

COMPILADORES

Análise sintática

Parte 03

Prof. Geovane Griesang
geovanegriesang@unisc.br

Análise sintática

Analizador preditivo sem recursão

Analizador sintático **preditivo sem recursão** pode ser construído mantendo uma **pilha** explicitamente, em vez de uma implicitamente, via chamadas recursivas.

O analisador simula uma **derivação mais a esquerda** (*lm = leftmost*).

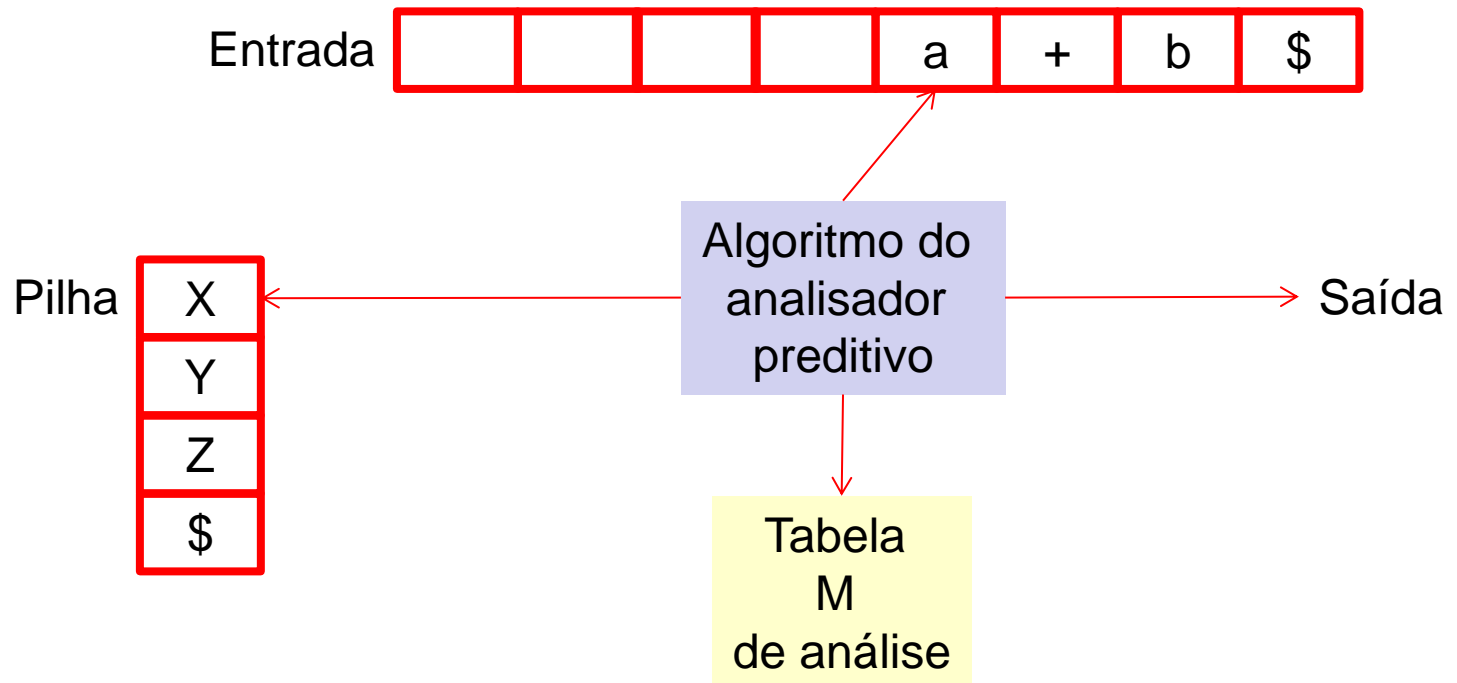
Se w representa a entrada que foi reconhecida até o momento, então a pilha contém uma sequência de símbolos da gramática α tal que:

$$S \xRightarrow[lm]{*} w\alpha$$

Análise sintática

Analizador preditivo sem recursão

O analisador sintático dirigido por tabela possui um *buffer* de entrada, uma pilha contendo uma sequencia de símbolos da gramática, uma *análise* construída por um algoritmo e um *fluxo de saída*.

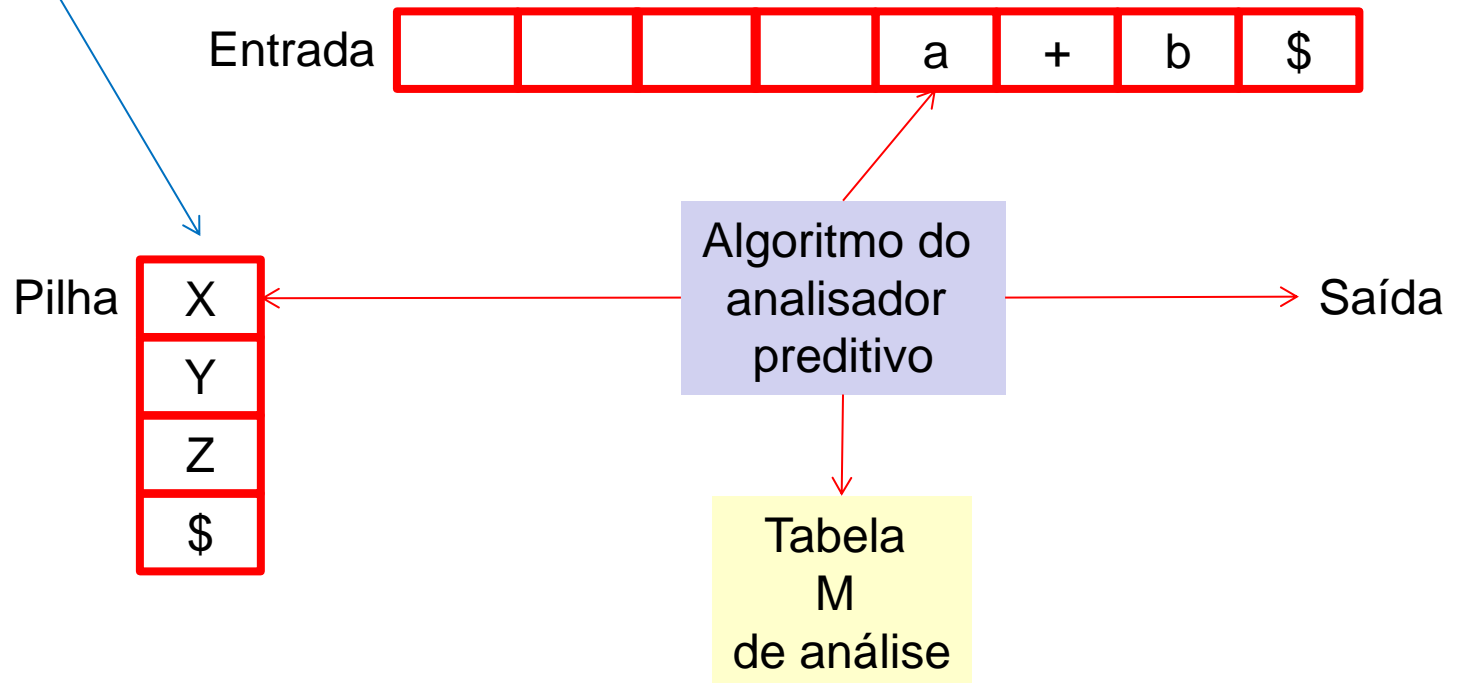


Análise sintática

Analizador preditivo sem recursão

Reutilizamos o símbolo \$ para marcar o **fundo da pilha**, a qual inicialmente contém o símbolo inicial da gramática no topo de \$.

O **buffer de entrada** contém a cadeia a ser reconhecida, seguida pelo marcador fim da entrada \$.

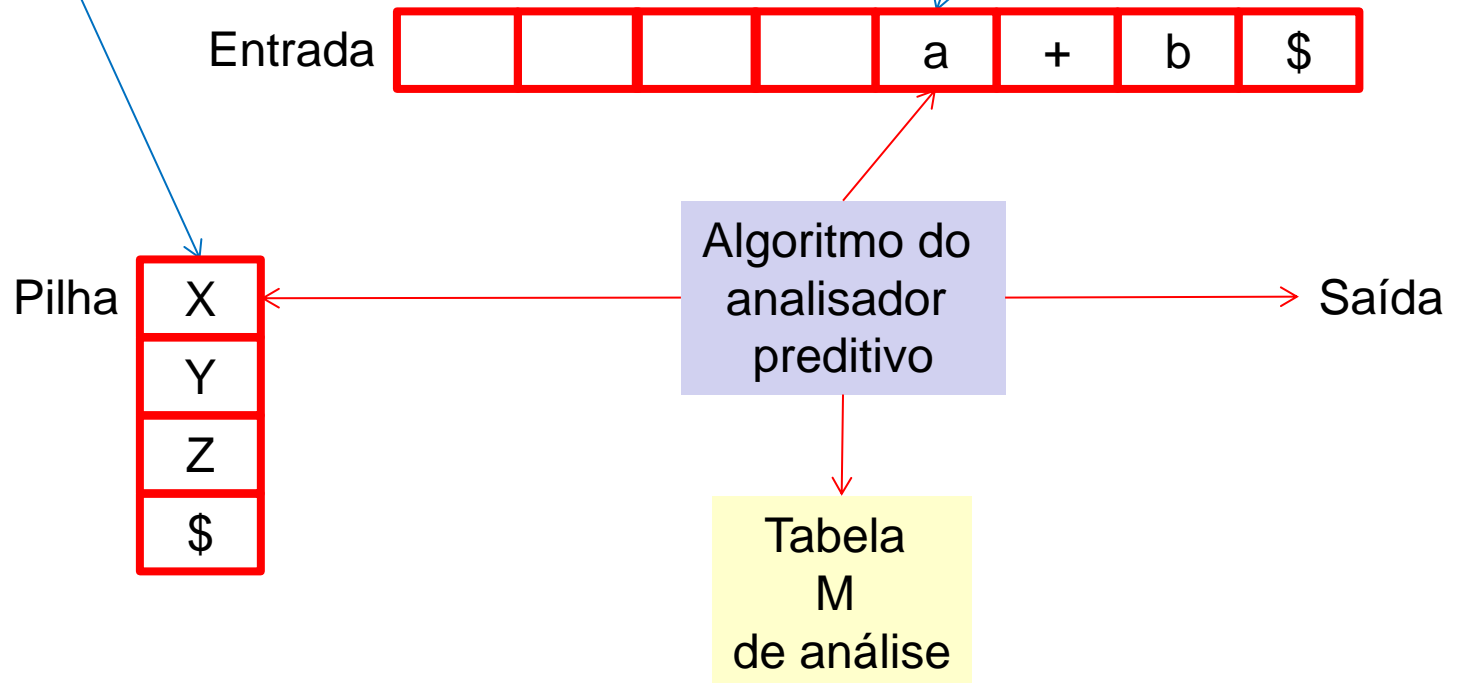


Análise sintática

Analizador preditivo sem recursão

O analisador é dirigido por um programa que considera X , o símbolo no topo da pilha ...

... e a , o símbolo corrente da entrada.

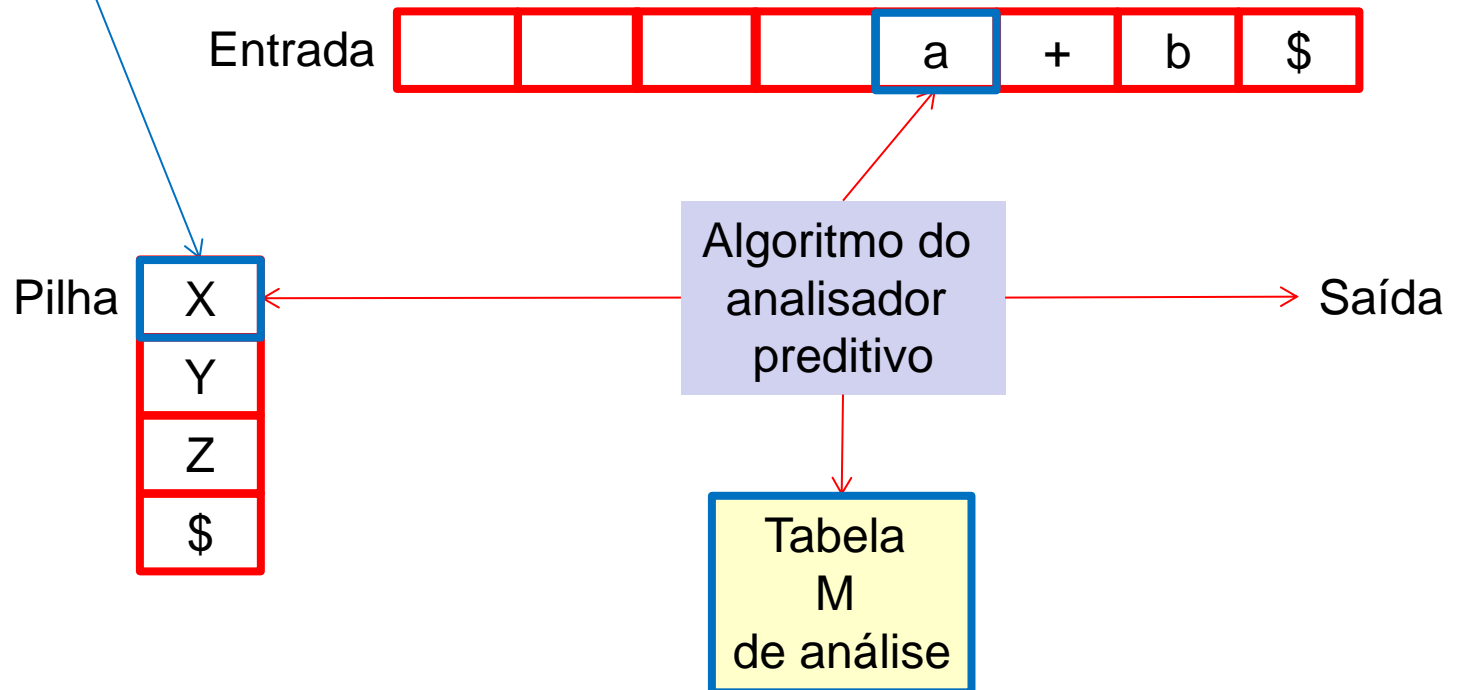


Análise sintática

Analizador preditivo sem recursão

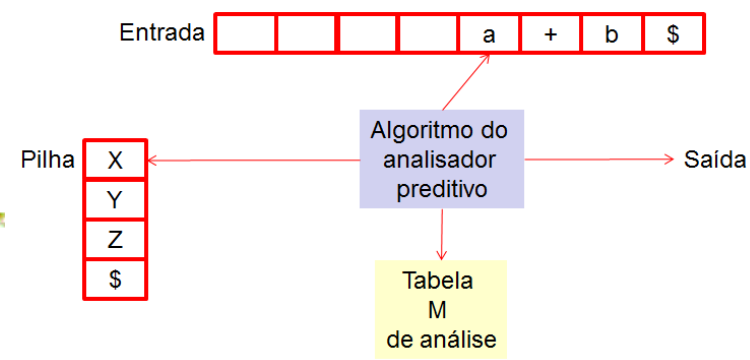
Se X é um não-terminal, o analisador escolhe uma produção- X consultando a entrada $M[X,a]$ da tabela M de análise.

Portanto, tenta-se fazer um casamento entre o não-terminal X no topo da pilha e o símbolo corresponde a da entrada.



Análise sintática

Analizador preditivo sem recursão



O comportamento do analisador pode ser descrito em termos de suas configurações, que mostram em **cada passo** o **conteúdo da pilha** e a **entrada restante**.

Algoritmo: reconhecimento preditivo dirigido por tabela.

Entrada: uma cadeia w de entrada e uma tabela M de análise para a gramática.

Saída: a derivação mais à esquerda de w , se w estiver em $L(G)$; caso contrário, uma indicação de **erro**.

Método: inicialmente, o analisador está em uma configuração com $w\$$ no **buffer de entrada** e o símbolo inicial S de G no **topo da pilha**, acima da pilha, acima de $\$$.

