



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE**  
**PRODUÇÃO**

Pio Campos Filho

**MÉTODO PARA APOIO À DECISÃO NA VERIFICAÇÃO DA**  
**SUSTENTABILIDADE DE UMA UNIDADE DE**  
**CONSERVAÇÃO, USANDO LÓGICA *FUZZY***

Tese de Doutorado

**FLORIANÓPOLIS**

**2004**

**PIO CAMPOS FILHO**

**MÉTODO PARA APOIO À DECISÃO NA VERIFICAÇÃO DA  
SUSTENTABILIDADE DE UMA UNIDADE DE  
CONSERVAÇÃO, USANDO LÓGICA *FUZZY***

Tese apresentada ao Programa de Pós-  
Graduação em Engenharia de Produção da  
Universidade Federal de Santa Catarina, como  
requisito parcial para obtenção do título de  
Doutor em Engenharia de Produção.

Orientador: Prof. Renato de Mello, Dr.

**FLORIANÓPOLIS**

**2004**

**PIO CAMPOS FILHO**

**MÉTODO PARA APOIO À DECISÃO NA VERIFICAÇÃO DA  
SUSTENTABILIDADE DE UMA UNIDADE DE  
CONSERVAÇÃO, USANDO LÓGICA *FUZZY***

Esta Tese foi julgada e aprovada para a obtenção do grau de **Doutor em Engenharia de Produção** no **Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção** da Universidade Federal de Santa Catarina.

Florianópolis, 10 de dezembro de 2004.

---

Prof. Edson Pacheco Paladini, Dr.

Coordenador

Banca Examinadora:

---

Prof. Renato de Mello, Dr.  
Orientador

---

Prof. Eduardo Juan Soriano Sierra, Dr.  
(Moderador)

---

Prof. Fernando Álvaro Ostuni Gauthier, Dr.

---

Prof. Jorge Luiz Barcelos Oliveira, Dr.

---

Prof. Dario Nolli, Dr

---

Prof. Julíbio David Arrigo, Dr

*Dedico esta Tese aos meus pais **Pio** e **Noêmia**, a minha filha **Débora** e a minha esposa **Mariza**.*

## AGRADECIMENTOS

*A Deus.*

*A Universidade Federal de Santa Catarina.*

*A Universidade do Estado de Santa Catarina.*

*A CAPES.*

*Ao Professor **Renato de Mello** por sua competente orientação.*

*Aos amigos do Grupo Valora: **Jasper, Malluta, Musse, Rubens, Sandro, Luciano, André e Bené**, pelos incentivos e os agradáveis momentos em que juntos trabalhamos.*

*A **Mariscélia**, ao **Caio** e a **Paulina** pela acolhida sempre carinhosa.*

*Ao amigo **Musse** pelo incentivo e dedicação.*

*Aos colegas professores e servidores da UDESC-SBS.*

## **AGRADECIMENTO ESPECIAL**

*Quero expressar a minha sincera gratidão ao professor **Renato de Mello**, pela sua amizade, por sua orientação segura e competente, não se privando jamais de transmitir seus conhecimentos. Sua sólida formação teórica aliada a sua vasta experiência na área ambiental redirecionou inúmeras vezes minha linha de pensamento, dando mais lógica e consistência a esta Tese.*

*Com você professor Renato, divido os eventuais méritos deste trabalho.*

### **CORES DA VIDA**

*Eu preciso de carinho com as cores do coração.*

*A amizade é o segredo da vida.*

*Quando vejo uma rosa penso em você.*

*Então vem o amor que eu tenho por brincar que é tão grande que eu não sei quanto.*

*Lembro de minha família, é tudo que eu amo.*

*Mas penso, estudar também é legal.*

*As cores do arco-íris são muito bonitas, eu sempre as admiro.*

*Eu adoro nadar e descansar por isso escrevo isto para lembrar da felicidade.*

*Quando sinto aquele cheiro de rosas novamente lembro de você.*

*Tenho hora para tudo, estudar e brincar.*

*Quando vejo televisão começo a rir.*

*No vídeo game grito um monte.*

*Enquanto escrevo tento caprichar, mas nem sempre consigo,  
mesmo assim gosto de escrever.*

*Eu gosto de atenção e amor.*

*Faz-me lembrar da felicidade em descer de um escorregador e ver o  
mundo com as cores da vida.*

*(Gustavo Stimamiglio - 7 anos de idade)*

## RESUMO

CAMPOS FILHO, Pio. **Método para apoio à decisão na verificação da sustentabilidade de uma unidade de conservação, usando lógica *Fuzzy***. 2004. 210 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

Esta tese é resultado de pesquisa realizada na área da economia e da valoração ambiental e técnicas de apoio à decisão, apresenta um método de apoio à decisão na verificação da sustentabilidade de uma Unidade de Conservação, usando a lógica *Fuzzy*. Para a aplicação do modelo optou-se pelo Parque Florestal do Rio Vermelho, localizado na cidade de Florianópolis (SC), por constituir-se de uma área preservada, muito semelhante a uma Unidade de Conservação. A sustentabilidade do sistema, devido à implementação de projetos escolhidos por meio de um planejamento estratégico na Unidade de Conservação em estudo, foi analisada sob a ótica da ecologia, da economia e da sociologia, por meio de inferência *Fuzzy*, agregando indicadores individuais (de entrada) e indicadores temáticos (de saída) em blocos de regras segundo *Top Down Induction of Decision Trees*. A aplicação do método permite a verificação da sustentabilidade de uma Unidade de Conservação, torna as decisões mais democráticas e transparentes, bem como facilita a capacitação de decisores não especialistas, em compreender melhor a realidade e a previsão de impactos no meio ambiente e na sociedade.

**Palavras-chave:** Apoio à decisão. Valoração Ambiental. *Lógica Fuzzy*.

## ABSTRACT

CAMPOS FILHO, Pio. **Method to support the decision making during the verification of the sustainability of a Conservation unit, using Fuzzy Logic.** 2004. 210 f. Thesis (Doctoring in production Engineering) - Technology Center, Federal University of Santa Catarina, Florianópolis.

This thesis, resulted from the research in the areas of the economy and of the environmental valuation and from the techniques that support the decision making, presents a method to support the decision making during the verification of the sustainability of a Conservation unit, using Fuzzy Logic. To apply this model, we have studied the “Parque Florestal do Rio Vermelho”, located in the city of Florianópolis - SC, as it is considered as a preserved area and very similar to a Conservation Unit.

The sustainability of the system, due to the implementation of the projects selected through a strategic planning in the Conservation Unit, is analyzed with the point of view of ecology, economy and sociology, through Fuzzy inference, joining individual indicators (of input) and thematic indicators (of output) in rules of blocks according to Top Down Induction of Decision Trees. With this method, besides the verification of the sustainability of a Conservation Unit, we try to make the most democratic and transparent decisions, as well as to help qualify non specialists to take decisions and to have good a understanding of the present situation and to forecast the impacts on the environment and in the society.

**Key-words:** to support the decision making. Environmental Valuation. Fuzzy Logic.

## LISTA DE FIGURAS

|   |     |
|---|-----|
| Figura 1: Localização do Parque do Rio Vermelho. ....   | 20  |
| Figura 2: Fluxograma das atividades desenvolvidas. ....   | 61  |
| Figura 3: Diagrama típico de um modelo de inferência de Mandani. ....   | 80  |
| Figura 4: Dendrograma Principal. ....   | 114 |
| Figura 5: Exemplo dos termos e universo de discurso de um indicador individual<br><i>fuzzyficado</i> . ....       | 117 |
| Figura 6: Exemplo dos termos e universo de discurso de indicadores temáticos e<br>sistêmicos. ....                | 120 |
| Figura 7: Exemplo de <i>desfuzzyficação</i> com resultado intermediário. ....                                     | 120 |
| Figura 8: Exemplo de <i>desfuzzyficação</i> com resultado no extremo do universo de dis-<br>curso ( $a=1$ ). .... | 121 |
| Figura 9: Exemplo de <i>desfuzzyficação</i> com resultado no extremo do universo de<br>discurso ( $b=10$ ). ....  | 121 |
| Figura 10: Dendrograma Sustentabilidade da UC. ....   | 123 |
| Figura 11: Dendrograma do tema ecológico. ....  | 125 |
| Figura 12: Dendrograma do tema econômico. ....  | 131 |
| Figura 13: Dendrograma do tema Social. ....   | 135 |

## LISTA DE QUADROS

|  |     |
|--|-----|
| Quadro 1: Características dos paradigmas construtivista e racionalista.....                  | 41  |
| Quadro 2: Comparativo das metodologias monocriteriais e multicriteriais. ....                | 42  |
| Quadro 3: Unidades de conservação federal. ....  | 50  |
| Quadro 4: Acesso norte ao Parque do Rio Vermelho. ....                                       | 87  |
| Quadro 5: Acesso Leste ao Parque do Rio Vermelho. ....                                       | 87  |
| Quadro 6 : Ficha técnica do Parque do Rio Vermelho .....                                     | 92  |
| Quadro 7: Nova Classificação de solos através da divisão dos seis<br>níveis categóricos..... | 96  |
| Quadro 8: Média mensal da temperatura da Grande Florianópolis .....                          | 99  |
| Quadro 9: Estatística do dendrograma principal.....  | 113 |
| Quadro 10: Lista de abreviaturas do Dendrograma Sustentabilidade da UC .....                 | 123 |
| Quadro 11: Estatística do Dendrograma do tema Sustentabilidade da UC .....                   | 124 |
| Quadro 12: Indicadores individuais do Dendrograma Sustentabilidade .....                     | 124 |
| Quadro 13: Indicador sistêmico do tema sustentabilidade .....                                | 124 |
| Quadro 14: Lista de abreviaturas do tema ecológico. ....                                     | 126 |
| Quadro 15: Estatística do dendrograma do tema ecológico.....                                 | 127 |
| Quadro 16: Indicador sistêmico do tema ecológico .....                                       | 127 |
| Quadro 17: Indicadores individuais do tema ecológico .....                                   | 128 |
| Quadro 18: Indicadores temáticos do tema ecológico.....                                      | 129 |
| Quadro 19: Variáveis intermediárias do tema ecológico .....                                  | 130 |
| Quadro 20: Estatística do dendrograma do tema econômico .....                                | 131 |
| Quadro 21: Lista de abreviaturas do tema econômico. ....                                     | 132 |
| Quadro 22: Indicadores individuais do tema econômico. ....                                   | 133 |
| Quadro 23: Indicador sistêmico do tema econômico .....                                       | 133 |
| Quadro 24: Indicadores temáticos do tema econômico. ....                                     | 134 |
| Quadro 25: Variáveis Intermediárias do tema econômico.....                                   | 134 |
| Quadro 26: Lista de abreviaturas do tema Econômico.....                                      | 136 |
| Quadro 27: Estatística do Dendrograma do tema Social. ....                                   | 137 |
| Quadro 28: Indicadores individuais do tema Social.....                                       | 137 |
| Quadro 29: Indicadores Temáticos do tema Social .....  | 138 |

|  |     |
|--|-----|
| Quadro 30: Indicador Sistêmico do tema Social.....       | 138 |
| Quadro 31: Variáveis Intermediárias do tema Social ..... | 139 |

## LISTA DE TABELAS

|   |     |
|---|-----|
| Tabela 1: Indicadores individuais do tema ecológico ..... | 141 |
| Tabela 2: Indicadores temáticos do tema ecológico.....    | 145 |
| Tabela 3: Indicador de Sustentabilidade Ecológica.....    | 148 |
| Tabela 4: Indicadores individuais do tema economia.....   | 150 |
| Tabela 5 : Indicadores temáticos do tema economia .....   | 155 |
| Tabela 6: Indicador Sustentabilidade Econômica.....       | 158 |
| Tabela 7: Indicadores individuais do tema social .....    | 159 |
| Tabela 8: Indicadores temáticos do tema social.....       | 163 |
| Tabela 9: Indicador da Sustentabilidade Social.....       | 166 |
| Tabela 10: Indicador de Sustentabilidade de UC .....      | 167 |

## LISTA DE SIGLAS

|             |   |
|-------------|---|
| ACARESC     | Associação de Crédito e Assistência Rural de Santa Catarina       |
| A. P. A.    | Área de Proteção Ambiental  |
| A. R. I. E. | Área de Relevante Interesse Ecológico                             |
| CADE        | Conselho Administrativo de Defesa Econômica                       |
| CASAN       | Companhia Catarinense de Águas e Saneamento                       |
| CIDASC      | Companhia Integrada de Desenvolvimento Agrícola de Santa Catarina |
| CONAMA      | Conselho Nacional do Meio Ambiente                                |
| CSD         | <i>Commission on Sustainable Development</i>                      |
| E. E.       | Esxação Ecológica   |
| EMBRAPA     | Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária                       |
| EMPASC      | Empresa Catarinense de Pesquisa Agropecuária                      |
| F. N.       | Floresta Nacional   |
| IBDF        | Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal                 |
| IBGE        | Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística                   |
| IPHAN       | Instituto do Patrimônio e Artístico Nacional                      |
| LCM         | Laboratório de Camarões Marinhos                                  |
| LCMM        | Laboratório de Cultivo de Moluscos Marinhos                       |
| LPMAR       | Laboratório de Piscicultura Marinha                               |
| MCDA        | Metodologias Multicritério de Apoio à Decisão                     |
| NEMAR       | Núcleo de Estudo do Mar   |
| P.N.        | Parque Nacional   |
| PO          | Pesquisa Operacional  |
| R. B.       | Reserva Biológica   |
| R. Ec.      | Reserva Ecológica   |
| R. Ex.      | Reserva Extrativista  |
| <i>RQg</i>  | <i>Neossolo Quartzênico Hidromórfico</i>                          |
| R. V. S.    | Refúgio de Vida Silvestre   |
| SNUC        | Sistema Nacional de Unidades de Conservação                       |
| UC          | Unidade de Conservação  |
| UIPN        | União Internacional para a Proteção da Natureza                   |

## SUMÁRIO

|  |    |
|--|----|
| <b>1 INTRODUÇÃO</b> .....  | 18 |
| <b>1.1 Apresentação</b> .....  | 18 |
| <b>1.2 Objetivos</b> .....   | 21 |
| 1.1.1 Objetivo geral .....   | 21 |
| 1.2.2 Objetivos específicos .....  | 21 |
| <b>1.3 Estrutura do trabalho</b> .....                                   | 22 |
| <b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....                                     | 24 |
| <b>2.1 A economia ambiental</b> .....                                    | 24 |
| <b>2.2 A valoração ambiental</b> .....                                   | 30 |
| 2.2.1 Os mercados de recursos ambientais .....                           | 32 |
| 2.2.2 A atribuição de valores aos recursos ambientais .....              | 33 |
| 2.2.3 As decisões sobre os usos de recursos .....                        | 34 |
| 2.2.4 Os métodos para atribuições de valores .....                       | 35 |
| 2.2.5 Valoração Contingente .....  | 36 |
| 2.2.6 Relações custos-benefícios .....                                   | 37 |
| <b>2.3 O apoio à decisão</b> .....                                       | 37 |
| 2.3.1 Evolução do Processo de Decisão .....                              | 38 |
| <b>2.4 A sustentabilidade</b> .....                                      | 43 |
| 2.4.1 Indicadores de sustentabilidade .....                              | 46 |
| <b>2.5 As unidades de conservação</b> .....                              | 48 |
| 2.5.1 As Unidades de Conservação no Brasil .....                         | 49 |
| 2.5.2 O Sistema Nacional de Unidades de Conservação .....                | 51 |
| <b>3 METODOLOGIA</b> .....   | 53 |
| <b>3.1 Introdução</b> .....  | 53 |
| <b>3.2 Caracterização da Pesquisa</b> .....                              | 54 |
| <b>3.3 Coleta dos dados</b> .....  | 56 |
| <b>3.4 Método para análise de dados</b> .....                            | 58 |
| <b>3.5 O delineamento da pesquisa</b> .....                              | 58 |
| <b>3.6 Descrição sucinta das atividades</b> .....                        | 60 |
| 3.6.1 A formação do referencial bibliográfico .....                      | 60 |
| 3.6.2 A percepção do problema, a formulação da hipótese e a definição do |    |

|   |            |
|---|------------|
| método proposto.....  | 61         |
| 3.6.3 A escolha do Parque do Rio Vermelho.....              | 62         |
| <b>4 A LÓGICA FUZZY.....</b>                                | <b>63</b>  |
| <b>4.1 Um breve histórico.....</b>                          | <b>63</b>  |
| <b>4.2 Bivalência.....</b>                                  | <b>65</b>  |
| <b>4.3 Multivalência.....</b>                               | <b>66</b>  |
| <b>4.4 Crisp versus fuzzy.....</b>                          | <b>67</b>  |
| <b>4.5 Definições básicas.....</b>                          | <b>69</b>  |
| <b>4.6 Propriedades dos conjuntos fuzzy.....</b>            | <b>72</b>  |
| <b>4.7 Operações fuzzy básicas.....</b>                     | <b>74</b>  |
| 4.7.1 Complemento.....                                      | 74         |
| 4.7.2 União.....  | 74         |
| 4.7.3 Interseção.....                                       | 75         |
| <b>4.8 Variáveis lingüísticas.....</b>                      | <b>76</b>  |
| <b>4.9 Fuzzyficação e desfuzzyficação natural.....</b>      | <b>77</b>  |
| <b>4.10 Regras de produção fuzzy.....</b>                   | <b>78</b>  |
| 4.11 O modelo de inferência fuzzy de Mamdani.....           | 79         |
| <b>5 O PARQUE FLORESTAL DO RIO VERMELHO.....</b>            | <b>84</b>  |
| <b>5.1 A história do Parque.....</b>                        | <b>84</b>  |
| <b>5.2 O acesso.....</b>                                    | <b>86</b>  |
| <b>5.3 Incêndios e fenômenos naturais excepcionais.....</b> | <b>88</b>  |
| <b>5.4 Atividades dentro dos limites do Parque.....</b>     | <b>89</b>  |
| <b>5.5 Aspectos culturais.....</b>                          | <b>90</b>  |
| <b>5.6 Características físicas e ecológicas.....</b>        | <b>91</b>  |
| 5.6.1 A hidrologia.....                                     | 93         |
| 5.6.2 A limnologia.....                                     | 93         |
| 5.6.3 A região marinha e costeira.....                      | 95         |
| 5.6.4 O solo.....   | 95         |
| 5.6.5 O Clima.....  | 98         |
| 5.6.6 A flora.....  | 100        |
| 5.6.7 A fauna.....  | 104        |
| 5.6.8 O endemismo.....                                      | 106        |
| <b>5.7 O contexto sócio econômico do entorno.....</b>       | <b>107</b> |

|  |            |
|--|------------|
| 5.7.1 Distrito dos Ingleses do Rio Vermelho .....                  | 107        |
| 5.7.2 Distrito da Barra da Lagoa .....                             | 108        |
| 5.7.3 Distrito da Lagoa da Conceição .....                         | 108        |
| 5.7.4 Distrito de São João do Rio Vermelho .....                   | 109        |
| <b>6 O MODELO</b> .....  | <b>111</b> |
| <b>6.1 O dendrograma principal</b> .....                           | <b>111</b> |
| <b>6.2 Indicadores individuais</b> .....                           | <b>112</b> |
| <b>6.3 Composição dos indicadores temáticos e sistêmicos</b> ..... | <b>113</b> |
| <b>6.4 Regras de Produção <i>Fuzzy</i></b> .....                   | <b>115</b> |
| <b>6.5 Blocos de regras de produção</b> .....                      | <b>116</b> |
| <b>6.6 Inferência <i>Fuzzy</i></b> .....                           | <b>116</b> |
| 6.6.1 Processo de Fuzzyficação .....                               | 117        |
| 6.6.2 Agregação de entrada .....                                   | 118        |
| 6.6.3 Agregação de saída .....                                     | 119        |
| 6.6.4 Processo de Desfuzzyficação .....                            | 119        |
| <b>6.7 Sustentabilidade da UC</b> .....                            | <b>122</b> |
| <b>6.8 Tema Ecológico</b> .....                                    | <b>125</b> |
| <b>6.9 O tema econômico</b> .....                                  | <b>130</b> |
| <b>6.10 O Tema Social</b> .....                                    | <b>135</b> |
| <b>7 RESULTADOS</b> .....  | <b>140</b> |
| <b>7.1 Resultados segundo o tema ecológico</b> .....               | <b>140</b> |
| 7.1.1 Indicadores individuais do tema ecológico .....              | 140        |
| 7.1.2 Os indicadores temáticos do tema ecológico .....             | 144        |
| 7.1.3 O Indicador “Sust_Ambiental” .....                           | 148        |
| <b>7.2 Resultados segundo o tema economia</b> .....                | <b>148</b> |
| 7.2.1 Indicadores individuais do tema economia .....               | 149        |
| 7.2.2 Os indicadores temáticos do tema economia .....              | 154        |
| 7.2.3 O Indicador “Sust_Economica” .....                           | 157        |
| <b>7.3 Resultados segundo o tema social</b> .....                  | <b>158</b> |
| 7.3.1 Indicadores individuais do tema social .....                 | 158        |
| 7.3.2 Os indicadores temáticos do tema social .....                | 163        |
| 7.3.3 O Indicador “Sust_Social” .....                              | 166        |
| <b>7.4 O indicador sistêmico “Sutentabilidade”</b> .....           | <b>166</b> |

|   |     |
|---|-----|
| <b>8 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES</b> ..... | 168 |
| <b>8.1 Conclusões</b> .....               | 168 |
| <b>8.2 Recomendações</b> .....            | 171 |
| <b>REFERÊNCIAS</b> .....                  | 173 |
| <b>ANEXO</b> .....                        | 180 |

# 1 INTRODUÇÃO

*"Todo efeito tem uma causa; todo efeito inteligente tem uma causa inteligente; a potência de uma causa está na razão da grandeza do efeito".  
(Alan Kardec)*

## 1.1 Apresentação

Esta tese, resultado de pesquisa nas áreas da economia e da valoração ambiental e das técnicas de apoio à decisão, apresenta um método de apoio à decisão na verificação da Sustentabilidade de uma Unidade de Conservação, utilizando lógica *fuzzy*.

Os preceitos contemplados nesta tese são os da corrente de pensamento denominada Economia Ecológica – uma abordagem transdisciplinar, que remete as relações entre sistemas ecológicos e sistemas econômicos ao senso mais amplo possível (CONSTANZA et al, 1996). Esta economia defende a utilização de indicadores ambientais (físicos, químicos, biológicos, econômicos e sociais) no planejamento ambiental e a adoção da análise multicriterial na avaliação da evolução desses indicadores.

Os métodos convencionais de apoio à decisão utilizados na verificação da sustentabilidade apresentam-se insuficientes quanto à forma de agregar os aspectos ecológicos, econômicos e sociais, haja vista que estes aspectos são difusos, tornando-se assim de difícil percepção e avaliação. Os efeitos sinérgicos e indicações difusas são tratados atualmente como elementos qualitativos e, quando avaliados, o são de forma secundária e como elementos assessórios aos indicadores quantitativos.

A maioria dos trabalhos, na área ambiental, chama a atenção para a necessidade de se agregar os aspectos ecológicos com os econômicos e sociais, porém, poucos são os que têm mostrado o como se fazer, e os que os fazem, fazem de forma pouco transparente. Zuffo (1998) ao analisar as metodologias multicriteriais, chama atenção para as restrições dos métodos atuais em lidar com variáveis dependentes e não paramétricas, e aponta para a possibilidade de ampliação dos métodos multicriteriais com o uso da lógica *fuzzy*.

Todas as definições e ferramentas relacionadas à sustentabilidade devem considerar o fato de que não se conhece totalmente como o sistema opera. Todavia, pode-se descobrir os impactos ambientais decorrentes de atividades, e a interação

com o bem estar humano, com a economia e o meio ambiente. Em geral é sabido que o sistema interage entre essas diferentes dimensões, contudo os impactos dessas interações se apresentam de forma difusa.

A lógica *fuzzy* foi utilizada no apoio a decisão por se apresentar como uma ferramenta que contém o princípio da dualidade, o qual estabelece que dois eventos opostos podem coexistir. Isto é, um elemento pode pertencer, em um certo grau, a um conjunto e, em um outro grau, a um outro conjunto. Observa-se que tal fato ocorre com freqüência em vários casos na natureza e na vida cotidiana, principalmente quando se trata de conceitos abstratos e difusos como os da sustentabilidade.

No método proposto, a sustentabilidade de uma Unidade de Conservação (UC) é verificada a partir da implementação de um grupo de projetos, escolhido por meio de um planejamento estratégico. Cada um dos projetos é avaliado, segundo seus indicadores, obedecendo aos critérios de sustentabilidade dos temas ecológico, econômico e social.

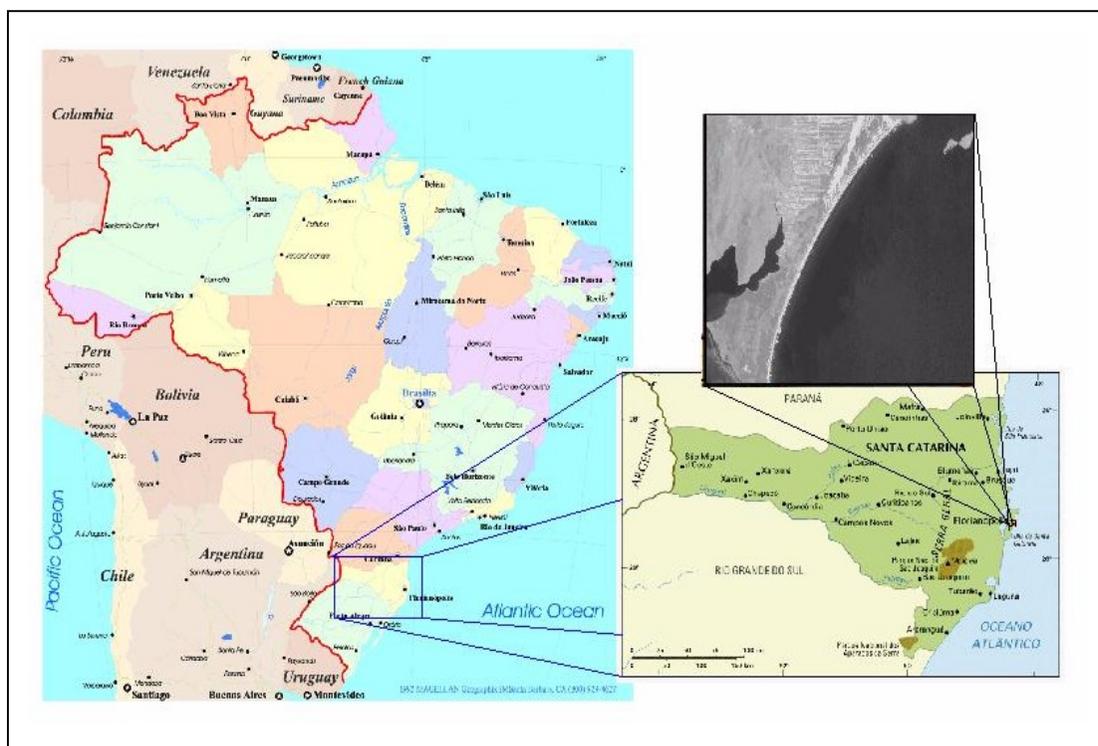
Os indicadores individuais, que conforme for o caso, representam o grau da capacidade de suporte de um determinado elemento da UC, ou a mudança de estado de uma caracterização técnica primária a ser provocada pela implementação de um projeto ou de um grupo de projetos, juntamente com os indicadores temáticos, estes representando a mudança de estado provocada por esta implementação, são organizados em dendrogramas a partir da busca da questão mais importante a ser respondida, que é o grau de sustentabilidade da Unidade de Conservação.

O indicador sistêmico, ou seja, a resposta do principal questionamento: o grau de sustentabilidade da Unidade de Conservação, resulta dos indicadores individuais e temáticos devidamente agregados por meio de inferência *fuzzy*, em blocos de regras segundo *Top Down Induction of Decision Trees*.

O método desenvolvido está estruturado em fases, que têm início na representação da decisão em forma de uma árvore, montada no sentido top-down, como apresentada por Janikow (1998); Kothari (2001) e Wehenkel (2003). Em seguida são definidos os campos de referências dos indicadores e variáveis lingüísticas de funções de pertinência, e montadas as regras que definem as importâncias relativas das mesmas segundo a lógica difusa, como apresentada em Troya (1996), Bueno (2003) e Prabhu (2004). Para a aplicação do modelo, segue-se o levantamento de dados e análise dos resultados.

Com este método, além da verificação da sustentabilidade de uma UC, busca-se tornar as decisões mais democráticas e transparentes, bem como facilitar a capacitação de decisores não especialistas, em compreender melhor a realidade e a previsão de impactos no meio ambiente e na sociedade.

O Parque Estadual do Rio Vermelho, localizado na Ilha de Santa Catarina (figura 1), por se constituir de uma área protegida e livre de ocupações, muito semelhante a uma Unidade de Conservação, foi escolhido para aplicar o modelo objeto desta tese.



Fonte: Adaptação do autor (2004).

Figura 1: Localização do Parque do Rio Vermelho.

Esta tese é a espinha dorsal dos trabalhos apresentados por Boclin (2003), por Costa (2003), por Medeiros (2003), e por Santello (2004), todos componentes do Grupo de Pesquisa em Valoração Ambiental (VALORA), com base na Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), e cadastrado no Diretório de Grupos de pesquisas no Brasil do Conselho Nacional de Desenvolvimento científico e tecnológico (CNPq).

## 1.2 Objetivos

### 1.2.1 Objetivo geral

- ❖ Desenvolver um método de apoio à tomada de decisão na verificação da sustentabilidade de uma Unidade de Conservação. Este método deverá agregar de forma transparente e democrática, por meio da interação de indicadores individuais e temáticos, organizados em dendrogramas de decisão e operados por meio dos fundamentos da lógica *fuzzy*, os aspectos ecológicos, econômicos e sociais.

### 1.2.2 Objetivos específicos

- ❖ Discutir os conceitos referentes a economia e a valoração ambiental, ao apoio a tomada de decisão, a sustentabilidade e a unidade de conservação.
- ❖ Discutir, a partir da literatura, os conceitos fundamentais associados à teoria dos conjuntos *fuzzy*, revendo a seqüência básica de procedimentos teóricos e empíricos para a formalização desta teoria, desde a definição de função de pertinência até a caracterização da intersecção e união difusa pelos axiomas de t-normas e t-conormas, respectivamente.
- ❖ Apresentar o Parque Florestal do Rio Vermelho, com a sua história, suas características físicas e ecológicas, sua localização, seus aspectos e o seu contexto sócio econômico no entorno.
- ❖ Gerar um modelo para apoio à tomada de decisão na verificação da sustentabilidade de Unidades de Conservação, segundo *Top Down Induction of Decision Trees* e lógica *fuzzy*, que facilite a capacitação de decisores não especialistas, em compreender melhor a realidade e a previsão de impactos no meio ambiente e na sociedade.

- ❖ Fazer um estudo de caso, aplicando o modelo desenvolvido no Parque Florestal do Rio Vermelho.

### 1.3 Estrutura do trabalho

O Capítulo I trata da apresentação da tese, a qual tem como questão central o desenvolvimento de método para apoio à decisão na verificação da sustentabilidade de uma Unidade de Conservação. É feito um breve retrospecto da atual situação, onde fragilidades metodológicas são reveladas, especialmente no trato das interações do tema ecológico com os temas econômico e social. Também os objetivos são definidos neste Capítulo.

O Capítulo II trata da revisão teórica utilizada na fundamentação do método desenvolvido. Os conceitos utilizados para o embasamento teórico e médio desta tese, como a economia e a valoração ambiental e o apoio à decisão serão alvos de vasta discussão neste Capítulo, assim como a sustentabilidade e a Unidade de Conservação.

O Capítulo III apresenta os procedimentos metodológicos utilizados nesta tese, referenciando à classificação da pesquisa e sua realização, bem como os métodos de coleta e análise de dados e o delineamento da pesquisa.

O Capítulo IV discute, a partir da literatura, os conceitos fundamentais associados à teoria dos conjuntos *fuzzy*. O objetivo é, além de dar uma base de definições empregadas nos próximos capítulos, rever a seqüência básica de procedimentos teóricos e empíricos para a formalização desta teoria, desde a definição de função de pertinência até a caracterização da intersecção e união difusa pelos axiomas de t-normas e t-conormas, respectivamente.

O Capítulo V apresenta o Parque Florestal do Rio Vermelho, objeto de estudo deste trabalho, com a história de sua criação, suas características físicas e ecológicas. Sua localização, sua ficha técnica, as atividades atualmente realizadas dentro do Parque, seus aspectos culturais, as ocorrências de fenômenos excepcionais e o contexto sócio econômico do seu entorno também terão destaque neste Capítulo.

O Capítulo VI apresenta o modelo proposto, o qual utiliza lógica *fuzzy*, para a verificação do grau de sustentabilidade de uma UC sob o enfoque dos temas ecológico, econômico e social. Serão discutidos os dendrogramas tipo *top-down*, os métodos de *fuzzyficação* e *desfuzzyficação*, as regras de produção *fuzzy*, os blocos

de regras, o modelo Mamdani de inferência *fuzzy*, além da apresentação dos indicadores individuais, temáticos e sistêmicos.

O Capítulo VII expõe os resultados relativos à aplicação do modelo proposto.

E finalmente, no Capítulo VIII, é apresentada a conclusão deste trabalho com as devidas recomendações.

Neste primeiro capítulo foi feita a apresentação da tese, a qual tem como questão central o desenvolvimento de método para apoio à decisão na verificação da sustentabilidade de uma Unidade de Conservação. Foi apresentado um breve retrospecto da atual situação, onde fragilidades metodológicas são reveladas, especialmente no trato das interações do tema ecológico com os temas econômico e social. Também os objetivos são definidos neste capítulo.

No próximo capítulo será apresentada uma revisão dos conceitos utilizados para o embasamento teórico e médio desta tese. A economia e a valoração ambiental e o apoio a decisão também serão alvos de discussão neste capítulo, assim como a sustentabilidade e a unidade de conservação.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

*“Se você tem uma laranja e troca com outra pessoa que também tem uma laranja, cada um fica com uma laranja. Mas se você tem uma idéia e troca com outra pessoa que também tem uma idéia, cada um fica com duas idéias”.*  
(Confúcio)

O Capítulo anterior tratou da apresentação desta tese. Foi apresentado um breve retrospecto da atual situação, onde fragilidades metodológicas são reveladas, especialmente no trato das interações do tema ecológico com os temas econômico e social. Os objetivos também foram definidos naquele capítulo.

Neste capítulo é apresentada uma revisão dos conceitos utilizados para o embasamento teórico e médio desta tese. A economia e a valoração ambiental e o apoio à decisão também serão alvos de discussão neste capítulo, assim como a sustentabilidade e a unidade de conservação.

### 2.1 A economia ambiental

A economia e o meio ambiente podem ser consideradas duas partes de um todo. Toda ação econômica tem algum tipo de efeito no meio ambiente, e toda mudança ambiental implica em impactos na economia. Por “economia” se refere à população de agentes econômicos, às instituições tais como empresas e governos, e finalmente às interações entre agentes e instituições tais como os mercados e ações públicas. Por “ambiente” entende-se a biosfera, a atmosfera e a geosfera, toda as formas de vida, os fluxos de energia e recursos materiais. As relações entre economia e ambiente se realizam por meio de atividades humanas e é a sociedade que também sofre as conseqüências e obtém os benefícios destas relações.

Apontados como os pais da economia clássica, os fisiocratas foram aqueles que primeiramente se preocuparam com as razões da formação do valor que, aliás, era a preocupação fundamental desta escola e também o foi para o pensamento econômico de David Ricardo, Adam Smith, Stuart Mill e Marx. Nos fisiocratas

a preocupação primeira e centrada da economia em determinar a crematística na esfera da produção e nos pensadores seqüentes o valor estando na circulação e na troca.

Nos estudos de economia, desde os clássicos, os marxistas até os neo-clássicos, existe uma orientação muito objetiva em determinar a fonte do valor no trabalho. A partir da constatação que somente no trabalho ocorre a geração de riqueza, as diversas correntes ideológicas se debruçam a desvendar suas visões sobre as formas de acumulação, de distribuição, de troca, de circulação, de apropriação, da representação pela moeda, mas sempre com o valor sendo gerado por diferentes formas de trabalho, até que as primeiras crises do petróleo e nas usinas nucleares indicaram ao mundo os “limites do crescimento”. Estava nascendo um novo olhar sobre a riqueza dos homens. Nesta mesma época são publicados os trabalhos de Georgescu-Roegen sobre a economia ambiental, importante marco acadêmico gerador de toda uma escola de pensamento econômico, que está ainda na sua juventude.

O amadurecimento da consciência ecológica, nos indivíduos e no coletivo social, transforma estes dados e formas de pensar em traços culturais de uma estrutura de comportamento “politicamente correta”, aceita pela maioria dos agentes sociais e raramente questionada em seus fundamentos teóricos. Mesmo os empreendimentos mais danosos ao ambiente tentam minimizar as aparências de suas ações em função desta nova consciência coletiva. As regulamentações, em formas diversas, não tardaram a aparecer e o surgimento de novos códigos de conduta econômica em relação ao meio ambiente torna esta área do direito vigorosa e de apaixonante participação popular. A questão ambiental chega mesmo a virar tema religioso.

Professores, agentes políticos e animadores culturais vão se tornando ambientalistas e muitas vezes por força de circunstâncias da obrigação de tratar do tema, e na falta de conhecimento, abordam emocionalmente a questão ambiental. Aparecem com enorme freqüência termos fortes em significados emocionais como “MÃE” para “terra” ou para outro ecossistema a ser reverenciado, “MORTE” para danos ambientais, chamam-se todos igualmente às falas pela responsabilidade de erros ou mau uso de recursos ambientais, como se a apropriação de bens e funções que a natureza proporciona fosse uma questão meramente moral e ética.

No campo religioso presenciamos atualmente o nascimento da terceira aliança dos homens. Na primeira aliança os sacerdotes uniram Deus com homens e na crença da existência de entidades superiores, que tudo vêem e podem e têm representantes entre os homens, estruturando assim bases morais e culturais que perduram a milhares de anos. Na segunda aliança os sacerdotes propuseram a fraternidade e outros dotes morais como base da sociedade comunista, numa aliança exclusiva entre os homens e sob o comando dos sábios do partido, vivendo assim atualmente parte da população da terra. A terceira aliança está sendo montada entre os homens e a natureza, com alguns sacerdotes pregando o apocalipse, outros aproveitando mandamentos morais religiosos, outros saídos do desencanto socialista e militando contra a desigualdade social, mas todos pregando nova ordem na vida social de uso da natureza e cada um pregando ordem diferente.

Quando a sociedade fica prenhe de nova cultura e assume a nova estrutura de pensamento como intrínseca ao seu inconsciente coletivo ela incorpora novas formas de atribuir valores ao seu repertório e altera os anteriores. Isto acontece para os objetos, para o trabalho, para o dinheiro e também para atuações dos indivíduos na sociedade. Estamos presenciando o nascimento de uma nova estrutura de valores onde o “ambientalmente correto” passa a ter importância como parâmetro de localização de escala. Os parâmetros ainda podem estar pouco definidos, mas já existem. O afloramento destes novos valores ocorre espontaneamente nos negócios com mudanças nos preços de bens, nos valores de ativos e passivos, como também tem curso forçado pela regulamentação legal.

Quando os pioneiros da economia política definiram o trabalho como a base única de medida para o estabelecimento do valor, a natureza era infinita e dádiosa. A escassez era medida pela restrição em produtos do trabalho. A moral protestante da valorização do trabalho, como meio de salvação e de atingir de estados de graça, identifica e localiza o surgimento desta estrutura teórica da determinação de valores na Europa central, e mais especificamente na Inglaterra. Nascia a “revolução industrial”, fortalecia-se a moral protestante e estruturava-se a base teórica econômica de sustentação e justificação da concentração de riqueza. Quando Marx explica a “mais-valia” também aponta o trabalho como única fonte de “valia”, dentro do turbilhão intelectual inglês do fim do século 19.

A própria moeda é, antes de tudo, uma estrutura fiduciária de representação de riqueza e de estabelecimento de medida de valores, emitida e lastreada por

uma reserva nacional de riqueza. A riqueza do Brasil é atualmente medida por estoques de moeda estrangeira, por bens públicos e pela capacidade produtiva do país. Os bens públicos são avaliados por preços de mercado, sendo que é muito recente a preocupação dos governantes em saber quanto vale a estrutura ambiental e os recursos naturais fora de mercado, o valor reservado.

Para Turgot (1776), o agricultor é o único cujo trabalho produz acima do salário do trabalho. Ele é, portanto, a única fonte de toda riqueza. Este trabalho foi escrito em 1766, numa era bem anterior à industrialização e em seguida ao mercantilismo. Este autor também cita constantemente a natureza como o meio para a geração de “toda a riqueza”, sendo que para os fisiocratas as demais classes sociais que não eram agricultores-produtores não passavam de estipendiários que viviam do trabalho alheio, incluindo aí para eles mesmo os artesãos. Para Turgot (1776) a natureza era um elemento da produção que participava com dádivas, fruto de manipulação pelo trabalho, desta forma, afirma ele, desde que o trabalho do agricultor produza além de suas necessidades, ele pode, com este supérfluo que a natureza lhe confere em pura dádiva além do salário e suas necessidades, comprar trabalho de outros membros da sociedade. Ou seja, o agricultor compra trabalho alheio com reserva de valor, sendo que o trabalho comprado simplesmente circula valores, gerados originalmente pelo agricultor-produtor.

Esta idéia reaparece nos estudos entrópicos econômicos das últimas décadas e no ecologismo radical. Segundo Turgot (1776), a existência dos proprietários da terra e a divisão dos produtos entre cultivador e proprietário se dá através desse novo recurso, o produto da terra é dividido em duas partes: uma compreende a subsistência e aos lucros do agricultor, que constituem a recompensa de seu trabalho e a condição na qual ele se encarrega de cultivar a terra do proprietário, enquanto o restante constitui aquela parte independente e disponível que a terra oferece como pura dádiva àquele que a cultiva independentemente dos investimentos e do salário dos seus esforços e dificuldades e constitui a parte do proprietário ou o rendimento.

A dádiva da terra vai se transformando no valor extra acumulado que forma a riqueza. No capítulo LIII Turgot (1776) volta a enfatizar que “É sempre a terra que é a primeira e única fonte de toda a riqueza; é ela que, através do cultivo, produz todo o rendimento”. No capítulo XCVIII reafirma que “Não existe rendimento verdadeiramente disponível num estado senão o produto líquido das terras e [...] que

qualquer outro lucro anual, ou é pago pelo rendimento, ou faz parte das despesas que servem para produzir o rendimento”. A seguir, no capítulo XCIX, concluindo sua principal obra “Reflexões acerca da formação e distribuição das riquezas”, Turgot (1987) determina que “Não somente não existe nem pode existir outro rendimento a não ser o produto líquido das terras, como ainda a terra que fornece todos os capitais que formam a soma de todos os investimentos do cultivo e do comércio”.

Na era da agricultura, que se tornava produtiva, os fisiocratas elaboraram um sofisticado estudo econômico, que justificava a estrutura produtiva e distributiva, bem como participaram no direcionamento do Estado para este desenvolvimento. David Ricardo estrutura sua visão da formação do valor a partir desta concepção da terra pródiga, partindo da ocupação da melhores terras e em seqüência das terras de pior rendimento e assim pagando-se ao primeiro o rendimento diferencial das terras com o valor gerado pelo trabalho neste diferencial. Naqueles novos tempos já se anunciava a aurora da produção mecanizada e fabril, com nova concepção de valores, agora baseados no trabalho.

Marx considera que pertence aos fisiocratas a honra de haver analisado o capital na sociedade moderna. Isto lhes dá o direito de se considerarem como os verdadeiros fundadores da economia moderna. Foram os primeiros a analisar os diversos elementos materiais, nos quais o capital existe e se manifesta durante o processo do trabalho. Vale lembrar que para Marx o valor vem unicamente do trabalho. Ele, Marx (1985), referencia a economia dizendo que os fisiocratas transferem estas investigações sobre as origens da mais-valia, da órbita da circulação para as da produção imediata, estabelecendo com isto os fundamentos para a análise da produção capitalista. A seguir Marx (1985) afirma que é característica dos fisiocratas, situar a fonte do valor e da mais-valia não na circulação, mas sim na produção. Marx (1985) afirma ainda que ao contrário do que fazem os defensores do sistema monetário e do sistema mercantil, o ramo da produção pode ser percebido como um ramo completamente autômato, independente da circulação e da troca e baseado não do intercâmbio do homem a homem, mas no intercâmbio entre o homem e a natureza.

Nessa época atual do pensamento único e do consenso de Chicago, a alternativa ambientalista à moral neoliberal incorpora elementos religiosos e socialistas e se lança para formar aliança direta com a natureza, conformando assim novos valores. A mais-valia volta a ser oriunda da natureza. A circulação e acumulação são pagãs na nova moral, sendo que o bom selvagem atual é a própria selva.

Para Smith (1983), a determinação do valor era evidente em que “[...] o trabalho surge como única medida de valor rigorosa e universal, a única que nos permite comparar o valor das diferentes mercadorias em todos os tempos e lugares”. A terra dadivosa dos fisiocratas, que gerava o valor extra ao trabalho agrícola, deixa de ser referência e somente o trabalho humano, agrícola ou não, é a fonte de riqueza. Acumula-se riqueza então na apropriação de trabalho alheio, e é ali que os poderosos deverão buscar seus tesouros. Nesta época (1776) trabalhava-se muito duro na Europa, desde a tenra infância, além de buscarem os empresários europeus mais trabalhadores escravos na África para suas fazendas e minas da América.

Ricardo inicia sua maior obra “Princípios de Economia Política e Tributação” fazendo referência a Adam Smith na definição dos valores de usos e de troca, para em seguida descartar a possibilidade de troca, em circunstâncias comuns, de elementos da natureza como o ar e a água. Para Ricardo (1984), as mercadorias, possuindo utilidade, derivam seu valor de troca de duas fontes: de sua escassez e da quantidade de trabalho exigida para obtê-las. Nesta definição a escassez existe em razão de raridade cultural e independe do trabalho, tendo valor maior ou menor de acordo com a variação de riquezas e da inclinação daqueles que desejam possuí-los. O trabalho é enfatizado como a fonte da riqueza e a discussão é a forma da medida.

Quando Ricardo (1984) discute sobre a apropriação da terra, ele faz a define renda como sendo a proporção do produto da terra paga ao seu proprietário pelo uso das originais e indestrutíveis energias do solo. Nesta situação a terra é fértil e não está disponível em quantidades ilimitadas. Caso contrário, afirma Ricardo (1984), não haverá renda, pois ninguém pagará pelo uso do solo, enquanto ainda houver uma grande extensão não apropriada e, portanto, ao alcance de quem deseje cultivá-la. Em seguida diz:

Segundo o princípio da oferta e da demanda, nenhuma renda seria paga por esta terra, pela razão, já conhecida, de que nada se dá em troca do uso do ar e da água, ou de quaisquer outros bens naturais existentes em quantidades ilimitadas. [...] o uso desses auxílios naturais nada nos custa, no entanto, pois são inesgotáveis e estão à disposição de todos (RICARDO, 1984).

Deriva daí que estes elementos da natureza não possuem preço. Vale lembrar que em sua cidade, Londres, por esta época já se começava a sentir o problema da poluição do ar pela queima de carvão (*smog*), pelos esgotos domésticos

lançados na rua, e pelo estrume de animais de tração. Numa importante citação de rodapé deste trecho da obra, a referência a J. B. Say, vol. II, de “Économie Politique” diz que “A terra, como vimos, não é apenas o único agente da natureza com poderes produtivos, mas também o único, ou quase, do qual um conjunto se apodera, com exclusão dos seus semelhantes, apropriando-se dos seus benefícios”. As águas dos rios e do mar, pela capacidade de dar movimento às nossas máquinas e de conduzir nossos barcos, têm também um poder produtivo; o vento que faz girar nossos moinhos, e até mesmo o calor do sol trabalham por nós. Felizmente, porém ninguém foi ainda capaz de dizer: “O vento e o sol são meus, e o serviço que eles prestam deve ser pago” (RICARDO, 1984, p. 282). David Ricardo aparenta trazer esta citação como uma referência com a qual concorda plenamente.

