere infinitas palavras.

$$\text{Recursão} \begin{cases} \text{Direta} & : A \rightarrow aA \\ \text{Indireta} & : A \overset{*}{\Rightarrow} w \overset{*}{\Rightarrow} aA \quad (\text{e } w \text{ não contém } A) \end{cases}$$

Derivação Mais a Direita (DMD)

Durante o processo de derivação o não-terminal expandido de cada forma sentencial é sempre o mais a direita.

Derivação Mais a Esquerda (DME)

Durante o processo de derivação o não-terminal expandido de cada forma sentencial é sempre o mais a esquerda.

Gramáticas

Recursão

Regras recursivas permitem que uma gramática gere infinitas palavras.

$$\text{Recursão} \begin{cases} \text{Direta} & : A \rightarrow aA \\ \text{Indireta} & : A \overset{*}{\Rightarrow} w \overset{*}{\Rightarrow} aA \qquad \text{(e } w \text{ não contém } A\text{)} \end{cases}$$

Derivação Mais a Direita (DMD)

Durante o processo de derivação o não-terminal expandido de cada forma sentencial é sempre o mais a direita.

Derivação Mais a Esquerda (DME)

Durante o processo de derivação o não-terminal expandido de cada forma sentencial é sempre o mais a esquerda.

Gramáticas

Recursão

Regras recursivas permitem que uma gramática gere infinitas palavras.

$$\text{Recursão} \begin{cases} \text{Direta} & : A \rightarrow aA \\ \text{Indireta} & : A \overset{*}{\Rightarrow} w \overset{*}{\Rightarrow} aA \quad (\text{e } w \text{ não contém } A) \end{cases}$$

Derivação Mais a Direita (DMD)

Durante o processo de derivação o não-terminal expandido de cada forma sentencial é sempre o mais a direita.

Derivação Mais a Esquerda (DME)

Durante o processo de derivação o não-terminal expandido de cada forma sentencial é sempre o mais a esquerda.

Gramáticas

Exemplo de DMD

Seja $G = (\{S, A\}, \{a, b\}, \{S \to AA, A \to AAA \mid bA \mid Ab \mid a\}, S)$

Então uma DMD da sentença *ababaa* é dada por:

$S \Rightarrow AA \Rightarrow Aa \Rightarrow AAAa \Rightarrow AAbAa \Rightarrow AAbaa \Rightarrow AbAbaa \Rightarrow Ababaa \Rightarrow ababaa$

Exemplo de DME

Seja $G = (\{S, A\}, \{a, b\}, \{S \to AA, A \to AAA \mid bA \mid Ab \mid a\}, S)$

Então uma DME da sentença *ababaa* é dada por:

$S \Rightarrow AA \Rightarrow aA \Rightarrow aAAA \Rightarrow abAAA \Rightarrow abaAA \Rightarrow ababAA \Rightarrow ababaA \Rightarrow ababaa$

Gramáticas

Exemplo de DMD

Seja $G = (\{S, A\}, \{a, b\}, \{S \to AA, A \to AAA \mid bA \mid Ab \mid a\}, S)$

Então uma DMD da sentença *ababaa* é dada por:

$S \Rightarrow AA \Rightarrow Aa \Rightarrow AAAa \Rightarrow AAbAa \Rightarrow AAbaa \Rightarrow AbAbaa \Rightarrow Ababaa \Rightarrow ababaa$

Exemplo de DME

Seja $G = (\{S, A\}, \{a, b\}, \{S \to AA, A \to AAA \mid bA \mid Ab \mid a\}, S)$

Então uma DME da sentença *ababaa* é dada por:

$S \Rightarrow AA \Rightarrow aA \Rightarrow aAAA \Rightarrow abAAA \Rightarrow abaAA \Rightarrow ababAA \Rightarrow ababaA \Rightarrow ababaa$

Gramáticas

Exemplo de DMD

Seja $G = (\{S, A\}, \{a, b\}, \{S \rightarrow AA, A \rightarrow AAA \mid bA \mid Ab \mid a\}, S)$

Então uma DMD da sentença *ababaa* é dada por:

$S \Rightarrow AA \Rightarrow Aa \Rightarrow AAAa \Rightarrow AAbAa \Rightarrow AAbaa \Rightarrow AbAbaa \Rightarrow Ababaa \Rightarrow ababaa$

Exemplo de DME

Seja $G = (\{S, A\}, \{a, b\}, \{S \rightarrow AA, A \rightarrow AAA \mid bA \mid Ab \mid a\}, S)$

Gramáticas

Exemplo de DMD

Seja $G = (\{S, A\}, \{a, b\}, \{S \rightarrow AA, A \rightarrow AAA \mid bA \mid Ab \mid a\}, S)$

Então uma DMD da sentença *ababaa* é dada por:

$S \Rightarrow AA \Rightarrow Aa \Rightarrow AAAa \Rightarrow AAbAa \Rightarrow AAbaa \Rightarrow AbAbaa \Rightarrow Ababaa \Rightarrow ababaa$

Exemplo de DME

Seja $G = (\{S, A\}, \{a, b\}, \{S \rightarrow AA, A \rightarrow AAA \mid bA \mid Ab \mid a\}, S)$

Então uma DME da sentença *ababaa* é dada por:

$S \Rightarrow AA \Rightarrow aA \Rightarrow aAAA \Rightarrow abAAA \Rightarrow abaAA \Rightarrow ababAA \Rightarrow ababaA \Rightarrow ababaa$

Gramáticas

Exemplo de DMD

Seja $G = (\{S, A\}, \{a, b\}, \{S \to AA, A \to AAA \mid bA \mid Ab \mid a\}, S)$

Então uma DMD da sentença *ababaa* é dada por:

$S \Rightarrow AA \Rightarrow Aa \Rightarrow AAAa \Rightarrow AAbAa \Rightarrow AAbaa \Rightarrow AbAbaa \Rightarrow Ababaa \Rightarrow ababaa$

Exemplo de DME

Seja $G = (\{S, A\}, \{a, b\}, \{S \to AA, A \to AAA \mid bA \mid Ab \mid a\}, S)$

Então uma DME da sentença *ababaa* é dada por:

$S \Rightarrow AA \Rightarrow aA \Rightarrow aAAA \Rightarrow abAAA \Rightarrow abaAA \Rightarrow ababAA \Rightarrow ababaA \Rightarrow ababaa$

Gramáticas

Exemplo de DMD

Seja $G = (\{S, A\}, \{a, b\}, \{S \rightarrow AA, A \rightarrow AAA \mid bA \mid Ab \mid a\}, S)$

Então uma DMD da sentença *ababaa* é dada por:

$S \Rightarrow AA \Rightarrow Aa \Rightarrow AAAa \Rightarrow AAbAa \Rightarrow AAbaa \Rightarrow AbAbaa \Rightarrow Ababaa \Rightarrow ababaa$

Exemplo de DME

Seja $G = (\{S, A\}, \{a, b\}, \{S \rightarrow AA, A \rightarrow AAA \mid bA \mid Ab \mid a\}, S)$

Então uma DME da sentença *ababaa* é dada por:

$S \Rightarrow AA \Rightarrow aA \Rightarrow aAAA \Rightarrow abAAA \Rightarrow abaAA \Rightarrow ababAA \Rightarrow ababaA \Rightarrow ababaa$

Gramáticas

Exemplo de DMD

Seja $G = (\{S, A\}, \{a, b\}, \{S \rightarrow AA, A \rightarrow AAA \mid bA \mid Ab \mid a\}, S)$

Então uma DMD da sentença *ababaa* é dada por:

$S \Rightarrow AA \Rightarrow Aa \Rightarrow AAAa \Rightarrow AAbAa \Rightarrow AAbaa \Rightarrow AbAbaa \Rightarrow Ababaa \Rightarrow ababaa$

Exemplo de DME

Seja $G = (\{S, A\}, \{a, b\}, \{S \rightarrow AA, A \rightarrow AAA \mid bA \mid Ab \mid a\}, S)$

Então uma DME da sentença *ababaa* é dada por:

$S \Rightarrow AA \Rightarrow aA \Rightarrow aAAA \Rightarrow abAAA \Rightarrow abaAA \Rightarrow ababAA \Rightarrow ababaA \Rightarrow ababaa$

Gramáticas

Exemplo de DMD

Seja $G = (\{S, A\}, \{a, b\}, \{S \rightarrow AA, A \rightarrow AAA \mid bA \mid Ab \mid a\}, S)$

Então uma DMD da sentença *ababaa* é dada por:

$S \Rightarrow AA \Rightarrow Aa \Rightarrow AAAa \Rightarrow AAbAa \Rightarrow AAbaa \Rightarrow AbAbaa \Rightarrow Ababaa \Rightarrow ababaa$

Exemplo de DME

Seja $G = (\{S, A\}, \{a, b\}, \{S \rightarrow AA, A \rightarrow AAA \mid bA \mid Ab \mid a\}, S)$

Gramáticas

Exemplo de DMD

Seja $G = (\{S, A\}, \{a, b\}, \{S \to AA, A \to AAA \mid bA \mid Ab \mid a\}, S)$

Então uma DMD da sentença *ababaa* é dada por:

$S \Rightarrow AA \Rightarrow Aa \Rightarrow AAAa \Rightarrow AAbAa \Rightarrow AAbaa \Rightarrow AbAbaa \Rightarrow Ababaa \Rightarrow ababaa$

Exemplo de DME

Seja $G = (\{S, A\}, \{a, b\}, \{S \to AA, A \to AAA \mid bA \mid Ab \mid a\}, S)$

Então uma DME da sentença *ababaa* é dada por:

$S \Rightarrow AA$

Gramáticas

Exemplo de DMD

Seja $G = (\{S, A\}, \{a, b\}, \{S \rightarrow AA, A \rightarrow AAA \mid bA \mid Ab \mid a\}, S)$

Então uma DMD da sentença *ababaa* é dada por:

$S \Rightarrow AA \Rightarrow Aa \Rightarrow AAAa \Rightarrow AAbAa \Rightarrow AAbaa \Rightarrow AbAbaa \Rightarrow Ababaa \Rightarrow ababaa$

Exemplo de DME

Seja $G = (\{S, A\}, \{a, b\}, \{S \rightarrow AA, A \rightarrow AAA \mid bA \mid Ab \mid a\}, S)$

Então uma DME da sentença *ababaa* é dada por:

$S \Rightarrow AA \Rightarrow aA \Rightarrow aAAA \Rightarrow abAAA \Rightarrow abaAA \Rightarrow ababAA \Rightarrow ababaA \Rightarrow ababaa$

Gramáticas

Exemplo de DMD

Seja $G = (\{S, A\}, \{a, b\}, \{S \to AA, A \to AAA \mid bA \mid Ab \mid a\}, S)$

Então uma DMD da sentença *ababaa* é dada por:

$S \Rightarrow AA \Rightarrow Aa \Rightarrow AAAa \Rightarrow AAbAa \Rightarrow AAbaa \Rightarrow AbAbaa \Rightarrow Ababaa \Rightarrow ababaa$

Exemplo de DME

Seja $G = (\{S, A\}, \{a, b\}, \{S \to AA, A \to AAA \mid bA \mid Ab \mid a\}, S)$

Então uma DME da sentença *ababaa* é dada por:

$S \Rightarrow AA \Rightarrow aA \Rightarrow aAAA \Rightarrow abAAA \Rightarrow abaAA \Rightarrow ababAA \Rightarrow ababaA \Rightarrow ababaa$

Gramáticas

Exemplo de DMD

Seja $G = (\{S, A\}, \{a, b\}, \{S \to AA, A \to AAA \mid bA \mid Ab \mid a\}, S)$

Então uma DMD da sentença *ababaa* é dada por:

$S \Rightarrow AA \Rightarrow Aa \Rightarrow AAAa \Rightarrow AAbAa \Rightarrow AAbaa \Rightarrow AbAbaa \Rightarrow Ababaa \Rightarrow ababaa$