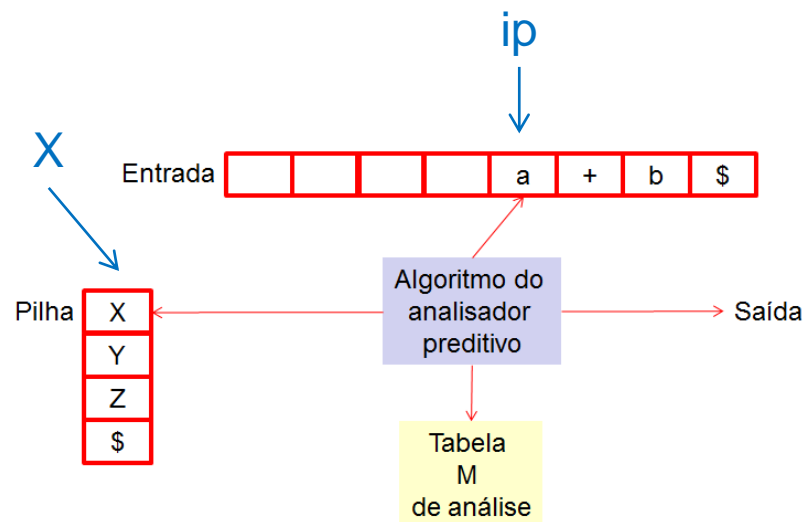
Análise sintática

Analizador preditivo sem recursão

O programa abaixo usa a tabela M de análise p/ produzir um analisador preditivo para a entrada.

define ip para que aponte p/ o 1º símbolo de w ;
define X para ser o 1º no topo da pilha;

```
while( $X \neq \$$ ) { /* pilha não está vazia */  
  if( $X$  é  $a$ ) desempilha e avança  $ip$ ;  
  else if( $X$  é um terminal) error();  
  else if( $M[X, a]$  é uma entrada de erro) error();  
  else if( $M[X, a] = X \rightarrow Y_1 Y_2 \dots Y_k$ ) {  
    imprime a produção  $X \rightarrow Y_1 Y_2 \dots Y_k$ ;  
    desempilha  $X$ ;  
    empilha  $Y_k, Y_{k-1}, \dots, Y_1$  na pilha, com  $Y_1$  no topo;  
  }  
  define  $X$  como o símbolo no topo da pilha;  
}
```



Não-terminal	Símbolos de entrada			
	a	+	b	\$
X	$X \rightarrow YZ$			
Y				$Y \rightarrow \epsilon$
Z				

Análise sintática

Analizador preditivo sem recursão

Exemplo: Para a entrada $id + id * id$, o analisador preditivo não recursivo do algoritmo (slide anterior) efetua a seguinte sequência de movimentos:

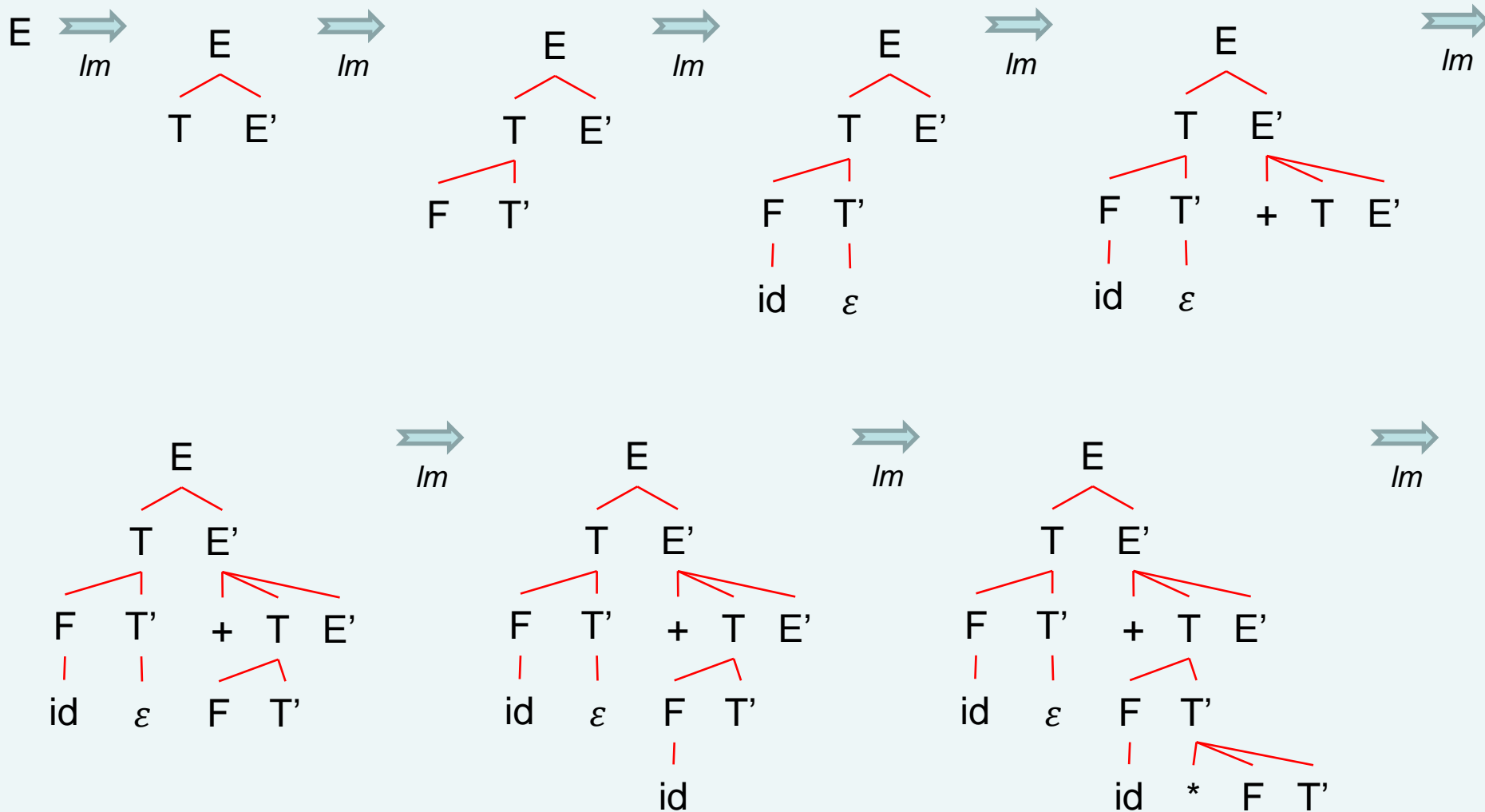
$$\begin{aligned} E &\rightarrow T E' \\ E' &\rightarrow + T E' \mid \varepsilon \\ T &\rightarrow F T' \\ T' &\rightarrow * F T' \mid \varepsilon \\ F &\rightarrow (E) \mid id \end{aligned}$$
$$\begin{aligned} E &\xRightarrow{lm} T E' \xRightarrow{lm} F T' E' \xRightarrow{lm} id T' E' \xRightarrow{lm} id E' \xRightarrow{lm} id + T E' \xRightarrow{lm} \\ id + F T' E' &\xRightarrow{lm} id + id T' E' \xRightarrow{lm} id + id * F T' E' \xRightarrow{lm} \\ id + id * id T' E' &\xRightarrow{lm} id + id * id \varepsilon \varepsilon \xRightarrow{lm} id + id * id \end{aligned}$$

Esses movimentos correspondem a uma **derivação mais a esquerda**.

Análise sintática

Entrada: id+id*id

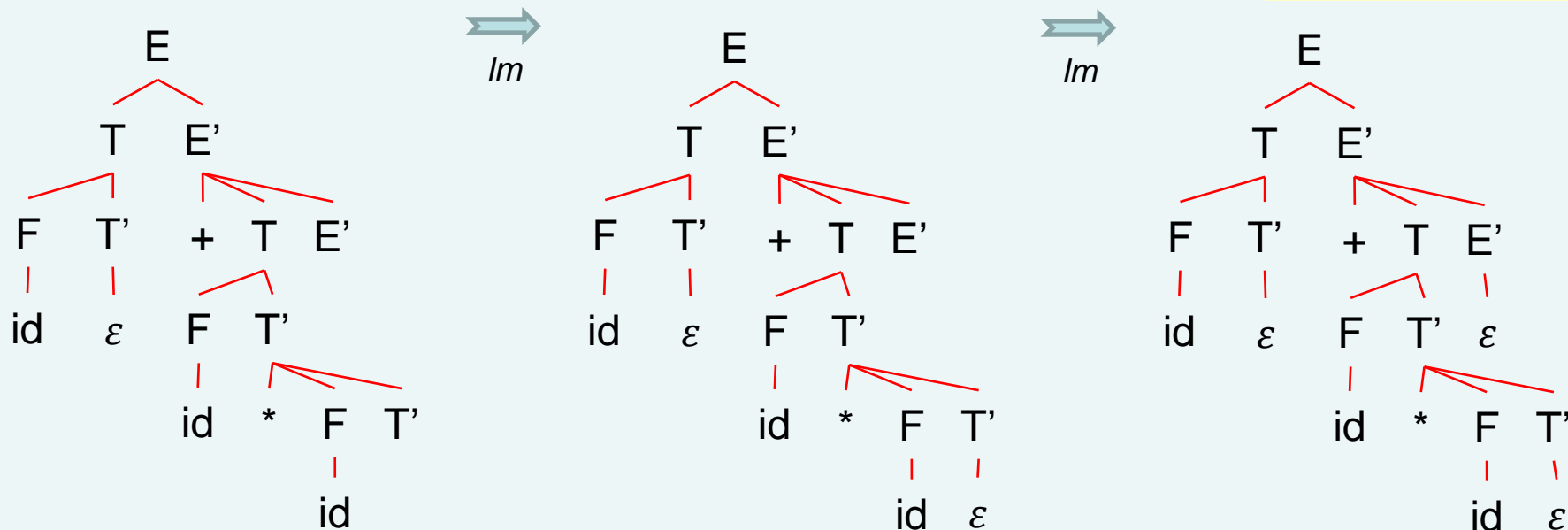
E	→	T E'
E'	→	+ T E' ε
T	→	F T'
T'	→	* F T' ε
F	→	(E) id



Análise sintática

Entrada: id+id*id

E	→	TE'
E'	→	+TE' ε
T	→	FT'
T'	→	*FT' ε
F	→	(E) id



A análise sintática descendente estará **completa** se cada uma das **folhas** da árvore **contiver símbolos terminais da cadeia de entrada**.

Esta sequência de árvores corresponde a uma **derivação mais à esquerda** da entrada.

Análise sintática

$E \rightarrow TE'$
 $E' \rightarrow +TE' \mid \varepsilon$
 $T \rightarrow FT'$
 $T' \rightarrow *FT' \mid \varepsilon$
 $F \rightarrow (E) \mid id$

$FIRST(F) = FIRST(T) = FIRST(E) = \{ (, id \}$
 $FIRST(E') = \{ +, \varepsilon \}$
 $FIRST(T') = \{ *, \varepsilon \}$
 $FOLLOW(E) = FOLLOW(E') = \{), \$ \}$
 $FOLLOW(T) = FOLLOW(T') = \{ +,), \$ \}$
 $FOLLOW(F) = \{ +, *,), \$ \}$.

Recuperação de erros em analisador sintático preditivo

A tabela de análise para esta gramática...

Não-terminal	Símbolos de entrada					
	id	+	*	()	\$
E	$E \rightarrow TE'$			$E \rightarrow TE'$		
E'		$E' \rightarrow +TE'$			$E' \rightarrow \varepsilon$	$E' \rightarrow \varepsilon$
T	$T \rightarrow FT'$			$T \rightarrow FT'$		
T'		$T' \rightarrow \varepsilon$	$T' \rightarrow *FT'$		$T' \rightarrow \varepsilon$	$T' \rightarrow \varepsilon$
F	$F \rightarrow id$			$F \rightarrow (E)$		

Análise sintática

Entrada: id+id*id

$E \rightarrow TE'$
 $E' \rightarrow +TE' \mid \epsilon$
 $T \rightarrow FT'$
 $T' \rightarrow *FT' \mid \epsilon$
 $F \rightarrow (E) \mid id$

Analizador preditivo sem recursão

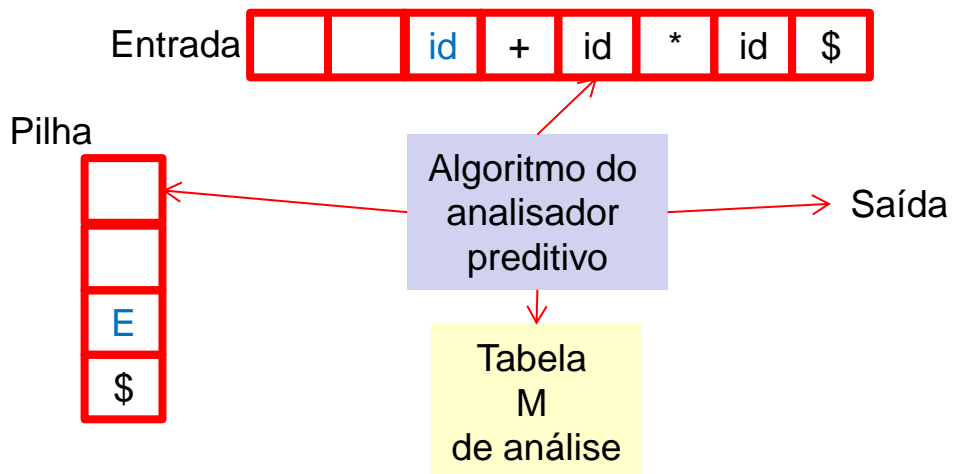
Tabela M de análise

Não-terminal	Símbolos de entrada					
	id	+	*	()	\$
E	$E \rightarrow TE'$				$E \rightarrow TE'$	
E'		$E' \rightarrow +TE'$			$E' \rightarrow \epsilon$	$E' \rightarrow \epsilon$
T	$T \rightarrow FT'$				$T \rightarrow FT'$	
T'		$T' \rightarrow \epsilon$	$T' \rightarrow *FT'$		$T' \rightarrow \epsilon$	$T' \rightarrow \epsilon$
F	$F \rightarrow id$				$F \rightarrow (E)$	

$M[E, id] = E \rightarrow TE'$

Saída:

Casa-mento	Pilha	Entrada	Ação
	E\$	id+id*id\$	
	TE'\$	id+id*id\$	imprime $E \rightarrow TE'$
	FT'E'\$	id+id*id\$	imprime $T \rightarrow FT'$
	idT'E'\$	id+id*id\$	imprime $F \rightarrow id$
id	T'E'\$	+id*id\$	casa id
id	E'\$	+id*id\$	imprime $T' \rightarrow \epsilon$
id	+TE'\$	+id*id\$	imprime $E' \rightarrow +TE$
id+	TE'\$	id*id\$	casa +
id+	FT'E'\$	id*id\$	imprime $T \rightarrow FT'$
id+	idT'E'\$	id*id\$	imprime $F \rightarrow id$
id+id	T'E'\$	*id\$	casa id



Análise sintática

Entrada: id+id*id

$E \rightarrow TE'$
 $E' \rightarrow +TE' \mid \epsilon$
 $T \rightarrow FT'$
 $T' \rightarrow *FT' \mid \epsilon$
 $F \rightarrow (E) \mid id$

Analizador preditivo sem recursão

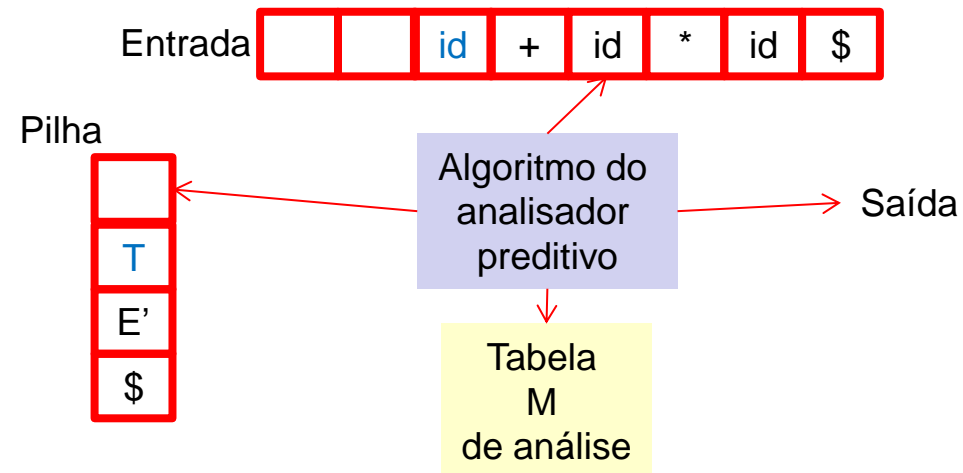
Tabela M de análise

Não-terminal	Símbolos de entrada					
	id	+	*	()	\$
E	$E \rightarrow TE'$			$E \rightarrow TE'$		
E'		$E' \rightarrow +TE'$			$E' \rightarrow \epsilon$	$E' \rightarrow \epsilon$
T	$T \rightarrow FT'$			$T \rightarrow FT'$		
T'		$T' \rightarrow \epsilon$	$T' \rightarrow *FT'$		$T' \rightarrow \epsilon$	$T' \rightarrow \epsilon$
F	$F \rightarrow id$			$F \rightarrow (E)$		

$M[T, id] = T \rightarrow FT'$

Saída:

Casa-mento	Pilha	Entrada	Ação
	E\$	id+id*id\$	
	TE'\$	id+id*id\$	imprime $E \rightarrow TE'$
	FT'E'\$	id+id*id\$	imprime $T \rightarrow FT'$
	idT'E'\$	id+id*id\$	imprime $F \rightarrow id$
id	T'E'\$	+id*id\$	casa id
id	E'\$	+id*id\$	imprime $T' \rightarrow \epsilon$
id	+TE'\$	+id*id\$	imprime $E' \rightarrow +TE$
id+	TE'\$	id*id\$	casa +
id+	FT'E'\$	id*id\$	imprime $T \rightarrow FT'$
id+	idT'E'\$	id*id\$	imprime $F \rightarrow id$
id+id	T'E'\$	*id\$	casa id



Análise sintática

Entrada: id+id*id

$E \rightarrow TE'$
 $E' \rightarrow +TE' \mid \epsilon$
 $T \rightarrow FT'$
 $T' \rightarrow *FT' \mid \epsilon$
 $F \rightarrow (E) \mid id$

