

# Lógica para Programação

Repescagem do Segundo Teste

13 de Julho de 2010

09:00–10:30

Nome: \_\_\_\_\_ Número: \_\_\_\_\_

- Esta prova, individual e sem consulta, tem **7** páginas com **10** perguntas. A cotação de cada pergunta está assinalada entre parêntesis.
- Escreva o seu número em todas as folhas da prova. O tamanho das respostas deve ser limitado ao espaço fornecido para cada questão. O corpo docente reserva-se o direito de não considerar a parte das respostas que excedam o espaço indicado.
- Pode responder usando lápis.
- Em cima da mesa devem apenas estar o enunciado, caneta ou lápis e borracha e cartão de aluno. Não é permitida a utilização de folhas de rascunho, telemóveis, calculadoras, etc.
- Boa sorte.

Pergunta	Cotação	Nota
1.	2.0	
2.	4.0	
3.	1.0	
4.	1.0	
5.	2.0	
6.	2.0	
7.	2.0	
8.	2.0	
9.	2.0	
10.	2.0	
Total	20.0	

1. (2.0) Para cada uma das seguintes questões, indique se é verdadeira ou falsa. Cada resposta certa vale 0.5 valores e *cada resposta errada desconta 0.2 valores*.

(a) Uma interpretação é uma função que tem como domínio as entidades da conceptualização e como contradomínio as entidades da linguagem.

**Resposta:** \_\_\_\_\_

**Resposta:**

Falsa

(b) A resolução SLD assenta numa estratégia de resolução linear.

**Resposta:** \_\_\_\_\_

**Resposta:**

Verdadeira

(c) Para usar resolução com as cláusulas de Horn, um dos resolventes tem de ser necessariamente um objectivo.

**Resposta:** \_\_\_\_\_

**Resposta:**

Falsa

(d) Uma função de selecção permite escolher o literal de uma cláusula objectivo como candidato na aplicação do princípio da resolução.

**Resposta:** \_\_\_\_\_

**Resposta:**

Verdadeira

2. (4.0) Escolha a *única* resposta *correcta* para as seguintes questões. Cada resposta certa vale 1 valor e *cada resposta errada desconta 0.4 valores*.

(a) Seja  $s_1 = \{f(a)/x, f(y)/y, y/z\}$  e  $s_2 = \{b/x, z/y, g(x)/z, b/w\}$ . Considerando que  $x, y, z$  e  $w$  são variáveis, o valor de  $s_1 \circ s_2$  é dado por:

A.  $\{f(a)/x, f(z)/y, b/w\}$

B.  $\{f(a)/x, f(b)/y, b/w\}$

C.  $\{f(a)/x, f(z)/y\}$

D.  $\{f(a)/x, f(x)/y, y/z, b/x, z/y, g(x)/z, b/w\}$

**Resposta:** \_\_\_\_\_

**Resposta:**

A.

(b) Para que a expressão  $\text{op1 } a \text{ op2 } b \text{ op2 } c \text{ op3 } d$  tenha a leitura  $\text{op1}(a \text{ op2 } (b \text{ op2 } (c \text{ op3 } d)))$  é necessário definir os operadores  $\text{op1}$ ,  $\text{op2}$  e  $\text{op3}$  do seguinte modo:

A.  $\text{:- op}(300, \text{fx}, \text{op1}).$

$\text{:- op}(800, \text{xfy}, \text{op2}).$

$\text{:- op}(800, \text{xfy}, \text{op3}).$

B.  $\text{:- op}(1000, \text{fx}, \text{op1}).$

$\text{:- op}(800, \text{xfy}, \text{op2}).$

$\text{:- op}(800, \text{xfy}, \text{op3}).$

C.  $\text{:- op}(1000, \text{fx}, \text{op1}).$

$\text{:- op}(800, \text{afx}, \text{op2}).$

$\text{:- op}(800, \text{afx}, \text{op3}).$

D. :- op(300, fx, op1).  
 :- op(600, yfx, op2).  
 :- op(800, xfy, op3).

**Resposta:** \_\_\_\_\_

**Resposta:**

B.

(c) Dizem-se *cláusulas determinadas*

- A. as regras e os objectivos;
- B. as regras e os factos;
- C. os objectivos e os factos;
- D. as regras, os objectivos e os factos.

**Resposta:** \_\_\_\_\_

**Resposta:**

B

(d) Uma função de selecção

- A. é uma regra para escolher um literal numa cláusula objectivo como candidato à aplicação do princípio da resolução;
- B. é uma regra para escolher um literal numa cláusula determinada como candidato à aplicação do princípio da resolução;
- C. é uma função do conjunto de literais e do conjunto das cláusulas determinadas para o conjunto dos programas;
- D. é uma função do conjunto de literais e do conjunto dos programas para o conjunto das cláusulas determinadas.

**Resposta:** \_\_\_\_\_

**Resposta:**

A

3. (1.0) No contexto da programação em lógica diga o que é uma resposta correcta de um programa a um objectivo.

