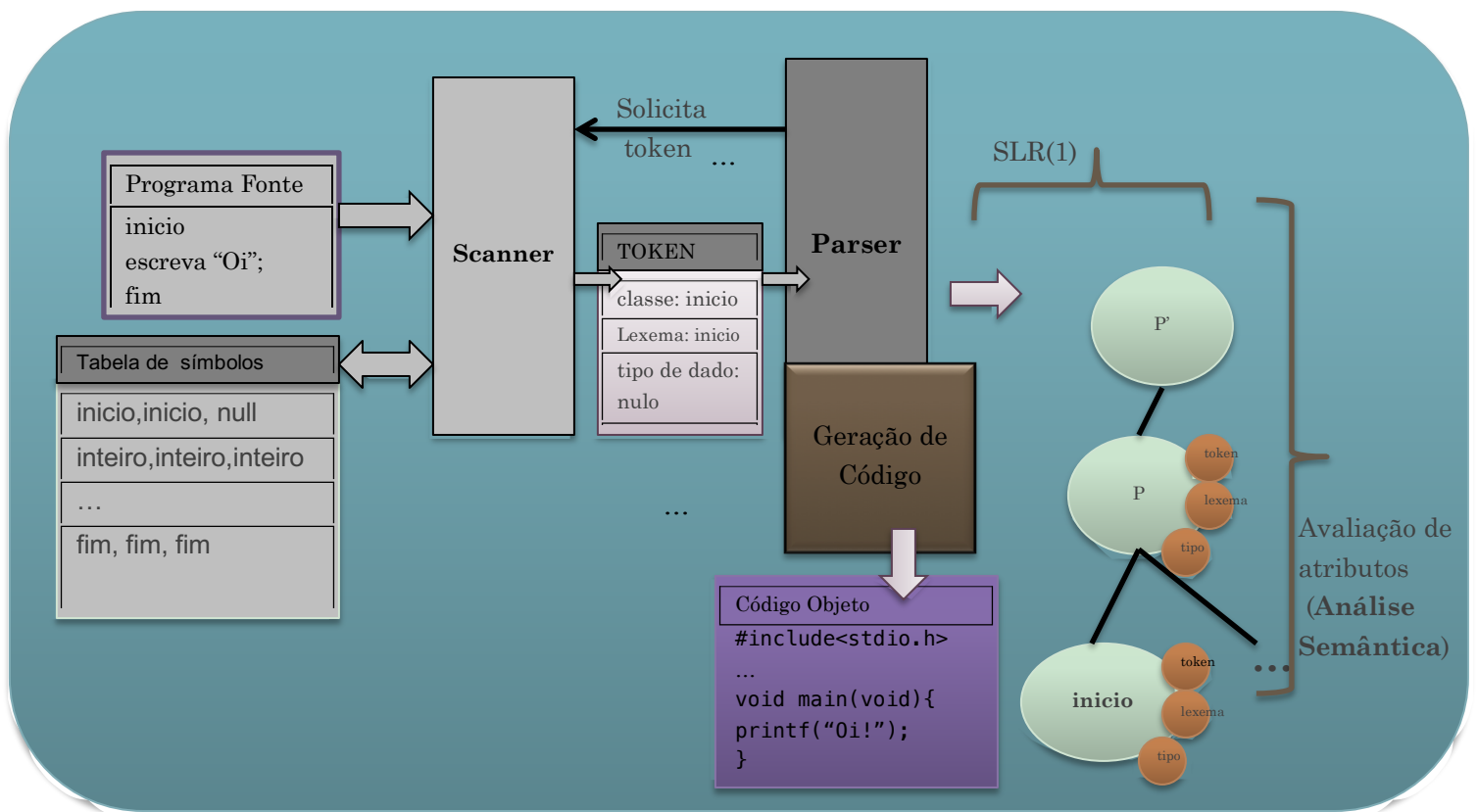


COMPILADORES – TRABALHO 3

Analizador Semântico e tradução dirigida pela sintaxe



1 . Descrição

A atividade prática Trabalho 3 (T3) – Analisador Semântico e Tradução Dirigida pela Sintaxe em Compiladores é um componente para a avaliação e desenvolvimento dos conhecimentos desenvolvidos nas disciplinas ofertadas para Ciência da Computação e Engenharia de Computação - Compiladores e Compiladores 1. O valor dessa atividade é 10,0 e compõe a média de aprovação na disciplina conforme definido no plano de curso.

2 - Entregáveis

* Todas as atividades complementares e códigos deverão ser entregues EXCLUSIVAMENTE via plataforma Turing.

2.1 – (Atividade 1 Complementar do T3 – T3.1) – Atividade de pesquisa e confecção das regras semânticas para o T3.

A atividade é INDIVIDUAL e vale 1,0 da nota final do trabalho T3. Não será computada nota para atividade entregue após a data determinada.

2.2 - Entregar na data determinada pelo professor, EXCLUSIVAMENTE via plataforma Turing, O CÓDIGO desenvolvido para o analisador semântico de tradução dirigida por sintaxe a ser descrito nas seções abaixo. Caso seja realizado em duplas, apenas um componente deverá entregá-lo na plataforma. O NOME do código deverá seguir o padrão: ASem-NomeAluno1-NomeAluno2.extensão. **Exemplo:** ASem-DeborahFernandes-FulanoPrado.c .

- Se for entregar um projeto com vários arquivos, junte-os em uma pasta com o nome ASem-NomeAluno1-NomeAluno2 e inclua dentro da pasta um arquivo .txt explicando como abrir e rodar os códigos do programa. Utilize compressão .zip

3.2 – A entrega e arguição oral terão o valor total de 10,0 pontos.

3 – O que fazer?

O programa a ser desenvolvido deverá estar de acordo com as definições de projeto descritas abaixo e será avaliado pelo professor com relação a cada critério estabelecido. Portanto, leia com atenção.

Desenvolver um programa computacional na linguagem escolhida para o projeto que, acoplado ao T1 e ao T2 (analisadores léxico e sintático) implemente o compilador que atenda às solicitações descritas abaixo:

Observe o conjunto de regras semânticas que contemplam avaliação de atributos, análise semântica, geração de código e tratamento de erros semânticos da TABELA 1.

- 3.1 O símbolo “ – “ em ações semânticas indica que não há regra semântica associada.
- 3.2 **Imprimir(...)** indica que deverá ser realizada uma impressão no arquivo *.obj* que neste trabalho será PROGRAMA.C (arquivo objeto a ser gerado pelo compilador desenvolvido).
- 3.3 **Emitir mensagem de ERRO semântico**, indicará a impressão na saída padrão da mensagem do Erro semântico encontrado seguido da linha e coluna do fonte.
- 3.4 A impressão de linhas brancas (REGRA 5) no *.obj* indica o local onde as variáveis deverão ser declaradas. Pode ser ajustado pelo programador de acordo com sua necessidade.
- 3.5 Regras semânticas da forma: *terminal ou não-terminal.atributo* \leftarrow *terminal ou não-terminal.atributo* indicam a ocorrência de amarração de atributos. Aconselha-se o uso de uma pilha semântica para tal.
- 3.6 Nas marcações (A), (B), (C),..., (H) o aluno deverá analisar as necessidades de regras semânticas associadas às sintáticas e construí-las (Atividade Complementar T3.1). Essas podem envolver acesso e/ou atualização da tabela de símbolos, escrita de código no arquivo *.obj*, emissão de mensagem de erro semântico, avaliação de atributos, etc.. Dicas importantes: (1) verifique as demais regras na tabela para ter uma ideia de como compor novas e se há necessidade de criá-las. (2) No slide ([SLIDES - Análise Semântica - Parte 4- Estudo de Caso T3](#)) disponível na TURING, você encontrará anotações sobre o avaliação de esquema L-atribuído em uma análise ascendente (*bottom-up*).
- 3.7 Algumas regras utilizam a variável **Tx**. Esta é uma variável gerada automaticamente para a tradução das operações aritméticas e relacionais do programa fonte para o objeto (essas são chamadas de variáveis temporárias quando geradas em um processo de compilação que possua código intermediário). Para utilizar a variável **Tx**:
 - É necessário desenvolver um contador que inicie de 0 até a quantidade de variáveis adequadas a tradução. Dessa forma, o código objeto possuirá as variáveis T0, T1, T2,..., necessárias a execução dos comandos.
 - A cada variável gerada, é necessário realizar sua declaração no programa *obj*. Para tal, deve ser desenvolvido um mecanismo que realize a produção dessas variáveis com geração de números sequenciais e sua declaração no programa objeto.

Passos para o desenvolvimento do projeto:

- 4.1 Ler as regras semânticas associadas às sintáticas;
- 4.2 Ajustar o item 3.6;
- 4.3 Ajustar no SCANNER: Na inserção de palavras reservadas na tabela de símbolos, acrescentar informação de tipo no campo TIPO das palavras associadas à tipos de dados:

Classe	Lexema	tipo
inteiro	inteiro	inteiro
lit	lit	literal
real	real	real

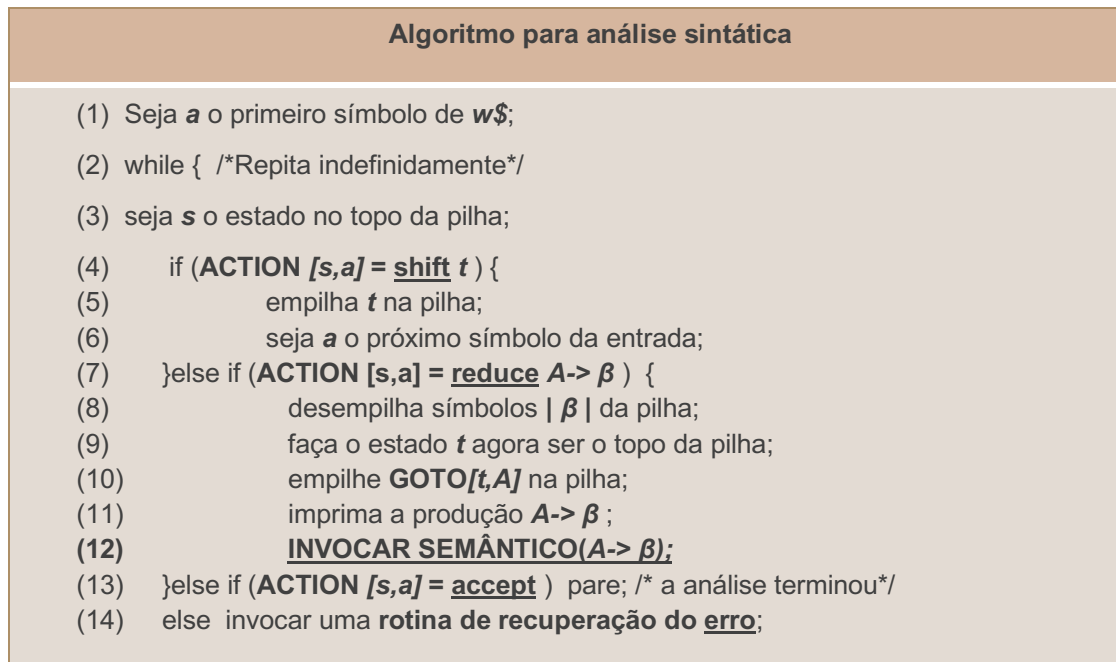
- 4.4 Implementar as regras semânticas **nas reduções** das produções sintáticas do trabalho T2;
- 4.5 Criar o arquivo .obj que será PROGRAMA.C;
- 4.6 No arquivo obj PROGRAMA.C a ser gerado, serão necessários ajustes para que a tradução seja completa. O desenvolvedor é responsável por criar rotinas para adicionar cabeçalho com bibliotecas e ajustes finos para que o programa gerado (em linguagem C) funcione perfeitamente em um compilador C.
- 4.7 Saída do Sistema (T3): O programa realizará a leitura do arquivo fonte através de chamadas ao SCANNER pelo PARSER. A cada ação de redução, imprimir a regra reduzida no *prompt*. Se não houver erro (léxico, sintático ou semântico) o arquivo PROGRAMA.C será gerado com a tradução do FONTE.alg (MGOL) para C.
- 4.8 Mais algumas observações:
- As regras semânticas podem ser executadas assim que todas as atividades de uma ação de redução do sintático tenham sido realizadas. No momento após a impressão da regra reduzida, realiza-se uma chamada ao semântico que executará a(s) regra(s) semântica(s) associadas à(s) sintática(s) (FIGURA 1, linha 12).
 - O sistema continuará identificando erros léxicos e sintáticos. Caso seja encontrado um ou mais erros léxicos, sintáticos e/ou semânticos o programa **continua a análise mas não poderá gerar código .obj**.

TABELA 1 – Regras sintáticas (T2) e regras semânticas (T3).

	Regra gramatical	Regras Semânticas
1	$P' \rightarrow P$	-
2	$P \rightarrow \text{inicio } V A$	-
3	$V \rightarrow \text{varinicio } LV$	-
4	$LV \rightarrow D LV$	-
5	$LV \rightarrow \text{varfim } pt_v$	Imprimir três linhas brancas no arquivo objeto;
6	$D \rightarrow TIPO L pt_v$	(A) Atenção ao valor de TIPO.tipo
7	$L \rightarrow id \text{ vir } L$	(B) Ajuste de dados na tabela de símbolos Impressão dos ids no .obj

8	$L \rightarrow id$	(C) Criar regras para: Ajuste de dados na tabela de símbolos Impressão dos ids no .obj
9	$TIPO \rightarrow inteiro$	$TIPO.tipo \leftarrow inteiro.tipo$ Imprimir (TIPO.tipo);
10	$TIPO \rightarrow real$	$TIPO.tipo \leftarrow real.tipo$ Imprimir (TIPO.tipo);
11	$TIPO \rightarrow literal$	$TIPO.tipo \leftarrow literal.tipo$ Imprimir (TIPO.tipo);
12	$A \rightarrow ES A$	-
13	$ES \rightarrow leia id pt_v$	Verificar se o campo <i>tipo</i> do identificador está preenchido indicando a declaração do identificador (execução da regra semântica de número 6). Se sim, então: Se $id.tipo = literal$ Imprimir (scanf("%s", id.lexema);) Se $id.tipo = inteiro$ Imprimir (scanf("%d", &id.lexema);) Se $id.tipo = real$ Imprimir (scanf("%lf", &id.lexema);) Caso Contrário: Emitir na tela "Erro: Variável não declarada", linha e coluna onde ocorreu o erro no fonte.
14	$ES \rightarrow escreva ARG pt_v$	Gerar código para o comando escreva no arquivo objeto. Imprimir (printf("ARG.lexema");)
15	$ARG \rightarrow lit$	$ARG.atributos \leftarrow literal.atributos$ (Copiar todos os atributos de literal para os atributos de ARG).
16	$ARG \rightarrow num$	$ARG.atributos \leftarrow num.atributos$ (Copiar todos os atributos de literal para os atributos de ARG).
17	$ARG \rightarrow id$	Verificar se o identificador foi declarado (execução da regra semântica de número 6). Se sim, então: $ARG.atributos \leftarrow id.atributos$ (copia todos os atributos de id para os de ARG). Caso Contrário: Emitir na tela "Erro: Variável não declarada", linha e coluna onde ocorreu o erro no fonte.
18	$A \rightarrow CMD A$	-
19	$CMD \rightarrow id rcb LD pt_v$	Verificar se id foi declarado (execução da regra semântica de número 6). Se sim, então: Realizar verificação do <i>tipo</i> entre os operandos <i>id</i> e <i>LD</i> (ou seja, se ambos são do mesmo tipo). Se sim, então: Imprimir (id.lexema rcb.tipo LD.lexema) no arquivo objeto. Caso contrário emitir: "Erro: Tipos diferentes para atribuição", linha e coluna onde ocorreu o erro no fonte. Caso contrário emitir "Erro: Variável não declarada", linha e coluna onde ocorreu o erro no fonte.
20	$LD \rightarrow OPRD opm OPRD$	Verificar se tipo dos operandos são equivalentes e diferentes de <i>literal</i> . Se sim, então:

		<p>Gerar uma variável numérica temporária Tx, em que x é um número gerado sequencialmente. $LD.lexema \leftarrow Tx$ Imprimir (Tx = OPRD.lexema opm.tipo OPRD.lexema) no arquivo objeto.</p> <p>Caso contrário emitir “Erro: Operandos com tipos incompatíveis”, linha e coluna onde ocorreu o erro no fonte.</p>
21	LD → OPRD	LD.atributos ← OPRD.atributos (Copiar todos os atributos de OPRD para os atributos de LD).
22	OPRD → id	<p>Verificar se o identificador está declarado.</p> <p>Se sim, então: $OPRD.atributos \leftarrow id.atributos$</p> <p>Caso contrário emitir “Erro: Variável não declarada”, linha e coluna onde ocorreu o erro no fonte.</p>
23	OPRD → num	OPRD.atributos ← num.atributos (Copiar todos os atributos de num para os atributos de OPRD).
24	A → COND A	-
25	COND → CAB CP	Imprimir (}) no arquivo objeto.
26	CAB → se ab_p EXP_R fc_p então	Imprimir (if (EXP_R.lexema) {) no arquivo objeto.
27	EXP_R → OPRD opr OPRD	<p>Verificar se os tipos de dados de OPRD são iguais ou equivalentes para a realização de comparação relacional.</p> <p>Se sim, então: Gerar uma variável booleana temporária Tx, em que x é um número gerado sequencialmente. $EXP_R.lexema \leftarrow Tx$ Imprimir (Tx = OPRD.lexema opr.tipo OPRD.lexema) no arquivo objeto.</p> <p>Caso contrário emitir “Erro: Operandos com tipos incompatíveis”, linha e coluna onde ocorreu o erro no fonte.</p>
28	CP → ES CP	-
29	CP → CMD CP	-
30	CP → COND CP	-
31	CP → fimse	-
32	A → R A	-
33	R → repita ab_p EXP_R fc_p CP_R	(D) Verificar as necessidades e gerar as regras semânticas e de tradução.
34	CP_R → ES CP_R	(E) Verificar as necessidades e gerar as regras semânticas e de tradução.
35	CP_R → CMD CP_R	(F) Verificar as necessidades e gerar as regras semânticas e de tradução.
36	CP_R → COND CP_R	(G) Verificar as necessidades e gerar as regras semânticas e de tradução.
37	CP_R → fimrepita	(H) Verificar as necessidades e gerar as regras semânticas e de tradução.
38	A → fim	-

FIGURA 1 – Algoritmo de análise sintática ascendente *shift-reduce*.

4 – Resultado final do Projeto

O Parser (FIGURA 2) realizará o processo de análise sintática e invocará o semântico que fará verificações semânticas e geração de código:

- invocando o SCANNER (T1), sempre que necessitar de um novo TOKEN, consultando as tabelas ACTION e GOTO para decidir sobre as produções a serem aplicadas até a raiz da árvore sintática seja alcançada e não haja mais tokens a serem reconhecidos pelo SCANNER;
- Quando houver uma redução, conduzirá uma chamada à rotina que executará as regras semânticas associadas à regra sintática que foi reduzida;
- Se não houver nenhum erro léxico, sintático ou semântico, um PROGRAMA.C será gerado, caso ocorra pelo menos um erro, a fase de análise continua, porém o arquivo .obj não será criado.

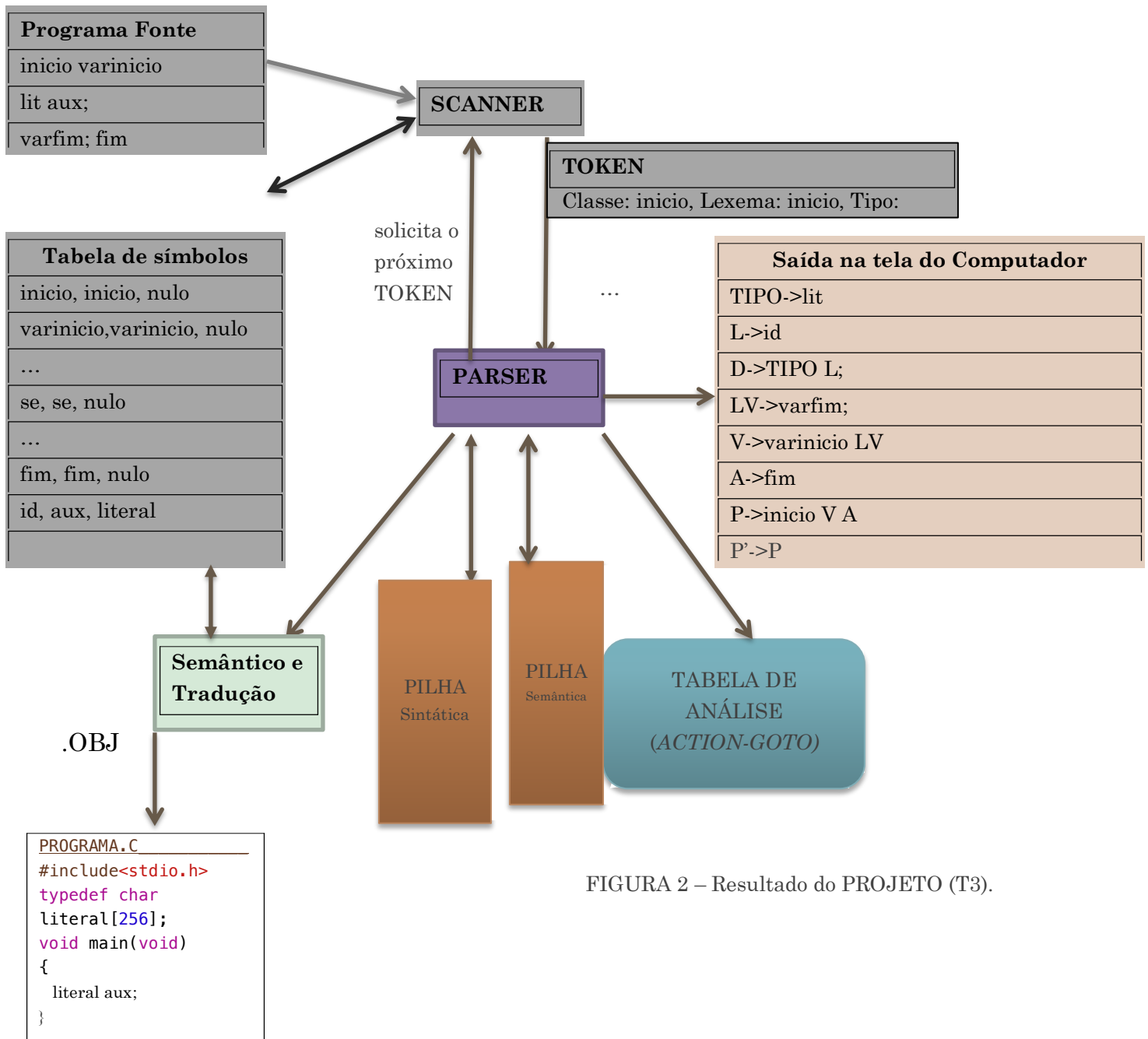


FIGURA 2 – Resultado do PROJETO (T3).

5 – Resultado T1+T2+T3

Ao final de todos os três trabalhos práticos da disciplina, teremos como resultado do estudo de caso um pequeno compilador. Este, utilizando dos tokens reconhecidos e as palavras da linguagem definidas em T1, da

gramática livre de contexto (TABELA 1) e do analisador sintático de T2 unido à análise semântica e fases de síntese do T3, compilará o programa fonte em linguagem Mgol, FONTE.ALG - FIGURA 3 (a) em PROGRAMA.C, FIGURA 3(b).

Fonte.ALG	PROGRAMA.C
<pre> início varinício lit A; inteiro B; inteiro D; real C, E ; varfim; escreva "Digite B"; leia B; escreva "Digite A:"; leia A; se(B>2) então se(B<=4) então escreva "B esta entre 2 e 4"; fimse fimse B<-B+1; B<-B+2; B<-B+3; D<-B; C<-5.0; E<-2.5; escreva "\nB=\n"; escreva D; escreva "\n"; escreva C; escreva "\n"; escreva A; fim </pre>	<pre> #include<stdio.h> typedef char literal[256]; void main(void) { /*----Variaveis temporarias----*/ int T0; int T1; int T2; int T3; int T4; /*-----*/ literal A; int B; int D; double C, E; printf("Digite B"); scanf("%d",&B); printf("Digite A:"); scanf("%s",A); T0=B>2; if(T0) { T1=B<=4; if(T1) { printf("B esta entre 2 e 4"); } } T2=B+1; B=T2; T3=B+2; B=T3; T4=B+3; B=T4; D=B; C=5.0; E=2.5; printf("\nB=\n"); printf("%d",D); printf("\n"); printf("%lf",C); printf("\n"); printf("%s",A); } </pre>
(a)	(b)

FIGURA 3 – Código fonte (a), código objeto (b).