

# Programação em Lógica

**Mauro Hemerly Gazzani**

mauro.hemerly@gmail.com

Universidade Estadual de Minas Gerais

Câmpus de Ituiutaba

<https://goo.gl/6Yz9sd>

<https://github.com/mauro-hemerly/UEMG-2018-1>

# Linguagem de Programação em Lógica

## Bibliografia

- Bratko, I., “Prolog Programming for Artificial Intelligence” (3rd edition), Addison Wesley, 2000.
- Clocksin, W.F., Mellish, C.S., “Programming in Prolog” (5th edition), Springer, 2003.
- Sterling, L., Shapiro, E., “The Art of Prolog” (2th edition), MIT Press, 1994.
- Casanova, Marco Antônio. Programação em Lógica e a Linguagem Prolog. São Paulo: Edgard Blücher, 1987. 461p. (UEMG Ituiutaba)

# Linguagem de Programação em Lógica

## Prolog

- **Prolog: Programming in Logic**
- **Prolog** é uma linguagem de programação baseada em **lógica de predicados de primeira ordem**.
- A principal utilização da linguagem Prolog reside no **domínio da programação simbólica**, não numérica, sendo especialmente adequada à solução de problemas, envolvendo **objetos e relações entre objetos**.
- Algumas implementações: **SICStus Prolog, Borland Turbo Prolog, SWI-Prolog, GNU Prolog,...**
- Geralmente é interpretado, mas pode ser compilado.
- Não é padronizada.

# Linguagem de Programação em Lógica

## Prolog x Outras Linguagens

- **Linguagens Imperativas** (C, Pascal, Basic,...): Especifica-se como realizar determinada tarefa. Permite estados ou dados mutáveis.
- **Linguagens Orientadas a Objetos** (C++, Java, C#...): Especifica-se classes, objetos, métodos e atributos.
- **Prolog**: Especifica-se o quê se sabe sobre um problema e o quê deve ser feito. É mais direcionada ao conhecimento e menos direcionada a algoritmos.
- **Linguagens Funcionais** (Haskell, Lisp,...): Trata da avaliação de funções matemáticas e que evita estados ou dados mutáveis.

## Programação em Prolog

- Programar em Prolog envolve:

- Declarar alguns **fatos** a respeito de objetos e seus relacionamentos.

**Exemplo:** **pai(renato,marcelo).**

- Definir algumas **regras** sobre os objetos e seus relacionamentos.

**Exemplo:** **pai(P, F) :- filho(F,P).**

- Fazer **perguntas** sobre os objetos e seus relacionamentos.

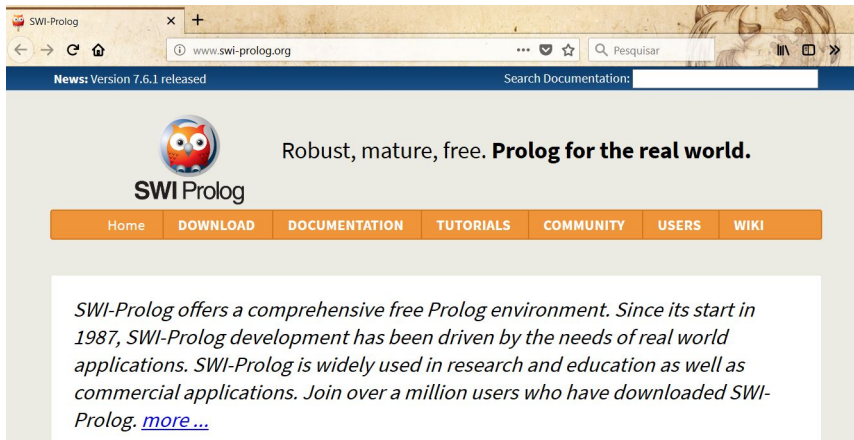
**Exemplo:** **?- pai(renato,marcelo)**

**Resposta:** **true**

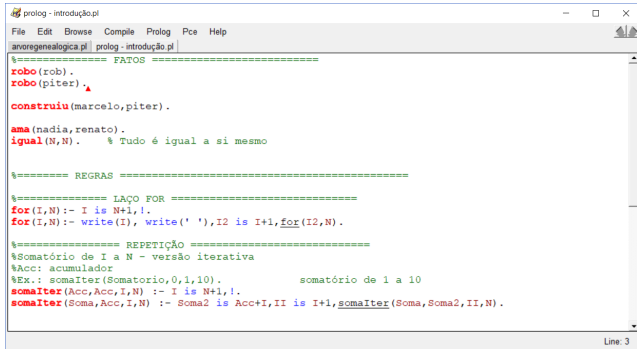
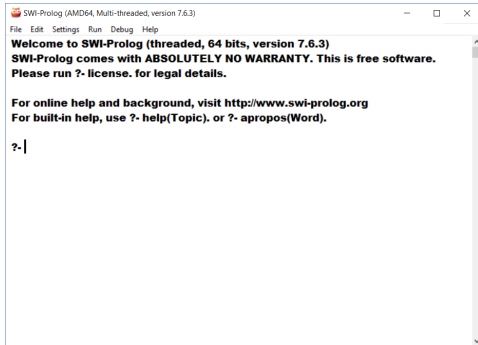
# Linguagem de Programação em Lógica

