
Análise Sintática

LL(1):

Recursão à Esquerda

Fatoração

Análise Sintática LL(1)

$S \rightarrow E \$$

$E \rightarrow E + T$

$E \rightarrow T$

$T \rightarrow T * F$

$T \rightarrow F$

$F \rightarrow \text{id}$

$F \rightarrow (E)$

É possível gerar um parser LL(1)
para essa gramática?

	Nullable	FIRST	FOLLOW
E	N	(id	+) \$
T	N	(id	+ *) \$
F	N	(id	+ *) \$
S	N	(id	

Recursão à Esquerda

$S \rightarrow E \$$

$E \rightarrow E + T$

$E \rightarrow T$

$T \rightarrow T * F$

$T \rightarrow F$

$F \rightarrow \text{id}$

$F \rightarrow (E)$

É possível gerar um parser LL(1)
para essa gramática?

	Nullable	FIRST	FOLLOW
E	N	(id	+) \$
T	N	(id	+ *) \$
F	N	(id	+ *) \$
S	N	(id	

Problema:

- A função que implementa E precisa chamar a si mesma caso escolha E+T.
- Porém, é a primeira ação dela, antes de avançar na cadeia de entrada
- Laço infinito!
- Acontece devido à recursão à esquerda

Recursão à Esquerda

$$S \rightarrow E \$$$

$$E \rightarrow E - T$$

$$E \rightarrow E + T$$

$$E \rightarrow T$$

$$T \rightarrow T * F$$

$$T \rightarrow T / F$$

$$T \rightarrow F$$

$$F \rightarrow \text{id}$$

$$F \rightarrow \text{num}$$

$$F \rightarrow (E)$$

Gramáticas com recursão à esquerda não podem ser LL(1).

Fatoração (recursão à direita)!

- $E \rightarrow TE'$
- $E' \rightarrow +TE'$
- $E' \rightarrow$

Recursão à Esquerda

Generalizando:

- Tendo $X \rightarrow X \gamma$ e $X \rightarrow \alpha$, onde α não começa com X
- Derivamos strings da forma $\alpha \gamma^*$
 - α seguido de zero ou mais γ .
- Podemos reescrever:

$$\begin{pmatrix} X \rightarrow X \gamma_1 \\ X \rightarrow X \gamma_2 \\ X \rightarrow \alpha_1 \\ X \rightarrow \alpha_2 \end{pmatrix} \Rightarrow \begin{pmatrix} X \rightarrow \alpha_1 X' \\ X \rightarrow \alpha_2 X' \\ X' \rightarrow \gamma_1 X' \\ X' \rightarrow \gamma_2 X' \\ X' \rightarrow \end{pmatrix}$$

Eliminado Recursão à Esquerda

$S \rightarrow E \$$

$E \rightarrow E - T$

$E \rightarrow E + T$

$E \rightarrow T$

$T \rightarrow T * F$

$T \rightarrow T / F$

$T \rightarrow F$

$F \rightarrow \text{id}$

$F \rightarrow \text{num}$

$F \rightarrow (E)$

Eliminado Recursão à Esquerda

$$\begin{pmatrix} X \rightarrow X\gamma_1 \\ X \rightarrow X\gamma_2 \\ X \rightarrow \alpha_1 \\ X \rightarrow \alpha_2 \end{pmatrix} \longrightarrow \begin{pmatrix} X \rightarrow \alpha_1 X' \\ X \rightarrow \alpha_2 X' \\ X' \rightarrow \gamma_1 X' \\ X' \rightarrow \gamma_2 X' \\ X' \rightarrow \end{pmatrix}$$

$$\begin{aligned} S &\rightarrow E \$ \\ E &\rightarrow E - T \\ E &\rightarrow E + T \\ E &\rightarrow T \\ T &\rightarrow T * F \\ T &\rightarrow T / F \\ T &\rightarrow F \\ F &\rightarrow \text{id} \\ F &\rightarrow \text{num} \\ F &\rightarrow (E) \end{aligned}$$