Exemplo de DME

Seja $G = (\{S, A\}, \{a, b\}, \{S \to AA, A \to AAA \mid bA \mid Ab \mid a\}, S)$

Então uma DME da sentença *ababaa* é dada por:

$S \Rightarrow AA \Rightarrow aA \Rightarrow aAAA \Rightarrow abAAA \Rightarrow abaAA \Rightarrow ababAA \Rightarrow ababaA \Rightarrow ababaa$

Gramáticas

Exemplo de DMD

Seja $G = (\{S, A\}, \{a, b\}, \{S \rightarrow AA, A \rightarrow AAA \mid bA \mid Ab \mid a\}, S)$

Então uma DMD da sentença *ababaa* é dada por:

$S \Rightarrow AA \Rightarrow Aa \Rightarrow AAAa \Rightarrow AAbAa \Rightarrow AAbaa \Rightarrow AbAbaa \Rightarrow Ababaa \Rightarrow ababaa$

Exemplo de DME

Seja $G = (\{S, A\}, \{a, b\}, \{S \rightarrow AA, A \rightarrow AAA \mid bA \mid Ab \mid a\}, S)$

Então uma DME da sentença *ababaa* é dada por:

$S \Rightarrow AA \Rightarrow aA \Rightarrow aAAA \Rightarrow abAAA \Rightarrow abaAA \Rightarrow ababAA \Rightarrow ababaA \Rightarrow ababaa$

Gramáticas

Exemplo de DMD

Seja $G = (\{S, A\}, \{a, b\}, \{S \to AA, A \to AAA \mid bA \mid Ab \mid a\}, S)$

Então uma DMD da sentença *ababaa* é dada por:

$S \Rightarrow AA \Rightarrow Aa \Rightarrow AAAa \Rightarrow AAbAa \Rightarrow AAbaa \Rightarrow AbAbaa \Rightarrow Ababaa \Rightarrow ababaa$

Exemplo de DME

Seja $G = (\{S, A\}, \{a, b\}, \{S \to AA, A \to AAA \mid bA \mid Ab \mid a\}, S)$

Então uma DME da sentença *ababaa* é dada por:

$S \Rightarrow AA \Rightarrow aA \Rightarrow aAAA \Rightarrow abAAA \Rightarrow abaAA \Rightarrow ababAA \Rightarrow ababaA \Rightarrow ababaa$

Gramáticas

Exemplo de DMD

Seja $G = (\{S, A\}, \{a, b\}, \{S \rightarrow AA, A \rightarrow AAA \mid bA \mid Ab \mid a\}, S)$

Então uma DMD da sentença *ababaa* é dada por:

$S \Rightarrow AA \Rightarrow Aa \Rightarrow AAAa \Rightarrow AAbAa \Rightarrow AAbaa \Rightarrow AbAbaa \Rightarrow Ababaa \Rightarrow ababaa$

Exemplo de DME

Seja $G = (\{S, A\}, \{a, b\}, \{S \rightarrow AA, A \rightarrow AAA \mid bA \mid Ab \mid a\}, S)$

Então uma DME da sentença *ababaa* é dada por:

$S \Rightarrow AA \Rightarrow aA \Rightarrow aAAA \Rightarrow abAAA \Rightarrow abaAA \Rightarrow ababAA \Rightarrow ababaA \Rightarrow ababaa$

Gramáticas

Exemplo de DMD

Seja $G = (\{S, A\}, \{a, b\}, \{S \to AA, A \to AAA \mid bA \mid Ab \mid a\}, S)$

Então uma DMD da sentença *ababaa* é dada por:

$S \Rightarrow AA \Rightarrow Aa \Rightarrow AAAa \Rightarrow AAbAa \Rightarrow AAbaa \Rightarrow AbAbaa \Rightarrow Ababaa \Rightarrow ababaa$

Exemplo de DME

Seja $G = (\{S, A\}, \{a, b\}, \{S \to AA, A \to AAA \mid bA \mid Ab \mid a\}, S)$

Então uma DME da sentença *ababaa* é dada por:

$S \Rightarrow AA \Rightarrow aA \Rightarrow aAAA \Rightarrow abAAA \Rightarrow abaAA \Rightarrow ababAA \Rightarrow ababaA \Rightarrow ababaa$

Gramáticas

Exemplo de DMD

Seja $G = (\{S, A\}, \{a, b\}, \{S \to AA, A \to AAA \mid bA \mid Ab \mid a\}, S)$

Então uma DMD da sentença *ababaa* é dada por:

$S \Rightarrow AA \Rightarrow Aa \Rightarrow AAAa \Rightarrow AAbAa \Rightarrow AAbaa \Rightarrow AbAbaa \Rightarrow Ababaa \Rightarrow ababaa$

Exemplo de DME

Seja $G = (\{S, A\}, \{a, b\}, \{S \to AA, A \to AAA \mid bA \mid Ab \mid a\}, S)$

Então uma DME da sentença *ababaa* é dada por:

$S \Rightarrow AA \Rightarrow aA \Rightarrow aAAA \Rightarrow abAAA \Rightarrow abaAA \Rightarrow ababAA \Rightarrow ababaA \Rightarrow ababaa$

Gramáticas

Exemplo de DMD

Seja $G = (\{S, A\}, \{a, b\}, \{S \to AA, A \to AAA \mid bA \mid Ab \mid a\}, S)$

Então uma DMD da sentença *ababaa* é dada por:

$S \Rightarrow AA \Rightarrow Aa \Rightarrow AAAa \Rightarrow AAbAa \Rightarrow AAbaa \Rightarrow AbAbaa \Rightarrow Ababaa \Rightarrow ababaa$

Exemplo de DME

Seja $G = (\{S, A\}, \{a, b\}, \{S \to AA, A \to AAA \mid bA \mid Ab \mid a\}, S)$

Então uma DME da sentença *ababaa* é dada por:

$S \Rightarrow AA \Rightarrow aA \Rightarrow aAAA \Rightarrow abAAA \Rightarrow abaAA \Rightarrow ababAA \Rightarrow ababaA \Rightarrow ababaa$

Gramáticas Regulares

Gramática Linear à Direita

Seja gramática $G = (V, \Sigma, P, S)$ em que cada regra é da forma:

- $A \rightarrow a$
- $A \rightarrow aB$
- $A \rightarrow \lambda$

em que $A, B \in V$ e $a \in \Sigma$. Então G é **Gramática Linear à Direita** (GLD).

Gramática Linear à Esquerda

Seja gramática $G = (V, \Sigma, P, S)$ em que cada regra é da forma:

- $A \rightarrow a$
- $A \rightarrow Ba$
- $A \rightarrow \lambda$

em que $A, B \in V$ e $a \in \Sigma$. Então G é **Gramática Linear à Esquerda** (GLE).

Gramáticas Regulares

Gramática Linear à Direita

Seja gramática $G = (V, \Sigma, P, S)$ em que cada regra é da forma:

- $A \to a$
- $A \to aB$
- $A \to \lambda$

em que $A, B \in V$ e $a \in \Sigma$. Então G é **Gramática Linear à Direita** (GLD).

Gramática Linear à Esquerda

Seja gramática $G = (V, \Sigma, P, S)$ em que cada regra é da forma:

- $A \to a$
- $A \to Ba$
- $A \to \lambda$

em que $A, B \in V$ e $a \in \Sigma$. Então G é **Gramática Linear à Esquerda** (GLE).

Gramáticas Regulares

Exemplo de Gramática Linear à Direita (GLD)

Uma GLD que gera $L = a^*cb^*$ seria $G_D = (\{A, B\}, \{a, b, c\}, R, A)$ em que R contém as regras:

$$A \rightarrow aA \mid cB$$

$$B \rightarrow bB \mid \lambda$$

Exemplo de Gramática Linear à Esquerda (GLE)

Uma GLE que gera $L = a^*cb^*$ seria $G_E = (\{A, B\}, \{a, b, c\}, R, A)$ em que R contém as regras:

$$A \rightarrow Ab \mid Bc$$

$$B \rightarrow Ba \mid \lambda$$

Gramáticas Regulares

Exemplo de Gramática Linear à Direita (GLD)

Uma GLD que gera $L = a^*cb^*$ seria $G_D = (\{A, B\}, \{a, b, c\}, R, A)$ em que R contém as regras:

$$A \rightarrow aA \mid cB$$

$$B \rightarrow bB \mid \lambda$$

Exemplo de Gramática Linear à Esquerda (GLE)

Uma GLE que gera $L = a^*cb^*$ seria $G_E = (\{A, B\}, \{a, b, c\}, R, A)$ em que R contém as regras:

$$A \rightarrow Ab \mid Bc$$

$$B \rightarrow Ba \mid \lambda$$

Gramáticas Regulares

Exemplo de Gramática Linear à Direita (GLD)

Uma GLD que gera $L = a^*cb^*$ seria $G_D = (\{A, B\}, \{a, b, c\}, R, A)$ em que R contém as regras:

$$A \rightarrow aA \mid cB$$

$$B \rightarrow bB \mid \lambda$$

Exemplo de Gramática Linear à Esquerda (GLE)

Uma GLE que gera $L = a^*cb^*$ seria $G_E = (\{A, B\}, \{a, b, c\}, R, A)$ em que R contém as regras:

$$A \rightarrow Ab \mid Bc$$

$$B \rightarrow Ba \mid \lambda$$

Gramáticas Regulares

Exemplo de Gramática Linear à Direita (GLD)

Uma GLD que gera $L = a^*cb^*$ seria $G_D = (\{A, B\}, \{a, b, c\}, R, A)$ em que R contém as regras:

$$A \rightarrow aA \mid cB$$

$$B \rightarrow bB \mid \lambda$$

Exemplo de Gramática Linear à Esquerda (GLE)

Uma GLE que gera $L = a^*cb^*$ seria $G_E = (\{A, B\}, \{a, b, c\}, R, A)$ em que R contém as regras:

$$A \rightarrow Ab \mid Bc$$

$$B \rightarrow Ba \mid \lambda$$

Gramáticas Regulares

Gramática Regular

Seja gramática $G = (V, \Sigma, P, S)$ então:

G é **Gramática Regular** (GR) $\iff$ G é GLD ou G é GLE

Exemplo de Gramática Regular

Seja $L = \{w \in \{a, b, c\}^* \mid w \text{ não contém } abc\}$

Uma GR que gera L seria $G = (\{A, B, C\}, \{a, b, c\}, R, A)$ em que R contém as regras:

$$A \rightarrow aB \mid bA \mid cA \mid \lambda$$

$$B \rightarrow aB \mid bC \mid cA \mid \lambda$$

$$C \rightarrow aB \mid bA \mid \lambda$$

Gramáticas Regulares

Gramática Regular

Seja gramática $G = (V, \Sigma, P, S)$ então:

$$G \text{ é } \textbf{Gramática Regular} \text{ (GR)} \iff G \text{ é GLD ou } G \text{ é GLE}$$

Exemplo de Gramática Regular

Seja $L = \{w \in \{a, b, c\}^* \mid w \text{ não contém } abc\ \}$

Uma GR que gera L seria $G = (\{A, B, C\}, \{a, b, c\}, R, A)$ em que R contém as regras:

$$A \rightarrow aB \mid bA \mid cA \mid \lambda$$

$$B \rightarrow aB \mid bC \mid cA \mid \lambda$$

$$C \rightarrow aB \mid bA \mid \lambda$$

Gramáticas Regulares

Gramática Regular

Seja gramática $G = (V, \Sigma, P, S)$ então:

$$G \text{ é } \textbf{Gramática Regular} \text{ (GR)} \iff G \text{ é GLD ou } G \text{ é GLE}$$

Exemplo de Gramática Regular

Seja $L = \{w \in \{a, b, c\}^* \mid w \text{ não contém } abc\ \}$

Uma GR que gera L seria $G = (\{A, B, C\}, \{a, b, c\}, R, A)$ em que R contém as regras:

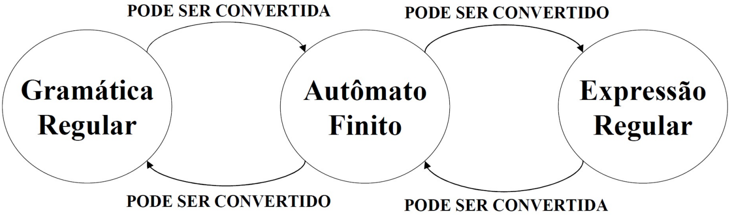
$$A \to aB \mid bA \mid cA \mid \lambda$$

$$B \to aB \mid bC \mid cA \mid \lambda$$

$$C \to aB \mid bA \mid \lambda$$

Equivalência entre Formalismos

Equivalência entre AFs, GRs e ERs



Conversão GR $\leftrightarrow$ AF

Conversão GR $\rightarrow$ AF

Dada uma GR $G = (V, \Sigma, P, S)$, um AFN equivalente $M = (E, \Sigma, \delta, i, F)$ pode ser construído da seguinte forma:

$$E = \begin{cases} V \cup \{Z\} & \text{, se } P \text{ contém regra na forma } A \rightarrow a \\ V & \text{, caso contrário} \end{cases}$$

$$\delta(A, a) \supseteq \begin{cases} \{B\} & \text{, para toda regra } A \rightarrow aB \in P \\ \{Z\} & \text{, para toda regra } A \rightarrow a \in P \end{cases}$$

$$i = S$$

$$F = \begin{cases} \{A \mid A \rightarrow \lambda \in P\} \cup \{Z\} & \text{, se } Z \in E \\ \{A \mid A \rightarrow \lambda \in P\} & \text{, caso contrário} \end{cases}$$

OBS: Z representa uma variável artificial adicionada ao conjunto de variáveis existentes, isto é, $Z \notin V$

Conversão GR $\leftrightarrow$ AF

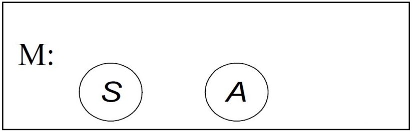
Exemplo de Conversão GR $\rightarrow$ AF

$$\boxed{\begin{aligned} \text{G: } S &\rightarrow aS \mid aA \\ A &\rightarrow bA \mid b \end{aligned}}$$

Conversão GR $\leftrightarrow$ AF

Exemplo de Conversão GR $\rightarrow$ AF

$$
\begin{aligned}
\text{G: } S &\rightarrow aS \mid aA \\
A &\rightarrow bA \mid b
\end{aligned}
$$

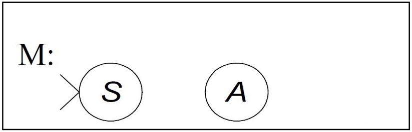


Conversão GR $\leftrightarrow$ AF

Exemplo de Conversão GR $\rightarrow$ AF

G: $S \rightarrow aS \mid aA$

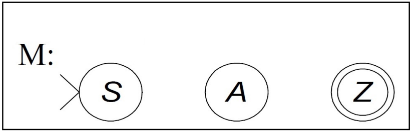
$A \rightarrow bA \mid b$



Conversão GR $\leftrightarrow$ AF

Exemplo de Conversão GR $\rightarrow$ AF

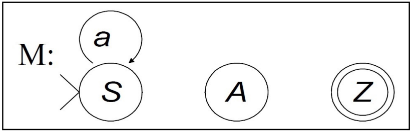
$$\begin{aligned} G:\ & S \rightarrow aS \mid aA \\ & A \rightarrow bA \mid b \end{aligned}$$



Conversão GR $\leftrightarrow$ AF

Exemplo de Conversão GR $\rightarrow$ AF

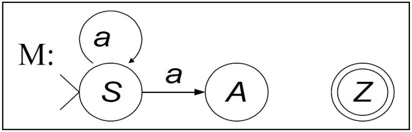
$$\text{G: } S \rightarrow aS \mid aA$$
$$A \rightarrow bA \mid b$$



Conversão GR ↔ AF

Exemplo de Conversão GR → AF

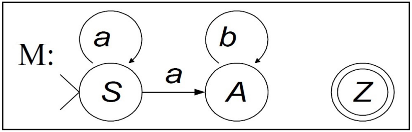
$$
\begin{aligned}
G: S &\rightarrow aS \mid aA \\
A &\rightarrow bA \mid b
\end{aligned}
$$



Conversão GR ↔ AF

Exemplo de Conversão GR → AF

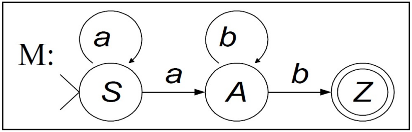
$$\begin{aligned} G:\ S &\rightarrow aS \mid aA \\ A &\rightarrow bA \mid b \end{aligned}$$



Conversão GR $\leftrightarrow$ AF

Exemplo de Conversão GR $\rightarrow$ AF

$$
\begin{aligned}
\text{G: } S &\rightarrow aS \mid aA \\
A &\rightarrow bA \mid b
\end{aligned}
$$



Conversão GR ↔ AF

Conversão AF → GR

Dado um AFN $M = (E, \Sigma, \delta, i, F)$, uma GR equivalente $G = (V, \Sigma, P, S)$ pode ser construída da seguinte forma:

$$
\begin{aligned}
V = &\quad E \\
P = &\quad \{A \rightarrow aB \mid [A, a, B] \in \delta\} \cup \{A \rightarrow \lambda \mid A \in F\} \\
S = &\quad i
\end{aligned}
$$

Exemplo de Conversão AF → GR

Conversão GR $\leftrightarrow$ AF

Conversão AF $\rightarrow$ GR

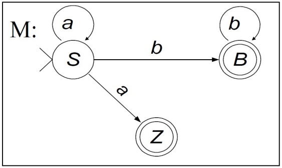
Dado um AFN $M = (E, \Sigma, \delta, i, F)$, uma GR equivalente $G = (V, \Sigma, P, S)$ pode ser construída da seguinte forma:

$$V = E$$

$$P = \{A \rightarrow aB \mid [A, a, B] \in \delta\} \cup \{A \rightarrow \lambda \mid A \in F\}$$

$$S = i$$

Exemplo de Conversão AF $\rightarrow$ GR



Conversão GR $\leftrightarrow$ AF

Conversão AF $\rightarrow$ GR

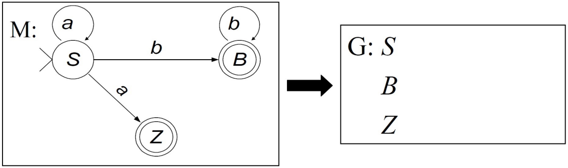
Dado um AFN $M = (E, \Sigma, \delta, i, F)$, uma GR equivalente $G = (V, \Sigma, P, S)$ pode ser construída da seguinte forma:

$$V = E$$

$$P = \{A \rightarrow aB \mid [A, a, B] \in \delta\} \cup \{A \rightarrow \lambda \mid A \in F\}$$

$$S = i$$

Exemplo de Conversão AF $\rightarrow$ GR



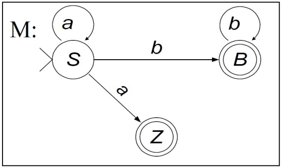
Conversão GR $\leftrightarrow$ AF

Conversão AF $\rightarrow$ GR

Dado um AFN $M = (E, \Sigma, \delta, i, F)$, uma GR equivalente $G = (V, \Sigma, P, S)$ pode ser construída da seguinte forma:

$$
\begin{aligned}
V = &\quad E \\
P = &\quad \{A \rightarrow aB \mid [A, a, B] \in \delta\} \cup \{A \rightarrow \lambda \mid A \in F\} \\
S = &\quad i
\end{aligned}
$$

Exemplo de Conversão AF $\rightarrow$ GR



G: $S \rightarrow aS$

B

Z

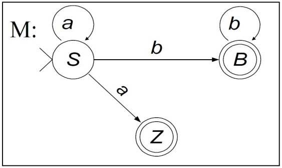
Conversão GR $\leftrightarrow$ AF

Conversão AF $\rightarrow$ GR

Dado um AFN $M = (E, \Sigma, \delta, i, F)$, uma GR equivalente $G = (V, \Sigma, P, S)$ pode ser construída da seguinte forma:

$$
\begin{aligned}
V &= E \\
P &= \{A \rightarrow aB \mid [A, a, B] \in \delta\} \cup \{A \rightarrow \lambda \mid A \in F\} \\
S &= i
\end{aligned}
$$

Exemplo de Conversão AF $\rightarrow$ GR



G: $S \rightarrow aS \mid bB$

B

Z

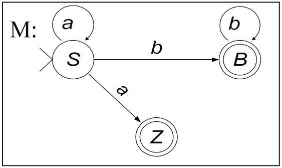
Conversão GR $\leftrightarrow$ AF

Conversão AF $\rightarrow$ GR

Dado um AFN $M = (E, \Sigma, \delta, i, F)$, uma GR equivalente $G = (V, \Sigma, P, S)$ pode ser construída da seguinte forma:

$$
\begin{aligned}
V &= E \\
P &= \{A \rightarrow aB \mid [A, a, B] \in \delta\} \cup \{A \rightarrow \lambda \mid A \in F\} \\
S &= i
\end{aligned}
$$

Exemplo de Conversão AF $\rightarrow$ GR



G: $S \rightarrow aS \mid bB \mid aZ$

B

Z

Conversão GR $\leftrightarrow$ AF

Conversão AF $\rightarrow$ GR

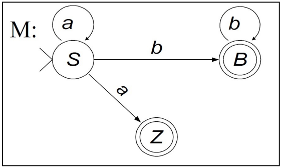
Dado um AFN $M = (E, \Sigma, \delta, i, F)$, uma GR equivalente $G = (V, \Sigma, P, S)$ pode ser construída da seguinte forma:

$$V = E$$

$$P = \{A \rightarrow aB \mid [A, a, B] \in \delta\} \cup \{A \rightarrow \lambda \mid A \in F\}$$

$$S = i$$

Exemplo de Conversão AF $\rightarrow$ GR



G: $S \rightarrow aS \mid bB \mid aZ$

$B \rightarrow bB$

Z

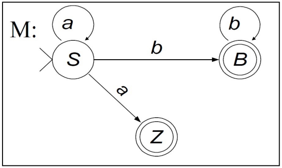
Conversão GR $\leftrightarrow$ AF

Conversão AF $\rightarrow$ GR

Dado um AFN $M = (E, \Sigma, \delta, i, F)$, uma GR equivalente $G = (V, \Sigma, P, S)$ pode ser construída da seguinte forma:

$$\begin{aligned} V &= E \\ P &= \{A \rightarrow aB \mid [A, a, B] \in \delta\} \cup \{A \rightarrow \lambda \mid A \in F\} \\ S &= i \end{aligned}$$

Exemplo de Conversão AF $\rightarrow$ GR



$$\begin{aligned} \text{G: } S &\rightarrow aS \mid bB \mid aZ \\ B &\rightarrow bB \mid \lambda \\ Z & \end{aligned}$$

Conversão GR $\leftrightarrow$ AF

Conversão AF $\rightarrow$ GR

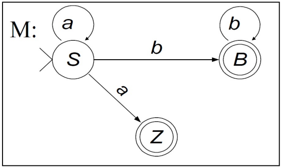
Dado um AFN $M = (E, \Sigma, \delta, i, F)$, uma GR equivalente $G = (V, \Sigma, P, S)$ pode ser construída da seguinte forma:

$$V = E$$

$$P = \{A \rightarrow aB \mid [A, a, B] \in \delta\} \cup \{A \rightarrow \lambda \mid A \in F\}$$

$$S = i$$

Exemplo de Conversão AF $\rightarrow$ GR



G: $S \rightarrow aS \mid bB \mid aZ$

$B \rightarrow bB \mid \lambda$

$Z \rightarrow \lambda$

Conversão ER $\leftrightarrow$ AF

Conversão ER $\rightarrow$ AF

ER	Modelo de AF
$\emptyset$	
a	
$r\ s$	

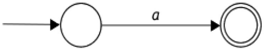
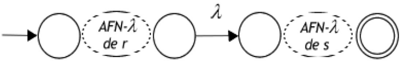
Conversão ER ↔ AF

