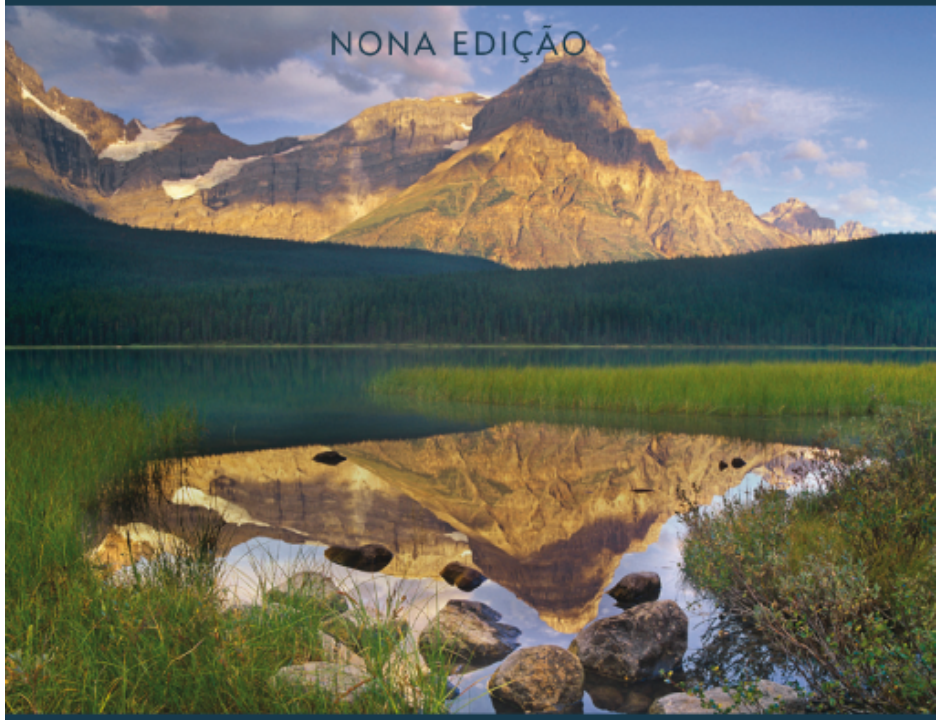
CONCEITOS DE LINGUAGENS DE PROGRAMAÇÃO

NONA EDIÇÃO

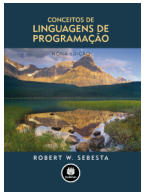


ROBERT W. SEBESTA

bookman

Capítulo 7

Expressões e Sentenças de Atribuição

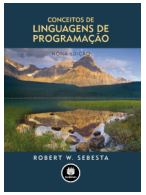


Introdução

- Expressões são os meios fundamentais de especificar computações em uma linguagem de programação

- Para entender a avaliação de expressões, é necessário estar familiarizado com as ordens de avaliação de operadores e operandos

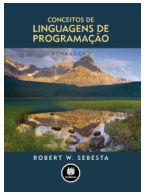
- A essência das linguagens imperativas é o papel dominante das sentenças de atribuição



Expressões aritméticas

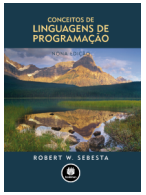
- Avaliação aritmética foi uma das motivações para o desenvolvimento das primeiras linguagens de programação

- Expressões aritméticas consistem em operadores, operandos, parênteses e chamadas a funções



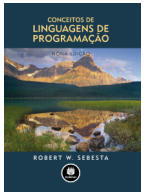
Expressões aritméticas: questões de projeto

- Quais são as regras de precedência de operadores?
- Quais são as regras de associatividade de operadores?
- Qual é a ordem de avaliação dos operandos?
- Quais são os efeitos colaterais na avaliação de operandos?
- A linguagem permite a sobrecarga de operadores definida pelo usuário?
- Que tipo de mistura de tipos é permitida nas expressões?



