

Construção de Compiladores

Período Especial

Aula 19: Construção das Tabelas

Bruno Müller Junior

Departamento de Informática
UFPR

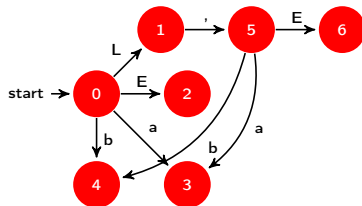
2020



- Para entender o algoritmo de construção da tabela de desvios, é necessário primeiro entender três conceitos:
 - Estado
 - Transição
 - Item

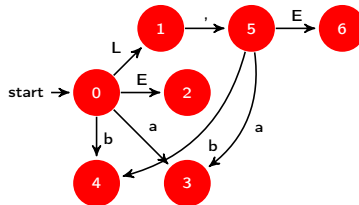
Estado

- Cada estado indica:
 - 1 a configuração atual da floresta, e
 - 2 o que falta para completar uma produção;
- Exemplos: Estado 1
 - Árvore “L” na floresta;
 - Aguarda token “,”



Estado

- Exemplos: Estado 5
 - Árvores “L” e “,” na floresta;
 - Aguarda token “a”, “b” ou árvore “E” (redução de “a” ou “b”);
- Exemplos: Estado 4
 - Recebeu token “b”;



-

Item

- Cada estado indica:
 - 1 a configuração atual da floresta, e
 - 2 o que falta para completar uma produção;
- item: representação das configurações possíveis em um estado.
- Utiliza o símbolo ● para separar a floresta já construída do que falta para completar uma produção;

-
- ```

graph LR
 start((start)) --> 0((0))
 0 -- L --> 1((1))
 0 -- E --> 2((2))
 0 -- b --> 4((4))
 0 -- a --> 3((3))
 1 -- i --> 5((5))
 5 -- E --> 6((6))
 5 -- a --> 3
 3 -- b --> 4

```

- Cada produção tem vários itens.
- Por exemplo, a produção  $L \rightarrow L, E$  tem os seguintes itens:

$$\begin{aligned}
 \{L &\rightarrow [\bullet L, E] \\
 L &\rightarrow [L\bullet, E] \\
 E &\rightarrow [L, \bullet E] \\
 E &\rightarrow [L, E\bullet]\}
 \end{aligned}$$

- Observe que cada item apresenta exatamente um  $\bullet$ .
- Isto permite calcular quantos itens tem cada produção;



- Na gramática  $G$  abaixo estão indicados o número de itens em cada produção.

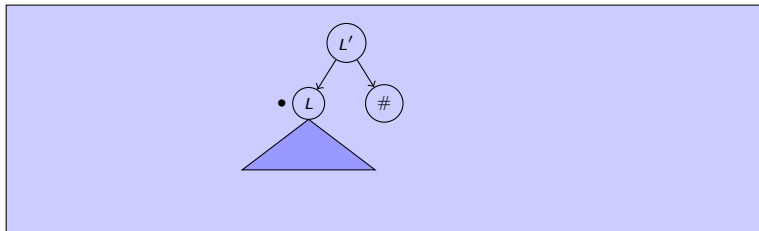
$$\begin{aligned}
 G = \{ L' &\rightarrow L\#(3) \\
 L &\rightarrow L, E(4) \\
 L &\rightarrow E(2) \\
 E &\rightarrow a(2) \\
 E &\rightarrow b(2)
 \end{aligned}$$

- Existem  $3 + 4 + 2 + 2 + 2 = 13$  itens;

- Cada estado representa um conjunto de itens;
- Conjunto no sentido matemático:
  - $E_1 = \{[E \rightarrow \bullet a], [E \rightarrow \bullet b], [E \rightarrow \bullet E]\}$
  - $E_2 = \{[E \rightarrow \bullet E], [E \rightarrow \bullet a], [E \rightarrow \bullet b]\}$
  - então  $E_1$  e  $E_2$  SÃO O MESMO ESTADO!
- Existem  $2^{13}$  formas diferentes de combinar estes itens (ou seja,  $2^{13}$  conjuntos de itens).
- Alguns destes conjuntos são os estados do grafo.

