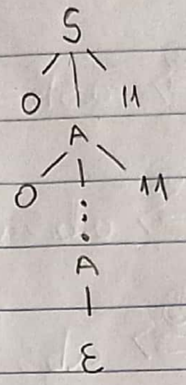
Nome: Deivid da Silva Galvão RA: 2408740

Lista 2 - Teoria da Computação

1-a) $L_1 = \{0^n 1^{2n} \mid n \geq 1\}$

$G = (\{0, 1\}, \{S, A\}, P, S)$

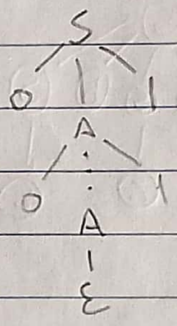
$P = \{S \to 0A11, A \to 0A11, A \to \varepsilon\}$



b) $L_2 = \{w \in \{0, 1\}^* \mid w$ contém o mesmo número de 0_s e $1_s\}$

$G = (\{0, 1\}, \{S, A\}, P, S)$

$P = \{S \to 0A1, A \to 0A1, A \to \varepsilon\}$

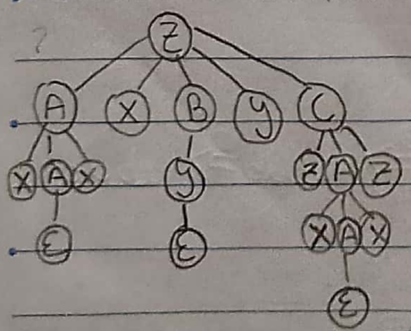


2- $G_3 = (\{x, y, z\}, \{Z, A, B, C\}, P, Z)$

$P = \{Z \xrightarrow{1} AxByC, A \xrightarrow{2} xAx, A \xrightarrow{3} \varepsilon, B \xrightarrow{4} y, B \xrightarrow{5} \varepsilon, C \xrightarrow{6} zAz\}$

Sentença: xxxyyzxxz

a) Árvore sintática



b) $Z \xrightarrow{1} AxByC \xrightarrow{2} xAxxByC \xrightarrow{3} xxxByC \xrightarrow{4} xxxyyC \xrightarrow{6} xxxyyzAz \xrightarrow{2} xxxyyzxAxz \xrightarrow{3} xxxyyzxxz$

c) $Z \xrightarrow{1} AxByC \xrightarrow{6} AxByzAz \xrightarrow{2} AxByzxAxz \xrightarrow{3} AxByzxxz \xrightarrow{4} AxByyzxxz \xrightarrow{5} Axyyzxxz \xrightarrow{2} xAxxyyzxxz \xrightarrow{3} xxxyyzxxz$

d) $Z \to AxByC \to xAxxByC \to xxxByC \to xxxyyC \to xxxyyzxxz$

$Z \to AxByC \to AxByzxxz \to Axyyzxxz \to xxxyyzxxz$

1- $S \rightarrow \overset{1}{aSbS} \mid \overset{2}{bSaS} \mid \overset{3}{\varepsilon}$

$w = abab$

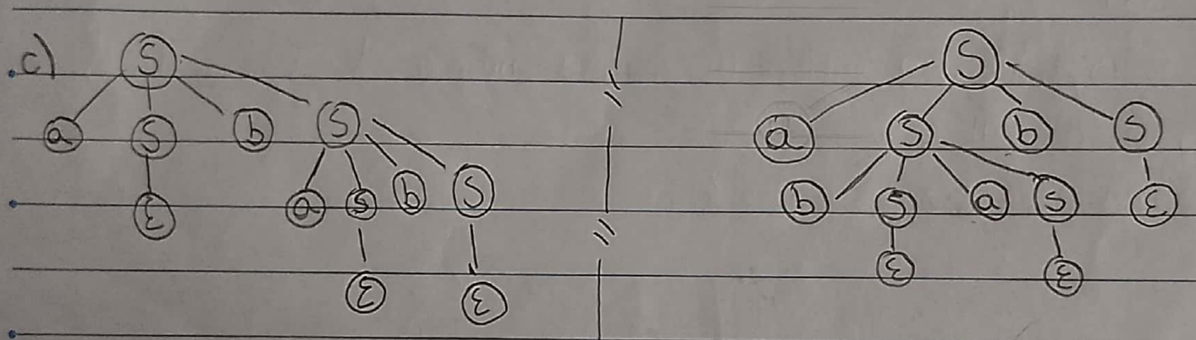
a) $S \overset{1}{\Rightarrow} aSbS \overset{1}{\Rightarrow} aSbaSbS \overset{3}{\Rightarrow} aSbaSb \overset{3}{\Rightarrow} aSbab \overset{3}{\Rightarrow} abab$