Encontramos em David Ricardo as raízes do pensamento econômico do uso destes recursos naturais. O termo recorrente nesta obra é “ilimitadas e indestrutíveis energias”. Entretanto Ricardo apela para a limitação dos recursos naturais quando teoriza sobre a definição do que é “renda”, ao lançar mão de hipotéticas terras de graus de utilidade diferentes e seus cultivos. Afirma contraditoriamente que

[...] somente porque a terra não é ilimitada em quantidades nem uniforme na qualidade, e porque, com o crescimento da população, terras de qualidade inferior, ou menos vantajosamente situadas, são colocadas em cultivo, a renda é paga pelo seu uso (RICARDO, 1984, p282).

A partir destas bases conceituais é então estruturado um dos núcleos do pensamento econômico clássico, com as hipóteses de uso da natureza.

## **2.2 A valoração ambiental**

As medidas do ambiente com valores comuns podem tomar formas diversas. Podem ser expressas em unidades financeiras, podem assumir formas de fluxos energéticos, podem ser expressas em quantidades do próprio bem medido, ou ainda, assumir formas vagas e pouco definidas em descrição de sentimentos (MELLO, 1997).

Até há alguns poucos anos atrás existiam economistas que sustentavam que o meio ambiente não tinha valor, que o valor somente ocorria na troca ou na apropriação do trabalho alheio.

Os clássicos afirmavam que os recursos oriundos do meio ambiente somente teriam valor ao serem mercantilizados, e conseqüentemente apossados privadamente pela apropriação regulamentada pela força, ou pela primazia na ordem de requisição (como no DNMP), sendo que, por conseguinte o Estado deveria agir para liberar estas forças produtivas para incorporação de novos valores. Assim, dominar índios e ampliar fronteiras agrícolas na Amazônia, e por todo o país, sempre foi justificável aos olhos dos teóricos liberais.

Os teóricos economistas da esquerda por outro lado propugnavam que o valor somente é gerado na exploração do trabalho, com a “mais-valia” sendo o excedente apropriado pelo capitalista. Ainda hoje este campo teórico procura uma forma de combinar os valores do trabalho com aqueles derivados da gestão e uso social dos recursos ambientais.

Uma terceira forma de não reconhecer e operar os valores dos recursos ambientais é afirmar que estes teriam valores incomensuráveis. Estes teóricos se apresentam como radicais defensores da natureza, mas apenas fornecem argumentos para desconsiderar os recursos ambientais que estão em uso intensivo com elementos da “natureza”, atribuindo valores infinitos aos ecossistemas que a sociedade facilmente percebe e define como de preservação.

Para os exploradores capitalistas dos recursos ambientais é muito importante fazer parte dos governos, de modo a obter concessões públicas para extração de materiais e uso privilegiado de funções destes recursos, sem que o resto da sociedade tenha a devida compensação pela redução dos estoques não renováveis, ou das funções reduzidas.

Por outro lado os ambientalistas clamam por justiça na distribuição dos acessos ao meio ambiente, mas sem indicar claramente as relações econômicas que se dão, e sem mesmo conhecer os valores envolvidos nas transações relacionados aos recursos ambientais.

O mercado de recursos ambientais deixa de considerar interesses (demandas) e escassez (disponibilidades), operando numa situação imediata de relação de poderes sociais e sem incorporar horizontes de sustentabilidade dos recursos.

Neste mercado incompleto, temos três características econômicas principais:

- Os recursos ambientais são passíveis de posse privada, mesmo em escala de monopólios.

- Os benefícios do uso dos recursos são exclusivos do proprietário, dele podendo fazer o uso que desejar para aumentar seu valor de mercado das funções obtidas do recurso ambiental.
- O proprietário dos recursos ambientais pode negociar livremente a posse dos mesmos.

Assistimos hoje no Brasil a total liberalidade nos negócios nesta área, com os preços de mercado estimados por empresas internacionais e negociados segundo interesses empresariais do setor. Os interesses públicos ficam subordinados às definições de preços incompletas e imediatas dos investidores.

### 2.2.1 Os mercados de recursos ambientais

O mercado é uma instituição de trocas, pela qual a sociedade lança mão para organizar uma parte da sua atividade econômica. Mercados usam os preços para relacionar demandas e disponibilidades de recursos, onde os interesses dos agentes são difusos e mesmo diversos. No mercado as decisões econômicas deveriam se dar numa combinação de otimização dos interesses em jogo, de maneira mais eficiente possível. Em um processo descentralizado de decisões os recursos têm seus preços definidos em função da demanda e são alocados para aqueles que os queiram e se dispõem a pagar mais. A “mão invisível de Adam Smith” comanda estas decisões otimizadas e otimiza também as relações sociais. Assim é o capitalismo ideal em um mercado perfeito.

Para algumas situações temporais e contextos sociais, entretanto, as regras do mercado não são as mais apropriadas para regular e otimizar as ações econômicas e sociais. As formações de cartéis, atividades de monopólios e pressões econômicas de grupos sobre a sociedade, e sobre organizações mais fracas, são regulamentadas por lei e sujeitas às fiscalizações do CADE. Grupos minoritários (étnicos, tais como parte dos índios) às vezes necessitam de proteção legal e recebem incentivos definidos socialmente. Por exemplo, crianças e idosos não podem estar submetidos a situações que caracterizam abusos de suas capacidades de defesas e suas disponibilidades de contribuir socialmente.

O trato liberal de *laissez faire* dado ao mercado pelos governantes que adotam o ideário do consenso de Washington, busca justamente desregulamentar as proteções aos grupos sociais sem poder econômico e liberar as organizações para negociar diretamente com os indivíduos os preços de trabalho, bem como retirar do estado à gestão dos recursos naturais daquela nação.

Os recursos ambientais foram os primeiros objetos de estudo da ciência econômica, pois sempre foram os principais alvos de demanda e sempre se soube que a sua escassez limita a saúde e a qualidade de vida humana.

O mercado sem controle não é a melhor forma para a alocação de recursos ambientais e naturais nesta condição atual de escassez e da preocupação social sobre as destinações dadas ao meio ambiente. Nesta situação, o mercado é operado principalmente por grandes corporações e suas políticas quase nunca coincidem com as das nações. Resulta que os preços são resultados artificiais de especulações e ações bélicas em grande escala (petróleo, p. ex.) não refletindo as demandas e restrições da sociedade para a alocação de recursos ambientais. Quando ocorrem apropriações desiguais destes recursos, ou de suas funções, aqueles que se apoderaram destes recursos escassos passam a ter maiores poderes e conseqüentemente maior valor de seu capital.

Quando existe uma super exploração dos recursos, sem capacidade destes de se renovarem, perde assim toda a sociedade a capacidade de acessar os atributos dos recursos e conseqüentemente o capital desta sociedade, aumentando o capital do grupo que controla os recursos em escassez mais aguda.

## 2.2.2 A atribuição de valores aos recursos ambientais

O conhecimento dos valores envolvidos nas operações e transações de recursos ambientais é um desafio que a sociedade tem pela frente. Nas últimas décadas, os povos de todas nações têm tomado consciência que seus recursos ambientais necessitam ser mais bem avaliados economicamente, e que as sociedades lhes atribuem mais valor que aqueles negociados pelos agentes econômicos. Agora, a “mão invisível de Adam Smith” está agindo em nossa carteira de bens.

Quando se lida com situações de difícil mensuração da importância dos recursos ambientais, e de seu papel na sustentação da vida tal como os ecossiste-

mas e serviços da biodiversidade, as valorações se tornam mescladas com valores de ordem moral e estabelecimentos de regras sociais.

Teoricamente, afirma Mello (1997), o valor econômico de ambiente deve conter, além do valor imediato do uso do bem ou serviço, o valor futuro, mesmo opcional, e o valor de não uso ou valor intrínseco ambiental.

A sociedade define metas e paradigmas para uso e conservações de sistemas, mas que implicam em custos diretos e indiretos. Os diretos são aqueles de engenharia, de serviços de manutenção e conservação, de compra de direitos, ou seja, aqueles dispêndios de materiais, serviços e direitos regulados pelo mercado e leis locais. Os indiretos são cessões de funções e serviços que deixam de ser exercidos pela definição e conservação do recurso.

Por outro lado, a sociedade vislumbra benefícios em um prazo mais extenso que se distribuirá a todos. Neste campo estão os bancos genéticos, as possibilidades de melhor uso tecnológicas do recurso ambiental, as funções exercidas de estabilizações ambientais que beneficiam a coletividade em longo prazo, as funções hedônicas, religiosas, culturais, ou seja, a sociedade economiza os seus recursos mesmo sem saber direito porquê.

### 2.2.3 As decisões sobre os usos de recursos

A racionalidade nas decisões sobre usar ou preservar recursos é de difícil compreensão, dependendo da cultura e da conjuntura social e econômica do grupo que tem o poder sobre o recurso ambiental. Os brasileiros são poucos previdentes e aceitam situações de riscos. Deitados em berço esplêndido, nossos recursos vão sendo negociados em troca desigual, com grupos capitalizados que oferecem informações em troca de recursos escassos. Os negociadores do nosso lado são os mesmos que obtêm vantagens nas operações.

Quando temos condicionantes cujas escalas de valores implicam em atribuições de ordem moral, cultural, religiosa e principalmente oriunda de indicações científicas sobre a relevância da preservação e conservação do recurso, este deve ficar fora das mensurações econômicas. Ele pode e deve ser hierarquizado, dentro de um contexto próprio à condição de sua inserção de relevância. Para isto existem mecanismos de apoio à tomada de decisões, programações dinâmicas e simulações

que nos capacitam a comparações e pareamentos com medidas de custos de obtenções de metas.

#### 2.2.4 Os métodos para atribuições de valores

Os métodos científicos para valoração de custos e benefícios dos recursos ambientais são todos incipientes, assim como o interesse social em conhecer estes valores. As contabilidades empresariais vêm definindo seus valores há séculos, pois é ali que as melhores rentabilidades ocorrem.

Para cada situação física de relação com grupo social devem ser estabelecidas as escalas de valores. Ou seja, o grupo social que detém o poder sobre o recurso ambiental define as regras de seu uso e manejo, com as regras econômicas que melhor lhes favorecem. Por outro lado, se ampliarmos radicalmente o grupo social, a humanidade deveria estabelecer as regras globais. Mas as definições de disponibilidades de interesses sobre os recursos se dão principalmente localmente, com necessidade de regulações regionais e nacionais.

Para se chegar a valores de recursos ambientais temos que combinar muitos fatores, conhecer importâncias de atributos, saber como são tomadas as decisões, conhecer quem são os interessados, pesquisar sobre as implicações econômicas de uso dos recursos, ter informações detalhadas sobre a dinâmica do ecossistema e da sustentabilidade e das disponibilidades físicas do sistema.

As medidas do ambiente, com valores comumente aceitos, podem tomar formas diversas. Podem ser expressas em unidades financeiras do país que se quiser, podem assumir formas de fluxos energéticos, podem ser expressas em quantidades do próprio bem medido, e ainda assumir formas vagas e pouco definidas.

Como forma econômica, os bens ou funções ambientais primeiramente devem ser considerados como valor pela sua escassez, pela sua utilidade para uso ou posse, ou como tendo alguma importância social por cuja manutenção deva existir um pagamento. O próprio não-uso do bem ou função é uma forma de pagamento, pois se deixa de obter vantagens imediatas em função de ganho futuro ou de aumento de valor coletivo.

Seria ideal que toda e qualquer avaliação de interferência em recurso ambiental contivesse uma valoração completa dos possíveis resultados das ações.

Nesta situação, cada item ambiental que seja fator de produção deveria ser analisado e receber valoração de acordo com disponibilidades, suas funções intrínsecas nos ecossistemas e das demandas sócio-econômicas. Deveriam também serem analisadas as dinâmicas dos ecossistemas em espaço de tempo, em condições de tendências e sujeitos a eventos adversos.

Temos também um ferramental científico que é a intensidade energética. É aquele definido em termos entrópicos, já bastante difundido, que mede a intensidade energética que flui pelo ecossistema.

As medidas de valoração econômica dos ecossistemas podem ser classificadas nos seguintes grupos: os preços, as relações custo-benefício e custo-efetividade, as medidas de produtividade, o rendimento energético, o ecossistema como capital, os valores incertos e os valores dos ecossistemas no tempo.

#### 2.2.5 Valoração contingente

Os valores e preços são estimados por meio de busca, entre amostras da população, quando se contingência a amostra a situações hipotéticas de mercados e de transações em que a amostra estaria envolvida, nas quais os recursos ambientais estivessem sendo alvo de negócios. Os preços são obtidos em pesquisa direta com o público, quando são questionados os interesses em termos financeiros despertados pelo ambiente. As medidas são a “disposição de pagar” e a “disposição aceitar compensações” por mudanças ambientais que venham a interessar os indivíduos. Os objetos podem ser tanto o mico-leão-dourado quanto à poluição do ar que o sujeito respira.

- Disposição de pagar. É o valor econômico que o indivíduo aceita pagar por melhoria ou preservação de bem ou serviço ambiental.
- Disposição de aceitar compensações. É o valor econômico de compensação financeira para um indivíduo pela diminuição ou perda de qualidade ou valor ambiental.

### 2.2.6 Relações custos-benefícios

As medições econômicas de impactos de atividades sobre recursos ambientais devem contemplar, sempre que possível, a relação entre os custos e os benefícios e ainda determinar quem são os grupos sociais e empresariais que perdem e os que ganham.

Pelo lado dos custos, devem ser levantados os investimentos, taxas e licenças, os custos diretos e fixos, os custos de manutenção, os custos indiretos e as externalidades e passivos ambientais.

Os benefícios devem ser mensurados economicamente por medidas de ganhos patrimoniais, obtenção de vantagens pecuniárias oriundas de negócios, emolumentos, vantagens salariais, redução de custos de saúde, de viagens, aumento de produtividade e todas as possíveis formas econômicas de benefícios.

## 2.3 O apoio à decisão

A tomada de decisão, fato cotidiano presente nas ações desenvolvidas pelo ser humano, faz com que as pessoas enfrentam situações normalmente conflitantes e difusas. Nestas situações apresentam-se vários caminhos ou alternativas possíveis, das quais procuram-se aquelas que melhor satisfaçam os objetivos em questão.

Conforme coloca Bana e Costa (1995) a tomada de decisão, apesar de ser parte integrante no dia a dia das pessoas, é

[...] uma atividade intrinsecamente complexa e potencialmente das mais controversas, em que temos naturalmente de escolher não apenas entre possíveis alternativas de ação, mas também entre pontos de vista e formas de avaliar essas ações, enfim, de considerar toda uma multiplicidade de fatores direta e indiretamente relacionados com a decisão a tomar.

De forma sucinta pode-se exemplificar a dificuldade de se tomar uma decisão sem a consideração dos múltiplos fatores que envolvem o problema. Para avaliar um determinado projeto o decisor poderia selecionar uma determinada condicionante, por exemplo, o critério econômico, através do qual o decisor poderia levar em conta um único aspecto lógico como a "sustentabilidade econômica". No entanto, se for considerado somente o tema econômico, o decisor corre o risco de estar selecio-

nando um projeto que não se sustente dentro de outros temas de suma importância, como por exemplo, o social e o ecológico.

A decisão é, portanto, uma atividade que engloba múltiplas dimensões, perspectivas e objetivos, e para que se chegue a decidir sobre algo é preciso fazer um estudo lógico de todos esses fatores, mesmo que eles se apresentam de forma difusa. A consideração desses diversos fatores impede que uma decisão possa ser tomada se considerando apenas um único critério. Daí a importância de metodologias para apoio à decisão que considerem todos os aspectos que são tomados como relevantes para um dado problema.

Em um problema de decisão, conforme define Bana e Costa (1995), estão em jogo vários objetivos, existindo a possibilidade de várias soluções possíveis que podem estar implícitas ou explícitas, dentre as quais pretende-se escolher a melhor ação, ou delimitar o subconjunto das mesmas, ou ordená-las decrescentemente em função de suas preferências globais, ou ainda descrever as ações e caracterizar suas múltiplas conseqüências para poder avaliá-las mais facilmente em termos de comparação relativa dos seus méritos e desvantagens.

### 2.3.1 Evolução do processo de decisão

A Pesquisa Operacional (PO) tradicional que teve seu desenvolvimento logo após a Segunda Guerra Mundial, presente numa época de relativa estabilidade econômica, anos 50 e 60, buscava fornecer uma maior racionalidade à tomada de decisão, alcançando este resultado através de uma posição de total objetividade com relação ao problema a se resolver (CAZARINI, 2000).

Para Montibeller (1996), na Pesquisa Operacional (PO) tradicional um decisor único é capaz de representar a organização, pois assume que exista um único problema “real” (“ou verdadeiro”), o qual é percebido da mesma forma por todos os nele envolvidos. Cabe a esse decisor único, com objetivos claramente definidos e estruturados, estabelecer um posicionamento que, presumidamente, é de consenso geral.

Ora, percebe-se com isso que a PO tradicional busca na verdade encontrar uma solução “verdadeira” e por isso a melhor de todas. Ela valoriza, de sobremaneira, suas rotinas matemáticas, usadas como um fim e não como um meio para dar início à solução do problema, já que parte do pressuposto de que o

dar início à solução do problema, já que parte do pressuposto de que o problema encontra-se estruturado.

Com o aumento da instabilidade econômica mundial, afirma Montibeller (1996), em meados dos anos 70, a Pesquisa Operacional (PO) tradicional sofreu uma significativa redução em sua área de atuação, restringindo-se unicamente à resolução de problemas de ordem tática, aqueles com objetivos claramente estabelecidos e consensuais, onde o que prevalece é um grande interesse técnico e importância social limitada.

Por outro lado, nas organizações o que prevalece são problemas complexos, onde diversos atores participam do processo decisório, e de uma forma tal que cada um vai ter uma perspectiva e uma interpretação diferente à cerca dos eventos reais. Cada um destes atores possui um sistema de valores diferente, o que faz com que tenham objetivos distintos e por vezes conflitantes. Nessa situação, onde os problemas complexos são dificilmente estruturáveis, as possíveis ações não estão nem claramente definidas nem estruturadas, se apresentando normalmente de forma difusa.

Buscando contornar essas deficiências, surge na França no final dos anos 60, a proposição de Metodologias Multicriteriais visando Apoiar a Decisão (MDCA). Os processos decisórios passaram então a ser entendidos como o resultado das diferentes interpretações que cada um dos atores, com seus diferentes sistemas de valores, pode ter à cerca do problema.

Mesmo que as metodologias MCDA demonstrem a real importância em se estruturar o problema na construção dos modelos multicriteriais, deixam uma lacuna a respeito da definição e estruturação dos critérios. Para preencher este vazio, surge na Inglaterra, no início dos anos 80, cuja origem se dá pelo mesmo movimento crítico à PO tradicional, uma corrente de estudos visando à formação de metodologias de auxílio à estruturação de problemas.

Muitas vezes o apoio à decisão inicia com a suposição de que o problema já foi reconhecido e definido e que o objetivo da análise é indicar a estratégia ótima considerando-se o critério de escolha selecionado. Tal suposição pode conduzir a resolução do problema errôneo visto que no início do processo de apoio à decisão geralmente os atores não têm claros seus objetivos e/ou existem diversas e diferentes percepções do problema.

Portanto, é imprescindível que se fuja das armadilhas tipicamente inerentes a estas suposições e se construa um modelo de avaliação que reflita os juízos de valor dos intervenientes e torne a situação decisória verdadeiramente compreendida por todos. Este objetivo possui um caráter dinâmico, pois evolui ao longo do processo e não pode ser dissociado do contexto decisório em estudo.

Segundo Ensslin et al (2001), as metodologias voltadas ao Apoio à Decisão, adotam o construtivismo como paradigma científico, ao contrario das metodologias voltadas à tomada de decisão, que seguem o paradigma racionalista.

Acreditam, Ensslin et al (2001), que o paradigma construtivista é o mais apropriado em fornecer apoio aos processos decisórios que envolvam: situações com múltiplos atores, cada um deles com seus sistemas de valores; múltiplos objetivos com conflitos de interesse; diferentes níveis de poder entre os atores e necessidade de negociação entre eles e; uma enorme quantidade de informações qualitativas e quantitativas.

Segundo Vanderpooten (1996), “[...] para as abordagens MCDA é preciso reconhecer os limites da objetividade”. Dentro dessa linha, a fronteira de *A* é difusa e a matemática apresenta-se insuficiente, obrigando a interação de fatores de natureza objetiva (as características das ações) com fatores de natureza mais subjetiva (o sistema de valores dos atores) para que se possa alcançar o sucesso e a qualidade no apoio à decisão.

Um minucioso estudo acerca dos métodos de apoio à decisão e realizado por Zuffo (1998), e ele conclui sobre a classificação dos métodos dizendo:

Neste trabalho será adotada a classificação proposta por Pardalos et al. (1995), por ser a mais recente proposta e que, de certa forma, facilita a divisão entre os principais grupos de métodos existentes. Sabe-se, no entanto, que esta classificação ainda é limitada, porém, com o crescente número de métodos e teorias, é a que consegue separá-los em um pequeno número de grupos mais ou menos similares. Futuramente, talvez, seja interessante acrescentar mais uma classe de métodos, cujo desenvolvimento atual parece merecer esta distinção. Trata-se dos métodos baseados na Lógica Nebulosa (Fuzzy Logic - FL), mas que neste trabalho não serão abordados por não fazer parte do escopo.

|                                  | <b>Paradigma Racionalista</b>                               | <b>Paradigma Construtivista</b>                                       |
|----------------------------------|---|---|
| <b>Tomada de decisão</b>         | Momento em que ocorre a escolha da solução ótima            | Processo ao longo do tempo envolvendo interações entre os atores      |
| <b>Decisor</b>                   | Totalmente racional   | Dotado de sistema de valores próprio                                  |
| <b>Problema a ser resolvido</b>  | Problema real   | Problema construído (cada decisor constrói seu próprio problema)      |
| <b>Os modelos</b>                | Representam a realidade objetiva                            | São ferramentas aceitas pelos decisores como úteis no Apoio à decisão |
| <b>Os resultados dos modelos</b> | Soluções ótimas   | Recomendações que visam atender os valores dos decisores              |
| <b>O objetivo da modelagem</b>   | Encontrar a solução ótima                                   | Gerar conhecimento aos decisores sobre seu problema                   |
| <b>A validade do modelo</b>      | Modelo é válido quando representa a realidade objetivamente | Modelo é válido quando serve como ferramenta de Apoio à Decisão       |
| <b>Preferência dos decisores</b> | São extraídas pelo analista                                 | São construídas com o facilitador                                     |
| <b>Forma de atuação</b>          |   | Apoio à Decisão   |

Fonte: Ensslin et al. (2001).

Quadro 1: Características dos paradigmas construtivista e racionalista.

No Quadro 1 é apresentado, conforme Ensslin et al. (2001), um comparativo entre as características dos paradigmas construtivista e racionalista, enquanto no Quadro 2 são apresentadas, conforme Montibeller (apud ROY, 1990), algumas características que distinguem as metodologias: monocriterial tradicional, multicriterial para a tomada de decisão e multicriterial para o apoio à tomada de decisão.

| Monocritério tradicional   | MCDM   | MCDA   |
|--|--|--|
| Existe um conjunto $A$ , bem-definido, de alternativas viáveis $a$ .   | Existe um conjunto $A$ , bem-definido, de alternativas viáveis $a$ .   | Um conjunto $A$ , não necessariamente estável, de ações potenciais a elas, ao contrário das alternativas, não são mutuamente exclusivas e não há a imposição de que sejam necessariamente factíveis. |
| É estabelecido um critério único (função) $g$ em $A$ refletindo precisamente as preferências do decisor único e bem-definido $D$ . | Existe um modelo de preferências bem definidas na mente do decisor $D$ , estruturadas racionalmente via um conjunto de descritores.            | Cada critério precisa levar em conta um atributo preciso (ou descritor). As comparações são realizadas baseadas em uma família $F$ de critérios.   |
| A comparação entre alternativas, é realizada através da comparação do valor da função para cada alternativa.                       | Para comparar as alternativas, $D$ considera apenas os casos de indiferença (função binária $I$ ) e preferência estrita (função binária $P$ ). | A comparação entre duas ações potenciais é realizada via a comparação de dois vetores de performance (ou indicadores de impacto)   |
| O problema é bem formulado matematicamente e o objetivo dos modelos é encontrar a solução ótima.                                   | O problema é bem-formulado matematicamente e o objetivo dos modelos é encontrar a solução ótima.   | O problema é mal-definido matematicamente. O objetivo dos modelos não é encontrar a solução ótima, mas sim de fornecer geração de conhecimento aos atores.   |

Fonte: Roy (1990).

#### Quadro 2: Comparativo das metodologias monocriteriais e multicriteriais.

Tendo em vista que o objetivo desta tese é geração de um método, de apoio à decisão, para a verificação da sustentabilidade de uma Unidade de Conservação, que agregue de forma transparente os aspectos ecológicos com os aspectos econômicos e os sociais, por meio da interação de indicadores individuais e temáticos, além de facilitar a capacitação de decisores não especialistas em compreender melhor a realidade e a previsão de impactos no meio ambiente e na sociedade, este trabalho acompanha as indicações de Zuffo (1998), que ao analisar as metodologias multicriteriais, apontaram restrições dos métodos atuais, e chama atenção da possibilidade de ampliação dos métodos multicriteriais com o uso da lógica *fuzzy*.

## 2.4 A sustentabilidade

Uma das conseqüências das várias transformações que marcaram a segunda metade do século XX, foi a crescente dúvida em relação ao futuro do meio ambiente. Apesar das contradições e dificuldades dos interesses econômicos surge então crescente movimento de opiniões e ações objetivando tornar reais as aspirações de sustentabilidade em todas as dimensões da vida humana.

Durante as décadas de 60, 70 e 80 desastres ambientais como o da Baía de Minamata no Japão, o acidente de Bhopal na Índia e o acidente na usina nuclear de Chernobyl, fez crescer na Europa uma impressionante conscientização acerca dos problemas ambientais. Também na América do Norte, o vazamento de petróleo da Exxon Valdez causou semelhante impacto.

Já a noção de desenvolvimento sustentável tem sua origem mais remota no debate internacional sobre o conceito de desenvolvimento. Na verdade, trata-se da história da reavaliação da noção de desenvolvimento, predominantemente ligado a idéia de crescimento, até o surgimento do conceito de desenvolvimento sustentável.

O conceito de desenvolvimento sustentável surgiu no documento intitulado “*World’s Conservation Strategy*” da *International Union for the Conservation of Nature and Natural Resources* (IUCN, 1980). Segundo este documento para que o desenvolvimento seja sustentável, devem ser considerados, além dos aspectos social e ecológico, os fatores econômicos dos recursos bióticos e abióticos e as vantagens de curto e longo prazo de ações alternativas.

Uma das definições mais conhecidas, que afirma que o desenvolvimento sustentável é aquele desenvolvimento que atende às necessidades das gerações presentes sem comprometer a possibilidade das gerações futuras atenderem suas próprias necessidades, surgiu no relatório *Brundtland* elaborado a partir da *World Commission on Environment and Development* (1987). O foco do conceito, até então centrado na integridade ambiental, a partir da definição do Relatório *Brundtland*, dá ênfase para o elemento humano, gerando assim um equilíbrio entre as dimensões econômica, ambiental e social.

O conceito de sustentabilidade deve ser inserido, segundo Costanza (1991), na relação dinâmica entre o sistema econômico humano e os sistemas ecológicos mais abrangentes, estes, porém, normalmente com taxa de mudança mais

lenta. A vida humana, para que uma relação seja sustentável, deve continuar indefinidamente, com crescimento e desenvolvimento da sua cultura. Os efeitos das atividades humanas devem permanecer adequados, de modo a não destruir a biodiversidade e as funções do sistema ecológico de suporte à vida.

O papel do crescimento econômico, segundo Pronk e Ul Haq (1992) deve estar baseado na sustentabilidade. Para ele o desenvolvimento é sustentável quando o crescimento econômico traz justiça e oportunidades para todos os seres humanos do planeta, sem privilégio de algumas espécies, sem destruir os recursos naturais finitos e sem ultrapassar a capacidade de carga do sistema.

Corroborando com Pronk (1992), Viederman (1992, p. 1) define sociedade sustentável como aquela que assegure a saúde e a vitalidade da vida e cultura humana e do capital natural, para a presente e futuras gerações. Diz ainda que tais sociedades devem parar as atividades que destoam a vida e cultura humanas e o capital natural, e encorajar aquelas atividades que conservem o que existe, recupere o que foi destruído, e previna futuros danos.

Na discussão do conceito de desenvolvimento sustentável, no século passado, alguns pontos, segundo Brüseke (1995), devem ser destacados:

- O Clube de Roma, uma associação de cientistas políticos e empresários preocupados com algumas questões globais em 1972 encomenda alguns projetos relacionados ao tema em questão, quando surge então um dos mais conhecidos estudos decorrente desta ação, o relatório mundialmente conhecido como "*The Limits to Growth*" (MEADOWS, 1972). Neste mesmo ano é realizada a conferência de Estocolmo, Suécia, sobre o meio ambiente humano, quando fica destacado que a maioria dos problemas ligados ao meio ambiente ocorriam na escala global e se aceleravam de forma exponencial. O relatório da conferência de Estocolmo rompe com a idéia da ausência de limites para exploração dos recursos da natureza, contrapondo-se claramente à concepção dominante de crescimento contínuo da sociedade industrial.

- O surgimento em 1973, pela primeira vez, do termo *ecodesenvolvimento*, colocado como alternativa da concepção clássica de desenvolvimento. Ignacy Sachs (1997), destaca a prioridade para a questão da educação, a participação, a preservação dos recursos naturais juntamente com a satisfação das necessidades básicas, como alguns dos aspectos desta nova concepção.

- A *Declaração de Cocoyok* em 1974, resultado de uma reunião da conferência das Nações Unidas sobre Comércio e Desenvolvimento e do Programa de Meio Ambiente das Nações Unidas. Este documento traz a tona a discussão sobre desenvolvimento e meio ambiente se estabelecendo uma relação entre estes dois elementos. O documento afirma que a explosão populacional é decorrente da absoluta falta de recursos em alguns países, que a destruição ambiental também decorre da pobreza e que os países desenvolvidos tem uma parcela de culpa nos problemas globais uma vez que tem um elevado nível de consumo.

- O relatório da Fundação Dag-Hammarskjöld em 1975, publicação que contou com a colaboração de 48 países juntamente com o Programa de Meio Ambiente das Nações Unidas e outras treze organizações da ONU, o qual aprofunda as conclusões da declaração de Cocoyok. O relatório destaca o papel de um novo desenvolvimento baseado na mobilização das forças capazes de mudar as estruturas dos sistemas vigentes, concentrando-se na questão da degradação ambiental relacionada ao poder.

- A realização, em 1992 no Rio de Janeiro, da conferência da ONU sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, aumentando o grau de consciência sobre o modelo de desenvolvimento adotado mundialmente e também sobre as limitações que este apresenta.

- A sustentabilidade, conforme resumem Munasinghe e McNeely (1995), deve ser entendida como a obtenção de um grupo de indicadores referentes ao bem estar, que possam ser mantidos ou que cresçam no tempo.

Cabe destacar que entram nos discursos oficiais da maioria dos países do mundo, a interligação entre desenvolvimento sócio-econômico e as transformações do meio ambiente. Segundo Guimarães (1997), a percepção da relação entre problemas do meio ambiente e o processo de desenvolvimento se legitima com do surgimento do conceito de desenvolvimento sustentável. Guimarães (1997) afirma ainda que, as quatro dimensões da sustentabilidade (ética, temporal, social e prática) aparecem ora isoladas, ora de forma combinada, nas várias dinâmicas que informam o processo de construção social do desenvolvimento sustentável.

O conceito de sustentabilidade, conforme Cavalcanti (2002), está relacionado com o reconhecimento de limites biofísicos colocados, incontornavelmente, pela biosfera no processo econômico. Cavalcante (2003) afirma, que o desenvolvimento sustentável deve assegurar que funções vitais de apoio do ecossistema sejam transferidas sem

danos a gerações futuras. Ainda segundo o autor, a noção de desenvolvimento sustentável representa uma alternativa ao conceito de crescimento econômico, indicando que, sem a natureza, nada pode ser produzido de forma sólida.

Conforme se pode observar no modo de pensar dos autores citados, não é possível falar de sustentabilidade sem que se reúnam os temas econômico, social e ecológico e que, os parâmetros globais de sustentabilidade, aplicados a uma situação concreta real, deverão ser medidos e acompanhados através de um conjunto de indicadores, que quando integrados, definem um padrão de sustentabilidade.

#### 2.4.1 Indicadores de sustentabilidade

A Agenda 21, adotada pela Conferência Internacional da Organização das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, realizada em 1992 no Rio de Janeiro para transformar o desenvolvimento sustentável em uma meta global aceitável, expressa através dos seus capítulos 4 e 8, as necessidades de se desenvolver indicadores de desenvolvimento sustentável.

O termo indicador, no Latim *indicare*, é um verbo que significa descobrir, apontar, anunciar, estimar. Segundo Hammond et al (1995), os indicadores podem comunicar ou informar acerca do progresso em direção a uma determinada meta, a sustentabilidade, por exemplo, mas também podem ser entendidos como um recurso que deixa mais perceptível uma tendência ou fenômeno, que não seja imediatamente detectável.

Alguns autores como, por exemplo, Chevalier et al. (1992) e Gallopin (1996) consideram que os indicadores devem ser entendidos como variáveis, e que estas se relacionam hipoteticamente com outras estudadas, e que não podem ser observadas diretamente.

Quando comparado com os outros tipos ou formas de informação, segundo Gallopin (1996), uma importante característica do indicador é a sua relevância para a política e para o processo de tomada de decisão. Neste sentido, afirma Gallopin (1996), para ser representativo o indicador, tanto os tomadores de decisão quanto o público devem considerá-lo importante.

Os indicadores mais desejados, ainda segundo Gallopin (1996), são os que resumem ou simplificam as informações relevantes, fazem com que certos fenômenos que ocorrem na realidade se tornem mais aparentes.

Os indicadores de sustentabilidade, conforme afirma Ortega (2000), não são indicadores tradicionais de sucesso econômico e qualidade ambiental. Afirma ainda que como a sustentabilidade requer uma visão de mundo mais integrada, os indicadores devem relacionar a economia, o meio ambiente e a sociedade de uma comunidade.

Para a tomada de decisões políticas, diz Ortega (2000), normalmente são adotados indicadores sociais e econômicos. Porém, para monitorar e avaliar as mudanças e seus impactos no ambiente, são necessários indicadores comparativos. Um indicador econômico não leva em conta efeitos sociais ou ambientais, assim como indicadores ambientais não refletem impactos sociais ou econômicos ou os indicadores sociais não consideram efeitos ambientais ou econômicos.

Um dos principais aspectos levantados nos primeiros encontros da Comissão de Desenvolvimento Sustentável (CSD – *Commission on Sustainable Development*), criada pela Conferência Internacional da Organização das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, realizada no Rio de Janeiro, foi o da necessidade de criar padrões que sirvam de referência para medir o progresso da sociedade em direção ao que se convencionou chamar de um futuro sustentável. Segundo a CSD, existe a necessidade de criar uma base comum para que se tenha um denominador para avaliação do grau de sustentabilidade, relacionado esta sustentabilidade, como fatores ecológicos, econômicos, sociais, culturais, institucionais e outros, haja vista que a maioria dos indicadores existente não é adequada para alcançar este objetivo.

Fundamentado nas considerações anteriores, podemos concluir que indicador é um parâmetro ou valor derivado de parâmetros, que aponta ou fornece informação sobre o estado do fenômeno, meio ou área com uma significância estendida maior que a obtida diretamente pela observação das propriedades e que a construção de indicadores para avaliação da sustentabilidade é um trabalho que exige uma equipe interdisciplinar, pois se faz necessário a análise, a interpretação e a compreensão por parte dos envolvidos. Que um sistema de indicadores é um conjunto de indicadores que satisfazem certos princípios e ainda, que um sistema de

indicadores de sustentabilidade deve considerar indicadores ambientais, econômicos e sociais.

Podemos ainda concluir que as ferramentas de avaliação são úteis para os tomadores de decisão na medida em que podem ser utilizadas para o desenvolvimento de políticas, na função de planejamento. Todavia, se faz necessário organizar teoricamente os diferentes sistemas, para que os usuários destas ferramentas, que são essenciais nos ajustes da direção do desenvolvimento, possam selecionar e trabalhar com os modelos mais adequados para seus objetivos finais.

## 2.5 As unidades de conservação

Uma prática humana antiga em todo o mundo é a designação de áreas ou bolsões de território para a preservação de certos atributos da natureza, ora por razões religiosas, cênicas ou culturais, ora como demonstração de *status* social. Esta prática pode ser observada através de alguns exemplos, tais como: a criação, em 1800 a.C. pelo Rei da Pérsia, de um Parque para ursos e leões; a criação, em 250 a.C. pelo Imperador Asoka da Índia, de uma Reserva Natural para proteger certos animais e florestas e; a proteção da floresta de Bialo Wiesa, na Polônia, em 1423 pelo Rei Ladislau, para conservação do auroque, um mamífero ruminante da família dos bóvidos, do bisão e do cavalo selvagem, floresta esta que hoje em dia foi transformada em Parque Nacional (CÂMARA E CÂNDIDO F., 1986 *apud* CÂMARA, 1993).

Embora, em alguns casos, esta preocupação em manter áreas naturais preservadas, tenham acontecido em datas tão remotas, somente em 1872 foi criado o primeiro Parque Nacional do mundo, o *Yellowstone National Parke*, nos Estados Unidos, com o propósito de oferecer, além de lazer a população, proteção da área contra qualquer interferência ou exploração de madeira, depósitos minerais e peculiaridades naturais da região. Essas áreas se constituíam em “Ilhas” de preservação fora do alcance da crescente urbanização da época, onde a população apresentava-se como visitante a procura de meditação, contemplação cênica e reencontro com a natureza (IBAMA/FUNATURA, 1989).

A partir da criação desse primeiro Parque Nacional, começaram a surgir em diversos países várias áreas protegidas. Em 1940 realizou-se em Washington

(USA) a Convenção sobre a Proteção da Natureza e Preservação da Fauna e Flora, onde foram estabelecidas as definições de Parque Nacional, Reserva Nacional, Monumento Natural e Reserva Estritamente Selvagem. No ano de 1948, na França, foi criada a UIPN, a qual, em 1956, passou a denominar-se IUCN, hoje União Mundial para Conservação da Natureza, que orienta a criação de Unidades de Conservação em todo o mundo, além de prestar assistência aos países em desenvolvimento para planejamento e gestão dessas áreas (MILANO, 1993).

Atualmente, conforme Milano (*apud* MCNELLY, 1993), a instituição de áreas protegidas é adotada por mais de 130 nações que juntas estabeleceram cerca de 6.900 áreas principais. Virtualmente em todos os países, mais de 20.000 áreas legalmente protegidas, cobrindo cerca de 5% da superfície do planeta.

### 2.5.1 As unidades de conservação no Brasil

A exploração dos recursos naturais, no Brasil, data do seu descobrimento. Apesar dessa exploração ocorrer de forma desordenada, já havia a preocupação, por parte de alguns governantes, de preservar recursos e áreas naturais. José Bonifácio de Andrade e Silva, no ano de 1821, sugeriu a criação de um setor administrativo responsável pelas “Matas” e “Bosques”, enfatizando a necessidade de utilização moderada dos recursos naturais do País, uma vez que uma grande área de Mata Atlântica, especialmente na Região do Nordeste, havia sido destruída (DIEGUES, 1993).

A primeira tentativa brasileira de criar uma Unidade de Conservação data de 1876, quando André Rebouças, entusiasmado com a criação do Parque Yellowstone nos Estados Unidos, sugere que a Ilha do Bananal e Sete Quedas fossem transformadas em área de conservação. Entretanto, sua proposta não logrou êxito.

Somente no ano de 1896, inspirado na experiência americana, foi instituída a primeira área de conservação brasileira: o Parque Estadual da Cidade de São Paulo. O Parque foi concebido a partir da idéia de criação de Monumentos Naturais ou de Territórios de relevante interesse científico e estético.

O Brasil adotou, a partir de 1934, com o objetivo de proteger seus recursos naturais, uma série de instrumentos legais, dentre eles se pode destacar: o Có-

digo Florestal, que tinha como objetivo de atender a pesquisa científica e o turismo; o Código de Caça e Pesca e; o Código das Águas.

Outro passo fundamental para a proteção dos recursos naturais brasileiros foi o decreto legislativo nº 3 de 1948, que aprovou a Convenção para a Proteção da Flora e Fauna e das Belezas Cênicas Naturais dos Países da América, instituindo diferentes categorias de áreas protegidas: Parques Nacionais; Reservas Nacionais; Monumento Natural e; Reserva de Região Virgem (MILANO, 1993).

No quadro a seguir são apresentadas as quantidades de Unidades de Conservação Federal, com suas respectivas categorias.

| <b>Unidade de Conservação Federal</b>         |                  |          |              |
|---|------------------|----------|--------------|
| <b>Número total de Unidades por Categoria</b> |                  |          |              |
| <b>Categoria</b>                              | <b>Sub-total</b> | <b>%</b> | <b>Total</b> |
| P.N.  | 52               | 20.96    | 248          |
| R.B.  | 25               | 10.08    |              |
| R.Ec.   | 02               | 00.80    |              |
| E.E.  | 29               | 11.69    |              |
| R.U.S.  | 01               | 00.40    |              |
| A.R.I.E.                                      | 17               | 06.85    |              |
| A.P.A.  | 29               | 11.69    |              |
| R.Ex.   | 30               | 12.10    |              |
| F.N.  | 63               | 25.40    |              |

Fonte: IBAMA (2003).

Quadro 3: Unidades de conservação federal.

O Parque Nacional de Itatiaia, no estado do Rio de Janeiro, foi a primeira Unidade de Conservação federal, o qual foi criado com base no Código Florestal. Desde então, muitas outras Unidades Conservação foram instituídas, com distintas categorias de manejo: Floresta Nacional, Reservas Biológicas, Estação Ecológica,

Área de Proteção Ambiental, Áreas de Relevante Interesse Ecológico e Reserva Extrativistas (IBAMA, 1998).

Apesar da grande quantidade de unidades de conservação existente em nosso país, nossas áreas protegidas são relativamente pequenas, restringindo assim a capacidade de conservação de espécies que requerem maiores áreas. De acordo com o (IBAMA, 2003), o País tem 5.24% do seu território continental protegido por UC's federal de proteção integral e uso sustentável, enquanto que na região oceânica esta porcentagem não passa de 0,32%.

### 2.5.2 O Sistema Nacional de Unidades de Conservação

Tendo como um instrumento organizador de áreas naturais protegidas, o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), tem como objetivo planejar, manejar e gerenciar como um todo, sendo capaz de viabilizar os objetivos nacionais de conservação.

Dentro dos objetivos nacionais de conservação, conforme Milano (1993),

incluem-se o gerenciamento e a manutenção da biodiversidade, a proteção de espécies raras ou ameaçadas, a proteção e restauração de amostras representativas de ecossistemas, a proteção de recursos hídricos, a educação ambiental, a recreação ao ar livre, a proteção de belezas cênicas e o incentivo ao uso sustentável dos recursos naturais.

Diversas foram às tentativas brasileiras para o estabelecimento de um Sistema Nacional de Unidades de Conservação. Em 1979, o então presidente do Brasil, João Batista Figueiredo, lançou a primeira etapa do Plano de Sistema de Unidade de Conservação para o País, publicado pelo Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal (IBDF). Esta etapa buscava definir categorias de manejos que atendessem as necessidades do Brasil e objetivos nacionais para as Unidades de Conservação (WALLAUER, 1998). Dentre as categorias instituídas estavam os Parques Nacionais e Reservas Biológicas. A segunda etapa, publicada em 1982, estabeleceu novas categorias de manejo, entre elas o Santuário de Vida Silvestre, o Monumento Natural e a Estrada Parque. Mesmo sem nunca terem sido transformados em leis, esses documentos foram amplamente utilizados por técnicos da área ambiental.

O Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais (IBAMA), em uma nova tentativa de estabelecer um Sistema Nacional de Unidades de Con-

servação, em 1989, com base nos Planos já existentes organizou então um documento. Este documento, em 1992, foi encaminhado para o Congresso Nacional, oportunidade em que foi transformado no projeto de Lei nº 2.892/92. Após tramitar por nove anos, finalmente o projeto de Lei foi aprovado, com algumas alterações, transformando-se na Lei 9.985 em julho de 2000.

Neste capítulo foi apresentada uma revisão dos conceitos utilizados para o embasamento teórico e médio desta tese. A economia e a valoração ambiental e o apoio à decisão também foram alvos de discussão neste capítulo, assim como a sustentabilidade e a unidade de conservação.

No próximo capítulo serão apresentados os procedimentos metodológicos utilizados referente à classificação da pesquisa e sua realização, bem como os métodos de coleta e análise de dados e o delineamento da pesquisa.

### 3 METODOLOGIA

*“Curiosidade, criatividade, disciplina e especialmente paixão são algumas exigências para o desenvolvimento de um trabalho criterioso, baseado no confronto permanente entre o desejo e a realidade”.*

*Mirian Goldenberg*

No capítulo anterior foi apresentada uma revisão dos conceitos utilizados para o embasamento teórico e médio desta tese. A economia e a valoração ambiental e o apoio à decisão também foram alvos de discussão naquele capítulo, assim como a sustentabilidade e a unidade de conservação.

Neste capítulo serão apresentados os procedimentos metodológicos utilizados referente à classificação da pesquisa e sua realização, bem como os métodos de coleta e análise de dados e o delineamento da pesquisa.

#### 3.1 Introdução

Reconhecidamente a ciência e a tecnologia se viabilizam por meio de um processo de construção do conhecimento.

As atividades associadas com a produção, disseminação e uso da informação, desde o instante em que o pesquisador concebeu a idéia da pesquisa até o momento em que os resultados de seu trabalho são parte integrante do conhecimento científico (GARVEY, 1979).

O saber, sendo essencial e existencial no homem, ocorre entre todos os povos, independente de raça ou crença, porquanto no homem o desejo do saber é inato. É na busca incessante da verdade – objetivo do conhecimento – que se assiste progressivamente à procura de interpretações ou respostas às interrogações sobre o universo (BARROS; LEHFELD, 2000).

O ser humano não age diretamente sobre as coisas, sempre há um instrumento entre ele e seus atos. Não é possível fazer um trabalho científico, sem conhecer estes instrumentos, os quais se constituem de termos e conceitos que devem ser claramente distinguidos de conhecimentos a respeito das atividades cognoscitivas que nem sempre entram na constituição da ciência, de processos metodológicos

que devem ser seguidos. A fim de chegar-se a resultados científicos, é preciso imbuir-se de espírito científico (CERVO; BERVIAN, 1983).

Uma pesquisa implica o preenchimento de, no mínimo, três requisitos (LUNA, 1998):

- A existência de um problema ou questões que se deseja responder;
- A elaboração (e sua descrição) de um conjunto de passos que permitam obter a informação necessária para respondê-las;
- A indicação do grau de confiabilidade na resposta obtida.

Para definir o processo a ser empregado em uma pesquisa, conforme Luna (1998), conceitua-se metodologia como o caminho do pensamento e a prática exercida na abordagem da realidade.

Ainda segundo Luna (1998), os métodos são as técnicas ou ferramentas utilizadas (método = “*meta*” + “*hodos*”, além do caminho, seguir o caminho). Luna (1998), também afirma que não há método bom ou ruim, mas métodos adequados ou não à pesquisa que se pretende realizar, alguns são mais apropriados a pesquisas de determinada natureza.

### 3.2 Caracterização da pesquisa

A classificação da pesquisa desenvolvida baseia-se nas proposições de Silva & Menezes (2001), as quais estabelecem quatro maneiras de classificação de uma pesquisa científica:

- Quanto à natureza;
- Quanto à forma de abordagem;
- Quanto as objetivos e;
- Quanto aos procedimentos adotados.

Em relação à **natureza** do presente trabalho, o mesmo pode ser classificado, segundo Silva e Menezes (2001) como **pesquisa aplicada**, pois segundo as autoras, “objetiva gerar conhecimento para aplicação prática em soluções de problemas específicos, além de envolver verdades e interesses locais”.

Quanto à **forma de abordagem** do problema, ela pode ser classificada com **qualitativa** e **quantitativa**, pois em algumas etapas do modelo os resultados são quantificados por meio de indicadores verificáveis através de equações matemáticas e, em outras etapas, a análise foi predominantemente qualitativa.