Expressões aritméticas: operadores

- Um operador unário tem um operando
- Um operador binário tem dois operandos
- Um operador ternário tem três operandos

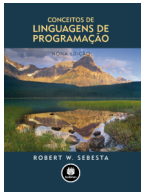


Expressões aritmeticas: regras de precedência de operadores

- As *regras de precedência de operadores* para avaliação de expressões definem a ordem pela qual os operadores de diferentes níveis de precedência são avaliados

- Exemplo: a + b * c supondo a = 3; b=4 e c = 5
  - Se avaliada da direita para a esquerda: 23
  - Se avaliada da esquerda para a direita: 35

- Níveis de precedência mais usadas
  - Parênteses, operadores unários, exponenciação, multiplicação e divisão, soma e subtração

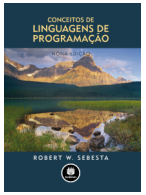


Expressões aritméticas: regras de associatividade de operadores

- As *regras de associatividade de operadores* para a avaliação de expressões definem a ordem em que ocorrências adjacentes de operadores com o mesmo nível de precedência são avaliados

- Exemplo:
  a – b + c – d
  + e – têm o mesmo nível de precedência, como determinar?

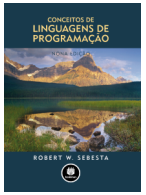
- É determinado por regras de associatividade



Expressões aritméticas: regras de associatividade de operadores

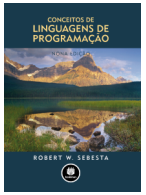
- Regras de associatividade mais usadas
  - Da esquerda para a direita, exceto **, que é da direita para a esquerda
  - Operadores unários às vezes associam da direita para a esquerda (por exemplo, em FORTRAN)

- Regras de precedência e associatividade podem ser alteradas com parênteses



Expressões aritméticas: expressões em Ruby

- Ruby é uma linguagem orientada a objetos pura – todos os valores de dados são objetos
- Operadores aritméticos, relacionais e de atribuição, índices de matrizes, deslocamentos e operadores lógicos bit a bit, são implementados como métodos
- Exemplo: a + b
  - É uma chamado ao método + do objeto referenciado por a, passando o objeto referenciado por b como parâmetro
- Um resultado interessante da implementação de operadores como métodos é que esses operadores podem ser sobrescritos por programas de aplicação. Também podem ser redefinidos

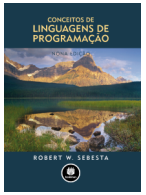


Expressões aritméticas: regras de associatividade de operadores

- Regras de associatividade
  - Em APL(ling. destinada a operações matemáticas) a regra de associatividade é determinada da direita para esquerda

- Exemplo: A * B + C

  O operador de adição é avaliado primeiro, seguido pelo operador de multiplicação



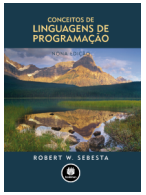
Expressões aritméticas: expressões condicionais

- Expressões condicionais especificadas como sentença de atribuição
  - Linguagens baseadas em C (como C e C++)
  - Um exemplo:

```
average = (count == 0)? 0 : sum / count
? (início do then)
: (início do else)
```

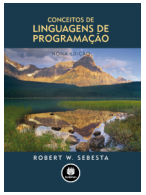
  - Avalia como se fosse escrita como

```
if (count == 0)
   average = 0
else
   average = sum /count
```



Expressões aritméticas: ordem de avaliação de operandos

- *Ordem de avaliação de operandos*
  1. Variáveis: obtêm o valor a partir da memória
  2. Constantes: algumas vezes avaliadas da mesma maneira; em outros casos, é parte da instrução de linguagem de máquina e não requer busca em memória
  3. Expressões entre parênteses: avaliam todos os operadores que ela contêm antes de seu valor poder ser usado como operando
  4. O caso mais interessante surge quando a avaliação de um operando tem efeitos colaterais