Eliminado Recursão à Esquerda

$$\left(\begin{array}{l} X \rightarrow X\gamma_1 \\ X \rightarrow X\gamma_2 \\ X \rightarrow \alpha_1 \\ X \rightarrow \alpha_2 \end{array} \right) \longrightarrow \left(\begin{array}{l} X \rightarrow \alpha_1 X' \\ X \rightarrow \alpha_2 X' \\ X' \rightarrow \gamma_1 X' \\ X' \rightarrow \gamma_2 X' \\ X' \rightarrow \end{array} \right)$$

$$\begin{array}{l} S \rightarrow E \$ \\ E \rightarrow E - T \\ E \rightarrow E + T \\ E \rightarrow T \\ T \rightarrow T * F \\ T \rightarrow T / F \\ T \rightarrow F \\ F \rightarrow \text{id} \\ F \rightarrow \text{num} \\ F \rightarrow (E) \end{array}$$

Eliminado Recursão à Esquerda

$$\left(\begin{array}{l} X \rightarrow X\gamma_1 \\ X \rightarrow X\gamma_2 \\ X \rightarrow \alpha_1 \\ X \rightarrow \alpha_2 \end{array} \right) \longrightarrow \left(\begin{array}{l} X \rightarrow \alpha_1 X' \\ X \rightarrow \alpha_2 X' \\ X' \rightarrow \gamma_1 X' \\ X' \rightarrow \gamma_2 X' \\ X' \rightarrow \end{array} \right)$$

$$\begin{array}{l} S \rightarrow E \$ \\ E \rightarrow E - T \\ E \rightarrow E + T \\ E \rightarrow T \\ T \rightarrow T * F \\ T \rightarrow T / F \\ T \rightarrow F \\ F \rightarrow \text{id} \\ F \rightarrow \text{num} \\ F \rightarrow (E) \end{array}$$

Eliminado Recursão à Esquerda

$$\left\{ \begin{array}{l} X \rightarrow X\gamma_1 \\ X \rightarrow X\gamma_2 \\ X \rightarrow \alpha_1 \\ X \rightarrow \alpha_2 \end{array} \right\} \longrightarrow \left\{ \begin{array}{l} X \rightarrow \alpha_1 X' \\ X \rightarrow \alpha_2 X' \\ X' \rightarrow \gamma_1 X' \\ X' \rightarrow \gamma_2 X' \\ X' \rightarrow \end{array} \right.$$

$$\begin{array}{l} S \rightarrow E \$ \\ E \rightarrow E - T \\ E \rightarrow E + T \\ E \rightarrow T \\ T \rightarrow T * F \\ T \rightarrow T / F \\ T \rightarrow F \\ F \rightarrow \text{id} \\ F \rightarrow \text{num} \\ F \rightarrow (E) \end{array}$$

$$E \rightarrow T$$

$$T \rightarrow F$$

Eliminado Recursão à Esquerda

$$\left(\begin{array}{l} X \rightarrow X\gamma_1 \\ X \rightarrow X\gamma_2 \\ X \rightarrow \alpha_1 \\ X \rightarrow \alpha_2 \end{array} \right) \longrightarrow \left(\begin{array}{l} X \rightarrow \alpha_1 X' \\ X \rightarrow \alpha_2 X' \\ X' \rightarrow \gamma_1 X' \\ X' \rightarrow \gamma_2 X' \\ X' \rightarrow \end{array} \right)$$

$$\begin{array}{l} S \rightarrow E \$ \\ E \rightarrow E - T \\ E \rightarrow E + T \\ E \rightarrow T \\ T \rightarrow T * F \\ T \rightarrow T / F \\ T \rightarrow F \\ F \rightarrow \text{id} \\ F \rightarrow \text{num} \\ F \rightarrow (E) \end{array}$$

$$E \rightarrow T$$

$$T \rightarrow F$$

Eliminado Recursão à Esquerda

$$\left(\begin{array}{l} X \rightarrow X\gamma_1 \\ X \rightarrow X\gamma_2 \\ X \rightarrow \alpha_1 \\ X \rightarrow \alpha_2 \end{array} \right) \longrightarrow \left(\begin{array}{l} X \rightarrow \alpha_1 X' \\ X \rightarrow \alpha_2 X' \\ X' \rightarrow \gamma_1 X' \\ X' \rightarrow \gamma_2 X' \\ X' \rightarrow \end{array} \right)$$

$$\begin{array}{l} S \rightarrow E \$ \\ E \rightarrow E - T \\ E \rightarrow E + T \\ E \rightarrow T \\ T \rightarrow T * F \\ T \rightarrow T / F \\ T \rightarrow F \\ F \rightarrow \text{id} \\ F \rightarrow \text{num} \\ F \rightarrow (E) \end{array}$$