A pesquisa qualitativa caracteriza-se por responder a questões particulares e trabalha com um nível de realidade que não pode ser totalmente quantificado, ou seja, com motivos, crenças, valores, comportamentos e percepções individuais (DESLANDES, 2000). Difere do método quantitativo porque não emprega um instrumental estatístico como base para analisar um determinado problema. Trata-se de uma forma adequada para entender a natureza de um fenômeno, uma vez que a quantificação, em certos casos, apresenta limitações ao tentar explicitar problemas complexos (RICHARDSON, 1999).

No que diz respeito aos **objetivos** esta pesquisa situa-se na categoria de **Pesquisa Exploratória e Descritiva**, pelas características da mesma em relação ao grau de novidade e da recente exploração do tema de forma científica. Conforme Chizzotti (1995) a pesquisa exploratória, via de regra, tem como objetivo provocar o esclarecimento de uma situação para a tomada de consciência.

**Pesquisas Exploratórias** envolvem levantamento bibliográfico, entrevistas com pessoas que tiveram, ou têm, experiências práticas com o problema pesquisado e análise de exemplos que estimulem a compreensão. Possuem ainda a finalidade básica de desenvolver, esclarecer e modificar conceitos e idéias para a formulação de abordagens posteriores. Ela visa proporcionar um maior conhecimento para o pesquisador acerca do assunto, a fim de que esse possa formular problemas mais precisos ou criar hipóteses que possam ser pesquisadas por estudos posteriores (GIL, 1991).

**A Pesquisa Descritiva**, segundo Cervo e Bervian (1983), observa, registra, analisa e correlaciona fatos e variáveis e procura descobrir, com a precisão possível, a frequência com que os fenômenos ocorrem, sua relação e conexão com outros, sua natureza e características.

Na aplicação do modelo e análise dos resultados, esta pesquisa caracteriza-se por ser descritiva, uma vez que descreve detalhadamente as características de aplicação do modelo em uma Unidade de Conservação, analisando os resultados obtidos em relação aos objetivos pré-determinados e as relações entre as variáveis econômicas, ambientais e sociais.

Conforme a classificação proposta por Gil (1991), este trabalho apresentou, quanto aos **procedimentos técnicos adotados**, uma **Pesquisa Bibliográfica**: elaborada a partir de materiais já publicados, constituído principalmente de livros, artigos de periódicos e materiais disponibilizados na Internet.

Pesquisa bibliográfica é a que se efetua na tentativa de resolver um problema ou adquirir conhecimentos (BARROS; LEHFELD, 2000). Abrange toda bibliografia já publicada em relação ao tema de estudo.

Para Gil (1991) a principal vantagem da pesquisa bibliográfica consiste no fato de ser permitido, ao investigador, a cobertura de uma ampla gama de fenômenos, muito mais ampla do que aquela que se poderia pesquisar diretamente. Para ele, embora não existam regras fixas para a realização de uma pesquisa bibliográfica, existem algumas tarefas que a experiência demonstra serem importantes, como por exemplo: exploração das fontes bibliográficas, leitura do material, elaboração de fichas, ordenação e análise das fichas e conclusões.

Visando proporcionar um estudo acerca do modo como vem sendo tratado o tema da pesquisa, foi realizada uma **pesquisa de campo**, a fim de corroborar os resultados obtidos a partir da pesquisa bibliográfica.

O modelo desenvolvido foi aplicado em um parque, com características semelhantes a uma Unidade de Conservação, objetivando buscar a validação do mesmo. Para tanto foi utilizado o método do **estudo de caso**.

O Estudo de caso por sua característica de ser uma categoria de pesquisa cujo objeto é uma unidade que se analisa profundamente (sociedade, empresa, pessoa, comunidade, etc.), não admite visões isoladas, parceladas e estanques. Segundo Barros e Lehfeld (2000), constitui-se de um tipo de pesquisa para análise de um caso individual, que se volta à coleta e ao registro de informações sobre um ou vários casos particularizados, elaborando relatórios críticos organizados e avaliados, dando margem a decisões e intervenções sobre o objeto escolhido para a investigação, permitindo o seu amplo e detalhado conhecimento

### **3.3 Coleta dos dados**

Diversas são as formas de coleta de dados, conforme afirmam Cervo e Bervian (1983), todas com suas vantagens e desvantagens. Na decisão do uso de

uma forma ou de outra o pesquisador deverá levar em conta a que mais vantagens oferecer, respeitados os objetivos da pesquisa. Nesta pesquisa foram utilizados, como técnicas de coletas de dados, observação, pesquisa documental, entrevistas e pesquisa bibliográfica.

A **observação** é uma técnica relevante, afirma Godoy (1995), no processo de investigação da realidade para detectar as dimensões internas e externas utilizadas no desenvolvimento de uma proposta. É uma técnica de coleta de dados que utiliza os sentidos na obtenção de determinados aspectos da realidade, não consistindo apenas em ver e ouvir, mas também em examinar os fatos ou fenômenos a serem estudados.

Podendo ser utilizada para complementar informações obtidas em outras fontes, a **pesquisa documental** constitui-se, segundo Godoy (1995), numa valiosa técnica de abordagem de dados quantitativos e qualitativos, pois os mais variados tipos de documentos podem servir como fonte de informação para prover o pesquisador com dados complementares para melhor compreensão do problema investigado. É na avaliação documental dos procedimentos adotados pela organização, que se busca a adequação aos problemas ambientais, econômicos e sociais.

Ainda segundo Godoy (1995), uma das vantagens básicas da análise documental é o fato dos mesmos se constituírem em uma fonte não-reativa, uma vez que as informações neles contidas são imutáveis, sendo uma fonte natural de informações à medida que, por se originarem num determinado contexto histórico, econômico e social, refletem a inserção da organização neste mesmo contexto.

A **entrevista**, segundo Lakatos e Marconi (1986), é um encontro entre duas pessoas, com a finalidade de uma delas obter informações a respeito de determinado assunto, por meio de uma conversa de natureza profissional. É um procedimento utilizado na investigação social, para a coleta de dados ou para ajudar no diagnóstico ou no tratamento de um problema social.

Entrevistas semi-estruturadas foram aplicadas aos administradores do Parque, principalmente durante o planejamento estratégico.

Com a finalidade de colocar o pesquisador em contato direto com o que foi escrito sobre o tema objeto de estudo, a **pesquisa bibliográfica** trata do levantamento da bibliografia já publicada. Neste trabalho, esta também foi uma forma de coleta de dados.

### 3.4 Método para análise de dados

Em sua essência a análise de dados em pesquisa científica se dá no momento em que os dados coletados são separados e analisados para que possam ser utilizados para responder à pergunta de pesquisa proposta, iniciando-se assim o processo de validação do modelo apresentado.

#### a) Procedimento quali/quantitativo

Quando os dados coletados receberam um tratamento de abordagem qualitativa, uma vez que de forma complementar e secundária foi adotada uma abordagem quantitativa, mais especificamente no levantamento de dados matemáticos realizados por aplicações de fórmulas específicas, conforme as medições que os indicadores representavam.

#### b) Análise de conteúdo

Utilizada para obter respostas diretamente relacionadas ao material analisado, classificando e tabulando informações específicas e baseando-se na questão da presença ou ausência de tal ou qual conteúdo particular, a análise de conteúdos, é realizada através da análise de observações, documentos e/ou entrevistas, buscando identificar o conteúdo dentro de parâmetros que se está analisando.

Esta técnica foi utilizada para analisar a maior parte das variáveis descritas no modelo proposto, haja vista que este trabalho caracteriza-se por ter partes de pesquisa qualitativa, onde as variáveis apresentam-se de forma difusa e as soluções não são únicas e nem facilmente quantificáveis.

### 3.5 O delineamento da pesquisa

O desenvolvimento da pesquisa passou, primeiramente pelo **O QUÊ** deve ser buscado para permitir a verificação da sustentabilidade de uma Unidade de Con-

servação. A busca deste questionamento passa pela questão mais importante a ser respondida, que é o grau de sustentabilidade da UC, obedecendo aos critérios de sustentabilidade ecológica, sustentabilidade econômica e sustentabilidade social. Para tal, alguns pontos importantes a serem pesquisados: a evolução da legislação brasileira sobre Unidades de conservação; os códigos de proteção da flora e da fauna; os códigos de uso das águas e do solo; a Política Nacional do Meio Ambiente (Lei nº 6938/81); as resoluções do CONAMA; Leis Nacionais, Estaduais e Municipais, além de outras Normas Regulamentadoras e Orientações que definem parâmetros de qualidade de vida.

Num segundo momento, **ONDE**, será realizada pesquisa. O que leva a busca de uma Unidade de Conservação que seja representativa e que tenha ações concretas para validar a proposta. No modelo, optou-se pelo Parque Estadual do Rio Vermelho, localizado na Ilha de Santa Catarina, por se constituir de uma área protegida e livre de ocupações, muito semelhante a uma Unidade de Conservação.

Em terceiro lugar, na busca da definição do espaço temporal, o **QUANDO**, isto é, qual a dimensão temporal da pesquisa. Neste caso, será utilizado, o momento atual, em função do avanço das questões ambientais e do compromisso da sociedade quanto ao uso correto dos recursos ambientais.

E finalmente, **O COMO**, isto é, qual o método a ser utilizado na implementação do trabalho proposto. Neste caso, foi utilizada lógica *fuzzy* no apoio a decisão por se apresentar como uma ferramenta que contém o princípio da dualidade, o qual estabelece que dois eventos opostos podem coexistir. Isto é, um elemento pode pertencer, em um certo grau, a um conjunto e, em um outro grau, a um outro conjunto. Tal fato ocorre com frequência em vários casos na natureza e na vida cotidiana, principalmente quando se trata de conceitos abstratos e difusos como os da sustentabilidade. Para implementação do modelo, será utilizado o software “*fuzzyTECH*® 5.5 editions”.

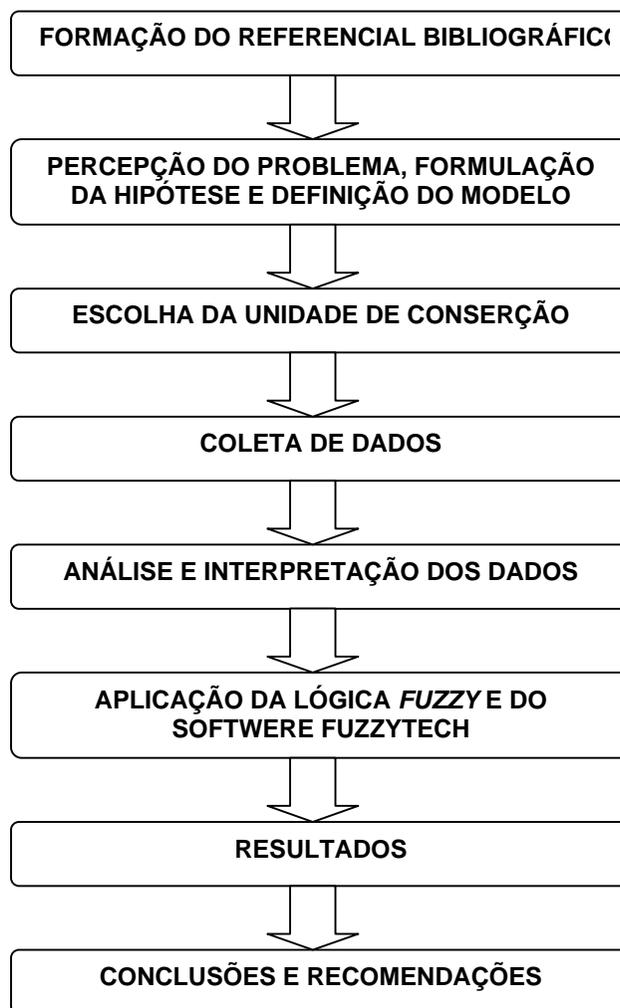
### 3.6 Descrição sucinta das atividades

#### 3.6.1 A formação do referencial bibliográfico

Durante a realização dos créditos necessários no Programa de Pós – Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina (PPGEP-UFSC), iniciou-se a fundamentação teórica através de pesquisa bibliográfica existente, de forma contínua e sistematizada procurando-se atingir obras nacionais e internacionais, bem como *sites* da Internet que versassem sobre valoração ambiental, lógica *fuzzy*, unidades de conservação, sistema de gestão ambiental, legislação ambiental, metodologias multicriteriais de apoio à tomada de decisão, sistema de gestão, entre outros.

Todo este referencial bibliográfico foi agrupado e sistematizado, buscando ter-se uma visão ampla e sistêmica das inter-relações entre a ecologia, a economia ambiental, a sociologia, a sustentabilidade e uma unidade de conservação. A carência de um instrumental de apoio à decisão, na verificação da sustentabilidade de uma Unidade de Conservação, que agregue de forma democrática e transparente os aspectos ecológicos, econômicos e sociais e facilite a capacitação de decisores, como foi visto neste primeiro capítulo, é motivo de desafio ao desenvolvimento do método aqui proposto.

Na figura 2, é apresentado um macro fluxograma das atividades desenvolvidas objetivando uma melhor visualização do delineamento proposto no presente trabalho.



Fonte: O autor (2004).

Figura 2: Fluxograma das atividades desenvolvidas.

3.6.2 A percepção do problema, a formulação da hipótese e a definição do método proposto.

A carência de um instrumental de apoio à decisão, na verificação da sustentabilidade de uma Unidade de Conservação, que agregue de forma democrática e transparente os aspectos ecológicos, econômicos e sociais e facilite a capacitação de decisores, é motivo de desafio ao desenvolvimento do método aqui proposto.

Verificou-se que o Desenvolvimento Sustentável busca conciliar o desenvolvimento sócio-econômico com a preservação ambiental. Para se alcançar tal meta, é necessário entender que a proteção do ambiente é parte integrante do processo de desenvolvimento.

A partir desta constatação reuni-se referencial para a formulação da hipótese central do trabalho, sujeita a validação pelos dados coletados e analisados no estudo de caso.

A formulação do modelo teve como ponto de partida os conceitos de Sustentabilidade e de auxílio à tomada decisão, além de estabelecer as condições políticas, institucionais, legais, financeiras, sociais e ambientais necessárias.

### 3.6.3 A escolha do Parque do Rio Vermelho

A escolha do Parque Estadual do Rio Vermelho, localizado na Ilha de Santa Catarina, ocorreu por ele ser constituído de uma área protegida e livre de ocupações, muito semelhante a uma Unidade de Conservação, e pelo interesse demonstrado pela administração do Parque, no objeto de pesquisa desta tese.

Outro fator importante que influenciou na escolha foi o fato de se ter conseguido instalar o grupo de pesquisa VALORA no interior do Parque, facilitando assim os trabalhos inerentes a esta pesquisa.

Neste capítulo foram apresentados os procedimentos metodológicos utilizados referente à classificação da pesquisa e sua realização, bem como os métodos de coleta e análise de dados e o delineamento da pesquisa.

No próximo capítulo serão discutidos os conceitos fundamentais associados à teoria dos conjuntos *fuzzy*. O objetivo é, além de dar uma base de definições empregadas nos próximos capítulos, rever a seqüência básica de procedimentos teóricos e empíricos para a formalização desta teoria, desde a definição de função de pertinência até a caracterização da intersecção e união difusa pelos axiomas de t-normas e t-conormas, respectivamente.

## 4 A LÓGICA FUZZY

*“Quando as leis da matemática se referem à realidade elas não estão certas. Quando estas leis estão certas elas não se referem à realidade.”  
(Albert Einstein)*

No capítulo anterior foram apresentados os procedimentos metodológicos utilizados referente à classificação da pesquisa e sua realização, bem como os métodos de coleta e análise de dados e o delineamento da pesquisa.

Neste capítulo, a partir da literatura, serão discutidos os conceitos fundamentais associados à teoria dos conjuntos *fuzzy*. O objetivo é, além de dar uma base de definições empregadas nos próximos capítulos, rever a seqüência básica de procedimentos teóricos e empíricos para a formalização desta teoria, desde a definição de função de pertinência até a caracterização da intersecção e união difusa pelos axiomas de t-normas e t-conormas, respectivamente.

Conforme Almeida e Evsukoff (2003), o termo *fuzzy* ao ser traduzido da língua inglesa pode ter vários significados conforme o contexto de interesse, todavia, o conceito básico deste adjetivo passa sempre pelo vago, indistinto, incerto. Na área da engenharia, embora ainda não seja uma unanimidade, a tradução para o português mais utilizada é nebuloso e difuso.

### 4.1 Um breve histórico

Aristóteles (384 - 322 a.C.), filósofo grego fundador da ciência da lógica que estabelece um conjunto de regras rígidas para que conclusões possam ser aceitas como logicamente válidas, através de sua teoria, preconizou que todo raciocínio lógico é baseado em premissas e conclusões, e atribui valores "verdade" às afirmações, classificando-as como verdadeiras ou falsas.

No século XIV, Willian de Ockham procurava modos de simplificar um modelo criado a partir da natureza. Com o intuito de simplificar o modelo, cortava partes do mesmo, fazendo analogia a uma navalha, dando origem à expressão "Navalha de Ockham". Utilizou em sua obra uma lógica baseada em informações que não eram "totalmente verdadeiras, nem totalmente falsas".

Boole, em 1847 (no livro: "*The Mathematical Analysis of Logic*"), atribuiu valores numéricos para as afirmações verdadeiras e falsas:

- 1 (um) para premissas verdadeiras;
- 0 (zero) para premissas falsas.

Com operações baseadas nesses valores, Boole criou a álgebra booleana. Praticamente, toda a lógica tradicional de controle e/ou computação é baseada na sua álgebra.

Autor de importantes trabalhos sobre lógica matemática e filosofia analítica, Bertrand Russell, em 1903, publicou um problema que ficou famoso como o "paradoxo de Russell", problema esse que não pode ser resolvido pela lógica aristotélica tradicional, mas sim, somente pela lógica nebulosa. Em seu livro sobre filosofia, "*A Free Man's Worship*", de 1923, Russell afirma: "Habitualmente, toda a lógica tradicional supõe que se empregam símbolos precisos. Entretanto, isso não se aplica à vida terrestre, mas somente a uma existência celestial imaginada".

Na década de 1930, Jan Lukasiewicz desenvolveu uma lógica multinível, argumentando em sua obra sobre a lei da contradição. Para Lukasiewicz, uma afirmação do tipo "X é Y e não é, ao mesmo tempo", embora contrária à natureza psicológica do homem, é perfeitamente plausível em termos matemáticos, desde que os graus de verdade não sejam bivalentes (apenas dois níveis: verdadeiro ou falso).

Com o objetivo de fornecer um ferramental matemático que contemplasse os aspectos imprecisos no raciocínio lógico dos seres humanos e que contemplasse, ainda, situações ambíguas, não passíveis de processamento através da lógica computacional fundamentada na lógica booleana, o engenheiro eletrônico L. A. Zadeh, professor de Teoria dos Sistemas na Universidade da Califórnia, Berkeley, desenvolveu, na década de 1960, a Teoria de Conjuntos *Fuzzy*.

A expressão lógica *fuzzy* foi mencionada pela primeira vez em 1965. Esta primeira publicação foi feita por Zadeh. De lá para cá, a história da lógica *fuzzy* segue o exemplo de outras tecnologias recentes: inventada nos Estados Unidos, desenvolvida na Europa e massificada no Japão.

A lógica *fuzzy* foi inicialmente construída a partir dos conceitos da lógica aristotélica, com seus operadores definidos aos moldes dos tradicionalmente utilizados. Todavia, motivado na maioria das vezes por necessidades de caráter puramente prático, novos operadores foram definidos ao longo do tempo. A lógica *fuzzy*, que

Zadeh desenvolveu, viola o conceito de que uma premissa é totalmente verdadeira ou totalmente falsa.

As primeiras aplicações industriais de lógica *fuzzy* foram feitas depois de 1970, na Europa. Entretanto, estas poucas aplicações que usavam lógica *fuzzy* ocultavam seu sucesso encobrindo-a com termos como “lógica contínua”.

No início dos anos 80, a lógica *fuzzy* obteve, na Europa, mais um momento no apoio à decisão e aplicações para análise de informações. Muitas das mais avançadas tecnologias de lógica *fuzzy* foram desenvolvidas para aplicações e projetos de pesquisa. Este desenvolvimento foi alavancado por pesquisas empíricas relativas à fundamentação da lógica *fuzzy* em modelos de decisão humana e processos de avaliação.

Inspiradas nas primeiras aplicações de lógica *fuzzy* na Europa, as primeiras companhias japonesas começaram a usar a lógica *fuzzy* em engenharia de controle depois de 1980.

Nos anos 80, a maioria das corporações européia percebeu que eles tinham quase perdido também outra tecnologia chave para os japoneses. Diante disso, os europeus começaram a se empenhar na promoção da lógica *fuzzy* em suas aplicações.

Agora, depois de a lógica *fuzzy* ter feito viagem dos Estados Unidos para o Japão via Europa, ela está retornando aos Estados Unidos pelo mesmo caminho. Nos últimos tempos a lógica *fuzzy* tem atraído bastante atenção nos Estados Unidos, especialmente entre companhias que estão sob intensa competição tanto na Europa quanto na Ásia.

## 4.2 Bivalência

A característica da bivalência é a utilização de dois valores: uma afirmação é verdadeira ou falsa, um objeto é branco ou preto, ou é um ou zero. Aristóteles através de sua lógica clássica fez do atributo da bivalência um marco histórico na cultura ocidental. Sempre se espera que uma determinada afirmação seja verdadeira ou falsa. O meio é excluído, não há nada entre ambas.

A bivalência está profundamente enraizada no nosso modo de pensar, em nossas tradições e até no nosso comportamento ético. Tal bivalência torna-se uma

“lei do raciocínio”, que a primeira vista parece auto-explicativa. Por exemplo, alguém é amigo, ou inimigo. As conseqüências normais de tal ética são certamente ruins. Em geral temos pouca tolerância com o meio excluído, por exemplo, com pessoas que dizem “meias-verdades”.

A ciência da computação é baseada na bivalência. A álgebra booleana é considerada como uma ferramenta que possibilita transformar “as leis da verdade” em linguagem matemática.

### 4.3 Multivalência

Há um considerado descompasso entre o mundo real e a nossa visão bivalente do mesmo, a começar pelo fato que o mundo real contém um número infinito de sombreamentos e graus de cinza entre as cores preta e branca. Um outro exemplo típico ocorre em diagnóstico médico: o profissional necessita contabilizar em sua mente em número enorme de fatores diferentes, e até contraditórios, para se descrever a doença do paciente; em decisões judiciais a situação é a do júri e do juiz terem que apreciar quão culpado é o acusado.

Parece que no mundo real, tudo é uma questão de ponto de vista ou de graduação, ou seja, tudo depende. O mundo real não é bivalente, é na realidade multivalente com um infinito espectro de opções em vez de duas. Conforme Shaw (2002, p. 13), “[...] o mundo real é analógico, não digital, com muitos tons de cinza entre o branco e o preto. Verdade absoluta e precisão existem apenas como casos extremos [...]”.

Assim, o objetivo da lógica *fuzzy* é de capturar esses tons de cinza e graus de verdade. A lógica *fuzzy* trabalha, com tal incerteza e verdade parcial os fenômenos naturais, de uma maneira sistemática e rigorosa.

A comunicação humana contém diversas incertezas na forma de expressão verbais, que são vagas, imprecisas, com pouca resolução. Às vezes utilizamos a mesmas palavras com significados diferentes. Para os seres humanos, as palavras não representam uma idéia única, mas representam um conjunto de idéias: por exemplo, casa, escola, carro.

Usamos um julgamento intuitivo para avaliar em que grau a casa, a escola ou o carro pertence a nossa concepção dos mesmos. Talvez uma cabana seja uma

casa com grau de 5%, um prédio de escola seja uma escola com grau de 50%, e um carro BMW seja um carro com grau de 100%.

Os conjuntos “casa”, “escola”, e “carro” são conjuntos *fuzzy*, e os seres humanos conseguem raciocinar com eles.

Por outro lado, os computadores podem apenas “raciocinar” de forma bivalente: 0 e 1. Os computadores não conseguem entender os termos *fuzzy* da comunicação humana. A lógica *fuzzy* pode preencher esse vazio e traduzir os graus de verdade das afirmações de maneira que os computadores possam processar tal informação. A lógica *fuzzy* pode fazer com que os computadores “raciocinem” conforme os humanos.

#### 4.4 Crisp versus fuzzy

Os conjuntos *fuzzy*, com a facilidade de modelar os dados incertos ou ambíguos encontrados freqüentemente na vida real, são uma extensão dos conjuntos clássicos (crisp).

A diferença fundamental entre a proposição clássica e a *fuzzy* reside na faixa de seus valores-verdade. Enquanto que na teoria tradicional dos conjuntos da lógica clássica, um elemento pertence ou não pertence ao conjunto, na teoria dos conjuntos *fuzzy* um elemento do universo de discurso pode ser definido matematicamente por um valor que represente o seu grau de pertinência ao conjunto. Este valor de pertinência pertence a uma faixa de 0 (elemento não pertencente ao conjunto) até 1 (elemento totalmente pertencente ao conjunto). Ou seja, a lógica *fuzzy* é uma forma de gerenciamento de incertezas, através da expressão de termos com grau de certeza, num intervalo numérico  $[0,1]$ , onde a certeza absoluta é representada pelo valor 1.

Diferentemente da lógica clássica, expressões verbais e imprecisas, inerentes da comunicação humana, que possuem vários graus de incerteza são perfeitamente manuseáveis através da lógica *fuzzy*.

Apesar das vantagens de sua exatidão, a lógica booleana clássica apresenta um inconveniente, que é o de não poder reproduzir testes padrões do pensamento humano. Já a lógica *fuzzy* é uma lógica contínua, modelada após o raciocínio aproximado de seres humanos.

Como uma disciplina matemática teórica, a lógica *fuzzy* é projetada para reagir às variáveis em contínuas mudanças e desafiar a lógica tradicional, não sendo restrita aos valores binários convencionais de 0 e 1 ou falso e verdadeiro. Permite verdades parciais e múltiplos valores. É especialmente vantajosa para os problemas que não podem ser facilmente representados pelos modelos matemáticos de lógicas tradicionais, quer porque os dados não estejam disponíveis, ou são incompletos, quer ainda porque o processo seja demasiado complexo.

A teoria clássica de conjuntos permite o tratamento de classes de objetos e suas inter-relações em um universo definido, universo este que pode ser discreto ou contínuo, conforme a natureza dos elementos que o compõem.

Assim como na teoria probabilística e teoria da informação, a teoria dos conjuntos *fuzzy* lida diretamente com a incerteza. Essa incerteza, embora possa ser tratada de diferentes maneiras, destaca-se segundo duas formas básicas: incerteza estocástica e incerteza léxica.

A incerteza estocástica lida com a incerteza devida a ocorrência de um certo evento. Um evento, por exemplo, que considere acertar um alvo tem incerteza quando se apresentam duas situações possíveis, acertar um alvo ou não. A incerteza léxica se apresenta devido à linguagem humana, para a qual não existem definições exatas. Por exemplo, uma criança tem um conceito diferente do que aquele apresentado por um adulto com relação à altura de uma pessoa.

Assim, verifica-se que a incerteza estocástica diferencia-se da incerteza léxica pelo uso da expressão probabilidade. Para a primeira, incerteza estocástica, a probabilidade é expressa em termos matemáticos e para a segunda, incerteza léxica, a probabilidade não é quantificada, mas sim apresentada segundo uma categoria subjetiva, explicando por isso sua maior flexibilidade.

Em muitos momentos de decisão as informações encontram-se vagas e imprecisas, de modo a serem compreendidas unicamente por sua representação qualitativa. A lógica *fuzzy* trabalha as informações que se encontram imprecisas, traduzindo expressões verbais, vagas, imprecisas e qualitativas, de categoria subjetiva, comuns na comunicação humana, em valores numéricos. Por isso, lida diretamente com a incerteza léxica. Os aspectos imprecisos no raciocínio lógico utilizado pelos seres humanos são contemplados pela lógica *fuzzy* (SHAW, 2002).

Ainda, conforme afirma Shaw (2002, p. 16), “a lógica *fuzzy* é uma forma de gerenciamento de incertezas, através da expressão de termos com um grau de cer-

teza, num intervalo numérico  $[0,1]$ , onde a certeza absoluta é representada pelo valor 1”.

A flexibilidade que reside nas palavras e declarações é empregada amplamente no dia-a-dia. Na civilização ocidental, o sistema legal consiste em um certo número de leis onde a flexibilidade é que vai permitir o emprego para cada situação diferente.

Para que a lógica humana seja implementada em soluções de engenharia é preciso que se construa um modelo matemático. A lógica *fuzzy* tem sido desenvolvida como um modelo matemático que permite a representação das decisões humanas e processos de avaliação na forma de algoritmo. Entretanto, há limites ao que a lógica *fuzzy* pode fazer. A fantasia e a criatividade são exemplos do que a lógica *fuzzy* não pode fazer. Entretanto, a lógica *fuzzy* pode apresentar solução para casos não previstos nas regras, mas que tem sido definidos para casos similares.

Desse modo, a lógica *fuzzy* diferencia-se da probabilidade, pois lida com a incerteza da definição do próprio evento enquanto a teoria da probabilidade lida com a incerteza da ocorrência de um certo evento ocorrer. A teoria da probabilidade não deve ser usada para eventos cuja combinação de categorias subjetivas em processos de tomada de decisão humana que não seguem um princípio estabelecido.

#### 4.5 Definições básicas

As definições básicas apresentadas a seguir foram extraídas de Zimmermann (1996).

A pertinência de um elemento  $x$  num conjunto  $A$ , na teoria clássica dos conjuntos é uma noção básica:

$$x \in A$$

Assim, se um elemento  $x$  do universo de discurso  $U$ , pertence a um dado conjunto  $A$ , então este elemento satisfaz um predicado associado a este conjunto. Pode-se então definir este conjunto por meio de uma função, chamada de função característica, mapeada por  $\gamma_A(x):U \rightarrow \{0,1\}$  que associa a cada elemento do universo de discurso  $U$  um binário:

$$\gamma_A(x) = \begin{cases} 1 & \text{se } x \in A \\ 0 & \text{se } x \notin A \end{cases} \quad (1)$$

A propriedade fundamental da lógica *fuzzy*, proposta por Zadeh, tem uma caracterização mais ampla, generalizando a função característica de modo que ela pode assumir um número infinito de valores no intervalo  $[0,1]$ .

Um conjunto *fuzzy* é completamente caracterizado por seu vetor de pertinência, com os graus de pertinência individuais multivalentes dentro do intervalo numérico  $[0,1]$ . Esses graus de pertinências podem ser considerados como medidas que expressam a possibilidade de um dado elemento ser membro de um conjunto *fuzzy*. Assim, um vetor de pertinência *fuzzy* é também chamado por vetor de possibilidade ou de distribuição de possibilidade.

Se  $U$  é o universo de que contem os elementos denotados genericamente por  $x$ , então o conjunto *fuzzy*  $\tilde{A}$  em  $U$ , é o conjunto de pares ordenados:

$$\tilde{A} = \{\mu_{\tilde{A}}(x), x\}, \forall x \in U \quad (2)$$

onde  $\mu_{\tilde{A}}(x)$  uma função real, dita função de pertinência, mapeada por  $\mu_{\tilde{A}}(x): U \rightarrow [0,1]$ , que associa a cada  $x \in U$  um número real  $\mu_{\tilde{A}}(x)$ , no intervalo  $[0,1]$ . Este número real representa o grau de pertinência de  $x$  em  $\tilde{A}$ .

Sejam  $\tilde{A}$  e  $\tilde{B}$  conjuntos *fuzzy* em um universo  $U$ , e  $\forall x \in U$ , então:

- $\tilde{A}$  é um conjunto vazio ( $\tilde{A} = \phi$ ), se e somente se  $\mu_{\tilde{A}}(x) = 0$ ;
- $\neg\tilde{A}$  é um conjunto complemento de  $\tilde{A}$ , se e somente se  $\mu_{\neg\tilde{A}}(x) = 1 - \mu_{\tilde{A}}(x)$ ;
- Os conjuntos  $\tilde{A}$  e  $\tilde{B}$  são iguais ( $\tilde{A} = \tilde{B}$ ), se e somente se  $\mu_{\tilde{A}}(x) = \mu_{\tilde{B}}(x)$ ;
- O conjunto  $\tilde{A}$  é um subconjunto de  $\tilde{B}$  ( $\tilde{A} \subset \tilde{B}$ ), se e somente se  $\mu_{\tilde{A}}(x) < \mu_{\tilde{B}}(x)$ .

Um subconjunto de um conjunto *fuzzy*  $\tilde{A}$  de pontos  $x$  de  $U$  tal que  $\mu_{\tilde{A}}(x) > 0$  é denominado de conjunto suporte,  $S(\tilde{A})$ , do conjunto *fuzzy*  $\tilde{A}$ . Um conjunto *fuzzy* cujo conjunto suporte é um único ponto de  $U$  com  $\mu_{\tilde{A}}(x) = 1$  é chamado de conjunto unitário *fuzzy* ou singular.

O conjunto clássico dos elementos que estão compreendidos no conjunto *fuzzy*  $\tilde{A}$  pelo menos para o grau  $\alpha$  é chamado de nível- $\alpha$  do conjunto:

$$A_\alpha = \{x \in U / \mu_{\tilde{A}}(x) \geq \alpha\} \quad (3)$$

$A'_\alpha = \{x \in U / \mu_{\tilde{A}}(x) > \alpha\}$  é chamado nível- $\alpha$  forte do conjunto.

Um conjunto *fuzzy*  $\tilde{A}$  é dito convexo, se e somente se:

$$\mu_{\tilde{A}}(\lambda x_1 + (1-\lambda)x_2) \geq \min\{\mu_{\tilde{A}}(x_1), \mu_{\tilde{A}}(x_2)\}, x_1, x_2 \in U, \lambda \in [0,1] \quad (4)$$

Alternativamente, um conjunto *fuzzy* é dito convexo se todos níveis- $\alpha$  do conjunto forem convexo.

Para um conjunto finito *fuzzy*  $\tilde{A}$ , a cardinalidade  $|\tilde{A}|$  é definida por:

$$|\tilde{A}| = \sum_{x \in U} \mu_{\tilde{A}}(x) \quad (5)$$

$\|\tilde{A}\| = \frac{|\tilde{A}|}{|U|}$  é chamada de cardinalidade relativa de  $\tilde{A}$ . Obviamente que a

cardinalidade relativa de um conjunto *fuzzy* depende da cardinalidade do seu universo de discurso.

Seja  $\tilde{A}_1, \dots, \tilde{A}_n$  um conjunto *fuzzy* em  $U_1, \dots, U_n$ . Então, o seu produto cartesiano é um conjuntos *fuzzy* é definido no espaço  $U_1 \times \dots \times U_n$ , com a seguinte função de pertinência:

$$\mu_{(\tilde{A}_1 \times \dots \times \tilde{A}_n)}(x) = \min_i \left\{ \mu_{\tilde{A}_i}(x_i) \mid x = (x_1, \dots, x_n), x_i \in U_i \right\} \quad (6)$$

A  $m$ -ésima potência do conjunto *fuzzy*  $\tilde{A}$  no universo de discurso  $U$  é um conjunto *fuzzy*, com a seguinte função de pertinência:

$$\mu_{\tilde{A}^m}(x) = [\mu_{\tilde{A}}(x)]^m, \quad x \in U \quad (7)$$

Sejam  $\tilde{A}$  e  $\tilde{B}$  conjuntos fuzzy do universo de discurso  $U$ , então, conforme Zimmermann (1996) a soma algébrica  $\tilde{C} = \tilde{A} + \tilde{B}$ , a soma limitada  $\tilde{C} = \tilde{A} \oplus \tilde{B}$  e a diferença limitada  $\tilde{C} = \tilde{A} \ominus \tilde{B}$  são definidas, respectivamente, por:

$$\tilde{C} = \left\{ (x, \mu_{\tilde{A} + \tilde{B}}(x)) \mid x \in U \right\}$$

onde: (8)

$$\mu_{\tilde{A} + \tilde{B}}(x) = \mu_{\tilde{A}}(x) + \mu_{\tilde{B}}(x) - \mu_{\tilde{A}}(x) \cdot \mu_{\tilde{B}}(x)$$

$$\tilde{C} = \left\{ (x, \mu_{\tilde{A} \oplus \tilde{B}}(x)) \mid x \in U \right\}$$

onde: (9)

$$\mu_{\tilde{A} \oplus \tilde{B}}(x) = \min \{1, \mu_{\tilde{A}}(x) + \mu_{\tilde{B}}(x)\}$$

$$\tilde{C} = \left\{ (x, \mu_{\tilde{A} \ominus \tilde{B}}(x)) \mid x \in U \right\}$$

onde: (10)

$$\mu_{\tilde{A} \ominus \tilde{B}}(x) = \max \{0, \mu_{\tilde{A}}(x) + \mu_{\tilde{B}}(x) - 1\}$$

#### 4.6 Propriedades dos conjuntos fuzzy

Sejam  $\tilde{A}$ ,  $\tilde{B}$  e  $\tilde{C}$  conjuntos fuzzy do universo de discurso  $U$ , então:

▪ Propriedade comutativa:

$$\begin{aligned} \tilde{A} \cup \tilde{B} &= \tilde{B} \cup \tilde{A} \\ \tilde{A} \cap \tilde{B} &= \tilde{B} \cap \tilde{A} \end{aligned} \quad (11)$$

▪ Propriedade associativa:

$$\begin{aligned} (\tilde{A} \cup \tilde{B}) \cup \tilde{C} &= \tilde{A} \cup (\tilde{B} \cup \tilde{C}) \\ (\tilde{A} \cap \tilde{B}) \cap \tilde{C} &= \tilde{A} \cap (\tilde{B} \cap \tilde{C}) \end{aligned} \quad (12)$$

- Idempotência:

$$\begin{aligned}\tilde{A} \cup \tilde{A} &= \tilde{A} \\ \tilde{A} \cap \tilde{A} &= \tilde{A}\end{aligned}\tag{13}$$

- Distributividade em relação à união:

$$\tilde{A} \cup (\tilde{B} \cap \tilde{C}) = (\tilde{A} \cup \tilde{B}) \cap (\tilde{A} \cup \tilde{C})\tag{14}$$

- Distributividade em relação à intersecção:

$$\tilde{A} \cap (\tilde{B} \cup \tilde{C}) = (\tilde{A} \cap \tilde{B}) \cup (\tilde{A} \cap \tilde{C})\tag{15}$$

- Conjunto *fuzzy* e seu complemento:

$$\begin{aligned}\tilde{A} \cup \neg\tilde{A} &\neq U \\ \tilde{A} \cap \neg\tilde{A} &\neq \emptyset\end{aligned}\tag{16}$$

- Conjunto *fuzzy* e o conjunto nulo:

$$\begin{aligned}\tilde{A} \cup \emptyset &= \tilde{A} \\ \tilde{A} \cap \emptyset &= \emptyset\end{aligned}\tag{17}$$

- Conjunto *fuzzy* e o conjunto universal:

$$\begin{aligned}\tilde{A} \cup U &= U \\ \tilde{A} \cap U &= \tilde{A}\end{aligned}\tag{18}$$

- Involução:

$$\neg(\neg\tilde{A}) = \tilde{A}\tag{19}$$

- Teorema de Morgan:

$$\begin{aligned}\neg(\tilde{A} \cup \tilde{B}) &= \neg\tilde{A} \cap \neg\tilde{B} \\ \neg(\tilde{A} \cap \tilde{B}) &= \neg\tilde{A} \cup \neg\tilde{B}\end{aligned}\tag{20}$$

## 4.7 Operações *fuzzy* básicas

Conforme Shaw e Simões (1999), as operações entre conjuntos, pertencentes a universos de discurso diferentes, possibilitam a construção da base de conhecimento de um sistema. Esses mapeamentos ocorrem entre os conjuntos da variável de entrada  $\tilde{A}(x), x \in U$ , e o conjunto da variável de saída  $\tilde{B}(y), y \in V$  através da expressão condicional de inferência:

$$\begin{aligned} &\tilde{A} \Rightarrow \tilde{B} \\ &\text{ou} \\ &\text{SE } \tilde{A}(x) \text{ ENTÃO } \tilde{B}(y) \end{aligned} \tag{21}$$

que é a ligação do antecedente ou condição, definido pelo conjunto  $\tilde{A}$  caracterizado por seu vetor de pertinência  $\mu_{\tilde{A}}(x), x \in U$ , com o conseqüente ou resultado da ação, definido pelo conjunto  $\tilde{B}$  caracterizado pelo seu vetor de pertinência  $\mu_{\tilde{B}}(y), y \in V$ .

### 4.7.1 Complemento

O complemento de um conjunto *fuzzy*  $\tilde{A}$  normalizado, correspondente ao conectivo “NÃO”, normalmente é denotado por  $\neg\tilde{A}$ .

A função de pertinência deste conjunto  $\neg\tilde{A}$ ,  $\mu_{\neg\tilde{A}}(x)$ , é definida por:

$$\mu_{\neg\tilde{A}}(x) = 1 - \mu_{\tilde{A}}(x), x \in U \tag{22}$$

### 4.7.2 União

A união de dois conjuntos *fuzzy*  $\tilde{A}$  e  $\tilde{B}$  do universo de discurso  $U$ , que sempre corresponde ao conectivo “OU”, definida de diversas formas pela literatura, pode ser representada por  $\tilde{C} = \tilde{A} \cup \tilde{B}$ , com  $\tilde{C}$  do mesmo universo de discurso  $U$ .

A função de pertinência  $\mu_{\tilde{C}}(x)$  da união  $\tilde{C} = \tilde{A} \cup \tilde{B}$  é definida por:

$$\mu_{\tilde{C}}(x) = \mu_{\tilde{A} \cup \tilde{B}}(x) = \mu_{\tilde{A}}(x) S \mu_{\tilde{B}}(x) \leq \max\{\mu_{\tilde{A}}(x), \mu_{\tilde{B}}(x)\}, x \in U \tag{23}$$

Segundo Zimmermann (1996), esta é uma definição particular proposta por Zadeh na década de 1960. Uma forma mais geral de definir a operação união entre dois conjuntos *fuzzy* das normas  $S$ .

As normas  $S$ , ou co-normas triangulares ou ainda co-normas  $T$  são função de duas entradas definidas nos domínios  $S : [0,1] \times [0,1] \rightarrow [0,1]$ , onde “ $\times$ ” denota o operador do produto cartesiano. O operador  $S$  indica um mapeamento entre duas funções de pertinência *fuzzy*, cada uma no intervalo  $[0,1]$ , e a operação é executada entre elas ponto a ponto, de acordo com seu formato.

A função de mapeamento,  $\forall x, y, z, w \in [0,1]$ , deve obedecer:

- Coerência nos contornos:  $xS0 = x$  e  $xS1 = 1$
- Comutatividade:  $xSy = ySx$
- Associatividade:  $xS(ySz) = (xSy)Sz$
- Monotonicidade:  $x \leq y$  e  $w \leq z$ ,  $xSw \leq ySz$

Assim, qualquer função da família das normas  $S$  pode ser utilizada como um operador generalizado da união entre conjuntos *fuzzy*.

#### 4.7.3 Interseção

A interseção entre dois conjuntos *fuzzy*  $\tilde{A}$  e  $\tilde{B}$  do universo de discurso  $U$ , como no caso da união, é definida de diversas formas pela literatura. Ela pode ser representada por  $\tilde{C} = \tilde{A} \cap \tilde{B}$ , com  $\tilde{C}$  do mesmo universo de discurso  $U$ .

A função de pertinência  $\mu_{\tilde{C}}(x)$  da intercessão  $\tilde{C} = \tilde{A} \cap \tilde{B}$  é definida por:

$$\mu_{\tilde{C}}(x) = \mu_{\tilde{A} \cap \tilde{B}}(x) = \mu_{\tilde{A}}(x) T \mu_{\tilde{B}}(x) \leq \min \{ \mu_{\tilde{A}}(x), \mu_{\tilde{B}}(x) \}, x \in U \quad (24)$$

Conforme Zimmermann (1996), a interseção entre dois conjuntos *fuzzy*, definida da forma acima exposta, foi sugerida por Zadeh em 1965.

A operação de interseção entre conjuntos *fuzzy*, como na união, pode ser generalizada por meio de família específica de funções, que neste caso são chamadas de normas  $T$ .

As normas  $T$  ou normas triangulares são funções de duas entradas definidas nos domínios  $T:[0,1] \times [0,1] \rightarrow [0,1]$ , onde “ $\times$ ” denota o operador do produto cartesiano.

O operador  $T$  indica um mapeamento entre duas funções de pertinência *fuzzy*, cada uma no intervalo  $[0,1]$ , e a operação é executada entre elas ponto a ponto, de acordo com seu formato. A função de mapeamento,  $\forall x, y, z, w \in [0,1]$ , deve obedecer:

- Coerência nos contornos:  $xT0 = 0$  e  $xT1 = x$
- Comutatividade:  $xTy = yTx$
- Associatividade:  $xT(yTz) = (xTy)Tz$
- Monotonicidade:  $x \leq y$  e  $w \leq z$ ,  $xTw \leq yTz$ .

#### 4.8 Variáveis lingüísticas

O conceito da variável lingüística foi considerado por Cox (1994) como sendo a essência da técnica do modelamento *fuzzy*. Uma variável lingüística pode ser considerada como sendo o nome dado a um conjunto *fuzzy*.

Segundo Almeida e Evukoff (2003), para resolver um problema complexo, um ser humano primeiro tenta estruturar o conhecimento sobre este problema em conceitos gerais, para então observar as relações essenciais entre esses conceitos. Este processo de modelagem top-down permite que as relações essencialmente gerais e imprecisas, obtidas no primeiro momento, se convertam numa segunda fase, em algoritmos operacionais mais detalhados.

Ainda segundo Almeida e Evukoff (2003), inerente do ser humano, essa perspectiva de encarar um problema geralmente não permite soluções numéricas exatas, mas conduz a uma classificação ou agregação qualitativa em categorias gerais ou conjunto de possíveis soluções. A capacidade de classificar de modo impreciso as variáveis de um problema, em termos de conceitos qualitativos em vez de quantitativos, traduz a idéia de uma variável lingüística.

As variáveis lingüísticas representam de modo impreciso, ou seja, lingüístico, conceitos de variáveis de um dado problema, admitindo como valores somente expressões lingüísticas, também chamadas de termos primários, tais como “muito

pequeno”, “pequeno”, “médio”, “grande”, “muito grande”, etc. Estes valores contrastam com os valores precisos assumidos por variáveis numéricas.

Uma variável lingüística pode ter seu termo primário representado por um conjunto *fuzzy* existente no universo de discurso em que esta variável está definida. Deste modo, a cada conjunto *fuzzy* deste universo de discurso é associado um conceito lingüístico que classifica ou define um valor lingüístico para a variável *fuzzy* em questão.

A estrutura de conhecimento, ou participação *fuzzy* de uma variável lingüística é definida pelos termos primários desta variável, e o quanto um dado elemento  $x_i$ , do universo de discurso  $U$ , satisfaz o conceito representado por um conjunto *fuzzy*  $\tilde{A}$ , é definido pelo valor da função de pertinência  $\mu_{\tilde{A}}(x_i), x_i \in U$ .

São as propriedades sintáticas e semânticas que regem o comportamento do sistema de conhecimento *fuzzy*. Elas definem a forma de utilização das variáveis lingüísticas.

As propriedades sintáticas definem a forma com que as informações lingüísticas *fuzzy* são armazenadas, proporcionando a criação de uma base de conhecimento com sentenças devidamente estruturadas. Estas propriedades sistematizam os processos de armazenamento, buscando e processando os dados existentes.

Por sua vez, as propriedades semânticas são as responsáveis pela especificação do modo como é extraído e processado o conhecimento, contido na estrutura definida pelas propriedades sintáticas, armazenado na forma de declarações condicionais *fuzzy*, ou regras de produção *fuzzy*.

#### **4.9 Fuzzyficação e desfuzzyficação natural**

Através de termos vagos e imprecisos a operação das atividades humana requer uma aproximação de dados e informações sensoriais, fazendo com que o cérebro humano codifique tais imprecisões naturais através de números e conjuntos *fuzzy*.

Ao contemplar uma paisagem uma pessoa não necessita de um valor exato e definido para uma variável, por exemplo, a beleza cênica. A pessoa consegue classificar a informação de beleza cênica de uma paisagem em conjuntos *fuzzy* do

tipo *MUITO FEIA*, *FEIA*, *BONITA* e *MUITO BONITA*. Esses conjuntos representam valores "fuzzyficados" dos valores exatos da beleza cênica. Então, a pessoa com base na compreensão de cada uma das variáveis de entrada e de saída formula e executa uma estratégia de controle e o fluxo de dados no cérebro fica reduzido apenas ao que é necessário para executar a requerida tarefa com a precisão e a resolução necessária; assim uma pessoa processa as quantidades *fuzzy*, e chega a uma variável *fuzzy* com sua ação de controle.