Analizador preditivo sem recursão

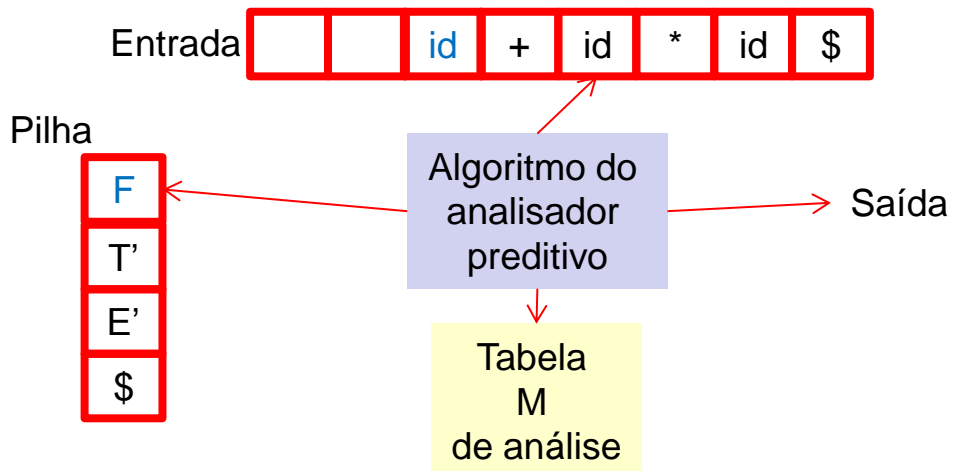
Tabela M de análise

Não-terminal	Símbolos de entrada					
	id	+	*	()	\$
E	$E \rightarrow TE'$				$E \rightarrow TE'$	
E'		$E' \rightarrow +TE'$			$E' \rightarrow \epsilon$	$E' \rightarrow \epsilon$
T	$T \rightarrow FT'$				$T \rightarrow FT'$	
T'		$T' \rightarrow \epsilon$	$T' \rightarrow *FT'$		$T' \rightarrow \epsilon$	$T' \rightarrow \epsilon$
F	$F \rightarrow id$				$F \rightarrow (E)$	

$M[F, id] = F \rightarrow id$

Saída:

Casa-mento	Pilha	Entrada	Ação
	E\$	id+id*id\$	
	TE'\$	id+id*id\$	imprime $E \rightarrow TE'$
	FT'E'\$	id+id*id\$	imprime $T \rightarrow FT'$
	idT'E'\$	id+id*id\$	imprime $F \rightarrow id$
id	T'E'\$	+id*id\$	casa id
id	E'\$	+id*id\$	imprime $T' \rightarrow \epsilon$
id	+TE'\$	+id*id\$	imprime $E' \rightarrow +TE$
id+	TE'\$	id*id\$	casa +
id+	FT'E'\$	id*id\$	imprime $T \rightarrow FT'$
id+	idT'E'\$	id*id\$	imprime $F \rightarrow id$
id+id	T'E'\$	*id\$	casa id



Análise sintática

Entrada: id+id*id

$E \rightarrow TE'$
 $E' \rightarrow +TE' \mid \epsilon$
 $T \rightarrow FT'$
 $T' \rightarrow *FT' \mid \epsilon$
 $F \rightarrow (E) \mid id$

Analizador preditivo sem recursão

Tabela M de análise

Não-terminal	Símbolos de entrada					
	id	+	*	()	\$
E	$E \rightarrow TE'$				$E \rightarrow TE'$	
E'		$E' \rightarrow +TE'$			$E' \rightarrow \epsilon$	$E' \rightarrow \epsilon$
T	$T \rightarrow FT'$				$T \rightarrow FT'$	
T'		$T' \rightarrow \epsilon$	$T' \rightarrow *FT'$		$T' \rightarrow \epsilon$	$T' \rightarrow \epsilon$
F	$F \rightarrow id$				$F \rightarrow (E)$	

Saída: id

Casa-mento	Pilha	Entrada	Ação
	E\$	id+id*id\$	
	TE'\$	id+id*id\$	imprime $E \rightarrow TE'$
	FT'E'\$	id+id*id\$	imprime $T \rightarrow FT'$
	idT'E'\$	id+id*id\$	imprime $F \rightarrow id$
id	T'E'\$	+id*id\$	casa id
id	E'\$	+id*id\$	imprime $T' \rightarrow \epsilon$
id	+TE'\$	+id*id\$	imprime $E' \rightarrow +TE$
id+	TE'\$	id*id\$	casa +
id+	FT'E'\$	id*id\$	imprime $T \rightarrow FT'$
id+	idT'E'\$	id*id\$	imprime $F \rightarrow id$
id+id	T'E'\$	*id\$	casa id

Entrada id + id * id \$

Pilha

id

T'

E'

\$

Algoritmo do analisador preditivo

Saída

Tabela M de análise

Análise sintática

Entrada: id+id*id

$E \rightarrow TE'$
 $E' \rightarrow +TE' \mid \epsilon$
 $T \rightarrow FT'$
 $T' \rightarrow *FT' \mid \epsilon$
 $F \rightarrow (E) \mid id$

Analizador preditivo sem recursão

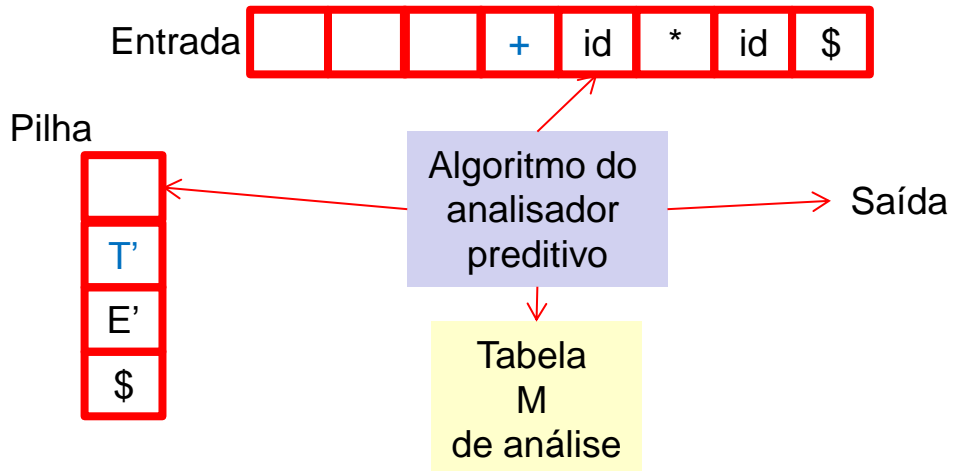
Tabela M de análise

Não-terminal	Símbolos de entrada					
	id	+	*	()	\$
E	$E \rightarrow TE'$			$E \rightarrow TE'$		
E'		$E' \rightarrow +TE'$			$E' \rightarrow \epsilon$	$E' \rightarrow \epsilon$
T	$T \rightarrow FT'$			$T \rightarrow FT'$		
T'		$T' \rightarrow \epsilon$	$T' \rightarrow *FT'$		$T' \rightarrow \epsilon$	$T' \rightarrow \epsilon$
F	$F \rightarrow id$			$F \rightarrow (E)$		

$M[T', +] = T' \rightarrow \epsilon$

Saída: id

Casa-mento	Pilha	Entrada	Ação
	E\$	id+id*id\$	
	TE'\$	id+id*id\$	imprime $E \rightarrow TE'$
	FT'E'\$	id+id*id\$	imprime $T \rightarrow FT'$
	idT'E'\$	id+id*id\$	imprime $F \rightarrow id$
id	T'E'\$	+id*id\$	casa id
id	E'\$	+id*id\$	imprime $T' \rightarrow \epsilon$
id	+TE'\$	+id*id\$	imprime $E' \rightarrow +TE$
id+	TE'\$	id*id\$	casa +
id+	FT'E'\$	id*id\$	imprime $T \rightarrow FT'$
id+	idT'E'\$	id*id\$	imprime $F \rightarrow id$
id+id	T'E'\$	*id\$	casa id



Análise sintática

Entrada: id+id*id

$E \rightarrow TE'$
 $E' \rightarrow +TE' \mid \epsilon$
 $T \rightarrow FT'$
 $T' \rightarrow *FT' \mid \epsilon$
 $F \rightarrow (E) \mid id$

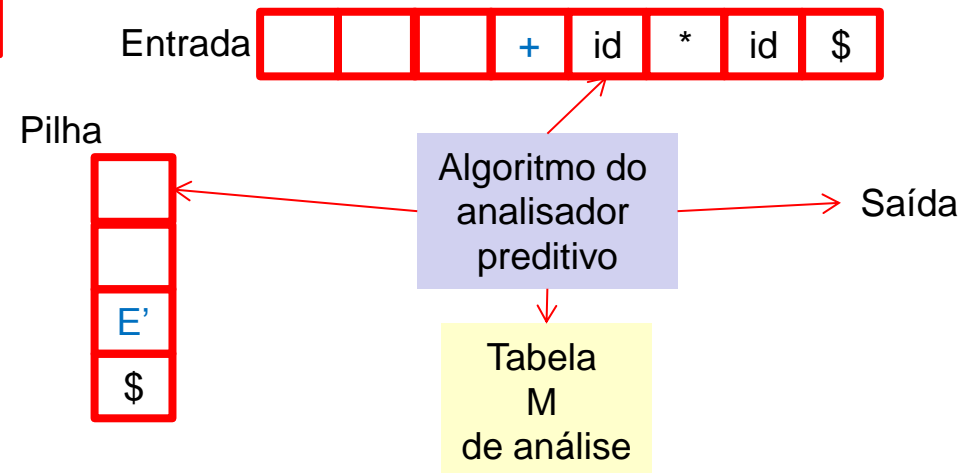
Analizador preditivo sem recursão

Tabela M de análise

Não-terminal	Símbolos de entrada					
	id	+	*	()	\$
E	$E \rightarrow TE'$				$E \rightarrow TE'$	
E'		$E' \rightarrow +TE'$			$E' \rightarrow \epsilon$	$E' \rightarrow \epsilon$
T	$T \rightarrow FT'$				$T \rightarrow FT'$	
T'		$T' \rightarrow \epsilon$	$T' \rightarrow *FT'$		$T' \rightarrow \epsilon$	$T' \rightarrow \epsilon$
F	$F \rightarrow id$				$F \rightarrow (E)$	

$M[E', +] = E' \rightarrow +TE'$ Saída: id

Casa-mento	Pilha	Entrada	Ação
	E\$	id+id*id\$	
	TE'\$	id+id*id\$	imprime $E \rightarrow TE'$
	FT'E'\$	id+id*id\$	imprime $T \rightarrow FT'$
	idT'E'\$	id+id*id\$	imprime $F \rightarrow id$
id	T'E'\$	+id*id\$	casa id
id	E'\$	+id*id\$	imprime $T' \rightarrow \epsilon$
id	+TE'\$	+id*id\$	imprime $E' \rightarrow +TE'$
id+	TE'\$	id*id\$	casa +
id+	FT'E'\$	id*id\$	imprime $T \rightarrow FT'$
id+	idT'E'\$	id*id\$	imprime $F \rightarrow id$
id+id	T'E'\$	*id\$	casa id



Análise sintática

Entrada: id+id*id

$E \rightarrow TE'$
 $E' \rightarrow +TE' \mid \epsilon$
 $T \rightarrow FT'$
 $T' \rightarrow *FT' \mid \epsilon$
 $F \rightarrow (E) \mid id$

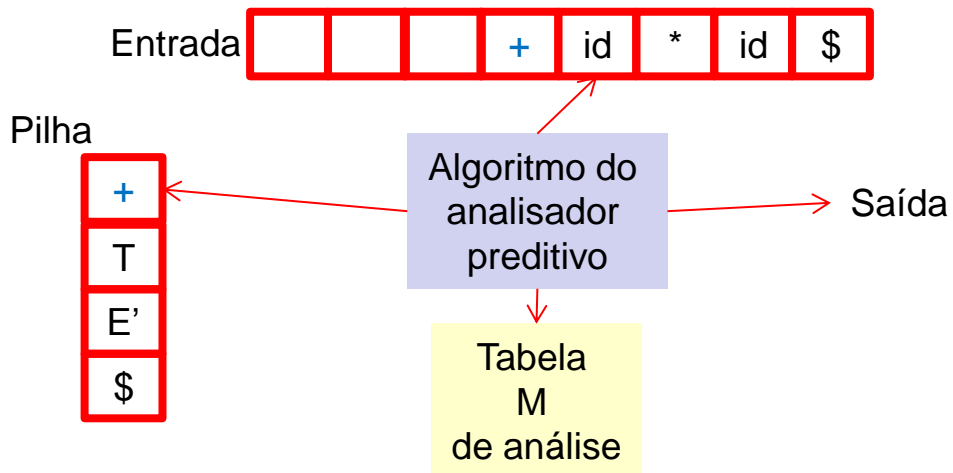
Analizador preditivo sem recursão

Tabela M de análise

Não-terminal	Símbolos de entrada					
	id	+	*	()	\$
E	$E \rightarrow TE'$				$E \rightarrow TE'$	
E'		$E' \rightarrow +TE'$			$E' \rightarrow \epsilon$	$E' \rightarrow \epsilon$
T	$T \rightarrow FT'$				$T \rightarrow FT'$	
T'		$T' \rightarrow \epsilon$	$T' \rightarrow *FT'$		$T' \rightarrow \epsilon$	$T' \rightarrow \epsilon$
F	$F \rightarrow id$				$F \rightarrow (E)$	

Saída: id +

Casa-mento	Pilha	Entrada	Ação
	E\$	id+id*id\$	
	TE'\$	id+id*id\$	imprime $E \rightarrow TE'$
	FT'E'\$	id+id*id\$	imprime $T \rightarrow FT'$
	idT'E'\$	id+id*id\$	imprime $F \rightarrow id$
id	T'E'\$	+id*id\$	casa id
id	E'\$	+id*id\$	imprime $T' \rightarrow \epsilon$
id	+TE'\$	+id*id\$	imprime $E' \rightarrow +TE'$
id+	TE'\$	id*id\$	casa +
id+	FT'E'\$	id*id\$	imprime $T \rightarrow FT'$
id+	idT'E'\$	id*id\$	imprime $F \rightarrow id$
id+id	T'E'\$	*id\$	casa id



Análise sintática

Entrada: id+id*id

$E \rightarrow TE'$
 $E' \rightarrow +TE' \mid \epsilon$
 $T \rightarrow FT'$
 $T' \rightarrow *FT' \mid \epsilon$
 $F \rightarrow (E) \mid id$

Analizador preditivo sem recursão

Tabela M de análise

Não-terminal	Símbolos de entrada					
	id	+	*	()	\$
E	$E \rightarrow TE'$			$E \rightarrow TE'$		
E'		$E' \rightarrow +TE'$			$E' \rightarrow \epsilon$	$E' \rightarrow \epsilon$
T	$T \rightarrow FT'$			$T \rightarrow FT'$		
T'		$T' \rightarrow \epsilon$	$T' \rightarrow *FT'$		$T' \rightarrow \epsilon$	$T' \rightarrow \epsilon$
F	$F \rightarrow id$			$F \rightarrow (E)$		

$M[T, id] = T \rightarrow FT'$

Saída: id +

Casa-mento	Pilha	Entrada	Ação
	E\$	id+id*id\$	
	TE'\$	id+id*id\$	imprime $E \rightarrow TE'$
	FT'E'\$	id+id*id\$	imprime $T \rightarrow FT'$
	idT'E'\$	id+id*id\$	imprime $F \rightarrow id$
id	T'E'\$	+id*id\$	casa id
id	E'\$	+id*id\$	imprime $T' \rightarrow \epsilon$
id	+TE'\$	+id*id\$	imprime $E' \rightarrow +TE$
id+	TE'\$	id*id\$	casa +
id+	FT'E'\$	id*id\$	imprime $T \rightarrow FT'$
id+	idT'E'\$	id*id\$	imprime $F \rightarrow id$
id+id	T'E'\$	*id\$	casa id

Entrada

				id	*	id	\$
--	--	--	--	----	---	----	----

Pilha

T
E'
\$

Algoritmo do analisador preditivo

Saída

Tabela M de análise

Análise sintática

Entrada: id+id*id

$E \rightarrow TE'$
 $E' \rightarrow +TE' \mid \epsilon$
 $T \rightarrow FT'$
 $T' \rightarrow *FT' \mid \epsilon$
 $F \rightarrow (E) \mid id$

Analizador preditivo sem recursão

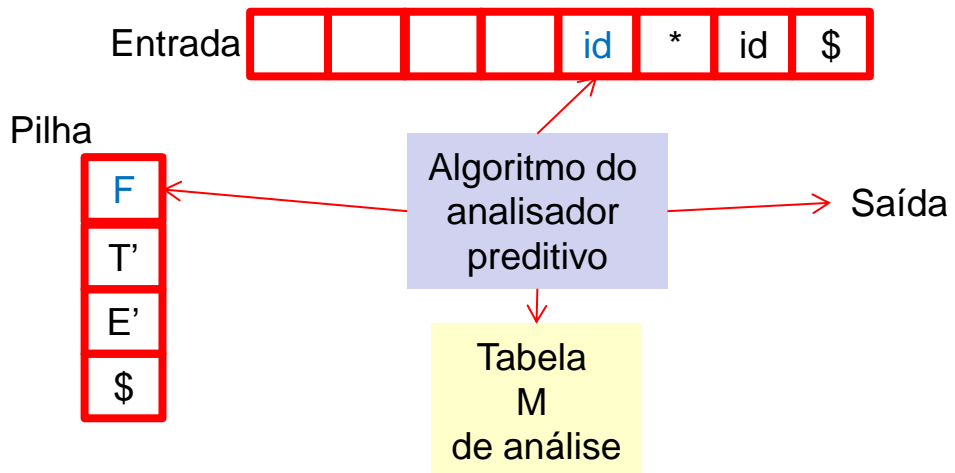
Tabela M de análise

Não-terminal	Símbolos de entrada					
	id	+	*	()	\$
E	$E \rightarrow TE'$				$E \rightarrow TE'$	
E'		$E' \rightarrow +TE'$			$E' \rightarrow \epsilon$	$E' \rightarrow \epsilon$
T	$T \rightarrow FT'$				$T \rightarrow FT'$	
T'		$T' \rightarrow \epsilon$	$T' \rightarrow *FT'$		$T' \rightarrow \epsilon$	$T' \rightarrow \epsilon$
F	$F \rightarrow id$				$F \rightarrow (E)$	