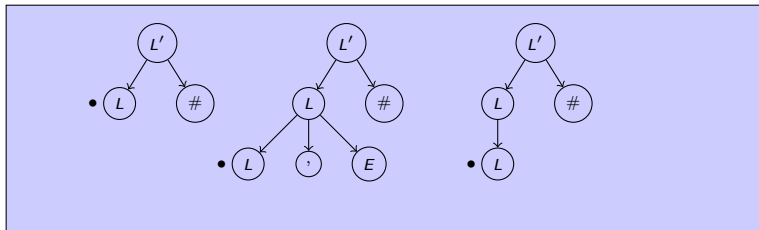
## Fecho transitivo de itens

- A construção do conjunto de itens válidos para cada estado (e as transições entre eles) é feita a partir de um item inicial daquele estado.
- Item inicial do estado 0:  $[L' \rightarrow \bullet L\#]$ .
- Graficamente (o triângulo representa todas as derivações de  $L$ ):



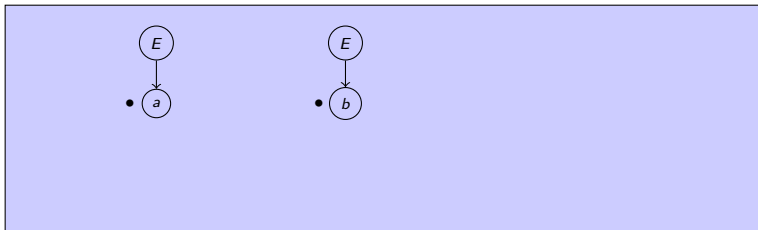
## Fecho transitivo de itens

- Observe que o  $\bullet$  mostra que todas as derivações possíveis a partir de  $L$  também são válidas, ou seja, no triângulo de  $L$  podem ser encaixados os seguintes itens:  $[L \rightarrow \bullet L, E], [L \rightarrow \bullet E\#]$



# Fecho transitivo de itens

- Observe que o  $\bullet$  mostra que todas as derivações possíveis a partir de  $L$  também são válidas, ou seja, no triângulo de  $L$  podem ser encaixados os seguintes itens:  $[L \rightarrow \bullet L, E], [L \rightarrow \bullet E\#]$



# Fecho transitivo de itens

- Este processo é conhecido como “aplicar o fecho”:
  - para cada item da forma  $[A \rightarrow \alpha \bullet B\beta]$
  - inclua todas as itens onde  $[B \rightarrow \bullet\gamma]$
  - Neste caso, tivemos:

$$\begin{aligned}
 \text{original} : e_0 &= \{ [L' \rightarrow \bullet L\#] \} \\
 \text{fecho}(e_0, L) : e_0 &= \{ [L' \rightarrow \bullet L\#], \\
 &\quad [L \rightarrow \bullet L, E], [L \rightarrow \bullet E] \} \\
 \text{fecho}(e_0, E) : e_0 &= \{ [L' \rightarrow \bullet L\#], \\
 &\quad [L \rightarrow \bullet L, E], [L \rightarrow \bullet E], \\
 &\quad [E \rightarrow \bullet a], [E \rightarrow \bullet b] \}
 \end{aligned}$$

- $$e_0 = \{ [L' \rightarrow \bullet L\#], \\ [L \rightarrow \bullet L, E], [L \rightarrow \bullet E], \\ [E \rightarrow \bullet a], [E \rightarrow \bullet b] \}$$

