Universidade Estadual de Londrina

DC Departamento de Computação

1COP020 - Trabalho T1: Portugol

Portugol é uma pseudolinguagem que permite desenvolver algoritmos estruturados em português de forma relativamente mais simples e intuitiva, independentemente de linguagens de programação verdadeiras. Emprega-se a técnica de refinamentos sucessivos. Após o refinamento final, o algoritmo é codificado em alguma linguagem. A implementação de algoritmos desenvolvidos em Portugol é feita com facilidade a partir de um mapeamento para a linguagem de programação desejada. Ele existe desde a década de 1970, sendo utilizado para o aprendizado de linguagens de programação.

Os diagramas sintáticos ao fim do texto apresentam um dialeto de uma versão simplificada da linguagem Portugol. Nos diagramas, círculos, elipses e figuras com cantos arredondados correspondem a símbolos terminais da gramática, como por exemplo:

algoritmo variaveis inicio fim

entre outros. Retângulos e demais figuras com cantos em ângulos retos correspondem a símbolos não-terminais da gramática. Os símbolos **identificador**, **numero inteiro**, **numero real** e **string** são símbolos terminais, os quais são formados de acordo com as seguintes expressões regulares:

`identificador`	`[a-zA-Z_][a-zA-Z0-9_]`*
`numero inteiro`	`[0-9]`$^+$
`numero real`	`[0-9]`$^+$`.[0-9]`$^+$

Os *tokens* `string`, são cadeias de caracteres entre aspas duplas. Considere o seguinte exemplo:

```
"Oi mundo, eu sou o Portugol!"
```

Nesta versão simplificado do Portugol, existem duas formas de comentário: comentário de bloco e comentário de linha. Os comentários podem ser feitos da seguinte forma:

```
{    texto do comentário de bloco    }
//   texto do comentário de linha
```

Um fato importante sobre a linguagem Portugol, é que mesma não distingue entre letras maiúsculas e minúsculas. Desta forma, as variações

se SE Se sE

correspondem todas ao mesmo *token*, ou seja, a palavra reservada **se**. Da mesma forma, as variações

OI Oi oI oi

Versão deste texto: V. 2022.01

correspondem todas ao mesmo identificador.

Com base nesses diagramas, desenvolva um analisador léxico que reconheça os *tokens* dessa versão simplificada do Portugol. Espaços em branco e quebras de linha devem ser descartados pelo analisador léxico sem causar erro. Tabulações não precisam ser tratadas e não irão aparecer neste trabalho.

Também com base nos diagramas, desenvolva uma **gramática LL(1)** e implemente um analisador sintático para a sua gramática. O programa integrando os dois analisadores deve ser capaz de reconhecer erros léxicos e sintáticos.

Observação: O seu analisador sintático pode ser feito de duas maneiras a sua escolha:

- Analisador sintático descendente recursivo: cada não-terminal da gramática corresponde a uma função
- Analisador sintático LL(1): implementado utilizando uma pilha para o reconhecimento

A linguagem Portugol deste trabalho possui o seguinte conjunto de palavras reservadas:

`algoritmo`	`vetor`	`enquanto`	`imprima`
`inicio`	`matriz`	`faca`	`verdadeiro`
`fim`	`tipo`	`para`	`falso`
`variaveis`	`funcao`	`de`	`e`
`inteiro`	`procedimento`	`ate`	`ou`
`real`	`se`	`passo`	`nao`
`caractere`	`entao`	`repita`	`div`
`logico`	`senao`	`leia`	

O seguinte conjunto de delimitadores também faz parte do Portugol deste texto:

Delimitador	**Nome**
`;`	`ponto e vírgula`
`,`	`vírgula`
`:`	`dois pontos`
`.`	`ponto`
`[`	`abre colchetes`
`]`	`fecha colchetes`
`(`	`abre parênteses`
`)`	`fecha parênteses`
`=`	`igual`
`<>`	`diferente`
`>`	`maior`
`>=`	`maior igual`
`<`	`menor`
`<=`	`menor igual`
`+`	`mais`
`-`	`menos`
`*`	`vezes`
`/`	`divisão`
`<-`	`atribuição`

Especificações do Trabalho

Sua implementação deve ser feita em C ou C++. A ferramenta `Flex` **NÃO** pode pode ser utilizada neste trabalho, você deve fazer manualmente o seu analisador léxico.

Em relação ao analisador sintático, você pode criar e utilizar uma gramática LL(1) em sua implementação ou ainda implementar um analisador descendente recursivo. A implementação do analisador sintático deve ser manual, isto é, nenhuma ferramenta de geração de *parsers* deve ser utilizada.

De forma a servir de ponto de partida, este texto contém também uma gramática que corresponde aos diagramas sintáticos apresentados. A gramática apresentada neste texto **não** é LL(1). Você pode utilizar ela como base para criar uma versão LL(1) da mesma, ou ainda criar a sua própria gramática do zero.

O seu programa deve ser gerado utilizando-se um `Makefile` e o executável gerado deve ter o nome de `portugol`.