**Resposta:**

Sendo  $\Delta$  um programa e  $\alpha$  um objectivo, uma substituição  $s$  para as variáveis de  $\alpha$  diz-se uma resposta correcta de  $\Delta$  ao objectivo  $\alpha$  se  $\Delta \models (\alpha \cdot s)$ .

4. (1.0) Explique em que consiste a hipótese do mundo fechado.

**Resposta:**

A hipótese do mundo fechado corresponde a assumir que tudo aquilo que não é explícita ou implicitamente afirmado no programa, é falso. Ou seja, corresponde a assumir que tudo o que é verdade sobre o mundo pode ser inferido a partir do nosso programa.

5. (2.0) No contexto do projecto, defina o predicado `accao_possivel/2`. A expressão `accao_possivel(A, S)` afirma que é possível executar a acção A no estado S. Defina todos os predicados necessários, à excepção dos predicados `pre_cond/2` e `verif/2`, que pode utilizar sem os definir.

**Resposta:**

```
accao_possivel(A, S) :- pre_cond(A, P_C), verif_todas(P_C, S).
```

```
verif_todas([], _).
```

```
verif_todas([P | R], S) :- verif(P, S), verif_todas(R, S).
```

6. Considere a seguinte conceptualização:

- *Universo de discurso.*  $D = \{\star, \odot\}$
- *Conjunto de funções.*  $F = \{(\star, \odot), (\odot, \star)\}$
- *Conjunto de relações.*  $R = \{(\star, \star), (\star, \odot)\}$

Considere a seguinte interpretação:

$$\begin{aligned} I(a) &\mapsto \star \\ I(b) &\mapsto \odot \\ I(f) &\mapsto \{(\star, \odot), (\odot, \star)\} \\ I(P) &\mapsto \{(\star, \star), (\star, \odot)\} \end{aligned}$$

Diga, justificando, quais se as seguintes *fbfs* são satisfeitas pela interpretação:

(a) (1.0)  $P(a, a)$

**Resposta:**

A *fbf*  $P(a, a)$  é satisfeita pela interpretação  $I$ , uma vez que o par  $(I(a), I(a)) = (\star, \star)$  pertence a  $I(P) = \{(\star, \star), (\star, \odot)\}$ .

(b) (1.0)  $\forall x[\exists y[P(x, y)]]$

**Resposta:**

Para que a *fbf*  $\forall x[\exists y[P(x, y)]]$  seja satisfeita pela interpretação  $I$  é necessário e suficiente que para toda a substituição  $t/x$ , a *fbf*  $\exists y[P(x, y)] \cdot \{t/x\}$  seja satisfeita pela interpretação  $I$ . Existem duas substituições possíveis:

- $\{a/x\}$ . Neste caso, deveremos provar que a *fbf*  $\exists y[P(x, y)] \cdot \{a/x\} = \exists y[P(a, y)]$  é satisfeita pela interpretação  $I$ . Para que a *fbf*  $\exists y[P(a, y)]$  seja satisfeita pela interpretação  $I$  é necessário e suficiente que exista uma substituição  $t/y$  tal que a *fbf*  $P(a, y) \cdot \{t/y\}$  seja satisfeita pela interpretação. Considerando a substituição  $\{a/y\}$ , obtemos a *fbf*  $P(a, y) \cdot \{a/y\} = P(a, a)$ , a qual já se mostrou em (a) que é satisfeita pela interpretação  $I$ .
- $\{b/x\}$ . Neste caso, deveremos provar que a *fbf*  $\exists y[P(x, y)] \cdot \{b/x\} = \exists y[P(b, y)]$  é satisfeita pela interpretação  $I$ . Para que a *fbf*  $\exists y[P(b, y)]$  seja satisfeita pela interpretação  $I$  é necessário e suficiente que exista uma substituição  $t/y$  tal que a *fbf*  $P(b, y) \cdot \{t/y\}$  seja satisfeita pela interpretação. Existem duas substituições possíveis:
  - $\{a/y\}$ . Neste caso, a *fbf*  $P(b, a)$  não é satisfeita pela interpretação  $I$  visto que  $(I(b), I(a)) = (\odot, \star) \notin \{(\star, \star), (\star, \odot)\}$
  - $\{b/y\}$ . Neste caso, a *fbf*  $P(b, b)$  não é satisfeita pela interpretação  $I$  visto que  $(I(b), I(b)) = (\odot, \odot) \notin \{(\star, \star), (\star, \odot)\}$

Dado que ii. não se verifica, a *fbf* não é satisfeita pela interpretação.