$$E \rightarrow T E'$$

$$T \rightarrow F T'$$

Eliminado Recursão à Esquerda

$$\left(\begin{array}{l} X \rightarrow X\gamma_1 \\ X \rightarrow X\gamma_2 \\ X \rightarrow \alpha_1 \\ X \rightarrow \alpha_2 \end{array} \right) \longrightarrow \left(\begin{array}{l} X \rightarrow \alpha_1 X' \\ X \rightarrow \alpha_2 X' \\ \textcolor{red}{X'} \rightarrow \textcolor{green}{\gamma_1} X' \\ \textcolor{red}{X'} \rightarrow \textcolor{green}{\gamma_2} X' \\ X' \rightarrow \end{array} \right)$$

$$\begin{array}{l} S \rightarrow E \$ \\ \textcolor{red}{E \rightarrow E - T} \\ \textcolor{red}{E \rightarrow E + T} \\ E \rightarrow T \\ \textcolor{red}{T \rightarrow T * F} \\ \textcolor{red}{T \rightarrow T / F} \\ T \rightarrow F \\ F \rightarrow \text{id} \\ F \rightarrow \text{num} \\ F \rightarrow (E) \end{array}$$

$$E \rightarrow T E'$$

$$T \rightarrow F T'$$

Eliminado Recursão à Esquerda

$$\left(\begin{array}{l} X \rightarrow X\gamma_1 \\ X \rightarrow X\gamma_2 \\ X \rightarrow \alpha_1 \\ X \rightarrow \alpha_2 \end{array} \right) \longrightarrow \left(\begin{array}{l} X \rightarrow \alpha_1 X' \\ X \rightarrow \alpha_2 X' \\ X' \rightarrow \gamma_1 X' \\ X' \rightarrow \gamma_2 X' \\ X' \rightarrow \end{array} \right)$$

$$\begin{array}{l} S \rightarrow E \$ \\ E \rightarrow E - T \\ E \rightarrow E + T \\ E \rightarrow T \\ T \rightarrow T * F \\ T \rightarrow T / F \\ T \rightarrow F \\ F \rightarrow \text{id} \\ F \rightarrow \text{num} \\ F \rightarrow (E) \end{array}$$

$$E \rightarrow T E'$$

$$T \rightarrow F T'$$

Eliminado Recursão à Esquerda

$$\left(\begin{array}{l} X \rightarrow X\gamma_1 \\ X \rightarrow X\gamma_2 \\ X \rightarrow \alpha_1 \\ X \rightarrow \alpha_2 \end{array} \right) \longrightarrow \left(\begin{array}{l} X \rightarrow \alpha_1 X' \\ X \rightarrow \alpha_2 X' \\ X' \rightarrow \gamma_1 X' \\ X' \rightarrow \gamma_2 X' \\ X' \rightarrow \end{array} \right)$$

$$\begin{array}{l} S \rightarrow E \$ \\ E \rightarrow E - T \\ E \rightarrow E + T \\ E \rightarrow T \\ T \rightarrow T * F \\ T \rightarrow T / F \\ T \rightarrow F \\ F \rightarrow \text{id} \\ F \rightarrow \text{num} \\ F \rightarrow (E) \end{array}$$



$$\begin{array}{l} E \rightarrow T E' \\ E' \rightarrow + T \\ E' \rightarrow - T \\ T \rightarrow F T' \\ T' \rightarrow * F \\ T' \rightarrow / F \end{array}$$

Eliminado Recursão à Esquerda

$$\left(\begin{array}{l} X \rightarrow X\gamma_1 \\ X \rightarrow X\gamma_2 \\ X \rightarrow \alpha_1 \\ X \rightarrow \alpha_2 \end{array} \right) \longrightarrow \left(\begin{array}{l} X \rightarrow \alpha_1 X' \\ X \rightarrow \alpha_2 X' \\ X' \rightarrow \gamma_1 X' \\ X' \rightarrow \gamma_2 X' \\ X' \rightarrow \end{array} \right)$$

$$\begin{array}{l} S \rightarrow E \$ \\ E \rightarrow E - T \\ E \rightarrow E + T \\ E \rightarrow T \\ T \rightarrow T * F \\ T \rightarrow T / F \\ T \rightarrow F \\ F \rightarrow \text{id} \\ F \rightarrow \text{num} \\ F \rightarrow (E) \end{array}$$



$$\begin{array}{l} E \rightarrow T E' \\ E' \rightarrow + T \\ E' \rightarrow - T \\ T \rightarrow F T' \\ T' \rightarrow * F \\ T' \rightarrow / F \end{array}$$