É natural do ser humano trabalhar com características incertas, mas em muitas situações existe a necessidade de um valor numérico que represente o valor de referência. Logo, torna-se necessário um processo que converta o valor *fuzzy*, resultante da saída de inferência, para um número real, tal como uma ação bem definida, processo esse denominado de *desfuzzyficação*.

Entender um linguajar com sotaque, reconhecer pessoas depois de um longo tempo afastado, decifrar caligrafias, são exemplos que mostram que o ser humano tem essa capacidade de *desfuzzyficação* natural. Fica evidente que uma das atividades mais importantes do cérebro humano é a habilidade de manipular conjuntos e números *fuzzy*, haja vista que não existem modelos matemáticos para ser seguido.

É mínimo o processamento computacional nos processos de decisões *fuzzy*. Uma característica de sistemas complexos é que a precisão matemática perde o seu significado. Zadeh, na sua obra "*princípio da Incompatibilidade*", afirma que: "Conforme a complexidade de um sistema aumenta, nossa habilidade de fazer afirmações precisas e significativas sobre o seu comportamento diminui, até um limiar em que a precisão e relevância tornam-se praticamente características mutuamente exclusivas".

#### **4.10 Regras de produção fuzzy**

O modo mais comum de armazenar informações em uma base de conhecimento *fuzzy*, conforme Almeida e Evsukoff (2003), é a representação por meio de regras de produção *fuzzy*. As regras de produção normalmente são compostas de duas partes principais:

SE < *situação* > ENTÃO < *ação* >

A parte SE da regra descreve a *situação*, para a qual ela é designada e a parte ENTÃO descreve a *ação* do sistema *fuzzy* nesta situação.

A “*situação*”, parte SE da regra, compõe um conjunto de condições que, quando satisfeitas, mesmo parcialmente, determinam o processamento da “*ação*”, parte ENTÃO da regra, através de um mecanismo de inferência *fuzzy*, ou seja, dispara uma regra.

Por sua vez, a “*ação*” compõe um conjunto de diagnósticos que são gerados com o disparo da regra. As “*ações*” das regras disparadas são processadas em conjunto e geram uma resposta quantitativa para cada variável de saída do sistema.

#### 4.11 O modelo de inferência fuzzy de Mamdani

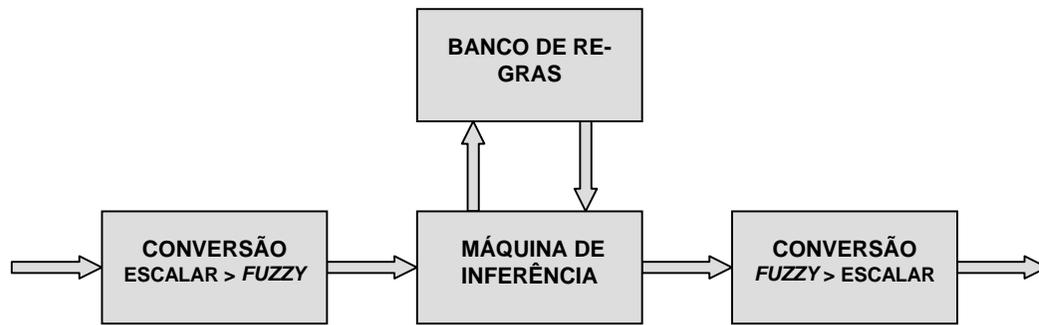
O processamento das “*situações*”, os indicadores de disparos das regras e os operadores utilizados em um sistema de conhecimento *fuzzy* são definidos, de acordo com a semântica, pelo mecanismo de inferência. Desta forma, então, é executado o processamento de conhecimento.

Modelos de inferência fuzzy específicos são utilizados conforme as propriedades sintáticas definidas, ou seja, o modelo de processamento definido para o sistema de conhecimento *fuzzy* depende basicamente da forma de armazenamento de informações escolhidas.

Mamdani (1975) propôs um método de inferência que foi por muitos anos um padrão para a utilização dos conceitos da lógica *fuzzy* em processamento de conhecimento. As regras de produção em um modelo de Mamdani possuem relações fuzzy tanto em suas “*situações*” como em suas “*ações*”.

O modelo de Mamdani possui módulos de interface que transformam as variáveis de entrada baseadas em grandezas numéricas, em conjuntos *fuzzy* equivalentes e, posteriormente, as variáveis *fuzzy* geradas em variáveis numéricas proporcionais, adequadas para os sistemas de atuação existentes.

Na figura 3 apresentado um diagrama do modelo de inferência *fuzzy* de Mamdani utilizado num sistema de processamento de conhecimento *fuzzy*.



Fonte: Adaptação do autor (2004).

Figura 3: Diagrama típico de um modelo de inferência de Mandani.

No diagrama apresentado na Figura 3, o módulo “máquina de inferência” recebe os valores *fuzzy* resultantes do módulo de inferência de entrada “conversão escalar > *fuzzy*”, processa as regras existentes na base de conhecimento e gera, a partir da composição de todas as regras disparadas, um conjunto *fuzzy* de saída para o módulo de interface correspondente “conversão *fuzzy* > escalar”, e este finalmente converte o conjunto *fuzzy* resultante em valores escalares. Uma regra é disparada quando o processamento da “*situação*” para entradas atuais gera graus de pertinência maiores que zero.

No modelo de inferência *fuzzy* de Mamdani, a regra semântica tradicionalmente usada para o processamento de inferência é denominada de Máx-Min, a qual, segundo Almeida e Evsukoff (2003), utiliza as operações de união e interseção entre conjuntos da mesma forma que Zadeh sugeriu na década de 1960, por meio de operadores de máximo e mínimo, respectivamente.

Na regra de produção *fuzzy* genérica (25),  $x_i$  são as entradas do sistema,  $\tilde{A}_1, \dots, \tilde{A}_n$  os termos primários definidos nas partições *fuzzy* de cada variável de entrada,  $y_1$  e  $y_2$  as variáveis de saída e  $B_1, \dots, B_m$  os termos primários definidos em suas partições *fuzzy*.

$$\text{SE } x_1 = \tilde{A}_i \text{ E } x_2 = \tilde{A}_j \text{ E } \dots \text{ E } x_p = \tilde{A}_n \text{ ENTÃO } y_1 = B_i \text{ E } y_2 = B_m \quad (25)$$

As “*situações*” de cada uma das regras, na conversão escalar  $\rightarrow$  *fuzzy*, são processadas pela interseção *fuzzy* entre os graus de pertinência das entradas atuais

nos termos primários definidos em cada uma. Este processo de conversão gera um grau de pertinência de disparo para cada uma das regras de produção. Ou seja, calcula, para a  $k$ -ésima regra da base de conhecimento, um coeficiente de disparo  $D^{(k)}$ , conforme equação (26), onde os índices do número  $k$  nos conjuntos *fuzzy* denotam os termos primários que compõem a regra  $k$  na base de conhecimento.

Assim, as informações quantitativas são transformadas em informações qualitativas, e este processo é considerado um processo de generalização, comumente denotado de *fuzzyfição*.

$$D^{(k)} = T \left[ \mu_{\tilde{A}_1^k}(x_1), \mu_{\tilde{A}_2^k}(x_2), \dots, \mu_{\tilde{A}_p^k}(x_p) \right] = \min \left[ \mu_{\tilde{A}_1^k}(x_1), \mu_{\tilde{A}_2^k}(x_2), \dots, \mu_{\tilde{A}_p^k}(x_p) \right] \quad (26)$$

As regras para os quais o coeficiente de disparo é maior que zero são ditas regras que dispararam para as entradas atuais, ou seja, elas vão contribuir para o cálculo da saída correspondente do sistema de inferência. Por sua vez, os coeficientes de disparo limitarão os valores máximos dos conjuntos *fuzzy* de saída gerados por estas regras.

Por último, para cada variável de saída, contendo as informações sobre todas as regras disparadas para as entradas atuais é composto um conjunto *fuzzy* por meio de uma operação global de união.

Na equação (27) é apresentada a composição deste conjunto para o caso da saída  $y_2$  da regra de entrada mostrada em (24). Esta variável de saída tem seu universo de discurso composto pelos  $y \in U_{y_2}$ .

$$\mu_{\tilde{B}_i}(y) = S_{k=1, \dots, n} \left[ T \left( D^{(k)}, \mu_{\tilde{B}_i}(y) \right) \right] = \max_{k=1, \dots, n} \left[ \min \left( D^{(k)}, \mu_{\tilde{B}_i}(y) \right) \right], \forall y \in U_{y_2} \quad (27)$$

A informação qualitativa é transformada, por meio de uma conversão, em outra informação quantitativa pelo processo de inferência acima descrito. O conjunto *fuzzy* gerado durante o processo de inferência pode então ser utilizado diretamente em um diagnóstico qualitativo de tomada de decisão, ou convertido, no caso de um sistema de controle, em um valor escalar proporcional para atuação externa por meio de atuadores convencionais.

Por um processo de especificação, comumente chamado de *desfuzzyfição*, a conversão *fuzzy*  $\rightarrow$  escalar transforma informações qualitativas em uma informação quantitativa. Na regra de produção definida em (24), a partir do conjunto

fuzzy de saída  $\mu_{\tilde{B}_i}(y)$  obtido pelo processo de inferência e chega-se a um valor escalar  $\hat{y}_2$  correspondente.

Os métodos de *defuzificação* mais utilizados são o do centro de área (CoA), o do centro de massa (CoM) e o método da média dos máximos (MoM). O método do centro de área é idêntico ao método do centro de massa.

Enquanto o resultados dos métodos de *defuzificação* CoM e CoA têm um maior compromisso com a solução, o resultado do método MoM apresenta a melhor solução plausível.

O método do centro de área calcula, para um dado conjunto *fuzzy* de saída proveniente de uma base de conhecimento processada, a abscissa (no universo de discurso definido para a variável em questão) do ponto do centro de área correspondente, e a utiliza como valor escalar de saída. Em (28) é mostrada a expressão deste método.

$$\hat{y}_2 = \frac{\sum_{y \in U_{y_2}} y \times \mu_{\tilde{B}_i}(y)}{\sum_{y \in U_{y_2}} \mu_{\tilde{B}_i}(y)} \quad (28)$$

A equação (29) mostra o método da média dos máximos, cujo valor numérico de saída corresponde ao ponto do universo de discurso que corresponde à média dos pontos de máximo locais da função de pertinência do conjunto de saída, produzida pelo processo de inferência.

$$\bar{y}_2 = \frac{\sum_{\hat{y}_k \in U_{y_2}} \hat{y}_k \times \mu_{\tilde{B}_i}(\hat{y}_k)}{n_{\hat{y}}} ; \text{ onde } \hat{y} = \max_{y \in U^1, U^1 \subset U_{y_2}} [\mu_{\tilde{B}_i}(y)] \quad (29)$$

Neste capítulo, foram discutidos os conceitos fundamentais associados à teoria dos conjuntos *fuzzy*, objetivando rever a seqüência básica de procedimentos teóricos e empíricos para a formalização desta teoria, desde a definição de função de pertinência até a caracterização da intersecção e união difusa pelos axiomas de t-normas e t-conormas, respectivamente.

No próximo capítulo será apresentado o Parque Florestal do Rio Vermelho, objeto de estudo nesta tese, com a história de sua criação, suas características físicas e ecológicas. Sua localização, sua ficha técnica, as atividades atualmente realizadas den-

tro do Parque, seus aspectos culturais, as ocorrências de fenômenos excepcionais e o contexto sócio econômico do seu entorno também terão destaque neste capítulo.

## 5 O PARQUE FLORESTAL DO RIO VERMELHO

*“O tempo é muito lento para os que esperam, muito rápido para os que têm medo, muito longo para os que lamentam, muito curto para os que festejam. Mas, para os que amam, o tempo é eternidade”.*  
(William Shakespeare)

No capítulo anterior, foram discutidos os conceitos fundamentais associados à teoria dos conjuntos *fuzzy*, objetivando rever a seqüência básica de procedimentos teóricos e empíricos para a formalização desta teoria, desde a definição de função de pertinência até a caracterização da intersecção e união difusa pelos axiomas de t-normas e t-conormas, respectivamente.

Neste capítulo será apresentado o Parque Florestal do Rio Vermelho, objeto de estudo neste trabalho, com a história de sua criação, suas características físicas e ecológicas. Sua localização, sua ficha técnica, as atividades atualmente realizadas dentro do Parque, seus aspectos culturais, as ocorrências de fenômenos excepcionais e o contexto sócio econômico do seu entorno também terão destaque neste capítulo.

### 5.1 A história do Parque

O Parque Florestal do Rio Vermelho foi criado originalmente como “Estação Florestal do Rio Vermelho” pelo Decreto Estadual Nº 2006 de 21 de Setembro de 1962, na gestão do então Governador Celso Ramos. Em terras devolutas compreendidas entre o Morro das Aranhas e a Barra da Lagoa, de propriedade do Instituto de Reforma Agrária de Santa Catarina, coube a Secretaria de Estado de Negócio e Agricultura a responsabilidade pela sua administração.

Sua criação foi objetivada, principalmente, pela intenção do Estado no estudo do plantio experimental de diversas espécies de *Pinus* e a comprovação dos melhores índices de desenvolvimento de espécimes adaptáveis ao estado catarinense.

O Parque Florestal do Rio Vermelho passou a receber esta denominação pelo Decreto N/SAG-19-08-74N/Nº 994 de 1974. Atendendo assim o que estabelecia o Có-

digo Florestal (Decreto nº 23.793, de 23/01/1934), em vigor naquela época. O regime de proteção à fauna e a flora estabelecida neste Código tinha como objetivos principais:

- Introduzir essências florestais e ornamentais, nativas e/ou exóticas, para fins econômicos e de embelezamento;
- Desenvolver técnicas silviculturais para o meio ambiente do litoral catarinense;
- Promover trabalhos de melhoramento genético das essências florestais econômicas;
- Desenvolver técnicas de drenagem para o aproveitamento das áreas alagadiças, para fins florestais;
- Desenvolver técnica para a fixação e reflorestamento de dunas;
- Estabelecer o adequado manejo da floresta para o aproveitamento simultâneo da madeira e da consorciação da floresta como pastagens, visando sua utilização para a pecuária;
- Introdução do plantio do palmito na floresta nativa e exótica;
- Produzir sementes e mudas das essências econômicas e ornamentais;
- Restaurar a flora e a fauna locais, para fins de estudo, proteção e conservação das mesmas;
- Operar, em comum acordo, com as sociedades de proteção a fauna e flora nacional e internacional;
- Realizar pesquisas, em acordo com órgãos estaduais, federais e internacionais, estes depois de ouvidas as autoridades competentes, objetivando a restauração e o povoamento racional da Lagoa da Conceição com espécies aquáticas nativas ou adaptáveis ao meio;
- Promover o aproveitamento de áreas apropriadas ao turismo, à prática do escotismo e ao lazer público.

O Decreto Nº 994 também previa a incorporação das terras devolutas adjacentes e as lindeiras que viessem ser adquiridas por compra ou desapropriação.

Com um contrato firmado entre a Secretaria da Agricultura e do Abastecimento do Estado de Santa Catarina e a Companhia Integrada de Desenvolvimento Agrícola de Santa Catarina (CIDASC), em 27 de junho de 1983, a transferência da administração do Parque passa para a CIDASC, bem como a posse e o uso das

construções, máquinas, equipamentos, veículos e materiais de consumo vinculados aos serviços do Parque.

A proteção das riquezas naturais do Parque e a manutenção de seus ecossistemas, bem como a identificação, preservação e perpetuação de todas as espécies florestais ali existentes, passam então a ser objetivos da CIDASC.

No ano de 1986 a CIDASC, juntamente com a Secretaria da Agricultura do Estado, solicitara um parecer sobre as atividades florestais desenvolvidas no Parque, principalmente no que se referia a resinagem e a adaptação das diferentes espécies de pinus. Para tal, é formada uma comissão de especialistas com engenheiros da CIDASC, ACARESC e EMPASC.

A comissão de especialistas constatou que em grande parte da área do parque, a resinagem encontrava-se dentro dos padrões exigidos, com ressalva em algumas regiões do Parque que apresentaram resinagem em árvores que não deveriam ser resinadas e ocorrência de transbordamento de resina em outras.

O parecer dos especialistas, também sugeria a eliminação gradativa das árvores resinadas e não adaptadas, substituindo-as por árvores frutíferas silvestres e nativas; a realização da fixação das dunas da orla marítima com aproveitamento das espécies existentes na área e a elaboração, com extrema urgência, de um Plano de Manejo.

## **5.2 O acesso**

O acesso ao Parque Florestal do Rio Vermelho, partindo do centro da cidade de Florianópolis, pode ser pelo lado norte da ilha de Santa Catarina ou pelo lado leste.

A maior parte do trajeto, tanto pelo acesso norte (Quadro 4) como pelo acesso leste (Quadro 5) se dão por vias com pavimentação asfáltica. No acesso norte, há um pequeno trecho entre as localidades dos Ingleses e de São João do Rio Vermelho com pavimentação por lajotas, ocorrendo o mesmo no acesso leste, na Avenida das Rendeiras localizada na Lagoa da Conceição. Entretanto, estes pequenos trechos com pavimentação de lajotas, não oferecem dificuldades de acesso ao parque, exceto no período de alta temporada turística de Florianópolis, quando tran-

sitar pela Avenida das Rendeiras na Lagoa da Conceição, torna-se uma tarefa relativamente difícil.

Para se chegar ao parque também se pode utilizar o transporte coletivo. Diariamente, saem ônibus do centro da cidade de Florianópolis que passam pela estrada geral que corta o parque, onde estão localizados a sede administrativa, o camping e o viveiro de mudas, do parque.

| <b>Acesso Norte Ao Parque Do Rio Vermelho</b> |                          |                           |
|---|--------------------------|---------------------------|
| <b>Saída</b>                                  | <b>Chegada</b>           | <b>Através da Rodovia</b> |
| Centro  | Trevo dos Ingleses       | SC 401                    |
| Trevo dos Ingleses                            | Praia dos Ingleses       | SC 403                    |
| Praia dos Ingleses                            | São João do Rio Vermelho | SC 406                    |

Fonte: Autor (2004).

Quadro 4: Acesso norte ao Parque do Rio Vermelho.

| <b>Acesso Leste ao Parque do Rio Vermelho</b> |                          |                           |
|---|--------------------------|---------------------------|
| <b>Saída</b>                                  | <b>Chegada</b>           | <b>Através Da Rodovia</b> |
| Centro  | Lagoa da Conceição       | SC 404                    |
| Lagoa da Conceição                            | Barra da Lagoa           | SC 406                    |
| Barra da Lagoa                                | São João do Rio Vermelho | SC 406                    |

Fonte: Autor (2004).

Quadro 5: Acesso Leste ao Parque do Rio Vermelho.

### 5.3 Incêndios e fenômenos naturais excepcionais

No mundo inteiro, a cada ano, incêndios florestais destroem ou danificam seriamente grandes extensões de florestas em todo mundo. Conforme SOARES (1985), as florestas de coníferas, classe de plantas gimnospermas que, a exemplo do pinheiro, produzem sementes não-abrigadas em um fruto cônico, são geralmente as mais atingidas, e por isso mesmo que são considerados os casos mais sérios de incêndio no mundo. Mesmos diante destes fatos, vêm-se cada vez mais substituindo florestas naturais por floresta de coníferas, para obtenção dos seus benefícios.

No Brasil, apesar dos grandes danos que os incêndios causam aos ecossistemas, sem contar o enorme prejuízo financeiro, somente se começou a realizar levantamentos de ocorrências dos incêndios florestais, a âmbito nacional, no ano de 1983. Mesmo com o grande volume de chuvas, no ano de 2003, ocorrido na região sul, inclusive causando enchentes, foram levantados 277 incêndios nas florestas desta região, atingindo uma área de 22.300 ha.

O Parque Florestal do Rio Vermelho possui cerca de um terço de sua extensão formada por Floresta de pinus e eucalipto. Estas áreas de reflorestamento, por apresentarem grandes acúmulos de folhas não decompostas e pela falta de essências florestais folhosas que tem o poder de retenção do fogo, apresentam condições favoráveis para ocorrência de incêndios.

A presença de um camping dentro do Parque é um outro agravante, pois um número expressivo de pessoas, circula pela sua área utilizando fogo de modo indevido, e isto aumenta consideravelmente a probabilidade de ocorrência de incêndio.

A história do parque é marcada também pelos incêndios, os quais geralmente ocorrem em conseqüência da falta de consciência de visitantes em relação aos perigos e prejuízos que estes podem causar ao meio ambiente. A maior parte destes incêndios ocorre nos meses de verão. O ar seco e a alta temperatura fazem com que as folhas caídas sequem mais rapidamente favorecendo assim a sua combustão. O significativo aumento do número de visitantes ao parque, que acontece nos meses de verão, também ajuda a contribuir para a ocorrência de incêndios.

O último grande incêndio no Parque Florestal do Rio Vermelho, ocorreu em março de 1988, quando aproximadamente dois hectares foram atingidos por um período de onze dias. Cerca de três mil árvores foram atingidas, a maioria *pinus sp.*

A vegetação nativa, de maior valor ecológico, pouco foi atingida, no entanto, o maior prejuízo ficou a cargo da destruição da turfa existente no local.

Assim, para reduzir o perigo dos incêndios que se originam fora ou dentro dos limites do Parque, foram construídos vários quilômetros de aceiros, que são desbaste de terreno em volta de propriedades rurais, ou matas, coivaras, etc., para, pela descontinuidade assim estabelecida na vegetação, evitar a propagação de incêndios ou queimadas. Estes aceiros além de ajudar a formar uma barreira para o fogo, permite o deslocamento das equipes de combate a incêndios a se deslocar com maior facilidade dentro da vegetação.

Além da construção dos aceiros outras medidas de prevenção de incêndio foram implantadas, dentre elas pode-se destacar: construção de duas torres de observação em pontos estratégicos que permitem o máximo de visibilidade ao observador, fiscalização através de rondas pelo parque e desenvolvimento de trabalhos educativos sensibilizando e esclarecendo a comunidade sobre a necessidade e importância da prevenção dos incêndios nesta unidade de conservação.

#### **5.4 Atividades dentro dos limites do Parque**

Dentro dos limites do parque, podem-se verificar várias atividades antrópicas, principalmente atividades relativas à pesquisa, ao turismo ecológico, ao lazer, à educação.

A Universidade Federal de Santa Catarina, na localidade conhecida como Barra da Lagoa, no extremo sul do parque, instalou três laboratórios, um de camarões marinho, outro cultivo de moluscos marinhos e outro ainda de piscicultura marinha, todos voltados para a área de pesquisa da maricultura, técnica de criar frutos-do-mar em fazenda marinha.

O Laboratório de Camarões Marinhos (LCM) iniciou sua atividade em 1984 com reprodução e cultivo das espécies nativas de peneídeos, Família de crustáceos decápodes, macruros, caracterizados por apresentarem pinças nos três primeiros pares de patas, mas o terceiro par não é maior que os dois primeiros. São os camarões, dos quais algumas espécies das regiões tropicais e subtropicais podem atingir até 25cm. Atualmente dedica-se a produção de pós-larvas, principalmente do cama-

ção “rosa” *Penaeus paulensis*, em grande escala para os cultivos em viveiros de toda região sul e para programas de repovoamento de lagoas costeiras.

Estudando moluscos bivalves marinhos, o Laboratório de Cultivo de Moluscos Marinhos (LCMM), tem dado a atenção especial às espécies *Perna*, *Crassostrea gigas*, *Crassostrea rhizophorae*, *Nodipecten nodosus*, entre outras de importância biológica e comercial, no litoral catarinense.

Além de dedicar-se a desenvolver um conjunto de ações de ensino, pesquisa e extensão que possibilitem contribuir para melhorar o conhecimento de diferentes aspectos desses moluscos, outras atividades como mapeamento e análise de densidade e distribuição de moluscos em estoques naturais e análise de variabilidade morfológica e caracterização de populações geneticamente diferentes estão sendo desenvolvidas.

O Laboratório de Piscicultura Marinha (LPMAR), pesquisa a reprodução e produção de pós-larva de peixes marinhos como o robalo e o linguado, além de outras espécies nativas do litoral catarinense.

O Parque Florestal do Rio Vermelho, também contribui para a pesquisa e produção melífera regional, hospedando 04 apiários, dentre os quais 01 é de propriedade do Parque Ecológico Cidades das Abelhas e os outros 03 são de arrendatários particulares (JOÃO, 1997).

Das atividades desenvolvidas no Parque, o turismo é a mais expressiva, haja vista o grande número de visitantes que vem em busca de alternativas de lazer, recreação, campismo e outras atividades realizadas em contato direto com a natureza.

## 5.5 Aspectos culturais

O Instituto do Patrimônio e Artístico Nacional (IPHAN) realizou um levantamento na Ilha de Santa Catarina, o qual acusou um variado patrimônio arqueológico pré-histórico com a ocorrência de 127 sítios arqueológicos (IPHAN-2002), dos quais vários sambaquis, assentamentos Itararé e Guarani, oficinas líticas e sítios de arte rupestre.

Na Planície Litorânea localizada no interior do Parque, estão presentes dois sítios arqueológicos do tipo sambaqui e uma oficina lítica. De acordo com

IPHAN estes sítios apresentam de media a alta relevância, pelo seu estado de integridade, tamanho e pelas características apresentadas.

No entorno do Parque, também na Planície Litorânea, outros sítios arqueológicos se fazem presente, como é o caso dos sambaquis do Rio Vermelho, dos Ingleses e da Lagoa da Conceição e das inscrições rupestre do Santinho.

## **5.6 Características físicas e ecológicas**

O Parque possui uma superfície total de 1.465 hectares, o que corresponde, aproximadamente, a 0,001% da área total do Estado, dividida em duas porções geomorfológicas distintas: Uma plana, a porção maior, e a outra formada por região de encosta.

A porção plana é formada por vegetação de Restinga, refloresta de *Pinus* sp, áreas alagadiças, dunas protegidas por vegetação de reflorestamento ou vegetação rasteira e dunas móveis. Situada parte no Leste corre paralelamente ao Oceano Atlântico em uma extensão de aproximadamente 14 km, na praia denominada como Praia Grande, mais conhecida como Praia do Moçambique e parte no Oeste, com aproximadamente 10 km de extensão, é banhada pela Lagoa da Conceição.

A outra porção, a área geomorfológica menor, é caracterizada por uma região de encosta com exuberante vegetação, situada no Morro dos Macacos na localidade da Costa da Lagoa, abriga uma pequena Floresta Ombrófila Densa.

O Parque Florestal do Rio Vermelho situado na porção Leste da Ilha de Santa Catarina, na localidade denominada de São João do Rio Vermelho, limita-se ao Norte com as dunas dos Ingleses e do Santinho, ao Sul com a localidade da Barra da Lagoa, a Leste com Oceano Atlântico e a Oeste, parte com a Laguna denominada de Lagoa da Conceição e parte com a localidade de São João do Rio Vermelho. O Parque, além de abrigar uma pequena área de Floresta Ombrófila Densa localizada no morro dos macacos, abriga ainda uma área de Restinga e outra de reflorestamento de *Pinus* sp e *Eucalipto* sp, ambas localizada na porção plana do Parque.

O Parque Florestal do Rio Vermelho juntamente com a localidade do Ribeirão da Ilha e a localidade do Rio Tavares são as únicas áreas da Ilha de Santa Catarina que ainda apresentam uma Floresta Ombrófila Densa em situação primária.

Como o parque possui essa variedade de ecossistemas, é reduto de diversas espécies de animais e vegetais, com algumas destas raras, ameaçadas de extinção.

No Quadro 6, a seguir, é mostrado o qual apresentada uma ficha técnica do Parque com as informações que foram possíveis de se obter.

| Nome                                | Parque Florestal do Rio Vermelho   |
|-------------------------------------|--|
| Órgão Gestor Responsável            | Cia. Integrada de Desenvolvimento Agrícola de Santa Catarina   |
| Endereço da sede                    | Rua: João Gualberto Soares, s/n – estr. geral do Rio Vermelho  |
| Telefone                            | (48) 2323433   |
| Fax                                 | Não dispõe   |
| E-mail                              | Não dispõe   |
| Superfície (ha)                     | 1.465  |
| Perímetro (Km)                      | Não informado  |
| Municípios que abrangem o Parque    | Florianópolis  |
| Estado que abrange                  | Santa Catarina   |
| Data de criação e número do Decreto | Data 21/09/1962 - Decreto Nº 2006  |
| Biomias e ecossistemas              | Restinga; Floresta Ombrófila Densa de Encosta; Reflorestamento de Pinus sp e Eucalipto sp; Marisma   |
| Educação ambiental                  | Sim  |
| Uso público                         | Sim  |
| Fiscalização                        | Sim  |
| Pesquisa                            | Sim  |
| Atividades conflitantes             | Estrada estadual; linhas de transmissão; estação de tratamento de esgoto (em implantação pela Casan) |
| Atividades de uso público           | Visitação; caminhadas; <i>camping</i> ; hipismo rural; recreação                                     |

Fonte: O autor.

Quadro 6 : Ficha técnica do Parque do Rio Vermelho.

### 5.6.1 A hidrologia

O subsolo do Parque Florestal do Rio Vermelho foi objeto de estudo de Alexandre Guedes em 1999, quando realizou o seu mapeamento, onde mostra que nele existem três aquíferos de relevância para a região, haja vista a qualidade da água, o volume e a importância como depósito para futuro consumo. Estes aquíferos são conhecidos como: aquífero Joaquina, aquífero Rio Vermelho e aquífero Ingleses.

O aquífero Joaquina é formado por depósitos eólicos, quase que exclusivamente por grãos de quartzo, tamanho areia fina, que formam acumulações espessas, podendo chegar até 50 metros de altura e grandes profundidades. Não existem camadas de solo sobre este depósito, o que faz com que toda a área de ocorrência das dunas funcione como área de recarga.

O aquífero Rio Vermelho compreende os depósitos de origem eólica antigos, de idade Holocênica. Estas acumulações de areia ocorrem principalmente na porção leste e nordeste da Ilha, junto aos morros. A maior ocorrência se dá na região do Sítio Capivari, entre Ingleses e Rio Vermelho.

O aquífero Ingleses banha o Parque e está localizado nas regiões dos Ingleses, do Rio Vermelho e da Praia do Moçambique. Sua composição também é formada, principalmente, por partículas de quartzo, com pequenas contribuições de silte e argila, provenientes da ação intempérica sobre os morros. Representa uma camada aquífera sedimentar livre, composta de areia grossa limpa, areia fina ou areia fina argilosa. A principal origem da camada sedimentar é marinho-praial.

Além da CASAN que possui alguns poços de captação nestes dois últimos aquíferos, a população local utiliza os mesmos através da captação de água pelo sistema de ponteira.

### 5.6.2 A limnologia

As lagoas costeiras ocupam uma área considerável da zona costeira dos continentes. Somente na América do Sul cerca de 12,2% da extensão da costa é ocupada sobre forma lagunar, representando 10% da extensão mundial ocupada por lagoas (ODEBRECHT et al apud CROMWELL, 1987). No litoral Catarinense, encon-

tra-se uma vasta área que abriga este tipo de ecossistema, sendo a Lagoa da Conceição uma das mais expressivas.

A Lagoa da Conceição, classificada como laguna, está localizada na porção Centro-Leste da Ilha de Santa Catarina, nas coordenadas 27°37' a 27°37' L; 48°27' L.W., ocupando uma área de 17,59 Km<sup>2</sup> e volume aproximadamente de 49,87x10<sup>6</sup> m<sup>3</sup> (Porto Filho et al, 1997). Sua porção Leste limita-se com a região Oeste do Parque Florestal do Rio Vermelho.

Este é um ecossistema de grande relevância para fauna residente e migratória do parque, não somente por apresentar elevada produtividade natural, servindo como base da cadeia alimentar de muitas espécies, mas também como ambiente de refúgio e nidificação, ou seja, o ato de fazer ninhos. Segundo Rosário (1996), muitas espécies da avifauna local e migratória procuram este ambiente para a construção de seus ninhos, busca de alimento e proteção.

Dentro das comunidades nectônicas, os peixes são os componentes mais conspícuos da Lagoa da Conceição. Com objetivo de conhecer a composição da ictiofauna (parte da zoologia que estuda os peixes) desta Lagoa e área adjacente (RIBEIRO et al, 1999), realizou um levantamento de várias pesquisas desenvolvidos pelo Núcleo de Estudo do Mar (NEMAR) entre os anos de 1981 e 1993. Ao final deste trabalho foi apresentada uma relação de 37 famílias, com 74 espécies de peixes estuários e marinhos.

Outro ambiente de grande importância para manutenção da fauna desta Unidade de Conservação é formado pelas marismas, que são terrenos alagadiços à beira de mar ou rio, os quais apresentam vital importância para a produtividade primária da Lagoa, influenciando diretamente na produtividade pesqueira da região.

As marismas são sistemas ecológicos notáveis, sendo utilizadas por formas juvenis de migrantes de Mugilídeos, Penaeídeos e Portunídeos importantes para a economia pesqueira regional, e espécies sedentárias de moluscos como *Anomalocardia brasiliiana*, *Neritinea virginea* e de crustáceos como *Uca uruguayensis* e *Chasmagnatus granulata* (SORIANO-SIERRA, 1987).

Ainda segundo Soriano-Sierra (1990) as marismas ocupam 15,65% da borda da lagoa e de seu canal, estando distribuídas em 49 zonas descontínuas, no qual perfazem uma superfície total de 12,4 ha. No contorno lagunar a espécie que domina em cerca de 80% das marismas é a *Scirpus americanus*, vulgarmente conhecida como “tiririca” e nas margens do canal a *Spartina densiflora*.

### 5.6.3 A região marinha e costeira

A praia do Moçambique, cujo nome se origina do molusco de mesmo nome abundante nesta praia, também conhecida como praia Grande, está localizada na costa leste da Ilha de Santa Catarina entre a Ponta das Aranhas e Barra da Lagoa, é integrante do Parque Florestal do Rio Vermelho.

Por ocupar uma posição voltada para o mar aberto, suas águas são frias. A baixa temperatura está ligada ao fenômeno de ressurgência. Este fenômeno faz com que as águas frias do fundo do mar troquem de posição com as águas mais quentes da superfície através da movimentação das marés.

Outro fator que tornam frias as águas nesta praia, é a presença da corrente marinha proveniente da Antártida denominada de Malvinas ou Falklands. Esta corrente atua nos meses de setembro a novembro, fazendo com que a água se torne fria em toda a extensão das costas leste e sul da Ilha de Santa Catarina, sendo esta responsável pelo aparecimento de pingüins nesta época do ano. Além da corrente Falklands, uma outra corrente, esta proveniente do norte do país, atua na praia do Moçambique. Uma das características desta corrente é sua temperatura elevada, elevando a temperatura das águas a partir de janeiro, época que realmente ela começa a atuar.

A presença destas correntes possibilita a ocorrência de uma grande diversidade biológica da flora e fauna no ambiente marinho.

O que chama mais atenção na praia do Moçambique é sua tranquilidade. Mesmo sendo a maior praia da Ilha é a menos procurada na época de verão. Esta característica se dá devido ser uma praia de ondas de alta energia, não sendo muito propícia para o banhista e não apresentarem casas e infra-estrutura disponível para o turista, por fazer parte de um parque florestal. Todavia, é uma praia bastante frequentada por surfistas.

### 5.6.4 O solo

Com a nova classificação de solos (EMBRAPA, 1999) vigente e desde o primeiro levantamento realizado pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM-1972), o Parque caracteriza-se por apresentar três tipos de solos. Assim, nas forma-

ções cristalinas do Rio Vermelho é encontrado o solo do tipo ALISSOLO (antigamente conhecido como Podzólicos Vermelho-Amarelo), enquanto que nas areias entre a lagoa e o mar observa-se o tipo classificado como NEOSSOLO (antigamente conhecido solo de Areias Quartzosas Distrofícas) e, também, em alguns locais arenosos da Praia de Moçambique, o tipo ORGANOSSOLO (solo turfoso).

No Quadro abaixo é esboçada a nova classificação de solos através da divisão destes em seis níveis categóricos:

| Nível Categórico | Exemplo de Solos do Parque   |  |                                  |
|------------------|--|--|----------------------------------|
|                  | ILHA   | ARARANGUÁ                                | TURFA MOÇAMBIQUE                 |
| 1. Ordem         | ALISSOLO   | NEOSSOLO                                 | ORGANOSSOLO                      |
| 2. Subordem      | ALISSOLO CRÔMICO   | NEOSSOLO QUARTZÊNICO                     | ORGANOSSOLO FÓLICO               |
| 3. Grande Grupo  | ALISSOLO CRÔMICO ARGILÚVICO (Act)  | NEOSSOLO QUARTZÊNICO HIDROMÓRFICO (RQg)  | ORGANOSSOLO FÓLICO FÍBRICO (Oom) |
| 4. Subgrupo      | ALISSOLO CRÔMICO ARGILÚVICO ABRÚPTICO  | NEOSSOLO QUARTZÊNICO HIDROMÓRFICO TÍPICO | ORGANOSSOLO FÓLICO FÍBRICO       |
| 5. Família       | Estes níveis são utilizados para atenderem funções pragmáticas. As características diferenciais e propriedades que afetam o uso e o manejo do solo devem ser priorizadas para a classificação nestes dois níveis categóricos |  |                                  |
| 6. Série         |  |  |                                  |

Fonte: O autor (2004).

Quadro 7: Nova classificação de solos através da divisão dos seis níveis categóricos.

Existem 2 subordens de ALISSOLOS, 4 de NEOSSOLOS e 4 de ORGANOSSOLOS. Com relação aos Grandes Grupos existem, respectivamente, 5, 18 e 9 categorias para cada subordem. Talvez exista alguma incongruência na classificação dada como exemplo na Tabela acima, uma vez que a pesquisa não realizou análise de solo para comprovar o nível categórico de cada subgrupo proposto.

O ALISSOLO é encontrado na parte conhecida como Costa da Lagoa, mais precisamente no Morro do Macaco, uma das poucas áreas de Floresta Ombrófila Densa preservada na Ilha de Santa Catarina.

Conceitualmente, *Alissolo* compreende solos constituídos por material mineral que tem como características diferenciais argila de atividade de 20 cmol<sub>c</sub>/kg de argila ou maior, baixa saturação de bases e alto conteúdo de alumínio extraível ( $Al^{3+} \geq 4$  cmol<sub>c</sub>/kg de solo), conjugado com saturação por alumínio  $\geq 50\%$ . Podem apresentar horizonte A moderado, proeminente ou húmico e/ou horizonte. E sobrejacente a um horizonte B textural ou nítico, desde que não satisfaça os requisitos para enquadramento nas classes dos *Planossolos*, *Plintissolos* ou *Gleissolos*. Tem como característica química baixa fertilidade devido aos pequenos teores de fósforo e potássio e também pelo baixo acúmulo de matéria orgânica. Quimicamente são solos muito ácido com teor prejudicial de alumínio a medida que se aprofunda. Por serem solos característicos de encosta e montanhas, são restritos a agricultura por se restringirem ao uso de máquinas, além disto se não houver prática agrícola adequada são fortemente susceptíveis a erosão.

Conceitualmente NEOSSOLOS compreende solos constituídos por material mineral ou orgânico pouco espesso com pequena expressão dos processos pedogenéticos em consequência da baixa intensidade de atuação destes processos, que não conduziram, ainda, a modificações expressivas do material originário, de características do próprio material, pela sua resistência ao intemperismo ou composição química, e do relevo, que podem impedir ou limitar a evolução desses solos.

O NEOSSOLO são, portanto, solos muito profundos e pouco evoluídos, com elevados teores de areia (90%), excessivamente drenados, soltos e quando muito expostos, possuem grande possibilidade de erosão eólica. Sua coloração é bruna no horizonte A e amarelo brunada no horizonte C. Sob o aspecto do Parque é classificado como NEOSSOLO QUARTZÊNICO e, com características hidromórficas, portanto, *Neossolo Quartzênico Hidromórfico (RQg)*.

Quimicamente são solos ácidos e muito pobres em nutrientes, possui fertilidade baixa e baixos teores de fósforo, potássio e matéria orgânica. Devido a estas características físico-químicas, não são indicados para utilização na agricultura.

Este tipo de solo é encontrado nas partes mais baixas do parque, nos terrenos sedimentares de origem flúvio marinha, formado durante o período quaternário.

Ainda, na região da Planície Litorânea do Parque, na praia denominada de Moçambique ou Praia Grande observa-se a exposição de um depósito de turfa, aspecto importante na definição do tipo de solo conhecido como ORGANOSSOLO. Os

processos erosivo da praia é que acarreta essa exposição e de acordo com CARUSO-1993 esse processo erosivo pode estar relacionados a ocorrência de um desequilíbrio local no balanço de sedimento ou a ascensão regional do nível do mar.

A turfa é o resultado do acúmulo de matéria orgânica altamente resistente a decomposição, de gerações sucessivas de vegetação, que crescem e se desenvolvem em condições de solo saturado.

Com idade geológica recente, a turfa é um tipo clássico de combustível fóssil, que constitui uma excelente matéria-prima energética natural.

De acordo com Muehe e Caruso Jr. (1989), estudos mais recentes confirmam a existência de dois cordões litorâneos ao longo da Praia do Moçambique. O mais interno, apresenta uma elevação maior e é formado por areias quartzosas. Porém é no cordão externo, mais baixo, que foram encontradas turfas que apresentaram idade de 2660 anos.

No aspecto do comportamento da turfa como parte da estruturação do ORGANOSSOLO, segundo EMBRAPA (1999), pode-se dizer que estes são pouco evoluídos, constituídos por material orgânico proveniente de acumulações de restos vegetais em grau variável de decomposição, acumulados em ambientes mal a muito mal drenados, ou em ambientes úmidos de altitude elevada, que estão saturados com água por poucos dias no período chuvoso, de coloração preta, cinzenta muito escura ou marrom e com elevados teores de carbono orgânicos.

#### 5.6.5 O Clima

O critério de classificação do clima da região da grande Florianópolis, proposto por Köppen, de acordo com (IBGE, 1997), é do tipo Mesotérmico úmido (Cfa), sem estações secas definidas e verão quente. O mês mais quente do ano é fevereiro, com a média mensal de 24,3°C e o mês mais frio é julho, com uma média de 16,4°C.

| <b>Média Mensal da Temperatura da Grande Florianópolis</b> |                       |
|--|-----------------------|
| <b>Mes</b>   | <b>Temperatura °C</b> |
| Janeiro  | 24,20                 |
| Fevereiro  | 24,30                 |
| Março  | 23,70                 |
| Abril  | 21,40                 |
| Maio   | 19,20                 |
| Junho  | 17,40                 |
| Julho  | 16,40                 |
| Agosto   | 16,80                 |
| Setembro   | 17,80                 |
| Outubro  | 19,20                 |
| Novembro   | 20,80                 |
| Dezembro   | 22,2                  |
| Média anual  | 20,28                 |

Fonte: IBGE (1997).

Quadro 8: Média mensal da temperatura da Grande Florianópolis.

Quanto à umidade relativa do ar, a média anual está em torno de 82%, sendo que os meses de novembro e dezembro apresentam a menor média mensal que é de 80% e o mês de julho a máxima que é de 84%. Segundo o Atlas de Santa Catarina (GLAPAN, 1986), os ventos mais frequentes são o nordeste e o norte, porém o sul tem mais repercussão, pois sua intensidade é maior e ocasiona súbitas mudanças de temperatura.

A proximidade do mar e a presença de duas expressivas lagoas são a causa de ativo processo de evaporação, acarretando a formação de nuvens com aspectos químico-físicos favoráveis. A presença de partículas de cloreto de sódio ativa a condensação, que são um dos muitos fatores responsáveis pela presença de chuvas constantes, igualmente distribuídas por todo o ano.

No verão as chuvas costumam acontecer diariamente e de curta duração. Já no inverno, são provocadas pela ação das frentes polares, e costumam apresentar interrupções, chegando a durarem dois ou mais dias.

#### 5.6.6 A flora

A composição florística original do Parque Florestal do Rio Vermelho, de acordo com o mapa fitogeográfico do Estado de Santa Catarina (KLEIN, 1978) era constituída por duas formações vegetais bem distintas: Vegetação Litorânea e Floresta Pluvial da Encosta Atlântica atualmente conhecida como Floresta Ombrófila Densa.

A formação denominada de Vegetação Litorânea ocorre quase que exclusivamente nas planícies costeiras, que são unidades geológicas formadas por sedimentos marinhos de idade holocênicas, ocupando uma faixa litorânea de largura variável e estando sob a influência direta ou indireta dos oceanos. Esta formação é predominantemente de herbácea, planta que tem a consistência e o porte de erva, e arbustiva, estando ligada diretamente às condições edáficas, podendo habitar ambientes vasosos, arenosos, rochosos e lagunares.

O outro tipo de formação vegetal ocorrente no Parque é enquadrado como sendo Floresta Pluvial da Encosta Atlântica atualmente conhecida como Floresta Ombrófila Densa. Este último termo foi criado em 1965 por Ellemberg e Muller-Dombois, os quais substituíram Pluvial por Ombrófila. Além desta substituição, foi empregado pela primeira vez o termo Densa e Aberta como divisão das florestas dentro do espaço inter-tropical.

Esta formação vegetal tem nos fatores climáticos tropicais, de elevadas temperaturas e de alta precipitação, os elementos determinantes para sua existência, tendo os demais fatores um papel secundário.

Essas condições climáticas, não apenas permitem que as árvores sejam mais copadas, como também favorecem um desenvolvimento de elevada densidade e extraordinária diversidade de sua flora e conseqüentemente de sua fauna. Apesar da exuberância da vegetação, a declividade acentuada do terreno garante uma boa penetração de luz favorecendo um desenvolvimento luxuriante.

Este tipo de formação é constituído por fanerófitos, planta cujas gemas se acham a mais de 25cm do solo, como, p. ex., as árvores, juntamente pelas subformas de vida macro e mesofanerófitos, além de lianas (trepadeiras) lenhosas e epífitas em abundância, diferindo-se das outras formações de Florestas ombrófila. Esta floresta pode apresentar cinco tipos de formações bem distintas: Aluvial, Terras Baixas, Submontana, Montana e Alto-Montana.

Esta mata de encosta pode ser encontrada cobrindo os maciços cristalinos antigos de topografia irregular, sobre solos originados do intemperismo de rochas cristalinas, geralmente granitos e gnaisses, que pode atingir, em alguns locais, cerca de dezenas de metros de profundidade.

#### ❖ **Vegetação litorânea**

A vegetação litorânea de praias, dunas e restingas são encontradas na região plana do parque, localizada entre a Praia do Moçambique e a parte Leste da Lagoa da Conceição.

A vegetação de praia ou psamófila (que tem preferência por solos arenosos) ocupa a faixa logo após a zona das marés, resistindo a condições ambientais adversas, sujeitas à ação da salinidade e das ondas do mar. Conforme Klein (1978), esta subformação tem como espécies características a batateira-da-praia (*Ipomoea pes-caprae* ssp. *Brasiliensis*), a acariçoba (*Hydrocotyle bonariensis*), grama-da-praia (*Paspalum vaginatum*), o capotiraguá (*Phyloxerus portucaloides*), o pinheiro-da-praia (*Remirea maritima*), o carrapicho-da-praia (*Acicarpa spathulata*), a grama-da-praia (*Stenotaphrum secundatum*), o marmeleiro-da-praia (*Dalbergia ecastophyllum*), a comandaíba ou feijão-de-praia (*Sophora tomentosa*) e o feijão-de-boi, ou fava-de-rama (*Canavalia obtusifolia*).

Como em todo o litoral catarinense, na Ilha de Santa Catarina a espécie (*Phyloxerus portucaloides*) comumente chamada de capotiraguá e a espécie dominante da vegetação herbácea e pioneira das praias.

Após a vegetação de praia, livre da zona de marés, inicia-se a subformação vegetal de dunas, que podem ser semifixas e fixas.

Segundo Roberto M. Klein (1979), nas dunas semifixas as espécies dominantes em geral são a aroeira-vermelha (*Schinus terebinthifolius*) e o pau-de-bugre

ou aroeira (*Litharaea brasiliensis*), sendo seguido pela capororocão (*Rapanea venosa*), Capororoca-da-praia (*Rapanea parviflora*) e nas orlas predomina geralmente a maria-mole (*Guapira opposita*), Camarinha (*Cordia verbenacea*) e algumas espécies de Mirtáceas, nas quais sobressai a *Gomidesia palustris*.