Conversão ER → AF

ER	Modelo de AF
$\emptyset$	
a	
$r\ s$	

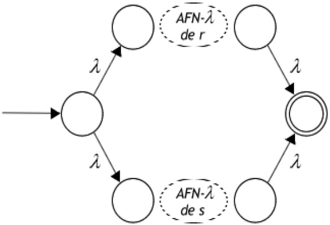
Conversão ER $\leftrightarrow$ AF

Conversão ER $\rightarrow$ AF

ER	Modelo de AF
$\emptyset$	
a	
$r\ s$	

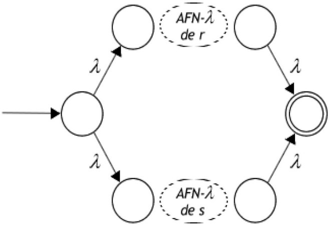
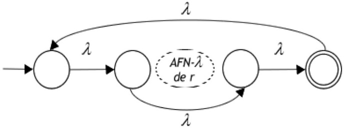
Conversão ER $\leftrightarrow$ AF

Conversão ER $\rightarrow$ AF

ER	Modelo de AF
$r \cup s$	
r^*	

Conversão ER ↔ AF

Conversão ER → AF

ER	Modelo de AF
$r \cup s$	
r^*	

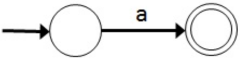
Conversão ER $\leftrightarrow$ AF

1º Exemplo de Conversão ER $\rightarrow$ AF: $(ab \cup a)^*$

ER	**AF**
a	
b	
ab	

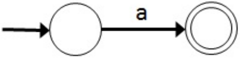
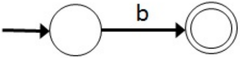
Conversão ER $\leftrightarrow$ AF

1º Exemplo de Conversão ER $\rightarrow$ AF: $(ab \cup a)^*$

ER	AF
a	
b	
ab	

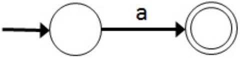
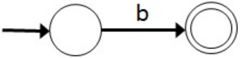
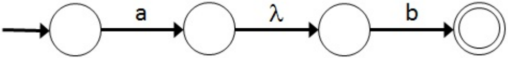
Conversão ER $\leftrightarrow$ AF

1º Exemplo de Conversão ER $\rightarrow$ AF: $(ab \cup a)^*$

ER	**AF**
a	
b	
ab	

Conversão ER $\leftrightarrow$ AF

1º Exemplo de Conversão ER $\rightarrow$ AF: $(ab \cup a)^*$

ER	**AF**
a	
b	
ab	

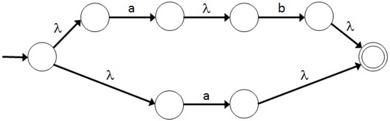
Conversão ER $\leftrightarrow$ AF

1º Exemplo de Conversão ER $\rightarrow$ AF: $(ab \cup a)^*$

ER	**AF**
$ab \cup a$	
$(ab \cup a)^*$	

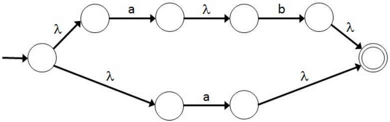
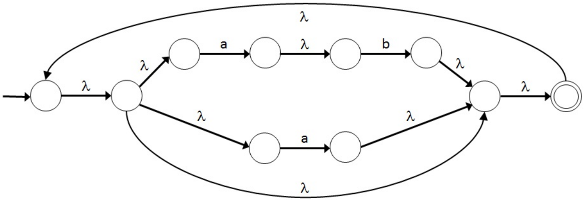
Conversão ER ↔ AF

1º Exemplo de Conversão ER → AF: $(ab \cup a)^*$

ER	AF
$ab \cup a$	
$(ab \cup a)^*$	

Conversão ER $\leftrightarrow$ AF

1º Exemplo de Conversão ER $\rightarrow$ AF: $(ab \cup a)^*$

ER	**AF**
$ab \cup a$	
$(ab \cup a)^*$	

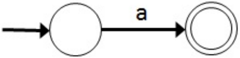
Conversão ER $\leftrightarrow$ AF

2º Exemplo de Conversão ER $\rightarrow$ AF: $(a \cup b)^* aba$

ER	AF
a	
b	
aba	

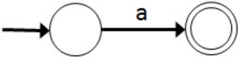
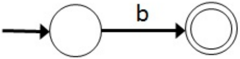
Conversão ER $\leftrightarrow$ AF

2º Exemplo de Conversão ER $\rightarrow$ AF: $(a \cup b)^* aba$

ER	AF
a	
b	
aba	

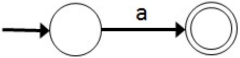
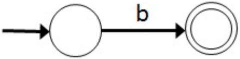
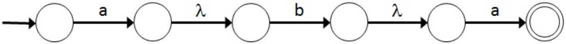
Conversão ER $\leftrightarrow$ AF

2º Exemplo de Conversão ER $\rightarrow$ AF: $(a \cup b)^* aba$

ER	AF
a	
b	
aba	

Conversão ER $\leftrightarrow$ AF

2º Exemplo de Conversão ER $\rightarrow$ AF: $(a \cup b)^* aba$

ER	**AF**
a	
b	
aba	

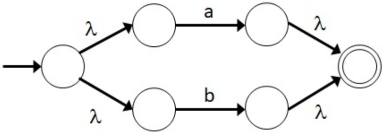
Conversão ER $\leftrightarrow$ AF

2º Exemplo de Conversão ER $\rightarrow$ AF: $(a \cup b)^* aba$

ER	**AF**
$a \cup b$	
$(a \cup b)^*$	

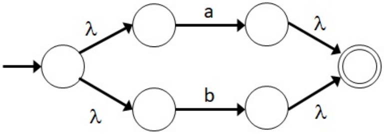
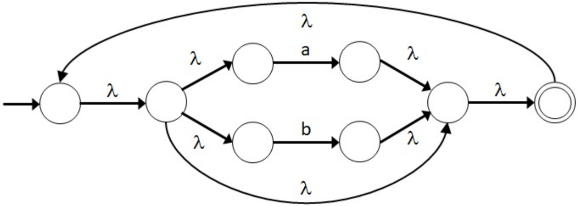
Conversão ER $\leftrightarrow$ AF

2º Exemplo de Conversão ER $\rightarrow$ AF: $(a \cup b)^* aba$

ER	**AF**
$a \cup b$	
$(a \cup b)^*$	

Conversão ER $\leftrightarrow$ AF

2º Exemplo de Conversão ER $\rightarrow$ AF: $(a \cup b)^* aba$

ER	**AF**
$a \cup b$	
$(a \cup b)^*$	

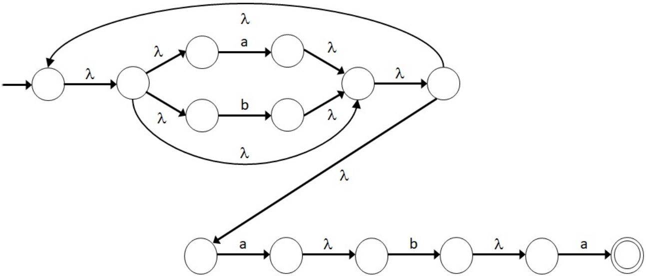
Conversão ER $\leftrightarrow$ AF

2º Exemplo de Conversão ER $\rightarrow$ AF: $(a \cup b)^* aba$

ER	AF
$(a \cup b)^* aba$	

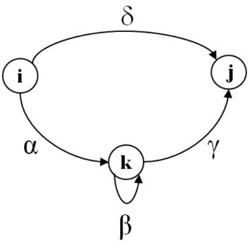
Conversão ER $\leftrightarrow$ AF

2º Exemplo de Conversão ER $\rightarrow$ AF: $(a \cup b)^* aba$

ER	AF
$(a \cup b)^* aba$	

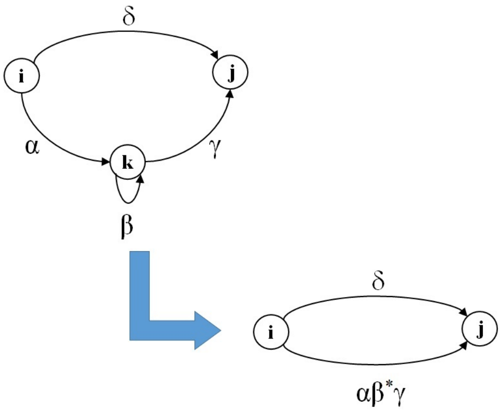
Conversão ER $\leftrightarrow$ AF

Conversão AF $\rightarrow$ ER



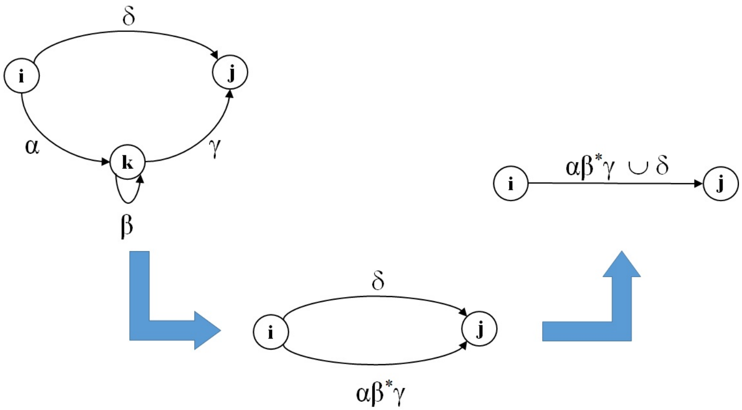
Conversão ER $\leftrightarrow$ AF

Conversão AF $\rightarrow$ ER



Conversão ER ↔ AF

Conversão AF → ER



Conversão ER $\leftrightarrow$ AF

Conversão AF $\rightarrow$ ER

Dado um AF $M = (E, \Sigma, \delta, i, F)$, uma ER equivalente pode ser construída da seguinte forma:

1. Acrecentar dois novos estados a M: $\mathcal{I}$ (inicial) e $\mathcal{F}$ (final)
2. Criar uma transição λ de $\mathcal{I}$ para i (antigo estado inicial de M) e para todo esado final $f \in F$, também criar uma transição λ de f para $\mathcal{F}$
3. Transformar o rótulo de cada transição em uma ER – sendo feita a união de ERs associadas a transições paralelas

Conversão ER $\leftrightarrow$ AF

Conversão AF $\rightarrow$ ER

Dado um AF $M = (E, \Sigma, \delta, i, F)$, uma ER equivalente pode ser construída da seguinte forma:

1. Acrecentar dois novos estados a M: $\mathcal{I}$ (inicial) e $\mathcal{F}$ (final)
2. Criar uma transição λ de $\mathcal{I}$ para i (antigo estado inicial de M) e para todo esado final $f \in F$, também criar uma transição λ de f para $\mathcal{F}$
3. Transformar o rótulo de cada transição em uma ER – sendo feita a união de ERs associadas a transições paralelas

Conversão ER $\leftrightarrow$ AF

Conversão AF $\rightarrow$ ER

Dado um AF $M = (E, \Sigma, \delta, i, F)$, uma ER equivalente pode ser construída da seguinte forma:

1. Acrecentar dois novos estados a M: $\mathcal{I}$ (inicial) e $\mathcal{F}$ (final)
2. Criar uma transição λ de $\mathcal{I}$ para i (antigo estado inicial de M) e para todo esado final $f \in F$, também criar uma transição λ de f para $\mathcal{F}$
3. Transformar o rótulo de cada transição em uma ER – sendo feita a união de ERs associadas a transições paralelas

Conversão ER $\leftrightarrow$ AF

Conversão AF $\rightarrow$ ER (cont.)