$S \overset{1}{\Rightarrow} aSbS \overset{3}{\Rightarrow} aSb \overset{2}{\Rightarrow} abSaSb \overset{3}{\Rightarrow} abSab \overset{3}{\Rightarrow} abab$

b) $S \overset{1}{\Rightarrow} aSbS \overset{2}{\Rightarrow} abSaSbS \overset{3}{\Rightarrow} abaSbS \overset{2}{\Rightarrow} ababS \overset{3}{\Rightarrow} abab$

$S \overset{1}{\Rightarrow} aSbS \overset{3}{\Rightarrow} abS \overset{1}{\Rightarrow} abaSbS \overset{3}{\Rightarrow} ababS \overset{3}{\Rightarrow} abab$

c)



d) Adicionando A e B à Gramática

$A \rightarrow bAaB \mid B$ $\quad\therefore\quad S \rightarrow aSbA \mid A$

$B \rightarrow \varepsilon$

$P = \{ S \rightarrow \overset{1}{aSbA} \mid \overset{2}{A},$
$A \rightarrow \overset{3}{bAaB} \mid \overset{4}{B},$
$B \rightarrow \overset{5}{\varepsilon} \}$

e) $w = abab$

Mais a Direita

$S \overset{1}{\Rightarrow} aSbA \overset{4}{\Rightarrow} aSbB \overset{5}{\Rightarrow} aSb \overset{2}{\Rightarrow} abAaBb \overset{5}{\Rightarrow} abAab \overset{4}{\Rightarrow} abBab \overset{5}{\Rightarrow} abab$

Mais a esquerda

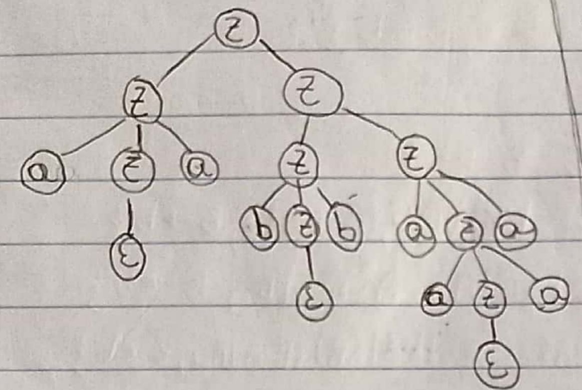
$S \overset{1}{\Rightarrow} aSbA \overset{2}{\Rightarrow} aAbA \overset{3}{\Rightarrow} abAaBbA \overset{4}{\Rightarrow} abBaBbA \overset{5}{\Rightarrow} abaBbA \overset{5}{\Rightarrow} ababA$
$\overset{4}{\Rightarrow} ababB \overset{5}{\Rightarrow} abab$

4- $G = (\{a,b\}, \{Z\}, P, Z)$, tal que $P = \{Z \xrightarrow{1} ZZ \mid aZa_{2} \mid bZb_{3} \mid \varepsilon_{4}\}$

a) $L = \{w \mid$ é uma palavra que contém um número par de "a" e ou de "b" podendo ser vazio$\}$.

b) $w = aabbaaaa$

1)



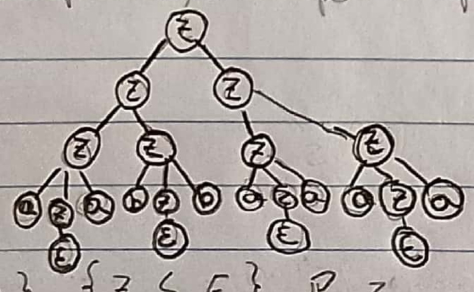
2) Mais à esquerda

$Z \xrightarrow{1} ZZ \xrightarrow{2} aZaZ \xrightarrow{4} aaZ \xrightarrow{1} aaZZ \xrightarrow{2} aabZbZ \xrightarrow{4} aabbZ \xrightarrow{2} aabbaZa \xrightarrow{2} aabbaaZaa \xrightarrow{4} aabbaaaa$