A formação vegetal conhecida como vegetação de restinga, encontra-se geralmente após as dunas móveis ou semifixas. Nesta região o solo apresenta-se mais compactado, isto se ocorre, devido ser constituído por areia mais fina e apresentar um teor maior de argila. Esta vegetação é constituída tanto por espécies comuns da região de dunas móveis e semifixas como da floresta limítrofe, podendo variar desde o porte herbáceo até o arbóreo, sendo que as espécies que predominam são: a *Myrcia multiflora* var. *glaucescens-Myrtaceae* (Cambuí), com cerca de 30 a 50% da abundância, sem dúvida é a árvoreta mais abundante desta área litorânea, seguindo a *Clusia criuva Guttiferae* (Mangue-de-formiga). Juntamente com as já mencionadas espécies, a *Ilex dumosa* (Erva-mate, Caúna), constituem cerca de 70% da cobertura superior desta vegetação. De acordo com as observações realizadas por Roberto Miguel Klein, esta região parece representar o estágio mais evoluído da vegetação litorânea, sendo possível observar a instalação de outras espécies em geral não observadas na vegetação das dunas semifixa e fixas.

Conforme o Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, em sua resolução 261, de junho de 1999, há ocorrência de espécies de vegetais endêmicos ou raros ou ameaçados de extinção localizadas na região litorânea de praia, dunas e restinga da localidade do Rio Vermelho. Dentre essas espécies temos: *Petunia littoralis*, *Aristolochia robertii* e *Mimosa catharinensis*.

#### ❖ Floresta Ombrófila Densa

A formação vegetal de Floresta Ombrófila Densa encontra-se na menor gleba do parque, na região conhecida como Morro dos Macacos ou Morro do Saquinho. Este tipo de formação vegetal segundo Câmara (1991) é caracterizado pela sua exuberância e complexidade, sendo formada por diversos agrupamentos distintos quanto a sua composição e estrutura. Suas comunidades arbóreas são formadas por grandes árvores (de 20 a 30 metros de altura), podendo apresentar exemplares de 40 metros de altura e 4 metro de diâmetro, como o jequitibá-rosa (*Cariniana estel-*

*lensis*) entremeadas por diversos estratos inferiores formados por árvores, arvoretas, arbustos e herbáceo.

Formado por um grande número de indivíduos, o estrato das árvores é constituído por exemplares de porte avantajado, com copas largas, galhos grossos e folhagem verde-escura não caduca. Essa vegetação é de grande relevância, pois detém a capacidade de reter grandes volumes de água, importantes para o fornecimento de água potável as cidades e cultivos irrigados.

Composto por um número bem menor de indivíduos, o estrato das arvoretas é formado principalmente pela içara ou palmiteiros (*Euterpe edulis*), que muito contribuem para a caracterizar as matas do sul do Estado.

Os estratos dos arbustos e herbáceo apresentam um número bem menor de representantes, predominando as espécies de família das Rubiáceas, ou de grandes grupos botânicos como as Pteridófitas dentre o estrato dos arbustos e Musáceas, Marantáceas, Pteridófitas e Gramíneas no estrato dos herbáceos.

O interior desta formação abriga um elevado número de epífitas, lianas e pteridófitas. Dentre as epífitas se destacam os representantes das famílias das Bromeliáceas e Orquidáceas nas quais apresentam uma alta densidade nas encostas. Nas vegetações baixas as espécies de pacovás (*Heliconia*), e as samambaias arborescentes, dentre elas o popular xaxim (*Cyathea*) são as que mais se destacam.

Devido à grande diversidade de plantas e suas variações regionais, destacam-se como as árvores mais freqüentes, dentre muitas outras, as canelas (*Nectandra rigida*, *Ocotea pretiosa*, *Ocotea aciphylla*), os cedros (*Cedrela*), a braúna (*Melanoxylon*), as figueiras (*Ficus Organensis*), o pau-de-tucano (*Vochysia*), o guapuruvu também conhecido como guarapuvu (*Schizolobium*), e os ipês (*Tabebuia umbellata*).

### ❖ Floresta de pinus e eucalipto

O Parque abriga também, dentro de seus limites uma grande área com reflorestamento de espécies de pinus e uma outra menor com eucaliptos, totalizando aproximadamente 30% de sua área total.

Este reflorestamento, incentivado pelo governo, teve início logo após a criação do parque em 1962, como o seguinte escopo à “experimentação das diversas

espécies de pinus e a comprovação dos melhores índices de desenvolvimento de espécies adaptáveis à Região Catarinense”.

Inicialmente foram plantadas 250 mil árvores, distribuídas em 44 talhões. No ano de 1989 houve um desbaste reduzindo a densidade da maioria dos talhões. Apesar do desbaste, atualmente o número de árvore é maior devido o grande poder de propagação desta espécie, sendo que a maioria já ultrapassou a época de corte, se tornando inviáveis financeiramente e do ponto de vista ecológico.

A introdução dessas espécies acarretou vários problemas ambientais, como a exclusão de crescimento das espécies vegetais nativas, a diminuição da fauna nativa já que não encontram alimentos e ambientes adequados para sua sobrevivência e o desequilíbrio causado no ecossistema com a proliferação de pernilongos e mutucas, designação comum aos insetos da família dos dípteros e braquíceros, tamanho médio ou grande, sendo as fêmeas hematófagas. As larvas das mutucas são cilíndricas, desenvolvem-se nos pântanos, lamas e solos úmidos. A maioria desses insetos são espécies é nociva, por sugarem o sangue do homem e dos animais domésticos . Outro fator importante é o aumento da possibilidade de ocorrência de incêndio devido ao acúmulo de folhas de difícil decomposição.

Diante desta situação, estão sendo feitos esforços pelas Universidades, ONGs e pelo governo do Estado, para a elaboração de projetos que auxiliem na retirada destas espécies exóticas, substituindo pela vegetação nativa original.

#### 5.6.7 A fauna

De um modo geral ainda é possível observar-se dentro do Parque exemplares de uma fauna que se tornou relativamente escassa, devido a fortes ações antropogênicas ocorrida na década de sessenta, com a substituição de parte da vegetação de restinga por Floresta exótica formada por pinus sp e eucalipto.

Não há dúvida que a fauna constitui uns dos aspectos relevantes desta unidade de conservação, mesmo com a drástica diminuição de sua diversidade ocorrida na vegetação de restinga por motivos supra citados, pode-se tornar uma grande atração turística tanto na região de Restinga como na Floresta Ombrófila Densa de Encosta.

Embora não haja um levantamento detalhado da fauna do parque, é possível através dos trabalhos realizados nesses ecossistemas, elencar as possíveis espécies presentes no parque.

Rosário (1996) estudando a avefauna da Ilha de Santa Catarina, constatou a presença de uma grande diversidade de aves ocorrente no ambiente de praias, dunas e restinga, nas quais temos os Gaivotões (*Larus dominicanus*); Trinta-réis-de-bico-vermelho (*Sterna hirundinacea*); Martim-pescador-grande (*Ceryle torquata*), espécies que habitam regiões marítimas próximas à costa. Na região de praia podem ser observadas as ocorrências do Piru-piru (*Podilymbus podiceps*); Biguá (*Phalacrocorax brasilianus*); Garça-branca-grande (*Casmerodius albus*); Garça-branca-pequena (*Egretta thula*); Marreca-do-pé-vermelho (*Amazonetta brasiliensis*); Narceja (*Gallinago*); espécies freqüentes na Lagoa da Conceição, onde a vegetação palustre contribui para sua dispersão. João vermelho (*Celeus flavescens*), espécie que habita a região de restinga.

No ambiente de praia, também pode ser encontrado com freqüência na época de inverno os Pingüins (*Spheniscus magellanicus*), aves marinhas migratórias da região da Patagônia.

Quanto a avifauna da região de Floresta Ombrófila Densa de Encosta é composta por Corujinha-do-mato (*Otus choliba*), Alma-de-gato (*Piaya cayana*); Bacurau-tesoura (*Hydropsalis brasiliana*), que habitam ambientes florestados; Araquã (*Ortalis squamata*). Beija-flor-preto-de-rabo-branco (*Melanotrichilus fuscus*); Tucano-de-bico-preto (*Ramphastos vitellinus*) e tucano-de-bico-verde (*Ramphastos dicolorus*); Pica-pau-anão-de-coleira (*Picamnus cirratus*); espécies que habitam matas densas e capoeirões, o Macuquinho (*Scytalopus indigoticus*), que também habita o interior de matas densas e é considerada endêmica do Brasil.

Nas estações de primavera e verão, pode-se observar com freqüência a presença de bandos de Gavião-tesoura (*Elanoides forficatus*) sobrevoando a porção da Floresta Ombrófila Densa de Encosta. Esta espécie habita diversa ambiente e é migratória (ROSÁRIO,1996).

### 5.6.8 O endemismo

Endemismo, segundo (IGLESIAS, 2000), é um termo utilizado em biologia para indicar a tendência de plantas e animais a permanecer em um ambiente territorial reduzido. Quando se fala de que uma espécie é endêmica de certa região se quer dizer que somente é possível encontrá-la neste lugar.

Estudos realizados no Rio de Janeiro, indicam o baixo nível de espécies endêmicas de restinga. Neste estudo foi realizado um levantamento florístico e constatou-se que das setecentas espécies arroladas somente dezoito espécies, isto é, 2,6% eram endêmicas (CIÊNCIA HOJE, 1987).

O baixo nível de endemismo, encontrado nas restingas, pode estar relacionada com a recente formação deste ecossistema. As restingas são consideradas áreas de extensão de espécies animais e vegetais características de outros ecossistemas, que nele ocorrem em razão da diversidade das condições físicas que ali se apresentam.

Em levantamento florístico realizado na restinga do Parque Florestal do Rio Vermelho, foi identificada uma espécie endêmica como sendo a única no mundo. Esta espécie foi coletada em 06/10/1964 pelos professores e pesquisadores da Universidade Federal de Santa Catarina Dr. Roberto M. Klein, Ranulpho de Souza Sobrinho e Antônio Bresolin. A classificação foi realizada pelo especialista argentino Dr. Brurlart que lhe deu o nome científico de *Mimosa catharinensis*, vulgarmente denominada de unha-de-gato. Este exemplar localiza-se atualmente na extremidade da estrada geral de acesso a Praia do Moçambique, cobrindo parcialmente a vegetação arbustiva da restinga.

Para o professor de botânica e pesquisador da Universidade Federal de Santa Catarina Dr. Ademir Reis, o endemismo é o principal critério para a política conservacionista de espécies vegetais (REIS, 2002). O fato de existir uma espécie endêmica dentro do Parque Florestal do Rio Vermelho, salienta ainda mais a sua importância.

## 5.7 O contexto sócio econômico do entorno

No entorno do Parque Florestal do rio Vermelho encontra-se os distritos de Ingleses do Rio Vermelho, da Barra da Lagoa, da Lagoa da Conceição e de São João do Rio Vermelho.

### 5.7.1 Distrito dos Ingleses do Rio Vermelho

O distrito dos Ingleses do Rio Vermelho, mais conhecido como Praia dos Ingleses, está localizado no extremo norte do Parque, é uma importante área turística da ilha de Santa Catarina. É reduto de raras belezas naturais, dotada de uma vasta opção gastronômica e de uma marcante cultura açoriana.

Fundado em 11 de agosto de 1831, o distrito dos Ingleses recebeu essa denominação devido ao naufrágio de um navio inglês ocorrido naquela praia.

Essa localidade ainda resguarda resquícios da cultura Açoriana, no qual estão presentes sua gastronomia e sua arquitetura. Embora descaracterizada e envolvida por novas edificações, a capela do Sagrado Coração de Jesus erguida na Praia dos Ingleses, em 1881, é palco de festas tradicionais como a do Divino Espírito Santo e Nossa Senhora dos Navegantes.

Sua economia é voltada principalmente para a atividade turísticas, recebendo anualmente milhares de turistas, principalmente entre os meses de dezembro a março, oriundos de vários estados do país e de outros países.

Dotada de uma boa infra-estrutura, a Praia dos Ingleses oferece um elenco de opções em hospedagem e gastronômicos. O lazer também é outro forte desta localidade, oferecendo passeios de escunas, aluguel de caiaques, *jetskis* e pranchas de *sandboard*, além dos várias casas noturnas com música ao vivo.

Atualmente o distrito dos Ingleses do Rio Vermelho possui 7.741 habitantes distribuídos em uma área de 20,47 km<sup>2</sup>. Fazem parte deste distrito as praias dos Ingleses, Santinho e Brava e as localidades de Capivari e Aranhas.

### 5.7.2 Distrito da Barra da Lagoa

O distrito da Barra da Lagoa, no extremo sul do Parque Florestal do Rio Vermelho, é um importante centro de pesca artesanal da Ilha de Santa Catarina, gerador de grande quantidade de pescado, atrativo maior dos seus restaurantes e bares especializados neste tipo de gastronomia.

O distrito surgiu em consequência da expansão da ocupação da Lagoa da Conceição pelos Açorianos a mais ou menos duzentos e cinquenta anos. A concentração populacional ocorreu próxima ao canal que liga a Lagoa com o mar, conhecido atualmente como Canal da Barra.

Sua população tradicional ainda expressa a forte herança deixada por seus antepassados, nas feições do povo, no linguajar e nas atividades desenvolvidas pela população local como a prática da pesca, confecções de rendas e tarrafas.

Além da beleza natural e da gastronomia, a Barra da Lagoa apresenta um importante sítio arqueológico, fazendo parte dos atrativos culturais desta localidade. O sítio arqueológico é do tipo oficina lítica, do grego *lithikós*, relativo a pedra, local utilizado para a confecção e afiação de seus instrumentos de caça e pesca. Estas oficinas estão localizadas nas pedras do canal da Barra, comprovando a ocorrência de civilizações primitivas nesta região.

Apesar de ser o maior centro de pesca da ilha, sua economia é alicerçada no turismo na época de verão, deixando a pesca artesanal como atividade secundária.

Recentemente desmembrada da Lagoa da Conceição, sua área passou a ser de 4,75 km<sup>2</sup>, sendo composto também pela praia da Barra da Lagoa e a localidade de Fortaleza.

### 5.7.3 Distrito da Lagoa da Conceição

A Lagoa da Conceição, localizada na porção oeste do parque, é o maior distrito do município de Florianópolis em termos de população, com seus 19.316 habitantes distribuídos em uma área de 55,28 Km<sup>2</sup>. Compõem o distrito as localidades da Costa da Lagoa, Praia e parque da Galheta, Praia da Joaquina, Lagoa da Conceição, Canto da Lagoa, Retiro da Lagoa, Praia Mole e Porto da Lagoa.

Fundada por açorianos em 1750, foi rica em engenhos de farinha e açúcar, muitos deles ainda preservados na Costa da Lagoa. O cultivo agrícola, na pesca e a produção de tecidos de algodão também se destacaram.

Na Lagoa da Conceição está uma das construções mais expressivas da arquitetura religiosa do estado catarinense, a igreja de Nossa Senhora da Conceição. Sua construção iniciou-se em 1751 e foi concluída por volta de 1780. Devido a sua beleza arquitetônica e os magníficos altares barrocos em madeira entalhada, foi tombada pelo município e elevada a condição de santuário em 08 de dezembro de 1999.

A beleza arquitetônica de sua igreja e de seus casarios, as belezas naturais e a vasta opção gastronômica especializada em frutos do mar transformam a Lagoa da Conceição em uma alquimia perfeita para o turismo, sendo a região da ilha de Santa Catarina que mais recebe turistas durante o ano.

Atualmente, são várias as opções de lazer oferecidas para os turistas, como: passeios de escunas, lanchas e baleeiras, aluguel de carros, *jetskis*, caiaques e pedalinhos, aulas de *windsurf* e passeios ecológicos, além de uma grande opção noturna de bares, restaurantes e *boites*.

Com esse farto cardápio de opções, o distrito da Lagoa da Conceição apresenta sua base econômica voltada para o turismo e comércio anual.

#### 5.7.4 Distrito de São João do Rio Vermelho

O distrito de São João do Rio Vermelho, localidade onde está inserido o Parque Florestal do Rio Vermelho, foi fundado no século XVIII por colonizadores portugueses.

Inicialmente tal como toda ilha, a região era habitada pelos índios tupis-guaranis, podendo ser evidenciado pela presença dos sítios arqueológicos encontrado na região. No sambaqui da praia do Moçambique, localizado nas dunas do Rio Vermelho, a poucos metros da praia foram encontrados e recolhidos ossadas humanas, vasos e outros objetos primitivos.

São João do Rio Vermelho era considerado pelos colonizadores uma região com terras muito férteis. Seu desenvolvimento deu-se através do cultivo do amendoim e principalmente da mandioca, tornando-se um núcleo agrícola com bas-

tante expressão à época. Além da agricultura a atividades pesqueiras também mereceu destaque.

Atualmente a agricultura e a pesca já não são tão expressivas, sendo trocadas gradativamente pela população mais jovem por atividades realizadas no centro.

Sua economia atual está baseada nos resquícios da atividade pesqueira e agrícola, no turismo e no comércio local. Hoje em dia sua população é de 2.387 distribuídas em uma área de 31,68 km<sup>2</sup>.

Neste capítulo foi apresentado o Parque Florestal do Rio Vermelho, objeto de estudo deste trabalho, com a história de sua criação, suas características físicas e ecológicas. Sua localização, sua ficha técnica, as atividades atualmente realizadas dentro do Parque, seus aspectos culturais, as ocorrências de fenômenos excepcionais e o contexto sócio econômico do seu entorno também tiveram destaque neste capítulo.

No capítulo seguinte será apresentado o modelo desenvolvido, utilizando a lógica *fuzzy*, para verificar o grau de sustentabilidade de uma unidade de conservação, sob o enfoque dos temas: ecológico, econômico e social.

## 6 O MODELO

*“Eterno é tudo aquilo que dura uma fração de segundos, mas com tamanha intensidade que se petrifica e nenhuma força jamais o resgata”.*  
(Carlos Drummond de Andrad)

No capítulo anterior foi apresentado o Parque Florestal do Rio Vermelho, objeto de estudo deste trabalho, com a história de sua criação, suas características físicas e ecológicas. Sua localização, sua ficha técnica, as atividades atualmente realizadas dentro do Parque, seus aspectos culturais, as ocorrências de fenômenos excepcionais e o contexto sócio econômico do seu entorno também tiveram destaque naquele capítulo.

Neste capítulo é apresentado o modelo desenvolvido, utilizando a lógica *fuzzy*, para determinar o grau de sustentabilidade de uma unidade de conservação, sob o enfoque dos temas: ecológico, econômico e social.

### 6.1 O dendrograma principal

O modelo desenvolvido, sistema *fuzzy* para a verificação da sustentabilidade de uma UC, ordena, combina e detalha os temas: ecológico, econômico e social, com seus indicadores individuais e temáticos. Estes indicadores podem tomar formas discretas ou difusas e são agregados nos blocos de regras do dendrograma principal tipo *Top Down Induction of Decision Trees*, por meio de operações básicas dos conjuntos *fuzzy*.

O dendrograma principal (figura 6-1), que representa o sistema *fuzzy* para a determinação da sustentabilidade de uma UC, é estruturado inicialmente a partir da busca da questão mais importante a ser respondida, que neste caso particular é o grau de sustentabilidade da UC, obedecendo aos critérios de sustentabilidade ecológica, sustentabilidade econômica e sustentabilidade social.

Cada um dos três temas é representado por um dendrograma temático, e estes, juntamente com o dendrograma que representa o sistema sustentável, são partes do dendrograma principal, o que representa o sistema para a determinação da sustentabilidade de uma UC.

Os temas são divididos em seus componentes principais, sendo estes componentes estruturados e identificados, como tal, pelos decisores. Os decisores são instados a definir quais indicadores temáticos melhor comporiam o indicador sistêmico de cada um dos temas.

Nesta fase, apenas são identificados estes indicadores e suas estruturas esquemáticas dentro de cada tema. A seqüência desta montagem gera uma representação que vai sendo detalhada até que seus aspectos componentes possam ser caracterizados e medidos em unidades técnicas primárias.

Os dendrogramas, então, tendo em vista que suas composições são *top-down*, são decomposições lógicas de decisões principais em secundárias, até que os indicadores possam ser medidos em escalas primárias, por especialistas do assunto. Em representação gráfica, começando pelo indicador sistêmico, os alinhamentos verticais, que separam hierarquicamente os elementos constituintes são os níveis que representam a relevância da decisão. As linhas que partem do indicador sistêmico até os indicadores individuais, formando leques, separam as famílias temáticas.

A decomposição dos indicadores em seus elementos constituintes é feita *top-down*, entretanto, as inferências dos valores que estes assumem são definidas *down-top*. Cada composição tem regras próprias, segundo o entendimento que especialistas e decisores têm, da importância relativa dos indicadores individuais e/ou temáticos na composição de um indicador temático, e dos indicadores temáticos na composição de um indicador sistêmico.

No quadro 9 é apresentada uma estatística dos elementos que compõem o dendrograma principal.

## **6.2 Indicadores individuais**

Os indicadores individuais, conforme for o caso, representam o grau da capacidade de suporte de um determinado elemento da UC, ou a mudança de estado de uma caracterização técnica primária, a ser provocada pela implantação de um grupo de projetos na UC. A composição deste grupo de projetos é feita através do planejamento estratégico da UC.

| <b>Elementos do Dendrograma Principal</b> | <b>Quantidade</b> |
|---|-------------------|
| Indicadores de Individuais                | 36                |
| Indicadores Temáticos                     | 23                |
| Indicadores Sistêmicos                    | 4                 |
| Variáveis intermediárias                  | 23                |
| Bloco de Regras                           | 25                |
| Regras                                    | 2750              |
| Funções de Pertinência                    | 430               |

Fonte: Autor (2004).

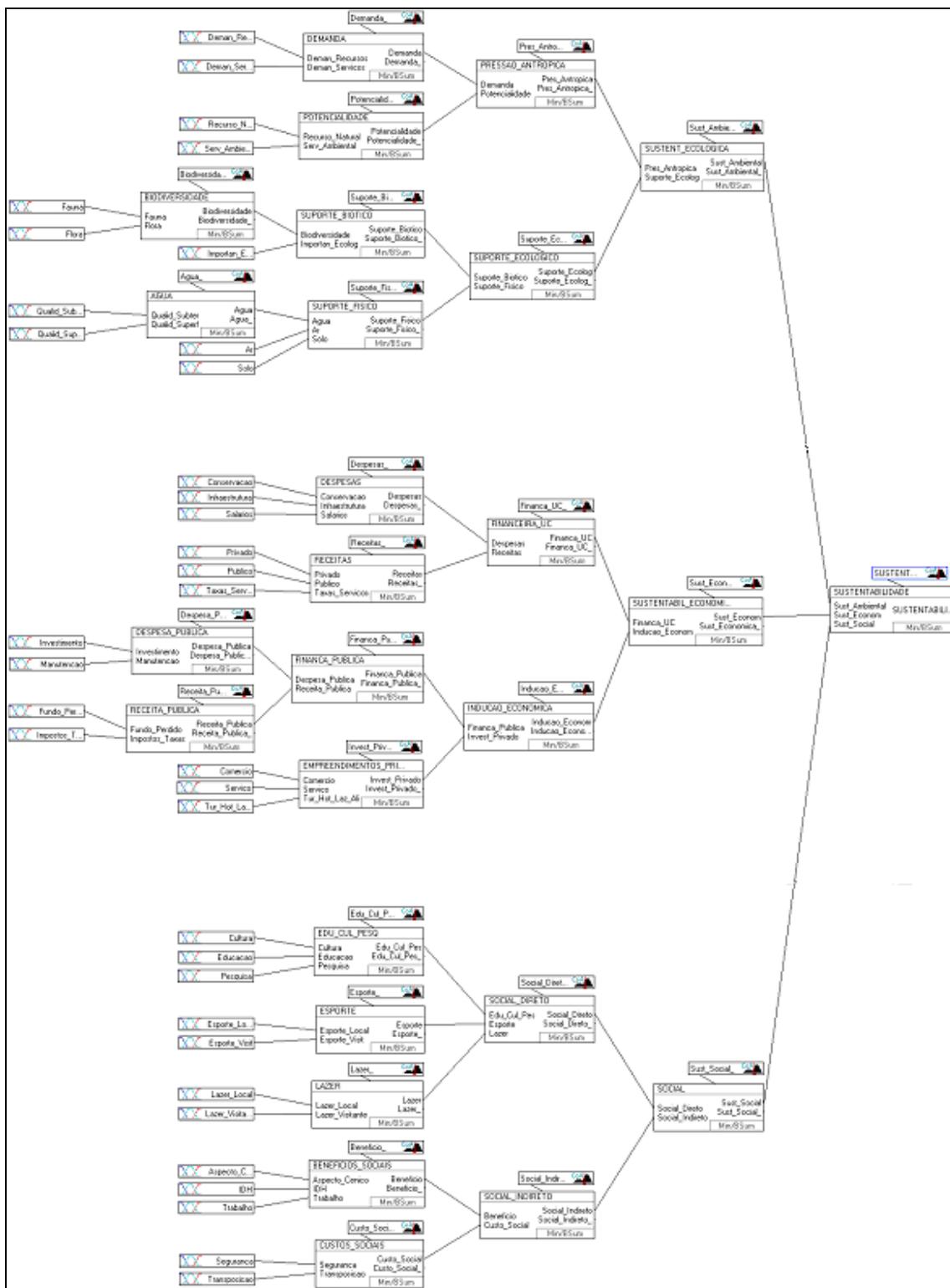
Quadro 9: Estatística do dendrograma principal.

A avaliação destes indicadores é feita por especialista. Quando representam o grau de suporte da UC variam de 0 (zero) a 10 (dez) e quando representam a mudança de estado da UC, provocada por cada um dos projetos a ser implantado, variam de -1 (menos um) a 1 (um). Nas representações de mudança de estado, os valores que dão entrada no dendrograma são resultados do somatório dos valores atribuídos a cada um dos projetos.

### **6.3 Composição dos indicadores temáticos e sistêmicos**

A composição dos indicadores temáticos e dos indicadores sistêmicos se dá nos blocos de regras. Os indicadores sistêmicos são os indicadores de saída do sistema sustentabilidade e dos sistemas temáticos. Cada um dos temas: ecológico, econômico e social forma um sistema temático, os quais geram seus indicadores sistêmicos que, neste caso específico, são as entradas de um outro sistema, o sistema sustentabilidade, e este, por sua vez, gera o seu indicador sistêmico, o indicador de sustentabilidade da UC.

Os indicadores temáticos são os indicadores intermediários dos sistemas temáticos, enquanto que os indicadores individuais são os indicadores de entrada.



Fonte: O autor (2004).

Figura 4: Dendrograma Principal.

Para a obtenção dos indicadores sistêmicos, de cada um dos temas, é feita uma composição dos indicadores temáticos do último nível do correspondente sistema temático. Os indicadores temáticos são obtidos através da composição dos indicadores do nível imediatamente inferior ao seu, podendo estes serem indicadores temáticos ou individuais.

Tanto as composições dos indicadores individuais, para a geração dos indicadores temáticos, como a composição dos indicadores temáticos, para a geração, quer de novos indicadores temáticos, quer de indicadores sistêmicos, se dão nos blocos de regras dos dendrogramas, através de inferência *fuzzy* composta de uma agregação de entrada e outra de saída.

Os indicadores de entrada, que como já foi mencionado podem ser individuais temáticos ou mesmo sistêmicos, participam na composição dos indicadores de saídas, temáticos ou sistêmicos, dos blocos de regra, com o mesmo grau de importância, influência máxima. Este grau de importância é positivo, quando o indicador que participa da composição tem o mesmo sentido de crescimento do indicador composto, caso contrário, é negativo.

Quando o indicador de entrada é um temático, este é representado por uma variável *fuzzy*, denominada de variável intermediária, que nada mais é que o próprio indicador temático apresentado na forma de uma variável *fuzzy*.

#### 6.4 Regras de Produção *Fuzzy*

As regras de produção *fuzzy* armazenam as informações em uma Base de Conhecimento *fuzzy*. As regras de produção utilizadas para a composição dos indicadores temáticos e sistêmicos são compostas de duas partes principais:

$$SE < situação > ENTÃO < ação >$$

Enquanto a parte *SE* da regra descreve a situação, para a qual ela é designada, a parte *ENTÃO* descreve a ação do sistema *fuzzy* nesta situação.

A situação, parte *SE* da regra, é composta por um conjunto de condições que, quando satisfeitas, mesmo parcialmente, determinam o processamento da *ação*, parte *ENTÃO* da regra, através de um mecanismo de inferência *fuzzy*, ou seja, dispa-

ra uma regra. Por sua vez, a ação é composta de um conjunto de diagnósticos que são gerados com o disparo da regra. As ações das regras disparadas são processadas em conjunto para gerar uma resposta quantitativa para cada indicador de saída do sistema.

A *situação* descrita nas regras pode ser a condição de um indicador individual ou de um temático. Quando for de um indicador individual a *ação* será um atributo do indicador temático e quando for de um indicador temático, a *ação* será um atributo de um outro indicador temático ou de um indicador sistêmico.

### 6.5 Blocos de regras de produção

Os blocos de regras de produção contêm o controle estratégico do sistema *fuzzy*. Cada um deles confina todas as regras para um mesmo contexto. Um contexto é definido pelas mesmas regras para os indicadores de entrada (individuais ou temáticos) e o de saída (temático ou sistêmico).

Cada operação de composição de bloco de regras gera um conjunto de resultados de pertinências em campos pré-definidos, segundo a lógica fuzzy. A seqüência de operações nesta mesma forma transforma e transporta valores de avaliações até a definição do indicador sistêmico.

Os vários indicadores temáticos também podem ser verificados em escalas de campos de referências pré-definidos, da mesma forma que o indicador sistêmico.

Para dar peso a cada uma das regras, é utilizado o “Grau de Suporte (DoS)”. Estes pesos são atribuídos segundo o entendimento de especialista e decisores, a respeito da importância destas regras, podendo os mesmos variar entre 0 (zero) e 1 (um). No caso específico do modelo desenvolvido os valores atribuídos aos graus de suporte de cada uma das regras, foram todos iguais a 1 (um).

### 6.6 Inferência Fuzzy

No mecanismo de inferência, para executar o processamento de conhecimento, a semântica define a forma como são processadas as *situações*, quais os in-

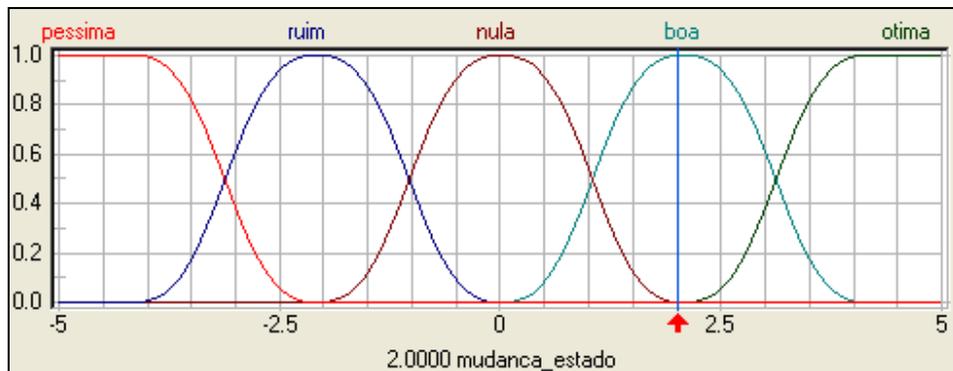
dicadores de disparos das regras e quais os operadores utilizados para operar os conjuntos *fuzzy*.

O modelo de inferência *fuzzy* aqui utilizado é Modelo Mamdani, no qual as regras de produção possuem relações *fuzzy*, tanto nas suas *situações* como nas suas *ações*. As regras semânticas para o processamento da inferência são chamadas de inferência *MÁX-MIN* que utiliza as operações de união e intersecção, da mesma forma que Zadeh (1965), através de operadores de máximo e mínimo.

### 6.6.1 Processo de Fuzzyficação

A *fuzzyficação*, ou conversão escalar  $\rightarrow$  *fuzzy*, é o processo que transforma informações quantitativas em informações qualitativas, ou seja, transforma uma variável discreta em uma variável *fuzzy* com suas respectivas funções de pertinência.

Como já foi citado, aos indicadores individuais são atribuídos, por especialista em conjunto com os decisores, valores quantitativos, todavia, para que eles possam ser submetidos às operações básicas dos conjuntos *fuzzy*, quando da composição dos indicadores temáticos, estes valores têm que se apresentar na forma qualitativa.



Fonte: O autor (2004).

Figura 5: Exemplo dos termos e universo de discurso de um indicador individual *fuzzyficado*.

No processo de *fuzzyficação*, são atribuídos a cada indicador individual 5 (cinco) termos, do tipo S, como por exemplo o indicador individual que mostra a mu-

dança de estado (péssima, ruim, nula, boa, ótima) da qualidade do aspecto do ar da UC que a implantação dos projetos causaria (figura 5). Também são atribuídos os intervalos do universo de discurso  $U$  destes termos e do indicador. Todas estas atribuições são realizadas juntamente com os decisores e especialistas. Para os termos e os indicadores do tema ecológico, os especialistas serão ambientalistas e ecólogos, enquanto que para os do tema econômico serão economistas e para o tema social, sociólogos.

### 6.6.2 Agregação de entrada

A agregação de entrada consiste do processamento da *situação* descrita na parte *SE* das regras. Este processamento que é feito através do mecanismo de inferência *fuzzy*, que no Modelo Mamdani, consiste da intercessão dos conjuntos *fuzzy*, formados pelas funções de pertinência de cada um dos indicadores de entrada do respectivo bloco de regras.

Para a intercessão dos conjuntos *fuzzy* são utilizados o operador de mínimo, que é uma generalização do  $E$  Booleano, e o produto algébrico entre os conjuntos.

Cada regra processada através da intersecção *fuzzy* entre os graus de pertinência das entradas atuais nos termos primários definidos em cada uma, gera um grau de pertinência de disparo para cada regra de produção. Por uma regra disparada, entende-se àquela cujo processamento da *situação* para as entradas atuais gerou graus de pertinência não nulos, ou seja, todas as regras para os quais os coeficientes de disparo são maiores que zero, são ditas regras que dispararam para as entradas atuais.

O mecanismo de inferência *fuzzy* utilizado dispara diferentes regras para uma conclusão, gerando assim, a necessidade da utilização de uma agregação de saída.

### 6.6.3 Agregação de saída

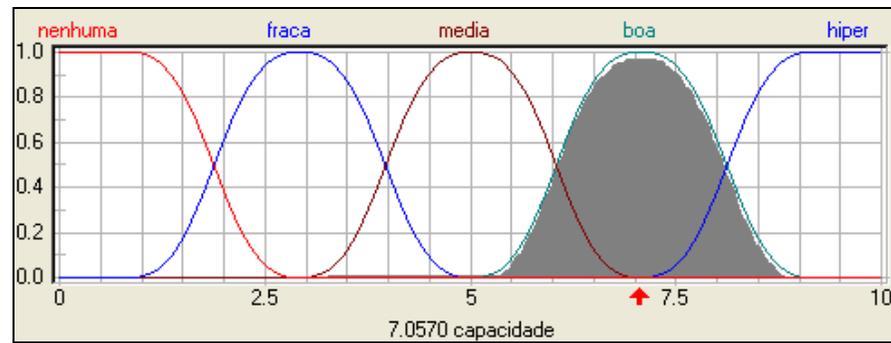
A agregação de saída é utilizada para a geração dos valores dos indicadores de saída dos blocos de regras dos dendrogramas, uma vez que ao modelo de inferência *fuzzy* utilizado dispara várias regras para uma mesma conclusão.

Para esta geração dos valores dos indicadores de saída, uma operação global de união compõe um conjunto *fuzzy* para cada indicador de saída, contendo informações sobre todas as regras disparadas para as entradas atuais. As regras disparadas são então processadas, em conjunto, através do método *MAX*, o qual elege, dentre as regras disparadas, somente a regra dominante.

### 6.6.4 Processo de Desfuzzyficação

Para uma melhor compreensão dos valores dos indicadores temáticos e sistêmicos, uma vez que estes são resultantes de operações básicas de conjuntos *fuzzy*, são efetuadas as suas *desfuzzyficações*. O processo da *desfuzzyficação*, ou conversão *fuzzy*→escalar consiste na transformação de uma informação qualitativa e uma informação quantitativa.

Para a *desfuzzyficação*, do mesmo modo que na *fuzzyficação* e também juntamente com os decisores e especialistas, a cada indicador são atribuídos 5 (cinco) termos do tipo *S*, como por exemplo o indicador temático que mostra a capacidade de suporte (nenhuma, fraca, média, boa, hiper) (figura 6), com os intervalos de discurso destes termos e do indicador.

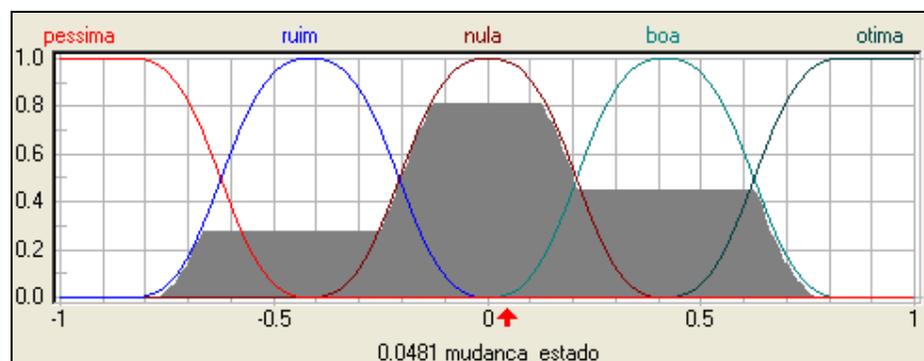


Fonte: O autor (2004).

Figura 6: Exemplo dos termos e universo de discurso de indicadores temáticos e sistêmicos.

O método utilizado para a conversão *fuzzy*→escalar é o *Fast CoA*, que calcula, para um dado conjunto *fuzzy* de saída proveniente de uma Base de Conhecimento processada, a abscissa, no universo de discurso definido para o indicador em questão, do centro de área correspondente, e a utiliza como valor escalar de saída.

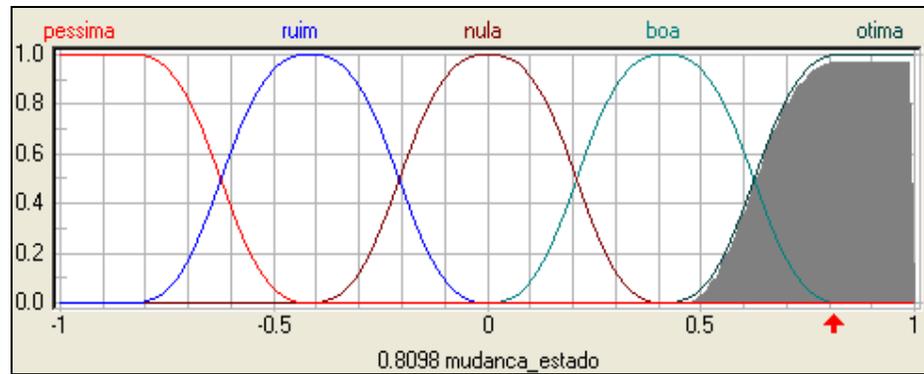
Na figura 7 é mostrada uma *defuzzyficação* de um indicador temático com resultado intermediário ao seu universo de discurso. Este exemplo poderia ser utilizado também para os indicadores sistêmico, uma vez que suas desfuzzyficações ocorrem de forma idêntica.



Fonte: O autor (2004).

Figura 7: Exemplo de *defuzzyficação* com resultado intermediário.

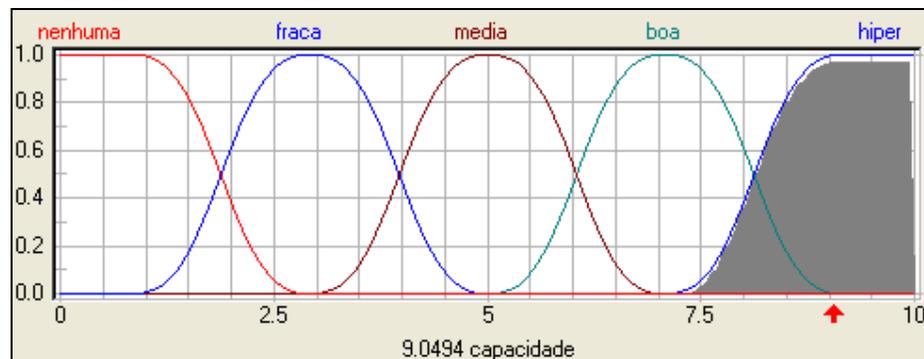
Um exemplo de *desfuzzyficação* de um indicador com resultado na extremidade do universo de discurso definido por:  $-a \leq x_i \leq a, a > 0$  (neste caso  $a=1$ ) é mostrado na figura 8.



Fonte: O autor (2004).

Figura 8: Exemplo de *desfuzzyficação* com resultado no extremo do universo de discurso ( $a=1$ ).

Na figura 9, apresentada a seguir, é mostrado um exemplo de *desfuzzyficação* de um indicador com resultado na extremidade do universo de discurso definido por:  $0 \leq x_i \leq b, b > 0$  (neste caso  $b=10$ ).



Fonte: O autor (2004).

Figura 9: Exemplo de *desfuzzyficação* com resultado no extremo do universo de discurso ( $b=10$ ).

Como pode ser observado no exemplo da figura 8 e no exemplo da figura 9, respectivamente, os conjuntos *fuzzy* do termo “ótima” e do termo “hiper” estão

completamente preenchidos, todavia, a desfuzzyficação não nos dá o valor máximo do universo de discurso dos indicadores correspondentes, podendo assim conduzir os decisores a uma interpretação errônea do resultado. Para evitar que isto ocorra, no modelo desenvolvido é usado uma mudança de base trazendo o resultado para dentro de todo o universo de discurso do indicador.

Considerando o caso do exemplo da figura 8, com o resultado *desfuzzyficado* como sendo  $y_i$  e  $-a < c \leq y_i \leq d < a, a > 0$ , com  $c = -d$  e  $d > 0$ , respectivamente, os valores mínimo e máximo do intervalo de resultados da *desfuzzyficação*, e,  $x_i$  o valor ajustado pela mudança de base com universo de discurso compreendido entre  $-a$  e  $a$ , então:

$$x_i = a \times y_i \div d \quad (30)$$

Considerando agora, o caso do exemplo da figura 9, com o resultado *desfuzzyficado* como sendo  $y_i$  e  $0 < c \leq y_i \leq d < b$ , com  $c$  e  $d$ , respectivamente, os valores mínimo e máximo do intervalo de resultados da *desfuzzyficação*, e,  $x_i$  o valor ajustado pela mudança de base com universo de discurso compreendido entre  $0$  e  $b$ , então:

$$x_i = b \times (y_i - c) \div (d - c) \quad (31)$$

## 6.7 Sustentabilidade da UC

O dendrograma que representa a sustentabilidade da UC é estruturado, juntamente com os decisores e especialistas da área, a partir do questionamento sobre quais os principais critérios a serem considerados para que uma UC seja sustentável, ou seja, que temas devem ser abordados para a composição do indicador sistêmico, o indicador de sustentabilidade da UC.

Os temas ecológico, econômico e social são escolhidos para a composição da sustentabilidade da UC. Esta composição se dá através de operações básicas dos conjuntos *fuzzy* dos indicadores sistêmico de cada um dos temas.

Desta forma, através do dendrograma Sustentabilidade da UC (figura 10), fica estabelecido o nível principal de decisão do dendrograma principal que é formado pelos três temas: ecológico, econômico e social.



Fonte: O autor (2004).

Figura 10: Dendrograma Sustentabilidade da UC.

Os indicadores individuais deste dendrograma são os indicadores sistêmicos dos dendrogramas dos temas ecológico, econômico e social.

Nos quadros 10, 11, 12 e 13, são apresentados, respectivamente, a lista das abreviaturas, a estatística, os indicadores individuais e o indicador sistêmico, do dendrograma da sustentabilidade da UC.

| Nº | Indicador        | Nome  |
|----|------------------|---|
| 01 | Sustent. Ecolog  | Indicador do grau de sustentabilidade ecológica da UC |
| 02 | Sustent. Econom  | Indicador do grau de sustentabilidade econômica da UC |
| 03 | Sustent. Social  | Indicador do grau de sustentabilidade social da UC    |
| 04 | Sustentabilidade | Indicador do grau de sustentabilidade da UC           |

Fonte: O autor (2004).

Quadro 10: Lista de abreviaturas do Dendrograma Sustentabilidade da UC.

| Elementos do Dendrograma Sustentabilidade da UC                                | Quantidade |
|--|------------|
| Indicadores Sistêmicos<br>[(*) Destes, 3 já computados nos temas anteriores]   | 4*         |
| Blocos de Regras   | 1          |
| Regras   | 125        |
| Funções de Pertinência<br>[(**) Destas, 15 já computadas nos temas anteriores] | 20**       |

Fonte: O autor (2004).

Quadro 11: Estatística do Dendrograma do tema Sustentabilidade da UC.

| Nº   | Indicador       | Tipo  | Unidade | Min | Max | Inic | Termos                          |
|--|-----------------|---|---------|-----|-----|------|---------------------------------|
| 1  | Sustent. Ecolog |    | grau    | -10 | 10  | 0    | Péssimo, ruim, nulo, bom, ótimo |
| 2  | Sustent.Econom  |   | grau    | -10 | 10  | 0    | Péssimo, ruim, nulo, bom, ótimo |
| 3  | Sustent_Social  |  | grau    | -10 | 10  | 0    | Péssimo, ruim, nulo, bom, ótimo |
|  Método de <i>fuzzyficação</i> : Computar função de pertinência |                 |   |         |     |     |      |                                 |

Fonte: O autor (2004).

Quadro 12: Indicadores individuais do Dendrograma Sustentabilidade.

| Nº  | Indicador        | Tipo  | Unidade | Min | Max | Inic | Termos                          |
|---|------------------|---|---------|-----|-----|------|---------------------------------|
| 01  | Sustentabilidade |  | grau    | -10 | 10  | 0    | Péssimo, ruim, nulo, bom, ótimo |
|  Método de <i>desfuzzyficação</i> : Centro de Área ( <i>Fast CoA</i> ) |                  |   |         |     |     |      |                                 |

Fonte: O autor (2004).

Quadro 13: Indicador sistêmico do tema sustentabilidade

## 6.8 Tema Ecológico

O tema ecológico é estruturado, juntamente com os decisores e especialistas da área, a partir do questionamento sobre quais os principais critérios a serem considerados para que uma UC seja ecologicamente sustentável, ou seja, quais indicadores temáticos devem ser compostos para que estes venham a compor o indicador sistêmico.

O equilíbrio entre a mudança de estado da pressão antrópica sobre os recursos naturais e serviços dos ecossistemas da UC e a capacidade de suporte ecológico da UC é escolhido como sendo o principal critério a ser considerado para a verificação da sustentabilidade ecológica da UC. Desta forma, fica estabelecido o primeiro nível de decisão do leque do dendrograma principal que forma o tema ecológico, ou seja, do dendrograma do tema ecológico (figura 11).

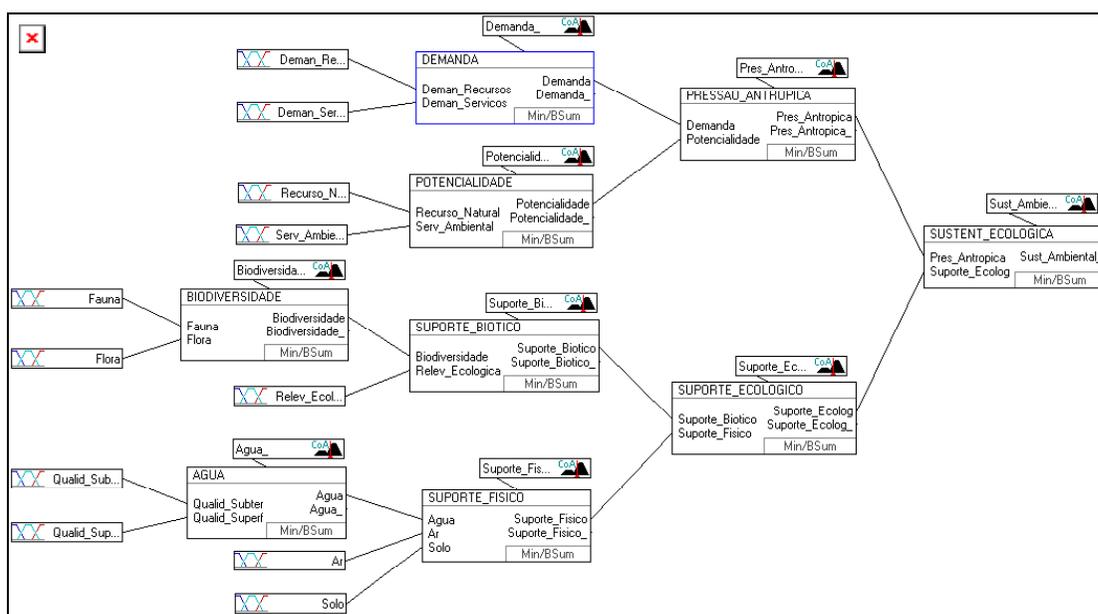


Figura 11: Dendrograma do tema ecológico.