- 
- The diagram illustrates the construction of a parse tree for the expression  $L L' E a b$  using LR(0) items and transitions. The tree is built from the root  $L'$  through intermediate nodes  $L$ ,  $E$ , and finally  $a$  and  $b$ . The transitions are labeled with grammar symbols and non-terminals.
- Root Node:**  $L'$
  - Level 1 Nodes:**  $L$  (left child of  $L'$ ) and  $\#$  (right child of  $L'$ ). The node  $L$  has a dot ( $\bullet$ ) next to it.
  - Level 2 Nodes:**
    - From  $L$  (Level 1):  $L$  (left child),  $'$  (middle child), and  $E$  (right child). The node  $L$  has a dot ( $\bullet$ ) next to it.
    - From  $E$  (Level 1):  $E$  (left child). The node  $E$  has a dot ( $\bullet$ ) next to it.
    - From  $E$  (Level 2):  $a$  (left child) and  $b$  (right child). Both nodes  $a$  and  $b$  have dots ( $\bullet$ ) next to them.
- The transitions are labeled with grammar symbols and non-terminals:
- $L' \rightarrow L \#$  (Transition from  $L'$  to  $L$  and  $\#$ )
  - $L \rightarrow L ' E$  (Transition from  $L$  to  $L$ ,  $'$ , and  $E$ )
  - $E \rightarrow E$  (Transition from  $E$  to  $E$ )
  - $E \rightarrow a b$  (Transition from  $E$  to  $a$  and  $b$ )

# Algoritmo Tabela de Desvios

- ❶ Criar a tabela onde cada coluna é um elemento da gramática;
- ❷ Aumentar a gramática;
- ❸ Criar estado zero a partir do estado aumentado.
- ❹ Para cada estado  $e_x$ , faça:
  - ❶ Aplicar fecho;
  - ❷ Para cada símbolo  $Y$  faça:
    - ❶  $e_{temp} = Transfere(e_x, Y)$ ;
    - ❷ Se  $e_{temp}$  já existe, desconsiderar;





# Criar a Tabela

- Dada a gramática  $G$ , monta-se a tabela de desvios com número desconhecido de linhas. As colunas contém os símbolos (variáveis+tokens) da gramática.

$$\begin{aligned}
 G = \{ & L \rightarrow L, E \text{ (1)} \\
 & L \rightarrow E \text{ (2)} \\
 & E \rightarrow a \text{ (3)} \\
 & E \rightarrow b \text{ (4)}
 \end{aligned}$$

| Tabela de Desvios |   |   |   |   |   |   |
|-------------------|---|---|---|---|---|---|
|                   | L | E | a | b | , | # |
| 0                 |   |   |   |   |   |   |
| 1                 |   |   |   |   |   |   |
| 2                 |   |   |   |   |   |   |
| 3                 |   |   |   |   |   |   |
| 4                 |   |   |   |   |   |   |
| 5                 |   |   |   |   |   |   |
| 6                 |   |   |   |   |   |   |



# Aumentar a gramática

$$G = \{ L' \rightarrow L\#$$

$$L \rightarrow L, E \textcircled{1}$$

$$L \rightarrow E \textcircled{2}$$

$$E \rightarrow a \textcircled{3}$$

$$E \rightarrow b \textcircled{4}$$

| Tabela de Desvios |   |   |   |   |   |   |
|-------------------|---|---|---|---|---|---|
|                   | L | E | a | b | , | # |
| 0                 |   |   |   |   |   |   |
| 1                 |   |   |   |   |   |   |
| 2                 |   |   |   |   |   |   |
| 3                 |   |   |   |   |   |   |
| 4                 |   |   |   |   |   |   |
| 5                 |   |   |   |   |   |   |
| 6                 |   |   |   |   |   |   |

# Criar estado $e_0$

$$e_0 = [L' \rightarrow \bullet L\#]$$

| Tabela de Desvios |   |   |   |   |   |   |
|-------------------|---|---|---|---|---|---|
|                   | L | E | a | b | , | # |
| 0                 |   |   |   |   |   |   |
| 1                 |   |   |   |   |   |   |
| 2                 |   |   |   |   |   |   |
| 3                 |   |   |   |   |   |   |
| 4                 |   |   |   |   |   |   |
| 5                 |   |   |   |   |   |   |
| 6                 |   |   |   |   |   |   |

# Aplicar Fecho

- O fecho é obtido ao incluir no estado corrente todos os itens deriváveis a partir do  $\bullet$ .