$M[F, id] = F \rightarrow id$

Saída: id +

Casa-mento	Pilha	Entrada	Ação
	E\$	id+id*id\$	
	TE'\$	id+id*id\$	imprime $E \rightarrow TE'$
	FT'E'\$	id+id*id\$	imprime $T \rightarrow FT'$
	idT'E'\$	id+id*id\$	imprime $F \rightarrow id$
id	T'E'\$	+id*id\$	casa id
id	E'\$	+id*id\$	imprime $T' \rightarrow \epsilon$
id	+TE'\$	+id*id\$	imprime $E' \rightarrow +TE$
id+	TE'\$	id*id\$	casa +
id+	FT'E'\$	id*id\$	imprime $T \rightarrow FT'$
id+	idT'E'\$	id*id\$	imprime $F \rightarrow id$
id+id	T'E'\$	*id\$	casa id



Análise sintática

Entrada: id+id*id

$E \rightarrow TE'$
 $E' \rightarrow +TE' \mid \epsilon$
 $T \rightarrow FT'$
 $T' \rightarrow *FT' \mid \epsilon$
 $F \rightarrow (E) \mid id$

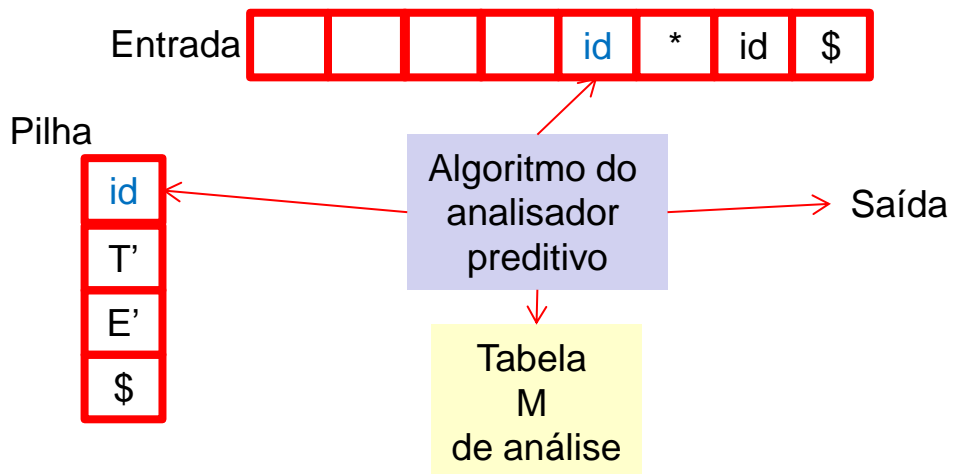
Analizador preditivo sem recursão

Tabela M de análise

Não-terminal	Símbolos de entrada					
	id	+	*	()	\$
E	$E \rightarrow TE'$			$E \rightarrow TE'$		
E'		$E' \rightarrow +TE'$			$E' \rightarrow \epsilon$	$E' \rightarrow \epsilon$
T	$T \rightarrow FT'$			$T \rightarrow FT'$		
T'		$T' \rightarrow \epsilon$	$T' \rightarrow *FT'$		$T' \rightarrow \epsilon$	$T' \rightarrow \epsilon$
F	$F \rightarrow id$			$F \rightarrow (E)$		

Saída: id + id

Casa-mento	Pilha	Entrada	Ação
	E\$	id+id*id\$	
	TE'\$	id+id*id\$	imprime $E \rightarrow TE'$
	FT'E'\$	id+id*id\$	imprime $T \rightarrow FT'$
	idT'E'\$	id+id*id\$	imprime $F \rightarrow id$
id	T'E'\$	+id*id\$	casa id
id	E'\$	+id*id\$	imprime $T' \rightarrow \epsilon$
id	+TE'\$	+id*id\$	imprime $E' \rightarrow +TE$
id+	TE'\$	id*id\$	casa +
id+	FT'E'\$	id*id\$	imprime $T \rightarrow FT'$
id+	idT'E'\$	id*id\$	imprime $F \rightarrow id$
id+id	T'E'\$	*id\$	casa id



Análise sintática

Entrada: id+id*id

$E \rightarrow TE'$
 $E' \rightarrow +TE' \mid \epsilon$
 $T \rightarrow FT'$
 $T' \rightarrow *FT' \mid \epsilon$
 $F \rightarrow (E) \mid id$

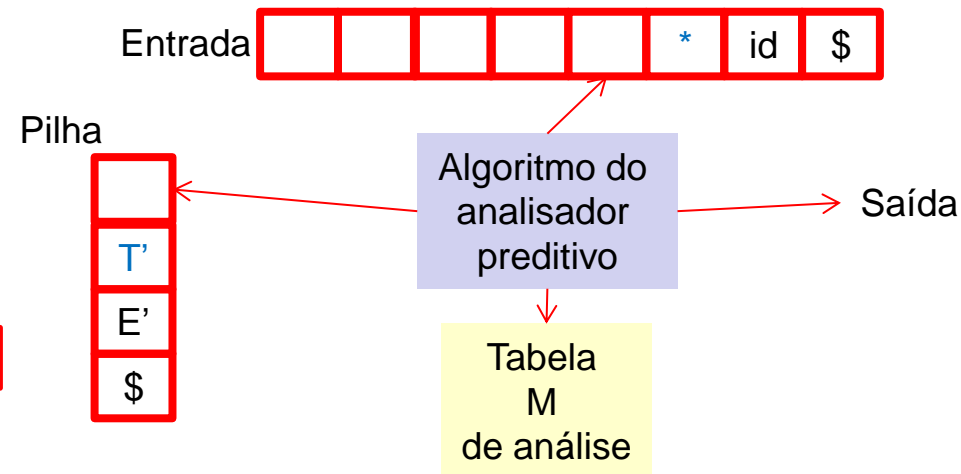
Analizador preditivo sem recursão

Tabela M de análise

Não-terminal	Símbolos de entrada					
	id	+	*	()	\$
E	$E \rightarrow TE'$			$E \rightarrow TE'$		
E'		$E' \rightarrow +TE'$			$E' \rightarrow \epsilon$	$E' \rightarrow \epsilon$
T	$T \rightarrow FT'$			$T \rightarrow FT'$		
T'		$T' \rightarrow \epsilon$	$T' \rightarrow *FT'$		$T' \rightarrow \epsilon$	$T' \rightarrow \epsilon$
F	$F \rightarrow id$			$F \rightarrow (E)$		

$M[T', *] = T' \rightarrow *FT'$ Saída: id + id

Casa-mento	Pilha	Entrada	Ação
	E\$	id+id*id\$	
	TE'\$	id+id*id\$	imprime $E \rightarrow TE'$
	FT'E'\$	id+id*id\$	imprime $T \rightarrow FT'$
	idT'E'\$	id+id*id\$	imprime $F \rightarrow id$
id	T'E'\$	+id*id\$	casa id
id	E'\$	+id*id\$	imprime $T' \rightarrow \epsilon$
id	+TE'\$	+id*id\$	imprime $E' \rightarrow +TE$
id+	TE'\$	id*id\$	casa +
id+	FT'E'\$	id*id\$	imprime $T \rightarrow FT'$
id+	idT'E'\$	id*id\$	imprime $F \rightarrow id$
id+id	T'E'\$	*id\$	casa id



Análise sintática

Entrada: id+id*id

$E \rightarrow TE'$
 $E' \rightarrow +TE' \mid \epsilon$
 $T \rightarrow FT'$
 $T' \rightarrow *FT' \mid \epsilon$
 $F \rightarrow (E) \mid id$

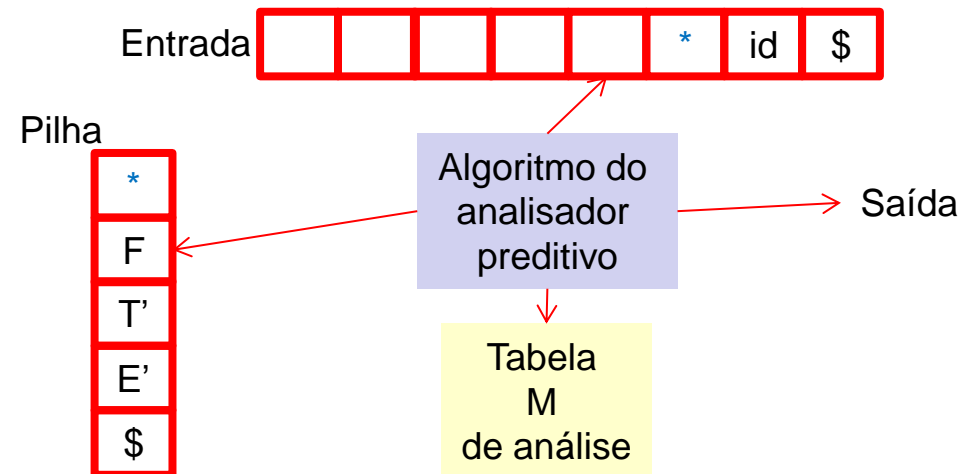
Analizador preditivo sem recursão

Tabela M de análise

Não-terminal	Símbolos de entrada					
	id	+	*	()	\$
E	$E \rightarrow TE'$			$E \rightarrow TE'$		
E'		$E' \rightarrow +TE'$			$E' \rightarrow \epsilon$	$E' \rightarrow \epsilon$
T	$T \rightarrow FT'$			$T \rightarrow FT'$		
T'		$T' \rightarrow \epsilon$	$T' \rightarrow *FT'$		$T' \rightarrow \epsilon$	$T' \rightarrow \epsilon$
F	$F \rightarrow id$			$F \rightarrow (E)$		

Saída: id + id *

Casa-mento	Pilha	En-trada	Ação
id+id	*FT'E'\$	*id\$	imprime $T' \rightarrow *FT'$
id+id*	FT'E'\$	id\$	casa *
id+id*	idT'E'\$	Id\$	imprime $F \rightarrow id$
id+id*id	T'E'\$	\$	casa id
id+id*id	E'\$	\$	imprime $T' \rightarrow \epsilon$
id+id*id	\$	\$	imprime $E' \rightarrow \epsilon$



Análise sintática

Entrada: id+id*id

$E \rightarrow TE'$
 $E' \rightarrow +TE' \mid \epsilon$
 $T \rightarrow FT'$
 $T' \rightarrow *FT' \mid \epsilon$
 $F \rightarrow (E) \mid id$

Analizador preditivo sem recursão

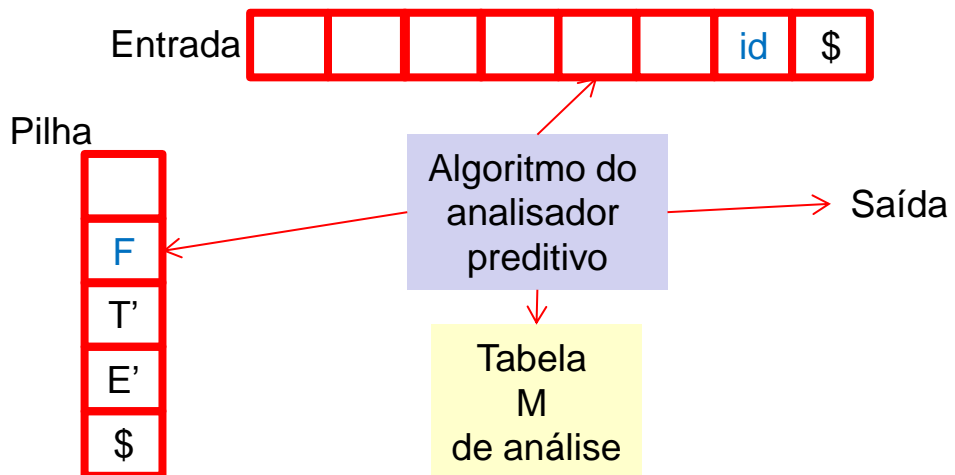
Tabela M de análise

Não-terminal	Símbolos de entrada					
	id	+	*	()	\$
E	$E \rightarrow TE'$				$E \rightarrow TE'$	
E'		$E' \rightarrow +TE'$			$E' \rightarrow \epsilon$	$E' \rightarrow \epsilon$
T	$T \rightarrow FT'$				$T \rightarrow FT'$	
T'		$T' \rightarrow \epsilon$	$T' \rightarrow *FT'$		$T' \rightarrow \epsilon$	$T' \rightarrow \epsilon$
F	$F \rightarrow id$				$F \rightarrow (E)$	

$M[F, id] = F \rightarrow id$

Saída: id + id *

Casa-mento	Pilha	En-trada	Ação
id+id	*FT'E'\$	*id\$	imprime $T' \rightarrow *FT'$
id+id*	FT'E'\$	id\$	casa *
id+id*	idT'E'\$	Id\$	imprime $F \rightarrow id$
id+id*id	T'E'\$	\$	casa id
id+id*id	E'\$	\$	imprime $T' \rightarrow \epsilon$
id+id*id	\$	\$	imprime $E' \rightarrow \epsilon$



Análise sintática

Entrada: id+id*id

$E \rightarrow TE'$
 $E' \rightarrow +TE' \mid \epsilon$
 $T \rightarrow FT'$
 $T' \rightarrow *FT' \mid \epsilon$
 $F \rightarrow (E) \mid id$

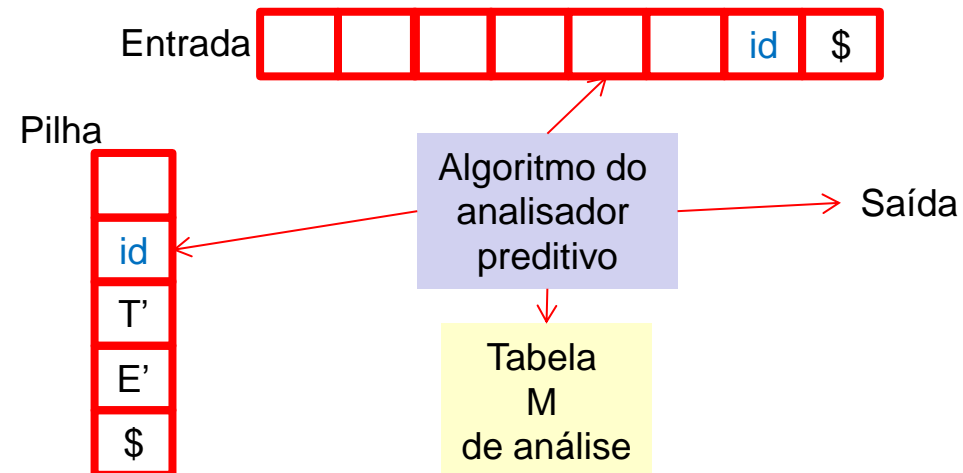
Analizador preditivo sem recursão

Tabela M de análise

Não-terminal	Símbolos de entrada					
	id	+	*	()	\$
E	$E \rightarrow TE'$			$E \rightarrow TE'$		
E'		$E' \rightarrow +TE'$			$E' \rightarrow \epsilon$	$E' \rightarrow \epsilon$
T	$T \rightarrow FT'$			$T \rightarrow FT'$		
T'		$T' \rightarrow \epsilon$	$T' \rightarrow *FT'$		$T' \rightarrow \epsilon$	$T' \rightarrow \epsilon$
F	$F \rightarrow id$			$F \rightarrow (E)$		

Casa-mento	Pilha	En-trada	Ação
id+id	*FT'E'\$	*id\$	imprime $T' \rightarrow *FT'$
id+id*	FT'E'\$	id\$	casa *
id+id*	idT'E'\$	Id\$	imprime $F \rightarrow id$
id+id*id	T'E'\$	\$	casa id
id+id*id	E'\$	\$	imprime $T' \rightarrow \epsilon$
id+id*id	\$	\$	imprime $E' \rightarrow \epsilon$

Saída: id + id * id



Análise sintática

Entrada: id+id*id

$E \rightarrow TE'$
 $E' \rightarrow +TE' \mid \epsilon$
 $T \rightarrow FT'$
 $T' \rightarrow *FT' \mid \epsilon$
 $F \rightarrow (E) \mid id$

Analizador preditivo sem recursão

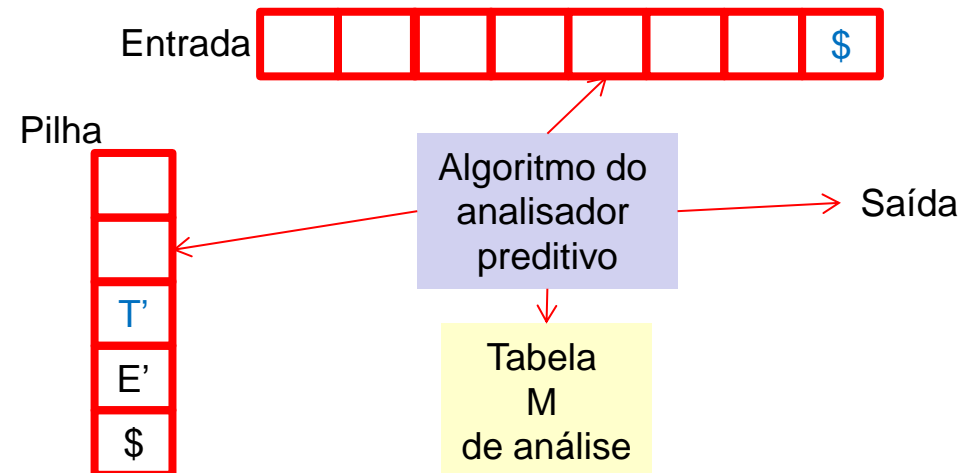
Tabela M de análise

Não-terminal	Símbolos de entrada					
	id	+	*	()	\$
E	$E \rightarrow TE'$			$E \rightarrow TE'$		
E'		$E' \rightarrow +TE'$			$E' \rightarrow \epsilon$	$E' \rightarrow \epsilon$
T	$T \rightarrow FT'$			$T \rightarrow FT'$		
T'		$T' \rightarrow \epsilon$	$T' \rightarrow *FT'$		$T' \rightarrow \epsilon$	$T' \rightarrow \epsilon$
F	$F \rightarrow id$			$F \rightarrow (E)$		