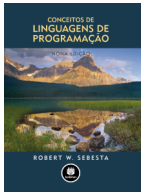


Expressões aritméticas: efeitos colaterais

- *Efeitos colaterais funcionais:* quando a função modifica um de seus parâmetros ou uma variável global (uma variável global é declarada fora da função, mas é acessível na função)
- Problema com efeitos colaterais funcionais:
  - Quando uma função referenciada em uma expressão altera outro operando da expressão; por exemplo, para uma mudança de parâmetro:

```
a = 10;
b = a + fun(&a);
```

- Supondo que fun retorna 10 e modifica o valor do seu parâmetro para 20
- Então se o valor de a for obtido primeiro (no processo de avaliação da expressão), seu valor é 10 e o valor da expressão b é 20
- Se o segundo operando (fun(a)) for avaliado primeiro, o valor do primeiro operando é 20 e o valor da expressão b é 30



Expressões aritméticas: efeitos colaterais

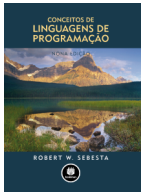
```
int a = 5;
int fun1(){
   a = 17;
   return 3;
 }

void main(){
  a = a + fun1();
}
```

O valor calculado para **a** em main depende da ordem de avaliação dos operandos na expressão **a + fun1()**

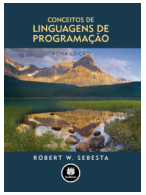
O valor de **a** será 8 se a for avaliado primeiro

O valor de **a** será 20 se a chamada a função for avaliada primeiro



Efeitos colaterais

- Duas possíveis soluções para o problema
  1. Escrever a definição de linguagem para proibir efeitos colaterais funcionais
     - Não para parâmetros de duas direções
     - Não para variáveis globais
     - **Vantagem:** funciona!
     - **Desvantagem:** limitado a parâmetros de uma direção e falta de referências globais
  2. Dizer na definição da linguagem que os operandos em expressões devem ser avaliados em uma certa ordem
     - **Desvantagem:** limita algumas otimizações do compilador
     - Java garante que os operandos sejam avaliados da esquerda para a direita

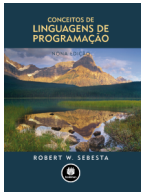


Operadores sobrecarregados

- Usar um operador para mais de um propósito é chamado de *sobrecarga de operadores*

- Alguns são comuns (por exemplo, + para `int` e `float`)

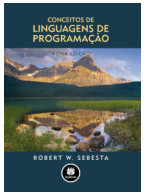
- Alguns são problema em potencial (por exemplo, `&` em C e C++)
  - Como um operador binário ele especifica uma operação lógica E (AND)
  - Como um operador unário seu significado é o endereço de uma variável.
  - Ex: x = &y;
- Perda de detecção de erro do compilador (omissão de um operando deve ser um erro detectável)
- Alguma perda da legibilidade



Operadores sobrecarregados

- C++ e C# permitem operadores sobrecarregados definidos pelo usuário

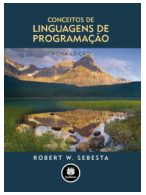
- Problemas em potencial:
  - Usuários podem definir operadores sem sentido
  - Facilidade de leitura pode ser prejudicada, mesmo quando os operadores fazem sentido



Conversões de tipos

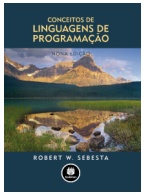
- Uma *conversão de estreitamento* converte um valor para um tipo que não pode armazenar aproximações equivalentes a todos os valores do tipo original. Por exemplo, `float` para `int`

- Uma *conversão de alargamento* converte um valor para um tipo que pode incluir ao menos aproximações de todos os valores do tipo original. Por exemplo, `int` para `float`