Os níveis de decisão subseqüentes são construídos da mesma forma, juntamente com os decisores e especialista da área, sempre respondendo ao questionamento sobre quais critérios a serem considerados para que uma determinada de-

cisão seja atendida, até que seja atingido o nível primário de decisão para cada critério, o nível dos indicadores individuais.

| Nº | Abreviatura      | Indicador   |
|----|------------------|---|
| 01 | Ar               | Indicador de mudança de estado do aspecto do ar na UC   |
| 02 | Dean_Recurso     | Indicador de mudança de estado da demanda pelos recursos naturais da UC   |
| 03 | Deman_Servicos   | Indicador de mudança de estado na demanda pelos serviços ambientais dos ecossistemas da UC                          |
| 04 | Fauna            | Indicador de mudança de estado da fauna nativa da UC  |
| 05 | Flora            | Indicador de mudança de estado da flora nativa da UC  |
| 06 | Qualid_Subter    | Indicador de mudança de estado da qualidade das águas subterrâneas da UC  |
| 07 | Qualid_Superf    | Indicador de mudança de estado da qualidade das águas superficiais da UC  |
| 08 | Recurso_Natural  | Indicador de estado dos recursos naturais disponíveis da UC   |
| 09 | Relev_Ecologica  | Indicador de relevância ecológica da biodiversidade da UC   |
| 10 | Serv_Ambiental   | Indicador do grau dos serviços ambientais prestados pelos ecossistemas da UC  |
| 11 | Solo             | Indicador do grau de vulnerabilidade do solo da UC  |
| 12 | Agua_            | Indicador de mudança de estado da qualidade das águas da UC   |
| 13 | Biodiversidade_  | Indicador de mudança de estado da biodiversidade da UC  |
| 14 | Demanda_         | Indicador de mudança de estado na demanda pelos serviços ambientais dos ecossistemas e recursos naturais da UC      |
| 15 | Potencialidade_  | Indicador de mudança de estado da potencialidade dos recursos naturais e serviços ambientais dos ecossistemas da UC |
| 16 | Pres_Antropica_  | Indicador de mudança de estado da pressão antrópica sobre os recursos naturais e serviços dos ecossistemas da UC    |
| 17 | Suporte_Biotico_ | Indicador da capacidade de suporte da biota da UC   |
| 18 | Suporte_Ecolog_  | Indicador da capacidade de suporte ecológico da UC  |
| 19 | Suporte_Fisico_  | Indicador da capacidade de suporte físico da UC   |
| 20 | Sust_Ambiental_  | Indicador de sustentabilidade ecológica da UC   |

Fonte: O autor (2004).

#### Quadro 14: Lista de abreviaturas do tema ecológico.

A lista das abreviaturas utilizadas no dendrograma do tema ecológico é apresentada, acima, no quadro 14 e a estatística da estruturação do mesmo tema, é apresentada, abaixo, no quadro 15.

| Elementos do Dendrograma do Tema Ecológico | Quantidade |
|--|------------|
| Indicadores de Individuais                 | 11         |
| Indicadores Temáticos                      | 8          |
| Indicadores Sistêmicos                     | 1          |
| Variáveis Intermediárias                   | 8          |
| Bloco de Regras                            | 9          |
| Regras                                     | 625        |
| Funções de Pertinência                     | 140        |

Fonte: O autor (2004).

Quadro 15: Estatística do dendrograma do tema ecológico.

O indicador sistêmico, ss Indicadores individuais e os indicadores temáticos e, com seus respectivos métodos de *fuzzyficação* e/ou *desfuzzyficação*, intervalos do universo de discurso e termos, são apresentados, respectivamente, nos quadros 16, 17 e 18.

| Nº  | Indicador       | Tipo  | Unidade                  | Min | Max | Inic | Termos                          |
|---|-----------------|---|--------------------------|-----|-----|------|---------------------------------|
| 01  | Sust. Ambiental |  | Grau de sustentabilidade | -10 | 10  | 0    | Péssimo, ruim, nulo, bom, ótimo |
|  Método de <i>desfuzzyficação</i> : Centro de Área ( <i>Fast CoA</i> ) |                 |   |                          |     |     |      |                                 |

Fonte: O autor (2004).

Quadro 16: Indicador sistêmico do tema ecológico.

| N° | Indicador       | Tipo  | Unidade           | Min | Max | Inic | Termos                             |
|----|-----------------|---|-------------------|-----|-----|------|------------------------------------|
| 1  | Ar              |    | mudança de estado | -5  | 5   | 0    | Péssima, ruim, nula, boa, ótima    |
| 2  | Deman. Recursos |    | mudança de estado | -5  | 5   | 0    | Péssima, ruim, nula, boa, ótima    |
| 3  | Deman. Serviços |    | mudança de estado | -5  | 5   | 0    | Péssima, ruim, nula, boa, ótima    |
| 4  | Fauna           |    | mudança de estado | -5  | 5   | 0    | Péssima, ruim, nula, boa, ótima    |
| 5  | Flora           |    | mudança de estado | -5  | 5   | 0    | Péssima, ruim, nula, boa, ótima    |
| 6  | Qualid. Subter  |    | mudança de estado | -5  | 5   | 0    | Péssima, ruim, nula, boa, ótima    |
| 7  | Qualid. Superf  |    | mudança de estado | -5  | 5   | 0    | Péssima, ruim, nula, boa, ótima    |
| 8  | Recurso Natural |    | grau              | 0   | 10  | 5    | Péssimo, ruim, médio, bom, ótimo   |
| 9  | Reev. Ecologica |    | grau              | 0   | 10  | 5    | Nenhuma, baixa, média, alta, hiper |
| 10 | Serv Ambiental  |  | grau              | 0   | 10  | 5    | Nenhum, baixo, médio, alto, hiper  |
| 11 | Solo            |  | grau              | 0   | 10  | 5    | Nenhum, baixo, médio, alto, hiper  |

 Método de *fuzzyficação* computar função de pertinência

Fonte: O autor (2004).

Quadro 17: Indicadores individuais do tema ecológico.

| Nº  | Indicador       | Tipo  | Unidade            | Min | Max | Inic | Termos                            |
|---|-----------------|---|--------------------|-----|-----|------|-----------------------------------|
| 01  | Água            |  | Mudança de estado  | -1  | 1   | 0    | péssima, ruim, nula, boa, ótima   |
| 02  | Biodiversidade  |  | Mudança de estado  | -1  | 1   | 0    | péssima, ruim, nula, boa, ótima   |
| 03  | Demanda         |  | Mudança de estado  | -1  | 1   | 0    | péssima, ruim, nula, boa, ótima   |
| 04  | Potencialidade  |  | Mudança de estado  | -1  | 1   | 0    | péssima, ruim, nula, boa, ótima   |
| 05  | Pres. Antropica |  | Mudança de estado  | -1  | 1   | 0    | péssima, ruim, nula, boa, ótima   |
| 06  | Suporte Biótico |  | Grau de capacidade | 0   | 10  | 5    | nenhuma, fraca, média, boa, hiper |
| 07  | Suporte Ecolog  |  | Grau de capacidade | 0   | 10  | 5    | nenhuma, fraca, média, boa, hiper |
| 08  | Suporte Físico  |  | Grau de capacidade | 0   | 10  | 5    | nenhuma, fraca, média, boa, hiper |
|  Método de <i>desfuzzyficação</i> : Centro de Área ( <i>Fast CoA</i> ) |                 |   |                    |     |     |      |                                   |

Fonte: O autor (2004).

#### Quadro 18: Indicadores temáticos do tema ecológico.

As variáveis intermediárias do dendrograma do tema ecológico são as representações dos indicadores temáticos, antes da *desfuzzyficação* e, portanto, as entradas dos blocos de regra de níveis não primários. Esses indicadores com seus respectivos termos são apresentadas no quadro 19.

| Nº | Variável        | Termos                            |
|----|-----------------|-----------------------------------|
| 01 | Água            | péssima, ruim, nula, boa, ótima   |
| 02 | Biodiversidade  | péssima, ruim, nula, boa, ótima   |
| 03 | Demanda         | péssima, ruim, nula, boa, ótima   |
| 04 | Potencialidade  | péssima, ruim, nula, boa, ótima   |
| 05 | Pres_Antropica  | péssima, ruim, nula, boa, ótima   |
| 06 | Suporte_Biotico | Nenhuma, fraca, media, boa, hiper |
| 07 | Suporte_Ecolog  | Nenhuma, fraca, media, boa, hiper |
| 08 | Suporte_Fisico  | Nenhuma, fraca, media, boa, hiper |

Fonte: O autor (2004).

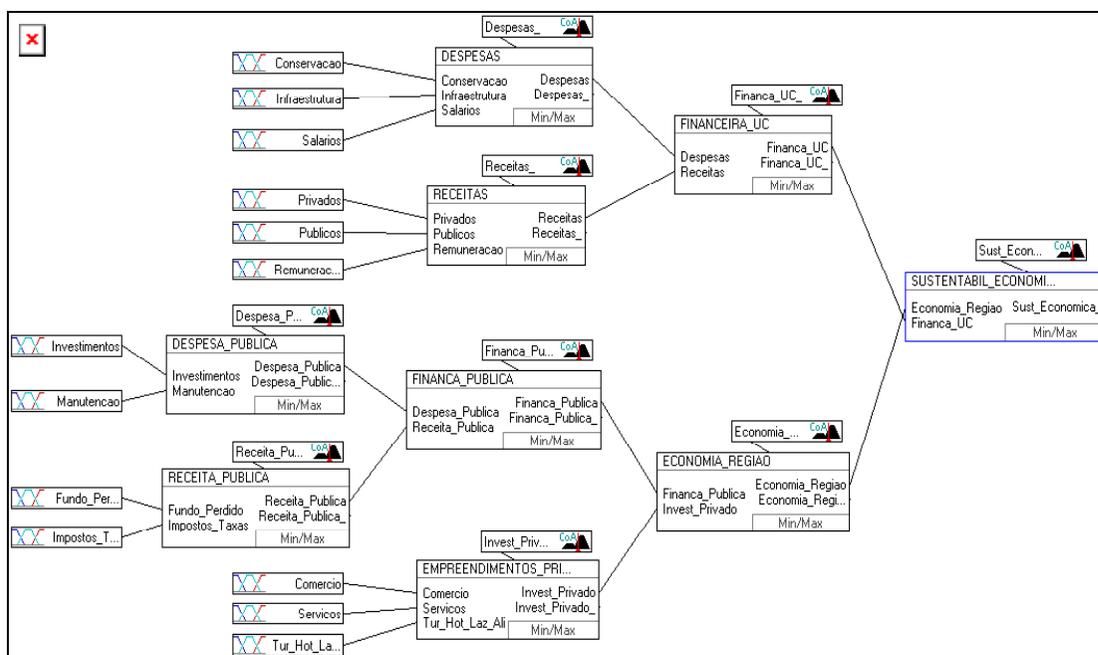
Quadro 19: Variáveis intermediárias do tema ecológico.

## 6.9 O tema econômico

O tema econômico também é estruturado juntamente com os decisores e especialistas da área. Para a sua estruturação o questionamento a ser respondido é quais os principais critérios a serem considerados para que uma UC seja economicamente sustentável, ou seja, quais indicadores temáticos devem ser compostos para que estes venham a compor o indicador sistêmico.

A composição das mudanças de estado das finanças da UC e da economia da região, provocadas pela implantação dos projetos a serem implantados na UC, é escolhida como sendo o principal critério obtenção do indicador sistêmico do tema econômico, o indicador de sustentabilidade econômica da UC. Fica assim estabelecido o primeiro nível de decisão do leque do dendrograma principal que forma o tema econômico, o dendrograma do tema econômico (figura 12).

Os demais níveis de decisão, segundo nível até o nível primário, são estruturados de forma semelhante (figura 12).



Fonte: O autor (2004).

Figura 12: Dendrograma do tema econômico.

Os quadros apresentados a seguir (20, 21, 22, 23, 24 e 25) mostram, na seqüência, do tema econômico: a estatística do dendrograma, a lista de abreviaturas utilizadas, os indicadores individuais, o indicador sistêmico, os indicadores temáticos e as variáveis intermediárias.

| Elementos do Dendrograma do Tema Econômico | Quantidade |
|--|------------|
| Indicadores Individuais                    | 13         |
| Indicadores Temáticos                      | 8          |
| Indicadores Sistêmicos                     | 1          |
| Variáveis intermediárias                   | 8          |
| Bloco de Regras                            | 9          |
| Regras                                     | 1025       |
| Funções de Pertinência                     | 150        |

Fonte: O autor (2004).

Quadro 20: Estatística do dendrograma do tema econômico.

| <b>Nº</b> | <b>Abreviatura</b> | <b>Indicador</b>  |
|-----------|--------------------|---|
| 01        | Comercio           | Indicador de mudança de estado do nível de investimentos privados no setor de comércio da região                            |
| 02        | Conservação        | Indicador de mudança de estado do nível de despesas da UC com conservação   |
| 03        | Fundo Perdido      | Indicador de mudança de estado do nível de receitas a fundo perdido da UC   |
| 04        | Impostos Taxas     | Indicador de mudança de estado do nível de receitas públicas com impostos e taxas   |
| 05        | Infraestrutura     | Indicador de mudança de estado do nível de despesas da UC com infraestrutura  |
| 06        | Investimentos      | Indicador de mudança de estado do nível de despesas públicas com investimentos na UC  |
| 07        | Manutenção         | Indicador de mudança de estado do nível de despesas públicas com a manutenção da UC   |
| 08        | Privados           | Indicador de mudança de estado do nível de investimentos privados na UC   |
| 09        | Públicos           | Indicador de mudança de estado no nível de investimentos públicos na UC   |
| 10        | Remuneração        | Indicador de mudança de estado do nível de remuneração sobre serviços prestados pela UC                                     |
| 11        | Salários           | Indicador de mudança de estado do nível de despesas da UC com salários  |
| 12        | Serviços           | Indicador de mudança no nível de investimentos privados no setor de serviços na região                                      |
| 13        | Tur_Hot_Laz_Ali    | Indicador de mudança de estado do nível de investimentos privados no setor de turismo, hotel, lazer e alimentação da região |
| 14        | Despesa Publica    | Indicador de mudança de estado do nível de despesas públicas com a UC   |
| 15        | Despesas           | Indicador de mudança de estado do nível de despesas diversas da UC  |
| 16        | Economia Região    | Indicador de mudança de estado da economia da região  |
| 17        | Finanças Pública   | Indicador de mudança de estado do nível das finanças pública  |
| 18        | Finanças UC        | Indicador de mudança de estado do nível das finanças da UC  |
| 19        | Invest. Privado    | Indicador de mudança de estado do nível de investimentos privados na região   |
| 20        | Receita Publica    | Indicador de mudança de estado no nível de receitas públicas  |
| 21        | Receitas           | Indicador de mudança de estado no nível de receitas diversas da UC  |
| 22        | Sust. Econômica    | Indicador de sustentabilidade econômica da UC   |

Fonte: O autor (2004).

Quadro 21: Lista de abreviaturas do tema econômico.

| Nº | Indicador       | Tipo  | Unidade           | Min | Max | Inic | Termos                          |
|----|-----------------|---|-------------------|-----|-----|------|---------------------------------|
| 1  | Comércio        |    | Mudança de estado | -5  | 5   | 0    | péssima, ruim, nula, boa, ótima |
| 2  | Conservação     |    | Mudança de estado | -5  | 5   | 0    | péssima, ruim, nula, boa, ótima |
| 3  | Fundo Perdido   |    | Mudança de estado | -5  | 5   | 0    | péssima, ruim, nula, boa, ótima |
| 4  | Impostos Taxas  |    | Mudança de estado | -5  | 5   | 0    | péssima, ruim, nula, boa, ótima |
| 5  | Infraestrutura  |    | Mudança de estado | -5  | 5   | 0    | péssima, ruim, nula, boa, ótima |
| 6  | Investimentos   |    | Mudança de estado | -5  | 5   | 0    | péssima, ruim, nula, boa, ótima |
| 7  | Manutenção      |    | Mudança de estado | -5  | 5   | 0    | péssima, ruim, nula, boa, ótima |
| 8  | Privados        |    | Mudança de estado | -5  | 5   | 0    | péssima, ruim, nula, boa, ótima |
| 9  | Públicos        |   | Mudança de estado | -5  | 5   | 0    | péssima, ruim, nula, boa, ótima |
| 10 | Remuneração     |  | Mudança de estado | -5  | 5   | 0    | péssima, ruim, nula, boa, ótima |
| 11 | Salários        |  | Mudança de estado | -5  | 5   | 0    | péssima, ruim, nula, boa, ótima |
| 12 | Serviços        |  | Mudança de estado | -5  | 5   | 0    | péssima, ruim, nula, boa, ótima |
| 13 | Tur_Hot_Laz_Ali |  | Mudança de estado | -5  | 5   | 0    | péssima, ruim, nula, boa, ótima |

 Método de *fuzzyficação*: Computar função de pertinência

Fonte: O autor (2004).

Quadro 22: Indicadores individuais do tema econômico.

| Nº | Indicador       | Tipo  | Unidade                  | Min | Max | Inic | Termos                          |
|----|-----------------|---|--------------------------|-----|-----|------|---------------------------------|
| 01 | Sust. Econômica |  | Grau de sustentabilidade | -10 | 10  | 0    | Péssimo, ruim, nulo, bom, ótimo |

 Método de *desfuzzyficação*: Centro de Área (*Fast CoA*)

Fonte: O autor (2004).

Quadro 23: Indicador sistêmico do tema econômico.

| Nº  | Indicador        | Tipo  | Unidade           | Min | Max | Inic | Termos                          |
|---|------------------|---|-------------------|-----|-----|------|---------------------------------|
| 01  | Despesa Publica  |  | Mudança de estado | -1  | 1   | 0    | péssima, ruim, nula, boa, ótima |
| 02  | Despesas         |  | Mudança de estado | -1  | 1   | 0    | péssima, ruim, nula, boa, ótima |
| 03  | Economia Região  |  | Mudança de estado | -1  | 1   | 0    | péssima, ruim, nula, boa, ótima |
| 04  | Finanças Publica |  | Mudança de estado | -1  | 1   | 0    | péssima, ruim, nula, boa, ótima |
| 05  | Finanças UC      |  | Mudança de estado | -1  | 1   | 0    | péssima, ruim, nula, boa, ótima |
| 06  | Invest. Privado  |  | Mudança de estado | -1  | 1   | 0    | péssima, ruim, nula, boa, ótima |
| 07  | Receita Publica  |  | Mudança de estado | -1  | 1   | 0    | péssima, ruim, nula, boa, ótima |
| 08  | Receitas         |  | Mudança de estado | -1  | 1   | 0    | péssima, ruim, nula, boa, ótima |
|  Método de <i>desfuzzyficação</i> Centro de Área ( <i>Fast CoA</i> ) |                  |   |                   |     |     |      |                                 |

Fonte: O autor (2004).

Quadro 24: Indicadores temáticos do tema econômico.

| Nº | Variável         | Termos                          |
|----|------------------|---------------------------------|
| 01 | Despesa Publica  | péssima, ruim, nula, boa, ótima |
| 02 | Despesas         | péssima, ruim, nula, boa, ótima |
| 03 | Economia Região  | péssima, ruim, nula, boa, ótima |
| 04 | Finanças Publica | péssima, ruim, nula, boa, ótima |
| 05 | Finanças UC      | péssima, ruim, nula, boa, ótima |
| 06 | Invest. Privado  | péssima, ruim, nula, boa, ótima |
| 07 | Receita Publica  | péssima, ruim, nula, boa, ótima |
| 08 | Receitas         | péssima, ruim, nula, boa, ótima |

Fonte: O autor (2004).

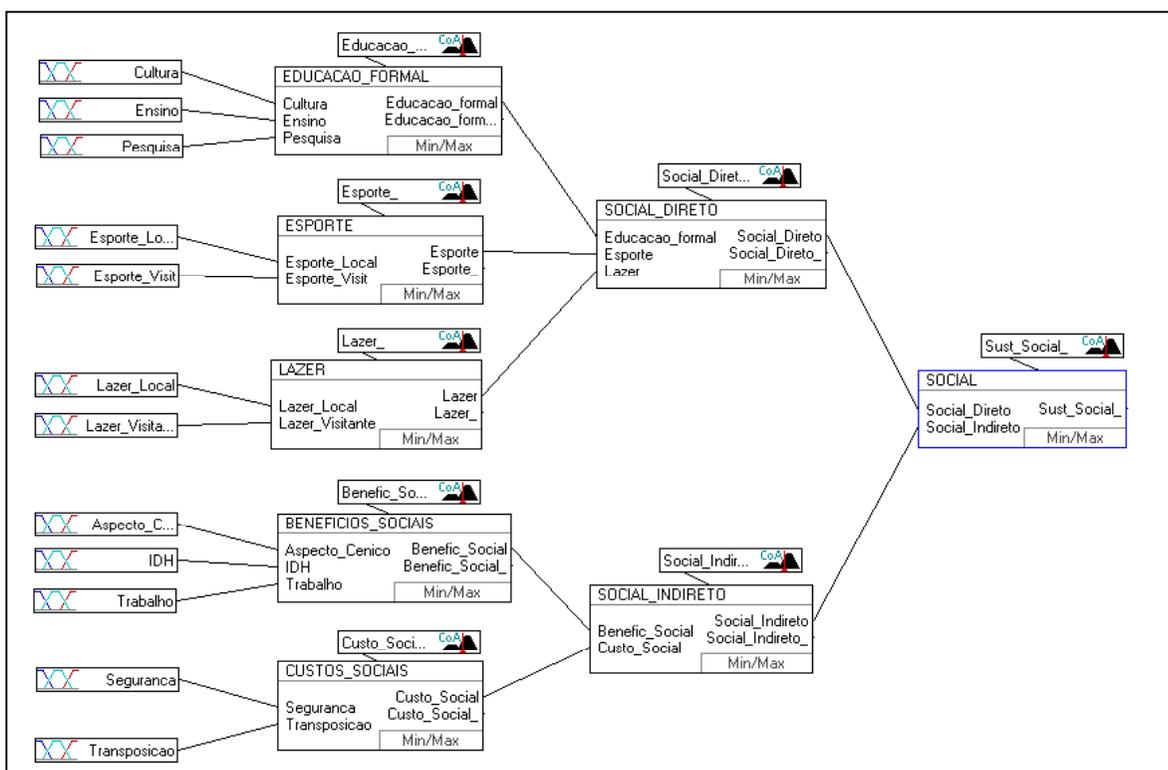
Quadro 25: Variáveis Intermediárias do tema econômico.

## 6.10 O Tema Social

O tema social é estruturado, da mesma forma que o tema ecológico e o tema econômico, juntamente com os decisores e especialistas da área, a partir do questionamento sobre quais os principais critérios a serem considerados para que uma UC seja socialmente sustentável, ou seja, quais indicadores temáticos devem ser compostos para que estes venham a compor o indicador sistêmico.

A composição do grau das ações sociais diretas com o grau das ações sociais indiretas, a serem geradas pela UC na região, é escolhida como sendo o principal critério a ser considerado para a determinação do indicador sistêmico do tema social, o indicador de sustentabilidade ecológica da UC.

Fica então estabelecido o primeiro nível de decisão do leque do dendrograma principal que forma o tema social, ou seja, do dendrograma do tema ecológico (figura 13). Os demais níveis de decisão, desde o segundo nível até o nível primário, são estruturados de forma semelhante (figura 13).



Fonte: O autor (2004).

Figura 13: Dendrograma do tema Social.

Na seqüência são apresentados os quadros 26, 27, 28, 29, 30 e 31 do tema social, que mostram a lista de abreviaturas utilizadas, a estatística do dendrograma, os indicadores individuais, os indicadores temáticos, o indicador sistêmico e as variáveis intermediárias.

| <b>Nº</b> | <b>Indicador</b>  | <b>Nome</b>  |
|-----------|-------------------|--|
| 01        | Aspecto Cênico    | Indicador de mudança de estado do aspecto cênico da região                                       |
| 02        | Cultura           | Indicador de mudança de estado no nível da cultura regional                                      |
| 03        | Ensino            | Indicador de mudança de estado no nível de atendimento da UC, às instituições de ensino          |
| 04        | Esporte Local     | Indicador de mudança de estado no nível de atendimento da UC, ao esporte para a comunidade local |
| 05        | Esporte Visitante | Indicador de mudança de estado no nível de atendimento da UC, ao esporte para visitantes         |
| 06        | IDH               | Indicador de mudança de estado da qualidade do IDH da região                                     |
| 07        | Lazer Local       | Indicador de mudança de estado no nível de atendimento da UC, ao lazer para a comunidade local   |
| 08        | Lazer Visitante   | Indicador de mudança de estado no nível de atendimento da UC, ao lazer para visitantes           |
| 09        | Pesquisa          | Indicador de mudança de estado no nível de atendimento da UC, à pesquisa                         |
| 10        | Segurança         | Indicador de mudança de estado no nível de segurança no entorno da UC                            |
| 11        | Trabalho          | Indicador de mudança de estado no nível de postos de trabalho na região                          |
| 12        | Transposição      | Indicador de mudança de estado no nível de facilidade de transposição da UC                      |
| 13        | Benefício Social  | Indicador do grau dos benefícios sociais a serem gerados pela UC na região                       |
| 14        | Custo Social      | Indicador do grau dos custos sociais a serem gerados na região pela UC                           |
| 15        | Educação formal   | Indicador de mudança de estado da qualidade da educação formal na região                         |
| 16        | Esporte_          | Indicador de mudança de estado da qualidade de esportes oferecidos para a comunidade local       |
| 17        | Lazer             | Indicador de mudança de estado da qualidade do lazer oferecido para a comunidade local           |
| 18        | Social Direto     | Indicador do grau das ações sociais diretas a serem geradas pela UC na região                    |
| 19        | Social Indireto   | Indicador do grau das ações sociais indiretas a serem geradas pela UC na região                  |
| 20        | Sust. Social      | Indicador do grau de sustentabilidade social da UC   |

Fonte: O autor (2004).

Quadro 26: Lista de abreviaturas do tema Econômico.

| Elementos do Dendrograma do Tema Social | Quantidade |
|---|------------|
| Indicadores de Individuais              | 12         |
| Indicadores Temáticos                   | 7          |
| Indicadores Sistêmicos                  | 1          |
| Variáveis intermediárias                | 7          |
| Bloco de Ragra                          | 8          |
| Regras                                  | 975        |
| Funções de Pertinência                  | 135        |

Fonte: O autor (2004).

Quadro 27: Estatística do Dendrograma do tema Social.

| Nº   | Indicador       | Tipo  | Unidade           | Min | Max | Inic | Termos                          |
|--|-----------------|---|-------------------|-----|-----|------|---------------------------------|
| 1  | Aspecto Cênico  |   | mudança de estado | -5  | 5   | 0    | Péssima, ruim, nula, boa, ótima |
| 2  | Cultura         |  | mudança de estado | -5  | 5   | 0    | Péssima, ruim, nula, boa, ótima |
| 3  | Ensino          |  | mudança de estado | -5  | 5   | 0    | Péssima, ruim, nula, boa, ótima |
| 4  | Esporte Local   |  | mudança de estado | -5  | 5   | 0    | Péssima, ruim, nula, boa, ótima |
| 5  | Esporte_Visit   |  | mudança de estado | -5  | 5   | 0    | Péssima, ruim, nula, boa, ótima |
| 6  | IDH             |  | mudança de estado | -5  | 5   | 0    | Péssima, ruim, nula, boa, ótima |
| 7  | Lazer Local     |  | mudança de estado | -5  | 5   | 0    | Péssima, ruim, nula, boa, ótima |
| 8  | Lazer Visitante |  | mudança de estado | -5  | 5   | 0    | Péssima, ruim, nula, boa, ótima |
| 9  | Pesquisa        |  | mudança de estado | -5  | 5   | 0    | Péssima, ruim, nula, boa, ótima |
| 10   | Segurança       |  | mudança de estado | -5  | 5   | 0    | Péssima, ruim, nula, boa, ótima |
| 11   | Trabalho        |  | mudança de estado | -5  | 5   | 0    | Péssima, ruim, nula, boa, ótima |
| 12   | Transposição    |  | mudança de estado | -5  | 5   | 0    | Péssima, ruim, nula, boa, ótima |
|  Método de <i>fuzzyficação</i> : Computar função de pertinência |                 |   |                   |     |     |      |                                 |

Fonte: O autor (2004).

Quadro 28: Indicadores individuais do tema Social.

| Nº  | Indicador        | Tipo  | Unidade           | Min | Max | Inic | Termos                                |
|---|------------------|---|-------------------|-----|-----|------|---------------------------------------|
| 01  | Benefício Social |  | grau              | 0   | 10  | 0    | nenhum, pequeno, médio, grande, hiper |
| 02  | Custo Social     |  | grau              | 0   | 10  | 0    | nenhum, pequeno, médio, grande, hiper |
| 03  | Educação formal  |  | mudança de estado | -1  | 1   | 0    | péssima, ruim, nula, boa, ótima       |
| 04  | Esporte          |  | mudança de estado | -1  | 1   | 0    | péssima, ruim, nula, boa, ótima       |
| 05  | Lazer            |  | mudança de estado | -1  | 1   | 0    | péssima, ruim, nula, boa, ótima       |
| 06  | Social Direto    |  | grau              | 0   | 10  | 0    | nenhum, pequeno, médio, grande, hiper |
| 07  | Social Indireto  |  | grau              | 0   | 10  | 0    | nenhum, pequeno, médio, grande, hiper |
|  Método de <i>desfuzzyficação</i> : Centro de Área ( <i>Fast CoA</i> ) |                  |   |                   |     |     |      |                                       |

Fonte: O autor (2004).

Quadro 29: Indicadores Temáticos do tema Social.

| Nº  | Indicador    | Tipo  | Unidade | Min | Max | Inic | Termos                          |
|---|--------------|---|---------|-----|-----|------|---------------------------------|
| 01  | Sust_Social_ |  | grau    | -10 | 10  | 0    | Péssimo, ruim, nulo, bom, ótimo |
|  Método de <i>desfuzzyficação</i> : Centro de Área ( <i>Fast CoA</i> ) |              |   |         |     |     |      |                                 |

Fonte: O autor (2004).

Quadro 30: Indicador Sistêmico do tema Social.

| Nº | Variável         | Termos                                |
|----|------------------|---------------------------------------|
| 01 | Benefício Social | nenhum, pequeno, médio, grande, hiper |
| 02 | Custo Social     | nenhum, pequeno, médio, grande, hiper |
| 03 | Educação formal  | Péssima, ruim, nula, boa, ótima       |
| 04 | Esporte          | Péssima, ruim, nula, boa, ótima       |
| 05 | Lazer            | Péssima, ruim, nula, boa, ótima       |
| 06 | Social Direto    | Péssima, ruim, nula, boa, ótima       |
| 07 | Social Indireto  | nenhum, pequeno, médio, grande, hiper |

Fonte: O autor (2004).

#### Quadro 31 Variáveis Intermediárias do tema Social

Neste capítulo foi apresentado o modelo proposto, utilizando lógica *fuzzy*, para a verificação do indicador de sustentabilidade de uma UC sob o enfoque dos temas ecológico, econômico e social.

Na apresentação do modelo, foram discutidos os dendrogramas tipo *top-down*, os métodos de *fuzzyficação* e *desfuzzyficação*, as regras de produção *fuzzy*, os blocos de regras, o modelo Mamdani de inferência *fuzzy*, além da apresentação dos indicadores individuais, temáticos e sistêmicos.

No próximo capítulo serão apresentados os resultados quando da aplicação do modelo proposto.

## 7 RESULTADOS

No capítulo anterior foi apresentado o modelo proposto, utilizando lógica *fuzzy*, para a verificação do indicador de sustentabilidade de uma UC sob o enfoque dos temas ecológico, econômico e social.

Na apresentação do modelo, foram discutidos os dendrogramas tipo *top-down*, os métodos de *fuzzyficação* e *desfuzzyficação*, as regras de produção *fuzzy*, os blocos de regras, o modelo Mamdani de inferência *fuzzy*, além da apresentação dos indicadores individuais, temáticos e sistêmicos.

Neste capítulo são apresentados os resultados obtidos com o modelo proposto. Estes resultados foram obtidos por meio da simulação de 5 (cinco) projetos, obedecendo as indicações do planejamento estratégico realizado para o Parque do Rio Vermelho. Estas simulações foram objeto de discussões no Grupo de Pesquisa “Valora”, citado no início deste trabalho.

### 7.1 Resultados segundo o tema ecológico

Os resultados do tema ecológico são apresentados a seguir por meio de três planilhas. A primeira planilha apresentada na tabela 1 mostra o resultado dos indicadores individuais, resultados estes obtidos após a atribuição de valores a cada um dos projetos. Na tabela 2 é apresentada a segunda planilha, na qual são mostrados os resultados dos indicadores temáticos, os quais são obtidos pela agregação dos indicadores individuais e/ou temáticos. O resultado final deste tema, a sustentabilidade ecológica, é apresentado na terceira planilha, conforme tabela 3. Esse resultado final é um indicador temático, todavia, no tema ele pode ser considerado com um indicador sistêmico, uma vez que este tema, sozinho, forma um sistema.

#### 7.1.1 Indicadores individuais do tema ecológico

Os indicadores individuais do tema ecologia, apresentados na tabela 1, que são parte das variáveis de entrada do modelo, foram obtidas por meio da soma

dos indicadores individuais de cada um dos projetos quando analisados sob o aspecto da ecologia.

Tabela 1: Indicadores individuais do tema ecológico

| Tema Ecológico   |            |       |        |        |        |        |              |
|--|------------|-------|--------|--------|--------|--------|--------------|
| Indicadores Individuais  | Intervalos | PROJ1 | PROJ 2 | PROJ 3 | PROJ 4 | PROJ 5 | SOMA PROJ(i) |
| Mudança de estado do aspecto do <b>ar</b> da UC                                      | [-1,1]     | 0,0   | 0,0    | 0,5    | 0,4    | 0,3    | 1,2          |
| Mudança de estado na <b>demanda pelos recursos</b> naturais da UC                    | [-1,1]     | 0,0   | 1,0    | 0,7    | -0,6   | -0,3   | 0,8          |
| Mudança de estado na <b>demanda pelos serviços</b> ambientais dos ecossistemas da UC | [-1,1]     | 0,8   | -0,5   | 1,0    | -1,0   | 0,4    | -0,1         |
| Mudança de estado da <b>fauna</b> nativada UC  | [-1,1]     | 1,0   | 1,0    | 0,2    | 0,0    | 0,0    | 2,2          |
| Mudança de estado da <b>flora</b> nativa da UC                                       | [-1,1]     | 1,0   | 1,0    | -0,5   | 0,0    | 1,0    | 2,5          |
| Mudança de estado da <b>qualidade das águas subterrâneas</b> da UC                   | [-1,1]     | 0,0   | 0,0    | 0,0    | 0,0    | -0,2   | -0,2         |
| Mudança de estado da <b>qualidade das águas superficiais</b> da UC                   | [-1,1]     | 1,0   | 1,0    | 1,0    | 0,0    | 1,0    | 4,0          |
| Grau dos <b>recursos naturais</b> disponíveis da UC                                  | [0,10]     | 10,0  | 5,0    | 1,0    | 0,0    | 8,0    | 24,0         |
| Grau de <b>relevância ecológica</b> da biodiversidade da UC                          | [0,10]     | 10,0  | 10,0   | 7,0    | 0,0    | 3,0    | 30,0         |
| Grau dos <b>serviços ambientais</b> dos ecossistemas da UC                           | [0,10]     | 2,0   | 10,0   | 0,0    | 10,0   | 10,0   | 32,0         |
| Grau de vulnerabilidade do <b>solo</b> da UC   | [0,10]     | 10,0  | 5,0    | 10,0   | 7,0    | 10,0   | 42,0         |

Fonte: O autor (2004).

#### ❖ O Indicador “Ar”

Indicador individual que mostra a mudança de estado (péssima, ruim, nula, boa, ótima) do aspecto do ar na UC que a implantação dos projetos causará. Este indicador obteve, após ser atribuído valor a cada um dos projetos, o resultado de 1,

2, o que implica dizer que a implantação desses projetos pouco vai contribuir para a melhoria da qualidade do ar na UC.

#### ❖ O Indicador “Deman\_Recursos”

Indicador individual que mostra a mudança de estado (péssima, ruim, nula, boa, ótima) da demanda pelos recursos naturais da UC que a implantação dos projetos causará. Este indicador obteve, após ser atribuído valor a cada um dos projetos, o resultado de 0,8. Resultado este que indica que haverá uma melhoria muito pequena, praticamente não haverá mudança, no estado da demanda pelos recursos naturais da UC com a implantação dos projetos.

#### ❖ O Indicador “Deman\_Serviços”

Indicador individual que mostra a mudança de estado (péssima, ruim, nula, boa, ótima) na demanda pelos serviços ambientais dos ecossistemas da UC que a implantação dos projetos causará. Este indicador obteve, após ser atribuído valor a cada um dos projetos, o resultado de -0,1. Isto implica dizer que praticamente não haverá alteração no estado da demanda pelos serviços da UC.

#### ❖ O Indicador “Fauna”

Indicador individual que mostra a mudança de estado (péssima, ruim, nula, boa, ótima) da fauna nativa da UC que a implantação dos projetos causará. O resultado obtido para este indicador, após ser atribuído valor a cada um dos projetos, foi de 2,2. Este resultado mostra que a implantação desses projetos provocará uma mudança para melhor, podendo ser considerada quase boa, no estado da fauna nativa.

#### ❖ O Indicador “Flora”

Indicador individual que mostra a mudança de estado (péssima, ruim, nula, boa, ótima) da flora nativa da UC que a implantação dos projetos causará. Este indicador obteve, após ser atribuído valor a cada um dos projetos, o resultado de 2,5. Este resultado mostra que a implantação desses projetos provocará uma mudança para melhor, podendo ser considerado uma mudança boa, no estado da flora nativa.

#### ❖ O Indicador “Qualid\_Subter”

Indicador individual que mostra a mudança de estado (péssima, ruim, nula, boa, ótima) da qualidade das águas subterrâneas da UC que a implantação dos projetos causará. Este indicador obteve, após ser atribuído valor a cada um dos projetos, o resultado de -0,2. Isto implica dizer que praticamente não haverá alteração do estado da qualidade das águas subterrâneas da UC.

#### ❖ O Indicador “Qualid\_Superf”

Indicador individual que mostra a mudança de estado (péssima, ruim, nula, boa, ótima) da qualidade das águas superficiais da UC que a implantação dos projetos causará. Este indicador obteve, após ser atribuído valor a cada um dos projetos, o resultado de 4,0. Este resultado mostra que a implantação desses projetos provocará uma mudança para muito melhor, podendo ser considerado uma mudança ótima, no estado da qualidade das águas superficiais da UC.

#### ❖ O Indicador “Recuso\_Natural”

Indicador individual que mostra o estado (péssima, ruim, médio, bom, ótimo) dos recursos naturais da UC. Este indicador obteve, após ser atribuído valor a cada um dos projetos, o resultado de 24,0, ou seja, o estado dos recursos naturais onde serão implantados os projetos pode ser considerado médio.

### ❖ O Indicador “Relev\_Ecologica”

Indicador individual que mostra a relevância (nenhuma, baixa, média, alta, hiper) ecológica da biodiversidade da UC. Este indicador obteve, após ser atribuído valor a cada um dos projetos, o resultado de 30,0. Este resultado mostra que os locais onde os projetos serão implantados são de uma relevância ecológica de média para alta.

### ❖ O Indicador “Serv\_Ambiental”

Indicador individual que mostra o grau (nenhum, baixo, médio, alto, hiper) dos serviços ambientais prestados pelos ecossistemas da UC. Este indicador obteve, após ser atribuído valor a cada um dos projetos, o resultado de 32,0. Este resultado mostra que os locais onde os projetos serão implantados possuem um alto grau de serviços ambientais prestados pelos ecossistemas da UC.

### ❖ O Indicador “Solo”

Indicador individual que mostra o grau de vulnerabilidade (nenhum, baixo, médio, alto, hiper) do solo da UC. Este indicador obteve, após ser atribuído valor a cada um dos projetos, o resultado de 42,0. Com este resultado fica caracterizado que nos locais onde os projetos serão implantados o solo possui um grau de vulnerabilidade de alto para mais.

## 7.1.2 Os indicadores temáticos do tema ecológico

Os indicadores temáticos do tema ecológico, apresentados na tabela 2, são os indicadores intermediários deste tema, resultantes da agregação de indicadores individuais ou mesmo de indicadores temáticos.

Tabela 2: Indicadores temáticos do tema ecológico

| Indicadores Temáticos   | Intervalos | Saídas Temáticas | Saídas Ajustadas |
|---|------------|------------------|------------------|
| Mudança de estado da qualidade das <b>águas</b> da UC   | [-1,1]     | 0,4135           | <b>0,41</b>      |
| Mudança de estado da <b>biodiversidade</b> da UC  | [-1,1]     | 0,43995          | <b>0,44</b>      |
| Mudança de estado na <b>demand pelos serviços</b> ambientais dos ecossistemas e recursos naturais da UC       | [-1,1]     | 0,1149           | <b>0,11</b>      |
| Mudança de estado da <b>potencialidade dos recursos naturais e serviços</b> ambientais dos ecossistemas da UC | [-1,1]     | 0,32455          | <b>0,32</b>      |
| Mudança de estado da <b>pressão antropica</b> sobre os recursos naturais e serviços dos ecossistemas da UC    | [-1,1]     | -0,14535         | <b>-0,15</b>     |
| Capacidade de <b>suporte da bióta</b> da UC   | [0,10]     | 7,193            | <b>7,19</b>      |
| Capacidade de <b>suporte ecológico</b> da UC  | [0,10]     | 7,0676           | <b>7,07</b>      |
| Capacidade de <b>suporte físico</b> da UC   | [0,10]     | 4,9846           | <b>4,98</b>      |

Fonte: O autor (2004).

#### ❖ O Indicador “Água”

Indicador temático que mostra a mudança de estado (péssima, ruim, nula, boa, ótima) da qualidade das águas da UC que a implantação dos projetos causará. Este indicador é resultante da agregação dos indicadores individuais “Quali\_Subter” e “Qual\_Supef”. O resultado de 0,41 indica que com a implantação dos projetos haverá uma melhora, embora não muito grande, no estado da qualidade das águas da UC.

#### ❖ O Indicador “Biodiversidade”

Indicador temático que mostra a mudança de estado (péssima, ruim, nula, boa, ótima) da biodiversidade da UC que a implantação dos projetos causará. Este

indicador é resultante da agregação dos indicadores individuais “Flora” e “Fauna”. O resultado de 0,44, mostra que a implantação dos projetos provocará uma mudança para melhor no estado da biodiversidade da UC.

#### ❖ O Indicador “Demanda”

Indicador temático que mostra a mudança de estado (péssima, ruim, nula, boa, ótima) na demanda pelos serviços ambientais dos ecossistemas e recursos naturais da UC que a implantação dos projetos causará. Este indicador é resultante da agregação dos indicadores individuais “Demanda\_Recursos” e “Demanda\_Servicos”. O resultado de 0,11 indica que a implantação dos projetos provocará uma pequena melhora, praticamente não alterará, do estado na demanda pelos serviços da UC.

#### ❖ O Indicador “Potencialidade”

Indicador temático que mostra a mudança de estado (péssima, ruim, nula, boa, ótima) da potencialidade dos recursos naturais e serviços ambientais dos ecossistemas da UC que a implantação dos projetos causará. Este indicador é resultante da agregação dos indicadores individuais “Recurso\_Natural” e “Serv\_Ambiental”. O resultado de 0,32 indica que haverá uma significativa melhora do estado da potencialidade dos recursos naturais e serviços ambientais dos ecossistemas da UC, quando da implantação dos projetos.

#### ❖ O Indicador “Pres\_Antropica”

Indicador temático que mostra a mudança de estado (péssima, ruim, nula, boa, ótima) da pressão antrópica sobre os recursos naturais e serviços ambientais dos ecossistemas da UC que a implantação dos projetos causará. Este indicador é resultante da agregação dos indicadores temáticos “Demanda” e “Potencialidade”. O resultado de -0,15 significa dizer que haverá uma piora, embora que muito pequena,

no estado da pressão antrópica sobre os recursos naturais e serviços ambientais dos ecossistemas da UC, quando os projetos forem implantados.

#### ❖ O Indicador “Suporte\_Biotico”

Indicador temático que mostra a capacidade (nenhuma, fraca, média, boa, hiper) de suporte da bióta da UC com a implantação dos projetos. Este indicador é resultante da agregação do indicador individual “Relev\_Ecologica” com o indicador temático “biodiversidade”. O resultado de 7,19 mostra que a implantação dos projetos provocará uma significativa melhora da capacidade da biota da UC.

#### ❖ O Indicador “Suporte\_Ecolog”

Indicador temático que mostra a capacidade de suporte (nenhuma, fraca, média, boa, hiper) ecológico da UC com a implantação dos projetos. Este indicador é resultante da agregação dos indicadores temáticos “Suporte\_Biotico” e “Suporte Fisico”. O resultado de 7,07 mostra que a implantação dos projetos provocará uma significativa melhora da capacidade de suporte ecológico da UC.

#### ❖ O Indicador “Suporte\_Fisico”

Indicador temático que mostra a capacidade de suporte (nenhuma, fraca, média, boa, hiper) físico da UC com a implantação dos projetos. Este indicador é resultante da agregação dos indicadores individuais “Ar” e “Solo” com o indicador temático “Agua”. O resultado de 4,98 mostra que a implantação dos projetos provocará uma melhora média na capacidade de suporte ecológico da UC.

### 7.1.3 O Indicador “Sust\_Ambiental”

Indicador “Sust\_Ambiental” embora no sistema completo seja um indicador temático, no tema ambiental que é um sub-sistema do sistema completo, pode ser considerado como um indicador sistêmico. Este indicador que é o resultado da agregação dos indicadores temáticos “Pressão\_Antropica” e “Supote\_Ecologico” e mostra a sustentabilidade ambiental (péssima, ruim, nula, boa, ótima) da UC que a implantação dos projetos provocará. O Resultado de 3,33, mostrado na tabela 3, diz que a implantação dos projetos fará com que a UC tenha uma boa sustentabilidade no aspecto ecológico.

Tabela 3: Indicador de Sustentabilidade Ecológica

| Indicador Sistêmico              | Intervalo | Saída Sistêmica | Saída Ajustada |
|----------------------------------|-----------|-----------------|----------------|
| Sustentabilidade ambiental da UC | [-10,10]  | 3,3325          | 3,33           |

Fonte: O autor (2004).

## 7.2 Resultados segundo o tema economia

Os resultados do tema economia são apresentados a seguir por meio de três planilhas. A primeira planilha apresentada na tabela 4 mostra o resultado dos indicadores individuais, resultados estes obtidos após a atribuição de valores a cada um dos projetos. Na tabela 5 é apresentada a segunda planilha, na qual são mostrados os resultados dos indicadores temáticos obtidos pela agregação dos indicadores individuais e/ou temáticos. O resultado final deste tema, a sustentabilidade econômica, é apresentado na terceira planilha, conforme tabela 6. Esse resultado final é um indicador temático, todavia, no tema ele pode ser considerado com um indicador sistêmico, uma vez que este tema, sozinho, forma um sistema.

### 7.2.1 Indicadores individuais do tema economia

Os indicadores individuais do tema economia, apresentados na tabela 7.4, que são parte das variáveis de entrada do modelo, foram obtidas por meio da soma dos indicadores individuais de cada um dos projetos.

#### ❖ O Indicador “Comercio”

Indicador individual que mostra a mudança do nível (péssima, ruim, nula, boa, ótima) de investimentos privados no setor de comércio da região, que a implantação dos projetos na UC causará. Este indicador obteve, após ser atribuído valor a cada um dos projetos, o resultado de 1,7. O resultado obtido mostra que com a implantação dos projetos haverá um pequeno aumento no nível de investimento no setor de comércio da região.