Casa-mento	Pilha	En-trada	Ação
id+id	*FT'E'\$	*id\$	imprime $T' \rightarrow *FT'$
id+id*	FT'E'\$	id\$	casa *
id+id*	idT'E'\$	Id\$	imprime $F \rightarrow id$
id+id*id	T'E'\$	\$	casa id
id+id*id	E'\$	\$	imprime $T' \rightarrow \epsilon$
id+id*id	\$	\$	imprime $E' \rightarrow \epsilon$

$M[T', \$] = T' \rightarrow \epsilon$

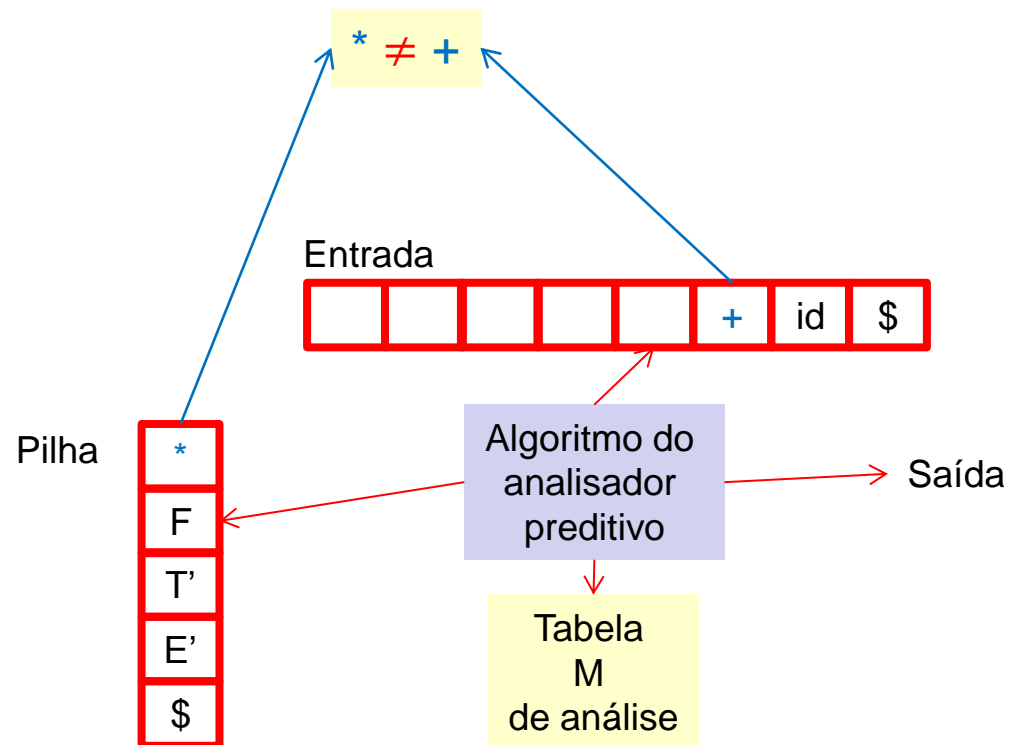
Saída: id + id * id



Análise sintática

Recuperação de erros em analisador sintático preditivo

Erro é detectado durante o reconhecimento preditivo quando o **terminal** no **topo da pilha** **não** casa com o próximo **símbolo de entrada**.



Análise sintática

Recuperação de erros em analisador sintático preditivo

Modo pânico

A recuperação de **erro** no modo pânico baseia-se na ideia de ignorar símbolos da entrada até encontrar um *token* do conjunto de *tokens de sincronismo*.

Sua **eficácia** depende da escolha do conjunto de *tokens* de sincronismo.

Ex.: conjunto de *tokens* produzidos por **FOLLOW** podem ser usados como *tokens de sincronismo*.

Os conjuntos devem ser escolhidos de modo que o analisador se **recupere rapidamente dos erros** que ocorreram na prática.

Análise sintática

Recuperação de erros em analisador sintático preditivo

Modo pânico

Algumas **heurísticas** são descritas a seguir:

1. Inicialmente, inclua todos os símbolos de **FOLLOW(A)** no **conjunto de sincronização** para o não-terminal **A**.

Em caso de **erro**, desempilhe **A** e ignore os *tokens* até que um elemento de **FOLLOW(A)** seja visto.

É provável que a análise possa continuar.

Análise sintática

Recuperação de erros em analisador sintático preditivo

Modo pânico

2. Só o uso de **FOLLOW(A)** como um conjunto de sincronização para **A** pode **não** ser o suficiente para a recuperação de erro.

Por **exemplo**, se os ponto-e-vírgulas terminarem os comandos, como em C, então as palavras chave que iniciam os comandos podem não aparecer no conjunto **FOLLOW** do não-terminal representando expressões.

A ausência de um ponto-e-vírgula após uma atribuição pode, portanto, **fazer com que a palavra chave que inicia o próximo comando seja ignorada.**

```
a = b + c
if a > 0 then ...
```

Análise sintática

Recuperação de erros em analisador sintático preditivo

Modo pânico

2. Continuação...

Frequentemente existe uma estrutura hierárquica nas construções de uma linguagem de programação; por **exemplo**, as **expressões** aparecem dentro de comandos, que aparecem dentro de blocos, e assim por diante.

Podemos então **acrescentar ao conjunto de sincronização** de uma construção de nível inferior os símbolos que iniciam construções de nível superior.

Análise sintática

Recuperação de erros em analisador sintático preditivo

Modo pânico

2. Continuação...

Por **exemplo**, poderíamos adicionar palavras chave que iniciam os comandos da linguagem aos conjuntos de sincronização para os não-terminais que geram expressões.

3. Se incluirmos os símbolos em $FIRST(A)$ no conjunto de sincronização do não-terminal A , então pode ser possível retornar a análise de acordo com A se um símbolo em $FIRST(A)$ aparecer na entrada.

Análise sintática

Recuperação de erros em analisador sintático preditivo

Modo pânico

4. Se um não-terminal gerar uma cadeia vazia, então a produção derivando ε pode ser usada como “default” (padrão).

Isso pode adiar a detecção de erro, mas não faz com que um erro se perca.

Essa técnica reduz o número de não-terminais que precisam ser considerados durante a recuperação de erro.

Análise sintática

Recuperação de erros em analisador sintático preditivo

Modo pânico

5. Se um terminal no topo da pilha **não** puder casar com o terminal da entrada, uma solução simples é **desempilhar o terminal**, emitir uma **mensagem de erro** dizendo que o terminal foi inserido, e **continuar a análise**.

Com efeito, essa abordagem considera o **conj. de sincronização** de um *token* como sendo todos os outros *tokens*.

Análise sintática

Recuperação de erros em analisador sintático preditivo

Modo pânico - **Exemplo**: Usar os símbolos de **FIRST** e **FOLLOW** como *tokens* de sincronização funcionam razoavelmente bem quando as expressões são analisadas de acordo com uma gramática do tipo da usada nos exemplos desta aula.

$$\begin{array}{l} E \rightarrow T E' \\ E' \rightarrow + T E' \mid \varepsilon \\ T \rightarrow F T' \\ T' \rightarrow * F T' \mid \varepsilon \\ F \rightarrow (E) \mid \text{id} \end{array}$$
$$FIRST(F) = FIRST(T) = FIRST(E) = \{ (, \text{id} \}$$
$$FIRST(E') = \{ +, \varepsilon \}$$
$$FIRST(T') = \{ *, \varepsilon \}$$
$$FOLLOW(E) = FOLLOW(E') = \{), \$ \}$$
$$FOLLOW(T) = FOLLOW(T') = \{ +,), \$ \}$$
$$FOLLOW(F) = \{ +, *,), \$ \}.$$

Análise sintática

$E \rightarrow TE'$
 $E' \rightarrow +TE' \mid \varepsilon$
 $T \rightarrow FT'$
 $T' \rightarrow *FT' \mid \varepsilon$
 $F \rightarrow (E) \mid id$

$FIRST(F) = FIRST(T) = FIRST(E) = \{ (, id \}$
 $FIRST(E') = \{ +, \varepsilon \}$
 $FIRST(T') = \{ *, \varepsilon \}$
 $FOLLOW(E) = FOLLOW(E') = \{), \$ \}$
 $FOLLOW(T) = FOLLOW(T') = \{ +,), \$ \}$
 $FOLLOW(F) = \{ +, *,), \$ \}$.

Recuperação de erros em analisador sintático preditivo

Entrada: id+id*id

A tabela de análise para esta gramática...

Não-terminal	Símbolos de entrada					
	id	+	*	()	\$
E	$E \rightarrow TE'$			$E \rightarrow TE'$		
E'		$E' \rightarrow +TE'$			$E' \rightarrow \varepsilon$	$E' \rightarrow \varepsilon$
T	$T \rightarrow FT'$			$T \rightarrow FT'$		
T'		$T' \rightarrow \varepsilon$	$T' \rightarrow *FT'$		$T' \rightarrow \varepsilon$	$T' \rightarrow \varepsilon$
F	$F \rightarrow id$			$F \rightarrow (E)$		

Análise sintática

$E \rightarrow TE'$
 $E' \rightarrow +TE' \mid \varepsilon$
 $T \rightarrow FT'$
 $T' \rightarrow *FT' \mid \varepsilon$
 $F \rightarrow (E) \mid id$

$FIRST(F) = FIRST(T) = FIRST(E) = \{(, id\}$
 $FIRST(E') = \{+, \varepsilon\}$
 $FIRST(T') = \{*, \varepsilon\}$
 $FOLLOW(E) = FOLLOW(E') = \{), \$\}$
 $FOLLOW(T) = FOLLOW(T') = \{+,), \$\}$
 $FOLLOW(F) = \{+, *,), \$\}$.

Recuperação de erros em analisador sintático preditivo

Entrada: id+id*id

... pode ser reescrita com “*synch*” indicando os *tokens* de sincronização obtido do conjunto FOLLOW do não-terminal em questão.

$FOLLOW(E) = FOLLOW(E') = \{), \$\}$
 $FOLLOW(T) = FOLLOW(T') = \{+,), \$\}$
 $FOLLOW(F) = \{+, *,), \$\}$.

Não-terminal	Símbolos de entrada					
	id	+	*	()	\$
E	$E \rightarrow TE'$			$E \rightarrow TE'$	<i>synch</i>	<i>synch</i>
E'		$E' \rightarrow +TE'$			$E' \rightarrow \varepsilon$	$E' \rightarrow \varepsilon$
T	$T \rightarrow FT'$	<i>synch</i>		$T \rightarrow FT'$	<i>synch</i>	<i>synch</i>
T'		$T' \rightarrow \varepsilon$	$T' \rightarrow *FT'$		$T' \rightarrow \varepsilon$	$T' \rightarrow \varepsilon$
F	$F \rightarrow id$	<i>synch</i>	<i>synch</i>	$F \rightarrow (E)$	<i>synch</i>	<i>synch</i>

Análise sintática

$E \rightarrow TE'$
 $E' \rightarrow +TE' \mid \varepsilon$
 $T \rightarrow FT'$
 $T' \rightarrow *FT' \mid \varepsilon$
 $F \rightarrow (E) \mid id$

$FIRST(F) = FIRST(T) = FIRST(E) = \{(, id\}$
 $FIRST(E') = \{+, \varepsilon\}$
 $FIRST(T') = \{*, \varepsilon\}$
 $FOLLOW(E) = FOLLOW(E') = \{), \$\}$
 $FOLLOW(T) = FOLLOW(T') = \{+,), \$\}$
 $FOLLOW(F) = \{+, *,), \$\}$.

Recuperação de erros em analisador sintático preditivo

Entrada: id+id*id

Não-terminal	Símbolos de entrada					
	id	+	*	()	\$
E	$E \rightarrow TE'$			$E \rightarrow TE'$	synch	synch
E'		$E' \rightarrow +TE'$			$E' \rightarrow \varepsilon$	$E' \rightarrow \varepsilon$
T	$T \rightarrow FT'$	synch		$T \rightarrow FT'$	synch	synch
T'		$T' \rightarrow \varepsilon$	$T' \rightarrow *FT'$		$T' \rightarrow \varepsilon$	$T' \rightarrow \varepsilon$
F	$F \rightarrow id$	synch	synch	$F \rightarrow (E)$	synch	synch

Se o analisador sintático olhar a entrada $M[A, a]$ e descobrir que ela está em branco, então o símbolo a da entrada é ignorado.

Se a entrada é “synch”, então o não-terminal do topo da pilha é desempilhado na tentativa de retomar a análise.

Se um *token* no topo da pilha não casa com o símbolo da entrada, então desempilhamos o *token* da pilha, conforme mencionado anteriormente

Análise sintática

$E \rightarrow TE'$
 $E' \rightarrow +TE' \mid \epsilon$
 $T \rightarrow FT'$
 $T' \rightarrow *FT' \mid \epsilon$
 $F \rightarrow (E) \mid id$

$FIRST(F) = FIRST(T) = FIRST(E) = \{(, id)$
 $FIRST(E') = \{+, \epsilon\}$
 $FIRST(T') = \{*, \epsilon\}$
 $FOLLOW(E) = FOLLOW(E') = \{), \$\}$
 $FOLLOW(T) = FOLLOW(T') = \{+,), \$\}$
 $FOLLOW(F) = \{+, *,), \$\}$.

Recuperação de erros em analisador sintático preditivo

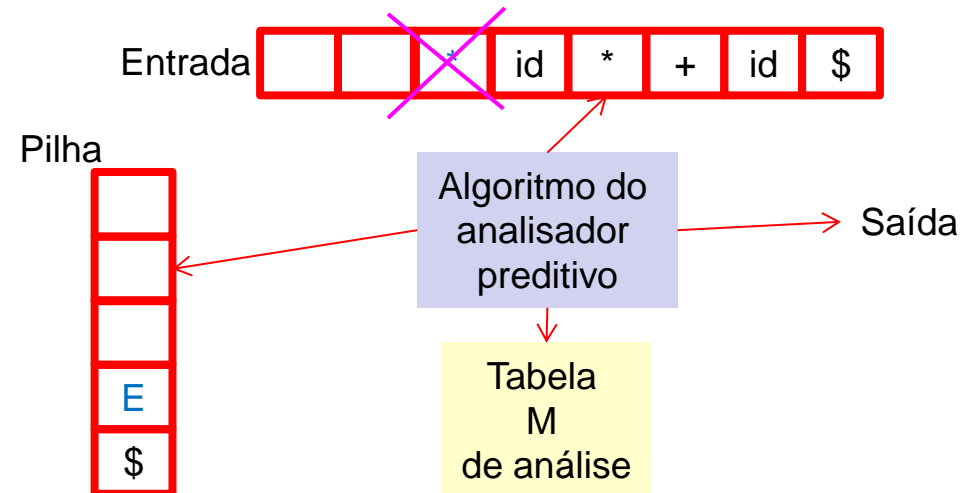
Entrada: *id*+id

Pilha	Entrada	Comentário
E\$	* id*+id\$	erro, pula *
E\$	id*+id\$	id está em $FIRST(E)$
TE'\$	id*+id\$	
FT'E'\$	id*+id\$	
id T'E'\$	id*+id\$	
T'E'\$	*+id\$	
* FT'E'\$	*+id\$	
FT'E'\$	+id\$	erro, $M[F,+] = synch$
T'E'\$	+id\$	F foi desempilhado
E'\$	+id\$	
+ TE'\$	+id\$	

Não-terminal	Símbolos de entrada					
	id	+	*	()	\$
E	$E \rightarrow TE'$				$E \rightarrow TE'$	$synch$
E'		$E' \rightarrow +TE'$			$E' \rightarrow \epsilon$	$E' \rightarrow \epsilon$
T	$T \rightarrow FT'$	$synch$			$T \rightarrow FT'$	$synch$
T'		$T' \rightarrow \epsilon$	$T' \rightarrow *FT'$		$T' \rightarrow \epsilon$	$T' \rightarrow \epsilon$
F	$F \rightarrow id$	$synch$	$synch$		$F \rightarrow (E)$	$synch$

$M[E, *] =$

Saída:



Análise sintática

$E \rightarrow TE'$
 $E' \rightarrow +TE' \mid \epsilon$
 $T \rightarrow FT'$
 $T' \rightarrow *FT' \mid \epsilon$
 $F \rightarrow (E) \mid id$

$FIRST(F) = FIRST(T) = FIRST(E) = \{(, id\}$
 $FIRST(E') = \{+, \epsilon\}$
 $FIRST(T') = \{*, \epsilon\}$
 $FOLLOW(E) = FOLLOW(E') = \{), \$\}$
 $FOLLOW(T) = FOLLOW(T') = \{+,), \$\}$
 $FOLLOW(F) = \{+, *,), \$\}$.

