CEC – CENTRO DE ENGENHARIA E COMPUTAÇÃO

UNIVERSIDADE CATÓLICA DE PETRÓPOLIS

LÓGICA EM COMPUTAÇÃO

TAUTOLOGIA - EQUIVALÊNCIA E INFERÊNCIA

VERSÃO: 4 - ABRIL DE 2018

Professor: Luís Rodrigo

E-mail: luis.goncalves@ucp.br

Site: http://lrodrigo.sgs.lncc.br

3

Lógica Computacional – Parte II

Tautologia – Equivalência e Inferência

Parte II - Tautologia e Contradição

- Uma **Tautologia** é intrinsecamente **verdadeira**. **Independentemente** do **valor lógico** atribuído às **letras** das proposições, a formula **sempre é Verdade.**

- Já uma **Contradição** é uma formula, ou proposição, que sempre assume o valor **Falso**; **independentemente** dos **valores** das **letras** proposicionais.

Lógica Computacional – Parte II

(1) Equivalências Tautológicas

1.1) Relação de Implicação

- Sendo duas proposições ”**p**” e ”**q**”
- Quando a sentença ”**p → q**” é uma **tautologia**
- Podemos dizer que há uma **relação de implicação** entre ”p” e ”q”, ou seja:

$$p \Rightarrow q$$

1.1) Relação de Implicação

- O símbolo ”$\rightarrow$” indica uma **operação** ao passo que
- O símbolo ” $\Rightarrow$ ” indica uma **relação**
- Uma **relação não cria uma nova proposição**, mas uma **operação sim**.

1.1) Relação de Implicação

- Todo **Teorema** é uma implicação na forma:

Hipótese $\Rightarrow$ Tese

- Desta forma, ao **demonstrarmos a Hipótese**, significa dizer que:
  - **não há** um caso onde a **Hipótese** seja verdadeira e a **Tese** "não"
- Neste caso, a **Verdade da Hipótese** é suficiente para garantir a **Verdade da Tese**.

1.2) Relação de Equivalência

- A proposição "**p**" é equivalente à "**q**", quando:
  - elas **implicam uma na outra**:

$$P \Leftrightarrow Q$$

  - Ou seja, a **bicondicional** é uma **tautologia**.
- Neste caso, podemos usar a representação abaixo para denotas que ambas são **equivalentes**

$$P \Leftrightarrow Q$$

1.2) Relação de Equivalência

- Duas **proposições** são **equivalentes** quando possuem a **mesma "tabela verdade"**

- Duas proposições são equivalentes quando **expressam a mesma ideia**, **diferenciando-se apenas o formato**

Lógica Computacional – Parte II

Exercícios

1.3) Exercícios

Verifique se as proposições abaixo possuem relação de **Equivalência**, de **Implicação** ou **não possuem** relação entre elas:

a) $p \wedge q \rightarrow p \vee q$

b) $(p \leftrightarrow q) \Leftrightarrow ((p \rightarrow q) \wedge (q \rightarrow p))$

c) $\sim(p \rightarrow q) \Leftrightarrow p \wedge \sim q$

d) $(p \rightarrow q) \Leftrightarrow (\sim q \rightarrow \sim p)$

1.3) Exercícios

Sendo *f* uma contradição, determine:

a) $(p \wedge \sim q \rightarrow f) \leftrightarrow (p \rightarrow q)$

Lógica Computacional – Parte II

(2) Propriedades de Equivalência

2) Principais propriedades de Equivalência

1) Simetria [SIM]

Se ”$p \Leftrightarrow q$”

2) Principais propriedades de Equivalência

1) Simetria [SIM]

Se ”$p \Leftrightarrow q$”
Então ”$q \Leftrightarrow p$”

2) Principais propriedades de Equivalência

2) Transitiva [TRANS]

Se ”$p \Leftrightarrow q$” e ”$q \Leftrightarrow r$”

2) Principais propriedades de Equivalência

2) Transitiva [TRANS]

Se "$p \Leftrightarrow q$" e "$q \Leftrightarrow r$"

Então "$p \Leftrightarrow r$"

2) Principais propriedades de Equivalência

3) Comutatividade [COM]

- $p \wedge q \Leftrightarrow$???
- $p \vee q \Leftrightarrow$???

