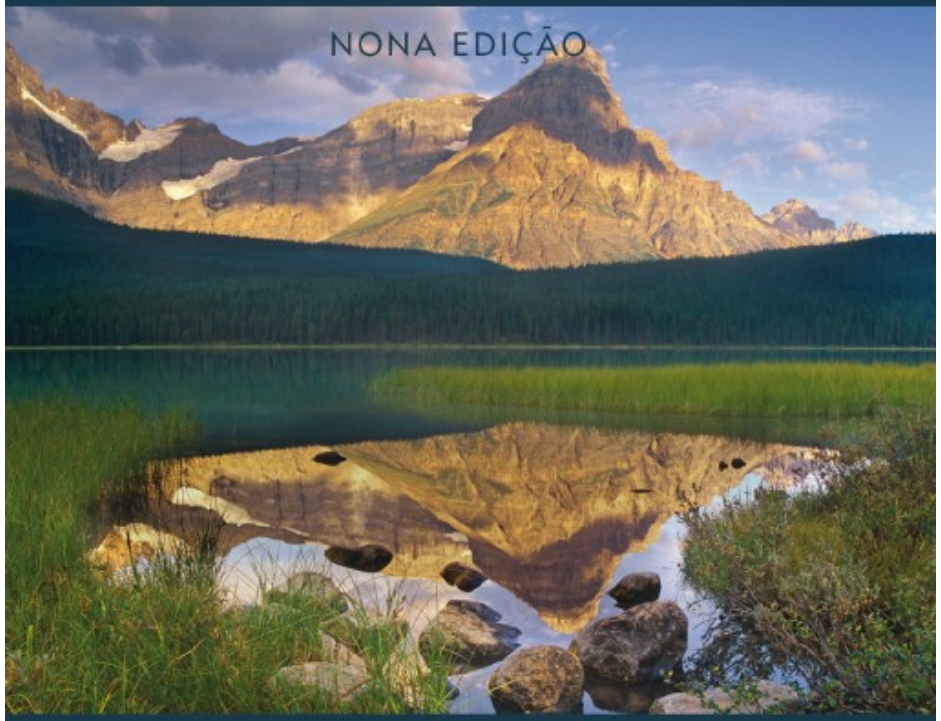
CONCEITOS DE LINGUAGENS DE PROGRAMAÇÃO

NONA EDIÇÃO

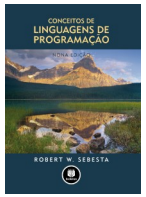


ROBERT W. SEBESTA

bookman

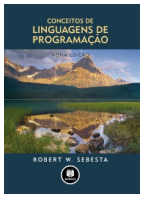
Capítulo 5

Nomes, Vinculações e Escopos



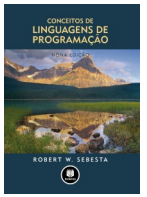
Tópicos do Capítulo 5

- Introdução
- Nomes
- Variáveis
- O conceito de vinculação
- Escopo
- Escopo e tempo de vida
- Ambientes de referenciamento
- Constantes nomeadas



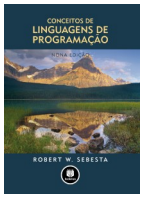
Introdução

- As linguagens de programação imperativas são abstrações da arquitetura de computadores subjacente de von Neumann
  - Memória
  - Processador
- Variáveis caracterizadas por atributos
  - Para projetar um tipo, deve-se considerar escopo, tempo de vida das variáveis, inicialização e compatibilidade



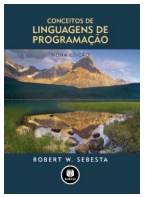
Nomes

- Questões de projeto primárias para nomes:
  - Os nomes são sensíveis a capitalização?
  - As palavras especiais da linguagem são palavras reservadas ou palavras-chave?