$e_0 = [L' \rightarrow \bullet L \#]$   
 $[L \rightarrow \bullet L, E][L \rightarrow \bullet E]$   
 $[E \rightarrow \bullet a][E \rightarrow \bullet b]$

| Tabela de Desvios |   |   |   |   |   |   |  |
|-------------------|---|---|---|---|---|---|--|
|                   | L | E | a | b | , | # |  |
| 0                 |   |   |   |   |   |   |  |
| 1                 |   |   |   |   |   |   |  |
| 2                 |   |   |   |   |   |   |  |
| 3                 |   |   |   |   |   |   |  |
| 4                 |   |   |   |   |   |   |  |
| 5                 |   |   |   |   |   |   |  |
| 6                 |   |   |   |   |   |   |  |

# Criar novos estados

- Novos estados são obtidos aplicando a função Transfere.
- A ordem que vamos adotar é a indicada na tabela de desvios.

$$e_0 = \{[L' \rightarrow \bullet L \#]$$

$$[L \rightarrow \bullet L, E][L \rightarrow \bullet E]$$

$$[E \rightarrow \bullet a][E \rightarrow \bullet b]\}$$

- $T(e_0, L) = \{[L' \rightarrow L \bullet \#], [L \rightarrow L \bullet, E]\}$
- Como não existe estado com estes itens, deve ser criado um novo, e indicado na tabela de desvios.
- $e_1 = \{[L' \rightarrow L \bullet \#], [L \rightarrow L \bullet, E]\}$

| Tabela de Desvios |             |
|-------------------|-------------|
|                   | L E a b , # |
| 0                 | 1           |
| 1                 |             |
| 2                 |             |
| 3                 |             |
| 4                 |             |
| 5                 |             |
| 6                 |             |



## Demais Transições de $e_0$

$$e_0 = \{[L' \rightarrow \bullet L\#]$$

$$[L \rightarrow \bullet L, E][L \rightarrow \bullet E]$$

$$[E \rightarrow \bullet a][E \rightarrow \bullet b]\}$$

- $T(e_0, E) = \{[L \rightarrow \bullet E]\} = e_2$
- $T(e_0, a) = \{[E \rightarrow a\bullet]\} = e_3$
- $T(e_0, b) = \{[E \rightarrow b\bullet]\} = e_4$
- $T(e_0, ,) = \emptyset$
- $T(e_0, \#) = \emptyset$

| Tabela de Desvios |   |   |   |   |   |   |
|-------------------|---|---|---|---|---|---|
|                   | L | E | a | b | , | # |
| 0                 | 1 | 2 | 3 | 4 |   |   |
| 1                 |   |   |   |   |   |   |
| 2                 |   |   |   |   |   |   |
| 3                 |   |   |   |   |   |   |
| 4                 |   |   |   |   |   |   |
| 5                 |   |   |   |   |   |   |
| 6                 |   |   |   |   |   |   |



# Transições de $e_1$

$$e_1 = \{[L' \rightarrow L \bullet \#]$$

$$[L \rightarrow L \bullet, E]\}$$

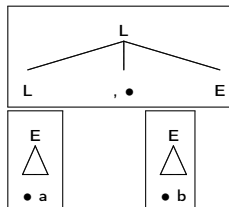
- $T(e_1, E) = \emptyset$
- $T(e_0, a) = \emptyset$
- $T(e_0, b) = \emptyset$
- $T(e_0, ) = \{[L \rightarrow L, \bullet E]\} = e_5$   
 $e_5 = \text{Fecho}(e_5) = \{[L \rightarrow L, \bullet E],$   
 $[E \rightarrow \bullet a], [E \rightarrow \bullet b]\}$
- $T(e_0, \#) = \emptyset$  (não faz sentido "ultrapassar" o fim de arquivo.

| Tabela de Desvios |   |   |   |   |   |   |
|-------------------|---|---|---|---|---|---|
|                   | L | E | a | b | , | # |
| 0                 | 1 | 2 | 3 | 4 |   |   |
| 1                 |   |   |   |   | 5 |   |
| 2                 |   |   |   |   |   |   |
| 3                 |   |   |   |   |   |   |
| 4                 |   |   |   |   |   |   |
| 5                 |   |   |   |   |   |   |
| 6                 |   |   |   |   |   |   |