Eliminado Recursão à Esquerda

$$\left\{ \begin{array}{l} X \rightarrow X\gamma_1 \\ X \rightarrow X\gamma_2 \\ X \rightarrow \alpha_1 \\ X \rightarrow \alpha_2 \end{array} \right\} \longrightarrow \left\{ \begin{array}{l} X \rightarrow \alpha_1 X' \\ X \rightarrow \alpha_2 X' \\ X' \rightarrow \gamma_1 X' \\ X' \rightarrow \gamma_2 X' \\ X' \rightarrow \end{array} \right.$$

$$\begin{array}{l} S \rightarrow E \$ \\ E \rightarrow E - T \\ E \rightarrow E + T \\ E \rightarrow T \\ T \rightarrow T * F \\ T \rightarrow T / F \\ T \rightarrow F \\ F \rightarrow \text{id} \\ F \rightarrow \text{num} \\ F \rightarrow (E) \end{array}$$



$$\begin{array}{l} E \rightarrow T E' \\ E' \rightarrow + T E' \\ E' \rightarrow - T E' \\ T \rightarrow F T' \\ T' \rightarrow * F T' \\ T' \rightarrow / F T' \end{array}$$

Eliminado Recursão à Esquerda

$$\left(\begin{array}{l} X \rightarrow X\gamma_1 \\ X \rightarrow X\gamma_2 \\ X \rightarrow \alpha_1 \\ X \rightarrow \alpha_2 \end{array} \right) \longrightarrow \left(\begin{array}{l} X \rightarrow \alpha_1 X' \\ X \rightarrow \alpha_2 X' \\ X' \rightarrow \gamma_1 X' \\ X' \rightarrow \gamma_2 X' \\ \textcolor{red}{X'} \rightarrow \end{array} \right)$$

$$\begin{array}{l} S \rightarrow E \$ \\ \textcolor{red}{E \rightarrow E - T} \\ \textcolor{red}{E \rightarrow E + T} \\ E \rightarrow T \\ \textcolor{red}{T \rightarrow T * F} \\ \textcolor{red}{T \rightarrow T / F} \\ T \rightarrow F \\ F \rightarrow \text{id} \\ F \rightarrow \text{num} \\ F \rightarrow (E) \end{array}$$



$$\begin{array}{l} E \rightarrow T E' \\ E' \rightarrow + T E' \\ E' \rightarrow - T E' \\ T \rightarrow F T' \\ T' \rightarrow * F T' \\ T' \rightarrow / F T' \end{array}$$

Eliminado Recursão à Esquerda

$$\left(\begin{array}{l} X \rightarrow X\gamma_1 \\ X \rightarrow X\gamma_2 \\ X \rightarrow \alpha_1 \\ X \rightarrow \alpha_2 \end{array} \right) \longrightarrow \left(\begin{array}{l} X \rightarrow \alpha_1 X' \\ X \rightarrow \alpha_2 X' \\ X' \rightarrow \gamma_1 X' \\ X' \rightarrow \gamma_2 X' \\ X' \rightarrow \end{array} \right)$$

$$\begin{array}{l} S \rightarrow E \$ \\ E \rightarrow E - T \\ E \rightarrow E + T \\ E \rightarrow T \\ T \rightarrow T * F \\ T \rightarrow T / F \\ T \rightarrow F \\ F \rightarrow \text{id} \\ F \rightarrow \text{num} \\ F \rightarrow (E) \end{array}$$



$$\begin{array}{l} E \rightarrow T E' \\ E' \rightarrow + T E' \\ E' \rightarrow - T E' \\ E' \rightarrow \\ T \rightarrow F T' \\ T' \rightarrow * F T' \\ T' \rightarrow / F T' \\ T' \rightarrow \end{array}$$