Mais à Direita

$Z \xrightarrow{1} ZZ \xrightarrow{1} ZZZ \xrightarrow{2} ZZaZa \xrightarrow{2} ZZaaZaa \xrightarrow{4} ZZaaaa \xrightarrow{3} ZbZbaaaa \xrightarrow{4} Zbbaaaa \xrightarrow{2} aZabbaaaa \xrightarrow{4} aabbaaaa$

c) Sim, ela é ambígua, porque existe outras árvores sintáticas capazes de representar essa palavra, como por exemplo essa:



5 a) $G = (\{a, (,)\}, \{Z, S, E\}, P, Z)$

$P = \{Z \to (S),\ S \to SE \mid \varepsilon,\ E \to a \mid Z\}$

• Excluir produção vazia

$P = \{Z \to (S) \mid \varepsilon,\ S \to SE,\ E \to a \mid Z\}$

• Retirar o inicial do lado esquerdo a, $E \to Z$?

$P = \{X \to Z,\ Z \to (S) \mid \varepsilon,\ S \to SE,\ E \to a \mid Z\}$ • Excluir PV de novo → $P = \{X \to Z \mid \varepsilon,\ Z \to (S),\ S \to SE,\ E \to a \mid Z\}$

• Eliminar produção unitária

$P = \{X \to (SE) \mid \varepsilon,\ Z \to (SE),\ S \to SE,\ E \to a \mid (SE)\}$

• Eliminar produção inútil

$P = \{X \to (SE) \mid \varepsilon,\ S \to SE,\ E \to a \mid (SE)\}$ ✓ de acordo com a FN de Chomski

b) $P = \{S \to ASA \mid aB, A \to B \mid S, B \to b \mid \varepsilon\}$

→ Tirar Produções vazias

$P = \{S \to ASA \mid aB \mid a, A \to B \mid S \mid \varepsilon, B \to b\}$

$P = \{S \to ASA \mid aB \mid a \mid SA \mid AS \mid S, A \to B \mid S, B \to b\}$

→ Tirar o Inicial do Lado Direito

$P = \{X \to S, S \to ASA \mid aB \mid a \mid SA \mid AS \mid S, A \to B \mid S, B \to b\}$

→ Tirar Produções Unitárias

eliminar S

$P = \{X \to S, S \to ASA \mid aB \mid a \mid SA \mid AS \mid S, A \to B \mid S, B \to b\}$

$P = \{X \to ASA \mid aB \mid a \mid SA \mid AS, S \to ASA \mid aB \mid a \mid SA \mid AS, A \to B \mid S, B \to b\}$

$P = \{X \to ASA \mid aB \mid a \mid SA \mid AS, S \to ASA \mid aB \mid a \mid SA \mid AS, A \to S \mid b, B \to b\}$

$P = \{X \to ASA \mid aB \mid a \mid SA \mid AS, S \to ASA \mid aB \mid a \mid SA \mid AS, A \to b \mid ASA \mid aB \mid a \mid SA \mid AS, B \to b\}$

→ Adequar as Regras da forma ($V \to V_1V_2, V \to t$)

Inserindo a variável C nas regras de Produção ($C \to SA$)

$P = \{S \to AC \mid aB \mid a \mid SA \mid AS, S \to AC \mid aB \mid a \mid SA \mid AS, A \to b \mid AC \mid aB \mid a \mid SA \mid AS, B \to b, C \to SA\}$

Inserindo a variável D nas regras de Produção ($D \to a$)

$P = \{S \to AC \mid DB \mid a \mid SA \mid AS, S \to AC \mid DB \mid a \mid SA \mid AS, A \to b \mid AC \mid DB \mid a \mid SA \mid AS, B \to b, C \to SA, D \to a\}$ ✓