O programa gerado deve ler as suas entradas da entrada padrão do sistema e imprimir as saídas na saída padrão do sistema. Um exemplo de execução para uma entrada chamada `teste.por` seria a seguinte:

```
$./portugol < teste.por
```

Se o programa que for fornecido como entrada estiver correto, a seguinte mensagem deve ser impressa:

```
PROGRAMA CORRETO.
```

Nenhuma linha extra deve ser gerada após a mensagem, ou seja, essa linha seria gerada pelo comando:

```
printf("PROGRAMA CORRETO.");
```

Erros léxicos devem ser indicados apresentando a linha e a coluna onde o mesmo ocorreu. Considere o seguinte código portugol:

```
Algoritmo teste;
inicio
    # <- 1;
fim.
```

A saída gerada deve ser a seguinte:

```
ERRO LEXICO. Linha: 3 Coluna: 5 -> '#'
```

Observe que também deve ser impresso o *token* que não foi reconhecido pelo analisador léxico. Erros sintáticos devem apresentar a linha e a coluna onde o erro ocorreu. Considere o seguinte código portugol:

```
Algoritmo teste_2;
inicio
    1 <- 1;
fim.
```

A saída gerada deve ser a seguinte:

```
ERRO DE SINTAXE. Linha: 3 Coluna: 5 -> '1'
```

Tanto para a mensagem de erro léxico ou sintático **não** deve haver quebra de linha extra, assim como ocorre na mensagem de programa correto. O seu programa só deve detectar e reportar o primeiro erro léxico ou sintático que encontrar (caso exista) no arquivo de entrada, e então finalizar o processo de análise desse arquivo.

Os arquivos de entrada **não** irão conter tabulações. Os tokens serão separados somente pelo caractere de espaço. Todos os comentários estarão completos, isto é, não haverá comentário iniciado e não terminado.

Recomendações

Por favor, evite escrever código da seguinte forma:

```
for(int i = 0; ...)
{
    ...
}
```

onde uma variável local está sendo declarada dentro de um comando. Se ainda sim quiser utilizar tal estilo de programação, não se esqueça de colocar no `Makefile` as devidas opções para que o compilador aceite tal construção, pois nem todos os compiladores a aceitam por padrão.

Em geral a opção `-std=c99` é o suficiente para que tal construção seja aceita e compilada sem maiores problemas. Sua utilização, em geral, é da seguinte forma:

```
$gcc -std=c99 teste.c -o teste
```

Se você programar utilizando `C++ 11`, por favor, utilize também a opção adequada do compilador para habilitar a compilação de tal versão do `C++`.

Especificações de Entrega

O trabalho deve ser entregue no *AVA* em um arquivo .zip com o nome `portugol.zip`. A entrega deve ser feita exclusivamente no *AVA* até a data/hora especificada. Não serão aceitas entregas atrasadas ou por outro meio que não seja o *AVA*.

Este arquivo .zip deve conter somente os arquivos necessários à compilação, sendo que deve haver um `Makefile` para a geração do executável.

Observação: o arquivo .zip **não** deve conter pastas, para que quando descompactado, os fontes do trabalho apareçam no mesmo diretório do .zip. O nome do executável gerado pelo `Makefile` deve ser `portugol`.

Os arquivos entregues serão compilados e testados da seguinte forma:

```
$unzip ./portugol.zip
$make
$./portugol < entrada.por > saida_aluno.txt
$diff saida_aluno.txt saida_esperada.txt
```

IMPORTANTE: Arquivos ou programas entregues fora do padrão receberão nota **ZERO**. Saídas geradas fora do padrão receberão nota **ZERO**. Entende-se como arquivo fora do padrão aquele que tenha um nome diferente de `portugol.zip` ou que contenha pastas. Entende-se como programa fora do padrão aquele que apresentar erro de compilação, que não ler da entrada padrão, não imprimir na saída padrão, por exemplo. Entende-se como saída fora do padrão aquela que quando comparada com a saída esperada utilizando-se `diff`, apresente diferenças com o arquivo de referência. Uma forma de verificar se seu arquivo, programa ou saída está dentro

das especificações é testar o mesmo com os comandos de compilação e teste apresentados no texto e comparar as saídas geradas com as saídas esperadas que são fornecidas no `AVA`. Se o seu arquivo/programa/saída **não** funcionar com o comandos, significa que ele está **fora** das especificações e, portanto, receberá nota **ZERO**.

IMPORTANTE: Se ficou com alguma dúvida em relação a qualquer item deste texto, não hesite em falar com o professor da disciplina, pois ele está à disposição para sanar eventuais dúvidas, além do que, isso faz parte do trabalho dele.