Eliminado Recursão à Esquerda

$$\left(\begin{array}{l} X \rightarrow X\gamma_1 \\ X \rightarrow X\gamma_2 \\ X \rightarrow \alpha_1 \\ X \rightarrow \alpha_2 \end{array} \right) \longrightarrow \left(\begin{array}{l} X \rightarrow \alpha_1 X' \\ X \rightarrow \alpha_2 X' \\ X' \rightarrow \gamma_1 X' \\ X' \rightarrow \gamma_2 X' \\ X' \rightarrow \end{array} \right)$$

$$\begin{array}{l} S \rightarrow E \$ \\ E \rightarrow E - T \\ E \rightarrow E + T \\ E \rightarrow T \\ T \rightarrow T * F \\ T \rightarrow T / F \\ T \rightarrow F \\ F \rightarrow \text{id} \\ F \rightarrow \text{num} \\ F \rightarrow (E) \end{array}$$



$$\begin{array}{l} E \rightarrow T E' \\ E' \rightarrow + T E' \\ E' \rightarrow - T E' \\ E' \rightarrow \\ T \rightarrow F T' \\ T' \rightarrow * F T' \\ T' \rightarrow / F T' \\ T' \rightarrow \end{array}$$

Eliminado Recursão à Esquerda

$$\left(\begin{array}{l} X \rightarrow X\gamma_1 \\ X \rightarrow X\gamma_2 \\ X \rightarrow \alpha_1 \\ X \rightarrow \alpha_2 \end{array} \right) \longrightarrow \left(\begin{array}{l} X \rightarrow \alpha_1 X' \\ X \rightarrow \alpha_2 X' \\ X' \rightarrow \gamma_1 X' \\ X' \rightarrow \gamma_2 X' \\ X' \rightarrow \end{array} \right)$$

$$\begin{array}{l} S \rightarrow E \$ \\ E \rightarrow E - T \\ E \rightarrow E + T \\ E \rightarrow T \\ T \rightarrow T * F \\ T \rightarrow T / F \\ T \rightarrow F \\ F \rightarrow \text{id} \\ F \rightarrow \text{num} \\ F \rightarrow (E) \end{array}$$



$$\begin{array}{l} S \rightarrow E \$ \\ E \rightarrow T E' \\ E' \rightarrow + T E' \\ E' \rightarrow - T E' \\ E' \rightarrow \\ T \rightarrow F T' \\ T' \rightarrow * F T' \\ T' \rightarrow / F T' \\ T' \rightarrow \\ F \rightarrow \text{id} \\ F \rightarrow \text{num} \\ F \rightarrow (E) \end{array}$$

Eliminado Recursão à Esquerda

$S \rightarrow E \$$

$E \rightarrow T E'$

$E' \rightarrow + T E'$

$E' \rightarrow - T E'$

$E' \rightarrow$

$T \rightarrow F T'$

$T' \rightarrow * F T'$

$T' \rightarrow / F T'$

$T' \rightarrow$

$F \rightarrow id$

$F \rightarrow num$

$F \rightarrow (E)$

	nullable	FIRST	FOLLOW
S	no	(id num	
E	no	(id num) \$
E'	yes	+ -) \$
T	no	(id num) + - \$
T'	yes	* /) + - \$
F	no	(id num) * / + - \$

Eliminado Recursão à Esquerda

$S \rightarrow E \$$

$E \rightarrow T E'$

$E' \rightarrow + T E'$

$E' \rightarrow - T E'$

$E' \rightarrow$

$T \rightarrow F T'$

$T' \rightarrow * F T'$

$T' \rightarrow / F T'$

$T' \rightarrow$

$F \rightarrow id$

$F \rightarrow num$

$F \rightarrow (E)$

	nullable	FIRST	FOLLOW
S	no	(id num	
E	no	(id num) \$
E'	yes	+ -) \$
T	no	(id num) + - \$
T'	yes	* /) + - \$
F	no	(id num) * / + - \$

	+	*	id	()	\$
S			$S \rightarrow E\$$	$S \rightarrow E\$$		
E			$E \rightarrow T E'$	$E \rightarrow T E'$		
E'	$E' \rightarrow + T E'$				$E' \rightarrow$	$E' \rightarrow$
T			$T \rightarrow F T'$	$T \rightarrow F T'$		
T'	$T' \rightarrow$	$T' \rightarrow * F T'$			$T' \rightarrow$	$T' \rightarrow$
F			$F \rightarrow id$	$F \rightarrow (E)$		

