

**Universidade Federal Fluminense  
Instituto de Computação**

**Carlos Alberto Martinhon**

***REDES NEURAS  
EM  
OTIMIZAÇÃO  
COMBINATÓRIA***

**`mart@dcc.ic.uff.br`**

**UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE - UFF  
Instituto de Computação – IC**

**1996**

# ***ÍNDICE***

|                                                                                                   |               |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| <b>CAPÍTULO I (Redes Neurais e o Modelo de Hopfield)</b>                                          | <b>01</b>     |
| I.1 - Symbolismo e Conexionismo (Introdução)                                                      | 01            |
| I.2 - Neurônios Biológicos                                                                        | 01            |
| I.3 - Modelagem Matemática de um Neurônio                                                         | 03            |
| I.3.1 - Neurônio Linear                                                                           | 04            |
| I.3.2 - Neurônio Lógico                                                                           | 04            |
| I.3.3 - Neurônio Semi-Linear                                                                      | 04            |
| I.4 - Modelo de Hopfield                                                                          | 05            |
| I.4.1 - Modelo Lógico de Hopfield                                                                 | 05            |
| I.4.2 - Modelo Analógico de Hopfield                                                              | 06            |
| <br><b>CAPÍTULO II (Sistemas Lineares e Redes Neurais)</b>                                        | <br><b>10</b> |
| II.1 – Introdução                                                                                 | 10            |
| II.2 - Função de Erro e Método Gradiente                                                          | 10            |
| II.3 - A Rede Neural                                                                              | 11            |
| <br><b>CAPÍTULO III (O Problema do Caixeiro Viajante e Redes Neurais)</b>                         | <br><b>14</b> |
| III.1 – Introdução                                                                                | 14            |
| III.2 - Modelo de Hopfield                                                                        | 14            |
| III.3 - Modelo Original de Hopfield-Tank                                                          | 19            |
| III.4 - Método Elástico                                                                           | 22            |
| <br><b>CAPÍTULO IV (Outras Aplicações Utilizando Redes Neurais)</b>                               | <br><b>26</b> |
| IV.1 - Determinação do Caminho Mínimo no Modelo de Hopfield                                       | 26            |
| IV.1.1 – Introdução                                                                               | 26            |
| IV.1.2 - A Rede Neural                                                                            | 26            |
| IV.2 - O Problema das Quatro-Cores                                                                | 28            |
| IV.2.1 – Introdução                                                                               | 28            |
| IV.2.2 - A Rede Neural                                                                            | 29            |
| IV.3 - O Problema da Árvore Mínima de Steiner                                                     | 30            |
| IV.3.1 – Introdução                                                                               | 30            |
| IV.3.2 - A Rede Neural p/ o Problema de Steiner                                                   | 31            |
| IV.4 - O Modelo de Hopfield e Problemas de Otimização Combinatória com Restrições de Desigualdade | 33            |
| IV.4.1 – Introdução                                                                               | 33            |
| IV.4.2 - O Problema da Mochila 0/1                                                                | 36            |

## **CAPÍTULO V (Programação Linear e Redes Neurais)**

|                                                                   |    |
|-------------------------------------------------------------------|----|
| V.1 – Introdução                                                  | 38 |
| V.2 - Prog. Linear e o Mét. das Direções Viáveis em Dois Estágios | 38 |
| V.3 - A Rede Neural para o Sistema de Equações Lineares           | 39 |
| V.4 - A Rede Neural para o Problema de Prog. Linear               | 40 |

|                                   |           |
|-----------------------------------|-----------|
| <b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> | <b>43</b> |
|-----------------------------------|-----------|