## SWI-Prolog

- Open Source.
- Multiplataforma.
- Possui interface com as linguagens C e C++.
- **[www.swi-prolog.org](http://www.swi-prolog.org)**
- Download: **<http://www.swi-prolog.org/download/stable>**



# SWI-Prolog Interface





## Prolog:Átomos

- São cadeias compostas pelos seguintes caracteres:
  - **letras maiúsculas:** *A, B, ..., Z*
  - **letras minúsculas:** *a, b, ..., z*
  - **dígitos:** *0, 1, ..., 9*
  - **caracteres especiais:** *+ - \*/ <>=: .&\_*
- Podem ser construídos de três maneiras:
  - **cadeias de letras, dígitos e o caractere ' \_ ',  
começando com uma letra minúscula:**  
*anna, nil, x25, x\_25, x\_25AB, x\_, x\_y, tem\_filhos, tem\_um\_filho*
  - **cadeias de caracteres especiais:** *-- =====>, ..., . : ., ::=*
  - **cadeias de caracteres entre apóstrofes:** *'Abraão', 'América\_do\_Sul', 'América\_Latina'*

# Linguagem de Programação em Lógica

## Sentenças Prolog

- **Nomes de constantes e predicados** iniciam sempre com letra minúscula.
- O **predicado** (relação unária, n-ária ou função) é escrito primeiro e os objetos relacionados são escritos depois entre parênteses.
- **Variáveis** sempre começam por letra maiúscula.
- Toda sentença termina com ponto "."
- **Exemplo:**
  - **homem(renato).**
  - **mulher(nadia).**

# Linguagem de Programação em Lógica

## Prolog: Operadores Lógicos

Símbolo	Conectivo	Operação Lógica
<code>:-</code>	if	implicação
<code>,</code>	and	conjunção
<code>;</code>	or	disjunção
<code>not</code>	not	negação

### Exemplos:

`humano(H) :- homem(H).`

`humano(H) :- mulher(H).`

ou:

`humano(H) :- homem(H);mulher(H).`

# Linguagem de Programação em Lógica

- Números usados em **Prolog** incluem números inteiros e números reais

## Prolog: Operadores Aritméticos

Operador	Significado	Exemplo	Notação Prolog
<b>is</b>	atribuição	$X = 6$	$X \text{ is } 6$
<b>+</b>	adição	$X = 6+2$	$X \text{ is } 6+2$
<b>-</b>	subtração	$X = 6-2$	$X \text{ is } 6-2$
<b>*</b>	multiplicação	$X = 6*2$	$X \text{ is } 6*2$
<b>/</b>	divisão	$X = 6/2$	$X \text{ is } 6/2$
<b>//</b>	divisão inteira (quociente)	$X = 6/2$	$X \text{ is } 6//2$
<b>mod</b>	divisão inteira (resto)	$X = 6/2$	$X \text{ is mod}(6,2)$
<b>**</b>	potência	$X = 6^2$	$X \text{ is } 6**2$

# Linguagem de Programação em Lógica

## Prolog: Números

- O operador **=** tenta unificar apenas
  - ?-  $X = 1 + 2$ .
  - $X = 1 + 2$
- O operador **is** força a avaliação aritmética
  - ?-  $X \text{ is } 1 + 2$ .
  - $X = 3$
- Se a variável à esquerda do operador **is** já estiver instanciada, **Prolog** apenas compara o valor da variável com o resultado da expressão à direita de **is**
  - ?-  $X = 3, X \text{ is } 1 + 2$ .
  - $X = 3$
  - ?-  $X = 5, X \text{ is } 1 + 2$ .
  - false

# Linguagem de Programação em Lógica

## Prolog: Operadores Relacionais

Operador	Significado
$X = Y$	X unifica com Y
$X =:= Y$	X é igual a Y
$X \neq Y$	X é diferente de Y
$X < Y$	X é menor do que Y
$X > Y$	X é maior do que Y
$X \leq Y$	X é menor ou igual a Y
$X \geq Y$	X é maior ou igual a Y

## Prolog: Variáveis

- São cadeias de letras, dígitos e caracteres '\_', sempre começando com letra maiúscula ou com o caractere '\_'
  - X, Resultado, Objeto3, Lista\_Alunos, ListaCompras, \_x25, \_32
- O **escopo** de uma variável é **dentro de uma mesma regra ou dentro de uma pergunta**
  - Isto significa que se a variável **X** ocorre em **duas regras/perguntas**, então são **duas variáveis distintas**
- Mas a ocorrência de **X** dentro de uma **mesma regra/pergunta** significa a mesma variável.

## Prolog: Variáveis

- Uma variável pode estar:
  - **Instanciada**: quando a variável já referencia (**está unificada** a) algum objeto
  - **Livre ou não-instanciada**: quando a variável não referencia (**não está unificada** a) um objeto, ou seja, quando o objeto a que ela referencia ainda não é conhecido
- Uma vez instanciada, somente **Prolog** pode torná-la não-instanciada através de seu mecanismo de inferência (nunca o desenvolvedor).