2) Principais propriedades de Equivalência

3) Comutatividade [COM]

- $p \wedge q \Leftrightarrow q \wedge p$
- $p \vee q \Leftrightarrow q \vee p$

2) Principais propriedades de Equivalência

4) Associatividade [ASSOC]

- $(p \wedge q) \wedge r \Leftrightarrow$???
- $(p \vee q) \vee r \Leftrightarrow$???

2) Principais propriedades de Equivalência

4) Associatividade [ASSOC]

- $(p \wedge q) \wedge r \Leftrightarrow p \wedge (q \wedge r)$
- $(p \vee q) \vee r \Leftrightarrow p \vee (q \vee r)$

5) Distributividade [DIST]

- $p \wedge (q \vee r) \Leftrightarrow$???
- $p \vee (q \wedge r) \Leftrightarrow$???

2) Principais propriedades de Equivalência

5) Distributividade [DIST]

- $p \wedge (q \vee r) \Leftrightarrow (p \wedge q) \vee (p \wedge r)$
- $p \vee (q \wedge r) \Leftrightarrow (p \vee q) \wedge (p \vee r)$

2) Principais propriedades de Equivalência

6) Elemento Neutro [EN]

- $p \lor ? \Leftrightarrow p$
- $p \land ? \Leftrightarrow p$

2) Principais propriedades de Equivalência

6) Elemento Neutro [EN]

- $p \lor \mathbf{F} \Leftrightarrow p$
- $p \land \mathbf{V} \Leftrightarrow p$

7) Complemento [COMP]

- $p \land \sim p \Leftrightarrow$???
- $p \lor \sim p \Leftrightarrow$???

2) Principais propriedades de Equivalência

7) Complemento [COMP]

- $p \wedge \sim p \Leftrightarrow F$
- $p \vee \sim p \Leftrightarrow V$

8) Idempotência [ID]

- $p \wedge p \Leftrightarrow$???
- $p \vee p \Leftrightarrow$???

"Em matemática e ciência da computação, a **idempotência** é a propriedade que algumas operações têm de poderem ser aplicadas várias vezes sem que o valor do resultado se altere após a aplicação inicial." - Idempotência – Wikipédia, a enciclopédia livre

2) Principais propriedades de Equivalência

8) Idempotência [ID]

- $p \wedge p \Leftrightarrow p$
- $p \vee p \Leftrightarrow p$

- Logo:

2) Principais propriedades de Equivalência

8) Idempotência [ID]

- $p \land p \Leftrightarrow p$
- $p \lor p \Leftrightarrow p$

- Logo:
  - $p \land p \Leftrightarrow p \lor p$

2) Principais propriedades de Equivalência

9) Dupla negação [DN]

$$\sim(\sim p) \Leftrightarrow ???$$

2) Principais propriedades de Equivalência

9) Dupla negação [DN]

$$\sim(\sim p) \Leftrightarrow p$$

2) Principais propriedades de Equivalência

10) Condicional [COND]

$$(p \rightarrow q) \Leftrightarrow \text{???}$$

2) Principais propriedades de Equivalência

10) Condicional [COND]

$$(p \rightarrow q) \Leftrightarrow (\sim p \vee q)$$

1. **Nega-se** a **primeira** parcela
2. Substitui-se a **implicação** pelo **ou**
3. **Mantem** a **segunda** parcela

\>>> Prove construindo a <<<

\>>> Tabela Verdade <<<

2) Principais propriedades de Equivalência

10) Condicional [COND]

$$(p \rightarrow q) \Leftrightarrow (\sim p \vee q)$$

>>> Prove construindo a <<<

>>> Tabela Verdade <<<

10) Condicional [COND]

$$(p \rightarrow q) \Leftrightarrow (\sim p \vee q)$$

"Se continuar chovendo, o rio vai transbordar"

equivale à

"ou para de chover ou o rio vai transbordar"

2) Principais propriedades de Equivalência

11) Contraposição [CP]

$$(p \rightarrow r) \Leftrightarrow (\sim r \rightarrow \sim p)$$

>>> Prove construindo a <<<

>>> Tabela Verdade <<<

2) Principais propriedades de Equivalência

12a) Lei da Bicondicional [BICOND]

$$(p \leftrightarrow q) \Leftrightarrow (p \rightarrow q) \wedge (p \rightarrow q)$$