Gramática do Portugol que implementa os diagramas sintáticos

Programa → `algoritmo identificador ;` *BlocoVariaveis ProcedimentoFuncao BlocoComandos* `.`

ProcedimentoFuncao → *DeclaraProcedimento ProcedimentoFuncao*
ProcedimentoFuncao → *DeclaraFuncao ProcedimentoFuncao*
ProcedimentoFuncao →

DeclaraProcedimento → `procedimento identificador` *Parametros* `;` *DeclaraParametros BlocoVariaveis* BlocoComandos `;`

DeclaraFuncao → `funcao identificador` *Parametros* `:` *TipoBasico* `;` *DeclaraParametros BlocoVariaveis* BlocoComandos `;`

Parametros → `(` *DeclaraIdentificador* `)`
Parametros →

DeclaraParametros → *Declaracoes*
DeclaraParametros →

BlocoVariaveis → `variaveis` *Declaracoes*
BlocoVariaveis →

Declaracoes → *DeclaraVariaveis*
Declaracoes → *DeclaraTipo*
Declaracoes → *DeclaraVariaveis Declaracoes*
Declaracoes → *DeclaraTipo Declaracoes*

DeclaraTipo → `tipo identificador =` *VetorMatriz* `[` *Dimensao* `]` *TipoBasico* `;`
DeclaraVariaveis → *TipoBasico* `:` *DeclaraIdentificador* `;`
DeclaraIdentificador → `identificador`
DeclaraIdentificador → `identificador ,` *DeclaraIdentificador*

VetorMatriz → `vetor`
VetorMatriz → `matriz`

Dimensao → `numero_inteiro : numero_inteiro`
Dimensao → `numero_inteiro : numero_inteiro ,` *Dimensao*

TipoBasico → `inteiro`
TipoBasico → `real`
TipoBasico → `caractere`
TipoBasico → `logico`
TipoBasico → `identificador`

BlocoComandos → `inicio` *ListaComandos* `fim`

ListaComandos → *Comandos* ;
ListaComandos → *Comandos* ; *ListaComandos*

Comandos → `identificador`
Comandos → `identificador (` *ExprIter* `)`
Comandos → *Variavel* `<-` *Expressao*
Comandos → `se` *Expressao* `entao` *ListaComandos* `fim se`
Comandos → `se` *Expressao* `entao` *ListaComandos* `senao` *ListaComandos* `fim se`
Comandos → `enquanto` *Expressao* `faca` *ListaComandos* `fim enquanto`
Comandos → `para identificador de` *Expressao* `ate` *Expressao* `faca` *ListaComandos* `fim para`
Comandos → `para identificador de` *Expressao* `ate` *Expressao* `passo` *Expressao* `faca` *ListaComandos* `fim para`
Comandos → `repita` *ListaComandos* `ate` *Expressao*
Comandos → `leia (` *Variavel* `)`
Comandos → `imprima (` *ExprIter* `)`

Expressao → *ExpressaoSimples*
Expressao → *Expressao* `=` *ExpressaoSimples*
Expressao → *Expressao* `<>` *ExpressaoSimples*
Expressao → *Expressao* `<` *ExpressaoSimples*
Expressao → *Expressao* `<=` *ExpressaoSimples*
Expressao → *Expressao* `>=` *ExpressaoSimples*
Expressao → *Expressao* `>` *ExpressaoSimples*

ExpressaoSimples → *Termo*
ExpressaoSimples → `+` *Termo*
ExpressaoSimples → `-` *Termo*
ExpressaoSimples → *ExpressaoSimples* `+` *Termo*
ExpressaoSimples → *ExpressaoSimples* `-` *Termo*
ExpressaoSimples → *ExpressaoSimples* `OU` *Termo*

Termo → *Fator*
Termo → *Termo* `*` *Fator*
Termo → *Termo* `/` *Fator*
Termo → *Termo* `DIV` *Fator*
Termo → *Termo* `E` *Fator*

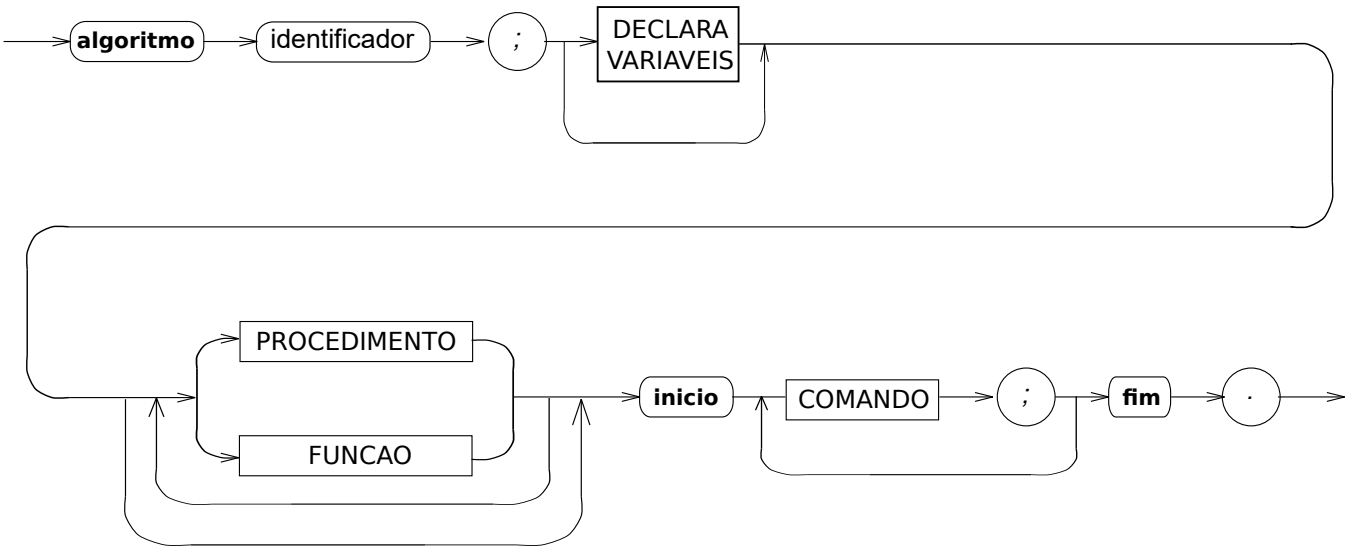
Fator → `(` *Expressao* `)`
Fator → `NAO` *Fator*
Fator → `numero_inteiro`
Fator → `numero_real`
Fator → `verdadeiro`
Fator → `falso`
Fator → `string`
Fator → `identificador (` *ExprIter* `)`
Fator → *Variavel*