4. Enquanto existir estado $k \in E \mid k \neq \mathcal{I}$ e $k \neq \mathcal{F}$ faça:
   a. Para todo par de estados (i, j) tal que exista uma transição de i para k e outra de k para j faça:
      a. Seja α a ER associada a transição de i para k
      b. Seja β a ER associada a transição de k para k (se houver) ou λ, caso contrário
      c. Seja γ a ER associada as transição de k para j
      d. Inserir a transição de i para j com um rótulo que corresponda a ER $\alpha\beta^*\gamma$
   b. Eliminar o estado k e todas suas transições
5. Retorne a ER correspondente ao rótulo entre $\mathcal{I}$ e $\mathcal{F}$

Conversão ER $\leftrightarrow$ AF

Conversão AF $\rightarrow$ ER (cont.)

4. Enquanto existir estado $k \in E \mid k \neq \mathcal{I}$ e $k \neq \mathcal{F}$ faça:
   a. Para todo par de estados (i, j) tal que exista uma transição de i para k e outra de k para j faça:
      a. Seja α a ER associada a transição de i para k
      b. Seja β a ER associada a transição de k para k (se houver) ou λ, caso contrário
      c. Seja γ a ER associada as transição de k para j
      d. Inserir a transição de i para j com um rótulo que corresponda a ER $\alpha\beta^*\gamma$
   b. Eliminar o estado k e todas suas transições
5. Retorne a ER correspondente ao rótulo entre $\mathcal{I}$ e $\mathcal{F}$

Conversão ER $\leftrightarrow$ AF

Conversão AF $\rightarrow$ ER (cont.)

4. Enquanto existir estado $k \in E \mid k \neq \mathcal{I}$ e $k \neq \mathcal{F}$ faça:
    a. Para todo par de estados (i, j) tal que exista uma transição de i para k e outra de k para j faça:
        a. Seja α a ER associada a transição de i para k
        b. Seja β a ER associada a transição de k para k (se houver) ou λ, caso contrário
        c. Seja γ a ER associada as transição de k para j
        d. Inserir a transição de i para j com um rótulo que corresponda a ER $\alpha\beta^*\gamma$
    b. Eliminar o estado k e todas suas transições
5. Retorne a ER correspondente ao rótulo entre $\mathcal{I}$ e $\mathcal{F}$

Conversão ER $\leftrightarrow$ AF

Conversão AF $\rightarrow$ ER (cont.)

4. Enquanto existir estado $k \in E \mid k \neq \mathcal{I}$ e $k \neq \mathcal{F}$ faça:
   a. Para todo par de estados (i, j) tal que exista uma transição de i para k e outra de k para j faça:
      a. Seja α a ER associada a transição de i para k
      b. Seja β a ER associada a transição de k para k (se houver) ou λ, caso contrário
      c. Seja γ a ER associada as transição de k para j
      d. Inserir a transição de i para j com um rótulo que corresponda a ER $\alpha\beta^*\gamma$
   b. Eliminar o estado k e todas suas transições
5. Retorne a ER correspondente ao rótulo entre $\mathcal{I}$ e $\mathcal{F}$

Conversão ER $\leftrightarrow$ AF

Conversão AF $\rightarrow$ ER (cont.)

4. Enquanto existir estado $k \in E \mid k \neq \mathcal{I}$ e $k \neq \mathcal{F}$ faça:
    a. Para todo par de estados (i, j) tal que exista uma transição de i para k e outra de k para j faça:
        a. Seja α a ER associada a transição de i para k
        b. Seja β a ER associada a transição de k para k (se houver) ou λ, caso contrário
        c. Seja γ a ER associada as transição de k para j
        d. Inserir a transição de i para j com um rótulo que corresponda a ER $\alpha\beta^*\gamma$
    b. Eliminar o estado k e todas suas transições
5. Retorne a ER correspondente ao rótulo entre $\mathcal{I}$ e $\mathcal{F}$

Conversão ER $\leftrightarrow$ AF

Conversão AF $\rightarrow$ ER (cont.)

4. Enquanto existir estado $k \in E \mid k \neq \mathcal{I}$ e $k \neq \mathcal{F}$ faça:
   a. Para todo par de estados (i, j) tal que exista uma transição de i para k e outra de k para j faça:
      a. Seja α a ER associada a transição de i para k
      b. Seja β a ER associada a transição de k para k (se houver) ou λ, caso contrário
      c. Seja γ a ER associada as transição de k para j
      d. Inserir a transição de i para j com um rótulo que corresponda a ER $\alpha\beta^*\gamma$
   b. Eliminar o estado k e todas suas transições
5. Retorne a ER correspondente ao rótulo entre $\mathcal{I}$ e $\mathcal{F}$

Conversão ER $\leftrightarrow$ AF

Conversão AF $\rightarrow$ ER (cont.)

4. Enquanto existir estado $k \in E \mid k \neq \mathcal{I}$ e $k \neq \mathcal{F}$ faça:
   a. Para todo par de estados (i, j) tal que exista uma transição de i para k e outra de k para j faça:
      a. Seja α a ER associada a transição de i para k
      b. Seja β a ER associada a transição de k para k (se houver) ou λ, caso contrário
      c. Seja γ a ER associada as transição de k para j
      d. Inserir a transição de i para j com um rótulo que corresponda a ER $\alpha\beta^*\gamma$
   b. Eliminar o estado k e todas suas transições
5. Retorne a ER correspondente ao rótulo entre $\mathcal{I}$ e $\mathcal{F}$

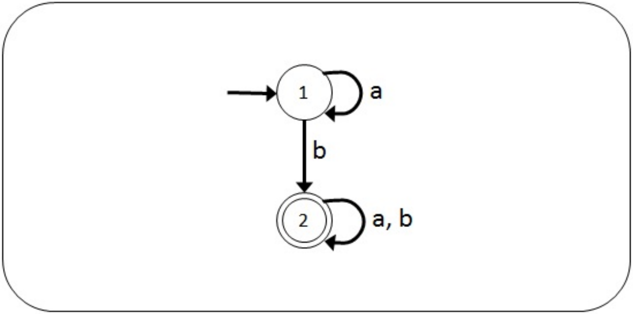
Conversão ER $\leftrightarrow$ AF

Conversão AF $\rightarrow$ ER (cont.)

4. Enquanto existir estado $k \in E \mid k \neq \mathcal{I}$ e $k \neq \mathcal{F}$ faça:
    a. Para todo par de estados (i, j) tal que exista uma transição de i para k e outra de k para j faça:
        a. Seja α a ER associada a transição de i para k
        b. Seja β a ER associada a transição de k para k (se houver) ou λ, caso contrário
        c. Seja γ a ER associada as transição de k para j
        d. Inserir a transição de i para j com um rótulo que corresponda a ER $\alpha\beta^*\gamma$
    b. Eliminar o estado k e todas suas transições
5. Retorne a ER correspondente ao rótulo entre $\mathcal{I}$ e $\mathcal{F}$

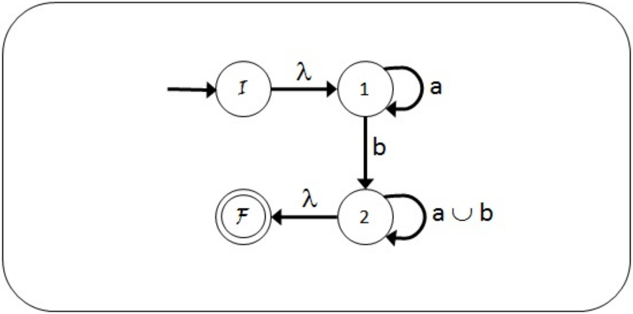
Conversão ER $\leftrightarrow$ AF

1º Exemplo de Conversão AF $\rightarrow$ ER



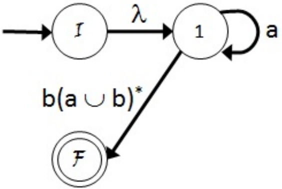
Conversão ER ↔ AF

1º Exemplo de Conversão AF → ER



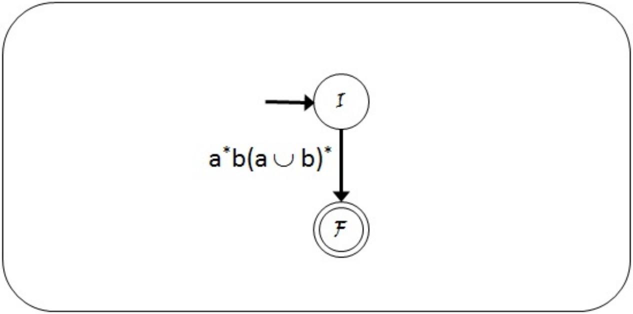
Conversão ER $\leftrightarrow$ AF

1º Exemplo de Conversão AF $\rightarrow$ ER



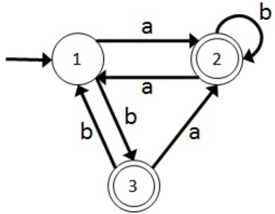
Conversão ER $\leftrightarrow$ AF

1º Exemplo de Conversão AF $\rightarrow$ ER



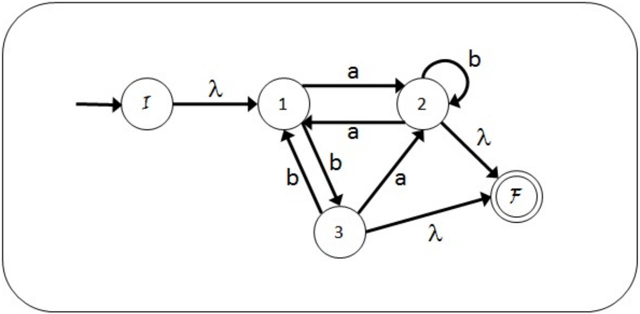
Conversão ER $\leftrightarrow$ AF

2º Exemplo de Conversão AF $\rightarrow$ ER



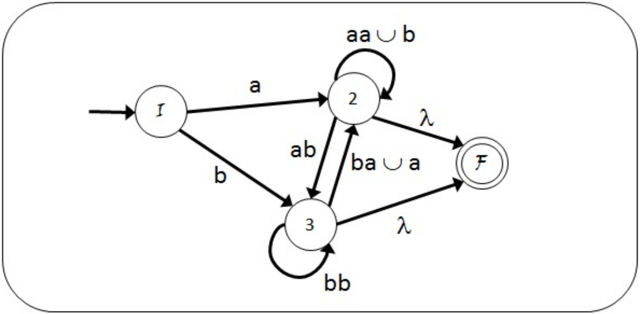
Conversão ER $\leftrightarrow$ AF

2º Exemplo de Conversão AF $\rightarrow$ ER



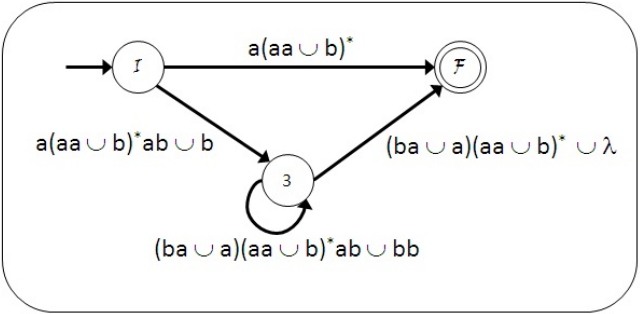
Conversão ER ↔ AF

2º Exemplo de Conversão AF → ER



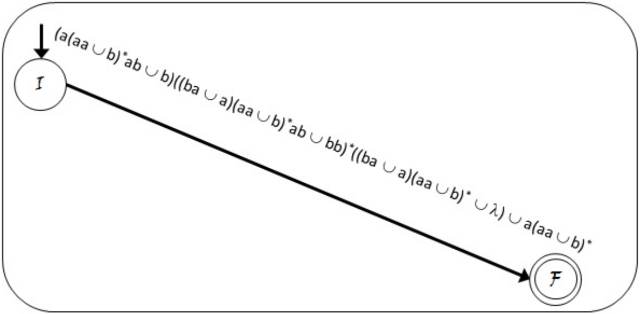
Conversão ER ↔ AF

2º Exemplo de Conversão AF → ER



Conversão ER ↔ AF

2º Exemplo de Conversão AF → ER



Conversão GLD $\leftrightarrow$ GLE

GR para Linguagem Reversa

$\Longrightarrow$ Reversão de regras !!!