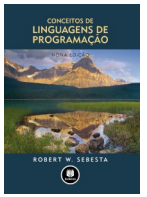
Nomes

- Formato
  - Se for muito pequeno, não pode ser conotativo
  - Exemplos:
    - FORTRAN 95: máximo de 31
    - C99: sem limitação, mas apenas os 63 são significativos; nomes externos são restritos a 31 caracteres
    - C#, Ada e Java: sem limite e todos os caracteres são significativos
    - C++: sem limite, mas os implementadores às vezes o impõem



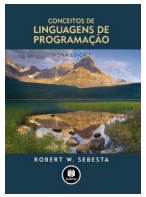
Nomes

- Caracteres especiais
  - PHP: todos os nomes de variáveis devem começar com cifrão ($)
  - Perl: todos os nomes de variáveis começam com caracteres especiais, que especificam o seu tipo
  - Ruby: nomes de variáveis que começam com @ são variáveis de instância; as que começam com @@ são variáveis de classe



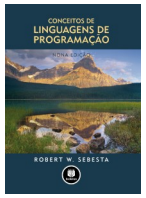
Nomes

- Sensibilidade à capitalização
  - Desvantagem: legibilidade (nomes que são parecidos, mas são diferentes)
    - Nomes em linguagens baseadas com C são sensíveis à capitalização
    - Nomes em outras não são
    - Em C++, Java e C#, o problema não pode ser evitado porque muitos dos nomes pré-definidos incluem tanto letras maiúsculas quanto minúsculas (por exemplo, `IndexOutOfBoundsException`)



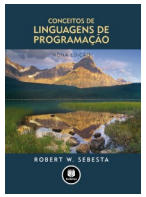
Nomes

- Palavras especiais
  - São usadas para tornar os programas mais legíveis ao nomearem as ações a serem realizadas
    - Uma *palavra-chave* é uma palavra especial apenas em alguns contextos – por exemplo, em Fortran
      - `Real VarName` (`Real` *é um tipo de dado acompanhado de um nome, portanto* `Real` *é uma palavra-chave)*
      - `Real = 3.4` (*`Real` é uma variável)*
  - Uma palavra reservada é uma palavra especial que não pode ser usada como um nome
  - Problema em potencial com as palavras reservadas: se houver muitas, o usuário tem dificuldade para inventar nomes (por exemplo, COBOL tem 300 palavras reservadas!)



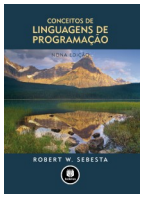
Variáveis

- Uma variável é uma abstração de uma célula de memória
- Uma variável pode ser caracterizada como um conjunto de seis atributos:
  - Nome
  - Endereço
  - Valor
  - Tipo
  - Tempo de vida
  - Escopo



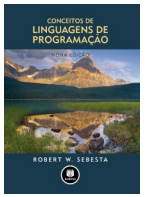
Atributos de variáveis

- Nome – nem todas as variáveis têm
- Endereço - é o endereço de memória de máquina ao qual ela está associada
  - Uma variável pode ter diferentes endereços em diferentes momentos durante a execução
  - Uma variável pode ter diferentes endereços em diferentes lugares em um programa
  - Quando dois nomes de variáveis podem ser usados para acessar a mesma posição de memória, elas são chamadas de apelidos (aliases)
  - Apelidos são criados por ponteiros, variáveis de referência, tipos de união C e C++
  - Apelidos são um problema para a legibilidade (um leitor do programa deve sempre se lembrar de todos eles)



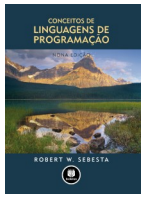
Atributos de variáveis

- *Tipo* - determina a faixa de valores que a variável pode armazenar e o conjunto de operações definidas para valores do tipo
- *Valor* - é o conteúdo da(s) célula(s) de memória associada(s) a ela
  - O lado esquerdo (l-value) de uma variável é seu endereço
  - O lado direito (r-value) de variável é seu valor
- *Célula abstrata de memória* – célula física ou coleção de células associadas a uma variável



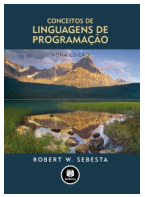
O conceito de vinculação

- Uma *vinculação* é uma associação, como entre um atributo e uma entidade ou entre uma operação e um símbolo
- *Tempo de vinculação* é o momento no qual uma vinculação ocorre



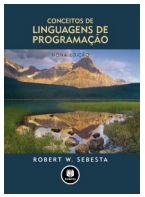
Possíveis tempos de vinculação

- Tempo de projeto de linguagem - vincula símbolos de operadores a operações
- Tempo de implementação de linguagem – vincula tipo de ponto-flutuante a uma representação
- Tempo de compilação – vincula uma variável a um tipo em C ou Java
- Tempo de carga – vincula uma variável `static` de C ou C++ a uma célula de memória
- Tempo de ligação – vincula uma variável local não estática a uma célula de memória