$Variavel \rightarrow$ `identificador`
$Variavel \rightarrow$ `identificador [` $ExprIter$ `]`

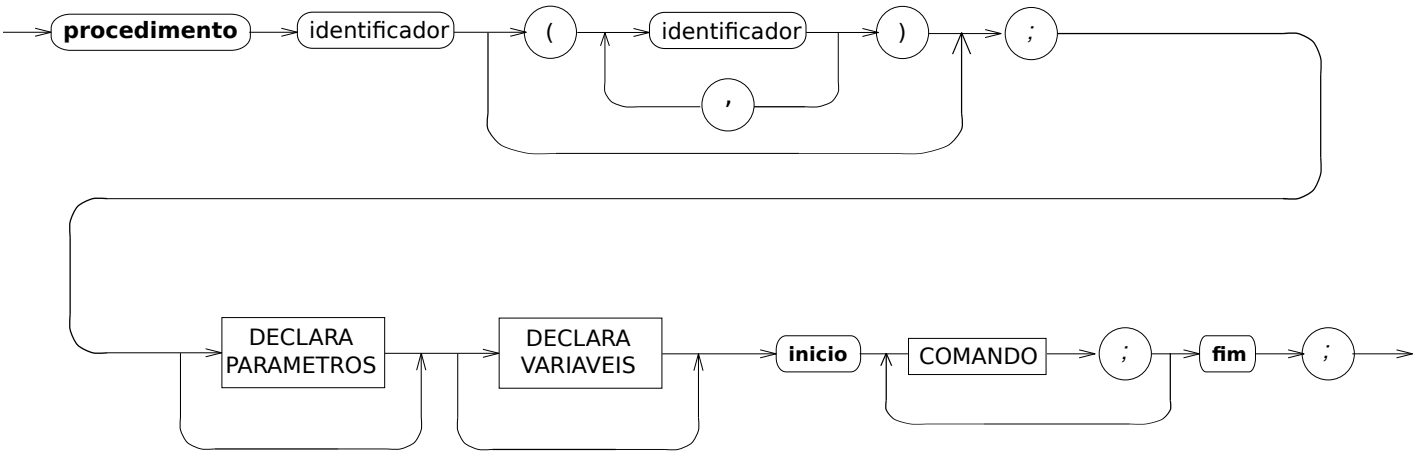
$ExprIter \rightarrow Expressao$
$ExprIter \rightarrow Expressao$ `,` $ExprIter$

Portugol: Diagramas Sintáticos

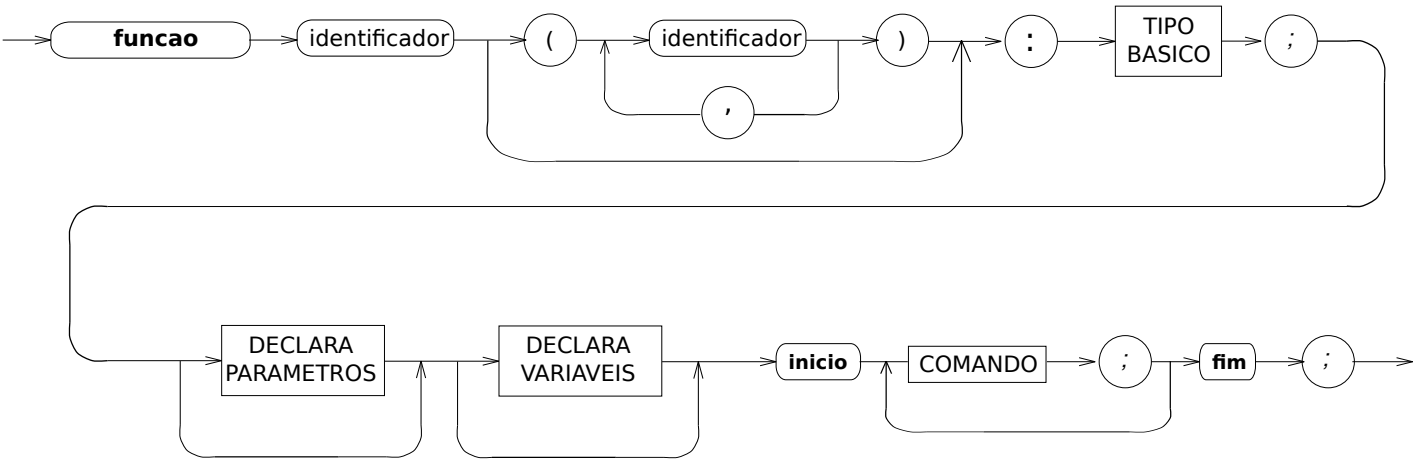
Portugol:



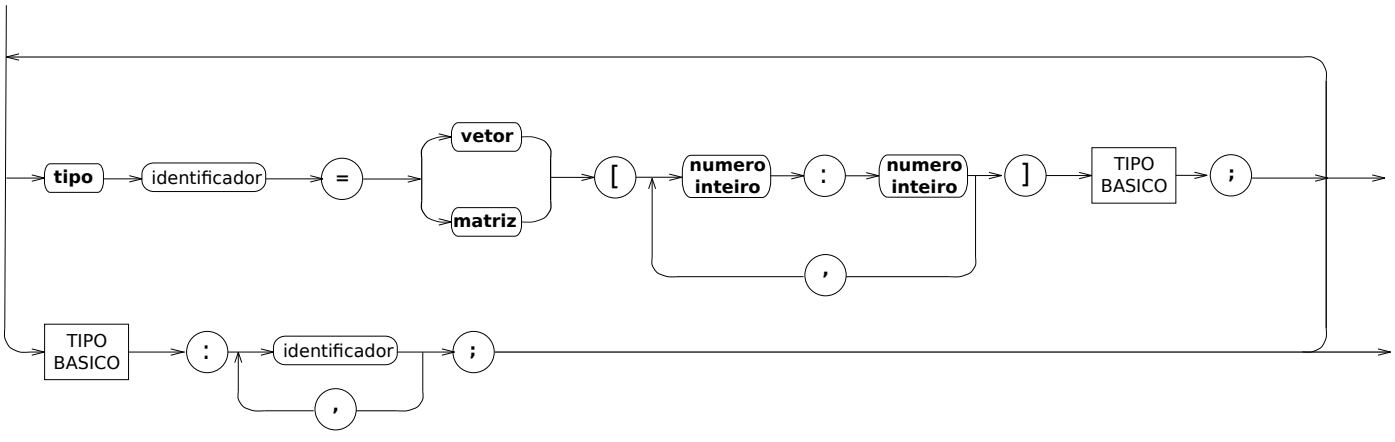
PROCEDIMENTO:



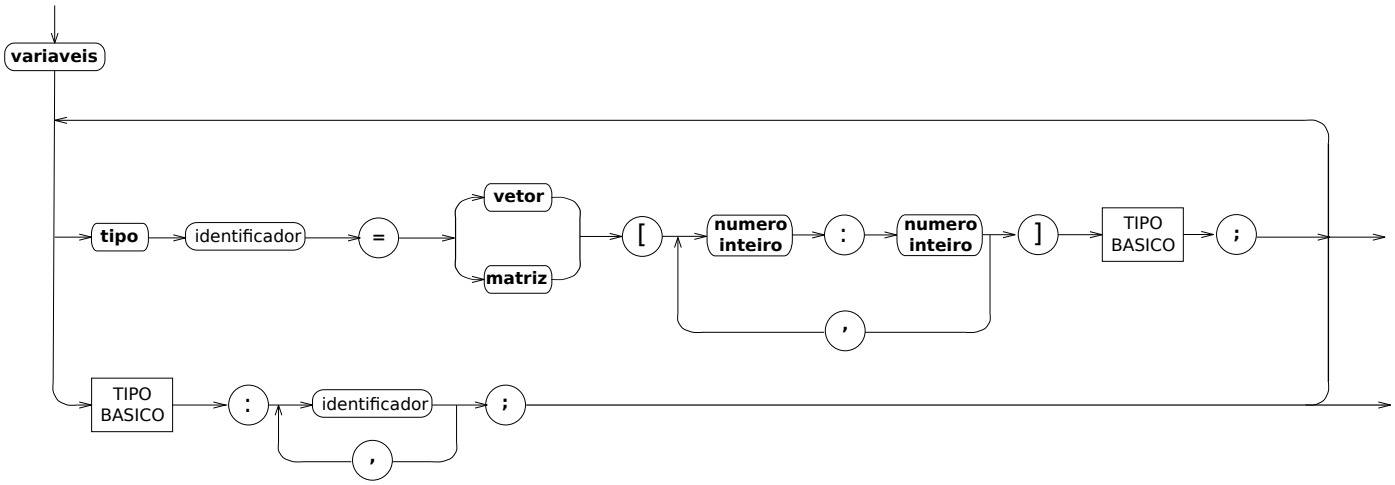
FUNCAO:



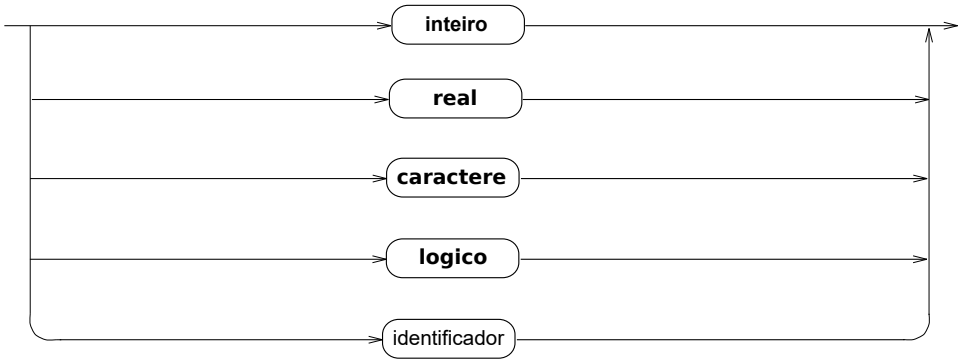
DECLARA PARAMETROS:



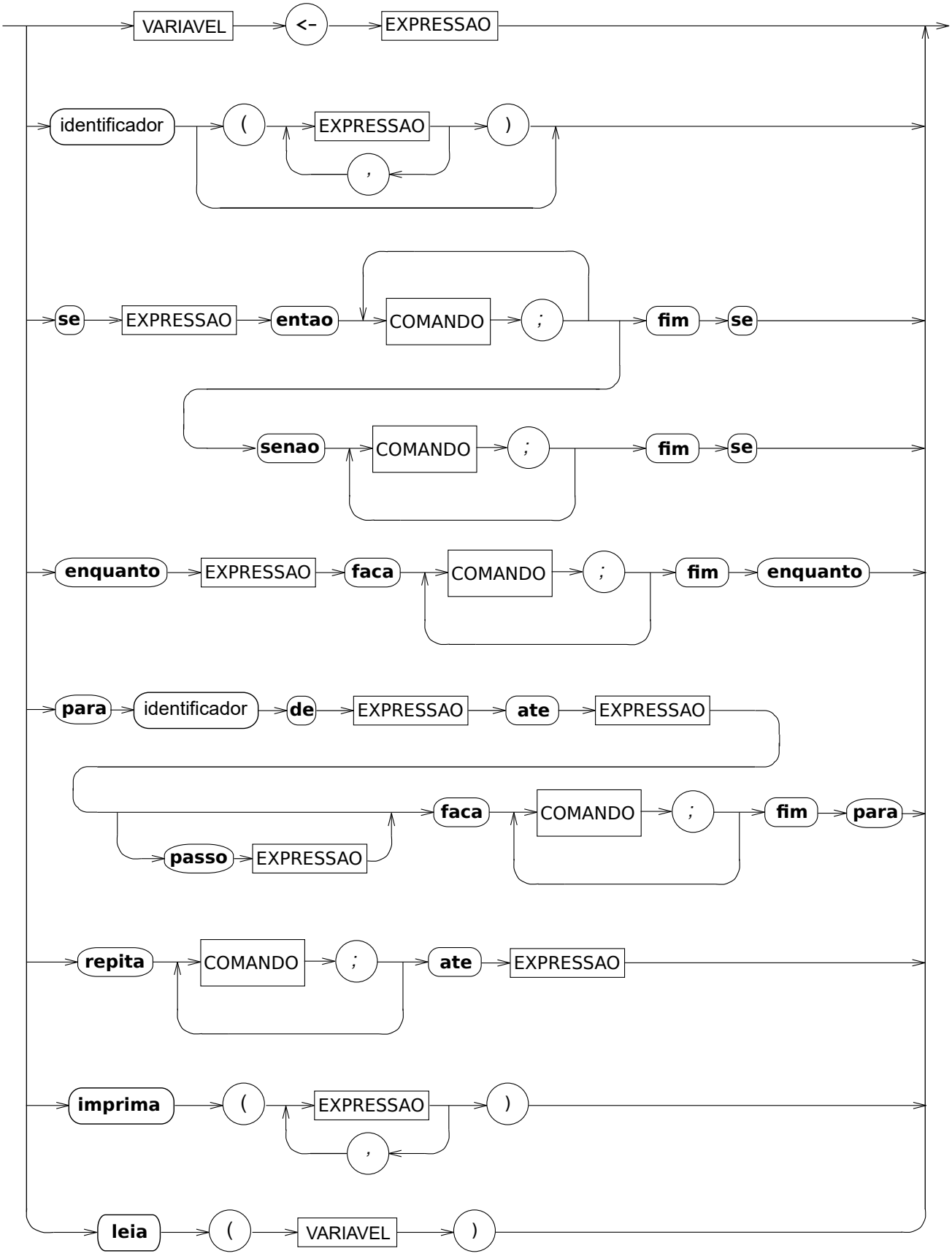
DECLARA VARIAVEIS:



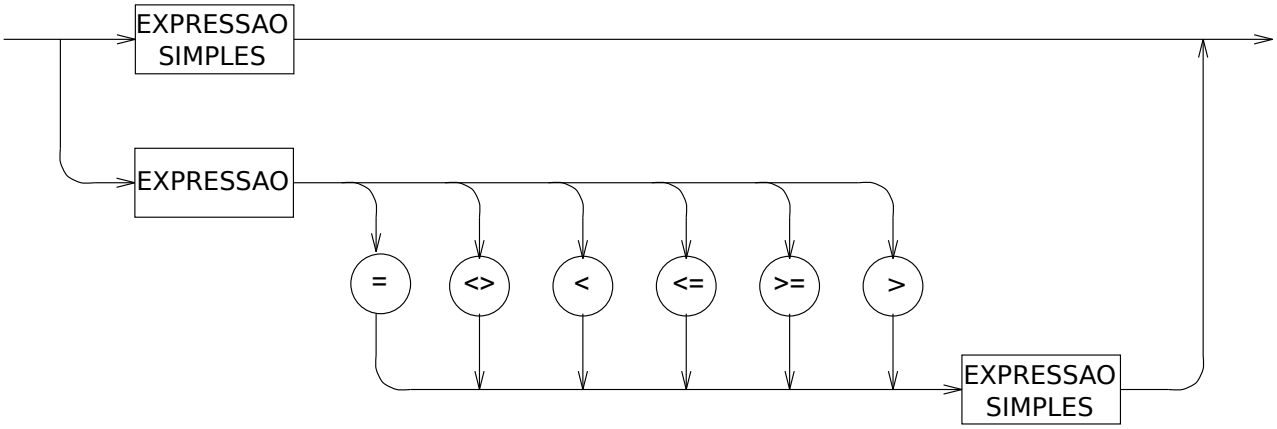
TIPO BASICO:



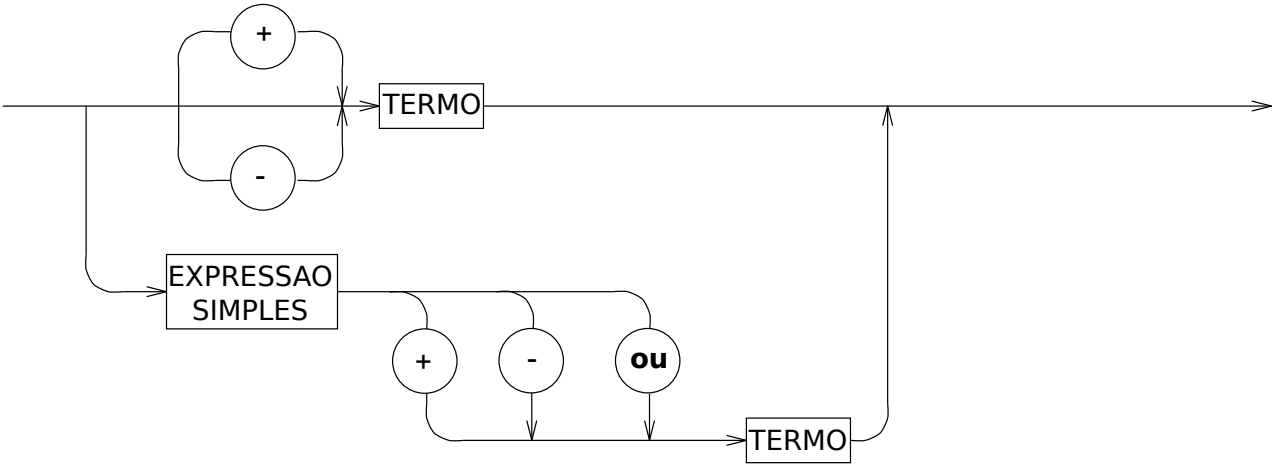
COMANDO:


VARIAVEL
<-
EXPRESSAO
identificador
(
EXPRESSAO
,
)
se
EXPRESSAO
entao
COMANDO
;
fim
se
senao
COMANDO
;
fim
se
enquanto
EXPRESSAO
faca
COMANDO
;
fim
enquanto
para
identificador
de
EXPRESSAO
ate
EXPRESSAO
passo
EXPRESSAO
faca
COMANDO
;
fim
para
repita
COMANDO
;
ate
EXPRESSAO
imprima
(
EXPRESSAO
,
)
leia
(
VARIAVEL
)