Dada uma GLD $G_D = (V, \Sigma, P_D, S)$, uma GLE $G_E = (V, \Sigma, P_E, S)$ tal que $L(G_E)$ seja o reverso de $L(G_D)$, isto é, $L(G_E) = (L(G_D))^R$ pode ser construída da seguinte forma:

$$P_E = \{\alpha \to \beta \mid \alpha \to \beta \in P_D, \beta \in \Sigma \cup \{\lambda\}\}$$

$$\cup$$

$$\{\alpha \to \beta^R \mid \alpha \to \beta \in P_D, \beta \in \Sigma V\}$$

OBS: Também vale para se obter uma GLD a partir de uma GLE com a linguagem reversa, bastando trocar P_D por P_E na definição acima.

Conversão GLD $\leftrightarrow$ GLE

Exemplo de GR para Linguagem Reversa

Seja uma GLD $G_D = (\{A, B\}, \{a, b, c\}, \{A \rightarrow aA \mid cB, B \rightarrow bB \mid \lambda\}, A)$ que gera $L_1 = L(G_D) = a^*cb^*$.

Um exemplo de derivação de G_D é:

$A \Rightarrow aA \Rightarrow aaA \Rightarrow aaaA \Rightarrow aaacB \Rightarrow aaacbB \Rightarrow aaacbbB \Rightarrow aaacbb$

Então, uma GLE $G_E = (\{A, B\}, \{a, b, c\}, \{A \rightarrow Aa \mid Bc, B \rightarrow Bb \mid \lambda\}, A)$ irá gerar $L_2 = L(G_E)$.

Um exemplo de derivação de G_E é:

$A \Rightarrow Aa \Rightarrow Aaa \Rightarrow Aaaa \Rightarrow Bcaaa \Rightarrow Bbcaaa \Rightarrow Bbbcaaa \Rightarrow bbcaaa$

$\Longrightarrow$ **Como esperado, temos** $L_2 = (L_1)^R = b^*ca^*$

Conversão GLD $\leftrightarrow$ GLE

Exemplo de GR para Linguagem Reversa

Seja uma GLD $G_D = (\{A, B\}, \{a, b, c\}, \{A \to aA \mid cB, B \to bB \mid \lambda\}, A)$ que gera $L_1 = L(G_D) = a^*cb^*$.

Um exemplo de derivação de G_D é:

$$A \Rightarrow aA \Rightarrow aaA \Rightarrow aaaA \Rightarrow aaacB \Rightarrow aaacbB \Rightarrow aaacbbB \Rightarrow aaacbb$$

Então, uma GLE $G_E = (\{A, B\}, \{a, b, c\}, \{A \to Aa \mid Bc, B \to Bb \mid \lambda\}, A)$ irá gerar $L_2 = L(G_E)$.

Um exemplo de derivação de G_E é:

$$A \Rightarrow Aa \Rightarrow Aaa \Rightarrow Aaaa \Rightarrow Bcaaa \Rightarrow Bbcaaa \Rightarrow Bbbcaaa \Rightarrow bbcaaa$$

$\Longrightarrow$ **Como esperado, temos** $L_2 = (L_1)^R = b^*ca^*$

Conversão GLD $\leftrightarrow$ GLE

Exemplo de GR para Linguagem Reversa

Seja uma GLD $G_D = (\{A, B\}, \{a, b, c\}, \{A \to aA \mid cB, B \to bB \mid \lambda\}, A)$ que gera $L_1 = L(G_D) = a^*cb^*$.

Um exemplo de derivação de G_D é:

$A \Rightarrow aA \Rightarrow aaA \Rightarrow aaaA \Rightarrow aaacB \Rightarrow aaacbB \Rightarrow aaacbbB \Rightarrow aaacbb$

Então, uma GLE $G_E = (\{A, B\}, \{a, b, c\}, \{A \to Aa \mid Bc, B \to Bb \mid \lambda\}, A)$ irá gerar $L_2 = L(G_E)$.

Um exemplo de derivação de G_E é:

$A \Rightarrow Aa \Rightarrow Aaa \Rightarrow Aaaa \Rightarrow Bcaaa \Rightarrow Bbcaaa \Rightarrow Bbbcaaa \Rightarrow bbcaaa$

$\Longrightarrow$ **Como esperado, temos** $L_2 = (L_1)^R = b^*ca^*$

Conversão GLD $\leftrightarrow$ GLE

Exemplo de GR para Linguagem Reversa

Seja uma GLD $G_D = (\{A, B\}, \{a, b, c\}, \{A \to aA \mid cB, B \to bB \mid \lambda\}, A)$ que gera $L_1 = L(G_D) = a^*cb^*$.

Um exemplo de derivação de G_D é:

$A \Rightarrow aA \Rightarrow aaA \Rightarrow aaaA \Rightarrow aaacB \Rightarrow aaacbB \Rightarrow aaacbbB \Rightarrow aaacbb$

Então, uma GLE $G_E = (\{A, B\}, \{a, b, c\}, \{A \to Aa \mid Bc, B \to Bb \mid \lambda\}, A)$ irá gerar $L_2 = L(G_E)$.

Um exemplo de derivação de G_E é:

$A \Rightarrow Aa \Rightarrow Aaa \Rightarrow Aaaa \Rightarrow Bcaaa \Rightarrow Bbcaaa \Rightarrow Bbbcaaa \Rightarrow bbcaaa$

$\Longrightarrow$ **Como esperado, temos** $L_2 = (L_1)^R = b^*ca^*$

Conversão GLD $\leftrightarrow$ GLE

Exemplo de GR para Linguagem Reversa

Seja uma GLD $G_D = (\{A, B\}, \{a, b, c\}, \{A \rightarrow aA \mid cB, B \rightarrow bB \mid \lambda\}, A)$ que gera $L_1 = L(G_D) = a^*cb^*$.

Um exemplo de derivação de G_D é:

$A \Rightarrow aA \Rightarrow aaA \Rightarrow aaaA \Rightarrow aaacB \Rightarrow aaacbB \Rightarrow aaacbbB \Rightarrow aaacbb$

Então, uma GLE $G_E = (\{A, B\}, \{a, b, c\}, \{A \rightarrow Aa \mid Bc, B \rightarrow Bb \mid \lambda\}, A)$ irá gerar $L_2 = L(G_E)$.

Um exemplo de derivação de G_E é:

$A \Rightarrow Aa \Rightarrow Aaa \Rightarrow Aaaa \Rightarrow Bcaaa \Rightarrow Bbcaaa \Rightarrow Bbbcaaa \Rightarrow bbcaaa$

$\Longrightarrow$ **Como esperado, temos** $L_2 = (L_1)^R = b^*ca^*$

Conversão GLD $\leftrightarrow$ GLE

Exemplo de GR para Linguagem Reversa

Seja uma GLD $G_D = (\{A, B\}, \{a, b, c\}, \{A \rightarrow aA \mid cB, B \rightarrow bB \mid \lambda\}, A)$ que gera $L_1 = L(G_D) = a^*cb^*$.

Um exemplo de derivação de G_D é:

$A \Rightarrow aA \Rightarrow aaA \Rightarrow aaaA \Rightarrow aaacB \Rightarrow aaacbB \Rightarrow aaacbbB \Rightarrow aaacbb$

Então, uma GLE $G_E = (\{A, B\}, \{a, b, c\}, \{A \rightarrow Aa \mid Bc, B \rightarrow Bb \mid \lambda\}, A)$ irá gerar $L_2 = L(G_E)$.

Um exemplo de derivação de G_E é:

$A \Rightarrow Aa \Rightarrow Aaa \Rightarrow Aaaa \Rightarrow Bcaaa \Rightarrow Bbcaaa \Rightarrow Bbbcaaa \Rightarrow bbcaaa$

$\Longrightarrow$ **Como esperado, temos** $L_2 = (L_1)^R = b^*ca^*$

Conversão GLD ↔ GLE

Exemplo de GR para Linguagem Reversa

Seja uma GLD $G_D = (\{A, B\}, \{a, b, c\}, \{A \to aA \mid cB, B \to bB \mid \lambda\}, A)$ que gera $L_1 = L(G_D) = a^*cb^*$.

Um exemplo de derivação de G_D é:

$A \Rightarrow aA \Rightarrow aaA \Rightarrow aaaA \Rightarrow aaacB \Rightarrow aaacbB \Rightarrow aaacbbB \Rightarrow aaacbb$

Então, uma GLE $G_E = (\{A, B\}, \{a, b, c\}, \{A \to Aa \mid Bc, B \to Bb \mid \lambda\}, A)$ irá gerar $L_2 = L(G_E)$.

Um exemplo de derivação de G_E é:

$A \Rightarrow Aa \Rightarrow Aaa \Rightarrow Aaaa \Rightarrow Bcaaa \Rightarrow Bbcaaa \Rightarrow Bbbcaaa \Rightarrow bbcaaa$

$\Longrightarrow$ **Como esperado, temos** $L_2 = (L_1)^R = b^*ca^*$

Conversão GLD $\leftrightarrow$ GLE

Exemplo de GR para Linguagem Reversa

Seja uma GLD $G_D = (\{A, B\}, \{a, b, c\}, \{A \to aA \mid cB, B \to bB \mid \lambda\}, A)$ que gera $L_1 = L(G_D) = a^*cb^*$.

Um exemplo de derivação de G_D é:

$$A \Rightarrow aA \Rightarrow aaA \Rightarrow aaaA \Rightarrow aaacB \Rightarrow aaacbB \Rightarrow aaacbbB \Rightarrow aaacbb$$

Então, uma GLE $G_E = (\{A, B\}, \{a, b, c\}, \{A \to Aa \mid Bc, B \to Bb \mid \lambda\}, A)$ irá gerar $L_2 = L(G_E)$.

Um exemplo de derivação de G_E é:

$$A \Rightarrow Aa \Rightarrow Aaa \Rightarrow Aaaa \Rightarrow Bcaaa \Rightarrow Bbcaaa \Rightarrow Bbbcaaa \Rightarrow bbcaaa$$

$\Longrightarrow$ **Como esperado, temos** $L_2 = (L_1)^R = b^*ca^*$

Conversão GLD $\leftrightarrow$ GLE

Exemplo de GR para Linguagem Reversa

Seja uma GLD $G_D = (\{A, B\}, \{a, b, c\}, \{A \to aA \mid cB, B \to bB \mid \lambda\}, A)$ que gera $L_1 = L(G_D) = a^*cb^*$.

Um exemplo de derivação de G_D é:

$$A \Rightarrow aA \Rightarrow aaA \Rightarrow aaaA \Rightarrow aaacB \Rightarrow aaacbB \Rightarrow aaacbbB \Rightarrow aaacbb$$

Então, uma GLE $G_E = (\{A, B\}, \{a, b, c\}, \{A \to Aa \mid Bc, B \to Bb \mid \lambda\}, A)$ irá gerar $L_2 = L(G_E)$.

Um exemplo de derivação de G_E é:

$$A \Rightarrow Aa \Rightarrow Aaa \Rightarrow Aaaa \Rightarrow Bcaaa \Rightarrow Bbcaaa \Rightarrow Bbbcaaa \Rightarrow bbcaaa$$

$\Longrightarrow$ **Como esperado, temos** $L_2 = (L_1)^R = b^*ca^*$

Conversão GLD $\leftrightarrow$ GLE

Exemplo de GR para Linguagem Reversa

Seja uma GLD $G_D = (\{A, B\}, \{a, b, c\}, \{A \to aA \mid cB, B \to bB \mid \lambda\}, A)$ que gera $L_1 = L(G_D) = a^*cb^*$.