# Análise de $e_5$

- O estado  $e_5$  é composto por uma série de itens. Observe o que ele representa graficamente.
- A árvore de  $E$  pode derivar para  $E \rightarrow a$  ou  $E \rightarrow b$ .
- Com isso, as entradas  $a$  e  $b$  são válidas para  $e_5$ , enquanto que  $",$   $"$  ou  $"\#"$  não são.

$$e_5 = \{ [L \rightarrow L, \bullet E], \\ [E \rightarrow \bullet a], \\ [E \rightarrow \bullet b] \}$$







# Transições de $e_2$

$$e_2 = \{[L \rightarrow E\bullet]\}$$

- $T(e_2, E) = \emptyset$
- $T(e_2, a) = \emptyset$
- $T(e_2, b) = \emptyset$
- $T(e_2, ,) = \emptyset$
- $T(e_2, \#) = \emptyset$

| Tabela de Desvios |   |   |   |   |   |   |
|-------------------|---|---|---|---|---|---|
|                   | L | E | a | b | , | # |
| 0                 | 1 | 2 | 3 | 4 |   |   |
| 1                 |   |   |   |   | 5 |   |
| 2                 |   |   |   |   |   |   |
| 3                 |   |   |   |   |   |   |
| 4                 |   |   |   |   |   |   |
| 5                 |   |   |   |   |   |   |
| 6                 |   |   |   |   |   |   |



# Transições de $e_3$

$$e_3 = \{[L \rightarrow a\bullet]\}$$

- $T(e_3, E) = \emptyset$
- $T(e_3, a) = \emptyset$
- $T(e_3, b) = \emptyset$
- $T(e_3, ,) = \emptyset$
- $T(e_3, \#) = \emptyset$

| Tabela de Desvios |   |   |   |   |   |   |
|-------------------|---|---|---|---|---|---|
|                   | L | E | a | b | , | # |
| 0                 | 1 | 2 | 3 | 4 |   |   |
| 1                 |   |   |   |   | 5 |   |
| 2                 |   |   |   |   |   |   |
| 3                 |   |   |   |   |   |   |
| 4                 |   |   |   |   |   |   |
| 5                 |   |   |   |   |   |   |
| 6                 |   |   |   |   |   |   |



# Transições de $e_4$

$$e_4 = \{[E \rightarrow b\bullet]\}$$

- $T(e_4, E) = \emptyset$
- $T(e_4, a) = \emptyset$
- $T(e_4, b) = \emptyset$
- $T(e_4, ,) = \emptyset$
- $T(e_4, \#) = \emptyset$

| Tabela de Desvios |   |   |   |   |   |   |
|-------------------|---|---|---|---|---|---|
|                   | L | E | a | b | , | # |
| 0                 | 1 | 2 | 3 | 4 |   |   |
| 1                 |   |   |   |   | 5 |   |
| 2                 |   |   |   |   |   |   |
| 3                 |   |   |   |   |   |   |
| 4                 |   |   |   |   |   |   |
| 5                 |   |   |   |   |   |   |
| 6                 |   |   |   |   |   |   |



# Transições de $e_5$

$$e_5 = \{[L \rightarrow L, \bullet E], \\ [E \rightarrow \bullet a], \\ [E \rightarrow \bullet b]\}$$

- $T(e_5, E) = \{[L \rightarrow L, E\bullet]\} = e_6$
- $T(e_5, a) = \{[E \rightarrow a\bullet]\} = e_3$
- $T(e_5, b) = \{[E \rightarrow b\bullet]\} = e_4$
- $T(e_5, ) = \emptyset$
- $T(e_5, \#) = \emptyset$

| Tabela de Desvios |   |   |   |   |   |   |
|-------------------|---|---|---|---|---|---|
|                   | L | E | a | b | , | # |
| 0                 | 1 | 2 | 3 | 4 |   |   |
| 1                 |   |   |   |   | 5 |   |
| 2                 |   |   |   |   |   |   |
| 3                 |   |   |   |   |   |   |
| 4                 |   |   |   |   |   |   |
| 5                 |   | 6 | 3 | 4 |   |   |
| 6                 |   |   |   |   |   |   |