6) a) $G = (\{a, b\}, \{S, A\}, P, S)$

$P = \{S \to AA \mid a, A \to SS \mid b\}$

1- Já simplificada SI ✓, P ✓✓, S ✓✓

2- Renomear

S	A
A	B

$P = \{A \to BB \mid a, B \to AA \mid b\}$

3- $B \to AA$ (→ BB | a)

$B \to BBA$

$B \to aA$

$P = \{A \to BB \mid a, B \to BBA \mid aA \mid b\}$

4- $B \to BBA$

• $B \to aA \mid aAC \mid b \mid bC$

• $C \to BA \mid BAC$

$P = \{A \to BB \mid a, B \to aA \mid aAC \mid b \mid bC, C \to BA \mid BAC\}$

PASSO 5 - A → aAB | aACB | bB | bCB | a,

~~C → BA~~ C → aAA | aACA | bA | bCA

~~C → BAC~~ C → aAAC | aACAC | bCAC

∴ P = { A → aAB | aACB | bB | bCB | a,
B → aA | aAC | b | bC,
C → aAA | aACA | bA | bCA,
C → aAAC | aACAC | bAC | bCAC }

G = ({a,b}, {A,B,C}, P, A).

6)b) G = ({b,c,d}, {A,B,C,D}, P, A), tal que
P = {A → CB, B → BBD | b, C → BBC | Dc, D → AD | d}

1- Simplificação (SI ✓, PV ✓, S ✓)

2- Renomear ✓

3- $A_r < A_s$

B → b | bE ①	② C → BBC ⇒ C → bBC | bEBC | Dc
E → BD | BDE	P = { A → CB,
P = { A → CB,	B → b | bE,
B → b | bE	C → bBC | bEBC | Dc,
C → BBC | DC,	D → AD | d,
D → AD | d,	E → BD | BDE
E → BD | BDE }	

③ D $\xrightarrow{R > S}$ AD | d ⇒ D $\xrightarrow{R > S}$ CBD | d

④ D $\xrightarrow{R \leq S}$ bBCBD | bEBCBD | DcBD | d

P = { A → cB,
B → b | bE,
C → bBC | bEBC | DC,
D → bBCBD | bEBCBD | DcBD | d,
E → BD | BDE }

→ Passo 4 (Excluir Recursão) ⑤

D → DCBD

↳ F → CBD | CBDF

D → bBCBD | bBCBDF | bEBCBD | bEBCBDF | d | dF

Após exclusão da recursão ⑤

$P = \{ A \to CB,$
$B \to b \mid b\varepsilon,$
$C \to bBC \mid b\varepsilon BC \mid b_C,$
$D \to bBCBD \mid bBCBDF \mid b\varepsilon BCBD \mid b\varepsilon BCBDF \mid d \mid dF$
$\varepsilon \to BD \mid BD\varepsilon,$
$F \to CBD \mid CBDF \}$

⑥

$C \to D_C \to bBCBD_C \mid bBCBDF_C \mid b\varepsilon BCBD_C \mid b\varepsilon BCBDF_C \mid d_C \mid dF_C$

$P = \{ A \to CB,$
$B \to b \mid b\varepsilon,$
$C \to bBC \mid b\varepsilon BC \mid bBCBD_C \mid bBCBDF_C \mid b\varepsilon BCBD_C \mid b\varepsilon BCBDF_C$
$C \to d_C \mid dF_C,$
$D \to bBCBD \mid bBCBDF \mid b\varepsilon BCBDF \mid b\varepsilon BCBD \mid b\varepsilon BCBDF \mid d \mid dF,$
$\varepsilon \to BD \mid BD\varepsilon,$
$F \to {}_CBD \mid {}_CBDF \}$

$A \to CB \Rightarrow bBCB \mid b\varepsilon BCB \mid bBCBD_CB \mid bBCBDF_CB \mid b\varepsilon BCBD_CB \mid b\varepsilon BCBDF_CB$
$\mid d_CB \mid dF_CB$ ⑦

$\varepsilon \to BD \Rightarrow bD \mid b\varepsilon D$
$\varepsilon \to BD\varepsilon \Rightarrow bD\varepsilon \mid b\varepsilon D\varepsilon$ ⑧

