Conceitos de Linguagens de Programação

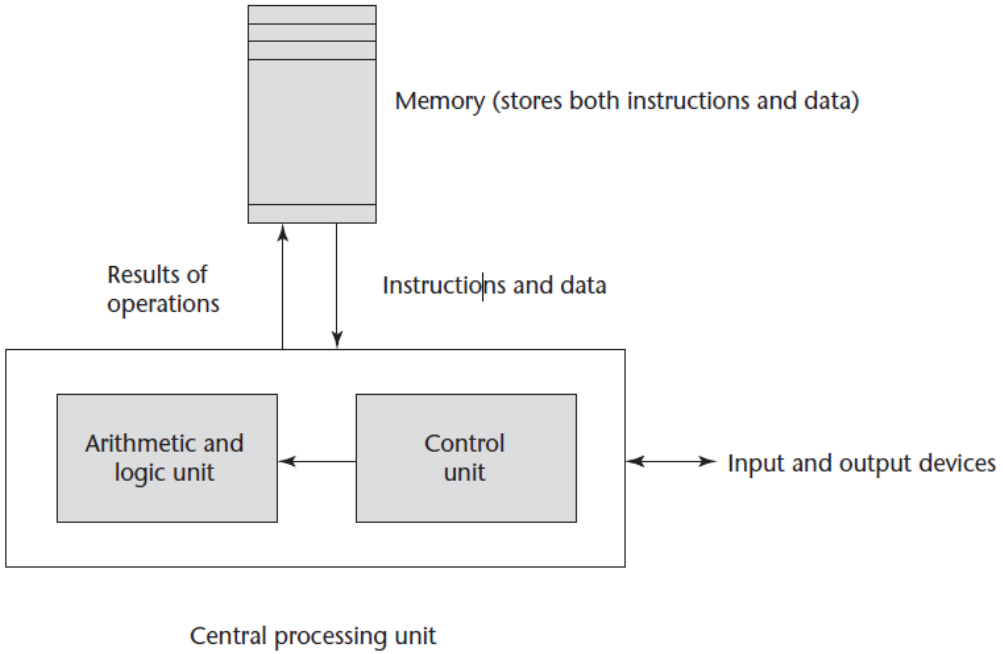
Aula 03 – Processo de Compilação

Edirlei Soares de Lima
<edirlei@iprj.uerj.br>

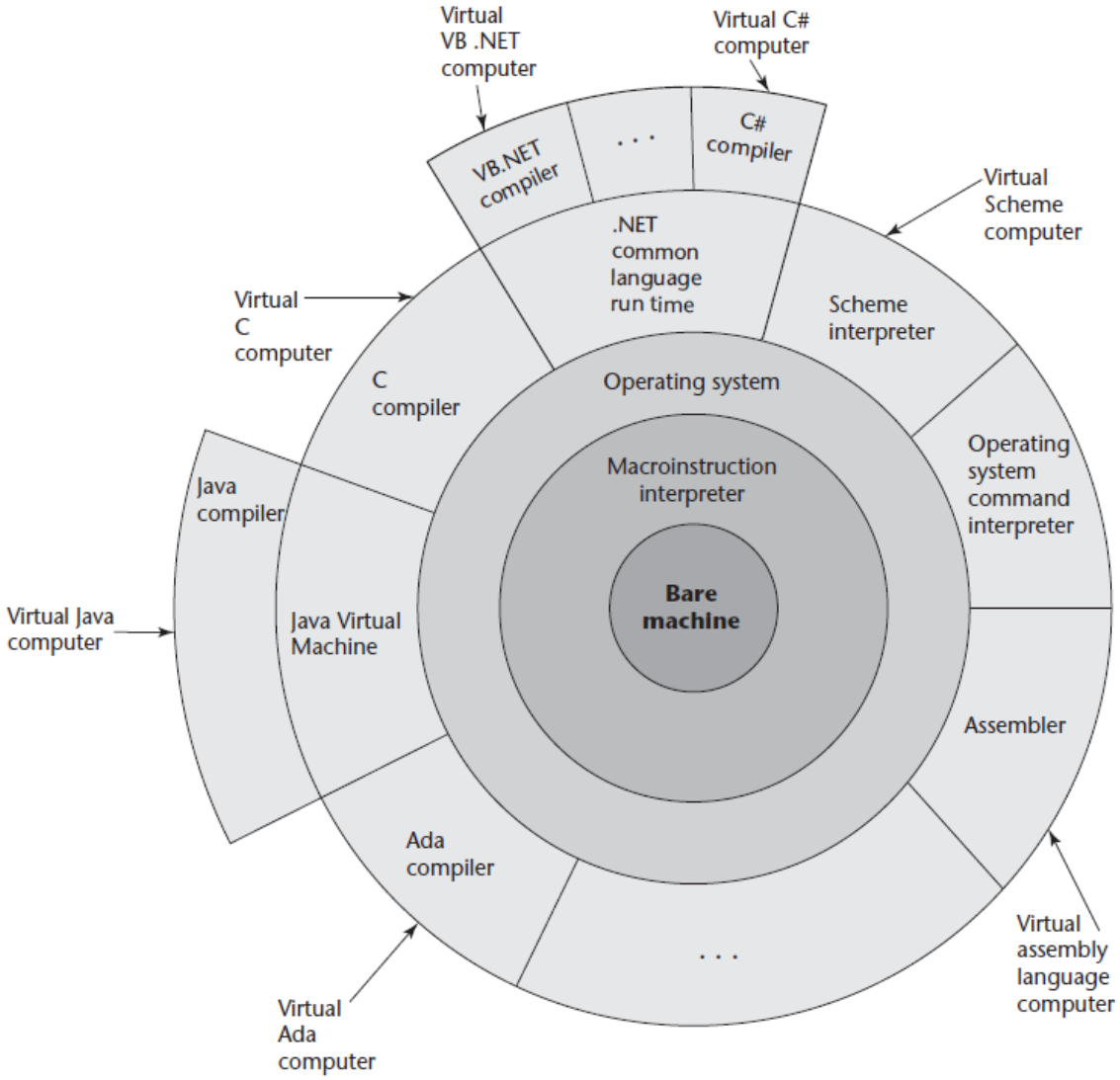
Métodos de Implementação

- **Arquitetura de Von Neumann:**
  - A linguagem de máquina de um computador é composta por um conjunto de *macroinstruções*;

- Métodos de implementação :
  - Compilação;
  - Interpretação Pura;
  - Métodos Híbridos;

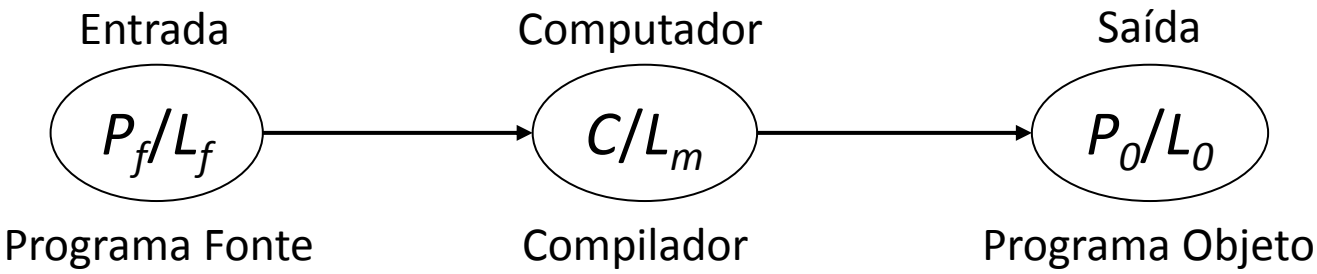


Métodos de Implementação



Processo de Compilação

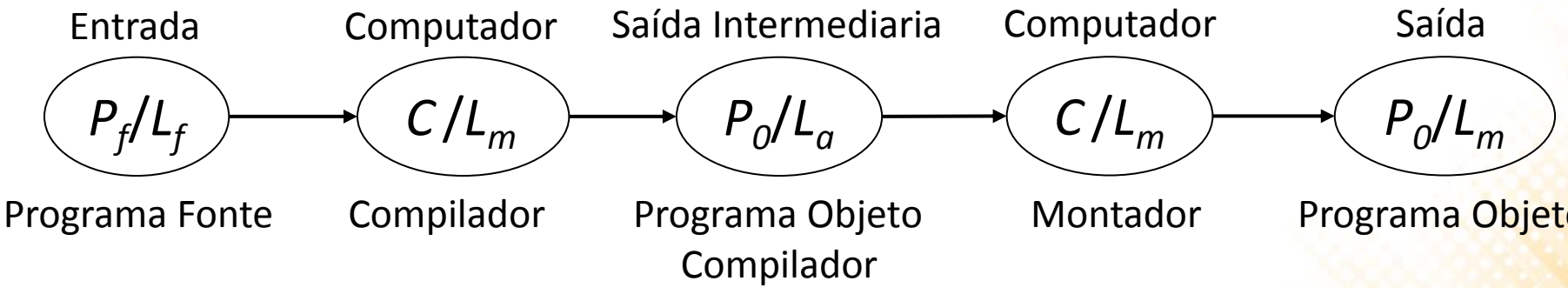
- Um Compilador *C* é um programa que tem a finalidade de traduzir ou converter um programa P_f (fonte) escrito numa linguagem L_f (linguagem fonte) para um programa P_o (objeto) escrito numa outra linguagem L_o (linguagem objeto).



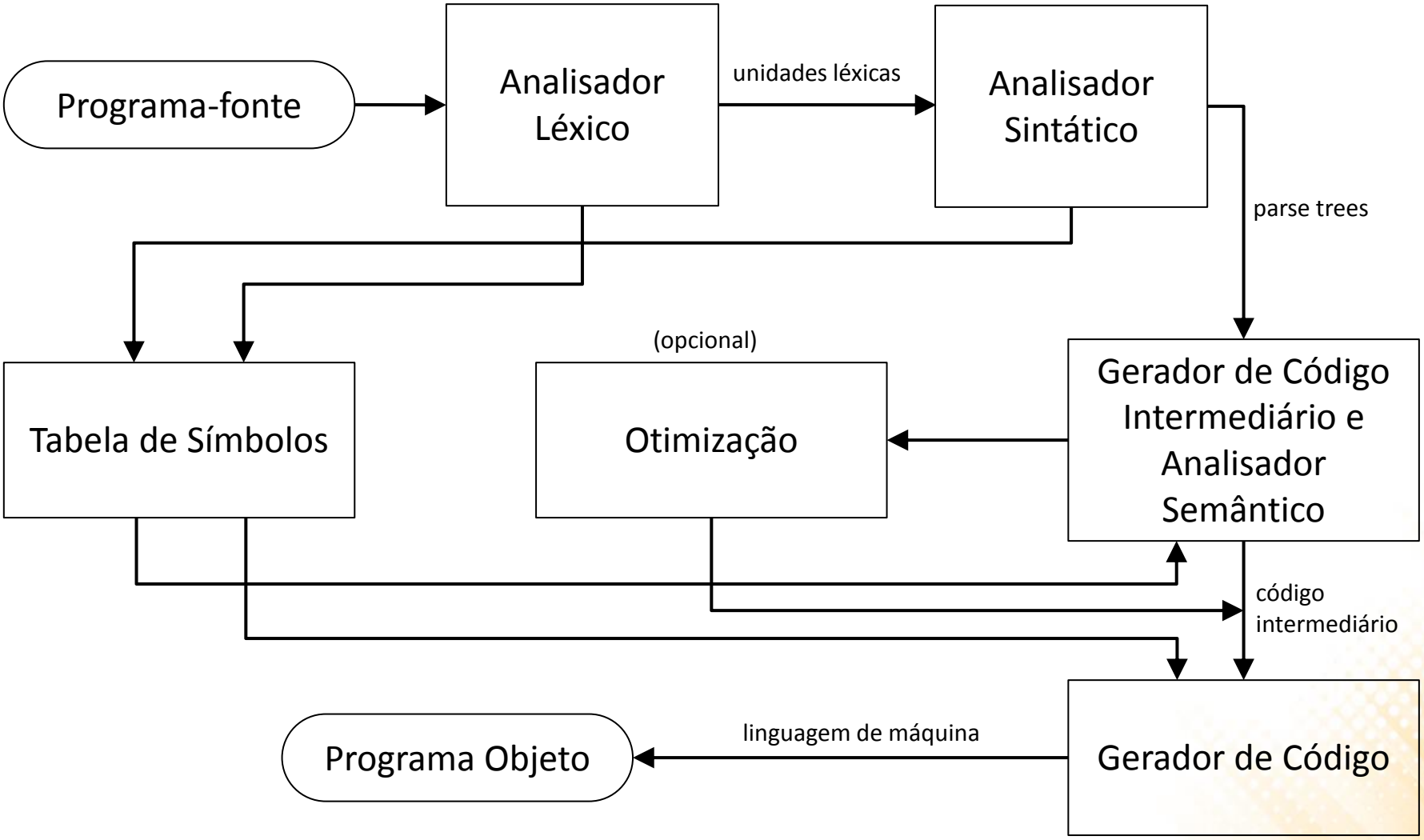
$$L_m = L_0$$

Processo de Compilação

- Em geral, L_f é uma linguagem de alto nível como C, COBOL, PASCAL, etc. L_o não é necessariamente uma linguagem de máquina. Por exemplo, L_o pode ser uma Linguagem de montagem ("Assembly") L_a. Nesse caso, é necessário ter-se mais uma fase de tradução de L_a para a linguagem de máquina L_m do computador a ser utilizado para processar o programa objeto.



Processo de Compilação



Processo de Compilação

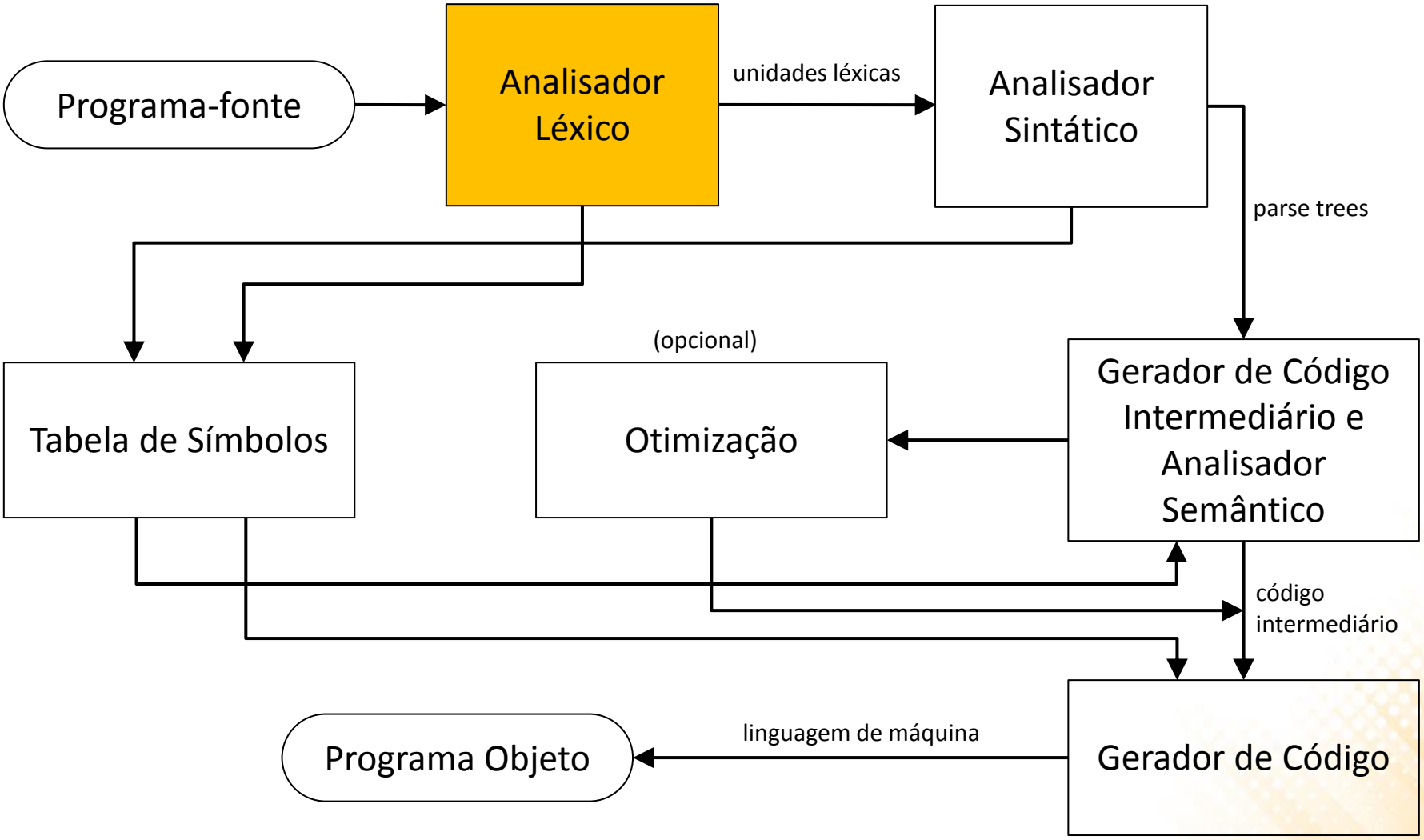
- **Programa-fonte:**

```
int gcd(int a, int b)
{
  while (a != b) {
    if (a > b) a -= b;
    else b -= a;
  }
  return a;
}
```

- **O compilador vê o código como uma sequência de caracteres:**

```
i  n  t sp  g  c  d  (  i  n  t sp  a  , sp  i
n  t sp  b  ) nl  { nl sp sp  w  h  i  l  e sp
(  a sp  !  = sp  b  ) sp  { nl sp sp sp sp  i
f sp  (  a sp  > sp  b  ) sp  a sp  -  = sp  b
; nl sp sp sp sp  e  l  s  e sp  b sp  -  = sp
a  ; nl sp sp  } nl sp sp  r  e  t  u  r  n sp
a  ; nl  } nl
```

Processo de Compilação



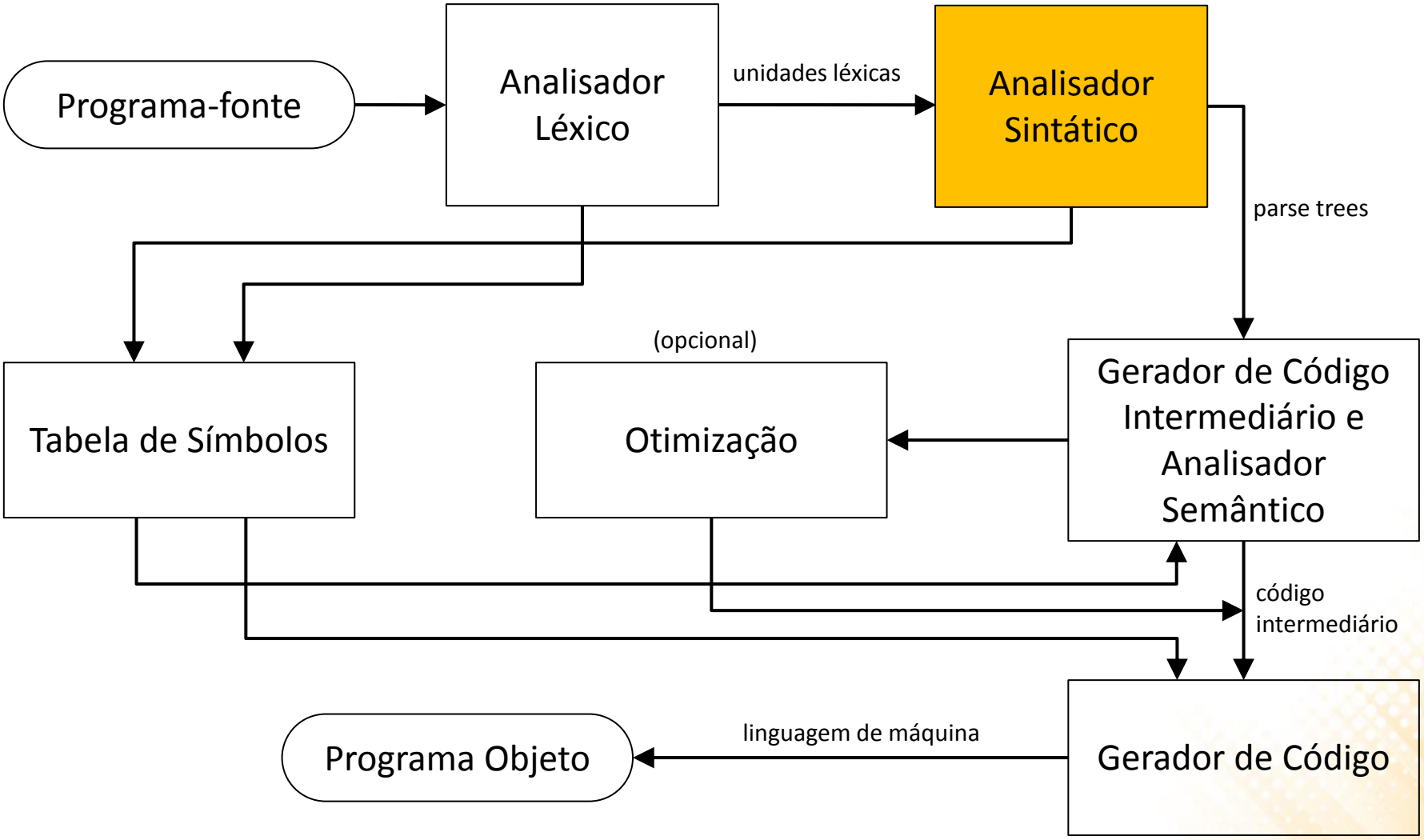
Processo de Compilação

- O **Analisador Léxico** reúne os caracteres do programa-fonte em unidades léxicas (*tokens*).
  - Identificadores, palavras especiais, operadores, símbolos;
  - Comentários são ignorados;

```
int gcd(int a, int b)
{
  while (a != b) {
    if (a > b) a -= b;
    else b -= a;
  }
  return a;
}
```

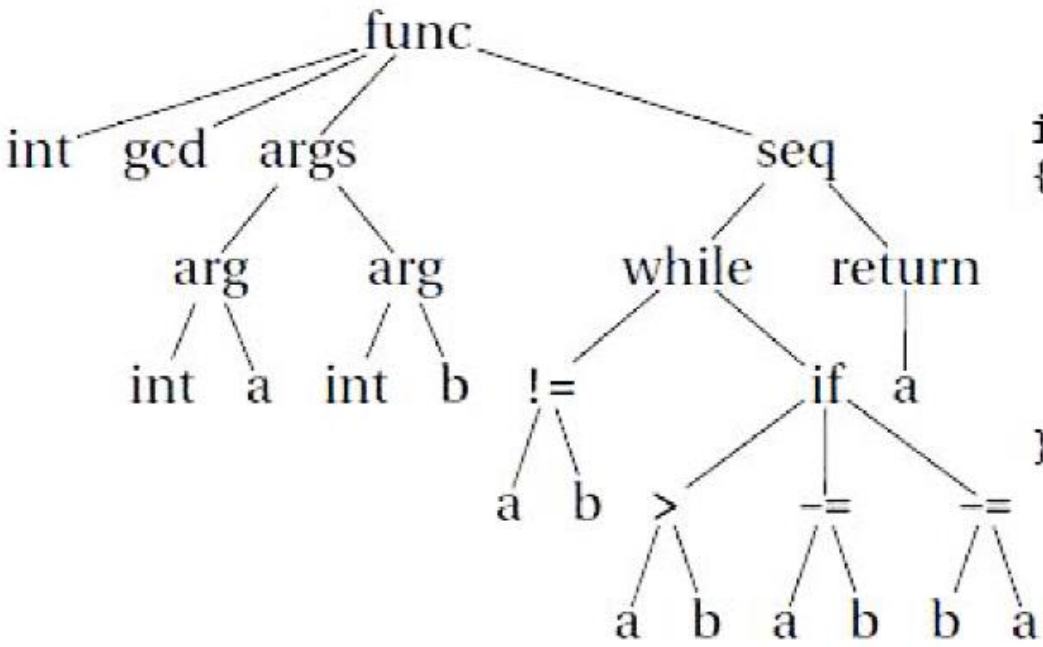
```
int gcd ( int a , int b ) { while ( a
!= b ) { if ( a > b ) a -= b ; else
b -= a ; } return a ; }
```

Processo de Compilação



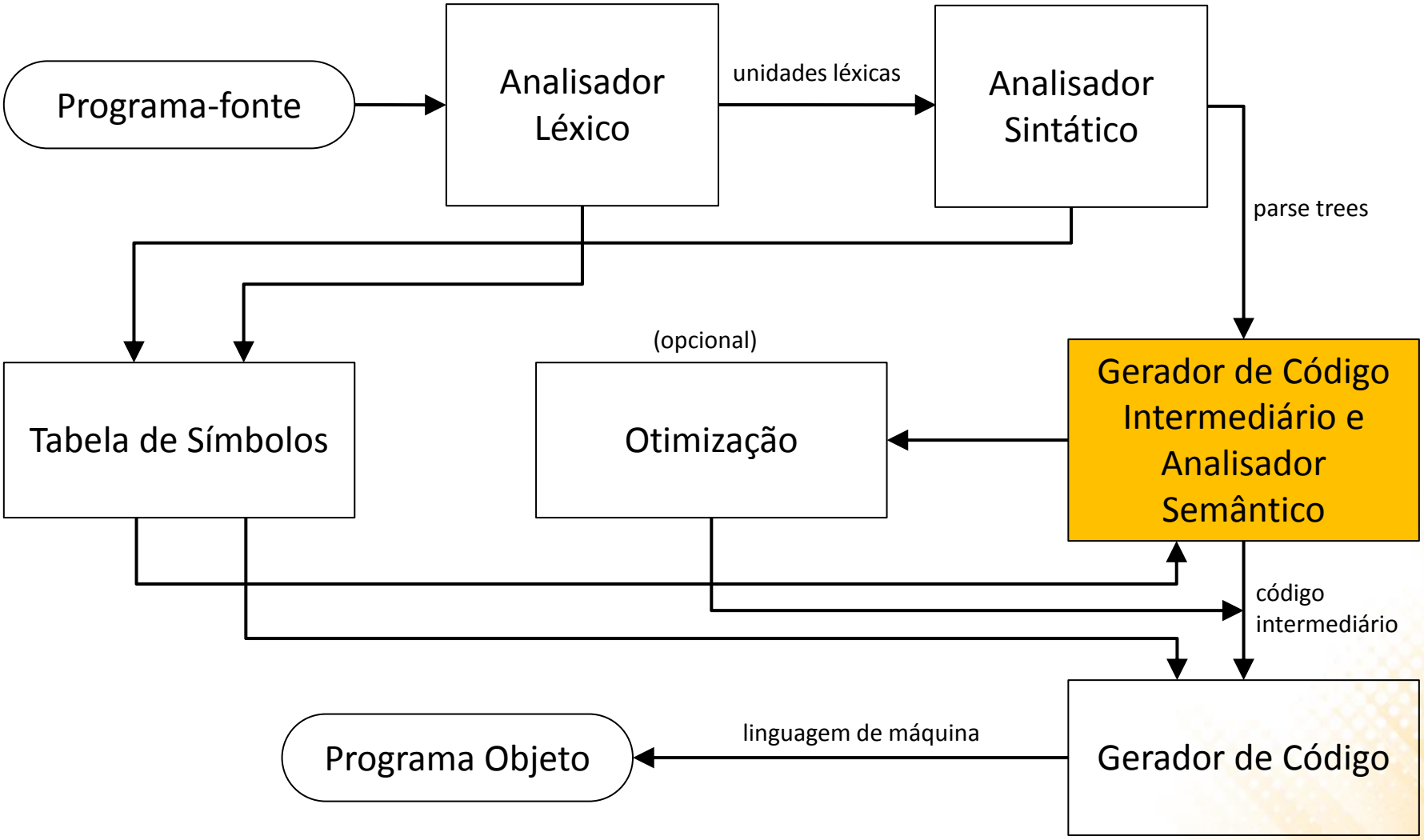
Processo de Compilação

- O **Analisador Sintático** utiliza as unidades léxicas (*tokens*) para construir estruturas hierárquicas chamadas de *parse trees*.
  - A árvore é construída a partir das regras da **gramática**;
  - Representam a estrutura sintática do programa.



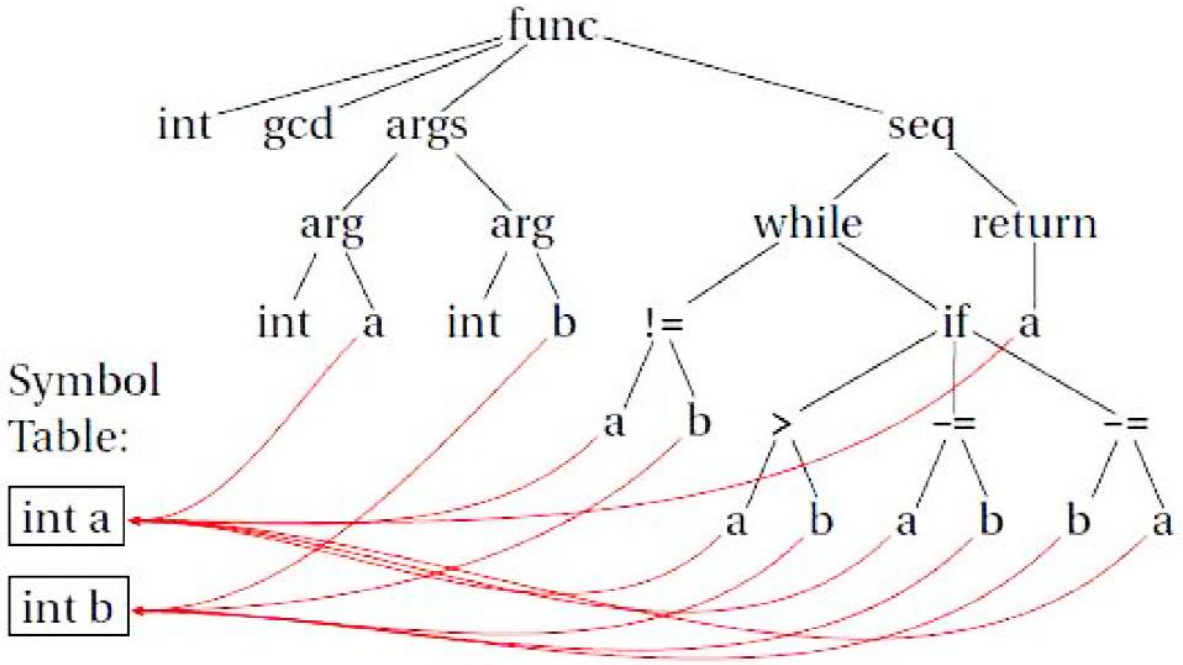

```
int gcd(int a, int b)
{
  while (a != b) {
    if (a > b) a -= b;
    else b -= a;
  }
  return a;
}
```

Processo de Compilação



Processo de Compilação

- O **Analisador Semântico** faz parte do Gerador de Código Intermediário e realiza a verificação de erros que não que não são verificados durante a análise sintática, como erros de tipo.
  - O processo de verificação de tipos é realizado consultado a **Tabela de Símbolos.**

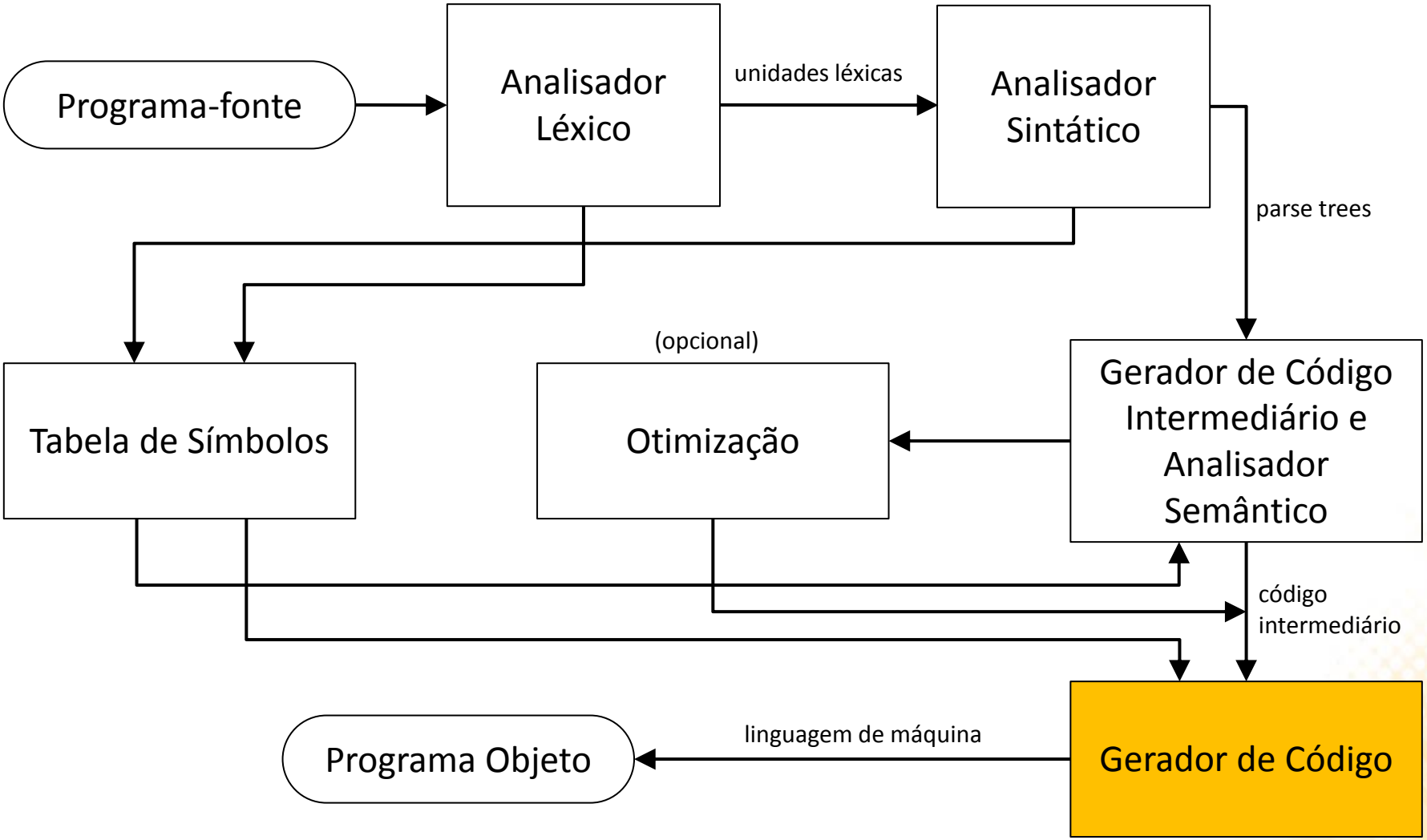


Processo de Compilação

- O **Gerador de Código Intermediário** produz um programa em uma linguagem intermediaria entre o programa-fonte e saída final do compilador.
  - As linguagens intermediarias se parecem muito com linguagens de montagem (e muitas vezes são linguagens de montagem (assembly)).

```
gcd:  pushl %ebp            % Save FP
      movl  %esp,%ebp
      movl  8(%ebp),%eax    % Load a from stack
      movl  12(%ebp),%edx   % Load b from stack
.L8:  cmpl  %edx,%eax
      je    .L3             % while (a != b)
      jle   .L5             % if (a < b)
      subl  %edx,%eax       % a -= b
      jmp   .L8
.L5:  subl  %eax,%edx       % b -= a
      jmp   .L8
.L3:  leave                 % Restore SP, BP
      ret
```

Processo de Compilação



Processo de Compilação

- O **Gerador de Código** converte a versão do código intermediário do programa para um programa em linguagem de máquina equivalente.

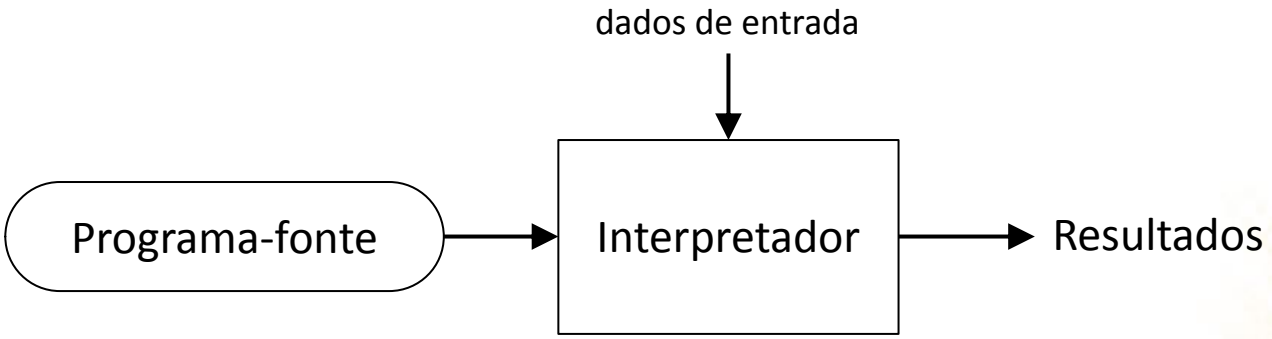
```
gcd:   pushl %ebp
       movl  %esp,%ebp
       movl  8(%ebp),%eax
       movl  12(%ebp),%edx
.L8:   cmpl  %edx,%eax
       je    .L3
       jle   .L5
       subl  %edx,%eax
       jmp   .L8
.L5:   subl  %eax,%edx
       jmp   .L8
.L3:   leave
       ret
```

Assembly Language	Machine Code
add $t1, t2, $t3	04CB: 0000 0100 1100 1011
addi $t2, $t3, 60	16BC: 0001 0110 1011 1100
and $t3, $t1, $t2	0299: 0000 0010 1001 1001
andi $t3, $t1, 5	22C5: 0010 0010 1100 0101
beq $t1, $t2, 4	3444: 0011 0100 0100 0100
bne $t1, $t2, 4	4444: 0100 0100 0100 0100
j 0x50	F032: 1111 0000 0011 0010
lw $t1, 16($s1)	5A50: 0101 1010 0101 0000
nop	0005: 0000 0000 0000 0101
nor $t3, $t1, $t2	029E: 0000 0010 1001 1110
or $t3, $t1, $t2	029A: 0000 0010 1001 1010
ori $t3, $t1, 10	62CA: 0110 0010 1100 1010
ssl $t2, $t1, 2	0455: 0000 0100 0101 0101
srl $t2, $t1, 1	0457: 0000 0100 0101 0111
sw $t1, 16($t0)	7050: 0111 0000 0101 0000
sub $t2, $t1, $t0	0214: 0000 0010 0001 0100

Interpretação Pura

- Na extremidade oposta dos métodos de implementação, os programas podem ser interpretados por outro programa chamado **Interpretador**.

- O interpretador age como uma **simulação de software de uma máquina** cujo ciclo buscar-executar lida com instruções de programa em linguagem de alto nível em vez de instruções de máquina.



Interpretação Pura

- O método de interpretação pura tem a séria desvantagem de que a execução é de **10 a 100 vezes mais lenta** que em sistemas compilados.
  - **Problema:** a decodificação das instruções de alto nível é bem mais complexa do que as instruções em linguagem de máquina.

- A interpretação é um processo complexo em programas escritos em linguagens complexas, pois o significado de cada instrução deve ser determinado diretamente do programa-fonte em tempo de execução.
  - Linguagens mais simples podem ser interpretadas mais facilmente. Exemplos: Lisp, Lua, JavaScript...

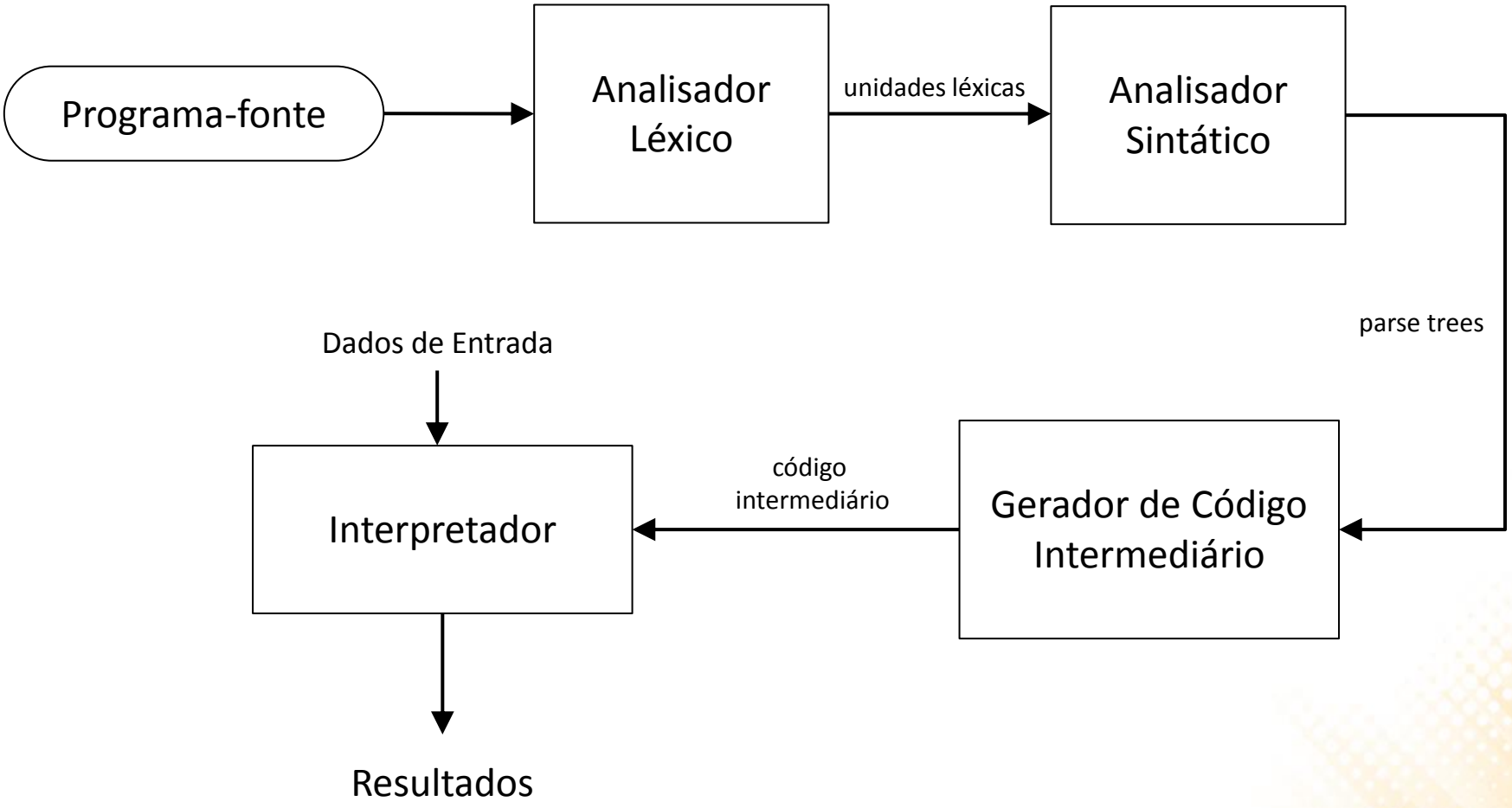
Métodos Híbridos

- Alguns métodos de implementação são um meio-termo entre os compiladores e os interpretadores puros.

- Eles traduzem programas em linguagem de alto nível para uma **linguagem intermediária** projetada para permitir fácil interpretação.
  - Esse método é mais rápido do que a interpretação pura porque as instruções da linguagem fonte são decodificadas somente uma vez.

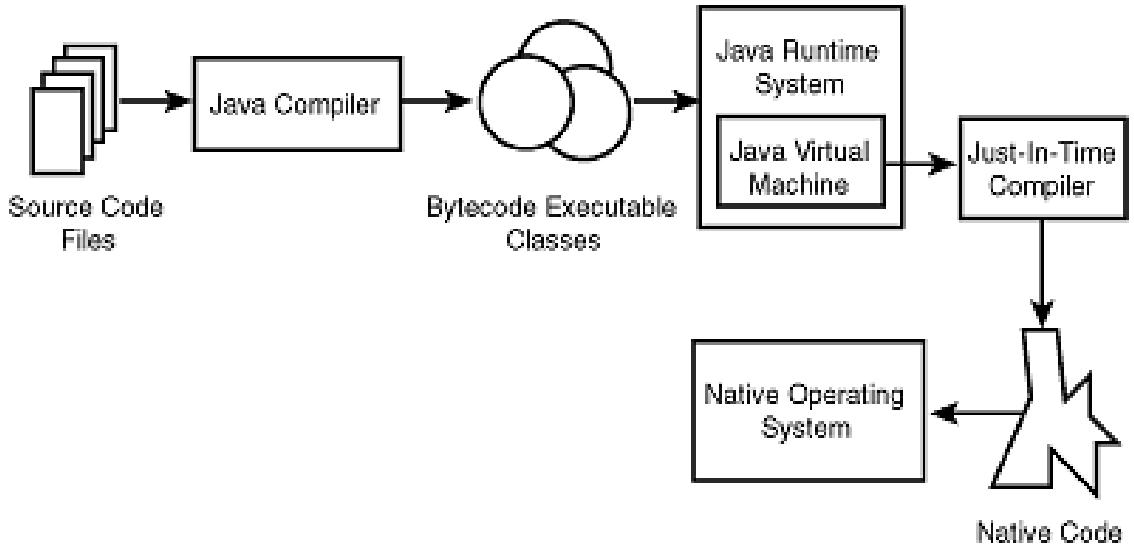
- Essas implementações são chamadas de **sistemas de implementação híbridos**.

Métodos Híbridos



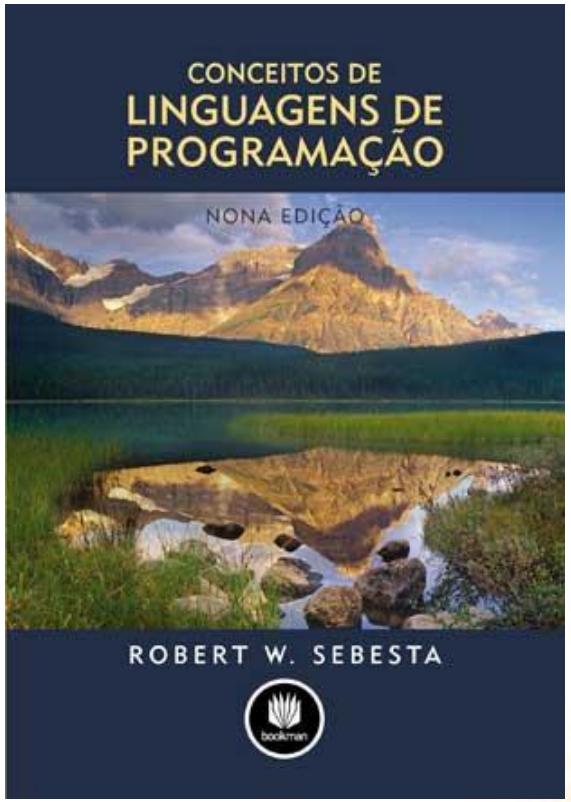
Métodos Híbridos

- As implementações iniciais de **Java** eram todas híbridas. Sua forma intermediária, chamada **código de bytes**, oferece portabilidade a qualquer máquina que tenha um interpretador de código de bytes e um **sistema run-time** associado.



Leitura Complementar

- Sebesta, Robert W. **Conceitos de Linguagens de Programação**. Editora Bookman, 2011.



- **Capítulo 1: Aspectos Preliminares**

- **Capítulo 2: Evolução das Principais Linguagens de Programação**