# Transições de $e_6$

$$e_6 = \{[L \rightarrow L, E\bullet]\}$$

- $T(e_6, E) = \emptyset$
- $T(e_6, a) = \emptyset$
- $T(e_6, b) = \emptyset$
- $T(e_6, ,) = \emptyset$
- $T(e_6, \#) = \emptyset$

| Tabela de Desvios |   |   |   |   |   |   |
|-------------------|---|---|---|---|---|---|
|                   | L | E | a | b | , | # |
| 0                 | 1 | 2 | 3 | 4 |   |   |
| 1                 |   |   |   |   | 5 |   |
| 2                 |   |   |   |   |   |   |
| 3                 |   |   |   |   |   |   |
| 4                 |   |   |   |   |   |   |
| 5                 |   | 6 | 3 | 4 |   |   |
| 6                 |   |   |   |   |   |   |



# Tabela de Ações

- A tabela de ações indica qual ação o algoritmo deve executar quando encontrar um token.
- Por esta razão, ela não está definida para as variáveis.
- São quatro ações: empilha, Reduz, Aceita e Erro.

# Tabela de Ações

- Para cada estado  $e_x$ , faça:
  - 1 Se houver um item do tipo  $[A \rightarrow \alpha \bullet a\beta]$  então coloque um “empilha” na interseção de  $e_x$  com  $a$ .
  - 2 Se houver um item do tipo  $[A \rightarrow \alpha \bullet]$  então coloque um “reduz” (com o número da produção correspondente) em toda linha de  $e_x$ .
  - 3 Se houver um item do tipo  $[A \rightarrow \alpha \bullet \#]$  então coloque um “aceita” na interseção de  $x$  com  $\#$ .



# Ações de $e_0$

$e_0 = [L' \rightarrow \bullet L\#]$   
 $[L \rightarrow \bullet L, E]$   
 $[L \rightarrow \bullet E]$   
 $[E \rightarrow \bullet a]$   
 $[E \rightarrow \bullet b]$

| Tabela de Desvios |   |   |   |   |   |   |
|-------------------|---|---|---|---|---|---|
|                   | L | E | a | b | , | # |
| 0                 | 1 | 2 | 3 | 4 |   |   |
| 1                 |   |   |   |   | 5 |   |
| 2                 |   |   |   |   |   |   |
| 3                 |   |   |   |   |   |   |
| 4                 |   |   |   |   |   |   |
| 5                 |   | 6 | 3 | 4 |   |   |
| 6                 |   |   |   |   |   |   |

| Tabela de Ações |   |   |   |   |
|-----------------|---|---|---|---|
|                 | a | b | , | # |
| 0               | e | e |   |   |
| 1               |   |   |   |   |
| 2               |   |   |   |   |
| 3               |   |   |   |   |
| 4               |   |   |   |   |
| 5               |   |   |   |   |
| 6               |   |   |   |   |



# Ações de $e_1$

$$e_1 = \{[L' \rightarrow L \bullet \#]$$

$$[L \rightarrow L \bullet, E]\}$$

| Tabela de Desvios |   |   |   |   |   |   |
|-------------------|---|---|---|---|---|---|
|                   | L | E | a | b | , | # |
| 0                 | 1 | 2 | 3 | 4 |   |   |
| 1                 |   |   |   |   | 5 |   |
| 2                 |   |   |   |   |   |   |
| 3                 |   |   |   |   |   |   |
| 4                 |   |   |   |   |   |   |
| 5                 |   | 6 | 3 | 4 |   |   |
| 6                 |   |   |   |   |   |   |

| Tabela de Ações |   |   |   |   |
|-----------------|---|---|---|---|
|                 | a | b | , | # |
| 0               | e | e |   |   |
| 1               |   |   | e | A |
| 2               |   |   |   |   |
| 3               |   |   |   |   |
| 4               |   |   |   |   |
| 5               |   |   |   |   |
| 6               |   |   |   |   |