2) Principais propriedades de Equivalência

12a) Lei da Bicondicional [BICOND]

$$(p \leftrightarrow q) \Leftrightarrow (p \rightarrow q) \wedge (p \rightarrow q)$$

>>> Prove construindo a <<<

>>> Tabela Verdade <<<

2) Principais propriedades de Equivalência

12a) Lei da Bicondicional [BICOND]

$$(p \leftrightarrow q) \Leftrightarrow (p \rightarrow q) \wedge (p \rightarrow q)$$

Exemplo: $(p \leftrightarrow q)$

"Um número é divisível por 10 se e somente se ele terminar por zero"

2) Principais propriedades de Equivalência

12a) Lei da Bicondicional

$$(p \leftrightarrow q) \Leftrightarrow (p \rightarrow q) \wedge (p \rightarrow q)$$

Exemplo: $(p \leftrightarrow q)$

”Um número é divisível por 10 se e somente se ele terminar por zero”

Equivale á: $(p \rightarrow q) \wedge (q \rightarrow p)$

”Se um número terminar por zero, então é múltiplo de 10, **e** se for múltiplo de 10, então ele termina por zero”

2) Principais propriedades de Equivalência

12b) Lei da Bicondicional [BICOND]

$$(p \leftrightarrow q) \Leftrightarrow (p \wedge q) \vee (\sim q \wedge \sim p)$$

>>> Prove construindo a <<<

>>> Tabela Verdade <<<

2) Principais propriedades de Equivalência

12b) Lei da Bicondicional [BICOND]

$$(p \leftrightarrow q) \Leftrightarrow (p \wedge q) \vee (\sim q \wedge \sim p)$$

Exemplo: $(p \leftrightarrow \mathbf{q})$

"Um número é divisível por 10 se e somente se ele terminar por zero"

2) Principais propriedades de Equivalência

12b) Lei da Bicondicional [BICOND]

$$(p \leftrightarrow \mathbf{q}) \Leftrightarrow (p \wedge \mathbf{q}) \vee (\sim\mathbf{q} \wedge \sim p)$$

Exemplo: $(p \leftrightarrow q)$

"Um número é divisível por 10 se e somente se ele terminar por zero"

Equivale á:

"Ou o número é múltiplo de 10 e terminado em zero, ou, não é múltiplo de 10 e não termina em zero"

2) Principais propriedades de Equivalência

13) Prova Condicional [PC]

$$p \rightarrow (q \rightarrow r) \Leftrightarrow (p \wedge q) \rightarrow r$$

>>> Prove construindo a <<<

>>> Tabela Verdade <<<

2) Principais propriedades de Equivalência

14) Lei de De Morgan[1] [DM]

$$\sim(p \wedge q) \Leftrightarrow \sim p \vee \sim q$$

$$\sim(p \vee q) \Leftrightarrow \sim p \wedge \sim q$$

>>> Prove construindo a <<<

>>> Tabela Verdade <<<

[1] – Augustus De Morgam, matemático Inglês do séc XIX; foi o primeiro à enunciar estas leis

2) Principais propriedades de Equivalência

14) Lei de De Morgan[1] [DM]

$$\sim(p \wedge q) \Leftrightarrow \sim p \vee \sim q^{*}$$

$$\sim(p \vee q) \Leftrightarrow \sim p \wedge \sim q$$

"é falso que João foi ao cinema e ao teatro"

equivale à

"ou João não foi ao cinema ou João não foi ao teatro"

[1] – Augustus De Morgam, matemático Inglês do séc XIX; foi o primeiro à enunciar estas leis

2) Principais propriedades de Equivalência

15) Lei da Absorção [ABS]

$$p \rightarrow p \land q \Leftrightarrow p \rightarrow q$$

>>> Prove construindo a <<<

>>> Tabela Verdade <<<

2) Principais propriedades de Equivalência

16) Lei de Clavius [CLV]

$$\sim p \rightarrow p \Leftrightarrow p$$

>>> Prove construindo a <<<

>>> Tabela Verdade <<<

2) Principais propriedades de Equivalência

17) Lei do Dilema [DIL]

$$(p \rightarrow q) \land (\sim p \rightarrow q) \Leftrightarrow q$$

>>> Prove construindo a <<<

>>> Tabela Verdade <<<

2) Principais propriedades de Equivalência

17) Lei do Dilema [DIL]

$$(p \rightarrow q) \wedge (\sim p \rightarrow q) \Leftrightarrow q$$

"Se eu for aprovado então vou viajar, e, senão for aprovado também vou viajar"

equivale à

"vou viajar"