* Algumas colunas da tabela foram omitidas

Fatoração à Esquerda

- Um outro problema para *predictive parsing* ocorre em situações do tipo:

$$S \rightarrow \text{if } E \text{ then } S \text{ else } S$$
$$S \rightarrow \text{if } E \text{ then } S$$

- Regras do mesmo não terminal começam com os mesmo símbolos

Fatoração à Esquerda

$$S \rightarrow \text{if } E \text{ then } S \text{ else } S$$
$$S \rightarrow \text{if } E \text{ then } S$$

- Criar um novo não-terminal para os finais permitidos:

$$S \rightarrow \text{if } E \text{ then } S X$$
$$X \rightarrow$$
$$X \rightarrow \text{else } S$$

Análise Descendente (Predictive Parsing)

```
void S() { E(); eat(EOF); }
```

```
void E() {  
    switch (tok) {  
        case ?: E(); eat(PLUS); T(); break;  
        case ?: E(); eat(MINUS); T(); break;  
        case ?: T(); break;  
        default: error(); }  
}
```

```
void T() {  
    switch (tok) {  
        case ?: T(); eat(TIMES); F(); break;  
        case ?: T(); eat(DIV); F(); break;  
        case ?: F(); break;  
        default: error(); }  
}
```

Funciona ???

$S \rightarrow E \$$
 $E \rightarrow E + T$
 $E \rightarrow E - T$
 $E \rightarrow T$
 $T \rightarrow T * F$
 $T \rightarrow T / F$
 $T \rightarrow F$
 $F \rightarrow \text{id}$
 $F \rightarrow \text{num}$
 $F \rightarrow (E)$

Análise Descendente (Predictive Parsing)

$S \rightarrow E \$$
 $E \rightarrow T E'$
 $E' \rightarrow + T E'$
 $E' \rightarrow - T E'$
 $E' \rightarrow$
 $T \rightarrow F T'$
 $T' \rightarrow * F T'$
 $T' \rightarrow / F T'$
 $T' \rightarrow$
 $F \rightarrow id$
 $F \rightarrow num$
 $F \rightarrow (E)$

	+	*	id	()	\$
S			$S \rightarrow E \$$	$S \rightarrow E \$$		
E			$E \rightarrow T E'$	$E \rightarrow T E'$		
E'	$E' \rightarrow + T E'$				$E' \rightarrow$	$E' \rightarrow$
T			$T \rightarrow F T'$	$T \rightarrow F T'$		
T'	$T' \rightarrow$	$T' \rightarrow * F T'$			$T' \rightarrow$	$T' \rightarrow$
F			$F \rightarrow id$	$F \rightarrow (E)$		

* Algumas colunas da tabela foram omitidas

Análise Descendente (Predictive Parsing)

$S \rightarrow E \$$
 $E \rightarrow T E'$
 $E' \rightarrow + T E'$
 $E' \rightarrow - T E'$
 $E' \rightarrow$
 $T \rightarrow F T'$
 $T' \rightarrow * F T'$
 $T' \rightarrow / F T'$
 $T' \rightarrow$
 $F \rightarrow id$
 $F \rightarrow num$
 $F \rightarrow (E)$

	+	*	id	()	\$
S			$S \rightarrow E \$$	$S \rightarrow E \$$		
E			$E \rightarrow T E'$	$E \rightarrow T E'$		
E'	$E' \rightarrow + T E'$				$E' \rightarrow$	$E' \rightarrow$
T			$T \rightarrow F T'$	$T \rightarrow F T'$		
T'	$T' \rightarrow$	$T' \rightarrow * F T'$			$T' \rightarrow$	$T' \rightarrow$
F			$F \rightarrow id$	$F \rightarrow (E)$		

* Algumas colunas da tabela foram omitidas

```

void T() {
    switch (tok) {
        case ID:
        case NUM:
        case LPAREN: F(); Tprime(); break;
        default: print("expected id, num, or left-paren");
    }
}

void Tprime() {
    switch (tok) {
        case PLUS: break;
        case TIMES: eat(TIMES); F(); Tprime(); break;
        case RPAREN: break;
        case EOF: break;
        default: print("expected +, *, right-paren, or end-of-file");
    }
}
    
```

