unesp

Linguagens de Programação

Aula 3

Celso Olivete Júnior

olivete@fct.unesp.br

Na aula passada...

- Classificação das LPs (nível, geração e paradigma)
- Paradigmas
  - Imperativo, OO, funcional, lógico e concorrente

Na aula de hoje...

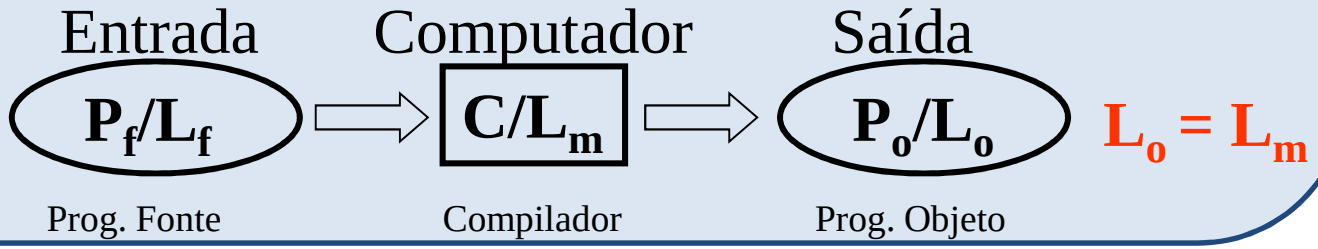
- O processo de compilação
  - O que é, para que serve e estrutura geral
- Formas de descrever uma LP

Roteiro

- Visão geral
- Compilação → análise
  1. Léxica
  2. Sintática
  3. Semântica
- Compilação → síntese
  1. Geração de código intermediário
  2. Otimização de código
  3. Geração do código objeto (linguagem máquina)
- Formas de descrever uma LP

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; P_o é o resultado da tradução. L_m , a linguagem na qual o compilador é escrito, é em geral, a linguagem de máquina do computador onde ele é processado. Na maioria das vezes, C não é programado em L_m, sendo convertido para ela por meio de uma compilação.

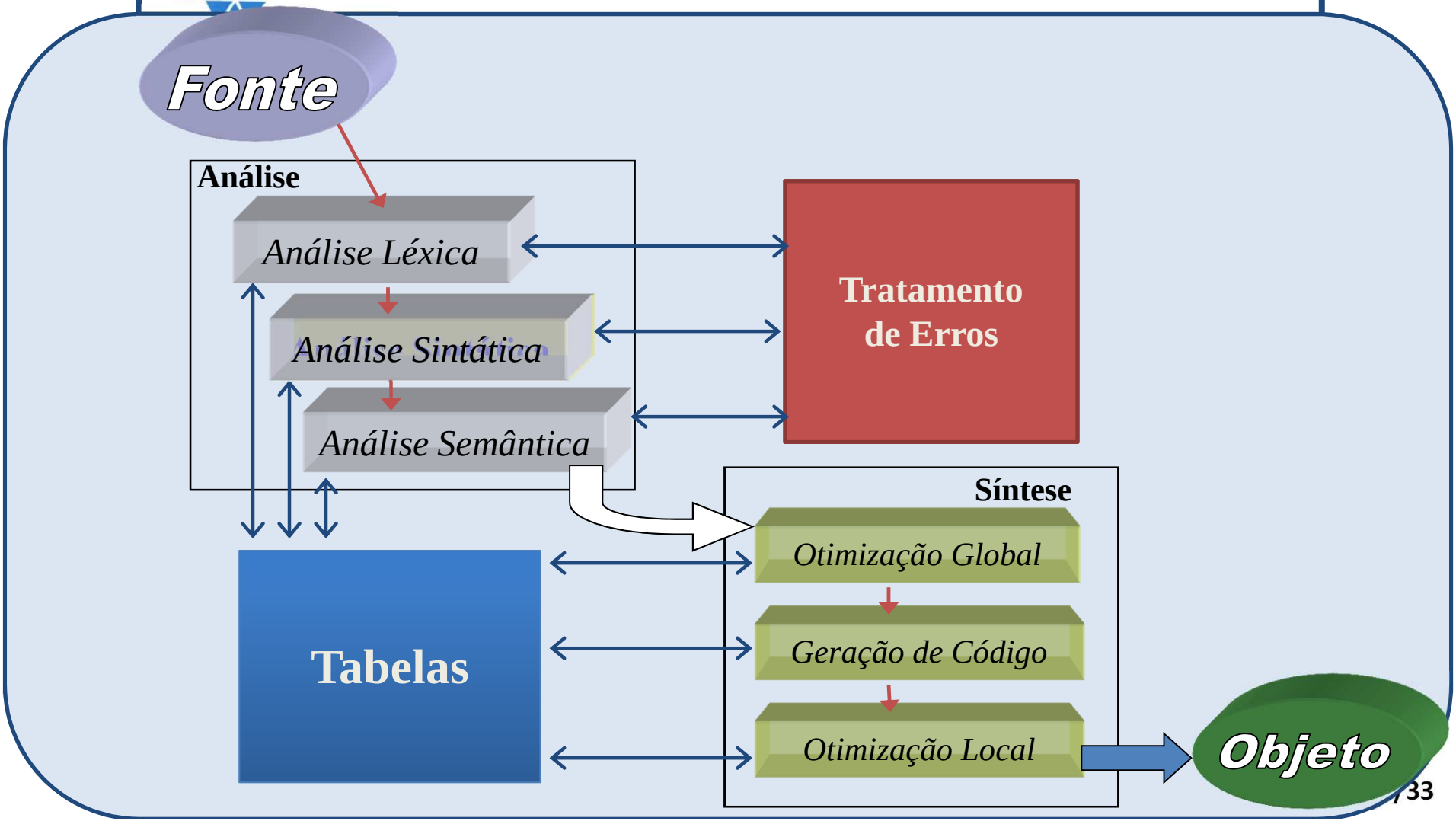


Processo de compilação

- Em geral, L_f é uma linguagem de alto nível como ALGOL, COBOL, PASCAL, etc. L_o não é necessariamente uma linguagem de máquina. Por exemplo, L_o pode ser uma Linguagem de Montagem ("*Assembler*") 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.