$\therefore P = \{ A \to bBCB \mid b\varepsilon BCB \mid bBCBD_CB \mid bBCBDF_CB \mid b\varepsilon BCBD_CB \mid b\varepsilon BCBDF_CB \mid d_CB \mid dF_CB,$
$B \to b \mid b\varepsilon,$
$C \to bBC \mid b\varepsilon BC \mid bBCBD_C \mid bBCBDF_C \mid b\varepsilon BCBDF_C \mid d_C \mid dF_C,$
$D \to bBCBD \mid bBCBDF \mid b\varepsilon BCBD \mid b\varepsilon BCBDF \mid d \mid dF,$
$\varepsilon \to bD \mid b\varepsilon D \mid bD\varepsilon \mid b\varepsilon D\varepsilon,$
$F \to {}_CBD \mid {}_CBDF \}$

/ /

7) dada a LLC com regras de produção:

$P = \{ Z \rightarrow (A),\ A \rightarrow Aa \mid b \}$

a) Representação formal dos conjuntos

$L = \{ (ba^n) \mid n \geq 0 \}$

b) Remoção das recursões à esquerda

- ADICIONA A VARIAVEL B À GRAMATICA

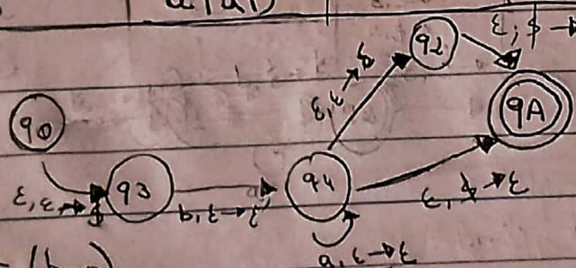
$B \rightarrow aB$

$B \rightarrow a$

$\therefore P = \{ Z \rightarrow (A),\ A \rightarrow bB \mid b,\ B \rightarrow aB \mid a \}$

c) TABELA SINTÁTICA

Símbolo	Primeira derivação	Segunda derivação	Terceira derivação
Z	(A)	b|bB	a|aB
A	b|bB	aB|a	
B	a|aB		



D) w = (baa)

Estado	Entrada	Pilha
q0	baa	ε
q3	baa	$
q4	aa	$
q4	a	$
q4	ε	$
qA	ε	ε

- Como chega no estado de aceitação a palavra é aceita pela linguagem.
ou pertence

E) w = (baaab)

Estado	Entrada	Pilha
q0	baaab	ε
q3	baaab	$
q4	aaab	$
q4	aab	$
q4	ab	$
q4	b	$

- Não chega no Estado de aceitação e, portanto a palavra (baaab) Não é aceita pela linguagem.
ou não pertence

8) MT $M_1 = (Q, \Sigma, \Gamma, \delta, q_1, q_{aceita}, q_{rejeita})$

$B = \{ w\#w \mid w \in \{0,1\}^* \}$:

a) 11

$1^{q_1}1$ (x,R)

$x\,1^{q_3}$ (R)

$x\,1\,\sqcup^{q_3}$

$w \notin B$

b) 1#1

$1^{q_1}\#\,1$ (x,R)

$x\,\#^{q_3}\,1$ (R)

$x\,\#\,1^{q_5}$ (x,L)

$x\,\#^{q_6}\,x$ (L)

$x^{q_7}\#\,x$ (R)

$x\,\#^{q_1}\,x$ (R)

$x\,\#\,x^{q_8}$ (R)

$x\,\#\,x\,\sqcup^{q_8}$ (R)

$x\,\#\,x\,\sqcup\,\sqcup^{q_{aceita}}$

$\therefore w \in B$

c) 1##1

$1^{q_1}\#\#\,1$ (x,R)

$x\,\#^{q_3}\#\,1$ (R)

$x\,\#\,\#^{q_5}\,1$ (Não tem pra onde ir)

$\therefore w \notin B$

d) 10#11

$1^{q_1}0\,\#\,11$ (x,R)

$x\,0^{q_3}\#\,11$ (R)

$x\,0\,\#^{q_3}\,11$ (R)

$x\,0\,\#\,1^{q_5}1$ (x,L)