Lista de Exercícios

Lista 11

- Exercícios teóricos

Trabalho 1

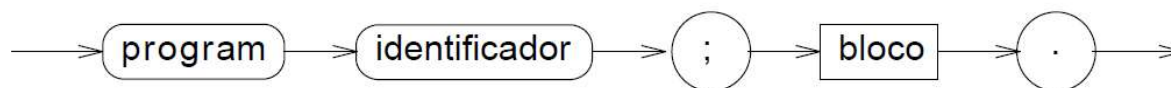
- Léxico/Sintático para a linguagem Portugol

Trabalho T1 - PASCAL

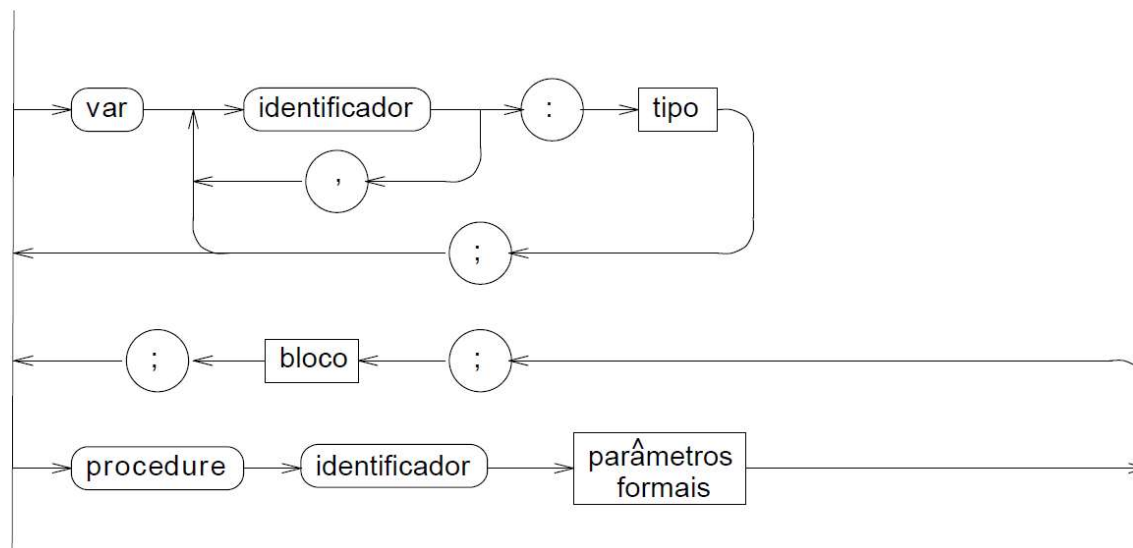
```
program ex;
    var m: integer;
function F(n:integer; var k:integer):integer;
var p,q:integer;
begin
    if n<2 then
    begin
        F:=n;
        k:=0
    end
    else
    begin
        F:=F(n-1,p)+F(n-2,q);
        k:=p+q+1
    end;
    write(n,k)
end
begin
    write(F(3,m),m);
end.
```

PASCAL - Cartas Sintáticas

programa:

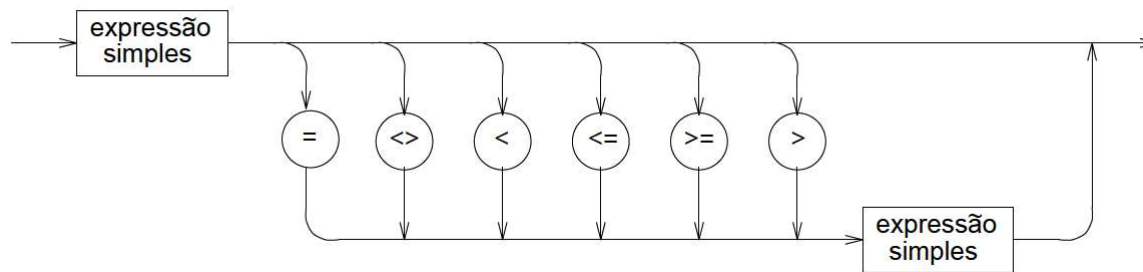


bloco:



PASCAL - Cartas Sintáticas

expressão:



```
expressao → expressao_simples  
expressao → expressao = expressao_simples  
expressao → expressao <> expressao_simples  
expressao → expressao < expressao_simples  
expressao → expressao <= expressao_simples  
expressao → expressao >= expressao_simples  
expressao → expressao > expressao_simples
```

Lista de Exercícios

Lista 11

- Exercícios teóricos

Trabalho 1

- Léxico/Sintático para a linguagem Pascal