2) Principais propriedades de Equivalência

18) Lei da Refutação por absurdo [REF]

$$(p \rightarrow q) \wedge (p \rightarrow \sim q) \Leftrightarrow \sim p$$

>>> Prove construindo a <<<

>>> Tabela Verdade <<<

2) Principais propriedades de Equivalência

19) Lei da Demonstração por absurdo [DEN]

(onde F é uma contradição)

$$(p \land \sim q) \rightarrow F \Leftrightarrow p \rightarrow q$$

\>>> Prove construindo a <<<

\>>> Tabela Verdade <<<

2) Principais propriedades de Equivalência

20) Negação da Condicional [NCON]

$$\sim(p \rightarrow q) \Leftrightarrow p \wedge \sim q$$

>>> Prove construindo a <<<

>>> Tabela Verdade <<<

2) Principais propriedades de Equivalência

21) Negação da Bicondicional [NBCOND]

$$\sim(p \leftrightarrow q) \Leftrightarrow (p \wedge \sim q) \vee (\sim p \wedge q)$$

>>> Prove construindo a <<<

>>> Tabela Verdade <<<

2) Principais propriedades de Equivalência

22) Equivalências com Tautologia [ET]

- $p \wedge \mathbf{T} \Leftrightarrow p$
- $p \vee \mathbf{T} \Leftrightarrow \mathbf{T}$
- $p \vee (\sim p) \Leftrightarrow \mathbf{T}$

2) Principais propriedades de Equivalência

23) Equivalências com Contradição [EC]

- $p \wedge (\sim p) \Leftrightarrow \mathbf{F}$
- $p \wedge \mathbf{F} \Leftrightarrow \mathbf{F}$
- $p \vee \mathbf{F} \Leftrightarrow p$

2) Principais propriedades de Equivalência

24) Conjunção [CONJ]

- $p \;,\; q \Leftrightarrow p \wedge q$

2) Principais propriedades de Equivalência

25) Auto-Referência [AUTO]

- $p \land p \Leftrightarrow p$
- $p \Leftrightarrow \mathbf{p} \lor \mathbf{p}$

(2.1) Lógica Computacional – Parte II

Reescrevendo as proposições

2.1) Reescrevendo as proposições

Com o conceito de equivalência torna-se possível a construção de qualquer expressão condicional com apenas o uso da negação (~), da disjunção ($\vee$) e/ou da conjunção ($\wedge$).

2.1) Reescrevendo as proposições

a) Eliminando a Bicondicional

- $(p \leftrightarrow q)$

b) Eliminando a Condicional

- $(p \rightarrow q)$

2.1) Reescrevendo as proposições

a) Eliminando a Bicondicional

- $(p \leftrightarrow q) \Leftrightarrow (p \wedge q) \vee (\sim p \wedge \sim q)$ *15

b) Eliminando a Condicional

- $(p \rightarrow q) \Leftrightarrow$

2.1) Reescrevendo as proposições

a) Eliminando a Bicondicional

- $(p \leftrightarrow q) \Leftrightarrow (p \wedge q) \vee (\sim p \wedge \sim q)$ *15

b) Eliminando a Condicional

- $(p \rightarrow q) \Leftrightarrow \sim p \vee q$ *10

2.1) Reescrevendo as proposições

c) Escrevendo a disjunção em termos da conjunção

- $(p \vee q) \Leftrightarrow$

d) Escrevendo a conjunção em termo da disjunção

- $(p \wedge q) \Leftrightarrow$

2.1) Reescrevendo as proposições

c) Escrevendo a disjunção em termos da conjunção

- $(p \lor q) \Leftrightarrow \sim(\sim p \land \sim q)$ *13b

d) Escrevendo a conjunção em termo da disjunção

- $(p \land q) \Leftrightarrow$

2.1) Reescrevendo as proposições

c) Escrevendo a disjunção em termos da conjunção

- $(p \lor q) \Leftrightarrow \sim(\sim p \land \sim q)$ *13b

d) Escrevendo a conjunção em termo da disjunção

- $(p \land q) \Leftrightarrow \sim(\sim p \lor \sim q)$ *13a

(2.2) Lógica Computacional – Parte II

Exercícios

2.2) Exercícios - reescrevendo as proposições

- Escreva a proposição abaixo em termos da negação e disjunção

$$(p \leftrightarrow q) \rightarrow \sim p$$

2.2) Exercícios - reescrevendo as proposições

a) Removendo a condicional ($\rightarrow$)