Tabela 4: Indicadores individuais do tema economia

| Tema Economia   |            |        |        |        |        |        |               |
|---|------------|--------|--------|--------|--------|--------|---------------|
| Indicadores Individuais   | Intervalos | PROJ 1 | PROJ 2 | PROJ 3 | PROJ 4 | PROJ 5 | Soma Proj (i) |
| Mudança de estado do nível de investimentos privados no setor de <b>comércio</b> da região                            | [-1,1]     | 0,4    | 0,2    | 0,0    | 1,0    | 0,1    | 1,7           |
| Mudança de estado do nível de despesas da UC com <b>conservação</b>   | [-1,1]     | 0,0    | 1,0    | -0,2   | 0,7    | 0,2    | 1,7           |
| Mudança de estado do nível de receitas a <b>fundo perdido</b> da UC   | [-1,1]     | 1,0    | 1,0    | 1,0    | 0,0    | 0,0    | 3,0           |
| Mudança de estado do nível de receitas públicas com <b>impostos e taxas</b>   | [-1,1]     | 1,0    | 0,5    | 0,2    | 0,0    | 0,6    | 2,3           |
| Mudança de estado do nível de despesas da UC com <b>infra-estrutura</b>   | [-1,1]     | 0,1    | -0,4   | -0,6   | 0,0    | -0,5   | -1,4          |
| Mudança de estado do nível de despesas públicas com <b>investimentos</b> na UC  | [-1,1]     | -1,0   | -0,3   | 0,3    | 1,0    | 0,0    | 0,0           |
| Mudança de estado do nível de despesas públicas com a <b>manutenção</b> da UC   | [-1,1]     | -1,0   | -0,4   | 0,3    | -0,5   | 0,0    | -1,6          |
| Mudança de estado do nível de investimentos <b>privados</b> na UC   | [-1,1]     | 0,0    | 0,5    | 0,3    | 0,1    | 0,3    | 1,2           |
| Mudança de estado no nível de investimentos <b>públicos</b> na UC   | [-1,1]     | 0,0    | 0,0    | 1,0    | 0,7    | -0,4   | 1,3           |
| Mudança de estado do nível de despesas da UC com <b>salários</b>  | [-1,1]     | 1,0    | 0,3    | -0,3   | 0,0    | -0,7   | 0,3           |
| Mudança no nível de investimentos privados no setor de <b>serviços</b> na região                                      | [-1,1]     | 1,0    | 0,4    | 0,2    | 0,8    | 0,0    | 2,4           |
| Mudança de estado do nível de <b>remuneração</b> sobre serviços prestados pela UC                                     | [-1,1]     | 0,0    | 1,0    | 0,3    | -0,1   | 0,6    | 1,8           |
| Mudança de estado do nível de investimentos privados no setor de <b>turismo, hotel, lazer e alimentação</b> da região | [-1,1]     | 1,0    | 0,0    | 0,2    | -0,4   | 0,8    | 1,6           |

Fonte: O autor (2004).

#### ❖ O Indicador “Conservação”

Indicador individual que mostra a mudança de estado (péssima, ruim, nula, boa, ótima) do nível de despesas da UC com conservação, que a implantação dos projetos na UC causará. Este indicador obteve, após ser atribuído valor a cada um dos projetos, o resultado de 1,7. O resultado obtido mostra que com a implantação dos projetos haverá uma pequena diminuição no nível de despesas com conservação da UC.

#### ❖ O Indicador “Fundo\_Perdido”

Indicador individual que mostra a mudança de estado (péssima, ruim, nula, boa, ótima) do nível de receitas a fundo perdido, que a implantação dos projetos na UC causará. Este indicador obteve, após ser atribuído valor a cada um dos projetos, o resultado de 3,0. O resultado obtido mostra que com a implantação dos projetos haverá um aumento significativo no nível de receitas a fundo perdido na UC.

#### ❖ O Indicador “Impostos\_Taxas”

Indicador individual que mostra a mudança de estado (péssima, ruim, nula, boa, ótima) do nível de receitas públicas com impostos e taxas que a implantação dos projetos na UC causará. Este indicador obteve, após ser atribuído valor a cada um dos projetos, o resultado de 2,3. O resultado obtido mostra que com a implantação dos projetos haverá um aumento razoável no nível de receitas públicas.

#### ❖ O Indicador “Infraestrutura”

Indicador individual que mostra a mudança de estado (péssima, ruim, nula, boa, ótima) do nível de despesas da UC, com infra-estrutura, que a implantação dos projetos na UC causará. Este indicador obteve, após ser atribuído valor a cada um dos projetos, o resultado de -1,4. O resultado obtido mostra que com a implantação

dos projetos haverá um pequeno aumento no nível de despesas com infra-estrutura da UC.

#### ❖ O Indicador “Investimentos”

Indicador individual que mostra a mudança de estado (péssima, ruim, nula, boa, ótima) do nível de despesas públicas com investimento na UC, que a implantação dos projetos na UC causará. Este indicador obteve, após ser atribuído valor a cada um dos projetos, o resultado de 0,0. O resultado obtido mostra que com a implantação dos projetos não haverá mudança no nível de despesas públicas com investimento na UC.

#### ❖ O Indicador “Manutencao”

Indicador individual que mostra a mudança de estado (péssima, ruim, nula, boa, ótima) do nível de despesas públicas com a manutenção da UC, que a implantação dos projetos na UC causará. Este indicador obteve, após ser atribuído valor a cada um dos projetos, o resultado de -1,6. O resultado obtido mostra que com a implantação dos projetos haverá um pequeno aumento no nível de despesas públicas com a manutenção da UC.

#### ❖ O Indicador “Privado”

Indicador individual que mostra a mudança de estado (péssima, ruim, nula, boa, ótima) do nível de investimentos privados na UC, que a implantação dos projetos na UC causará. Este indicador obteve, após ser atribuído valor a cada um dos projetos, o resultado de 1,2. O resultado obtido mostra que com a implantação dos projetos haverá um pequeno aumento no nível de investimentos privados na UC.

#### ❖ O Indicador “Publico”

Indicador individual que mostra a mudança de estado (péssima, ruim, nula, boa, ótima) do nível de investimentos públicos na UC, que a implantação dos projetos na UC causará. Este indicador obteve, após ser atribuído valor a cada um dos projetos, o resultado de 1,3. O resultado obtido mostra que com a implantação dos projetos haverá um pequeno aumento no nível de investimento públicos na UC.

#### ❖ O Indicador “Remuneracao”

Indicador individual que mostra a mudança de estado (péssima, ruim, nula, boa, ótima) do nível de remuneração sobre serviços prestados pela UC, que a implantação dos projetos na UC causará. Este indicador obteve, após ser atribuído valor a cada um dos projetos, o resultado de 0,3. O resultado obtido mostra que com a implantação dos projetos praticamente não haverá mudança no nível de remuneração por serviços prestados pela UC.

#### ❖ O Indicador “Salarios”

Indicador individual que mostra a mudança de estado (péssima, ruim, nula, boa, ótima) do nível de despesas da UC, com salários, que a implantação dos projetos na UC causará. Este indicador obteve, após ser atribuído valor a cada um dos projetos, o resultado de 2,4. O resultado obtido mostra que com a implantação dos projetos haverá um aumento significativo no nível de despesas com salários na UC.

#### ❖ O Indicador “Servicos”

Indicador individual que mostra a mudança no nível (péssima, ruim, nula, boa, ótima) de investimentos privados no setor de serviços da região, que a implantação dos projetos na UC causará. Este indicador obteve, após ser atribuído valor a cada um dos projetos, o resultado de 1,8. O resultado obtido mostra que com a im-

plantação dos projetos haverá um pequeno, mas significativo, aumento no nível de investimentos privados no setor de serviços da região.

#### ❖ O Indicador “Tur\_Hot\_Laz\_Ali”

Indicador individual que mostra a mudança de estado do nível (péssima, ruim, nula, boa, ótima) de investimentos privados no setor turismo, hotel, lazer e alimentação da região, que a implantação dos projetos na UC causará. Este indicador obteve, após ser atribuído valor a cada um dos projetos, o resultado de 1,6. O resultado obtido mostra que com a implantação dos projetos haverá um pequeno, mas significativo, aumento no nível de investimentos privados no setor de turismo, hotel, lazer e alimentação da região.

#### 7.2.2 Os indicadores temáticos do tema economia

Os indicadores temáticos do tema economia, apresentados na tabela 7.5, são os indicadores intermediários deste tema, resultantes da agregação de indicadores individuais e/ou de indicadores temáticos.

#### ❖ O Indicador “Despesa\_Publica”

Indicador temático que mostra a mudança de estado (péssima, ruim, nula, boa, ótima) do nível de despesas públicas com a UC, em investimentos e manutenção, que a implantação dos projetos causará. Este indicador é resultante da agregação dos indicadores individuais “Investimentos” e “Manutencao”. O resultado obtido nesta agregação foi de -0,47, indicando que a implantação dos projetos causará um leve aumento, praticamente nulo, no nível de despesas públicas com a UC.

Tabela 5: Indicadores temáticos do tema economia.

| Indicadores Temáticos   | Intervalos | Saídas Temáticas | Saídas Ajustadas |
|---|------------|------------------|------------------|
| Mudança de estado do nível de <b>despesas públicas</b> com a UC       | [-1,1]     | -0,3818          | -0,47            |
| Mudança de estado do nível de <b>despesas</b> diversas da UC          | [-1,1]     | 0,08015          | 0,10             |
| Mudança de estado da <b>economia da região</b>                        | [-1,1]     | 0,38645          | 0,48             |
| Mudança de estado do nível das <b>finanças pública</b>                | [-1,1]     | 0,15905          | 0,20             |
| Mudança de estado do nível das <b>finanças da UC</b>                  | [-1,1]     | 0,2702           | 0,33             |
| Mudança de estado do nível de <b>investimentos privados</b> na região | [-1,1]     | 0,3957           | 0,49             |
| Mudança de estado no nível de <b>receitas públicas</b>                | [-1,1]     | 0,5573           | 0,69             |
| Mudança de estado no nível de <b>receitas</b> diversas da UC          | [-1,1]     | 0,2702           | 0,33             |

Fonte: O autor (2004).

#### ❖ O Indicador “Despesas”

Indicador temático que mostra a mudança de estado (péssima, ruim, nula, boa, ótima) do nível de despesas diversas da UC, que a implantação dos projetos na UC causará. Este indicador é resultante da agregação dos indicadores individuais “Conservação”, “Infraestrutura” e “Salários”. O resultado obtido nesta agregação foi de 0,10, indicando que a implantação dos projetos causará uma leve diminuição, praticamente nula, no nível de despesas diversas da UC.

#### ❖ O Indicador “Economia\_Região”

Indicador temático que mostra a mudança de estado (péssima, ruim, nula, boa, ótima) da economia da região, que a implantação dos projetos na UC causará. Este indicador é resultante da agregação dos indicadores temáticos “Finan-

ca\_Publica” e “Invest\_Privado”. O resultado obtido nesta agregação foi de 0,48, indicando que a implantação dos projetos causará uma mudança significativa na economia da região, provocando um bom aumento no estado da economia.

#### ❖ O Indicador “Financa\_Publica”

Indicador temático que mostra a mudança de estado (péssima, ruim, nula, boa, ótima) do nível das finanças pública, que a implantação dos projetos na UC causará. Este indicador é resultante da agregação dos indicadores individuais “Despeasa\_Publica” e “Receita\_Publica”. O resultado obtido nesta agregação foi de 0,20, indicando que a implantação dos projetos causará um pequeno, mas significativo, aumento no nível das finanças pública.

#### ❖ O Indicador “Financa\_UC”

Indicador temático que mostra a mudança de estado (péssima, ruim, nula, boa, ótima) do nível das finanças da UC, que a implantação dos projetos na UC causará. Este indicador é resultante da agregação dos indicadores temáticos “Receitas” e “Despesas”. O resultado obtido nesta agregação foi de 0,33, indicando que a implantação dos projetos causará um significativo aumento do nível das finanças da UC.

#### ❖ O Indicador “Invest\_Privado”

Indicador temático que mostra a mudança de estado (péssima, ruim, nula, boa, ótima) do nível investimentos privados que a implantação dos projetos na UC causará. Este indicador é resultante da agregação dos indicadores individuais “Comercio”, “Servicos” e “Tur\_Hot\_Laz\_Ali”. O resultado obtido nesta agregação foi de 0,49, indicando que a implantação dos projetos causará um significativo aumento do nível de investimentos privados.

### ❖ O Indicador “Receita\_Publica”

Indicador temático que mostra a mudança de estado (péssima, ruim, nula, boa, ótima) do nível de receitas públicas, que a implantação dos projetos na UC causará. Este indicador é resultante da agregação dos indicadores individuais “Fundo\_Perdido” e “Impostos\_Taxas”. O resultado obtido nesta agregação foi de 0,69, indicando que a implantação dos projetos causará bom aumento do nível de receitas públicas.

### ❖ O Indicador “Receitas”

Indicador temático que mostra a mudança de estado (péssima, ruim, nula, boa, ótima) do nível de receitas diversas da UC, que a implantação dos projetos na UC causará. Este indicador é resultante da agregação dos indicadores individuais “Privados”, “Públicos” e “Remuneração”. O resultado obtido nesta agregação foi de 0,33, indicando que a implantação dos projetos causará um pequeno aumento, praticamente nulo, no receitas diversas da UC.

### 7.2.3 O Indicador “Sust\_Economica”

Indicador “Sust\_Economica” embora no sistema completo seja um indicador temático, no tema economia que é um sub-sistema do sistema completo, pode ser considerado como um indicador sistêmico. Este indicador que é o resultado da agregação dos indicadores temáticos “Financa\_UC” e “Economia\_Regiao” e mostra a sustentabilidade (péssima, ruim, nula, boa, ótima) econômica da UC que a implantação dos projetos provocará. O Resultado de 4,77, mostrado na tabela 6, diz que a implantação dos projetos fará com que a UC tenha uma boa sustentabilidade no aspecto econômico.

Tabela 6: Indicador Sustentabilidade Econômica.

| Indicador Sistêmico              | Intervalo | Saída Sistêmica | Saída Ajustada |
|----------------------------------|-----------|-----------------|----------------|
| Sustentabilidade Econômica da UC | [-10,10]  | 3,8645          | 4,77           |

Fonte: O autor (2004).

### 7.3 Resultados segundo o tema social

Os resultados do tema economia são apresentados a seguir por meio de três planilhas. A primeira planilha apresentada na tabela 7 mostra o resultado dos indicadores individuais, resultados estes obtidos após a atribuição de valores a cada um dos projetos. Na tabela 8 é apresentada a segunda planilha, na qual são mostrados os resultados dos indicadores temáticos obtidos pela agregação dos indicadores individuais e/ou temáticos. O resultado final deste tema, a sustentabilidade social da UC, é apresentado na terceira planilha, conforme tabela 9. Esse resultado final é um indicador temático, todavia, no tema ele pode ser considerado com um indicador sistêmico, uma vez que este tema, sozinho, forma um sistema.

#### 7.3.1 Indicadores individuais do tema social

Os indicadores individuais, apresentados na tabela 7, que são parte das variáveis de entrada do modelo, foram obtidas por meio da soma dos indicadores individuais de cada um dos projetos.

Tabela 7: Indicadores individuais do tema social.

| <b>Indicadores Individuais</b>   | <b>Intervalos</b> | <b>PROJ 1</b> | <b>PROJ 2</b> | <b>PROJ 3</b> | <b>PROJ 4</b> | <b>PROJ 5</b> | <b>SOMA PROJ (i)</b> |
|--|-------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------------|
| Mudança de estado do <b>aspecto cênico</b> da região                                       | [-1,1]            | 1,0           | 0,0           | -0,2          | 0,1           | 1,0           | 1,9                  |
| Mudança de estado no nível no nível da <b>cultura</b> regional                             | [-1,1]            | 0,0           | -1,0          | 0,2           | -0,3          | 0,1           | -1,0                 |
| Mudança de estado no nível de atendimento da UC, as instituições de <b>ensino</b>          | [-1,1]            | 0,7           | -1,0          | -0,4          | 0,0           | 0,3           | -0,4                 |
| Mudança de estado no nível de atendimento da UC, ao <b>esporte para a comunidade local</b> | [-1,1]            | 0,5           | 0,0           | 0,3           | 1,0           | -1,0          | 0,8                  |
| Mudança de estado no nível de atendimento da UC, ao <b>esporte para visitantes</b>         | [-1,1]            | 0,5           | -0,2          | 0,0           | 0,0           | 0,4           | 0,7                  |
| Mudança de estado da qualidade do <b>IDH</b> da região                                     | [-1,1]            | 0,0           | 0,0           | 1,0           | 1,0           | -0,7          | 1,3                  |
| Mudança de estado no nível de atendimento da UC, ao <b>lazer para a comunidade local</b>   | [-1,1]            | -0,4          | 0,0           | 0,4           | -0,7          | 0,2           | -0,5                 |
| Mudança de estado no nível de atendimento da UC, ao <b>lazer para visitantes</b>           | [-1,1]            | 0,4           | 0,1           | -0,3          | 0,7           | 0,3           | 1,2                  |
| Mudança de estado no nível de atendimento da UC, à <b>pesquisa</b>                         | [-1,1]            | 0,0           | 0,3           | -1,0          | -0,7          | 0,2           | -1,2                 |
| Mudança de estado no nível de <b>segurança</b> no entorno da UC                            | [-1,1]            | 0,1           | -0,4          | 0,0           | 0,8           | 0,6           | 1,1                  |
| Mudança de estado no nível de postos de <b>trabalho</b> na região                          | [-1,1]            | -0,3          | 0,0           | 0,5           | 0,3           | 0,7           | 1,2                  |
| Mudança de estado no nível de facilidade de <b>transposição</b> da UC                      | [-1,1]            | -0,6          | 1,0           | -1,0          | 0,4           | 0,5           | 0,3                  |

Fonte: O autor (2004).

### ❖ O Indicador “” Aspecto\_Cenico”

Indicador individual que mostra a mudança de estado (péssima, ruim, nula, boa, ótima) do aspecto cênico da região, que a implantação dos projetos na UC causará. Este indicador obteve, após ser atribuído valor a cada um dos projetos, o resultado de 1,9. O resultado obtido mostra que com a implantação dos projetos haverá uma pequena, mas significativa, melhora no estado do aspecto cênico da região.

#### ❖ O Indicador “Cultura”

Indicador individual que mostra a mudança de estado (péssima, ruim, nula, boa, ótima) no nível da cultura regional, que a implantação dos projetos na UC causará. Este indicador obteve, após ser atribuído valor a cada um dos projetos, o resultado de -1,0. O resultado obtido mostra que com a implantação dos projetos haverá uma pequena, mas significativa, piora no estado nível da cultura regional.

#### ❖ O Indicador “Ensino”

Indicador individual que mostra a mudança de estado (péssima, ruim, nula, boa, ótima) no nível de atendimento da UC às instituições de ensino, que a implantação dos projetos na UC causará. Este indicador obteve, após ser atribuído valor a cada um dos projetos, o resultado de -0,4. O resultado obtido mostra que com a implantação dos projetos haverá uma pequena diminuição do estado do nível de atendimento da UC às entidades de ensino.

#### ❖ O Indicador “Esporte\_Local”

Indicador individual que mostra a mudança de estado (péssima, ruim, nula, boa, ótima) no nível de atendimento da UC, esportivo para a comunidade local, que a implantação dos projetos na UC causará. Este indicador obteve, após ser atribuído valor a cada um dos projetos, o resultado de 0,8. O resultado obtido mostra que com a implantação dos projetos haverá uma pequena melhora no estado do nível de atendimento da UC ao esporte para a comunidade local.

#### ❖ O Indicador “Esporte\_Visit”

Indicador individual que mostra a mudança de estado (péssima, ruim, nula, boa, ótima) no nível de atendimento da UC, ao esporte para visitantes, que a implantação dos projetos na UC causará. Este indicador obteve, após ser atribuído valor a

cada um dos projetos, o resultado de 0,7. O resultado obtido mostra que com a implantação dos projetos haverá uma pequena melhora no estado do nível de atendimento da UC ao esporte para os visitantes.

#### ❖ O Indicador “IDH”

Indicador individual que mostra a mudança de estado (péssima, ruim, nula, boa, ótima) na qualidade do IDH da região, que a implantação dos projetos na UC causará. Este indicador obteve, após ser atribuído valor a cada um dos projetos, o resultado de 1,3. O resultado obtido mostra que com a implantação dos projetos haverá uma melhora no estado do IDH da região.

#### ❖ O Indicador “Lazer\_Local”

Indicador individual que mostra a mudança de estado (péssima, ruim, nula, boa, ótima) no nível de atendimento da UC, ao lazer para a comunidade local que a implantação dos projetos na UC causará. Este indicador obteve, após ser atribuído valor a cada um dos projetos, o resultado de -0,5. O resultado obtido mostra que com a implantação dos projetos haverá uma pequena piora no nível de atendimento da UC ao lazer para a comunidade local.

#### ❖ O Indicador “Lazer\_Visitante”

Indicador individual que mostra a mudança de estado (péssima, ruim, nula, boa, ótima) no nível de atendimento da UC, ao lazer para visitantes, que a implantação dos projetos na UC causará. Este indicador obteve, após ser atribuído valor a cada um dos projetos, o resultado de 1,2. O resultado obtido mostra que com a implantação dos projetos haverá uma melhora no estado do nível de atendimento da UC ao lazer para os visitantes.

#### ❖ O Indicador “Pesquisa”

Indicador individual que mostra a mudança de estado (péssima, ruim, nula, boa, ótima) no nível de atendimento da UC, à pesquisa, que a implantação dos projetos na UC causará. Este indicador obteve, após ser atribuído valor a cada um dos projetos, o resultado de -1,2. O resultado obtido mostra que com a implantação dos projetos haverá uma importante piora no estado do nível de atendimento da UC à pesquisa.

#### ❖ O Indicador “Seguranca”

Indicador individual que mostra a mudança de estado (péssima, ruim, nula, boa, ótima) no nível de segurança no entorno da UC, que a implantação dos projetos na UC causará. Este indicador obteve, após ser atribuído valor a cada um dos projetos, o resultado de 1,1. O resultado obtido mostra que com a implantação dos projetos haverá uma melhora no estado do nível de segurança no entorno da UC.

#### ❖ O Indicador “Trabalho”

Indicador individual que mostra a mudança de estado (péssima, ruim, nula, boa, ótima) no nível de postos de trabalho, que a implantação dos projetos na UC causará. Este indicador obteve, após ser atribuído valor a cada um dos projetos, o resultado de 1,2. O resultado obtido mostra que com a implantação dos projetos haverá uma melhora no estado do nível de postos de trabalho.

#### ❖ O Indicador “Transposicao”

Indicador individual que mostra a mudança de estado (péssima, ruim, nula, boa, ótima) no nível de facilidade de transposição da UC, que a implantação dos projetos na UC causará. Este indicador obteve, após ser atribuído valor a cada um dos projetos, o resultado de 0,3. O resultado obtido mostra que com a implantação

dos projetos haverá uma pequena, quase nula, melhora no estado do nível de transposição da UC.

### 7.3.2 Os indicadores temáticos do tema social

Os indicadores temáticos do tema e social, apresentados na tabela 8, são os indicadores intermediários deste tema, resultantes da agregação de indicadores individuais e/ou de indicadores temáticos.

#### ❖ O Indicador “Benefic\_Social”

Indicador temático que mostra o grau (nenhum, pouco, médio, bom, ótimo) dos benefícios sociais a serem gerados pela UC na região, quando da implantação dos projetos na UC. Este indicador é resultante da agregação dos indicadores individuais “Aspecto\_Cenico”, “IDH” e “Trabalho”. O resultado obtido nesta agregação foi de 6,82, indicando que a implantação dos projetos causará um aumento de médio para bom no grau dos benefícios sociais a serem gerados pela UC.

Tabela 8: Indicadores temáticos do tema social

| Indicadores Temáticos  | Intervalos | Saídas temáticas | Saídas Ajustadas |
|--|------------|------------------|------------------|
| Grau dos <b>benefícios sociais</b> a serem gerados pela UC na região                 | [0,10]     | 6,477            | 6,82             |
| Grau dos <b>custos sociais</b> a serem gerados na região pela UC                     | [0,10]     | 3,842            | 3,57             |
| Mudança de estado da qualidade da <b>educação formal</b> na região                   | [-1,1]     | -0,19175         | -0,24            |
| Mudança de estado da qualidade de <b>esportes</b> oferecidos para a comunidade local | [-1,1]     | 0,11655          | 0,14             |
| Mudança de estado da qualidade do <b>lazer</b> oferecido para a comunidade local     | [-1,1]     | 0,2131           | 0,26             |
| Grau das ações <b>sociais diretas</b> a serem geradas pela UC na região              | [0,10]     | 5,4326           | 5,53             |
| Grau das ações <b>sociais indiretas</b> a serem geradas pela UC na região            | [0,10]     | 6,4084           | 6,74             |

Fonte: Autor (2004).

### ❖ O Indicador “Custo\_Social”

Indicador temático que mostra o grau (nenhum, pequeno, médio, grande, hiper) dos custos sociais a serem gerados pela UC, quando da implantação dos projetos na UC. Este indicador é resultante da agregação dos indicadores individuais “Segurança” e “Transposição”. O resultado obtido nesta agregação foi de 3,57, indicando que a implantação dos projetos causará uma pequena, mas significativa, diminuição dos custos sociais a serem gerados pela UC.

### ❖ O Indicador “Educação\_Formal”

Indicador temático que mostra a mudança de estado (péssima, ruim, nula, boa, ótima) da qualidade da educação formal na região que a implantação dos projetos na UC causará. Este indicador é resultante da agregação dos indicadores individuais “Cultura”, “Ensino” e “Pesquisa”. O resultado de -0,24, obtido nesta agregação, indica que a implantação dos projetos causará uma pequena, quase insignificante, queda da qualidade da educação formal da região.

### ❖ O Indicador “Esporte”

Indicador temático que mostra a mudança de estado (péssima, ruim, nula, boa, ótima) da qualidade de esportes oferecidos para a comunidade local, que a implantação dos projetos na UC causará. Este indicador é resultante da agregação dos indicadores individuais “Esporte\_Local” e “Esporte\_Visit”. O resultado obtido nesta agregação foi de 0,14, indicando que a implantação dos projetos praticamente não provocará mudanças no estado da qualidade dos esportes oferecidos para a comunidade local.

### ❖ O Indicador “Lazer”

Indicador temático que mostra a mudança de estado (péssima, ruim, nula, boa, ótima) da qualidade do lazer oferecido para a comunidade local, que a implantação dos projetos na UC causaria. Este indicador é resultante da agregação dos indicadores individuais “Lazer\_Local” e “Lazer\_Visitante”. O resultado obtido nesta agregação foi de 0,26, indicando que a implantação dos projetos praticamente não causará mudanças na qualidade do lazer oferecido para a comunidade local.

### ❖ O Indicador “Social\_Direto”

Indicador temático que mostra o grau (nenhuma, pouca, média, grande, hiper) das ações sociais diretas a serem geradas pela UC na região, quando da implantação dos projetos na UC. Este indicador é resultante da agregação dos indicadores temáticos “Educação\_Formal”, “Esporte” e “Lazer”. O resultado obtido nesta agregação foi de 5,53, indicando que a implantação dos projetos causará um aumento de médio para bom no grau das ações sociais diretas a serem geradas pela UC.

### ❖ O Indicador “Social\_Indireto”

Indicador temático que mostra o grau (nenhuma, pouca, média, grande, hiper) das ações sociais indiretas a serem geradas pela UC na região, quando da implantação dos projetos na UC. Este indicador é resultante da agregação dos indicadores temáticos “Benefic\_Social” e “Custo\_Social”. O resultado obtido nesta agregação foi de 6,74, indicando que a implantação dos projetos causará um bom aumento do grau das ações sociais indiretas a serem geradas pela UC.

### 7.3.3 O Indicador “Sust\_Social”

Indicador “Sust\_Social” embora no sistema completo seja um indicador temático, no tema social que é um sub-sistema do sistema completo, pode ser considerado como um indicador sistêmico. Este indicador que é o resultado da agregação dos indicadores temáticos “Social\_Direto” e “Social\_Indireto” e mostra a sustentabilidade (péssima, ruim, nula, boa, ótima) social da UC que a implantação dos projetos provocará. O Resultado de 2,57, mostrado na tabela 9, diz que a implantação dos projetos fará com que a UC tenha uma sustentabilidade de nula para boa no aspecto social.

Tabela 9: Indicador da Sustentabilidade Social.

| Indicador Sistêmico           | Intervalo | Saída Sistêmica | Saída Ajustada |
|-------------------------------|-----------|-----------------|----------------|
| Sustentabilidade social da UC | [-10,10]  | 2,087           | 2,57           |

Fonte: O autor (2004).

### 7.4 O indicador sistêmico “Sutententabilidade”

O indicador sistêmico “SUSTENTABILIDADE” é o indicador final de todo o sistema e mostra o grau de sustentabilidade (péssima, ruim, nula, boa, ótima) da UC sob os aspectos da ecologia, da economia e do social. Este indicador é resultante da agregação dos indicadores temáticos “Sust\_Ecologica”, “Sust\_Economica” e “Sust\_Social”.

O Resultado dessa agregação, mostrado na tabela 10, depois de normatizado foi de 4,11, levando a conclusão de que a Unidade de Conservação poderá ser considerada como sustentável sob os aspectos da ecologia, da economia e da sociologia. Tal sustentabilidade pode ser considerada como “boa”, uma vez que numa escala de [-10 a 0] se teria a “não sustentabilidade”, enquanto que numa escala de [0 a 10] se teria a sustentabilidade.

Tabela 10: Indicador de Sustentabilidade de UC.

| <b>Sustentabilidade da UC</b>               |                   |                             |
|---|-------------------|-----------------------------|
| <b>Indicadores Individuais</b>              | <b>Intervalos</b> | <b>entradas individuais</b> |
| Grau de sustentabilidade ecológica da UC    | [-10,10]          | 3,33                        |
| Grau de sustentabilidade econômica da UC    | [-10,10]          | 4,77                        |
| Grau de sustentabilidade social da UC       | [-10,10]          | 2,57                        |
| <b>Indicador Sistêmico</b>                  | <b>intervalo</b>  | <b>saída sistêmica</b>      |
| Grau de sustentabilidade da UC              | [-10,10]          | <b>3,9835</b>               |
|   | <b>intervalo</b>  | <b>GRAU</b>                 |
| <b>Sustentabilidade da UC (normalizado)</b> | [-10,10]          | <b>4,11</b>                 |

Fonte: Autor

Neste capítulo foram apresentados os resultados obtidos com o modelo proposto. Resultados estes, gerados por meio da simulação de 5 (cinco) projetos, obedecendo as indicações do planejamento estratégico realizado para o Parque do Rio Vermelho.

No próximo capítulo serão apresentadas as conclusões desta tese bem como recomendações para continuidade de pesquisas dentro do tema aqui abordado como também recomendações de novas pesquisas.

## 8 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

No capítulo anterior foram apresentados os resultados obtidos com o modelo proposto. Resultados estes, gerados por meio da simulação de 5 (cinco) projetos, obedecendo as indicações do planejamento estratégico realizado para o Parque do Rio Vermelho.

Neste capítulo serão apresentadas as conclusões desta tese bem como recomendações para continuidade de pesquisas dentro do tema aqui abordado como também recomendações de novas pesquisas.

### 8.1 Conclusões

A crescente demanda de uso imposta às Unidades de Conservação traz consigo a necessidade de se planejar a infra-estrutura dos serviços disponíveis em equilíbrio com o meio ambiente, tornando-a assim, auto-sustentável tanto ecologicamente quanto economicamente e socialmente.

Neste trabalho foi desenvolvido um método de apoio à tomada de decisão na verificação da sustentabilidade de uma Unidade de Conservação, agregando os aspectos ecológicos, econômicos e sociais. Esta agregação se dá por meio da interação de indicadores individuais e temáticos, organizados em dendrogramas de decisão do tipo “*Top Down Induction of Decision Trees*” e operados por meio dos fundamentos da lógica *fuzzy*, utilizando-se o *software* “*fuzzyTECH® 5.5 editions*”.

Espera-se que este método venha contribuir para a melhoria dos atuais métodos e técnicas, fornecendo um ferramental que possibilite a agregação das representações (indicadores) e de suas operações através de lógicas *fuzzy*, visualizando todos os elementos de análise (critérios) através dos dendrogramas, assim como a transparência na definição dos pesos e no entendimento desses critérios. Através deste método as decisões tornam-se democráticas e torna-se possível a capacitação de decisores, não especialistas, em compreender melhor a realidade, e a previsão de impactos no meio ambiente e na sociedade.

O método é baseado na análise de indicadores individuais e temáticos, organizados em dendrogramas a partir da busca da questão mais importante a ser

respondida, que devidamente combinados por meio de lógica *fuzzy* gera o indicador sistêmico, que é o grau de sustentabilidade da Unidade de Conservação, segundo aos critérios de sustentabilidade dos temas ecológico, econômico e social.

No início deste trabalho é apresentada uma revisão da literatura, discutindo-se a valoração ambiental sob os aspectos ecológico, econômico e social. A economia ambiental, a sustentabilidade e o apoio à decisão também foram alvos de discussão, assim como as unidades de conservação. Ficou evidente a necessidade de trabalhos que discutam a sustentabilidade sob o tripé da ecologia, economia e sociologia, uma vez que os métodos atuais de apoio à decisão utilizados na determinação da sustentabilidade apresentam-se insuficientes quanto à forma de agregar os aspectos ecológicos, econômicos e sociais, haja vista que estes aspectos são difusos, tornando-se assim de difícil percepção e avaliação. Os efeitos sinérgicos e indicações difusas são tratados atualmente como elementos “qualitativos” e, quando avaliados, o são de forma secundária e como elementos assessórios aos indicadores quantitativos. A maioria dos trabalhos, na área ambiental, chamam a atenção para a necessidade de se agregar os aspectos ecológicos com os econômicos e sociais, porém, poucos são os que têm mostrado o como se fazer, e os que os fazem, fazem de forma pouco transparente.

Os procedimentos metodológicos utilizados referente à classificação da pesquisa e sua realização, foram também alvo de discussão, bem como os métodos de coleta e análise de dados e o delineamento da pesquisa. A forma de abordagem do problema pode ser classificada como qualitativa e quantitativa, pois em algumas etapas do modelo os resultados são quantificados por meio de indicadores verificáveis através de equações matemáticas e, em outras etapas, a análise foi predominantemente qualitativa.

Objetivando dar o embasamento teórico necessários à compreensão deste trabalho, foram apresentados os conceitos fundamentais associados à teoria dos conjuntos *fuzzy*, bem como a seqüência básica de procedimentos teóricos e empíricos para a formalização desta teoria, desde a definição de função de pertinência até a caracterização da intersecção e união difusa pelos axiomas de t-normas e t-conormas, respectivamente.

O Parque Florestal do Rio Vermelho, localizado na Ilha de Santa Catarina, foi objeto de estudo nesta tese, desde a história de sua criação e suas características físicas e ecológicas, até as atividades atualmente realizadas dentro do Parque,

seus aspectos culturais, as ocorrências de fenômenos excepcionais e o contexto sócio econômico do seu entorno. A escolha do Parque Estadual do Rio Vermelho para aplicar o modelo desenvolvido nesta tese, se deu pelo fato do Parque ser constituído de uma área protegida e livre de ocupações, muito semelhante a uma Unidade de Conservação.

Com base no método desenvolvido, foi construído um modelo que ordena, combina e detalha os temas: ecológico, econômico e social, em seus indicadores individuais e temáticos. Estes indicadores podem tomar formas discretas ou difusas e são agregados nos blocos de regras do dendrogramas temáticos e sistêmico por meio de operações básicas dos conjuntos *fuzzy*. O dendrograma sistêmico foi estruturado inicialmente a partir da busca da questão mais importante a ser respondida, que neste caso particular é o grau de sustentabilidade da UC, obedecendo aos critérios de sustentabilidade dos temas ecológico, econômico e social. Cada um dos critérios gera um sistema temático, representado por seus respectivos dendrogramas temáticos, divididos em seus componentes principais, componentes estes que são estruturados e identificados como tal pelos decisores. A seqüência desta montagem gera uma representação que vai sendo detalhada até que seus aspectos (componentes) possam ser caracterizados e medidos em unidades técnicas primárias, em forma discreta ou difusa. Os dendrogramas temáticos, tendo em vista que suas composições são *top-down*, são decomposições lógicas de decisões principais em secundárias. A decomposição dos indicadores em seus elementos constituintes é feita *top-down*, entretanto, as inferências dos valores que estes assumem são definidas *down-top*. Cada composição tem regras próprias, segundo o entendimento que especialistas e decisores têm, da importância relativa dos indicadores individuais e/ou temáticos na composição de um indicador temático, e dos indicadores temáticos na composição de um indicador sistêmico.

Os indicadores temáticos são os indicadores intermediários dos sistemas temáticos, enquanto que os indicadores individuais são os indicadores de entrada. Tanto as composições dos indicadores individuais, para a geração dos indicadores temáticos, como a composição dos indicadores temáticos, para a geração, quer de novos indicadores temáticos, quer de indicadores sistêmicos, se dão nos blocos de regras dos dendrogramas, através de inferência *fuzzy* composta de uma agregação de entrada e outra de saída.

O modelo foi aplicado no Parque Florestal do Rio Vermelho, mostrando ser um modelo robusto e sensível. Foram simulados diversos projetos, com valores extremos e intermediários, e o modelo sempre se mostrou robusto. O modelo também se mostrou sensível ao responder a pequenas variações nos valores atribuídos aos indicadores individuais de cada projeto simulado.

## 8.2 Recomendações

É sabido que um trabalho de pesquisa nunca se esgota em si mesmo, haja vista que além de responder um questionamento, oportuniza espaço para novos estudos. Uma mesma pesquisa científica, se examinada com base em outro referencial teórico poderá apresentar resultados diversos dos encontrados. Assim, espera-se que esta tese sirva de inspiração para novas pesquisas, abordando o mesmo tema, porém, sob olhares diferentes, contribuindo dessa maneira para que se aprimore a discussão sobre o tema em questão.

Acredita-se existir várias possibilidades de continuação para esta pesquisa, das quais podem ser destacadas:

- Simulações de cenários futuros para a UC em análise, por meio de programação dinâmica;
- Aplicação da teoria de jogos quando da estruturação dos dendrogramas com a participação de especialistas;
- Desenvolvimento de um método, utilizando as ferramentas apresentadas nesta tese, para a valoração das águas e;
- Desenvolvimento de um método, também utilizando essas ferramentas, para zoneamento econômico-ecológico.

E, finalmente, espera-se que a discussão realizada no decorrer deste trabalho venha a contribuir na difícil tarefa de se relacionar a ecologia, com a economia e a sociologia, principalmente no que se refere à verificação da sustentabilidade.

Neste capítulo foram apresentadas as conclusões desta tese bem como recomendações para continuidade de pesquisas dentro do tema aqui abordado como também recomendações de novas pesquisas.

No próximo capítulo será apresentada a bibliografia utilizada para o embasamento teórico e médio desta tese.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Paulo Eduardo Maciel de; EVSUKOFF, Alexandre Gonçalves. *Sistemas Fuzzy*. In: REZENDE, Solange Oliveira. (Org.). **Sistemas Inteligentes: fundamentos e aplicações**. São Paulo: Manole, 2003, p. 169-202.

BANA e COSTA, C.A. **Processo de apoio à decisão: problemáticas, actores e acções**. Florianópolis, ENE/UFSC, 1995a. (Apostila do Curso Metodologias Multicritérios de Apoio à Decisão)

\_\_\_\_\_. **Três convicções fundamentais na prática do apoio à decisão**. Florianópolis, ENE/UFSC, 1995b. (Apostila do Curso Metodologias Multicritérios de Apoio à Decisão).

\_\_\_\_\_. **O que entender por tomada de decisão multicritério ou multiobjectivo?**. Florianópolis: ENE/UFSC, 1995c. (Apostila do Curso Metodologias Multicritérios de Apoio à Decisão)

BARROS, Aidil de Jesus Paes de; LEHFELD, Neide Aparecida de Souza. **Projeto de pesquisa: propostas metodológicas**. Petrópolis: Vozes, 1999.

BOCLIN, A. S. C. **Método De Apoio À Decisão Na Avaliação De Impactos Ambientais Utilizando Lógica Fuzzy**. Florianópolis, UFSC, 2003. (Dissertação de Mestrado)

BRÜSEKE, Franz J. O Problema do Desenvolvimento Sustentável. In: CAVALCANTI, C. (Org.). **Desenvolvimento e natureza: estudos para uma sociedade sustentável**. São Paulo: Cortez, 1995.

BUENO, Maria do Carmo Dias. **Utilização de redes de dependência e lógica nebulosa em estudos de avaliação ambiental**. 2003. Dissertação (Mestrado) Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

CÂMARA, Ibsen de Gusmão. **Plano de ação para a mata atlântica**. Fundação SOS Mata Atlântica. 1991. p 35

CÂMARA, João Batista Drumond. **Análise da área de proteção ambiental da bacia do rio São Bartolomeu, como instrumento de planejamento e gestão ambiental**. Brasília, UNB 1993. (Dissertação de Mestrado)

CARUSO JUNIOR, Francisco. **Mapa geológico da Ilha de Santa Catarina**: texto explicativo e mapa. Porto Alegre: Ceco, 1978. 28p.: il. ; 28cm- Escala 1:100.000

CAVALCANTI, Clovis (Org.). **Meio ambiente, desenvolvimento sustentável e políticas públicas**. 4. ed. São Paulo: Cortez, 2002.

\_\_\_\_\_. **Desenvolvimento e natureza**: estudo para uma sociedade sustentável. 4. ed. São Paulo: Cortez, 2003.

CAZARINE, Edson Walmir. **Processo de tomada de decisão multicritério**. São Paulo: USP, 2000.

CERVO, A. L.; BERVIAN, P. A. **Metodologia científica**. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1983.

CHEVALIER, S.; et al. **User guide to 40 Community Health Indicators**. Community Health Division, Health and Welfare Canada, Ottawa, 1992.

CHIZZOTTI, A. **Pesquisa em ciências humanas e sociais**. 2. ed. São Paulo. Cortez, 1995.

CIÊNCIA HOJE, Vol. 6 N° 33 Julho de 1987.

CONSTANZA, R. The ecological economics of sustainability: investing in natural capital. In: GOODLAND, R. et al (Ed.). **Environment sustainable economic development**: building on brundtland. World Bank, 1991. 85 pp. mimeo

CONSTANZA, R.; SEGURA, O.; MARTINEZ-ALIER, J. **Getting Down to Earth**: practical applications of ecological economics. Washington, DC (USA): Island Press, 1996. 472 p.

COX, E. (1994). **The Fuzzy Systems Handbook: A Practitioner's Guide to Building, Using, and Maintaining Fuzzy Systems**, A.P Professional.

DESLANDES, Suely F. et al. **Pesquisa social**: teoria, método e criatividade. Maria Cecília de Souza Minayo (organizadora). Ed. Vozes, Petrópolis, 2000.

DIEGUES, Antonio Carlos S. **Populações tradicionais em unidades de conservação**: o mito moderno da natureza intocada. São Paulo: Núcleo de Pesquisa sobre Populações Humanas e Áreas de Úmidas do Brasil, 1993. (Série: Documento e Relatórios de Pesquisa, 1).

ENSSLIN, L.; MONTIBELLER, G. N.; NORONHA, S. M. **Apoio à decisão**: metodologias para estruturação de problemas e avaliação multicritério de alternativas. Florianópolis: Editora Insular, 2001. 296 p.

GALLOPÍN, G. C. Environmental and sustainability indicators and the concept of situational indicators. A system approach. **Environmental Modelling & Assessment**. n.1, p. 101-117, 1996.

GARVEY, William D. **Communication**: the essence of science. Oxford: Pergamon, 1979. Ciberespaço. São Paulo: Loyola, 1998.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 1991.

GODOY, A. S., Introdução a pesquisa qualitativa e suas possibilidades. **ERA**, São Paulo, v. 35, n. 3, p. 21-29. 1995.

GUIMARÃES, R. P. **Do desenvolvimento (in) sustentável à sociedade sustentável**. In: RIO 92 - 5 anos depois. Rio de Janeiro: FASE, 1997.

HAMMOND, A. et al. **Environmental Indicators: A systematic approach to measuring and reporting on environmental policy performance in the context of sustainable development**. Washington, D.C.: World Resources Institut, 1995.

IBAMA. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente. Quadro-Síntese da Legislação referente a Unidades de Conservação. Disponível em: <http://www2.ibama.gov.br/unidades/geralucs/legislacao/coletanea/>. Acesso em: fev. 2004.

IBAMA/FUNATURA. **Sistema nacional de unidades de conservação-SNUC**. Brasília: IBAMA, 1989. 79p.

IGLESIAS, Francisco José Súnier. **Glossário de ciência ficcion**. Disponível em: <<http://www.ciencia-ficcion.com/glosario/index.html>>. Acesso em: 13 abr. 2002.

IPHAN - Instituto do Patrimônio e Artístico Nacional. Disponível em: <[www.iphan.gov.br](http://www.iphan.gov.br)>. Acesso em: 13 abr. 2002.

IUCN/UNEP/WWF. **World Conservation Strategy: living resource conservation for sustainable development**. Gland, Switzerland & Nairobi, Kenya: International Union for Conservation of Nature and Natural Resources (IUCN), United Nations Environment Programme (UNEP) & World Wildlife Found (WWF), 1980.

JANIKOW, C. Z. Fuzzy decision trees: Issues and Methods. **IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics**, v. 28, n. 1, p. 1-14. 1998.

JOÃO, Cristina Gerber. **Valoração do meio ambiente**. Um estudo de caso: O parque do Rio Vermelho. 1997. 118 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Centro tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina Florianópolis.

KLEIN, Roberto Miguel. **Mapa Fitogeográfico do Estado de Santa Catarina**. Itajaí, 1978.

KOTHARI, Ravi; DONG, Ming. Look-Ahead Based Fuzzy Decision Tree Induction. **IEEE Transactions on Fuzzy Systems**, v. 9, n. 3, p. 461, jun. 2001.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Metodologia do trabalho científico**. São Paulo: Atlas, 1991.

LUNA, Sergio Vasconcelos de. **Planejamento de pesquisa**: uma introdução. São Paulo: EDUC, 1997.

MAMDANI, E.H; ASSILIAN, S. An experiment in Linguistic synthesis with a Fuzzy Logic Controller. IEE trans. **Internat. J. Man-Machine Studies**, v. 7, n. 1, p. 1-13, 1975.

MARX, Karl. **O Capital**. 2. ed. São Paulo: Nova Cultura, 1985. (Os Economista).

MEADOWS, D. et al. **The Limits to Growth**. London: Potomac, 1972.

MELLO, Renato. **Custos ambientais de agroecossistemas da cana-de-açúcar**. 1997. Tese(Doutorado em Engenharia Ambiental) – Universidade de São Paulo, São Paulo.

MILANO, Miguel Serediuk; BERNARDES, Ângela Tesinari; FERREIRA, Lourdes M. **Possibilidades alternativas para o manejo e o gerenciamento das unidades de conservação**. Brasília: IBAMA/PNMA, 1993. 125 p.

MONTIBELLER, Gilberto Neto. **Mapas cognitivos**: uma ferramenta de apoio à estruturação de problemas. 1996. 205 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

MUEHE, D.; CARUSO JR., F. Batimetria e algumas considerações sobre a evolução geológica da Lagoa da Conceição, Ilha de Santa Catarina. **Geosul**, v.7, n. 4, p32-44, 1989.

MUNASINGHE, M.; MCNEELY, J. Keys concepts and terminology of sustainable development. In: MUNASINGHE, Mohan; SHEARER, Walter (Eds.). **Defining and**

**measuring sustainability: the biogeophysical foundations.** Washington, D.C.: The United Nations University & The World Bank, 1995.

ODEBRECHT, C.; CARUSO JUNIOR, F. **Hidrografia e matéria particulada em suspensão na Lagoa da Conceição, Ilha de Santa Catarina.** Rio Grande: Atlântica, 1987, p. 83-104. v. 1.

PORTO FILHO, E.; S.J. Dutra & C.M.N. Panitz. 1997. **Parâmetros morfológicos da Lagoa da Conceição, Ilha de Santa Catarina,** SC. VI Congr. Bras. Limnol. CBL 97. P. 385.