# Ações de $e_2$

$$e_2 = \{[L \rightarrow E\bullet]\}$$

$$G = \{L \rightarrow L, E \textcircled{1}\}$$

$$L \rightarrow E \textcircled{2}$$

$$E \rightarrow a \textcircled{3}$$

$$E \rightarrow b \textcircled{4}$$

| Tabela de Desvios |   |   |   |   |   |   |
|-------------------|---|---|---|---|---|---|
|                   | L | E | a | b | , | # |
| 0                 | 1 | 2 | 3 | 4 |   |   |
| 1                 |   |   |   |   | 5 |   |
| 2                 |   |   |   |   |   |   |
| 3                 |   |   |   |   |   |   |
| 4                 |   |   |   |   |   |   |
| 5                 |   | 6 | 3 | 4 |   |   |
| 6                 |   |   |   |   |   |   |

| Tabela de Ações |       |       |       |       |
|-----------------|-------|-------|-------|-------|
|                 | a     | b     | ,     | #     |
| 0               | e     | e     |       |       |
| 1               |       |       | e     | A     |
| 2               | $R_2$ | $R_2$ | $R_2$ | $R_2$ |
| 3               |       |       |       |       |
| 4               |       |       |       |       |
| 5               |       |       |       |       |
| 6               |       |       |       |       |



# Ações de $e_3$

$$e_3 = \{[E \rightarrow a\bullet]\}$$

$$G = \{L \rightarrow L, E \textcircled{1}\}$$

$$L \rightarrow E \textcircled{2}$$

$$E \rightarrow a \textcircled{3}$$

$$E \rightarrow b \textcircled{4}$$

| Tabela de Desvios |   |   |   |   |   |   |
|-------------------|---|---|---|---|---|---|
|                   | L | E | a | b | , | # |
| 0                 | 1 | 2 | 3 | 4 |   |   |
| 1                 |   |   |   |   | 5 |   |
| 2                 |   |   |   |   |   |   |
| 3                 |   |   |   |   |   |   |
| 4                 |   |   |   |   |   |   |
| 5                 |   | 6 | 3 | 4 |   |   |
| 6                 |   |   |   |   |   |   |

| Tabela de Ações |       |       |       |       |
|-----------------|-------|-------|-------|-------|
|                 | a     | b     | ,     | #     |
| 0               | e     | e     |       |       |
| 1               |       |       | e     | A     |
| 2               | $R_2$ | $R_2$ | $R_2$ | $R_2$ |
| 3               | $R_3$ | $R_3$ | $R_3$ | $R_3$ |
| 4               |       |       |       |       |
| 5               |       |       |       |       |
| 6               |       |       |       |       |

Ações de  $e_4$ 

$$e_4 = \{[E \rightarrow b\bullet]\}$$

$$G = \{L \rightarrow L, E \textcircled{1}\}$$

$$L \rightarrow E \textcircled{2}$$

$$E \rightarrow a \textcircled{3}$$

$$E \rightarrow b \textcircled{4}$$

| Tabela de Desvios |   |   |   |   |   |   |
|-------------------|---|---|---|---|---|---|
|                   | L | E | a | b | , | # |
| 0                 | 1 | 2 | 3 | 4 |   |   |
| 1                 |   |   |   |   | 5 |   |
| 2                 |   |   |   |   |   |   |
| 3                 |   |   |   |   |   |   |
| 4                 |   |   |   |   |   |   |
| 5                 |   | 6 | 3 | 4 |   |   |
| 6                 |   |   |   |   |   |   |

| Tabela de Ações |       |       |       |       |
|-----------------|-------|-------|-------|-------|
|                 | a     | b     | ,     | #     |
| 0               | e     | e     |       |       |
| 1               |       |       | e     | A     |
| 2               | $R_2$ | $R_2$ | $R_2$ | $R_2$ |
| 3               | $R_3$ | $R_3$ | $R_3$ | $R_3$ |
| 4               | $R_4$ | $R_4$ | $R_4$ | $R_4$ |
| 5               |       |       |       |       |
| 6               |       |       |       |       |