Conversões de tipo: modo misto

- Uma *expressão de modo misto* tem operandos de tipos diferentes
- Uma *coerção* é um tipo implícito de conversão
- Desvantagem de coerções:
  - Eles diminuem a capacidade de detecção de erros do compilador
- Na maioria das linguagens, todos os tipos numéricos têm coerção nas expressões, usando conversões de alargamento
- Em Ada, praticamente não há coerções nas expressões



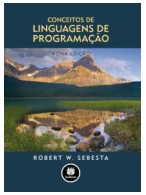
Conversões de tipo: modo misto

- Ex: expressões de modo misto na linguagem Java

```
int a;
float b, c, d
...
d = b * a;
```

- Essa expressão é permitida em Java, logo o compilador não consegue detectar o erro (c ao invés do a, por exemplo)

- É inserido um código para realizar a coerção (implícita) do operando a em float.

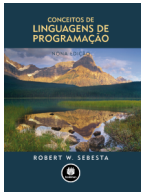


Conversão do tipo explícita

- Chamadas de *cast* em linguagens baseada em C

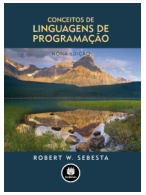
- Exemplos
  - `C: (int)angulo`

  - Usa-se o parênteses no tipo devido às primeiras versões de C - apresentava nomes de tipos com duas palavras. Exemplo: long int



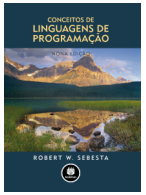
Erros em expressões

- Causas
  - Limitações inerentes da aritmética por exemplo, divisão por zero
  - Limitações da aritmética computacional por exemplo, transbordamento (overflow)
- Esses erros são detectados em tempo de execução do sistema - **exceções**



Expressões relacionais e booleanas

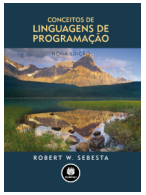
- Expressões relacionais
  - Um operador relacional compara os valores de seus dois operandos
  - Uma expressão relacional tem dois operandos e um operador relacional
  - O valor de uma expressão relacional é booleano
  - Símbolos de operação variam um pouco entre as linguagens
    - Operadores de desigualdade (!=, /=, ~=, .NE., <>, #)



Expressões relacionais e booleanas

- Expressões booleanas
  - Operandos são booleanos e o resultado é booleano
  - Exemplos de operadores

FORTRAN 77	FORTRAN 90	C	Ada
.AND.	and	&&	and
.OR.	or	||	or
.NOT.	not	!	not



Expressões relacionais e booleanas: sem tipo booleano em C

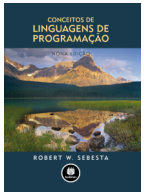
- C89 não tem um tipo booleano - usa o tipo `int` com 0 para falso e todos diferentes de zero como verdadeiro
- Uma característica estranha de expressões C:

  `a < b < c` é uma expressão legal, mas o resultado pode não ser esperado:

  – Operador da esquerda é avaliado, produzindo 0 ou 1

  – O resultado da avaliação é então comparado com o terceiro operando (no exemplo, **`c`**)

  – b < c nunca é feito nessa expressão



Avaliação em curto-circuito

- Uma expressão na qual o resultado é determinado sem avaliar todos os operandos e/ou operadores

- Exemplo: **`(13 * a) * (b / 13 - 1)`**

  Se `a` é zero, não há necessidade de avaliar **`(b/13-1)`**

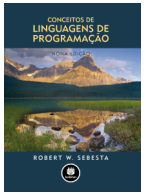
  (a >= 0) && (b < 10)

  Se a é menor que zero, não há necessidade de avaliar **(b<10)**

- Problema com avaliação que não é em curto-circuito

```
index = 1;
while (index <= length) && (LIST[index] != value)
    index++;
```

  Quando **`index=length, LIST [index]`** causa um erro de indexação (assumindo que **`LIST`** tem elementos **`length -1`**)