Prog. Fonte | Compilador | Prog. Objeto Compilador | Montador | Prog. Objeto

Compilador: Arquitetura básica



Compilador: um exemplo

- **Fases da transformação**

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

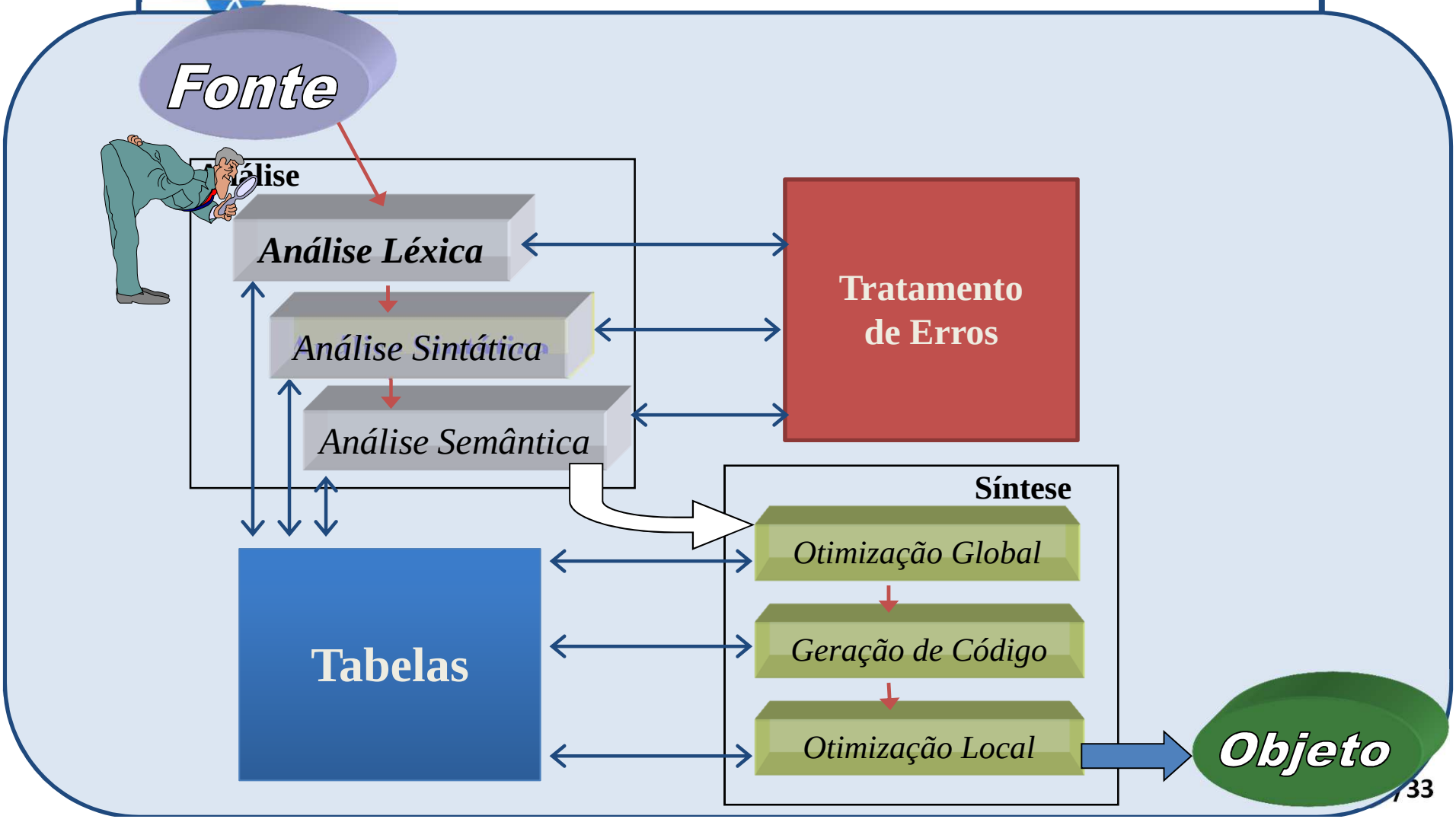
Compilador: um exemplo

- **Fases da transformação: o compilador vê o código fonte como uma sequência de caracteres**