$x\,0\,\#^{q_6}\,x\,1$ (L)

$x\,0^{q_7}\#\,x\,1$ (L)

$x^{q_7}0\,\#\,x\,1$ (R)

$x\,0^{q_1}\#\,x\,1$ (x,R)

$x\,x\,\#^{q_2}\,x\,1$ (R)

$x\,x\,\#\,x^{q_4}\,1$ (R)

$x\,x\,\#\,x\,1^{q_4}$ (Não tem pra onde ir)

$\therefore w \notin B$

e) 10#10

$1^{q_1}0\,\#\,1\,0$ (x,R)

$x\,0^{q_3}\#\,1\,0$ (R)

$x\,0\,\#^{q_3}\,1\,0$ (R)

$x\,0\,\#\,1^{q_5}\,0$ (x,L)

$x\,0\,\#^{q_6}\,x\,0$ (L)

$x\,0^{q_7}\#\,x\,0$ (L)

$x^{q_7}0\,\#\,x\,0$ (R)

$x\,0^{q_1}\#\,x\,0$ (x,R)

$x\,x\,\#^{q_2}\,x\,0$ (R)

$x\,x\,\#\,x^{q_4}\,0$ (R)

$x\,x\,\#\,x\,0^{q_4}$ (x,L)

$x\,x\,\#\,x^{q_6}\,x$ (L)

$x\,x\,\#^{q_6}\,x\,x$ (L)

$x\,x^{q_7}\#\,x\,x$ (R)

$x\,x\,\#^{q_1}\,x\,x$ (R)

$x\,x\,\#\,x^{q_8}\,x$ (R)

$x\,x\,\#\,x\,x^{q_8}$ (R)

$x\,x\,\#\,x\,x\,\sqcup^{q_8}$ (R)

$x\,x\,\#\,x\,x\,\sqcup\,\sqcup^{q_{aceita}}$

$\therefore w \in B$

9)

a) A Tese de Church-Turing sobre linguagens decidíveis

- Se uma função é computável (tem solução) então existe uma Maquina de Turing que resolve.

b) Decidibilidade

- É a propriedade de uma linguagem que pode ser reconhecida ou aceita por um algoritimo ou procedimento que sempre termina em um estado final de aceitação ou rejeição, indicando se uma palavra pertence ou não à linguagem.

c) Redutibilidade

- Permite comparar a dificuldade dos problemas e estabelecer relações entre eles com base na capacidade de transformação eficiente de um problema em outro.

d) Linguagem não-computável

- É uma linguagem que não pode ser reconhecida ou decidida por nenhum algoritimo ou procedimento computacional.

e) Problema da Parada

- Se refere à questão de determinar se um programa de computador eventualmente irá parar ou executar em loop (infinitamente), com determinada entrada.

10) a) Classes de complexidades de problemas P
- São problemas considerados "fáceis" de resolver, pois tem baixa complexidade eles são resolvidos em um tempo polinomial por uma maquina de Turing.

b) Classes de complexidades de problemas NP
- São problemas de decisão que podem, por meio de uma Maquina de Turing Não-Deterministica, ser verificados em tempo polinomial.

c) Classes de complexidades de problemas NP-Completo
- É considerado uma subclasse de NP que contém problemas de decisão que são tão difíceis quanto qualquer problema em NP, porém um problema é NP-completo se ele está em NP e todos os outros problemas em NP podem ser reduzidos a ele por uma transformação polinomial sendo considerados de grau alto de dificuldade.

d) Classes de complexidade de problemas NP Difícil
- É uma classe que contém problemas de decisão que são pelo menos tão difíceis quanto em NP, entretanto esses problemas não precisam obrigatoriamente estar em NP, mas qualquer problema em NP pode ser reduzido a eles por uma transformação polinomial. Também são considerados "difíceis" de resolver.

e) Intratabilidade
- Refere-se à propriedade de um problema ser tão difícil que não possui um algoritmo eficiente capaz de resolvê-lo para todas as instâncias possíveis, ou seja, um problema intratável é aquele para o qual não existe uma solução eficiente em tempo polinomial, o que faz com que seja praticamente impossível de resolvê-lo em um tempo razoável.