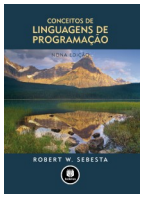
Vinculações estáticas e dinâmicas

- Uma vinculação é *estática* se ocorre pela primeira vez antes do tempo de execução e permanece intocada ao longo da execução do programa
- Uma vinculação é *dinâmica* se ocorre pela primeira vez durante o tempo de execução ou pode ser mudada ao longo do curso da execução do programa



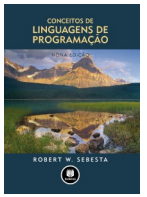
Vinculação de tipos

- Como o tipo é especificado?
- Quando a vinculação ocorre?
- Se for estático, o tipo pode ser especificado por alguma forma de declaração explícita ou implícita



Declaração explícita/implícita

- Uma *declaração explícita* é uma sentença em um programa que lista nomes de variáveis e especifica que elas são de um certo tipo
- Uma *declaração implícita* é uma forma de associar variáveis a tipos por meio de convenções padronizadas, em vez de por sentenças de declaração (primeira aparição de um nome de variável em um programa)
- FORTRAN, BASIC e Perl têm declarações implícitas (Fortran tem explícita e implícita)
  - Vantagem: facilidade de escrita
  - Desvantagem: confiabilidade (menos problemas com Perl)



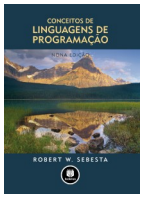
Vinculação de tipos dinâmica

- Vinculação de tipos dinâmica (JavaScript e PHP)
- Especificada por meio de uma sentença de atribuição

  por exemplo, JavaScript

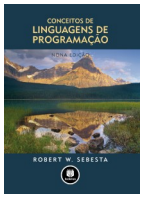
```
list = [2, 4.33, 6, 8];
list = 17.3;
```

  – Vantagem: flexibilidade (unidades de programa genéricas)
  – Desvantagens:
    - Custo elevado
    - Detecção de erros de tipo pelo compilador é difícil



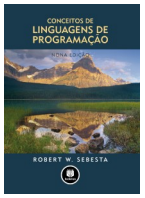
Atributos de variáveis

- Inferência de tipos (ML, Miranda e Haskell)
  - Em vez de por sentenças de atribuição, tipos são determinados (pelo compilador) a partir do contexto da referência
- Vinculações de armazenamento e tempo de vida
  - Alocação - obter uma célula de um conjunto de células disponíveis
  - Liberação – colocar a célula de volta no conjunto
- O tempo de vida de uma variável é o tempo durante o qual ela está vinculada a uma posição específica da memória



Categorias de variáveis por tempo de vida

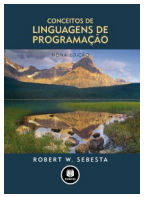
- Estáticas - vinculadas a células de memória antes do início da execução de um programa e permanecem vinculadas a essas mesmas células de memória até que a execução do programa termine
  - Vantagens: eficiência (endereçamento direto), subprogramas sensíveis ao histórico
  - Desvantagens: redução da flexibilidade (sem recursão)



Categorias de variáveis por tempo de vida

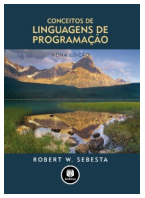
- *Dinâmicas da pilha* - Vinculações de armazenamento são criadas quando suas sentenças de declaração são elaboradas, mas cujos tipos são estaticamente vinculados

  (A declaração é elaborada quando a execução alcança o código com o qual a declaração está anexada)
- Se escalar, todos os atributos exceto o endereço são vinculados estaticamente
  - Variáveis locais em subprogramas C e métodos Java
- Vantagem: permite recursão; conserva o armazenamento
- Desvantagens:
  - Sobrecarga da alocação e liberação
  - Subprogramas não são sensíveis ao histórico
  - Referências ineficientes (endereçamento indireto)



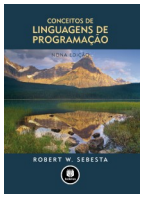
Categorias de variáveis por tempo de vida

- *Dinâmicas do monte explícitas* - Alocadas e liberadas por instruções explícitas em tempo de execução
- Referenciadas apenas por ponteiros ou variáveis de referência, por exemplo, objetos dinâmicos em C++ (via `new` e `delete`), todos os objetos em Java
- Vantagem: prevê o gerenciamento de armazenamento dinâmico
- Desvantagem: ineficientes e não confiáveis