Recuperação de erros em analisador sintático preditivo

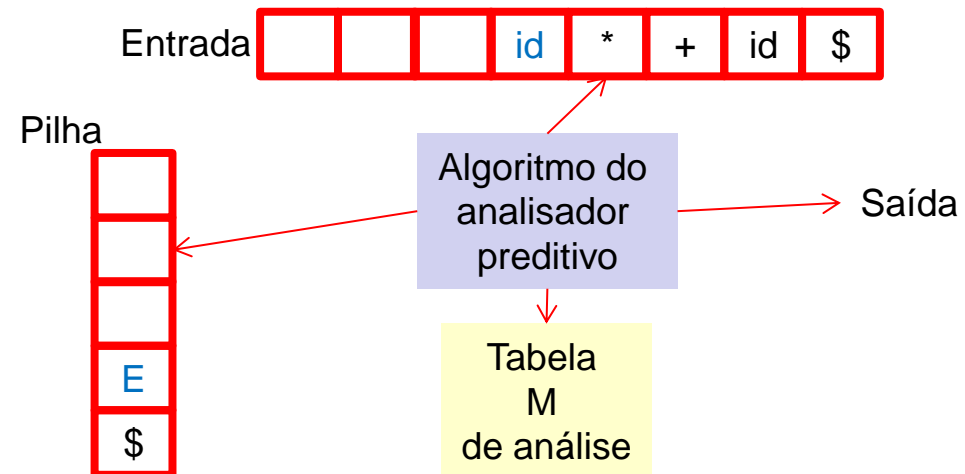
Entrada: *id*+id

Pilha	Entrada	Comentário
E\$	* id*+id\$	erro, pula *
E\$	id*+id\$	id está em $FIRST(E)$
TE'\$	id*+id\$	
FT'E'\$	id*+id\$	
id T'E'\$	id*+id\$	
T'E'\$	*+id\$	
* FT'E'\$	*+id\$	
FT'E'\$	+id\$	erro, $M[F,+]$ = synch
T'E'\$	+id\$	F foi desempilhado
E'\$	+id\$	
+ TE'\$	+id\$	

Não-terminal	Símbolos de entrada					
	id	+	*	()	\$
E	$E \rightarrow TE'$				$E \rightarrow TE'$	synch
E'		$E' \rightarrow +TE'$			$E' \rightarrow \epsilon$	$E' \rightarrow \epsilon$
T	$T \rightarrow FT'$	synch			$T \rightarrow FT'$	synch
T'		$T' \rightarrow \epsilon$	$T' \rightarrow *FT'$		$T' \rightarrow \epsilon$	$T' \rightarrow \epsilon$
F	$F \rightarrow id$	synch	synch		$F \rightarrow (E)$	synch

$M[E, id] = E \rightarrow TE'$

Saída:



Análise sintática

$E \rightarrow TE'$
 $E' \rightarrow +TE' \mid \epsilon$
 $T \rightarrow FT'$
 $T' \rightarrow *FT' \mid \epsilon$
 $F \rightarrow (E) \mid id$

$FIRST(F) = FIRST(T) = FIRST(E) = \{(, id\}$
 $FIRST(E') = \{+, \epsilon\}$
 $FIRST(T') = \{*, \epsilon\}$
 $FOLLOW(E) = FOLLOW(E') = \{), \$\}$
 $FOLLOW(T) = FOLLOW(T') = \{+,), \$\}$
 $FOLLOW(F) = \{+, *,), \$\}$.

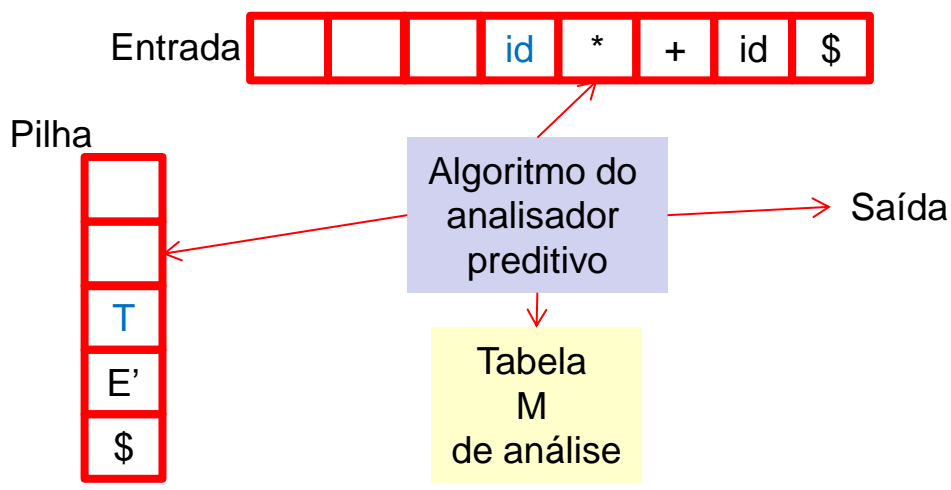
Recuperação de erros em analisador sintático preditivo

Entrada: *id*+id

Pilha	Entrada	Comentário
E\$	* id*+id\$	erro, pula *
E\$	id*+id\$	id está em $FIRST(E)$
TE'\$	id*+id\$	
FT'E'\$	id*+id\$	
id T'E'\$	id*+id\$	
T'E'\$	*+id\$	
* FT'E'\$	*+id\$	
FT'E'\$	+id\$	erro, $M[F,+] = synch$
T'E'\$	+id\$	F foi desempilhado
E'\$	+id\$	
+ TE'\$	+id\$	

Não-terminal	Símbolos de entrada						
	id	+	*	()	\$	
E	$E \rightarrow TE'$				$E \rightarrow TE'$	$synch$	$synch$
E'		$E' \rightarrow +TE'$			$E' \rightarrow \epsilon$	$E' \rightarrow \epsilon$	$E' \rightarrow \epsilon$
T	$T \rightarrow FT'$	$synch$			$T \rightarrow FT'$	$synch$	$synch$
T'		$T' \rightarrow \epsilon$	$T' \rightarrow *FT'$		$T' \rightarrow \epsilon$	$T' \rightarrow \epsilon$	$T' \rightarrow \epsilon$
F	$F \rightarrow id$	$synch$	$synch$		$F \rightarrow (E)$	$synch$	$synch$

$M[T, id] = T \rightarrow FT'$ Saída:



Análise sintática

E	→	TE'
E'	→	+TE' ε
T	→	FT'
T'	→	*FT' ε
F	→	(E) id

FIRST(F) = FIRST(T) = FIRST(E) = {(, id}
FIRST(E') = {+, ε}
FIRST(T') = {*, ε}
FOLLOW(E) = FOLLOW(E') = {), \$}
FOLLOW(T) = FOLLOW(T') = {+,), \$}
FOLLOW(F) = {+, *,), \$}

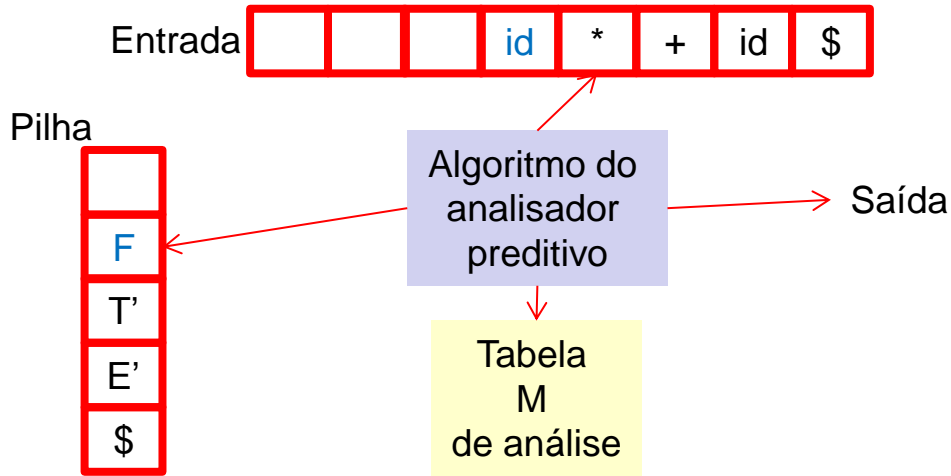
Recuperação de erros em analisador sintático preditivo

Entrada: *id*+id

Pilha	Entrada	Comentário
E\$	* id*+id\$	erro, pula *
E\$	id*+id\$	id está em FIRST(E)
TE'\$	id*+id\$	
FT'E'\$	id*+id\$	
id T'E'\$	id*+id\$	
T'E'\$	*+id\$	
* FT'E'\$	*+id\$	
FT'E'\$	+id\$	erro, M[F,+] = synch
T'E'\$	+id\$	F foi desempilhado
E'\$	+id\$	
+ TE'\$	+id\$	

Não-terminal	Símbolos de entrada					
	id	+	*	()	\$
E	E → TE'			E → TE'	synch	synch
E'		E' → +TE'			E' → ε	E' → ε
T	T → FT'	synch		T → FT'	synch	synch
T'		T' → ε	T' → *FT'		T' → ε	T' → ε
F	F → id	synch	synch	F → (E)	synch	synch

M[F, id] = F → id Saída: id



Análise sintática

$E \rightarrow TE'$
 $E' \rightarrow +TE' \mid \epsilon$
 $T \rightarrow FT'$
 $T' \rightarrow *FT' \mid \epsilon$
 $F \rightarrow (E) \mid id$

$FIRST(F) = FIRST(T) = FIRST(E) = \{(, id)$
 $FIRST(E') = \{+, \epsilon\}$
 $FIRST(T') = \{*, \epsilon\}$
 $FOLLOW(E) = FOLLOW(E') = \{), \$\}$
 $FOLLOW(T) = FOLLOW(T') = \{+,), \$\}$
 $FOLLOW(F) = \{+, *,), \$\}$.

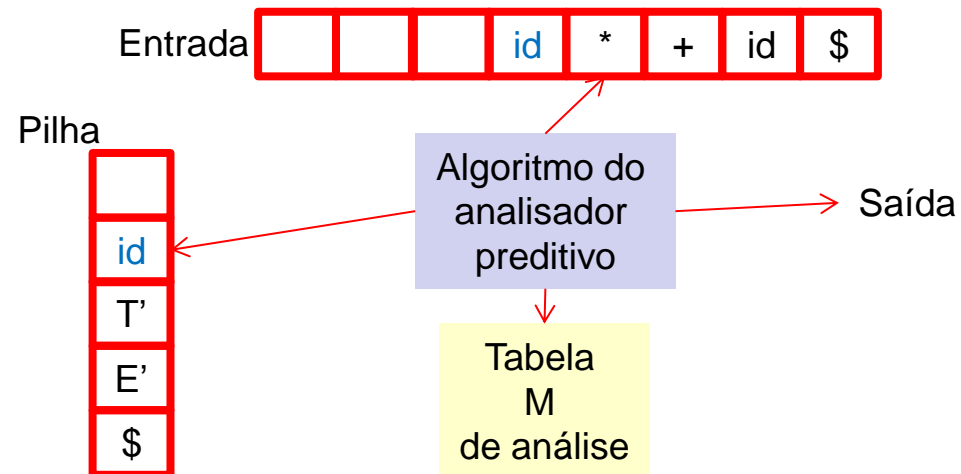
Recuperação de erros em analisador sintático preditivo

Entrada: *id*+id

Pilha	Entrada	Comentário
E\$	* id*+id\$	erro, pula *
E\$	id*+id\$	id está em $FIRST(E)$
TE'\$	id*+id\$	
FT'E'\$	id*+id\$	
id T'E'\$	id*+id\$	
T'E'\$	*+id\$	
* FT'E'\$	*+id\$	
FT'E'\$	+id\$	erro, $M[F,+] = synch$
T'E'\$	+id\$	F foi desempilhado
E'\$	+id\$	
+ TE'\$	+id\$	

Não-terminal	Símbolos de entrada					
	id	+	*	()	\$
E	$E \rightarrow TE'$				$E \rightarrow TE'$	$synch$
E'		$E' \rightarrow +TE'$			$E' \rightarrow \epsilon$	$E' \rightarrow \epsilon$
T	$T \rightarrow FT'$	$synch$			$T \rightarrow FT'$	$synch$
T'		$T' \rightarrow \epsilon$	$T' \rightarrow *FT'$		$T' \rightarrow \epsilon$	$T' \rightarrow \epsilon$
F	$F \rightarrow id$	$synch$	$synch$		$F \rightarrow (E)$	$synch$

Saída: id



Análise sintática

$E \rightarrow TE'$
 $E' \rightarrow +TE' \mid \epsilon$
 $T \rightarrow FT'$
 $T' \rightarrow *FT' \mid \epsilon$
 $F \rightarrow (E) \mid id$

$FIRST(F) = FIRST(T) = FIRST(E) = \{(, id\}$
 $FIRST(E') = \{+, \epsilon\}$
 $FIRST(T') = \{*, \epsilon\}$
 $FOLLOW(E) = FOLLOW(E') = \{), \$\}$
 $FOLLOW(T) = FOLLOW(T') = \{+,), \$\}$
 $FOLLOW(F) = \{+, *,), \$\}$.

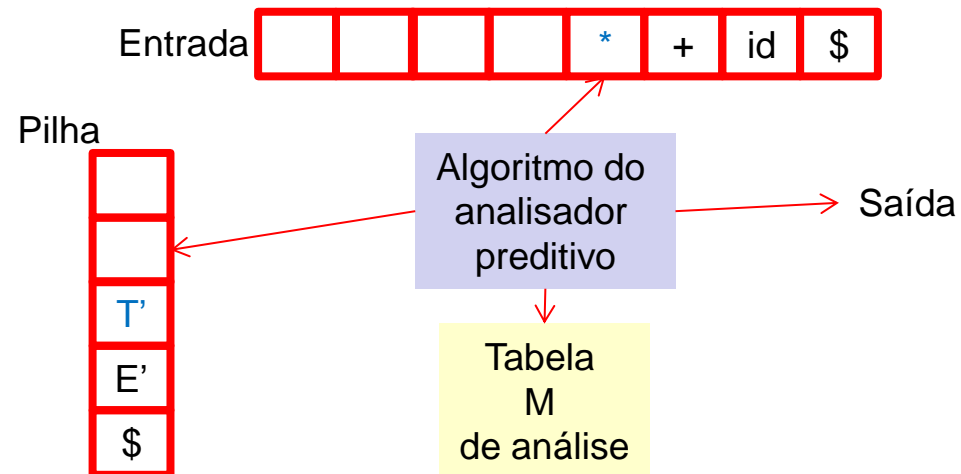
Recuperação de erros em analisador sintático preditivo

Entrada: *id*+id

Pilha	Entrada	Comentário
E\$	* id*+id\$	erro, pula *
E\$	id*+id\$	id está em $FIRST(E)$
TE'\$	id*+id\$	
FT'E'\$	id*+id\$	
id T'E'\$	id*+id\$	
T'E'\$	*+id\$	
* FT'E'\$	*+id\$	
FT'E'\$	+id\$	erro, $M[F,+] = synch$
T'E'\$	+id\$	F foi desempilhado
E'\$	+id\$	
+ TE'\$	+id\$	

Não-terminal	Símbolos de entrada					
	id	+	*	()	\$
E	$E \rightarrow TE'$			$E \rightarrow TE'$	$synch$	$synch$
E'		$E' \rightarrow +TE'$			$E' \rightarrow \epsilon$	$E' \rightarrow \epsilon$
T	$T \rightarrow FT'$	$synch$		$T \rightarrow FT'$	$synch$	$synch$
T'		$T' \rightarrow \epsilon$	$T' \rightarrow *FT'$		$T' \rightarrow \epsilon$	$T' \rightarrow \epsilon$
F	$F \rightarrow id$	$synch$	$synch$	$F \rightarrow (E)$	$synch$	$synch$

$M[T', *] = T' \rightarrow *FT'$ Saída: id



Análise sintática

$E \rightarrow TE'$
 $E' \rightarrow +TE' \mid \epsilon$
 $T \rightarrow FT'$
 $T' \rightarrow *FT' \mid \epsilon$
 $F \rightarrow (E) \mid id$

$FIRST(F) = FIRST(T) = FIRST(E) = \{(, id)$
 $FIRST(E') = \{+, \epsilon\}$
 $FIRST(T') = \{*, \epsilon\}$
 $FOLLOW(E) = FOLLOW(E') = \{), \$\}$
 $FOLLOW(T) = FOLLOW(T') = \{+,), \$\}$
 $FOLLOW(F) = \{+, *,), \$\}$.

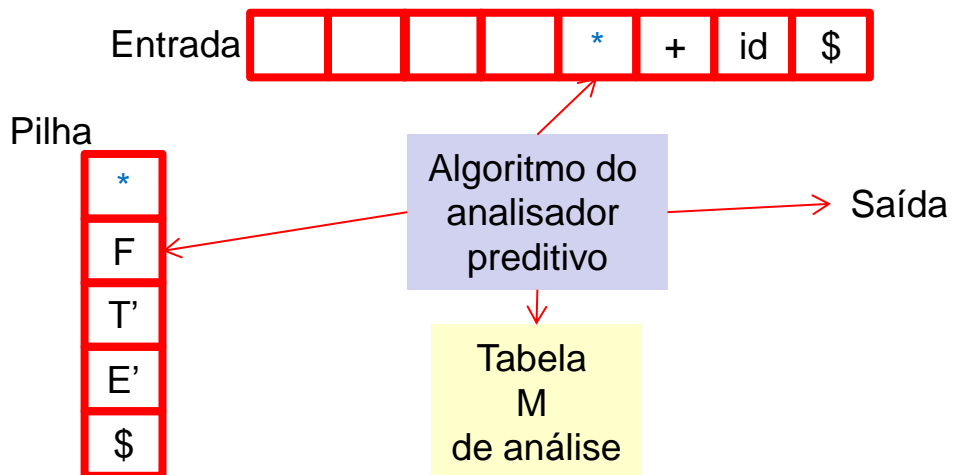
Recuperação de erros em analisador sintático preditivo

Entrada: *id*+id

Pilha	Entrada	Comentário
E\$	* id*+id\$	erro, pula *
E\$	id*+id\$	id está em $FIRST(E)$
TE'\$	id*+id\$	
FT'E'\$	id*+id\$	
id T'E'\$	id*+id\$	
T'E'\$	*+id\$	
* FT'E'\$	*+id\$	
FT'E'\$	+id\$	erro, $M[F,+] = synch$
T'E'\$	+id\$	F foi desempilhado
E'\$	+id\$	
+ TE'\$	+id\$	

Não-terminal	Símbolos de entrada					
	id	+	*	()	\$
E	$E \rightarrow TE'$				$E \rightarrow TE'$	$synch$
E'		$E' \rightarrow +TE'$			$E' \rightarrow \epsilon$	$E' \rightarrow \epsilon$
T	$T \rightarrow FT'$	$synch$			$T \rightarrow FT'$	$synch$
T'		$T' \rightarrow \epsilon$	$T' \rightarrow *FT'$		$T' \rightarrow \epsilon$	$T' \rightarrow \epsilon$
F	$F \rightarrow id$	$synch$	$synch$		$F \rightarrow (E)$	$synch$

Saída: id *



Análise sintática

$E \rightarrow TE'$
 $E' \rightarrow +TE' \mid \epsilon$
 $T \rightarrow FT'$
 $T' \rightarrow *FT' \mid \epsilon$
 $F \rightarrow (E) \mid id$

$FIRST(F) = FIRST(T) = FIRST(E) = \{(, id\}$
 $FIRST(E') = \{+, \epsilon\}$
 $FIRST(T') = \{*, \epsilon\}$
 $FOLLOW(E) = FOLLOW(E') = \{), \$\}$
 $FOLLOW(T) = FOLLOW(T') = \{+,), \$\}$
 $FOLLOW(F) = \{+, *,), \$\}$.