# Ações de $e_5$

$$e_5 = \{ [L \rightarrow L, \bullet E], \\ [E \rightarrow \bullet a], \\ [E \rightarrow \bullet b] \}$$

$$G = \{ L \rightarrow L, E \text{ (1)} \\ L \rightarrow E \text{ (2)} \\ E \rightarrow a \text{ (3)} \\ E \rightarrow b \text{ (4)} \}$$

| Tabela de Desvios |   |   |   |   |   |   |
|-------------------|---|---|---|---|---|---|
|                   | L | E | a | b | , | # |
| 0                 | 1 | 2 | 3 | 4 |   |   |
| 1                 |   |   |   |   | 5 |   |
| 2                 |   |   |   |   |   |   |
| 3                 |   |   |   |   |   |   |
| 4                 |   |   |   |   |   |   |
| 5                 |   | 6 | 3 | 4 |   |   |
| 6                 |   |   |   |   |   |   |

| Tabela de Ações |       |       |       |       |
|-----------------|-------|-------|-------|-------|
|                 | a     | b     | ,     | #     |
| 0               | e     | e     |       |       |
| 1               |       |       | e     | A     |
| 2               | $R_2$ | $R_2$ | $R_2$ | $R_2$ |
| 3               | $R_3$ | $R_3$ | $R_3$ | $R_3$ |
| 4               | $R_4$ | $R_4$ | $R_4$ | $R_4$ |
| 5               | e     | e     |       |       |
| 6               |       |       |       |       |



## Algoritmo Tabela Ações

Ações de  $e_6$ 

$$e_6 = \{[L \rightarrow L, E\bullet]\}$$

$$G = \{L \rightarrow L, E \textcircled{1}\}$$

$$L \rightarrow E \textcircled{2}$$

$$E \rightarrow a \textcircled{3}$$

$$E \rightarrow b \textcircled{4}$$

| Tabela de Desvios |   |   |   |   |   |   |
|-------------------|---|---|---|---|---|---|
|                   | L | E | a | b | , | # |
| 0                 | 1 | 2 | 3 | 4 |   |   |
| 1                 |   |   |   |   | 5 |   |
| 2                 |   |   |   |   |   |   |
| 3                 |   |   |   |   |   |   |
| 4                 |   |   |   |   |   |   |
| 5                 |   | 6 | 3 | 4 |   |   |
| 6                 |   |   |   |   |   |   |

| Tabela de Ações |       |       |       |       |
|-----------------|-------|-------|-------|-------|
|                 | a     | b     | ,     | #     |
| 0               | e     | e     |       |       |
| 1               |       |       | e     | A     |
| 2               | $R_2$ | $R_2$ | $R_2$ | $R_2$ |
| 3               | $R_3$ | $R_3$ | $R_3$ | $R_3$ |
| 4               | $R_4$ | $R_4$ | $R_4$ | $R_4$ |
| 5               | e     | e     |       |       |
| 6               | $R_1$ | $R_1$ | $R_1$ | $R_1$ |

## Representação Alternativa

- Muitos textos usam a notação abaixo;
- Observe que na primeira coluna, “ $e_x$ ” indica o estado  $X$ .
- Sem cores, é menos intuitivo dizer se “ $e_x$ ” de dentro da tabela significa estado  $X$  ou empilha e vai para estado  $X$ .
- Em inglês não melhora muito (state  $X$ ) (shift and goto  $X$ ).

| Tabela de Desvios |   |   |       |       |       |       |
|-------------------|---|---|-------|-------|-------|-------|
|                   | L | E | a     | b     | ,     | #     |
| e0                | 1 | 2 | e3    | e4    |       |       |
| e1                |   |   |       |       | e5    |       |
| e2                |   |   | $R_2$ | $R_2$ | $R_2$ | $R_2$ |
| e3                |   |   | $R_3$ | $R_3$ | $R_3$ | $R_3$ |
| e4                |   |   | $R_4$ | $R_4$ | $R_4$ | $R_4$ |
| e5                |   | 6 | e3    | e4    |       |       |
| e6                |   |   | $R_1$ | $R_1$ | $R_1$ | $R_1$ |





- Página para anotações

# Licença

- Slides desenvolvidos somente com software livre:
  - $\text{\LaTeX}$  usando beamer;
  - Inkscape.
- Licença:
  - Creative Commons Atribuição-Uso Não-Comercial-Vedada a Criação de Obras Derivadas 2.5 Brasil License. <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.5/br/>