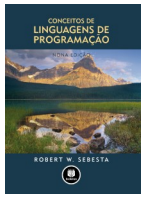
Categorias de variáveis por tempo de vida

- *Dinâmicas do monte implícitas* – Alocadas e liberadas por sentenças de atribuição
  - Todas as variáveis em APL; todas cadeias e matrizes em Perl, JavaScript e PHP
- Vantagem: flexibilidade (código genérico)
- Desvantagens:
  - Ineficiente, pois todos os atributos são dinâmicos
  - Perda de detecção de erro



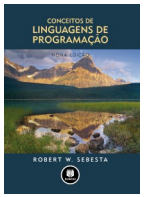
Atributos de variáveis: escopo

- O *escopo* de uma variável é a faixa de sentenças nas quais a variável é visível.
- As variáveis *não locais* de uma unidade ou de um bloco de programa são aquelas que estão visíveis, mas não são declaradas nessa unidade ou bloco
- As regras de escopo de uma linguagem determinam como uma ocorrência em particular de um nome é associada com uma variável



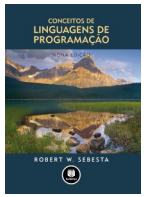
Escopo estático

- Baseado no texto do programa
- Para ligar um nome de referência para uma variável, você (ou o compilador) deve encontrar a declaração
- *Processo de busca*: declarações de busca, primeiro localmente, depois em escopos cada vez maiores, até encontrar o nome dado
- *Enclosing* escopo estático (para um escopo específico) são chamados *ancestrais estáticos*; o mais próximo é chamado de *pai estático*
- Algumas linguagens permitem subprogramas aninhados, que criam escopos estáticos aninhados (por exemplo, Ada, JavaScript, Fortran 2003 e PHP)



Escopo (continuação)

- Variáveis podem ser ocultas de outros segmentos de códigos, uma unidade com uma variável com o mesmo nome
- Em Ada, variáveis ocultas de escopos ancestrais podem ser acessadas com referências seletivas, que incluem o nome do escopo ancestral
  - Exemplo, **`unit.name`**

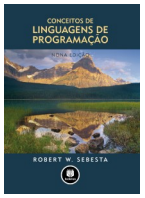


Blocos

- Um método de criar escopos estáticos em unidades de programa - do ALGOL 60
- Exemplo em C:

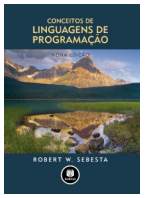
```
void sub() {
    int count;
    while (...) {
      int count;
      count++;
      ...
    }
    …
}
```

– Note que o código é legal em C and C++, mas ilegal em Java e C#



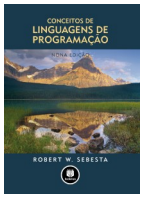
Ordem de declaração

- C99, C++, Java e C# permitem que as declarações de variáveis aparecam em qualquer lugar que uma sentença poderia aparecer em uma unidade de programa
  - Em C99, C++ e Java, o escopo de todas as variáveis locais é de suas declarações até o final dos blocos
  - Em C#, o escopo de quaisquer variáveis declaradas em um bloco é o bloco inteiro, independentemente da posição da declaração
    - C# ainda requer que todas as variáveis sejam declaradas antes de serem usadas



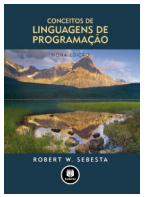
Ordem de declaração (continuação)

- Em C++, Java e C#, variáveis podem ser declaradas em sentenças `for`
  - O escopo dessas variáveis é restrito à construção `for`



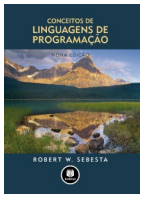
Escopo global

- C, C++, PHP e Python permitem uma estrutura de programa que é uma sequência de definição de funções, nas quais as definições de variáveis podem aparecer fora das funções
- C e C++ têm declarações e definições
  - Uma declaração de uma variável fora das definições de funções especifica que a variável é definida em um arquivo diferente



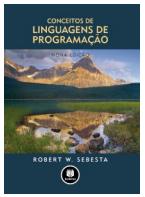
Escopo global (continuação)

- PHP
  - Programas são embutidos em documentos XHTML
  - O escopo de uma variável (implicitamente) declarada em uma função é local à função
  - O escopo das variáveis globais se estende de suas declarações até o fim do programa, mas pulam sobre quaisquer definições de funções subsequentes
    - Variáveis globais podem ser acessadas em uma função por meio do vetor $GLOBALS