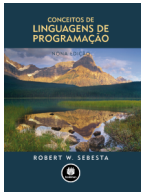


Avaliação em curto-circuito

- Problema com avaliação que não é em curto-circuito

```
index = 1;
while (index <= length) && (LIST[index] != value)
      index++;
```

  - Quando **`index=length, LIST [index]`** causa um erro de indexação (assumindo que **`LIST`** tem elementos **`length -1`**)



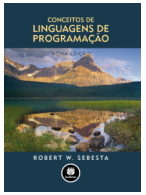
Sentenças de atribuição

- Sentenças de avaliação é uma das construções centrais em LP's imperativas: mecanismo onde o usuário pode mudar dinamicamente as vinculações de valores a variáveis

- A sintaxe geral

  `<variavel> <operador_de_atribuicao> <expressao>`

- O operador de atribuição
  - `=` FORTRAN, BASIC e linguagens baseadas em C
  - `:=` ALGOLs, Pascal, Ada
- = pode ser ruim quando está sobrecarregado para o operador relacional de igualdade (por isso que as linguagens baseadas em C usam == como operador relacional)



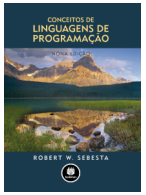
Sentenças de atribuição: alvos condicionais

- Alvos condicionais (Perl)

```
($flag ? $total : $subtotal) = 0
```

que é equivalente a

```
if ($flag){
  $total = 0
} else {
  $subtotal = 0
}
```



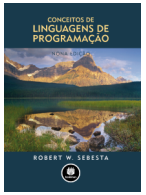
Sentenças de atribuição: operadores compostos

- É um método de atalho para especificar uma forma de atribuição comumente necessária
- Introduzida em ALGOL; adotada por C
- Exemplo

```
a = a + b
```

é escrito como

```
a += b
```



Sentenças de atribuição: operadores de atribuição unários

- Operadores de atribuição unários em linguagens baseadas em C combinam operações de incremento e decremento com atribuição

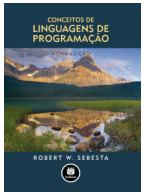
- Exemplos

  `sum = ++count` (`count` incrementado de uma unidade, adicionado a `sum`)

  `sum = count++` (`count` adicionado a `sum`, `count` incrementado)

  `count++` (`count` incrementado)

  `-count++` (`count` incrementado então negado)



Atribuição como uma expressão

- Em C, C++ e Java, a sentença de atribuição produz um resultado e pode ser usada como operandos

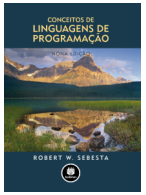
- Um exemplo:

```
while ((ch = getchar())!= EOF){...}
```

`ch = getchar()` é realizado; o resultado (atribuído a `ch`) é usado como valor condicional para a sentença `while`

- Outro exemplo:

```
soma = contador = 10;
```



Atribuição como uma expressão

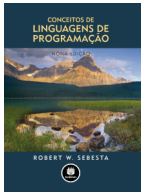
- Esse mecanismo ocasiona uma perda da detecção de erros.

- Um exemplo considerando a linguagem C:

```
if(x=y)... ao invés de if(x==y)...;
```

Não gera erro: o valor de **y** é atribuído a **x** e então **x** é testado. O resultado gerado é diferente do esperado

Java e C# permitem apenas expressões booleanas em sentenças IF, logo esse problema não ocorre

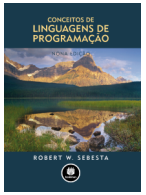


Atribuições de listas

- Perl e Ruby suportam atribuições de lista

  por exemplo,

```
($first, $second, $third) = (20, 30, 40);
```



Atribuição de modo misto

- Sentenças de atribuição também podem ser de modo misto
- Em Fortran, C e C++, qualquer valor de tipo numérico pode ser atribuído a uma variável de tipo numérico
- Em Java, apenas se a coerção requerida é de alargamento
- Ada não permite atribuição de modo misto