Recuperação de erros em analisador sintático preditivo

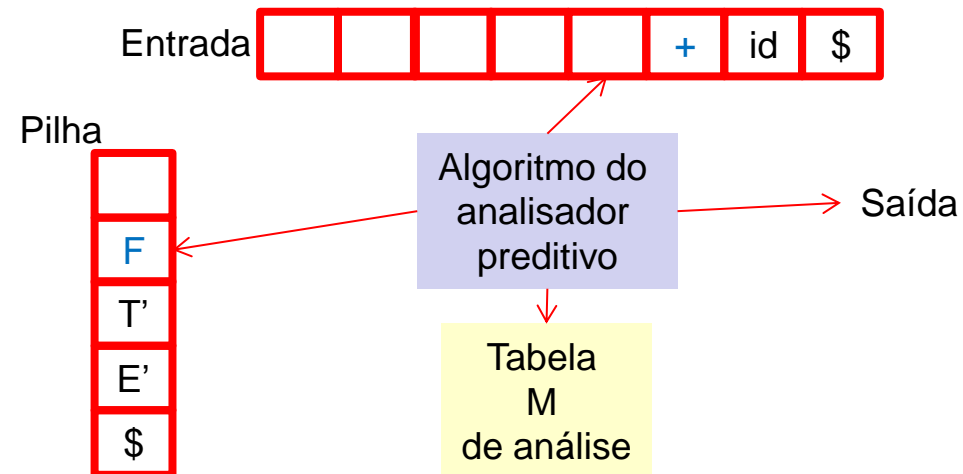
Entrada: *id*+id

Pilha	Entrada	Comentário
E\$	* id*+id\$	erro, pula *
E\$	id*+id\$	id está em $FIRST(E)$
TE'\$	id*+id\$	
FT'E'\$	id*+id\$	
id T'E'\$	id*+id\$	
T'E'\$	*+id\$	
* FT'E'\$	*+id\$	
FT'E'\$	+id\$	erro, $M[F,+] = synch$
T'E'\$	+id\$	F foi desempilhado
E'\$	+id\$	
+ TE'\$	+id\$	

Não-terminal	Símbolos de entrada						
	id	+	*	()	\$	
E	$E \rightarrow TE'$				$E \rightarrow TE'$	<i>synch</i>	<i>synch</i>
E'		$E' \rightarrow +TE'$			$E' \rightarrow \epsilon$	$E' \rightarrow \epsilon$	$E' \rightarrow \epsilon$
T	$T \rightarrow FT'$	<i>synch</i>			$T \rightarrow FT'$	<i>synch</i>	<i>synch</i>
T'		$T' \rightarrow \epsilon$	$T' \rightarrow *FT'$		$T' \rightarrow \epsilon$	$T' \rightarrow \epsilon$	$T' \rightarrow \epsilon$
F	$F \rightarrow id$	<i>synch</i>	<i>synch</i>		$F \rightarrow (E)$	<i>synch</i>	<i>synch</i>

$M[F, +] = synch$

Saída: id *



Análise sintática

$E \rightarrow TE'$
 $E' \rightarrow +TE' \mid \epsilon$
 $T \rightarrow FT'$
 $T' \rightarrow *FT' \mid \epsilon$
 $F \rightarrow (E) \mid id$

$FIRST(F) = FIRST(T) = FIRST(E) = \{(, id\}$
 $FIRST(E') = \{+, \epsilon\}$
 $FIRST(T') = \{*, \epsilon\}$
 $FOLLOW(E) = FOLLOW(E') = \{), \$\}$
 $FOLLOW(T) = FOLLOW(T') = \{+,), \$\}$
 $FOLLOW(F) = \{+, *,), \$\}$.

Recuperação de erros em analisador sintático preditivo

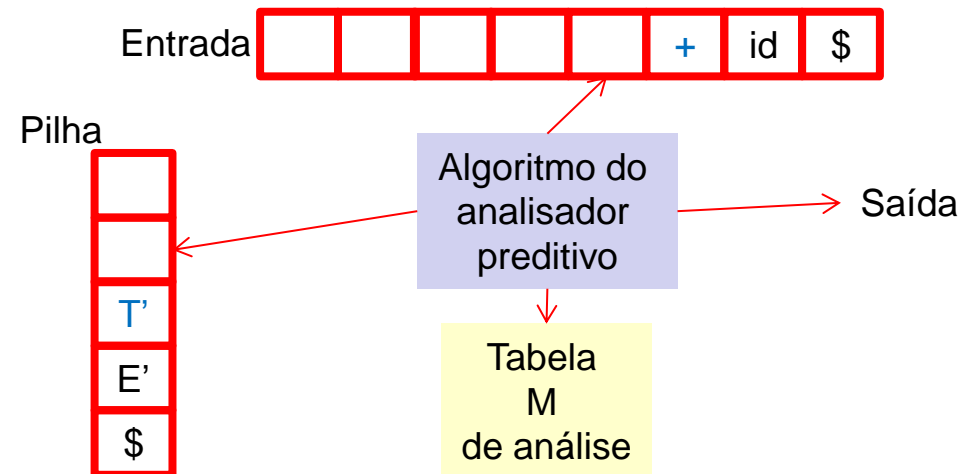
Entrada: *id*+id

Pilha	Entrada	Comentário
E\$	* id*+id\$	erro, pula *
E\$	id*+id\$	id está em $FIRST(E)$
TE'\$	id*+id\$	
FT'E'\$	id*+id\$	
id T'E'\$	id*+id\$	
T'E'\$	*+id\$	
* FT'E'\$	*+id\$	
FT'E'\$	+id\$	erro, $M[F,+] = synch$
T'E'\$	+id\$	F foi desempilhado
E'\$	+id\$	
+ TE'\$	+id\$	

Não-terminal	Símbolos de entrada					
	id	+	*	()	\$
E	$E \rightarrow TE'$				$E \rightarrow TE'$	$synch$
E'		$E' \rightarrow +TE'$			$E' \rightarrow \epsilon$	$E' \rightarrow \epsilon$
T	$T \rightarrow FT'$	$synch$			$T \rightarrow FT'$	$synch$
T'		$T' \rightarrow \epsilon$	$T' \rightarrow *FT'$		$T' \rightarrow \epsilon$	$T' \rightarrow \epsilon$
F	$F \rightarrow id$	$synch$	$synch$		$F \rightarrow (E)$	$synch$

$M[T', +] = T' \rightarrow \epsilon$

Saída: id *



Análise sintática

$E \rightarrow TE'$
 $E' \rightarrow +TE' \mid \epsilon$
 $T \rightarrow FT'$
 $T' \rightarrow *FT' \mid \epsilon$
 $F \rightarrow (E) \mid id$

$FIRST(F) = FIRST(T) = FIRST(E) = \{(, id\}$
 $FIRST(E') = \{+, \epsilon\}$
 $FIRST(T') = \{*, \epsilon\}$
 $FOLLOW(E) = FOLLOW(E') = \{), \$\}$
 $FOLLOW(T) = FOLLOW(T') = \{+,), \$\}$
 $FOLLOW(F) = \{+, *,), \$\}$.

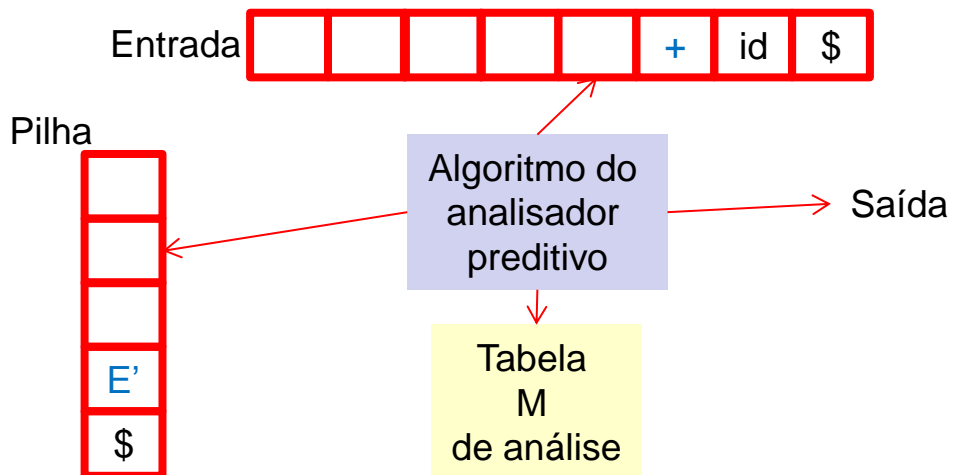
Recuperação de erros em analisador sintático preditivo

Entrada: *id*+id

Pilha	Entrada	Comentário
E\$	* id*+id\$	erro, pula *
E\$	id*+id\$	id está em $FIRST(E)$
TE'\$	id*+id\$	
FT'E'\$	id*+id\$	
id T'E'\$	id*+id\$	
T'E'\$	*+id\$	
* FT'E'\$	*+id\$	
FT'E'\$	+id\$	erro, $M[F,+] = synch$
T'E'\$	+id\$	F foi desempilhado
E'\$	+id\$	
+ TE'\$	+id\$	

Não-terminal	Símbolos de entrada					
	id	+	*	()	\$
E	$E \rightarrow TE'$				$E \rightarrow TE'$	$synch$
E'		$E' \rightarrow +TE'$			$E' \rightarrow \epsilon$	$E' \rightarrow \epsilon$
T	$T \rightarrow FT'$	$synch$			$T \rightarrow FT'$	$synch$
T'		$T' \rightarrow \epsilon$	$T' \rightarrow *FT'$		$T' \rightarrow \epsilon$	$T' \rightarrow \epsilon$
F	$F \rightarrow id$	$synch$	$synch$		$F \rightarrow (E)$	$synch$

$M[E', +] = E' \rightarrow +TE'$ Saída: id *



Análise sintática

$E \rightarrow TE'$
 $E' \rightarrow +TE' \mid \epsilon$
 $T \rightarrow FT'$
 $T' \rightarrow *FT' \mid \epsilon$
 $F \rightarrow (E) \mid id$

$FIRST(F) = FIRST(T) = FIRST(E) = \{(, id\}$
 $FIRST(E') = \{+, \epsilon\}$
 $FIRST(T') = \{*, \epsilon\}$
 $FOLLOW(E) = FOLLOW(E') = \{), \$\}$
 $FOLLOW(T) = FOLLOW(T') = \{+,), \$\}$
 $FOLLOW(F) = \{+, *,), \$\}$.

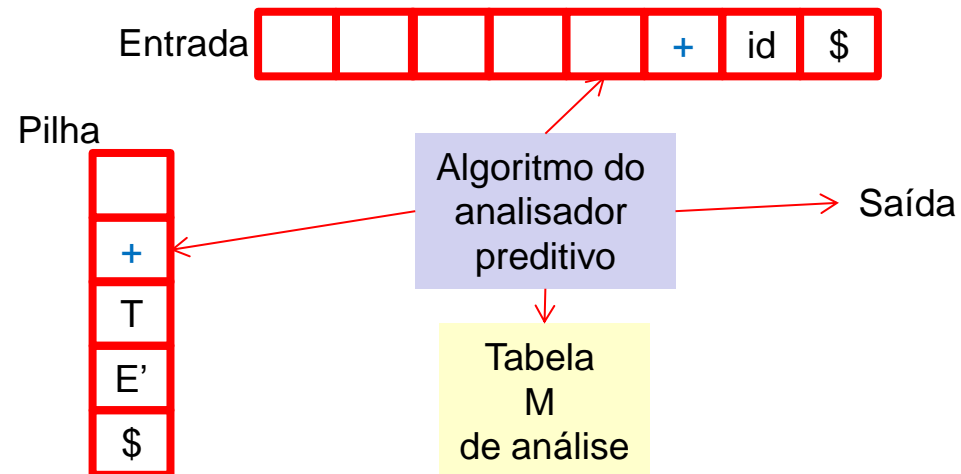
Recuperação de erros em analisador sintático preditivo

Entrada: *id*+id

Pilha	Entrada	Comentário
E\$	* id*+id\$	erro, pula *
E\$	id*+id\$	id está em $FIRST(E)$
TE'\$	id*+id\$	
FT'E'\$	id*+id\$	
id T'E'\$	id*+id\$	
T'E'\$	*+id\$	
* FT'E'\$	*+id\$	
FT'E'\$	+id\$	erro, $M[F,+] = synch$
T'E'\$	+id\$	F foi desempilhado
E'\$	+id\$	
+ TE'\$	+id\$	

Não-terminal	Símbolos de entrada					
	id	+	*	()	\$
E	$E \rightarrow TE'$				$E \rightarrow TE'$	$synch$
E'		$E' \rightarrow +TE'$			$E' \rightarrow \epsilon$	$E' \rightarrow \epsilon$
T	$T \rightarrow FT'$	$synch$			$T \rightarrow FT'$	$synch$
T'		$T' \rightarrow \epsilon$	$T' \rightarrow *FT'$		$T' \rightarrow \epsilon$	$T' \rightarrow \epsilon$
F	$F \rightarrow id$	$synch$	$synch$		$F \rightarrow (E)$	$synch$

Saída: id * +



Análise sintática

$E \rightarrow TE'$
 $E' \rightarrow +TE' \mid \epsilon$
 $T \rightarrow FT'$
 $T' \rightarrow *FT' \mid \epsilon$
 $F \rightarrow (E) \mid id$

$FIRST(F) = FIRST(T) = FIRST(E) = \{(, id\}$
 $FIRST(E') = \{+, \epsilon\}$
 $FIRST(T') = \{*, \epsilon\}$
 $FOLLOW(E) = FOLLOW(E') = \{), \$\}$
 $FOLLOW(T) = FOLLOW(T') = \{+,), \$\}$
 $FOLLOW(F) = \{+, *,), \$\}$.

Recuperação de erros em analisador sintático preditivo

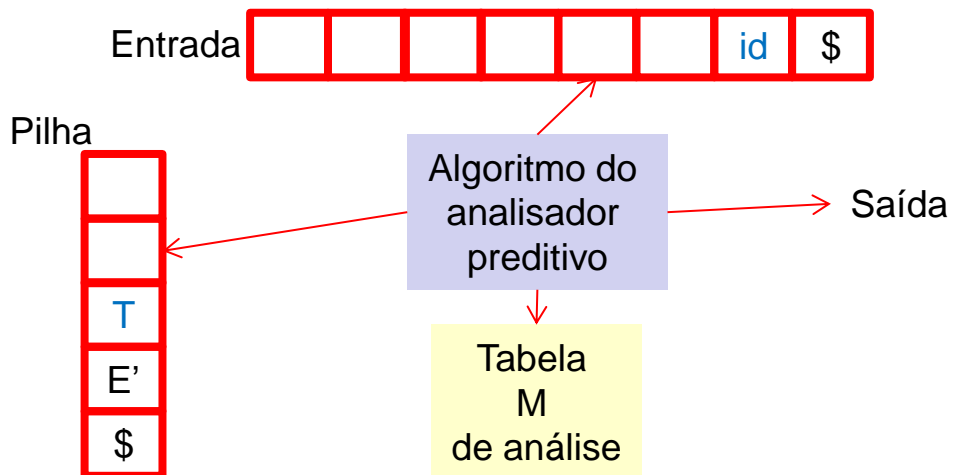
Entrada: `*id*+id`

Pilha	Entrada	Comentário
TE'\$	id\$	
FT'E'\$	id\$	
id T'E'\$	id\$	
T'E'\$	\$	
E'\$	\$	
\$	\$	

Não-terminal	Símbolos de entrada					
	id	+	*	()	\$
E	$E \rightarrow TE'$				$E \rightarrow TE'$	<i>synch</i>
E'		$E' \rightarrow +TE'$			$E' \rightarrow \epsilon$	$E' \rightarrow \epsilon$
T	$T \rightarrow FT'$	<i>synch</i>			$T \rightarrow FT'$	<i>synch</i>
T'		$T' \rightarrow \epsilon$	$T' \rightarrow *FT'$		$T' \rightarrow \epsilon$	$T' \rightarrow \epsilon$
F	$F \rightarrow id$	<i>synch</i>	<i>synch</i>		$F \rightarrow (E)$	<i>synch</i>

$M[T, id] = T \rightarrow FT'$

Saída: `id * +`



Análise sintática

$E \rightarrow TE'$
 $E' \rightarrow +TE' \mid \epsilon$
 $T \rightarrow FT'$
 $T' \rightarrow *FT' \mid \epsilon$
 $F \rightarrow (E) \mid id$

$FIRST(F) = FIRST(T) = FIRST(E) = \{(, id\}$
 $FIRST(E') = \{+, \epsilon\}$
 $FIRST(T') = \{*, \epsilon\}$
 $FOLLOW(E) = FOLLOW(E') = \{), \$\}$
 $FOLLOW(T) = FOLLOW(T') = \{+,), \$\}$
 $FOLLOW(F) = \{+, *,), \$\}$.