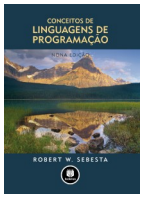
Escopo global (continuação)

- Python
  - Uma variável global pode ser referenciada em uma função, mas uma variável global pode ter valores atribuídos a ela apenas se ela tiver sido declarada como global na função



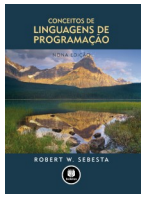
Avaliação do escopo estático

- Funciona bem em muitas situações
- Problemas:
  - Em muitos casos, fornece mais acesso do que é necessário
  - Como um programa evolui, a estrutura inicial é destruída e as variáveis locais muitas vezes se tornam globais



Escopo dinâmico

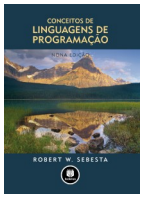
- Baseado na sequência de chamadas de subprogramas, não em seu relacionamento espacial uns com os outros
- As referências a variáveis são conectadas com as declarações por meio de buscas pela cadeia de chamadas a subprograma que forçaram a execução até esse ponto



Exemplo de escopo

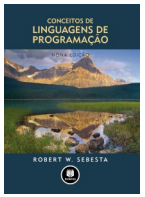
```
Big
    - declaração de X
      Sub1
        - declaração de X -
        ...
        chama Sub2
        ...

      Sub2
        ...
        - referência a X -
        ...

    ...
    chama Sub1
    ...
```

- Big chama Sub1
- Sub1 chama Sub2
- Sub2 usa X



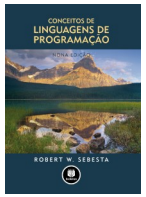
Exemplo de escopo

- Escopo estático
  - Referência a X é ao X declarado em Big
- Escopo dinâmico
  - Referência a X é ao X declarado em Sub
- Avaliação do escopo dinâmico:
  - *Vantagem*: conveniência
  - *Desvantagens*:
    1. Enquanto um subprograma é executado, suas variáveis são visíveis aos subprograma que ele chama
    2. Impossibilidade de verificar os tipos das referências a não locais estaticamente
    3. Programas são mais difíceis de ler



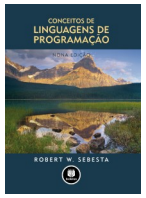
Escopo e tempo de vida

- Escopo e tempo de vida às vezes parecem ser relacionados, mas são conceitos diferentes
- Considere uma variável `static` em uma função C ou C++



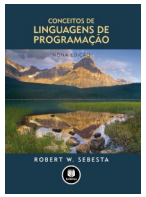
Ambientes de referenciamento

- O *ambiente de referenciamento* de uma sentença é a coleção de todas as variáveis visíveis na sentença
- Em uma linguagem de escopo estático, é composto pelas variáveis declaradas em seu escopo local mais a coleção de todas as variáveis de seus escopos ancestrais visíveis
- Um subprograma está ativo se sua execução começou, mas ainda não terminou
- Em uma linguagem de escopo dinâmico, é composto pelas variáveis declaradas localmente, mais as variáveis de todos os outros subprogramas que estão atualmente ativos



Constantes nomeadas

- Uma *constante nomeada* é uma variável que está vinculada a um valor apenas uma vez
- Vantagens: legibilidade e confiabilidade
- Usadas para parametrizar programas
- A vinculação de valores a constantes nomeadas podem ser estáticas (chamadas de *constantes de manifesto*) ou dinâmicas
- Linguagens:
  - FORTRAN 95: expressões constantes
  - Ada, C++ e Java: expressões de qualquer tipo
  - C# tem dois tipos, `readonly` e `const`
    - Os valores de `const` são vinculados em tempo de compilação
    - Os valores de `readonly` são dinamicamente vinculados



Resumo

- Sensibilidade à capitalização e a relação de nomes com palavras especiais são problemas para os nomes
- Variáveis são caracterizadas por: nome, endereço, valor, tipo, tempo de vida e escopo
- A vinculação é a associação de atributos com entidades de programa.
- Variáveis escalares podem ser categorizadas em: estáticas, dinâmicas da pilha, dinâmica do monte explícitas e dinâmicas do monte implícitas.
- Tipagem forte permite detectar todos os tipos de erros. Strong typing means detecting all type errors