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

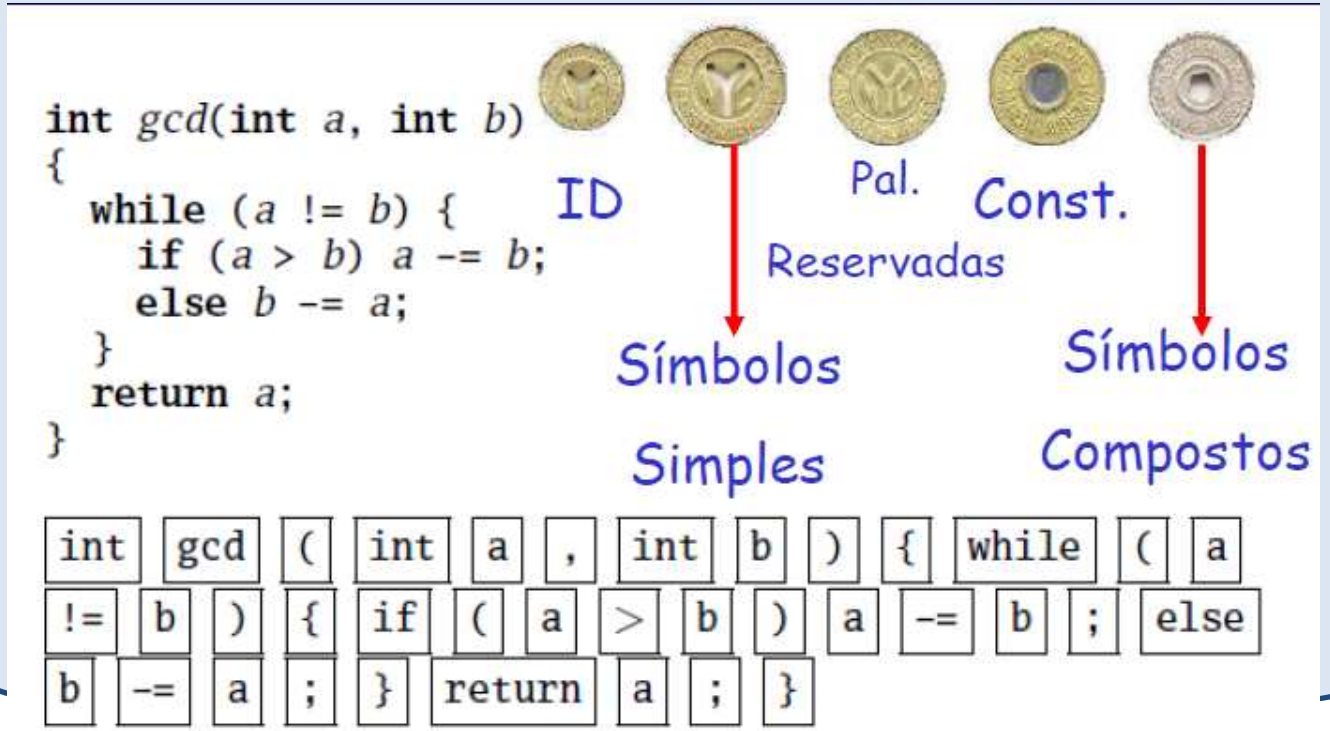
```
i  n  t sp  g  c  d  (  i  n  t sp  a  , sp  i
n  t sp  b  ) nl  { nl sp sp  w  h  i  l  e sp
(  a sp  !  = sp  b  ) sp  { nl sp sp sp sp  i
f sp  (  a sp  > sp  b  ) sp  a sp  -  = sp  b
; nl sp sp sp sp  e  l  s  e sp  b sp  -  = sp
a  ; nl sp sp  } nl sp sp  r  e  t  u  r  n sp
a  ; nl  } nl
```

Compilador: Arquitetura básica

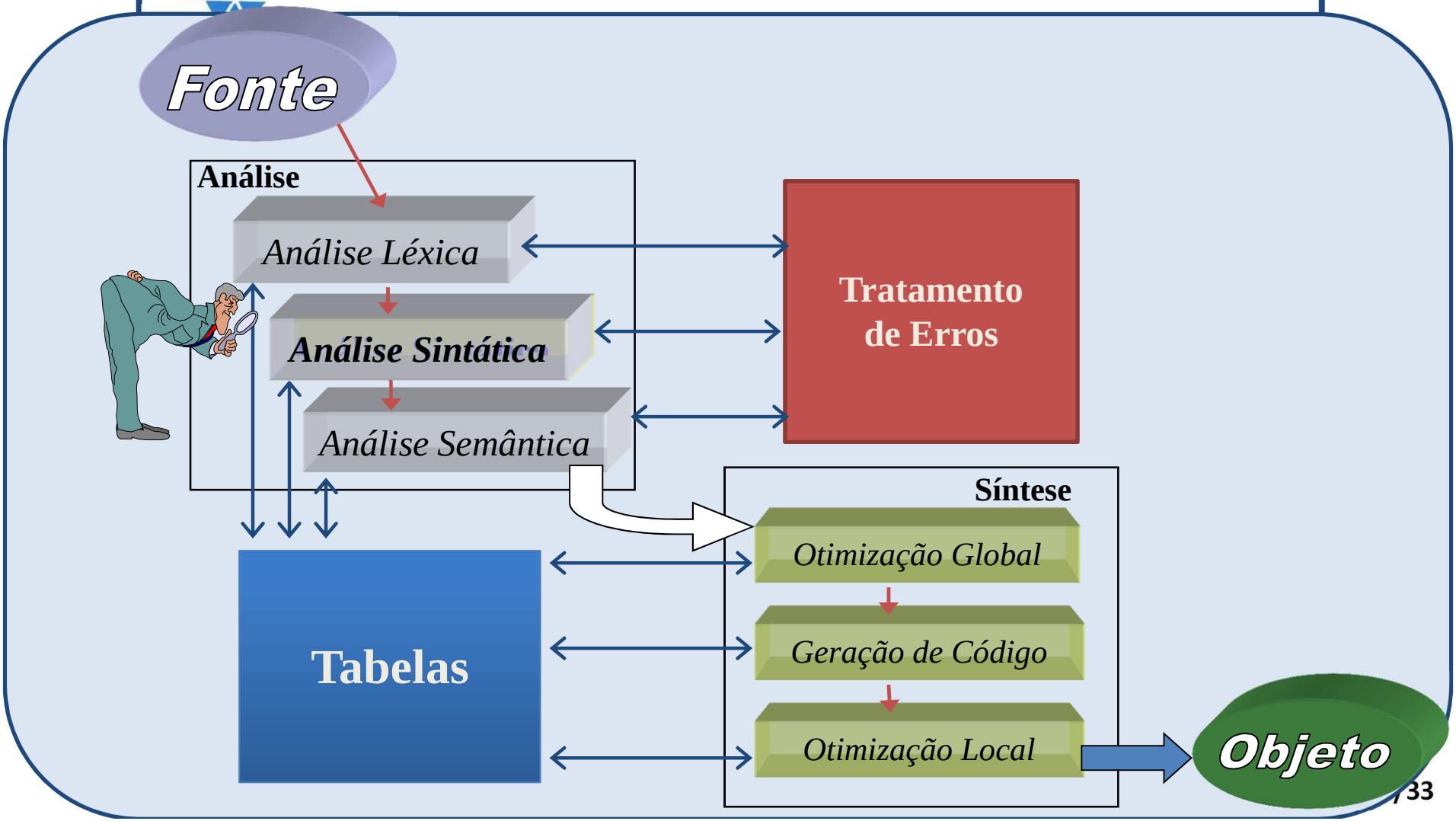


Compilador: um exemplo

- A **análise léxica** fornece *tokens*: uma cadeia de *tokens* sem espaços e comentários

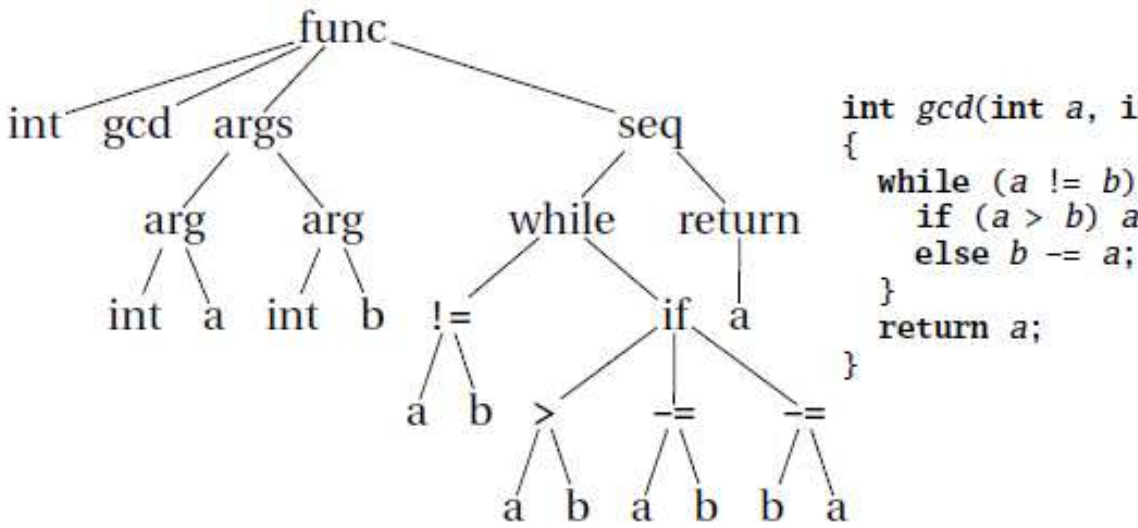


Compilador: Arquitetura básica



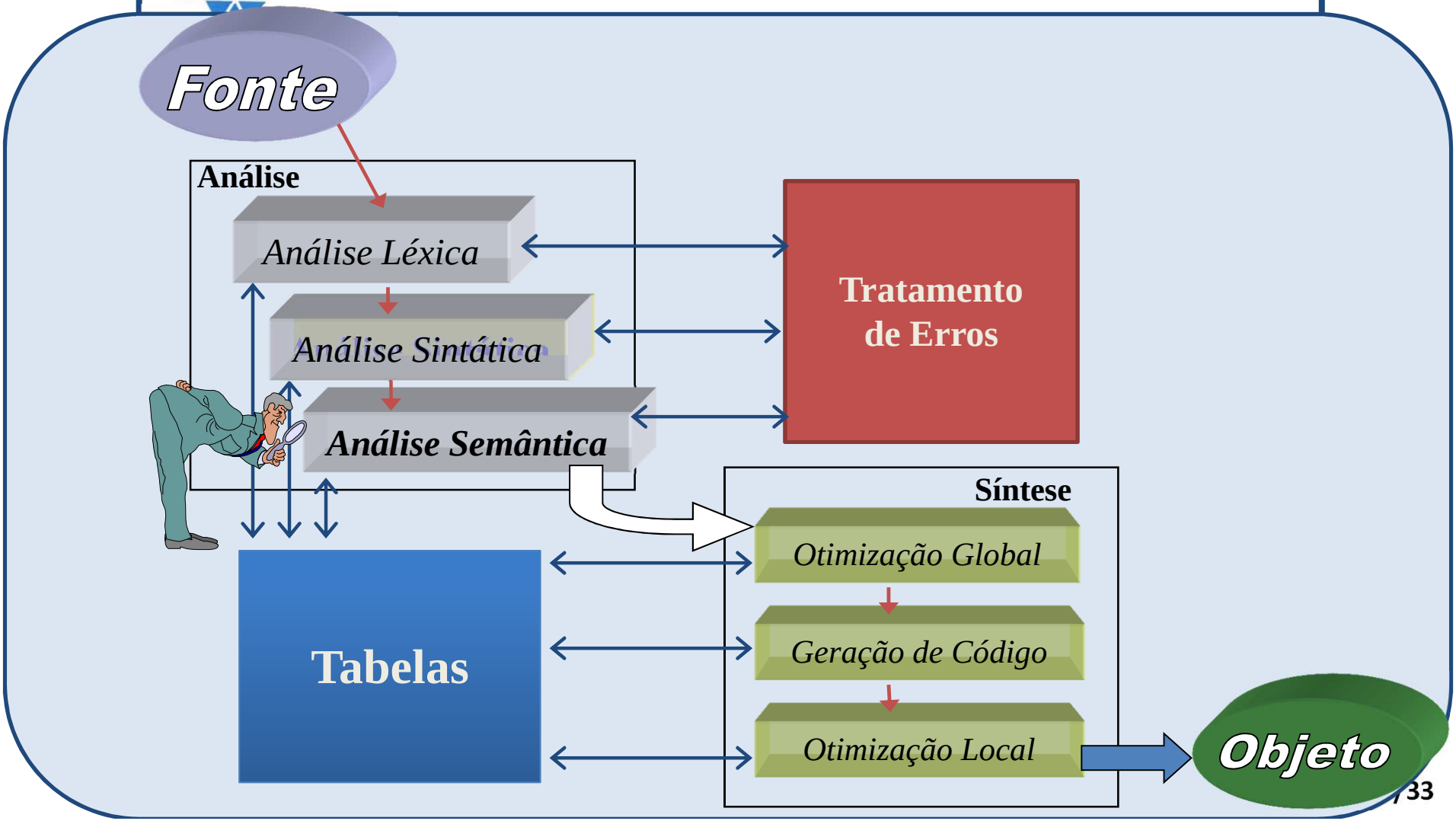
Compilador: um exemplo

- A **análise sintática** fornece uma árvore abstrata construída a partir das regras da **gramática**



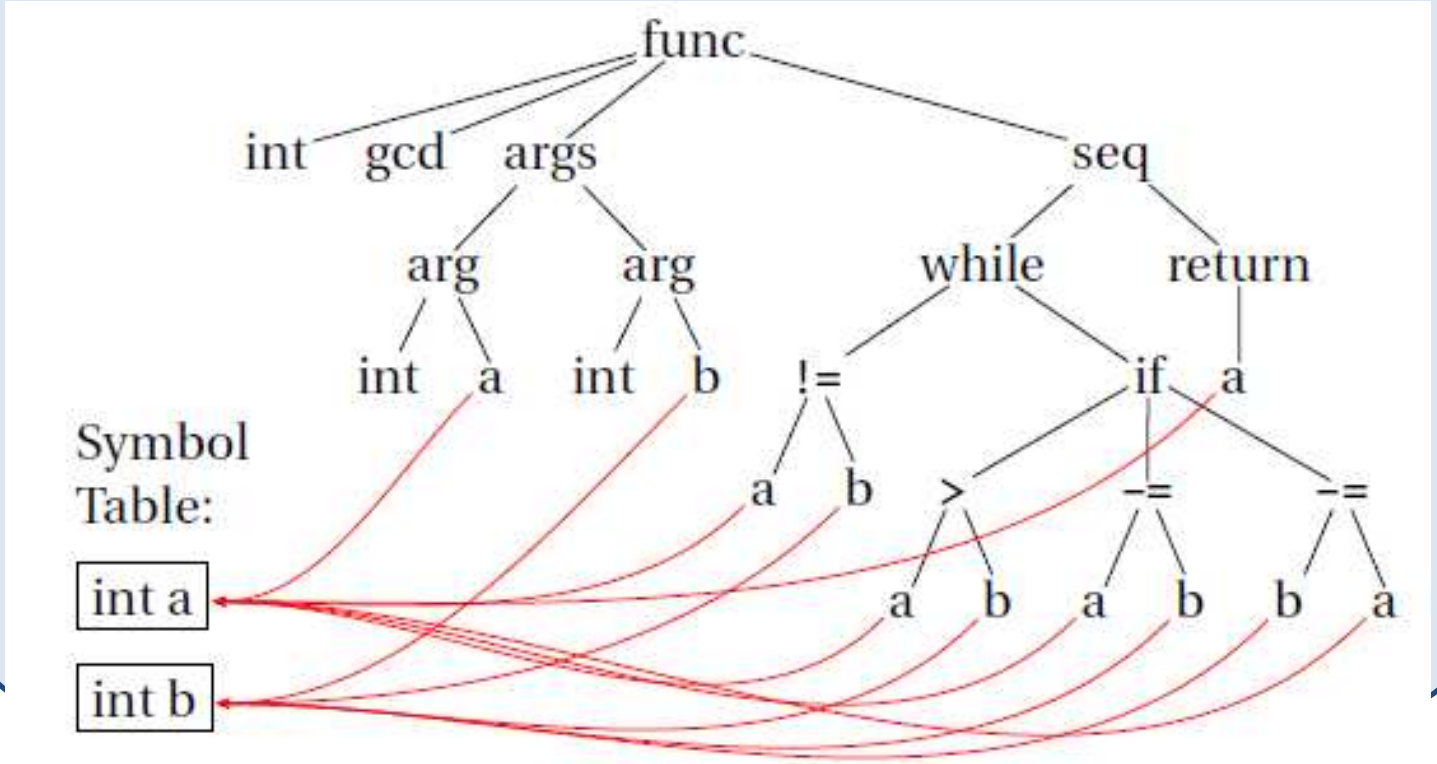

```
int gcd(int a, int b)
{
  while (a != b) {
    if (a > b) a -= b;
    else b -= a;
  }
  return a;
}
```

Compilador: Arquitetura básica

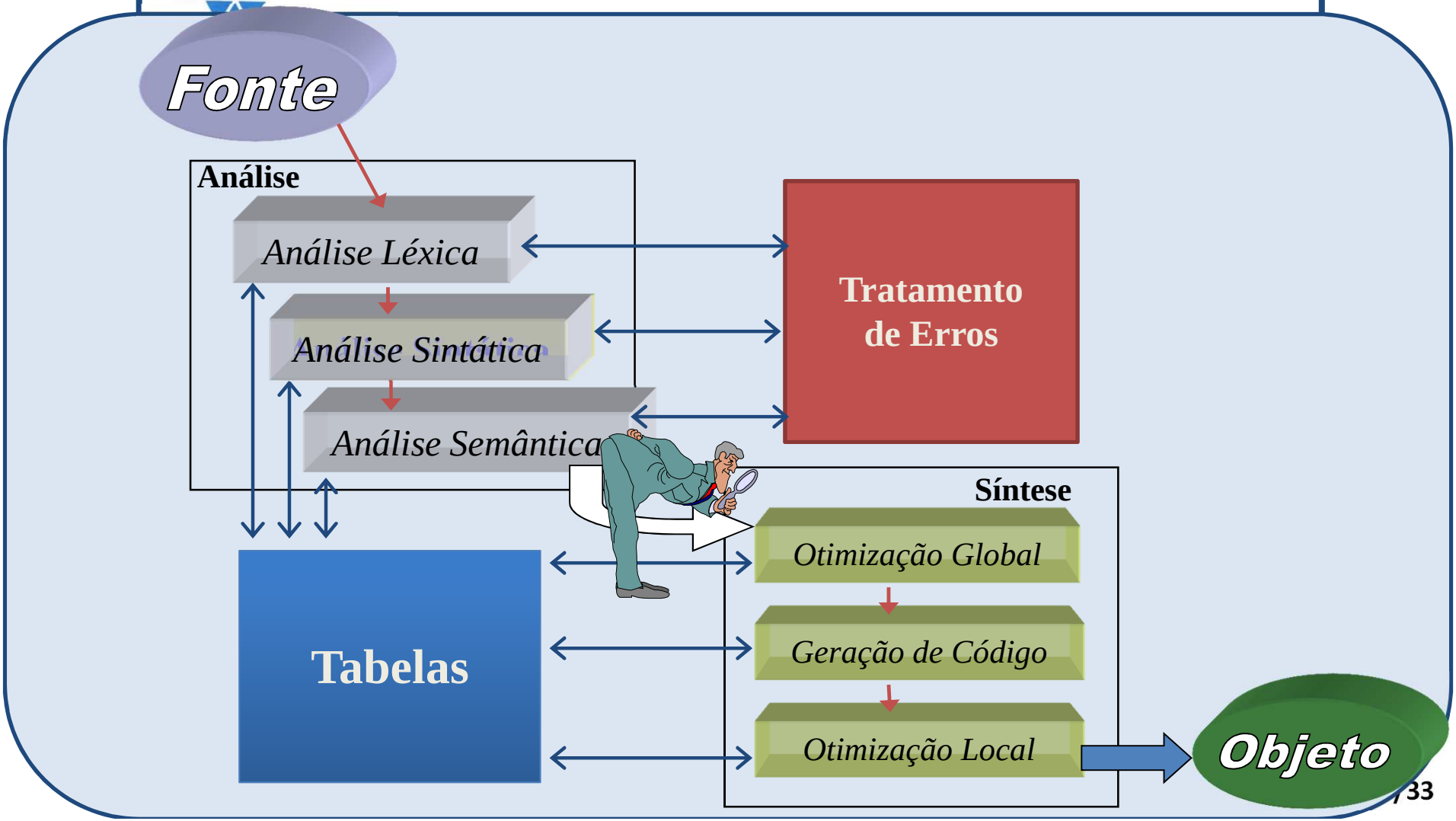


Compilador: um exemplo

- A **análise semântica** resolve símbolos, com tipos checados



Compilador: Arquitetura básica



Compilador: um exemplo

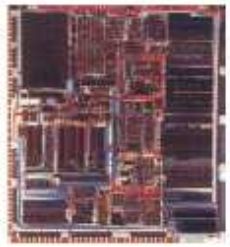
- Tradução para **linguagem intermediária.**
  - Código de 3 endereços

```
L0: sne   $1,  a, b
    seq   $0, $1, 0
    btrue $0, L1    % while (a != b)
    sl    $3,  b, a
    seq   $2, $3, 0
    btrue $2, L4    % if (a < b)
    sub   a,   a, b % a -= b
    jmp   L5
L4: sub   b,   b, a % b -= a
L5: jmp   L0
L1: ret    a
```

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

Compilador: um exemplo

- Geração de código – linguagem de montagem *Assembly 80386*



```
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
```

Compilador

- Um compilador é um programa que transforma um outro programa escrito em uma linguagem de programação de alto nível qualquer em instruções que o computador é capaz de entender e executar.

Foco na linguagem fonte

Linguagens de programação

- Uma LP é uma linguagem destinada para ser usada por uma pessoa para expressar um processo através do qual um computador pode resolver um problema
- Dependendo da perspectiva, têm-se
  - Pessoa = paradigma lógico/declarativo
  - Processo = paradigma funcional
  - Computador = paradigma imperativo
  - Problema = paradigma orientado a objetos

Linguagens de programação

- Estilo/forma de programação
  - **Imperativa**
    - ✓ **especifica-se <u>como</u> uma computação deve ser feita para resolver problemas, passo a passo, via execução de instruções. Ex: C, Pascal, Java,...**
  - **Declarativa**
    - ✓ **especifica-se <u>qual</u> computação deve ser feita para resolver problemas. Ex: Haskell, Prolog, Ml,...**

Roteiro

- Visão geral
- Compilação → análise
  1. Léxica
  2. Sintática
  3. Semântica
- Compilação → síntese
  1. Geração de código intermediário
  2. Otimização de código
  3. Geração do código objeto (linguagem máquina)
- Formas de descrever uma LP

LP: sintaxe e semântica

- A **descrição de uma LP** envolve dois aspectos principais:
  - Sintaxe: conjunto de regras que determinam quais construções são corretas
  - Semântica: descrição de como as construções da linguagem devem ser interpretadas e executadas

- Em Pascal: a:=b
  Sintaxe: comando de atribuição correto
  Semântica: substituir o valor de a pelo valor de b

LP: sintaxe e semântica
exemplo

- Analise o código em linguagem C abaixo e verifique se existem erros.

```
1. int j=0, conta, V[10]; float i@;
2. conta = ‘0’
3. for (j=0, j<10; j++
4.  {
5.      V[j] = conta++;
6.  }
```

O compilador tem a responsabilidade de reportar ERROS!

- ❖ É necessário algum recurso para identificá-los

O que diferencia os tipos de ERROS?

LP: sintaxe e semântica
exemplo

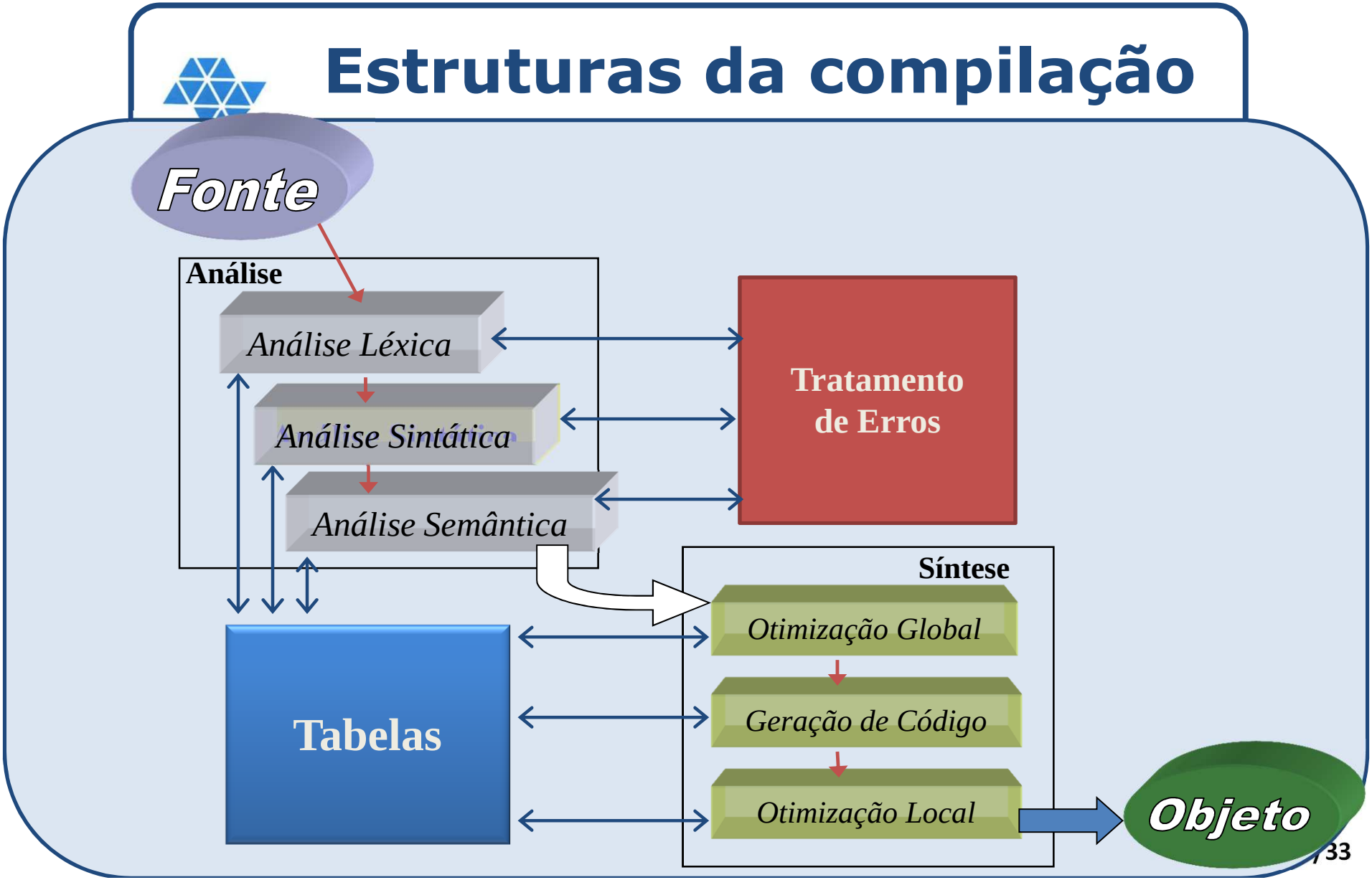
- Esses erros são verificados e diferenciados durante a fase de **análise** da compilação
  - **léxica:** palavras (*tokens*) do programa
    - i, j, for, =, (, <, int, ++, conta, V[]
    - Erro: i@
  - **sintática**: combinação de *tokens* que formam o programa
    - comando_for → for (expr1; expr2; expr3) {comandos}
    - Erros: ; for(**j=0,…)**
  - **semântica**: adequação do uso
    - Tipos semelhantes em comandos (atribuição, por exemplo), uso de identificadores declarados
    - Erro: conta = '0'

Estruturas da compilação

- Como diferenciar as palavras e símbolos reservados (for, int, float, =) de identificadores definidos pelo usuário?
  - Tabela de palavras e símbolos reservados

for
int
float
...

Estruturas da compilação



Estruturas da compilação

- Como saber durante a compilação de um programa o tipo e o valor dos identificadores, escopo das variáveis, número e tipo dos parâmetros de um procedimento, etc.?

identificador	Classe	Tipo	Valor	...
j	var	int	0	
fat	function	-	-	
...	...	...	...	

Compilação passo-a-passo

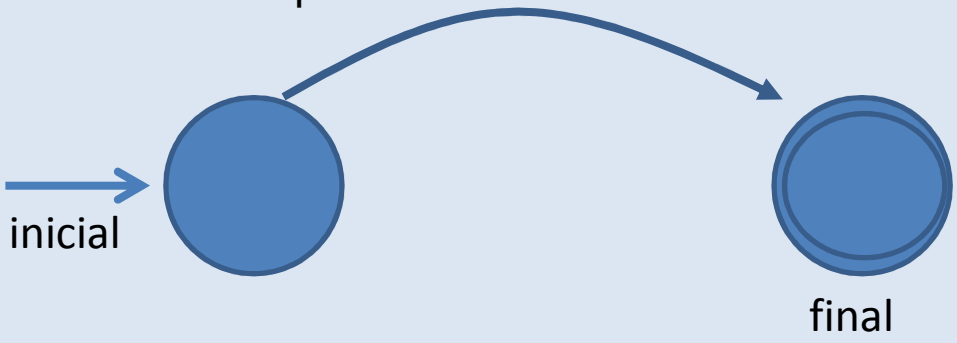
- **Análise léxica**: atua no reconhecimento e classificação dos *tokens* (palavras)
  - Expressões regulares e autômatos finitos

```
x:=x+y*2
```

```
<x,id1> <:=,:=> <x,id1> <+,op> <y,id2> <*,op> <2,num>
```

Compilação passo-a-passo

- **Análise léxica**: pode ser feita através de autômatos finitos (AF) ou expressões regulares
  - AF é uma máquina de estados finitos. Formada por um conjunto de estados (um estado inicial e um ou mais estados finais)
  - Simulador Jflap



➔ Estado inicial indicado por uma seta

Estado final representado por um circulo com 2 bordas

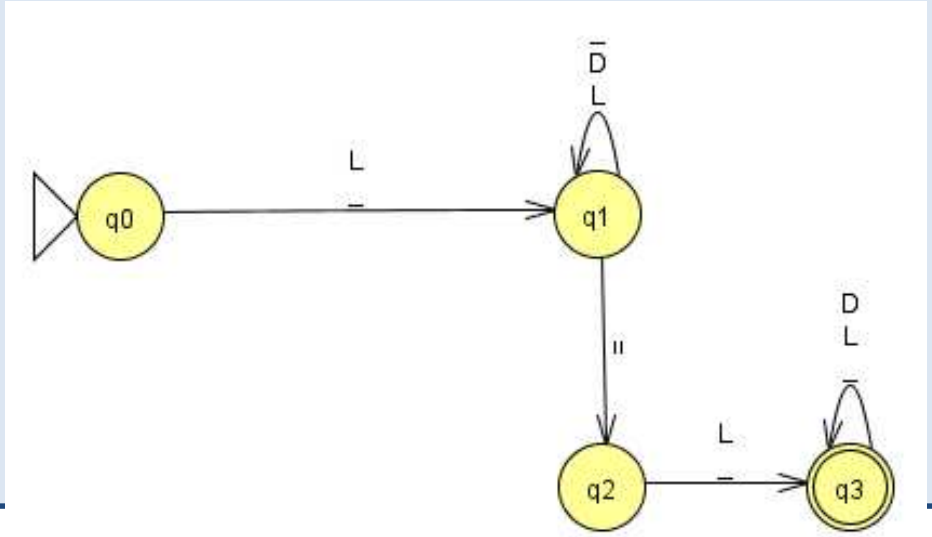
Análise léxica
Autômatos finitos

- **AF:** exemplos...

1. Cadeia de caracteres a,b,c
2. Números inteiros (com ou sem sinal)
3. Números reais (com ou sem sinais)
4. Identificador
5. Comparação (>, >=, <, <=, !=) entre dois identificadores
6. Atribuição (=) entre dois identificadores
7. Comando IF → `if(condicao){ comandos;} else { comandos;}`
8. Comando While

Compilação passo-a-passo

- **Análise léxica**: pode ser feita através de autômatos finitos (AF) ou expressões regulares
  - Simulador Jflap
    - Exemplos: AF para números inteiros, reais, identificadores, atribuição entre duas variáveis



L→a..z
D→0..9
_→underline
=→atribuição

Atenção...

- Para próxima aula leiam os itens 3.1 a 3.4 do livro do SEBESTA