Um exemplo de derivação de G_D é:

$$A \Rightarrow aA \Rightarrow aaA \Rightarrow aaaA \Rightarrow aaacB \Rightarrow aaacbB \Rightarrow aaacbbB \Rightarrow aaacbb$$

Então, uma GLE $G_E = (\{A, B\}, \{a, b, c\}, \{A \to Aa \mid Bc, B \to Bb \mid \lambda\}, A)$ irá gerar $L_2 = L(G_E)$.

Um exemplo de derivação de G_E é:

$$A \Rightarrow Aa \Rightarrow Aaa \Rightarrow Aaaa \Rightarrow Bcaaa \Rightarrow Bbcaaa \Rightarrow Bbbcaaa \Rightarrow bbcaaa$$

$\Longrightarrow$ **Como esperado, temos $L_2 = (L_1)^R = b^*ca^*$**

Conversão GLD $\leftrightarrow$ GLE

Exemplo de GR para Linguagem Reversa

Seja uma GLD $G_D = (\{A, B\}, \{a, b, c\}, \{A \to aA \mid cB, B \to bB \mid \lambda\}, A)$ que gera $L_1 = L(G_D) = a^*cb^*$.

Um exemplo de derivação de G_D é:

$$A \Rightarrow aA \Rightarrow aaA \Rightarrow aaaA \Rightarrow aaacB \Rightarrow aaacbB \Rightarrow aaacbbB \Rightarrow aaacbb$$

Então, uma GLE $G_E = (\{A, B\}, \{a, b, c\}, \{A \to Aa \mid Bc, B \to Bb \mid \lambda\}, A)$ irá gerar $L_2 = L(G_E)$.

Um exemplo de derivação de G_E é:

$$A \Rightarrow Aa \Rightarrow Aaa \Rightarrow Aaaa \Rightarrow Bcaaa \Rightarrow Bbcaaa \Rightarrow Bbbcaaa \Rightarrow bbcaaa$$

$\Longrightarrow$ **Como esperado, temos** $L_2 = (L_1)^R = b^*ca^*$

Conversão GLD $\leftrightarrow$ GLE

Exemplo de GR para Linguagem Reversa

Seja uma GLD $G_D = (\{A, B\}, \{a, b, c\}, \{A \to aA \mid cB, B \to bB \mid \lambda\}, A)$ que gera $L_1 = L(G_D) = a^*cb^*$.

Um exemplo de derivação de G_D é:

$$A \Rightarrow aA \Rightarrow aaA \Rightarrow aaaA \Rightarrow aaacB \Rightarrow aaacbB \Rightarrow aaacbbB \Rightarrow aaacbb$$

Então, uma GLE $G_E = (\{A, B\}, \{a, b, c\}, \{A \to Aa \mid Bc, B \to Bb \mid \lambda\}, A)$ irá gerar $L_2 = L(G_E)$.

Um exemplo de derivação de G_E é:

$$A \Rightarrow Aa \Rightarrow Aaa \Rightarrow Aaaa \Rightarrow Bcaaa \Rightarrow Bbcaaa \Rightarrow Bbbcaaa \Rightarrow bbcaaa$$

$\Longrightarrow$ **Como esperado, temos** $L_2 = (L_1)^R = b^*ca^*$

Conversão GLD $\leftrightarrow$ GLE

Exemplo de GR para Linguagem Reversa

Seja uma GLD $G_D = (\{A, B\}, \{a, b, c\}, \{A \to aA \mid cB, B \to bB \mid \lambda\}, A)$ que gera $L_1 = L(G_D) = a^*cb^*$.

Um exemplo de derivação de G_D é:

$$A \Rightarrow aA \Rightarrow aaA \Rightarrow aaaA \Rightarrow aaacB \Rightarrow aaacbB \Rightarrow aaacbbB \Rightarrow aaacbb$$

Então, uma GLE $G_E = (\{A, B\}, \{a, b, c\}, \{A \to Aa \mid Bc, B \to Bb \mid \lambda\}, A)$ irá gerar $L_2 = L(G_E)$.

Um exemplo de derivação de G_E é:

$$A \Rightarrow Aa \Rightarrow Aaa \Rightarrow Aaaa \Rightarrow Bcaaa \Rightarrow Bbcaaa \Rightarrow Bbbcaaa \Rightarrow bbcaaa$$

$\Longrightarrow$ **Como esperado, temos** $L_2 = (L_1)^R = b^*ca^*$

Conversão GLD ↔ GLE

Exemplo de GR para Linguagem Reversa

Seja uma GLD $G_D = (\{A, B\}, \{a, b, c\}, \{A \to aA \mid cB, B \to bB \mid \lambda\}, A)$ que gera $L_1 = L(G_D) = a^*cb^*$.

Um exemplo de derivação de G_D é:

$$A \Rightarrow aA \Rightarrow aaA \Rightarrow aaaA \Rightarrow aaacB \Rightarrow aaacbB \Rightarrow aaacbbB \Rightarrow aaacbb$$

Então, uma GLE $G_E = (\{A, B\}, \{a, b, c\}, \{A \to Aa \mid Bc, B \to Bb \mid \lambda\}, A)$ irá gerar $L_2 = L(G_E)$.

Um exemplo de derivação de G_E é:

$$A \Rightarrow Aa \Rightarrow Aaa \Rightarrow Aaaa \Rightarrow Bcaaa \Rightarrow Bbcaaa \Rightarrow Bbbcaaa \Rightarrow bbcaaa$$

$\Longrightarrow$ **Como esperado, temos** $L_2 = (L_1)^R = b^*ca^*$

Conversão GLD $\leftrightarrow$ GLE

Exemplo de GR para Linguagem Reversa

Seja uma GLD $G_D = (\{A, B\}, \{a, b, c\}, \{A \to aA \mid cB, B \to bB \mid \lambda\}, A)$ que gera $L_1 = L(G_D) = a^*cb^*$.

Um exemplo de derivação de G_D é:

$$A \Rightarrow aA \Rightarrow aaA \Rightarrow aaaA \Rightarrow aaacB \Rightarrow aaacbB \Rightarrow aaacbbB \Rightarrow aaacbb$$

Então, uma GLE $G_E = (\{A, B\}, \{a, b, c\}, \{A \to Aa \mid Bc, B \to Bb \mid \lambda\}, A)$ irá gerar $L_2 = L(G_E)$.

Um exemplo de derivação de G_E é:

$$A \Rightarrow Aa \Rightarrow Aaa \Rightarrow Aaaa \Rightarrow Bcaaa \Rightarrow Bbcaaa \Rightarrow Bbbcaaa \Rightarrow bbcaaa$$

$\Longrightarrow$ **Como esperado, temos** $L_2 = (L_1)^R = b^*ca^*$

Conversão GLD $\leftrightarrow$ GLE

Exemplo de GR para Linguagem Reversa

Seja uma GLD $G_D = (\{A, B\}, \{a, b, c\}, \{A \rightarrow aA \mid cB, B \rightarrow bB \mid \lambda\}, A)$ que gera $L_1 = L(G_D) = a^*cb^*$.

Um exemplo de derivação de G_D é:

$$A \Rightarrow aA \Rightarrow aaA \Rightarrow aaaA \Rightarrow aaacB \Rightarrow aaacbB \Rightarrow aaacbbB \Rightarrow aaacbb$$

Então, uma GLE $G_E = (\{A, B\}, \{a, b, c\}, \{A \rightarrow Aa \mid Bc, B \rightarrow Bb \mid \lambda\}, A)$ irá gerar $L_2 = L(G_E)$.

Um exemplo de derivação de G_E é:

$$A \Rightarrow Aa \Rightarrow Aaa \Rightarrow Aaaa \Rightarrow Bcaaa \Rightarrow Bbcaaa \Rightarrow Bbbcaaa \Rightarrow bbcaaa$$

$\Longrightarrow$ **Como esperado, temos** $L_2 = (L_1)^R = b^*ca^*$

Conversão GLD $\leftrightarrow$ GLE

Exemplo de GR para Linguagem Reversa

Seja uma GLD $G_D = (\{A, B\}, \{a, b, c\}, \{A \rightarrow aA \mid cB, B \rightarrow bB \mid \lambda\}, A)$ que gera $L_1 = L(G_D) = a^*cb^*$.

Um exemplo de derivação de G_D é:

$$A \Rightarrow aA \Rightarrow aaA \Rightarrow aaaA \Rightarrow aaacB \Rightarrow aaacbB \Rightarrow aaacbbB \Rightarrow aaacbb$$

Então, uma GLE $G_E = (\{A, B\}, \{a, b, c\}, \{A \rightarrow Aa \mid Bc, B \rightarrow Bb \mid \lambda\}, A)$ irá gerar $L_2 = L(G_E)$.

Um exemplo de derivação de G_E é:

$$A \Rightarrow Aa \Rightarrow Aaa \Rightarrow Aaaa \Rightarrow Bcaaa \Rightarrow Bbcaaa \Rightarrow Bbbcaaa \Rightarrow bbcaaa$$

$\Longrightarrow$ **Como esperado, temos** $L_2 = (L_1)^R = b^*ca^*$

Conversão GLD $\leftrightarrow$ GLE

Exemplo de GR para Linguagem Reversa

Seja uma GLD $G_D = (\{A, B\}, \{a, b, c\}, \{A \to aA \mid cB, B \to bB \mid \lambda\}, A)$ que gera $L_1 = L(G_D) = a^*cb^*$.

Um exemplo de derivação de G_D é:

$$A \Rightarrow aA \Rightarrow aaA \Rightarrow aaaA \Rightarrow aaacB \Rightarrow aaacbB \Rightarrow aaacbbB \Rightarrow aaacbb$$

Então, uma GLE $G_E = (\{A, B\}, \{a, b, c\}, \{A \to Aa \mid Bc, B \to Bb \mid \lambda\}, A)$ irá gerar $L_2 = L(G_E)$.

Um exemplo de derivação de G_E é:

$$A \Rightarrow Aa \Rightarrow Aaa \Rightarrow Aaaa \Rightarrow Bcaaa \Rightarrow Bbcaaa \Rightarrow Bbbcaaa \Rightarrow bbcaaa$$

$\Longrightarrow$ **Como esperado, temos** $L_2 = (L_1)^R = b^*ca^*$

Conversão GLD $\leftrightarrow$ GLE

Exemplo de GR para Linguagem Reversa

Seja uma GLD $G_D = (\{A, B\}, \{a, b, c\}, \{A \to aA \mid cB, B \to bB \mid \lambda\}, A)$ que gera $L_1 = L(G_D) = a^*cb^*$.

Um exemplo de derivação de G_D é:

$$A \Rightarrow aA \Rightarrow aaA \Rightarrow aaaA \Rightarrow aaacB \Rightarrow aaacbB \Rightarrow aaacbbB \Rightarrow aaacbb$$

Então, uma GLE $G_E = (\{A, B\}, \{a, b, c\}, \{A \to Aa \mid Bc, B \to Bb \mid \lambda\}, A)$ irá gerar $L_2 = L(G_E)$.

Um exemplo de derivação de G_E é:

$$A \Rightarrow Aa \Rightarrow Aaa \Rightarrow Aaaa \Rightarrow Bcaaa \Rightarrow Bbcaaa \Rightarrow Bbbcaaa \Rightarrow bbcaaa$$

$\Longrightarrow$ **Como esperado, temos** $L_2 = (L_1)^R = b^*ca^*$

Conversão GLD $\leftrightarrow$ GLE

Exemplo de GR para Linguagem Reversa

Seja uma GLD $G_D = (\{A, B\}, \{a, b, c\}, \{A \rightarrow aA \mid cB, B \rightarrow bB \mid \lambda\}, A)$ que gera $L_1 = L(G_D) = a^*cb^*$.

Um exemplo de derivação de G_D é:

$$A \Rightarrow aA \Rightarrow aaA \Rightarrow aaaA \Rightarrow aaacB \Rightarrow aaacbB \Rightarrow aaacbbB \Rightarrow aaacbb$$

Então, uma GLE $G_E = (\{A, B\}, \{a, b, c\}, \{A \rightarrow Aa \mid Bc, B \rightarrow Bb \mid \lambda\}, A)$ irá gerar $L_2 = L(G_E)$.

Um exemplo de derivação de G_E é:

$$A \Rightarrow Aa \Rightarrow Aaa \Rightarrow Aaaa \Rightarrow Bcaaa \Rightarrow Bbcaaa \Rightarrow Bbbcaaa \Rightarrow bbcaaa$$

$\Longrightarrow$ **Como esperado, temos** $L_2 = (L_1)^R = b^*ca^*$

Conversão GLD $\leftrightarrow$ GLE

Conversão GLD $\leftrightarrow$ GLE

Dado uma GLD $G' = (V', \Sigma, P', S')$, uma GLE $G'' = (V'', \Sigma, P'', S'')$ tal que $L(G'') = L(G')$ pode ser construída da seguinte forma:

1. Determinar $L(G')$
2. Determinar $L(G')^R$
3. Obter uma GLD $\tilde{G}$ tal que $L(\tilde{G}) = L(G')^R$
4. Obter GLE G'' por meio da reversão das regras de $\tilde{G}$

OBS: Também vale para se obter uma GLD a partir de uma GLE com a linguagem reversa, bastando trocar G' por G'' na definição acima.

Conversão GLD $\leftrightarrow$ GLE

Conversão GLD $\leftrightarrow$ GLE

Dado uma GLD $G' = (V', \Sigma, P', S')$, uma GLE $G'' = (V'', \Sigma, P'', S'')$ tal que $L(G'') = L(G')$ pode ser construída da seguinte forma:

1. Determinar $L(G')$
2. Determinar $L(G')^R$
3. Obter uma GLD $\tilde{G}$ tal que $L(\tilde{G}) = L(G')^R$
4. Obter GLE G'' por meio da reversão das regras de $\tilde{G}$

OBS: Também vale para se obter uma GLD a partir de uma GLE com a linguagem reversa, bastando trocar G' por G'' na definição acima.

Conversão GLD $\leftrightarrow$ GLE

Conversão GLD $\leftrightarrow$ GLE

Dado uma GLD $G' = (V', \Sigma, P', S')$, uma GLE $G'' = (V'', \Sigma, P'', S'')$ tal que $L(G'') = L(G')$ pode ser construída da seguinte forma:

1. Determinar $L(G')$
2. Determinar $L(G')^R$
3. Obter uma GLD $\tilde{G}$ tal que $L(\tilde{G}) = L(G')^R$
4. Obter GLE G'' por meio da reversão das regras de $\tilde{G}$

OBS: Também vale para se obter uma GLD a partir de uma GLE com a linguagem reversa, bastando trocar G' por G'' na definição acima.

Conversão GLD $\leftrightarrow$ GLE

Conversão GLD $\leftrightarrow$ GLE

Dado uma GLD $G' = (V', \Sigma, P', S')$, uma GLE $G'' = (V'', \Sigma, P'', S'')$ tal que $L(G'') = L(G')$ pode ser construída da seguinte forma:

1. Determinar $L(G')$
2. Determinar $L(G')^R$
3. Obter uma GLD $\tilde{G}$ tal que $L(\tilde{G}) = L(G')^R$
4. Obter GLE G'' por meio da reversão das regras de $\tilde{G}$

OBS: Também vale para se obter uma GLD a partir de uma GLE com a linguagem reversa, bastando trocar G' por G'' na definição acima.

Conversão GLD $\leftrightarrow$ GLE

Conversão GLD $\leftrightarrow$ GLE

Dado uma GLD $G' = (V', \Sigma, P', S')$, uma GLE $G'' = (V'', \Sigma, P'', S'')$ tal que $L(G'') = L(G')$ pode ser construída da seguinte forma:

1. Determinar $L(G')$
2. Determinar $L(G')^R$
3. Obter uma GLD $\tilde{G}$ tal que $L(\tilde{G}) = L(G')^R$
4. Obter GLE G'' por meio da reversão das regras de $\tilde{G}$

OBS: Também vale para se obter uma GLD a partir de uma GLE com a linguagem reversa, bastando trocar G' por G'' na definição acima.

Conversão GLD $\leftrightarrow$ GLE

Exemplo de Conversão GLD $\rightarrow$ GLE

Seja uma GLD $G' = (\{A, B\}, \{a, b, c\}, \{A \rightarrow aA \mid cB, B \rightarrow bB \mid \lambda\}, A)$.

1. Determinar $L(G')$

   $$L(G') = a^*cb^*$$

2. Determinar $L(G')^R$

   $$L(G')^R = b^*ca^*$$

3. Obter uma GLD $\hat{G}$ tal que $L(\hat{G}) = L(G')^R$

   $$\hat{G} = (\{P, Q\}, \{a, b, c\}, \{P \rightarrow bP \mid cQ, Q \rightarrow aQ \mid \lambda\}, P)$$

4. Obter GLE G'' por meio da reversão das regras de $\hat{G}$

   $$G'' = (\{P, Q\}, \{a, b, c\}, \{P \rightarrow Pb \mid Qc, Q \rightarrow Qa \mid \lambda\}, P)$$

$\Longrightarrow$ **Como esperado, temos** $L(G'') = L(G') = a^*cb^*$

Conversão GLD $\leftrightarrow$ GLE

Exemplo de Conversão GLD $\rightarrow$ GLE

Seja uma GLD $G' = (\{A, B\}, \{a, b, c\}, \{A \rightarrow aA \mid cB, B \rightarrow bB \mid \lambda\}, A)$.

1. Determinar $L(G')$

   $$L(G') = a^*cb^*$$

2. Determinar $L(G')^R$

   $$L(G')^R = b^*ca^*$$

3. Obter uma GLD $\tilde{G}$ tal que $L(\tilde{G}) = L(G')^R$

   $$\tilde{G} = (\{P, Q\}, \{a, b, c\}, \{P \rightarrow bP \mid cQ, Q \rightarrow aQ \mid \lambda\}, P)$$

4. Obter GLE G'' por meio da reversão das regras de $\tilde{G}$

   $$G'' = (\{P, Q\}, \{a, b, c\}, \{P \rightarrow Pb \mid Qc, Q \rightarrow Qa \mid \lambda\}, P)$$

$\Longrightarrow$ **Como esperado, temos** $L(G'') = L(G') = a^*cb^*$

Conversão GLD $\leftrightarrow$ GLE

Exemplo de Conversão GLD $\rightarrow$ GLE

Seja uma GLD $G' = (\{A, B\}, \{a, b, c\}, \{A \rightarrow aA \mid cB, B \rightarrow bB \mid \lambda\}, A)$.

1. Determinar $L(G')$

   $$L(G') = a^*cb^*$$

2. Determinar $L(G')^R$

   $$L(G')^R = b^*ca^*$$

3. Obter uma GLD $\tilde{G}$ tal que $L(\tilde{G}) = L(G')^R$

   $$\tilde{G} = (\{P, Q\}, \{a, b, c\}, \{P \rightarrow bP \mid cQ, Q \rightarrow aQ \mid \lambda\}, P)$$

4. Obter GLE G'' por meio da reversão das regras de $\tilde{G}$

   $$G'' = (\{P, Q\}, \{a, b, c\}, \{P \rightarrow Pb \mid Qc, Q \rightarrow Qa \mid \lambda\}, P)$$

$\Longrightarrow$ **Como esperado, temos** $L(G'') = L(G') = a^*cb^*$

Conversão GLD $\leftrightarrow$ GLE

Exemplo de Conversão GLD $\rightarrow$ GLE

Seja uma GLD $G' = (\{A, B\}, \{a, b, c\}, \{A \rightarrow aA \mid cB, B \rightarrow bB \mid \lambda\}, A)$.

1. Determinar $L(G')$

   $$L(G') = a^*cb^*$$

2. Determinar $L(G')^R$

   $$L(G')^R = b^*ca^*$$

3. Obter uma GLD $\tilde{G}$ tal que $L(\tilde{G}) = L(G')^R$

   $$\tilde{G} = (\{P, Q\}, \{a, b, c\}, \{P \rightarrow bP \mid cQ, Q \rightarrow aQ \mid \lambda\}, P)$$

4. Obter GLE G'' por meio da reversão das regras de $\tilde{G}$

   $$G'' = (\{P, Q\}, \{a, b, c\}, \{P \rightarrow Pb \mid Qc, Q \rightarrow Qa \mid \lambda\}, P)$$

$\Longrightarrow$ **Como esperado, temos** $L(G'') = L(G') = a^*cb^*$

Conversão GLD $\leftrightarrow$ GLE

Exemplo de Conversão GLD $\rightarrow$ GLE

Seja uma GLD $G' = (\{A, B\}, \{a, b, c\}, \{A \rightarrow aA \mid cB, B \rightarrow bB \mid \lambda\}, A)$.

1. Determinar $L(G')$

   $$L(G') = a^*cb^*$$

2. Determinar $L(G')^R$

   $$L(G')^R = b^*ca^*$$

3. Obter uma GLD $\tilde{G}$ tal que $L(\tilde{G}) = L(G')^R$

   $$\tilde{G} = (\{P, Q\}, \{a, b, c\}, \{P \rightarrow bP \mid cQ, Q \rightarrow aQ \mid \lambda\}, P)$$

4. Obter GLE G'' por meio da reversão das regras de $\tilde{G}$

   $$G'' = (\{P, Q\}, \{a, b, c\}, \{P \rightarrow Pb \mid Qc, Q \rightarrow Qa \mid \lambda\}, P)$$

$\Longrightarrow$ **Como esperado, temos** $L(G'') = L(G') = a^*cb^*$

Conversão GLD $\leftrightarrow$ GLE

Exemplo de Conversão GLD $\rightarrow$ GLE

Seja uma GLD $G' = (\{A, B\}, \{a, b, c\}, \{A \rightarrow aA \mid cB, B \rightarrow bB \mid \lambda\}, A)$.

1. Determinar $L(G')$
   $$L(G') = a^*cb^*$$
2. Determinar $L(G')^R$
   $$L(G')^R = b^*ca^*$$
3. Obter uma GLD $\tilde{G}$ tal que $L(\tilde{G}) = L(G')^R$
   $$\tilde{G} = (\{P, Q\}, \{a, b, c\}, \{P \rightarrow bP \mid cQ, Q \rightarrow aQ \mid \lambda\}, P)$$
4. Obter GLE G'' por meio da reversão das regras de $\tilde{G}$
   $$G'' = (\{P, Q\}, \{a, b, c\}, \{P \rightarrow Pb \mid Qc, Q \rightarrow Qa \mid \lambda\}, P)$$

$\Longrightarrow$ **Como esperado, temos** $L(G'') = L(G') = a^*cb^*$

Conversão GLD $\leftrightarrow$ GLE

Exemplo de Conversão GLD $\rightarrow$ GLE

Seja uma GLD $G' = (\{A, B\}, \{a, b, c\}, \{A \rightarrow aA \mid cB, B \rightarrow bB \mid \lambda\}, A)$.

1. Determinar $L(G')$

$$L(G') = a^*cb^*$$

2. Determinar $L(G')^R$

$$L(G')^R = b^*ca^*$$

3. Obter uma GLD $\tilde{G}$ tal que $L(\tilde{G}) = L(G')^R$

$$\tilde{G} = (\{P, Q\}, \{a, b, c\}, \{P \rightarrow bP \mid cQ, Q \rightarrow aQ \mid \lambda\}, P)$$

4. Obter GLE G'' por meio da reversão das regras de $\tilde{G}$

$$G'' = (\{P, Q\}, \{a, b, c\}, \{P \rightarrow Pb \mid Qc, Q \rightarrow Qa \mid \lambda\}, P)$$

$\Longrightarrow$ **Como esperado, temos** $L(G'') = L(G') = a^*cb^*$