## Prolog: Variável Anônima

- Quando uma variável aparece em uma única cláusula, não é necessário utilizar um nome para ela
- Utiliza-se a variável anônima, que é escrita com um simples caracter '\_'. Por exemplo

**temfilho(X) :- progenitor(X,Y).**

- Para definir **temfilho**, não é necessário o nome do filho(a)
- Assim, é o lugar ideal para a variável anônima:

**temfilho(X) :- progenitor(X,\_).**

# Linguagem de Programação em Lógica

## Prolog: Variável Anônima

- Cada vez que um underscore '\_' aparece em uma cláusula, ele representa uma nova variável anônima.
- Por exemplo: **alguem\_tem\_filho :- progenitor(\_, \_).** equivale à:  
**alguem\_tem\_filho :- progenitor(X,Y).**  
que é bem diferente de:  
**alguém\_tem\_filho :- progenitor(X,X).**
- Quando utilizada em uma pergunta, seu valor não é mostrado. Por exemplo, se queremos saber quem tem filhos mas sem mostrar os nomes dos filhos, podemos perguntar:  
**?- progenitor(X, \_).**

# Linguagem de Programação em Lógica

## Prolog: Regras

- **Regras** são utilizadas para expressar dependência entre um **fato** e **outro fato**:
  - `criança(X) :- gosta(X,sorvete).`
  - `criança(X) :- not odeia(X,sorvete).`
- Ou **grupo de fatos**:
  - `avo(X,Z) :- (mae(X,Y),mae(Y,Z)); (mae(X,Y),pai(Y,Z)).`
- Podem conter **listas**:
  - `compra(ana, [roupa, comida, brinquedo]).`

## Prolog: Regras

- Toda regra tem a seguinte forma: **a :- b1, b2,..., bi;bj...bn**  
**a** cabeça, conclusão, conseqüente  
**b** corpo, condição, antecedente  
**:-** se  
**,** e  
**;** ou

## Prolog: Definindo Relações por Fatos

- Exemplo de relações familiares:
  - O fato que **Abraão é um progenitor de Isaque** pode ser escrito como:  
**progenitor(abraao, isaque).**
  - Neste caso definiu-se progenitor como o **nome de uma relação**; **abraão e isaque** são seus **argumentos**.

## Prolog: Definindo Relações por Fatos

- **Árvore familiar** em Prolog:
  - `progenitor(sara,isaque).`
  - `progenitor(abraão,isaque).`
  - `progenitor(abraão,ismael).`
  - `progenitor(isaque,esaú).`
  - `progenitor(isaque,jacó).`
  - `progenitor(jacó,josé).`
- Cada cláusula declara um **fato** sobre a **relação progenitor**.

# Linguagem de Programação em Lógica

## Prolog: Exercícios

1. Expresse através de **fatos** e **regras** Prolog as informações contidas na seguinte frase: **“João é um pássaro. Pedro é um peixe. Maria é uma minhoca. Pássaros gostam de minhocas. Gatos gostam de peixes. Gatos gostam de pássaros. Amigos gostam uns dos outros. O meu gato é meu amigo. O meu gato come tudo o que gosta, exceto pessoas. O nome do meu gato é Chuck Norris.”**
2. Escreva um programa Prolog para representar o seguinte:
  - ① João nasceu em Ituiutaba e Jean nasceu em Paris.
  - ② Ituiutaba fica Minas Gerais.
  - ③ Bruxelas fica na Bélgica.
  - ④ Só é mineiro quem nasceu em Minas Gerais.

## Prolog: Exercícios

3. Expresse através de  **fatos**  e  **regras**  em Prolog as informações contidas na seguinte frase: **“Cassia é bonita. Marcos é rico e bonito. Ana é rica e forte. Fabiano é forte e bonito. Silvio é amável e forte. Todos os homens gostam de mulheres bonitas. Todos os homens ricos são felizes. Qualquer homem que gosta de uma mulher que gosta dele é feliz. Qualquer mulher que gosta de um homem que gosta dela é feliz. Ana gosta de qualquer homem que gosta dela. Cassia gosta de qualquer homem que gosta dela, desde que ele seja rico, amável ou bonito, e forte”**.



# Linguagem de Programação em Lógica

## Prolog: Exercícios

4. Elabore um programa em PROLOG que considere que uma pessoa é irmã de outra se possuem o mesmo pai ou a mesma mãe. Se uma pessoa é tia de outra se a mãe da outra é irmã da primeira.

Defina fatos e regras para que se possa perguntar:

**X é Irmã de Y ?**

**X é tia de Y ?**

5. Escreva frases em Prolog que representem o seguinte conhecimento:
- **peru, frango, salmão, solha, cerveja, vinho branco, vinho tinto, Ana, Antônio, Barbara, Bruno, gosta, casado, combina** Escreva as seguintes questões em Prolog:
    - a) Ana e Bruno são casados e gostam de vinho verde?
    - b) Que bebida combina com salmão?
    - c) Que comidas combinam com vinho verde?