7. Considere o programa, definido através do seguinte conjunto de cláusulas de Horn:

$$A(x, y) \leftarrow B(x, y), C(x, y), D(y)$$

$$B(a, b)$$

$$B(b, a)$$

$$C(x, y) \leftarrow B(y, x)$$

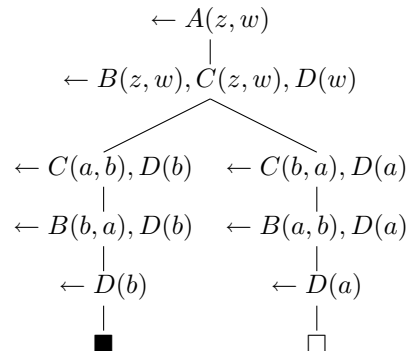
$$C(x, x) \leftarrow B(x, x), D(b)$$

$$D(a)$$

$$D(c)$$

- (a) (1.0) Usando uma árvore de resolução SLD e uma função de selecção que escolhe o primeiro literal do objectivo para unificar, indique explicitamente todas as soluções para o objectivo  $\leftarrow A(z, w)$ .

**Resposta:**



As respostas seriam:  $\{b/z, a/w\}$ .

- (b) (1.0) Sem alterar o programa anterior, crie um objectivo de modo a que resposta do programa a esse objectivo seja  $\{b/x_1\}$ . Justifique.

**Resposta:**

A resposta do programa ao objectivo  $\leftarrow B(x_1, a)$  seria  $\{b/x_1\}$  e obtém-se por unificação com a terceira cláusula do programa,  $B(b, a)$ .

8. Considere o predicado `substitui1/4`. A expressão `substitui1(Lista1, X, Y, Lista2)` afirma que `Lista2` é a lista obtida substituindo TODAS as ocorrências do inteiro `X` por `Y` (`Y` não tem de ser um inteiro) na lista `Lista1`. Por exemplo, verifica-se `substitui1([1, 2, 1], 1, batata, [batata, 2, batata])`.

- (a) (1.0) Implemente em Prolog o predicado `substitui1`.

**Resposta:**

```
substitui1([], _, _, []).
substitui1([H|T], E1, E2, [E2|L2]) :-
    H == E1, !, substitui1(T, E1, E2, L2).
substitui1([H|T], E1, E2, [H|L2]) :-
    H \== E1, substitui1(T, E1, E2, L2).
```

- (b) (1.0) Altere o programa anterior de modo a que apenas a primeira ocorrência de `X` na lista `Lista1` seja substituída por `Y`.

**Resposta:**

```
substitui2([], _, _, []).
substitui2([H|T], E1, E2, [E2|L2]) :-
    H == E1, !, L2 = T.
substitui2([H|T], E1, E2, [H|L2]) :-
    H \== E1, substitui2(T, E1, E2, L2).
```

9. Considere a definição dos *números de Fibonacci*:

$$fib(n) = \begin{cases} 0 & \text{se } n = 0 \\ 1 & \text{se } n = 1 \\ fib(n-1) + fib(n-2) & \text{se } n > 1 \end{cases}$$

- (a) (1.0) Seja `fib` o predicado com o seguinte significado: `fib(N, V)` afirma que o `N`-ésimo número de Fibonacci é `V`. Escreva um programa em PROLOG que implementa o predicado `fib`.

**Resposta:**

```

fib(0, 0).
fib(1, 1).
fib(X, Fib_X) :-
    X_menos_1 is X - 1,
    fib(X_menos_1, Fib_X_menos_1),
    X_menos_2 is X - 2,
    fib(X_menos_2, Fib_X_menos_2),
    Fib_X is Fib_X_menos_1 + Fib_X_menos_2.

```

- (b) (1.0) Qual a resposta do seu programa ao objectivo `fib(X, 21)`? Justifique a sua resposta.

**Resposta:**

```

?- fib(X, 21).
ERROR: is/2: Arguments are not sufficiently instantiated
^ Exception: (8) _L134 is _G180-1

```

O operador `is` necessita que todas as variáveis da expressão a avaliar estejam instanciadas.

10. Considere o seguinte programa em PROLOG:

```

a_1(X, Y) :- b(X), c(Y).

a_2(X, Y) :- !, b(X), c(Y).

a_3(X, Y) :- b(X), !, c(Y).

a_4(X, Y) :- b(X), c(Y), !.

b(0).
b(1).

c(2).
c(3).

```

Diga quais as respostas fornecidas para os seguintes objectivos, considerando que o utilizador escreve ; até esgotar todas as respostas.

- (a) (0.5) `a_1(X, Y)`.

**Resposta:**

```

X = 0,
Y = 2 ;
X = 0,
Y = 3 ;
X = 1,
Y = 2 ;
X = 1,
Y = 3 ;
No

```

- (b) (0.5) `a_2(X, Y)`.

**Resposta:**

X = 0,  
Y = 2 ;  
X = 0,  
Y = 3 ;  
X = 1,  
Y = 2 ;  
X = 1,  
Y = 3 ;  
No

(c) (0.5) a\_3 (X, Y) .

**Resposta:**

X = 0,  
Y = 2 ;  
X = 0,  
Y = 3 ;  
No

(d) (0.5) a\_4 (X, Y) .

**Resposta:**

X = 0,  
Y = 2 ;  
No