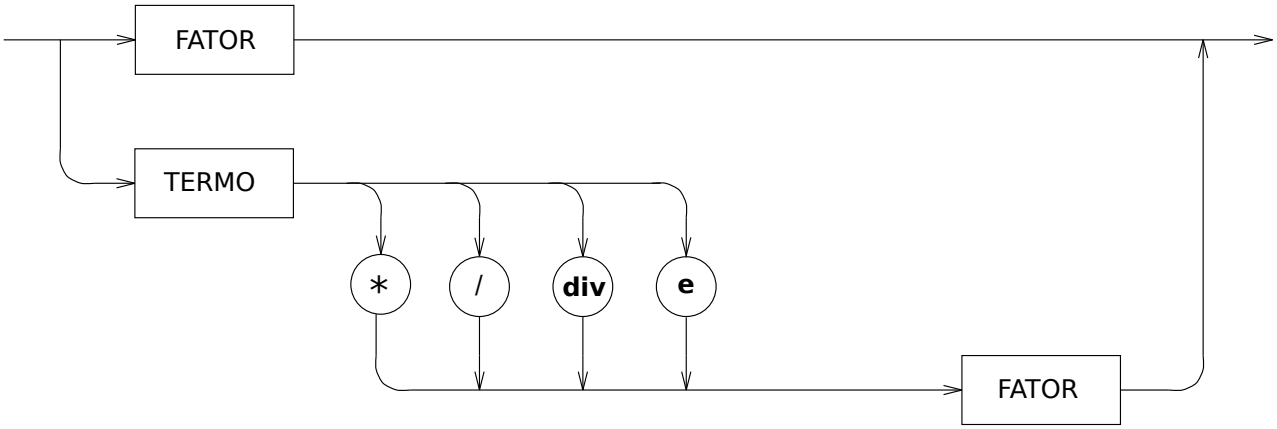
EXPRESSAO:



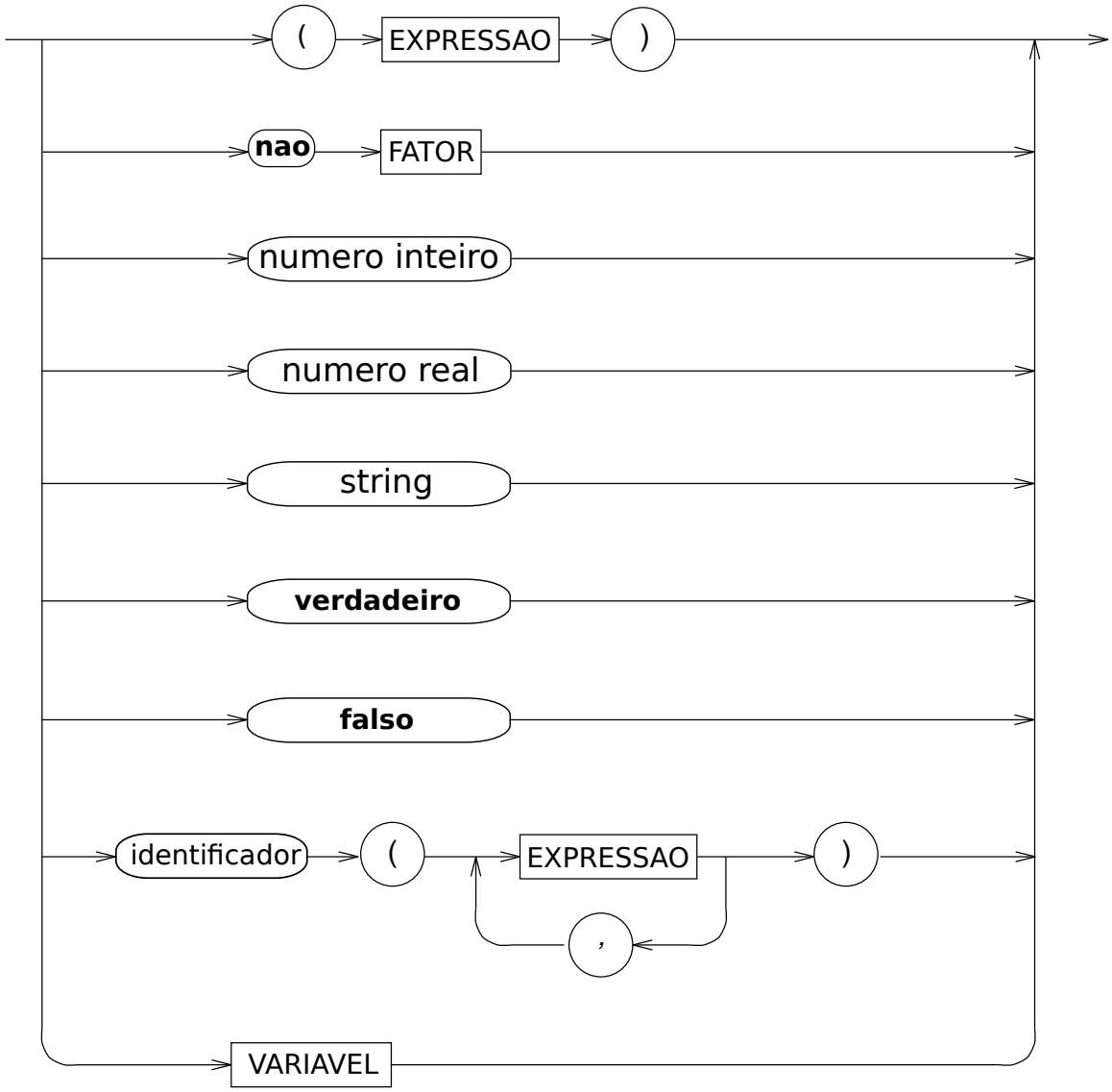
EXPRESSAO SIMPLES:



TERMO:



FATOR:



VARIAVEL: