

Compiladores

Aula 10

Análise Sintática

Árvores Sintáticas e Gramática

Ambígua

Prof. Dr. Luiz Eduardo G. Martins

UNIFESP



Árvores Sintáticas

- Uma derivação descendente proporciona um método para a construção de uma cadeia de símbolos terminais (*tokens*), partindo de um símbolo não-terminal de uma GLC
- Precisamos de uma representação para a cadeia de terminais que abstraia as características essenciais de uma derivação
- Uma representação que faz isso é uma estrutura de árvore, denominada **Árvore de Análise Sintática**

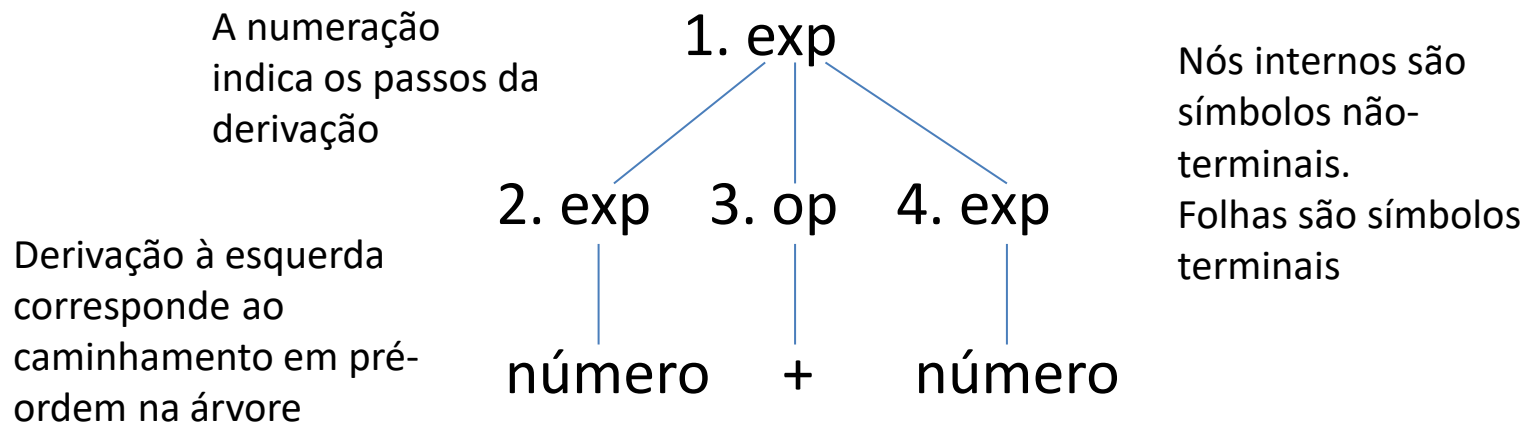
Árvores Sintáticas

- Considere a sentença obtida pela derivação a seguir:

1. $\text{exp} \Rightarrow \text{exp op exp}$
2. $\Rightarrow \text{número op exp}$
3. $\Rightarrow \text{número} + \text{exp}$
4. $\Rightarrow \text{número} + \text{número}$

Derivação à esquerda

Árvore de Análise Sintática para a derivação acima:

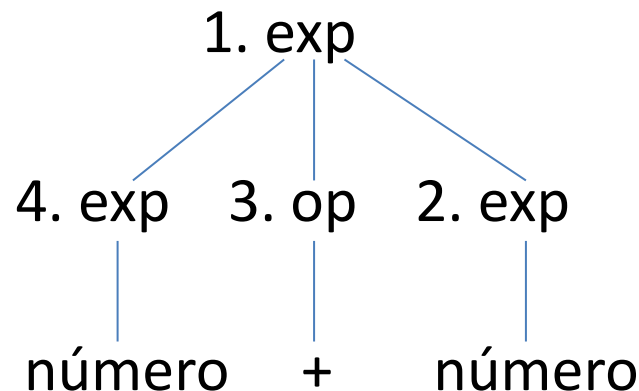


Árvores Sintáticas

- Considere agora a mesma sentença obtida pela derivação à direita:

1. exp \Rightarrow exp op exp	}	Derivação à direita
2. \Rightarrow exp op número		
3. \Rightarrow exp + número		
4. \Rightarrow número + número		

Árvore de Análise Sintática para a derivação acima:



Derivação à direita
corresponde ao
caminhamento em pós-
ordem invertida na árvore

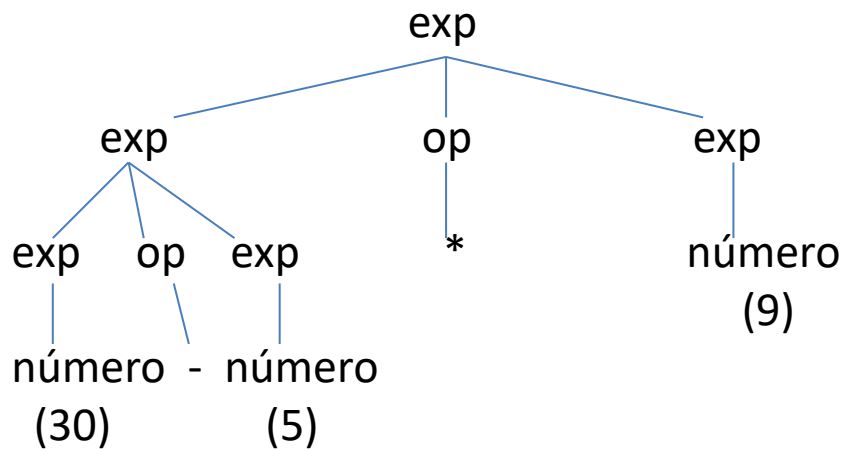
Árvores Sintáticas

- Embora a árvore de análise sintática seja útil na representação de cadeias de terminais, ela contém mais informação que o necessário para o processo de tradução
- Podemos usar uma árvore mais simples, que represente apenas as operações e os valores envolvidos
- Esta árvore mais simples é a **Árvore Sintática (Abstrata)**

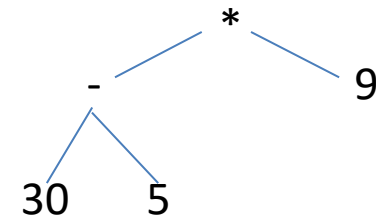
Árvores Sintáticas

- Exemplo para a entrada $30 - 5 * 9$

Árvore de Análise Sintática



Árvore Sintática Abstrata



Pré-ordem: $* - 30 5 9$

Pós-ordem: $30 5 - 9 *$

Árvores Sintáticas

- Um analisador sintático efetua todos os passos representados na árvore de análise sintática, mas normalmente constrói apenas uma árvore sintática abstrata

Gramática Ambígua

- Ambiguidade
 - Uma gramática pode permitir que uma cadeia de símbolos tenha mais de uma árvore de análise sintática
 - Uma gramática que permite tal situação é denominada **gramática ambígua**

Gramática Ambígua

- Ambiguidade
- Considere a gramática a seguir:

$exp \rightarrow exp\ op\ exp \mid (exp) \mid \text{número}$

$op \rightarrow + \mid - \mid *$

- Para a entrada $34 - 3 * 42$ temos duas árvores de análise sintática, mesmo adotando um único critério de derivação (*leftmost*)

Gramática Ambígua

- Ambiguidade
- Entrada: $34 - 3 * 42$

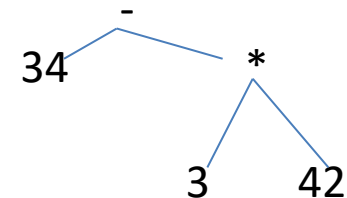
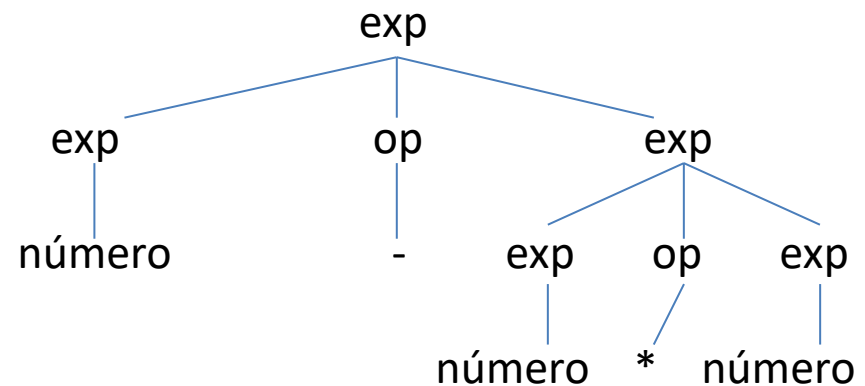
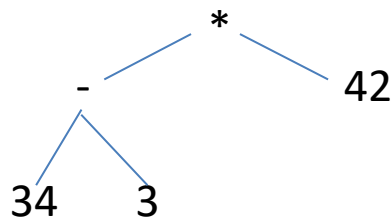
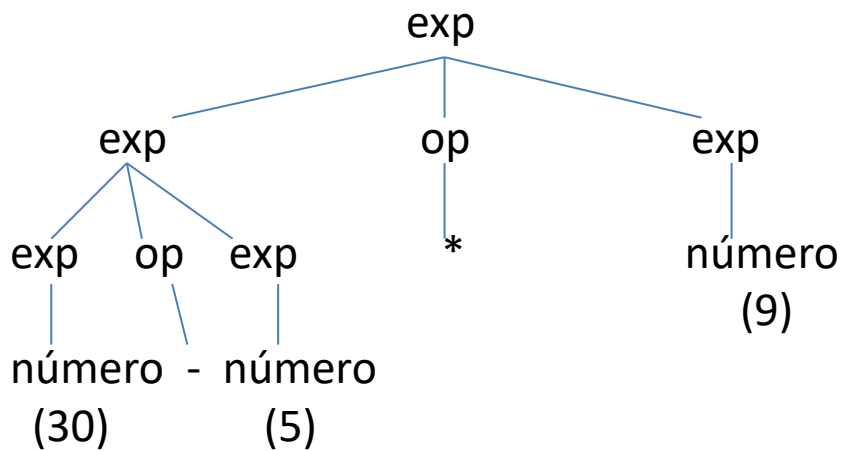
$exp \rightarrow exp\ op\ exp \mid (exp) \mid \text{número}$
 $op \rightarrow + \mid - \mid *$

exp \Rightarrow exp op exp
 \Rightarrow exp op exp op exp
 \Rightarrow número op exp op exp
 \Rightarrow número – exp op exp
 \Rightarrow número – número op exp
 \Rightarrow número – número * exp
 \Rightarrow número – número * número

exp \Rightarrow exp op exp
 \Rightarrow número op exp
 \Rightarrow número – exp
 \Rightarrow número – exp op exp
 \Rightarrow número – número op exp
 \Rightarrow número – número * exp
 \Rightarrow número – número * número

Gramática Ambígua

- Ambiguidade
- Entrada: $34 - 3 * 42$



Gramática Ambígua

- Temos duas formas de eliminar a ambiguidade:

(1) Estabelecer critérios que eliminem a ambiguidade

Vantagem: não altera a gramática

Desvantagem: a estrutura sintática da linguagem não é mais determinada apenas pela gramática

OU

(2) Reescrever a gramática

Vantagem: a estrutura sintática da linguagem continua sendo determinada apenas pela gramática

Desvantagem: a alteração da gramática pode torná-la mais complexa, e ficar mais difícil de ser interpretada

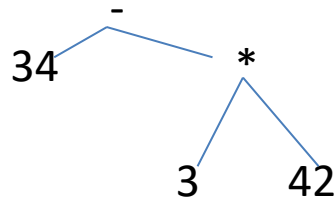
Gramática Ambígua

- Eliminando a ambiguidade
 - Em qualquer das formas adotadas, precisamos decidir qual árvore é a correta
 - Princípio da tradução dirigida por sintaxe

O significado da cadeia em análise deve estar diretamente relacionado à sua estrutura sintática representada na árvore de análise sintática

Gramática Ambígua

- Eliminando a ambiguidade
- Para o exemplo em análise, a árvore sintática escolhida é:



- Portanto, a multiplicação tem precedência sobre a soma e subtração
- E a soma e subtração devem ser resolvidas da esquerda para a direita (associatividade à esquerda)

Gramática Ambígua

- Eliminando a ambiguidade
 - Adotando a estratégia de reescrever a gramática, devemos alterar as regras da GLC de tal forma que possamos resolver o problema da precedência e da associatividade

Gramática Ambígua

- Eliminando a ambiguidade

- GLC inicial:

$exp \rightarrow exp\ op\ exp \mid (exp) \mid \text{número}$

$op \rightarrow + \mid - \mid * \mid /$

- GLC que resolve o problema da precedência dos operadores

$exp \rightarrow exp\ soma\ exp \mid \text{termo}$

$soma \rightarrow + \mid -$

$\text{termo} \rightarrow \text{termo}\ mult\ \text{termo} \mid \text{fator}$

$mult \rightarrow * \mid /$

$\text{fator} \rightarrow (exp) \mid \text{número}$

OBS: com o novo arranjo das regras da GLC, as operações de multiplicação e divisão ficarão abaixo das operações de soma e subtração na árvore sintática, portanto executadas antes

Gramática Ambígua

- Eliminando a ambiguidade
- GLC que resolve o problema da precedência e da associatividade das operações

$exp \rightarrow exp \text{ soma } termo \mid termo$

$soma \rightarrow + \mid -$

$termo \rightarrow termo \text{ mult } fator \mid fator$

$mult \rightarrow * \mid /$

$fator \rightarrow (exp) \mid \text{número}$

OBS: foi adotada a associatividade à esquerda, para todas as operações. A recursividade à esquerda é o que garante isso.

Gramática Ambígua

- Eliminando a ambiguidade
- Considere a seguinte entrada: $30 - 10 - 5 * 20$

exp \Rightarrow exp soma termo
 \Rightarrow exp soma termo soma termo
 \Rightarrow termo soma termo soma termo
 \Rightarrow fator soma termo soma termo
 \Rightarrow número soma termo soma termo
 \Rightarrow número - termo soma termo
 \Rightarrow número - fator soma termo
 \Rightarrow número - número soma termo
 \Rightarrow número - número - termo
 \Rightarrow número - número - termo mult fator
 \Rightarrow número - número - fator mult fator
 \Rightarrow número - número - número mult fator
 \Rightarrow número - número - número * fator
 \Rightarrow número - número - número * número

GLC

$exp \rightarrow exp \text{ soma termo} \mid \text{termo}$

$soma \rightarrow + \mid -$

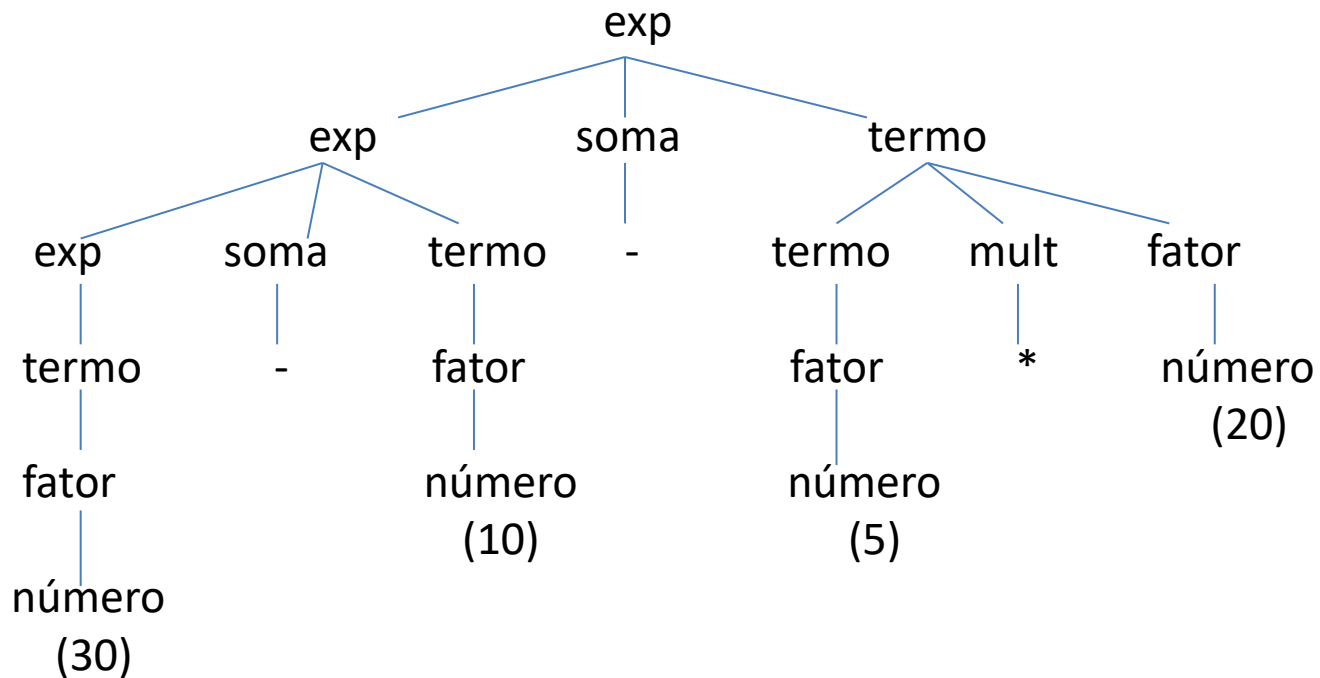
$termo \rightarrow termo \text{ mult fator} \mid \text{fator}$

$mult \rightarrow * \mid /$

$fator \rightarrow (exp) \mid \text{número}$

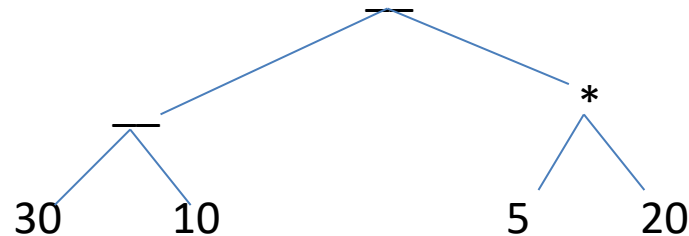
Gramática Ambígua

- Eliminando a ambiguidade
- Considere a seguinte entrada: $30 - 10 - 5 * 20$



Gramática Ambígua

- Eliminando a ambiguidade
- Considere a seguinte entrada: $30 - 10 - 5 * 20$



- - 30 10 * 5 20
- 20 100
- 80

Árvores Sintáticas e Gramática Ambígua

- Bibliografia consultada

LOUDEN, K. C. **Compiladores: princípios e práticas.**

São Paulo: Pioneira Thompson Learning, 2004