$(p \leftrightarrow q) \rightarrow \sim p$ Original

2.2) Exercícios - reescrevendo as proposições

a) Removendo a condicional ($\rightarrow$)

$(p \leftrightarrow q) \rightarrow \sim p$ Original

$\sim (p \leftrightarrow q) \vee \sim p$ (1)

2.2) Exercícios - reescrevendo as proposições

b) Removendo a Bicondicional ($\leftrightarrow$)

$$\sim (p \leftrightarrow q) \vee \sim p \qquad (1)$$

$$\sim[(p \wedge q) \vee (\sim p \wedge \sim q)] \vee \sim p \qquad (2)$$

2.2) Exercícios - reescrevendo as proposições

c) Removendo a Conjunçao ($\wedge$)

$$\sim[(p \wedge q) \vee (\sim p \wedge \sim q)] \vee \sim p \qquad (2)$$

$$\sim[\sim(\sim p \vee \sim q) \vee \sim(p \vee q)] \vee \sim p \qquad (3)$$

(3) Lógica Computacional – Parte II

Inferência Lógica

3) Inferência Lógica

É uma tautologia com a seguinte forma:

$$p \rightarrow q$$

Onde:

- ✔ "p" é chamado de antecedente e
- ✔ "q" de consequente.

Sendo representada na seguinte forma:

$$p \Rightarrow q$$

3) Inferência Lógica

- As regras de inferência são formas válidas de raciocínio que nos permitem concluir o consequente baseado na verdade do antecedente.

3) Inferência Lógica

- As regras de inferência são formas válidas de raciocínio que nos permitem concluir o consequente baseado na verdade do antecedente.
- Elas podem ser caracterizadas pelo uso dos termos:
  - ”logo”
  - ”portanto”
  - ”em consequência”
  - E sinónimos destes

3) Inferência Lógica

- As regras de inferência podem ser provadas construindo-se suas tabelas verdade;

- Se o resultado da coluna da condicional for uma Tautologia, logo, teremos uma inferência.

3.1) Regra se Inferência

1) Transitiva [TRANS]

Se: $(p \Rightarrow q)$ e $(q \Rightarrow r)$

Então: **???**

3.1) Regra se Inferência

1) <u>Transitiva</u> [TRANS]

Se: $(p \Rightarrow q)$ e $(q \Rightarrow r)$

Então: $p \Rightarrow r$

3.1) Regra se Inferência

2) Modus Ponens [MP]*

$$(p \rightarrow q) \wedge p \Rightarrow q$$

*A maneira que afirma o afirmativo - Latin

3.1) Regra se Inferência

2) **Modus Ponens** [MP]*

$$(p \rightarrow q) \wedge p \Rightarrow q$$

"Se ganhar na loteria, fico rico;

ganhei na loteria;

logo fiquei rico"

3) Regra da Adição [AD]

$$p \Rightarrow p \vee q$$

”vou ao cinema, logo,

vou ao cinema ou ao teatro”

3.1) Regra se Inferência

4) Regras da Simplificação [SIMP]

$$p \wedge q \Rightarrow p$$

”fui ao cinema e ao teatro,

logo fui ao cinema”

3.1) Regra se Inferência

5) Regra da Simplificação Disjunta [SIMPD]

$$(p \lor q) \land (p \lor \sim q) \Rightarrow p$$

"**Ou** estudo **ou** trabalho;

ou estudo **ou** **não** trabalho;

logo, estudo"

6) Regra da Absorção [ABS]

$$(p \rightarrow q) \Rightarrow p \rightarrow (p \wedge q)$$

"Se trabalho, ganho dinheiro;
logo, se trabalho, trabalho e ganho dinheiro"

3.1) Regra se Inferência

7) Regra do *Silogismo Hipotético [SH]

(ou condicional)

$$(p \rightarrow q) \wedge (q \rightarrow r) \Rightarrow p \rightarrow r$$

"Se trabalho, ganho direito,

e se ganho dinheiro, vou viajar;

logo se trabalho vou viajar"