Recuperação de erros em analisador sintático preditivo

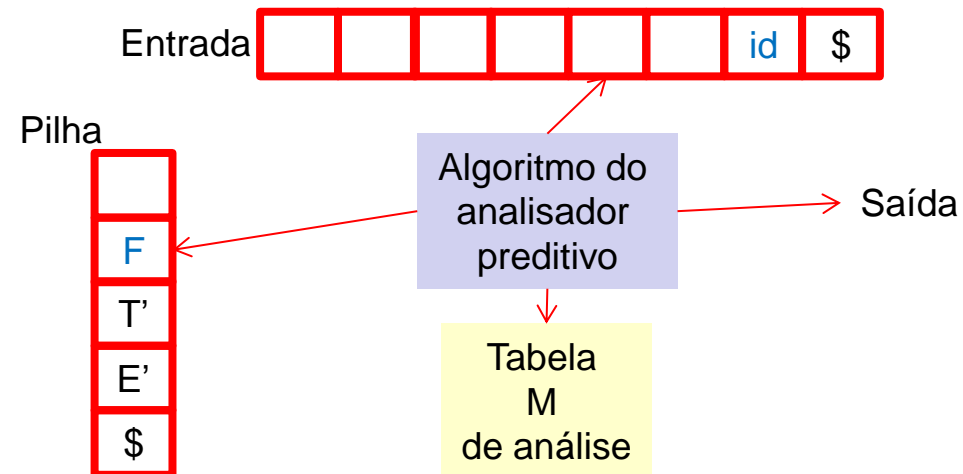
Entrada: *id*+id

Pilha	Entrada	Comentário
TE'\$	id\$	
FT'E'\$	id\$	
id T'E'\$	ld\$	
T'E'\$	\$	
E'\$	\$	
\$	\$	

Não-terminal	Símbolos de entrada						
	id	+	*	()	\$	
E	$E \rightarrow TE'$				$E \rightarrow TE'$	<i>synch</i>	<i>synch</i>
E'		$E' \rightarrow +TE'$			$E' \rightarrow \epsilon$	$E' \rightarrow \epsilon$	$E' \rightarrow \epsilon$
T	$T \rightarrow FT'$	<i>synch</i>			$T \rightarrow FT'$	<i>synch</i>	<i>synch</i>
T'		$T' \rightarrow \epsilon$	$T' \rightarrow *FT'$		$T' \rightarrow \epsilon$	$T' \rightarrow \epsilon$	$T' \rightarrow \epsilon$
F	$F \rightarrow id$	<i>synch</i>	<i>synch</i>		$F \rightarrow (E)$	<i>synch</i>	<i>synch</i>

$M[F, id] = F \rightarrow id$

Saída: id * +



Análise sintática

$E \rightarrow TE'$
 $E' \rightarrow +TE' \mid \varepsilon$
 $T \rightarrow FT'$
 $T' \rightarrow *FT' \mid \varepsilon$
 $F \rightarrow (E) \mid id$

$FIRST(F) = FIRST(T) = FIRST(E) = \{(, id\}$
 $FIRST(E') = \{+, \varepsilon\}$
 $FIRST(T') = \{*, \varepsilon\}$
 $FOLLOW(E) = FOLLOW(E') = \{), \$\}$
 $FOLLOW(T) = FOLLOW(T') = \{+,), \$\}$
 $FOLLOW(F) = \{+, *,), \$\}$.

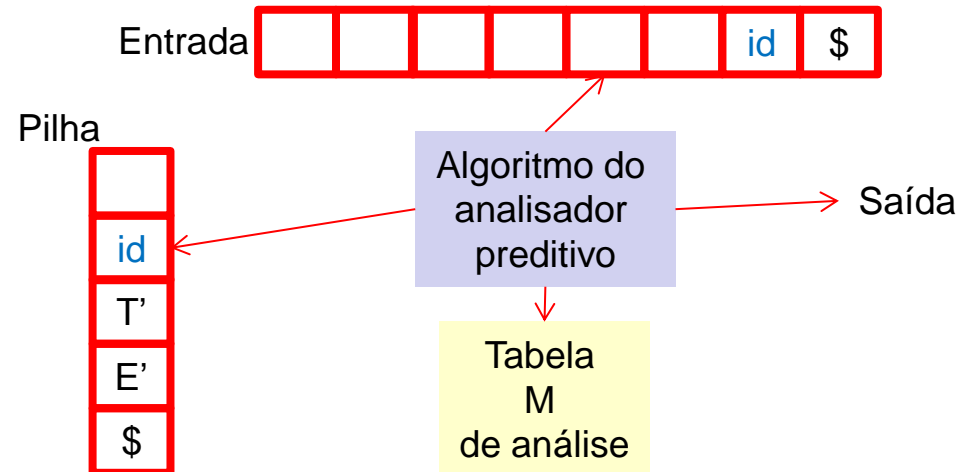
Recuperação de erros em analisador sintático preditivo

Entrada: `*id*+id`

Pilha	Entrada	Comentário
TE'\$	id\$	
FT'E'\$	id\$	
id T'E'\$	ld\$	
T'E'\$	\$	
E'\$	\$	
\$	\$	

Não-terminal	Símbolos de entrada					
	id	+	*	()	\$
E	$E \rightarrow TE'$				$E \rightarrow TE'$	<i>synch</i>
E'		$E' \rightarrow +TE'$			$E' \rightarrow \varepsilon$	$E' \rightarrow \varepsilon$
T	$T \rightarrow FT'$	<i>synch</i>			$T \rightarrow FT'$	<i>synch</i>
T'		$T' \rightarrow \varepsilon$	$T' \rightarrow *FT'$		$T' \rightarrow \varepsilon$	$T' \rightarrow \varepsilon$
F	$F \rightarrow id$	<i>synch</i>	<i>synch</i>		$F \rightarrow (E)$	<i>synch</i>

Saída: `id * + id`



Análise sintática

$E \rightarrow TE'$
 $E' \rightarrow +TE' \mid \varepsilon$
 $T \rightarrow FT'$
 $T' \rightarrow *FT' \mid \varepsilon$
 $F \rightarrow (E) \mid id$

$FIRST(F) = FIRST(T) = FIRST(E) = \{(, id\}$
 $FIRST(E') = \{+, \varepsilon\}$
 $FIRST(T') = \{*, \varepsilon\}$
 $FOLLOW(E) = FOLLOW(E') = \{), \$\}$
 $FOLLOW(T) = FOLLOW(T') = \{+,), \$\}$
 $FOLLOW(F) = \{+, *,), \$\}$.

Recuperação de erros em analisador sintático preditivo

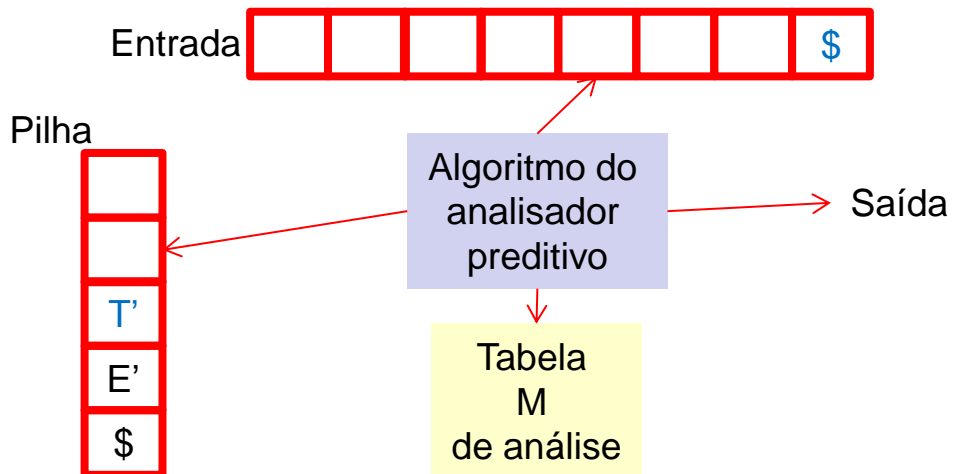
Entrada: `*id*+id`

Pilha	Entrada	Comentário
TE'\$	id\$	
FT'E'\$	id\$	
id T'E'\$	Id\$	
T'E'\$	\$	
E'\$	\$	
\$	\$	

Não-terminal	Símbolos de entrada						
	id	+	*	()	\$	
E	$E \rightarrow TE'$				$E \rightarrow TE'$	<i>synch</i>	<i>synch</i>
E'		$E' \rightarrow +TE'$			$E' \rightarrow \varepsilon$	$E' \rightarrow \varepsilon$	$E' \rightarrow \varepsilon$
T	$T \rightarrow FT'$	<i>synch</i>			$T \rightarrow FT'$	<i>synch</i>	<i>synch</i>
T'		$T' \rightarrow \varepsilon$	$T' \rightarrow *FT'$		$T' \rightarrow \varepsilon$	$T' \rightarrow \varepsilon$	$T' \rightarrow \varepsilon$
F	$F \rightarrow id$	<i>synch</i>	<i>synch</i>		$F \rightarrow (E)$	<i>synch</i>	<i>synch</i>

$M[T', \$] = T' \rightarrow \varepsilon$

Saída: `id * + id`



Análise sintática

$E \rightarrow TE'$
 $E' \rightarrow +TE' \mid \epsilon$
 $T \rightarrow FT'$
 $T' \rightarrow *FT' \mid \epsilon$
 $F \rightarrow (E) \mid id$

$FIRST(F) = FIRST(T) = FIRST(E) = \{(, id\}$
 $FIRST(E') = \{+, \epsilon\}$
 $FIRST(T') = \{*, \epsilon\}$
 $FOLLOW(E) = FOLLOW(E') = \{), \$\}$
 $FOLLOW(T) = FOLLOW(T') = \{+,), \$\}$
 $FOLLOW(F) = \{+, *,), \$\}$.

Recuperação de erros em analisador sintático preditivo

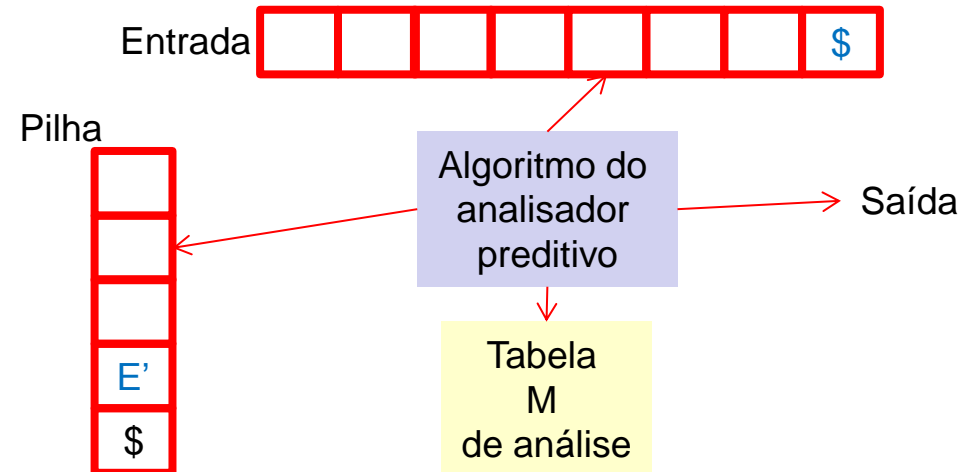
Entrada: *id*+id

Pilha	Entrada	Comentário
TE'\$	id\$	
FT'E'\$	id\$	
id T'E'\$	id\$	
T'E'\$	\$	
E'\$	\$	
\$	\$	

Não-terminal	Símbolos de entrada						
	id	+	*	()	\$	
E	$E \rightarrow TE'$				$E \rightarrow TE'$	<i>synch</i>	<i>synch</i>
E'		$E' \rightarrow +TE'$			$E' \rightarrow \epsilon$		$E' \rightarrow \epsilon$
T	$T \rightarrow FT'$	<i>synch</i>			$T \rightarrow FT'$	<i>synch</i>	<i>synch</i>
T'		$T' \rightarrow \epsilon$	$T' \rightarrow *FT'$		$T' \rightarrow \epsilon$		$T' \rightarrow \epsilon$
F	$F \rightarrow id$	<i>synch</i>	<i>synch</i>		$F \rightarrow (E)$	<i>synch</i>	<i>synch</i>

$M[E', \$] = E' \rightarrow \epsilon$

Saída: id * + id



Análise sintática

$E \rightarrow TE'$
 $E' \rightarrow +TE' \mid \epsilon$
 $T \rightarrow FT'$
 $T' \rightarrow *FT' \mid \epsilon$
 $F \rightarrow (E) \mid id$

$FIRST(F) = FIRST(T) = FIRST(E) = \{(, id\}$
 $FIRST(E') = \{+, \epsilon\}$
 $FIRST(T') = \{*, \epsilon\}$
 $FOLLOW(E) = FOLLOW(E') = \{), \$\}$
 $FOLLOW(T) = FOLLOW(T') = \{+,), \$\}$
 $FOLLOW(F) = \{+, *,), \$\}$.

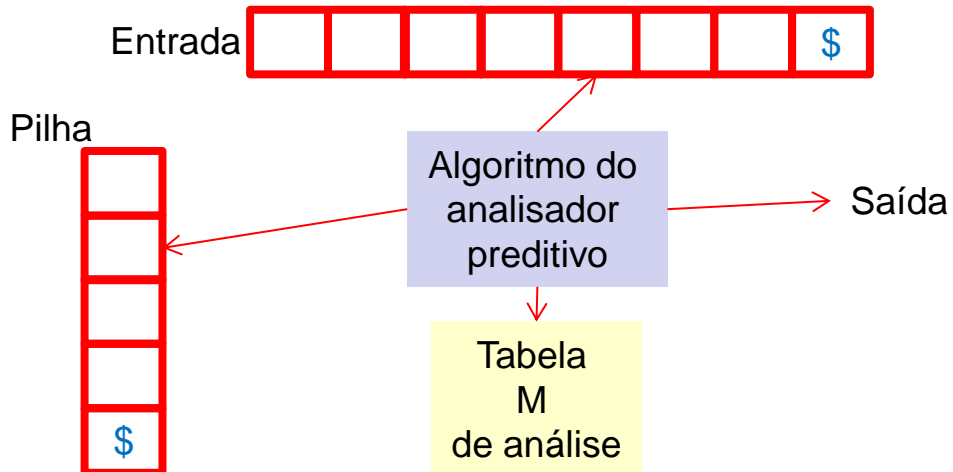
Recuperação de erros em analisador sintático preditivo

Entrada: *id*+id

Pilha	Entrada	Comentário
TE'\$	id\$	
FT'E'\$	id\$	
id T'E'\$	id\$	
T'E'\$	\$	
E'\$	\$	
\$	\$	

Não-terminal	Símbolos de entrada					
	id	+	*	()	\$
E	$E \rightarrow TE'$				$E \rightarrow TE'$	<i>synch</i>
E'		$E' \rightarrow +TE'$			$E' \rightarrow \epsilon$	$E' \rightarrow \epsilon$
T	$T \rightarrow FT'$	<i>synch</i>			$T \rightarrow FT'$	<i>synch</i>
T'		$T' \rightarrow \epsilon$	$T' \rightarrow *FT'$		$T' \rightarrow \epsilon$	$T' \rightarrow \epsilon$
F	$F \rightarrow id$	<i>synch</i>	<i>synch</i>		$F \rightarrow (E)$	<i>synch</i>

Saída: id * + id



Análise sintática

Recuperação de erros em analisador sintático preditivo

Modo pânico

A discussão sobre recuperação de erro no modo pânico **não** resolve a importante questão das **mensagens de erro**.

O projetista do compilador precisa disponibilizar **mensagens de erro** precisas, que **não** apenas descrevem o erro, mas chamem a atenção para o local onde o erro foi descoberto.

Análise sintática

Recuperação de erros em analisador sintático preditivo

Recuperação em nível de fase

É implementada preenchendo-se as entradas em branco da tabela do analisador preditivo com apontadores para rotinas de erro.

Essas rotinas podem **substituir**, **inserir** ou **excluir símbolos da entrada** e **emitir mensagens de erro** apropriadas.

Elas também podem **remover símbolos da pilha**.

Análise sintática

Recuperação de erros em analisador sintático preditivo

Recuperação em nível de fase <continuação>

A alteração dos símbolos da pilha ou o empilhamento de novos símbolos é questionável por vários motivos.

1º: os passos executados pelo analisador poderiam **não** corresponder à derivação de nenhuma construção da linguagem.

2º: temos que garantir que não haverá possibilidade de *loop* infinito.

Uma ótima maneira de proteger contra esses *loops* é verificar se alguma ação de recuperação consome um símbolo da entrada (ou se a pilha se tornou menor quando o fim da entrada foi alcançado)

COMPILADORES

Obrigado!!

Prof. Geovane Griesang
geovanegriesang@unisc.br