* É o raciocínio lógico estruturado, formalmente, a partir de duas proposições/premissas, das quais se obtém por inferência uma terceira (conclusão)

3.1) Regra se Inferência

8) Regra do Silogismo Disjuntivo [SD]

(ou Alternativo):

$$(p \vee q) \wedge \sim p \Rightarrow q$$

"Ou trabalho ou estudo;

não trabalho;

logo estudo"

3.1) Regra se Inferência

9) Regra do Silogismo Conjuntivo [SC]

(ou Incompatibilidade):

$$\sim(p \wedge q) \wedge q \Rightarrow \sim p$$

"É falso que eu estudo e trabalho;

eu trabalho;

logo não estudo"

3.1) Regra se Inferência

10a) Dilema Construtivo [DC]

$$(p \rightarrow q) \wedge (r \rightarrow s) \wedge (p \vee r) \Rightarrow q \vee s$$

"Se eu vou a festa, fico cansado;

se eu vejo televisão, durmo;

ou vou a festa ou fico vendo televisão;

logo ou fico cansado ou durmo"

3.1) Regra se Inferência

10b) Dilema Construtivo [DC]

$$(p \rightarrow q) \wedge (r \rightarrow s) \Rightarrow (p \vee r) \rightarrow (q \vee s)$$

$$(p \rightarrow q) \wedge (r \rightarrow s) \Rightarrow (p \wedge r) \rightarrow (q \wedge s)$$

3.1) Regra se Inferência

11a) Dilema Destrutivo [DD]

$$(p \rightarrow q) \land (r \rightarrow s) \land (\sim q \lor \sim s) \Rightarrow \sim p \lor \sim r$$

"Se vou a festa, fico cansado;

se vejo televisão, durmo;

ou não fico cansado ou não vou dormir;

logo, ou não vou à festa ou não vejo televisão "

3.1) Regra se Inferência

11b) Dilema Destrutivo [DD]

$$(p \rightarrow q) \wedge (r \rightarrow s) \Rightarrow (\sim q \vee \sim s) \rightarrow (\sim p \vee \sim r)$$

$$(p \rightarrow q) \wedge (r \rightarrow s) \Rightarrow (\sim q \wedge \sim s) \rightarrow (\sim p \wedge \sim r)$$

3.1) Regra se Inferência

12) Regra da Inconsistência[*1] [INC]

$$(p \wedge \sim p) \Rightarrow q$$

”O avião está voando;

o avião não está voando;

logo, eu sou o Rei da Inglaterra”

*1- De uma contradição se conclui qualquer proposição

3.1) Regra se Inferência

13) Modus Tollens [MT]

$$(p \rightarrow q) \wedge \sim q \Rightarrow \sim p$$

"Se ganhar na loteria, fico rico;

não fiquei rico;

logo, não ganhei na loteria"

3.1) Regra se Inferência

14) Regra da Atenuação [AT]

$$p \rightarrow q \Rightarrow p \rightarrow q \vee r$$

"Se eu ganhar na loteria fico rico;

logo se eu ganhar na loteria fico rico ou vou viajar"

15) Regra de Retorsão [RET]

$$\sim p \rightarrow p \Rightarrow p$$

"Se eu não trabalhar, trabalho;

logo trabalho"

3.1) Regra se Inferência

16) Regra da Conjunção [CONJ]

$$p \;,\; q \Rightarrow p \wedge q$$

17) Regra da Exportação [EXP]

$$(p \wedge q) \rightarrow r \Rightarrow p \rightarrow (q \rightarrow r)$$

3.1) Regra se Inferência

18) Regra da Contradição [CONTR]

$$F \Rightarrow p$$

19) Regra da Tautologia [TAU]

$$p \Rightarrow T$$

CEC – CENTRO DE ENGENHARIA E COMPUTAÇÃO
UNIVERSIDADE CATÓLICA DE PETRÓPOLIS

LÓGICA EM COMPUTAÇÃO

TAUTOLOGIA - EQUIVALÊNCIA E INFERÊNCIA

VERSÃO: 4 - ABRIL DE 2018

Professor: Luís Rodrigo
E-mail: luis.goncalves@ucp.br
Site: http://lrodrigo.sgs.lncc.br