PRABHU, Ravi; Mendoza, G. A. Fuzzy methods for assessing criteria and indicators of sustainable forest management. **Ecological Indicators**, v. 3, n. 4 , p. 227-236, jan. 2004.

Pronk, J.; ul Haq, M. **Sustainable Development: from concept to action.** The Hague Report. New York: United Nations Development Programme, 1992.

RICARDO, Ricardo. **Princípios de economia política e tributação.** São Paulo. Ed. Abril Cultural. 1984. (Coleção os Pensadores).

RICHARDSON, Roberto Jarry. **Pesquisa social: métodos e técnicas.** 3. ed. São Paulo: Atlas, 1999.

ROSÁRIO, Lenir Alda. **As aves em Santa Catarina: distribuição geográfica e meio ambiente.** Florianópolis: FATMA, 1996.

ROY, B. Decision-aid and decision making. In: BANA e COSTA (Ed.) **Readings in Multiple Criteria Decision Aid.** Berlin: Springer, 1990.

SANTELLLO, R. **Método de apoio à decisão na avaliação de impactos ambientais utilizando lógica Fuzzy.** Florianópolis: UFSC, 2004.

SACHS, I. Desenvolvimento sustentável, bio-industrialização descentralizada e novas configurações rural-urbanas: os casos da Índia e do Brasil. In: Vieira, P. F.; Weber, J. (Orgs.) **Gestão de recursos naturais renováveis e desenvolvimento: novos desafios para a pesquisa ambiental.** São Paulo: Cortez, 1997.

SHAW, I. S.; SIMÕES, M. G. **Controle e modelagem FUZZY.** São Paulo: FAPESP. 2002, 165p.

SILVA, Edna Lúcia da; MENEZES, Estera Muszk. **Metodologia da pesquisa e elaboração da dissertação.** 3. ed. Florianópolis: LED/UFSC, 2001.

SMITH, Adam. **A riqueza das nações**: investigação sobre sua natureza e suas causas. São Paulo: Abril Cultural, 1983, Livro I (Col. Os Economistas).

SOARES, Ronaldo Viana. **Incêndios florestais controle e uso de fogo**, Curitiba-Pr 1985, p. 2.

SORIANO-SIERRA, E.J. Observações ecológicas da fauna de invertebrados das marismas da Lagoa da Conceição, SC, Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOLOGIA, 14. 1987. Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: [s n], 1987. p. 160.

\_\_\_\_\_. **Ecosistemas de Marismas da Lagoa da Conceição**. II. A fitocenosis. ACIESP n. 2, p. 142-149, 1990.

SOUZA, Luciano C. **Desenvolvimento de Metodologia para o zoneamento ecológico de Unidade de Conservação**. 2003. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

TROYA, José Maria Cotta, Carlos and Alba, Enrique. **Evolutionary design of fuzzy logic controllers**. Proceedings of the 1996 IEEE International Symposium on Intelligent Control Dearborn, MI. September, v. 15-18, p. 127-132, 1996.

TURGOT. **Reflexões acerca da formação e distribuição das riquezas**. São Paulo: Global, 1978.

UFSM - Universidade Federal de Santa Maria. **Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado de Santa Catarina**. Santa Maria: Imprensa Universitária, 1973. v 1 e 2.

VANDERPOOTEN, D.; ROY, B. The European School of MCDA: emergence, basic features and current works. **Journal of Multicriteria Decision Analysis**, v. 5, 1996.

VIEDERMAN, S. **A sustainable society**: what is it? How do we get there? Poynter Center, Indiana University, 1992. 24 p. mimeo.

WALLAUER, Martha Tresinari Bernardes. **Sistema de unidades de conservação federais no Brasil**: Um estudo analítico de categorias de manejo. 1998. [227] f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

WEHENKEL, Louis; OLARU, Cristina. A complete fuzzy decision tree technique. **Fuzzy Sets and Systems**, Elsevier, n. 138, p. 221–254, 2003.

WORLD Commission on Environment and Development. **Our Common Future**. Oxford and New York: Oxford University Press, 1987.

ZADEH, L. A. **Fuzzy sets. Information and Control, 8.** USA: 1965. p. 338-353.

ZIMMERMANN, H. J. **Fuzzy set theory – and its applications.** 3. ed. Kluwer Academic Publishers. USA. 1996.

ZUFFO, A. C. **Seleção e aplicação de métodos multicriteriais ao planejamento ambiental de recursos hídricos.** 1998. 302 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil). São Carlos: Universidade de São Paulo.

**ANEXO**

## ANEXO A - Planejamento estratégico do Parque

### PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO DO PARQUE

Neste anexo é apresentado uma síntese do planejamento estratégico do Parque do Rio Vermelho.

#### 1 Justificativa

A extensa área do parque foi alvo de tentativas de apropriação privada desde as primeiras divisões de terras na região. O Estado de Santa Catarina conseguiu garantir a posse pública de parte da restinga delimitando a área do parque pela localização de plantação de espécies exóticas, ainda que para isto tivesse que manter o ecossistema em estado de alteração ambiental acentuado.

A área pública da restinga, e da mata atlântica que compõe o parque, tem diversos ecossistemas em estados de conservação também variados. Alguns ecossistemas tem características que indicam a necessidade de preservação, outros podem ser recuperados para uma aproximação a estados de clímax de ecossistemas naturais, sendo que existem extensas áreas que podem ser disponibilizadas para usos mais intensivos de lazer e educação.

O planejamento estratégico do parque do Rio Vermelho visa gerar as bases para a definição da direção de desenvolvimento desejada, dos objetivos, das metas e métodos de trabalho. O estudo teve início, na análise do estado atual em que o parque se encontra e principalmente no entendimento do que a sociedade e os responsáveis pela gestão do parque desejam.

Este planejamento busca combinar a disponibilização de recursos ambientais para uso humano com a proteção e recuperação de ecossistemas preciosos em termos ambientais. Vislumbra-se um parque temático de ecologia.

Com uma das mais belas praias do Brasil ao leste e a magnífica orla da Lagoa da Conceição a oeste, este parque humanizado e capacitado com equipamentos adequados, tem evidente potencial de oferecer lazer e a educação ambiental, induzir turismo, implementar desenvolvimento econômico regional e ainda melhorar a qualidade de vida da população da grande Florianópolis.

## 2 Metodologia e Equipe Executora

Para a elaboração do planejamento foi constituída uma equipe multidisciplinar, cujos participantes têm formação em áreas relacionadas ao manejo de recursos ambientais, à engenharia e à administração. Participaram da equipe de elaboração, além deste doutorando que coordenou os trabalhos, os administradores do parque, um biólogo – Luciano Costa (mestre em Engenharia de Produção, na época mestrando), um mestre em botânica - Jasper José Zanco (professor da UNISUL e doutorando em Engenharia de Produção), um engenheiro ambiental com formação também em administração – Sandro Medeiros (mestre em Engenharia de Produção, na época mestrando), um engenheiro florestal – André de Siqueira Campos Boclin (mestre em Engenharia de Produção, na época mestrando) e um doutor em ciências da engenharia ambiental – Renato de Mello (professor da UFSC e UDESC, orientador deste doutorando e coordenador do grupo de pesquisa).

O grupo se reuniu durante os quatro primeiros meses do ano de 2003, seguindo procedimentos de *brainstormings* e *workshops* para definição objetivos e metas, missão e visão, análises internas e externas de pontos fracos e fortes, de questões estratégicas, de estratégias, ações e projetos, e finalmente as sugestões de sistemas de gestão e de operações de manejo que devem ser projetadas.

A referência para a estruturação do planejamento de ações que envolvem o zoneamento de áreas de preservações e conservações de ecossistemas foi a do “Roteiro metodológico para o planejamento de unidades de conservação de uso indireto”, elaborado pelo IBAMA.

## 3 Temática do parque

A temática que mais se aproxima daquilo que se mostrou consensual entre as indicações oriundas da CIDASC e das opiniões da equipe, foi a que o parque deve ser referenciado por um termo que contenha uma orientação global da direção de sua gestão. O termo sugerido é “Ecologia”.

#### **4 Missão**

“Humanizar o parque, proporcionando lazer, educação ambiental e preservação da natureza”.

#### **5 Visão**

“Parque urbano, de temática ecológica: a referência de Florianópolis”.

#### **6 Diagnóstico e Planejamento Estratégico**

Esta etapa visa à realização de um diagnóstico e de um planejamento estratégico para o Parque com enfoque ambiental, de modo a determinar as ameaças ao seu desenvolvimento (ou eventualmente a sua própria existência) e identificar as oportunidades que podem colaborar para o seu crescimento.

A realização da fase de diagnóstico dos problemas, inclusive os ambientais, do Parque foi de suma importância para o planejamento, pois se verificou a sua situação atual e, sobretudo para que fosse possível identificar os possíveis ganhos e vantagens que serão obtidos com a adoção de medidas adequadas de administração.

As ameaças ao Parque foram identificadas após a análise do ambiente externo, sendo a vulnerabilidade e potencialidade identificadas após a análise do ambiente interno. Com base nas informações levantadas e com observância das políticas do Parque foi iniciado o processo de planejamento estratégico do Parque.

O processo estratégico é caracterizado pela aplicação de técnicas capaz de permitir, com a maior precisão possível, que sejam escolhidas as linhas de ação de atuação do parque e, em função dela, sejam fixados os objetivos e metas. Utilizando os dados e informações disponíveis, relacionados aos ambientes internos e externos, analisando-os em conjunto com os interesses da administração do parque, delineou-se cenários de previsão de como será o parque no futuro. Trata-se na realidade de um exercício de futurologia, que tenta criar futuros possíveis a partir de dados e das incertezas atuais. Definido o cenário mais adequado, devem ser estruturados e assegurados os recursos materiais e humanos para as equipes de trabalho, para que, com base nas ações do presente, seja possível perseguir metas e construir aquele futuro pretendido, mais conveniente para o parque.

As variáveis que foram identificadas e mapeadas para a realização das análises estratégicas são:

## **7 Variáveis externas**

Identificação de dados externos ao Parque, mas que afetam suas atividades, e relacionamento das vulnerabilidades e potencialidades do Parque.

### **▪ Políticas**

Decisões de governo e tendências de rumo;

Ações e iniciativas ambientais de governos estrangeiros;

Modificações na legislação existente ou em curso de preparação (federal, estadual e municipal);

Estímulos a melhorias e sanções;

Política ambiental do país;

Acordos internacionais assinados pelo país;

Definições de obras que afetem o Parque.

### **▪ Sociais**

Interesses da comunidade;

Atuação das ONGs;

Imagem do Parque junto à comunidade;

Pressões da comunidade;

Estrutura sócio-econômica e cultural do município e do estado.

### **▪ Econômicas**

Financiamentos subsidiados para parques;

Riscos de multas;

Parcerias com a iniciativa privada;

Parceria com órgão de governo;

Recursos a fundo perdido;

Economia da região;

Turismo

## **8 Variáveis internas:**

Refere-se a dados obtidos através de documentos e informações internas do Parque (relatos, estudos, medições, etc.)

### **▪ Recursos humanos**

Qualificação dos empregados;

Motivação e conscientização dos empregados;

Riscos para os empregados na eventualidade de um acidente;

Responsabilidade da CIDASC frente aos riscos;

Participação da diretoria da CIDASC nas soluções dos problemas.

### **▪ Recursos materiais**

Equipamentos de manutenção e segurança (atualizados ou obsoletos);

Recursos financeiros;

Recursos financeiros destinados para administrar o Parque;

Recursos financeiros disponíveis para implantação de um planejamento;

Recursos obtidos através dos serviços do Parque;

Existência de uma contabilidade de custos;

Interesses da CIDASC.

### **▪ Recursos ambientais**

Situação dos ecossistemas (antropizados, preservados ou conservados).

## **9 Análise do ambiente interno**

A análise do ambiente interno foi elaborada sob os aspectos de sua potencialidade e de sua vulnerabilidade. Foram montadas matrizes determinantes das questões estratégicas, compostas por sugestões de temas, e em seguida as questões foram ordenadas segundo pontuações oriundas do número de indicações recebidas.

### **▪ Potencialidades**

As potencialidades (pontos forte) estão ordenadas conforme o grau de importância:

1º) Qualidade das áreas conservadas

Existem ecossistemas em bom estado de conservação que deveriam ser preservados e conservados, até como centros de expansão e equilíbrio das áreas vizinhas. A presença de vegetação dificultou o acesso a áreas do parque, fato que manteve os ecossistemas pouco antropizados e contribuiu para manter a qualidade destas áreas até hoje.

2º) Flexibilidade de transformação dos ecossistemas

Pode-se esperar que nas áreas a serem desmatadas seja possível a regeneração de diferentes ecossistemas.

3º) Diversidade de ecossistemas

Em função da grande extensão do parque e devido ao fato de que este se encontra em posição privilegiada, localizada entre uma lagoa e a linha do mar, tem-se à disposição diversos ecossistemas que variam desde a mata atlântica (ombrófila densa) até dunas.

4º) Presença de praias, na lagoa e no parque

A praia do Moçambique e a Lagoa da Conceição são elementos constitutivos da restinga, tem apelo estético e ecológico de grande valor.

5º) Restinga

Os ecossistemas de restinga estão protegidos por legislação própria devido à sua importância ecológica e despertam interesse cultural.

6º) Localizado em Florianópolis

O potencial de ter um parque ecológico de restinga tão próximo a um centro urbano de uma cidade turística como Florianópolis é um fator muito importante.

7º) Recursos financeiros provenientes do corte de vegetação exótica

Os recursos iniciais podem já estar disponíveis imediatamente.

8º) Orientação de aptidão para uso

Em função dos muitos anos de existência do parque pode-se esperar que já exista um conhecimento preliminar por parte da comunidade local e de turistas que já freqüentaram o litoral norte da ilha.

9º) Grande extensão de áreas

A grande extensão da área do parque permite a diversidade de ecossistemas e de usos.

#### ▪ **Vulnerabilidades**

As vulnerabilidades (pontos fracos) estão ordenadas conforme o grau de importância:

1º) Existência de pinus e outras plantas exóticas

As plantas exóticas, em grandes extensões na restinga, são apontadas como principal fator de degradação dos ecossistemas.

2º) Escassez de recursos

A falta de recursos para a reforma e manutenção inicial do parque pode comprometer e degradar mais ainda os ecossistemas.

3º) Estado atual da fauna (desequilíbrio)

Nos ecossistemas plantados com espécies exóticas o desequilíbrio da fauna é evidente, dificultando a recuperação dos mesmos.

4º) Fragilidade das divisas e da rodovia

As divisas estão demarcadas, mas não cercadas convenientemente. A rodovia que corta gera pressões ambientais.

5º) Degradação do meio ambiente (mau uso)

O parque ainda é local considerado ermo por parte da população e alvo de depredações, despejo de lixo, abandono de animais domésticos e pista de lazer para veículos motorizados.

6º) Infraestrutura

A infraestrutura disponível atual é pequena frente às demandas.

### **10 Análise do ambiente externo**

A análise do ambiente externo foi elaborada sob os aspectos de suas oportunidades e ameaças. Também foram montadas matrizes determinantes das questões estratégicas, compostas por sugestões de temas, e em seguida as questões, também foram ordenadas segundo pontuações oriundas do número de indicações recebidas.

### ▪ Oportunidades

As oportunidades, como na análise do ambiente interno, estão ordenadas conforme o grau de importância:

#### 1º) Apoio governamental estadual e municipal

A manifestação de interesse na estruturação do plano diretor e na reforma do parque veio do governo estadual e tem apoio da prefeitura municipal de Florianópolis. As indicações são que o apoio será efetivo.

#### 2º) Apoio social (momento verde)

Vivemos um momento de forte motivação social para o equilíbrio ecológico. A região tem apelo positivo por dispor de recursos ecológicos para atração turística e de qualidade de vida.

#### 3º) Turismo

O turismo é atividade econômica relevante na região, com orientação para aspectos do meio ambiente.

#### 4º) Legislação

A legislação brasileira é considerada internacionalmente como boa para o meio ambiente.

#### 5º) Potencial de negócios

O parque pode ser um forte indutor de negócios na região. Mais negócios, mais arrecadação pública de impostos e taxas e melhores condições de vida para a população.

#### 6º) Recursos financeiros à fundo perdido

Existem incentivos fiscais e outros para empresas destinarem fundos para atividades como as propostas no parque.

#### 7º) Cultura de uso por agentes externos

Em função da função de uso que o parque já tem, é de se esperar que muitas pessoas, população local e turistas, já tenham o hábito de visitar o parque.

### ▪ Ameaças

As ameaças, como na análise do ambiente interno, estão ordenadas conforme o grau de importância:

#### 1º) Interesses privados

O parque vem sendo alvo de ambição privada desde sua constituição. Estas ameaças são perigosas e devem ser contidas, principalmente as tentativas de parcelamentos.

#### 2º) Instabilidade política

As mudanças nas diretorias de órgãos públicos com influência na gestão do parque podem dificultar e inviabilizar a reforma do parque.

#### 3º) Incêndios e depredações

Ações externas de vandalismo e acidentes podem causar grandes estragos.

#### 4º) Ocupações irregulares

Existe uma forte demanda pelo uso irregular das áreas do parque.

#### 5º) Legislação restritiva

Interesses contrários à disponibilização do parque para usos de lazer e educação podem intentar regulamentar restrições radicais.

#### 6º) Crises econômicas

A ocorrência de crises econômicas pode causar atrasos na reforma.

## 11 Questões Estratégicas

Foram definidas três questões estratégicas como sendo as principais:

Como viabilizar a reforma do parque?

Como recuperar, conservar e preservar os ecossistemas tendo em vista as pressões antrópicas?

Como tornar o parque sustentável ecologicamente, economicamente e socialmente?

Cada questão estratégica será em seguida detalhada e analisada quanto às estratégias possíveis como soluções e suas ações.

Determinação de estratégias, ações e projetos para a primeira questão estratégica: “Como viabilizar a reforma do parque?”

Essa questão estratégica procura estabelecer dar início ao empreendimento, identificando os pontos-chave para a viabilidade da reforma.

#### ▪ **Estratégias**

Atrair o apoio popular;

Buscar recursos técnicos;

Atrair o apoio político;

Buscar apoio institucional;

Buscar apoio econômico

#### ▪ **Ações**

a) Ações visando a estratégia “Atrair o apoio popular”

Esclarecer a população à respeito do plano;

Convencimento das lideranças dos diferentes setores e ONG´s envolvidas;

Retirada impactante de pinus.

b) Ações visando a estratégia “Buscar recursos técnicos”

Estabelecer parcerias com Universidades;

Estabelecer parcerias com OG´s e ONG´s.

c) Ações visando a estratégia “Atrair o apoio político”

Fazer campanha junto ao legislativo;

Fazer campanha junto aos diferentes escalões do governo;

Fazer campanha junto aos candidatos políticos;

Fazer campanha junto às lideranças comunitárias.

d) Ações visando a estratégia “Buscar apoio econômico”

Buscar apoio financeiro de órgãos de fomento (FBB, FNMA, BRDE, PETROBRAS,...);

Buscar apoio financeiro da iniciativa privada;

Buscar apoio financeiro governamental;

Buscar a receita financeira a ser obtida com o corte de pinus;

**▪ Projetos**

a) Esclarecer a população à respeito do plano:

Campanha publicitária (a ser realizada por empresa especializada).

b) Convencimento da liderança dos diferentes setores envolvidos:

Realização de palestras em organizações ambientalistas, de bairros, empresariais e universidades;

Organização de workshop's (presença dos representantes de organizações ambientalistas, de bairros, empresariais e universidades).

c) Retirada impactante de pinus:

Retirada de pinus ao longo da rodovia e nos acessos principais, prevendo recuperação e ajardinamento destas áreas;

Promover a mobilização popular (escoteiros, escolas,...) para realizar o corte de pinus jovens (possíveis de corte com facão).

d) Estabelecer parcerias com Universidades locais:

Formalizar convênios de cooperação nas áreas de botânica, entomologia, zoologia, engenharia, arquitetura, agronomia, administração, turismo e história/ arqueologia.

e) Estabelecer parcerias com OG's e ONG's:

Além de parceria com a FATMA, buscar convênios de cooperação técnica com IBAMA e FLORAM;

Estabelecer cooperação técnica com ONG's ambientalistas.

f) Fazer campanha junto ao legislativo:

Manter contato e obter apoio junto à câmara de vereadores, assim como da Assembléia Legislativa e Câmara dos Deputados.

g) Fazer campanha junto aos diferentes escalões do governo:

Reuniões de esclarecimento e palestras na CIDASC, Secretaria de Agricultura, SEDUMA e Prefeitura Municipal de Florianópolis.

h) Buscar a receita financeira a ser obtida com o corte de pinus:

Elaborar projetos específicos de ações de manejo.

i) Buscar apoio financeiro da iniciativa privada:

Fazer estudo de apoio financeiro, previsto em lei, da iniciativa privada.

j) Buscar apoio financeiro governamental:

Formalizar convênios de apoio financeiro com o governo do estado e Prefeitura Municipal de Florianópolis.

**Determinação de estratégias, ações e projetos para a segunda questão estratégica: “Como recuperar, conservar e preservar os ecossistemas tendo em vista as pressões antrópicas?”**

Essa questão estratégica procura estabelecer como concretizar a conservação e preservação dos ecossistemas do parque, tendo em vista a pressão antrópica pelo uso desordenado.

▪ **Estratégias**

Fazer um plano de manejo específico para cada área a ser preservada;  
Fazer um plano de manejo específico para cada área a se conservada;  
Fazer um plano de manejo específico para as áreas a serem recuperadas.

▪ **Ações**

a) Ações visando a estratégia “Fazer um plano de manejo específico para cada área a ser preservada”:

Identificar e caracterizar os ecossistemas candidatos a serem preservados;

Definir um programa de manejo para cada ecossistema a eleito ser preservado.

b) Ações visando a estratégia “Fazer um plano de manejo específico para cada área a ser conservada”:

Identificar e caracterizar os ecossistemas candidatos a serem conservados;

Definir um programa de manejo para cada ecossistema eleito a ser conservado.

c) Ações visando a estratégia “Fazer um plano específico para as áreas a serem recuperadas”:

Identificar e caracterizar os ecossistemas antropizados e alterados;

Definir um programa de manejo para cada ecossistema eleito a ser recuperado.

### ▪ **Projetos para os ecossistemas a serem preservados**

Para a caracterização dos ecossistemas, primeiramente são definidos os critérios utilizados para seleção dos ecossistemas e suas áreas de abrangência. Estes critérios indicadores servirão para classificar o estado de conservação de cada ecossistema, segundo suas características, indicando a necessidade ou não de preservação dos mesmos. Isto permite selecionar quais ecossistemas e áreas de abrangência estão mais aptos para entrar no programa específico de preservação.

Os critérios adotados nesta etapa compõem os índices individuais ambientais de vulnerabilidade, fragilidade e sensibilidade. Estes índices são referenciados na literatura como eficientes para este tipo de análise ambiental, por trabalhar com uma grande quantidade de variáveis bióticas, abióticas, representar com fidelidade às condições reais atuais dos ecossistemas e considerar pressões e impactos antrópicos.

Após a definição das sugestões de quais ecossistemas e suas áreas devem ser preservados, são estipulados os programas de sistemas de gestão e operações de manejo, com seus respectivos sub-programas para cada ecossistema eleito.

#### Programa de manejo para os ecossistemas a serem preservados

O objetivo desta ação é proporcionar subsídios para a preservação e o manejo ambiental dos ecossistemas. Este programa é composto pelos sub-programas de conhecimento, pesquisa científica, de monitoramento ambiental, educação ambiental a serem desenvolvido no parque.

##### a) Sub programa de conhecimento

Este sub programa tem como objetivo fornecer condições e determinar orientações de controle e regulamentos para pesquisas sobre os recursos naturais e culturais do parque, proporcionando subsídio para a preservação e manejo dos recursos. As regulamentações devem obedecer no mínimo às legislações pertinentes, contendo também as questões relacionadas aos aspectos ambientais (pressões) e impactos que cada ecossistema a ser preservado pode suportar e em que condição temporal.

##### b) Sub programa de pesquisa científica

Elaborar regulamento para as pesquisas que vierem ser desenvolvidas no parque.

##### c) Sub programa de monitoramento ambiental

O monitoramento ambiental das áreas de preservação serve aos propósitos do controle e proteção dos ecossistemas, como também podem ser combinadas com pesquisas científicas. As orientações gerais de monitoramento das áreas de preservação devem contemplar políticas sensoriamiento e verificações, de avaliações e de análises.

Projetar sistema operacional e aquisição de equipamentos de manutenção e controle de fenômenos e alterações nos ecossistemas, bem como de fiscalização, de acompanhamento de visitação, de ações da administração, de manutenção e de pesquisa.

#### d) Sub programa de educação ambiental

Os aspectos relacionados à educação ambiental têm relevância acentuada na definição dos ecossistemas e serem preservados, em função da proximidade a Florianópolis e também em razão das próprias características, já em parte conhecidas, dos ecossistemas que compõem o parque. A combinação de educação com preservação deve ser estudada e planejada para que as ações sirvam aos dois propósitos:

Elaborar regulamento visando a orientação dos visitantes;

Facilitar o acesso por meio de trilhas.

#### Programa de manutenção e proteção

O objetivo deste programa é o bom funcionamento do parque, fornecendo a política e estrutura necessária para segurança dos visitantes, para a defesa e preservação dos ecossistemas, bem como de manejo de manutenção da biota.

O programa contemplar a defesa dos limites dos ecossistemas preservados, tanto para que o ecossistema não sofra pressões, quanto para garantir que não ocorram acidentes fora do controle envolvendo elementos oriundos da área de preservação.

A manutenção das áreas de preservação deve ter programa próprio, visando o controle de flora e fauna exóticas, carreiros para proteção de incêndios, trilhas para visitas de educação e pesquisas, recuperação de áreas danificadas e outras ações.

#### a) Manutenção

Projetar e construir carreiros e trilhas;

Definir e adquirir equipamentos de manutenção florestal;

Definir e adquirir equipamentos para controle da fauna exótica.

#### b) Proteção

Projetar e construir cercas e contenções;

Projetar e construir torres de vigilância;

Projetar e construir sistema de sinalização;

Definir e adquirir equipamentos de proteção de incêndios;

Formar uma brigada de combate a incêndios.

Projetos para ecossistemas a serem conservados

A indicação de ecossistemas e áreas a serem conservadas deve contemplar três aspectos que são interligados. O ecossistema deve cumprir funções de proteção para os ecossistemas preservados, deve ser atenuante dos impactos oriundos das áreas de uso intensivo e também disponibilizar seus atributos para usos antrópicos de lazer e educação.

Os critérios para seleção dos ecossistemas e suas áreas de abrangência serão compostos por indicadores de estado, de capacidade de suporte e de demanda de utilização. O zoneamento oriundo das definições geradas por estes indicadores e índices ambientais de vulnerabilidade, fragilidade e sensibilidade, determina a regulamentação de uso e de manejo de cada área.

Após a definição dos critérios, são realizadas as fases de avaliações em campo, revisão dos critérios, geração das proposições e chamada para um workshop, que pode ser o mesmo referido anteriormente.

Programa de manejo para os ecossistemas a serem conservados

Os programas de manejo para a conservação das áreas devem ser específicos para cada tipo de ecossistema. Diferentemente dos ecossistemas a serem preservados, as áreas de conservação tem mais funções dependentes de ações entrópicas e conseqüentemente sofrem ações de manejo mais intensivas.

#### a) Sub programa de conhecimento

O sub programa de conhecimento pode ser mais flexível nas áreas de conservação, contemplando experimentos e instalações de equipamentos para pesquisa, mesmo porque a reforma e orientações de destinações de ecossistemas para evolução a estados de clímax (principalmente os limítrofes às áreas de preservação) serão realizadas em parte em condições experimentais.

O monitoramento ambiental das áreas de conservação deve ser mais intensivo e rigoroso que aquele das áreas de preservação, em função da maior pres-

são antrópica. As ações de monitoramento serão definidas segundo políticas de controle de cada ecossistema e de atributo disponibilizado para uso antrópico.

b) Sub programa da pesquisa científica

Elaborar regulamento para as pesquisas que vierem ser desenvolvidas no parque.

c) Sub programa do monitoramento ambiental

Projetar sistema operacional e aquisição de equipamentos de manutenção e controle de fenômenos e alterações nos ecossistemas, bem como de fiscalização, de acompanhamento de visitação, de ações da administração, de manutenção e de pesquisa.

b) Sub programa de educação ambiental

Os aspectos relacionados à educação são evidentemente mais importantes nas áreas de conservação, pois são limitados em áreas de preservação e menos relevantes nas áreas de uso intensivo. Este aspecto justifica em parte todos esforços na reforma e disponibilização do parque, tendo potencial para ser referência nacional de ecossistema de restinga. A política para este aspecto deve ser estruturada em conjunto com universidades regionais que se dedicam à educação ambiental.

Programa de manutenção e proteção

Os programas de operações de manejo dos recursos de conservação são mais complexos, pois envolvem todos aspectos da preservação e mais aqueles do uso intensivo. Além da extensão e apropriação das políticas de segurança e manutenção definidas para áreas de preservação para as áreas de conservação, devem ser estudadas e definidas políticas para cada atividade, pressão, impacto e controle do sistema que envolva ação antrópica. As atividades de uso mais intensivo dentro das áreas de conservação, tais como trilhas, pesca, bares e restaurantes, aluguel de equipamentos de lazer (cavalos, caiaques, bicicletas...) devem receber atenção particular, cada qual com sua política própria de implementação, segundo a capacidade de suporte do ecossistema.

a) Manutenção

Projetar e construir carreiros e trilhas;

Definir e adquirir equipamentos de manutenção florestal;

Definir e adquirir equipamentos para controle da fauna exótica.

b) Proteção

Projetar e construir cercas e contenções;

- Projetar e construir torres de vigilância;
- Projetar e construir sistema de sinalização;
- Definir e adquirir equipamentos de proteção de incêndios;
- Formar uma brigada de combate a incêndios.

▪ **Projetos para ecossistemas antropizados e alterados**

A identificação dos talhões plantados com espécies exóticas já está realizado. A tarefa agora é definir critérios de avaliação de estado dos ecossistemas para a vegetação (espécie, idade, DAP, valor comercial, epífitas, etc.), para insetos, fauna, microbiologia do solo, geomorfologia, lençol freático, canais e outros elementos relevantes. Nos locais onde ocorreram dispersões acidentais de espécies exóticas, que geraram pressões sobre a estrutura original, devem ter seus critérios próprios.

As pesquisas de campo visam classificar as áreas e facilitar o zoneamento do parque, gerando mapas de aptidões.

As aptidões são possibilidades de destinações que os ecossistemas suportam, ou que segundo suas características ecológicas e de localização teriam melhores possibilidades de recuperação ambiental.

Na seqüência à geração das sugestões deste zoneamento o material deve seguir para o *workshop* para que seja conhecido e receba implementações.

▪ **Programa de manejo para os ecossistemas eleitos a serem recuperados.**

a) Definir políticas ambientais e planos de manejo para fauna silvestre/aquática, bem como política e ações de controle de fauna exótica

Projetar e construir cercas nas divisas do parque e na rodovia;

Firmar convênios com associações de proteção aos animais e secretaria de saúde (setor de controle de zoonoses) para recebimento dos animais exóticos abandonados no parque.

b) Definir plano de manejo da flora

Definir política de controle da flora exótica;

Definir política de recuperação das condições naturais da área;

Definir plano de manutenção da flora recuperada.

c) Definir sistemas de proteção aos ecossistemas

Definir regulamentação e ações de controle de águas subterrâneas e superficiais;

Definir plano de proteção para dunas, praias e orla;

Projetar e construir cercas e contenções;

Projetar e construir torres de vigilância;

Projetar e construir sistema de sinalização;

Definir e adquirir equipamentos de proteção de incêndios;

Formar uma brigada de combate a incêndios.

**Determinação de estratégias, ações e projetos para a terceira questão estratégica: “Como tornar o parque sustentável, ecologicamente, economicamente e socialmente?”**

Essa questão estratégica procura estabelecer um grande desafio, que o de tornar o parque sustentável sob os aspectos ecológico, econômico e social.

▪ **Estratégias**

Humanizar o Parque;

Implantar um sistema de gestão;

Induzir atividades econômicas que gerem sustentabilidade econômica para o parque e região.

▪ **Ações**

É a própria idéia de integrar o parque, através dos diferentes modos de uso, às pessoas, e para tal, cada ação deverá ser contemplada com:

Uma análise da demanda;

Projetos específicos para cada área;

Infraestrutura necessária;

Análise de custos e benefícios de cada projeto.

a) Ações visando a estratégia “Humanizar o Parque”

Disponibilizar o parque para usos de lazer, turismo, educação e pesquisa lazer e turismo;

Tornar o parque um centro de exposições e eventos;

Capacitar o parque com equipamentos seguros e receptivos (sinalização).

b) Ação visando a estratégia “Implantar um sistema de gestão”

- Definir uma política de gestão;
- Tornar a gestão participativa;
- Constituir um sistema de administração com autonomia.

c) Ações visando a estratégia “Induzir atividades econômicas que gerem sustentabilidade econômica para o parque e região”

- Estabelecer parcerias com a comunidade local;
- Cobrar pelos serviços do parque;
- Identificar e propiciar investimentos.

#### ▪ **Projetos para lazer e turismo**

Disponibilizar o parque para usos de lazer e turismo, educação e pesquisa.

As ações que visam disponibilizar o parque para usos intensivos de lazer, educação ambiental e pesquisa devem receber atenção de projetos específicos, quer sejam de arquitetura, de engenharia civil, de engenharia ambiental, de serviços especializados em turismo e lazer, de interpretação e educação ambiental, de educação física, de terapia ocupacional e de fisioterapia e demais conhecimentos aplicados.

Os detalhamentos dos projetos devem ser elaborados por equipes especialistas na área, conforme descrito no parágrafo anterior, ouvidos os interessados principais (potenciais usuários), que ajudarão definir as linhas gerais (partido) do que se pretende com as atividades.

##### a) Projetar e construir um centro esportivo

Este centro esportivo deve atender principalmente às demandas das duas vilas, no que refere a atividades de práticas regulares de esportes para a população, como também oferecendo condições às aulas de educação física para escolas e ao lazer esportivo de fins de semana. Os centros devem ser dimensionados para abrigar ainda os visitantes de outras localidades durante as férias escolares. Sugere-se que a construção e manutenção devam ser em parceria com a Prefeitura Municipal, haja vista que a estrutura visa atender principalmente as comunidades locais. Além de quadras e campos, os centros devem dispor de iluminação para jogos noturnos, bebedouros, banheiros, telas e redes de proteção, bem como de equipamentos apropriados à cada prática esportiva.

Quadras poliesportivas;

Quadras de tênis;  
Campos de futebol;  
Canchas de bocha.

b) Projetar e construir um centro de esportes radicais.

Este projeto visa atender aos usuários de esportes radicais, que demandam áreas extensas e equipamentos especiais. O público destes esportes é composto principalmente por jovens e por esportistas cujas atividades envolvem habilidades extraordinárias. A região de Florianópolis está sendo procurada por turistas e atletas adeptos dos esportes radicais, por oferecer condições naturais desejáveis para algumas práticas. Com a criação deste centro Florianópolis ampliará a oferta de suportes para esportes radicais que demandam equipamentos apropriados. O público alvo é composto pela população regional e por turistas.

Pistas especiais para *skate* e correlatos;  
Pista de bicicross;  
Velódromo;  
Arvorismo;  
Escalada.

c) Projetar e construir diversas trilhas para pedestres, com graus de dificuldades variados, dotadas de infra-estrutura de suporte e segurança.

As caminhadas ecológicas por trilhas são atividades que vêm tendo grande adesão por toda a população. Além de serem saudáveis, elas geram prazer e despertam interesses na natureza. As trilhas podem ainda proporcionar um importante papel na educação ambiental. O público alvo é toda a população da Grande Florianópolis, acrescida dos turistas. A demanda é diversa em termos graus de dificuldade e de extensão, variando desde a terceira idade até esportistas.

Volta ao parque;  
Trilhas locais;  
Passeios assistidos para terceira idade e para crianças;  
Trilhas radicais;  
Trilhas ecológicas;  
Acesso ao jardim botânico;  
Passeio pelas praias;  
Acesso as oficinas líticas e sambaquis.

d) Projetar e construir ciclovias ao longo da estrada e no parque.

O ciclismo é uma prática muito difundida e apreciada por toda a população da grande Florianópolis, ainda que a região tenha carência em infra-estrutura apropriada para a essa prática. Este projeto visa atender desde aqueles que querem se divertir com suas bicicletas nos fins-de-semana até os adeptos do esporte.

Aproveitar as laterais da rodovia que corta o parque para a construção de uma pista de velocidade;

Construir um velódromo combinado com a pista de velocidade;

Construir outras pistas menores, no interior do parque, adequadas para passeios ciclísticos, com leito em grama.

e) Projetar e construir trilhas para passeios a cavalo.

O hipismo, atualmente, já é uma prática regular no parque, ainda que restrita a uma pequena área. O projeto deve contemplar a implantação de pistas exclusivas para cavalos, para que se possa ter passeios e mesmo atividades esportivas em extensões. Existem criadores nos arredores do parque que alugam cavalos para passeios, que de forma semi-clandestina adentram dunas e áreas públicas danificando-as. Neste projeto estes criadores, e outros que se interessarem, se responsabilizam pela implantação e manutenção das trilhas, oferecendo serviços e contribuindo para a manutenção geral do parque.

f) Projetar e construir bases para windsurf e barcos a vela, delimitando a área para a sua prática.

A prática de *windsurf*, *kite* e barcos a vela já é difundida na Lagoa da Conceição e na praia do Moçambique, atraindo mais turismo. Este projeto amplia os locais de base para partida e chegada dos esportistas, oferecendo condições ainda para o prendizado (Lagoa).

g) Projetar e construir base para aluguel de caiaques e barcos a remo.

As embarcações a remo oferecem lazer e esporte com grande interação ambiental. Este projeto incentiva aqueles que possuem equipamentos a usá-los na lagoa e busca oferecer o aluguel para uso ocasional e turístico. A implantação de infra-estrutura (trapiches, banheiros, locais de guarda) e sua manutenção devem ser arcadas por quem for oferecer estes serviços.

h) Delimitar área para banhos e mergulhos na lagoa, com infra-estrutura de apoio

Os baixios da orla da lagoa são apropriados para banhos e mergulhos, pela qualidade da água e da areia do fundo. Este projeto visa delimitar áreas, fora daquelas de preservação ambiental e de uso para embarcações, onde possam

quelas de preservação ambiental e de uso para embarcações, onde possam existir salva-vidas, infra-estrutura para lazer e de apoio (banheiros, vestiários, lanchonetes).

i) Projetar e construir infra-estrutura na praia de Moçambique

A praia de Moçambique é bela, extensa e perigosa para incautos. Atualmente tem uso intensivo de banhistas apenas na porção sul, onde recebe o nome de “Praia da Barra”. Este projeto visa ampliar o uso da praia para lazer e turismo, melhorando a segurança para banhistas, possibilitando o acesso a outros locais com estacionamentos e implementando atividades que ainda são incipientes (pesca e passeios).

Banhos - (salva-vidas, aluguel de cadeiras e de guarda-sóis);

Infra-estrutura para bares;

Pesca - (aluguel de equipamentos e venda de iscas);

Surf - (palanque e estrutura de suporte para campeonatos).

j) Projetar e construir infra-estrutura para churrascos e *pic-nics*

Este projeto visa oferecer condições apropriadas para que os visitantes possam fazer churrascos e *pic-nics*, em locais que disponham de equipamentos de suporte adequados. As sugestões são que sejam disponibilizadas áreas e equipamentos em locais próximos aos estacionamentos, nas infra-estruturas de apoio aos banhistas e trilhas, próximas aos centros esportivos e à praia.

Churrasqueiras;

Banheiros;

Mesas;

Pias;

Lixeiras.

k) Mais projetos

São esperados mais projetos quando passamos às fases seqüentes deste planejamento e quando forem ouvidos os potenciais interessados em cada atividade. As decisões sobre implantação ou não, e do grau de atendimento às demandas dos interessados, serão feitas segundo critérios de apropriação da atividade e da infra-estrutura em termos ecológicos, econômicos e sociais.

▪ **Projetos para educação e pesquisa**

O parque deve estar orientado para atender demandas sociais de educação ambiental e de pesquisa, conforme foi definido na Missão e Visão do parque.

a) Viabilizar condições para a implantação do CEMAVE – IBAMA

O Centro de Pesquisas para Conservação de Aves (CEMAVE) do IBAMA manifesta interesse, e já está em andamento acordo, para instalação de uma unidade deste centro no interior do parque. O centro estará voltado prioritariamente para aves marinhas e disponibilizará acesso a visitantes. Neste acordo de cooperação o parque está cumprindo objetivo de atender pesquisas e de educação ambiental.

b) Implantar aquário temático para biota das lagoas catarinenses

Este projeto, além de contemplar o lazer, contempla também a educação ambiental e pesquisas. Pretende-se oferecer ao público o contato visual e o fornecimento de informações sobre a biota aquática das lagoas de Santa Catarina. O objetivo deste projeto também é ampliar o conhecimento sobre características dos crustáceos e peixes que têm papel importante na economia regional, oferecendo ainda aos produtores e pescadores locais a oportunidade de acessar informações e treinamentos sobre o manejo destes ecossistemas.

c) Implementar e capacitar o CETRAS

O Centro de Tratamento e Recuperação Animal (CETRAS) hoje tem funcionamento incipiente e pode ser implementado. O projeto visa tratar, recuperar e oferecer condições para re-introdução de animais silvestres nos seus ecossistemas originais. O projeto visa ainda atender à educação ambiental e à pesquisa.

d) Implementar o viveiro de mudas

O viveiro de mudas existente hoje é pequeno para as demandas futuras de manejo do parque e precisa ser implementado, pois deve cumprir também o papel de fornecedor de mudas nativas de plantas que não tem apelo comercial mas têm demandas externas. A produção deverá ser quase toda experimental e cumprir papel de pesquisa.

e) Projetar e implantar um jardim botânico representativo do ecossistema da região

Os jardins botânicos sempre tiveram papel de muita importância na conservação, nos estudos de manejo e no conhecimento sobre a utilização sustentável do patrimônio genético de plantas. Na nova estrutura mundial globalizada, em que se patenteia seres vivos e que se lida com atribuição de valores maiores ao conhecimento, sobre biotecnologia por exemplo, a proteção ao nosso conhecimento tradicional e o desenvolvimento de pesquisas sobre plantas da região se torna fundamental para Santa Catarina.

Um jardim botânico de restinga é um projeto inovador no Brasil e cumpre papel educacional e de suporte para pesquisa. O público alvo de visitação é composto pela população regional à procura de lazer educativo, por estudantes, por turistas de bom nível cultural e pesquisadores.

Os propósitos de um jardim botânico podem ser múltiplos. Eles servem basicamente para conservação, propagação e pesquisa sobre plantas, sendo que a extensão de suas ações pode se dar na área de educação, da introdução e distribuição de plantas, de suporte para o equilíbrio ecológico da região, pode conter parques de lazer e ainda oferecer oportunidade para pesquisadores e cientistas aumentarem suas bases de conhecimento.

A definição do que é um jardim botânico é: jardim contendo coleções de plantas mantidas e ordenadas cientificamente, em geral documentadas e identificadas, e aberto ao público com finalidades de recreação, educação e pesquisa. A proposição de montagem de um jardim botânico no parque da Restinga do Rio Vermelho deve contemplar uma estratégia de especialização, que respeite as condições ecológicas locais e utilize as melhores capacitações dos recursos existentes em termos de solo, clima e ecossistemas originais.

A proposta mais evidente é da especialização em espécies e ecossistemas da planície litorânea da Santa Catarina, concentrando-se mais na flora local, auxiliando no seu inventário, avaliando o status de conservação e erosão genética de espécies ou populações, e estimando o valor potencial de espécies utilizadas como produtos agrícolas locais ou colhidas na natureza que têm relevância na economia local.

As prioridades para a conservação através dos jardins botânicos são:

#### Espécies Silvestres

Devem ser conservadas as espécies raras e ameaçadas, as economicamente importantes, aquelas necessárias para restauração ou reabilitação de ecossistemas (mangues, restingas,...), as espécies-chave (particularmente importantes na manutenção e estabilidade de ecossistemas) e as taxonomicamente isoladas (cuja perda seria grave do ponto de vista científico)

#### Espécies Cultivadas

Das espécies cultivadas, devem ser conservadas as de cultivo primitivo (land races) e as semi-domésticas

## Plantas de interesse econômico e prioritário para um jardim botânico

|  |                         |
|--|-------------------------|
| Medicinais e aromáticas                | Frutas                  |
| Fibras                                 | Óleos, ceras, taninos   |
| Legumes e verduras                     | Raízes                  |
| Ornamentais                            | Beberagens              |
| Tóxicas                                | Madeiras                |
| Madeiras combustíveis                  | Forrageiras e pastagens |
| Parentes silvestres de semi-domésticas | Especiarias             |

A montagem da estrutura de suporte e da manutenção de um jardim botânico demandam aporte de recursos. A estratégia de construir este jardim em passos sustentáveis, delimitando desde já uma área para sua implantação, pode ser concretizada por meio de acordos de cooperação interinstitucionais com entidades de pesquisa e da educação da região e de fomento da União.

A estrutura deve conter minimamente:

- Banco de sementes;
- Bancos ativos de germoplasma;
- Banco de plântulas;
- Coleções vivas *ex situ* e *in situ*;
- Registros e documentação.

f) Sinalizar as espécies da vegetação em todo o parque

Este projeto educativo visa ampliar a interpretação e educação ambiental, de forma mais difusa, fazendo com que os visitantes do parque tenham uma melhor interação com esse ecossistema.

g) Estruturar visitas orientadas aos ecossistemas protegidos

Os ecossistemas definidos como de proteção somente receberão visitas orientadas por guias competentes. O projeto destas visitas deve ser detalhado para cada ecossistema específico, considerando a sua capacidade de suporte e interesse despertado. A equipe de guias deverá ser composta por alunos bolsistas de nossas universidades.

h) Firmar convênio com a UFSC, visando a gestão dos sambaquis e das oficinas líticas

Os dois sambaquis e a área de oficinas líticas estão em estado de abandono e sujeitos a depredações. Um contato prévio com o Museu Universitário da Universidade Federal da Santa Catarina foi realizado, quando a direção do mesmo manifestou interesse na gestão destes sítios. Este projeto contempla a proteção dos sítios, a exibição de artefatos encontrados e explicações sobre os habitantes originais e sua cultura, bem como a montagem de estrutura demonstrativa de como são realizadas pesquisas arqueológicas.

i) Projetar e construir infra-estrutura para a educação ambiental

Este projeto visa dotar o parque de infra-estrutura para atender às visitas de escolas e grupos, bem como de dispor a sociedade, através de locação, de local apropriado para cursos e seminário voltados para a área ambiental.

Anfiteatro;

Salas de aula;

Equipamentos de áudio visual.

j) Projetar e construir infra-estrutura de apoio para a pesquisa

Este projeto visa dar condições aos pesquisadores de elaborarem suas pesquisas dentro do parque

Alojamento;

Guarda e operações de equipamentos.

▪ **Projetos para tornar o parque um centro de exposições e eventos.**

O parque possui um grande potencial para tornar-se um centro de exposições e eventos. Os projetos para exposições devem ser direcionados para a temática ambiental, de animais e plantas, podendo ser ainda de caráter cultural e científico. Os projetos para eventos devem contemplar suporte para shows e encontros ao ar livre, sendo capazes de recepcionar grande número de visitantes simultaneamente.

a) Firmar convênio com entidade, a AFHIR, ou outra, visando a implementação do centro de hipismo com implantação de baias e infra estrutura

A estrutura existente hoje no parque para prática de hipismo é incipiente e necessita de implementação. Esta proposta visa, através do estabelecimento de convênio com a Associação Florianopolitana de Cavaleiros de Hipismo Rural

(AFHIR) ou outras entidades afins, a implementação da infra-estrutura e da responsabilização da manutenção das pistas e do suporte para o centro de hipismo.

b) Projetar e construir pavilhões dotados de infraestruturas para exposição de animais e plantas

A região da Grande Florianópolis não dispõe de um grande centro para exposições de animais, plantas e eventos culturais ligados ao meio ambiente. Esta estrutura pode induzir e implementar o turismo associado a exposições, bem como ser suporte regional para feiras e eventos.

c) Dotar o parque de local para shows ao ar livre e festivais culturais  
Projetar e construir um grande jardim com concha acústica;

▪ **Projetos para capacitar o parque com infra-estrutura e equipamentos seguros e receptivos**

Esta proposta faz parte do projeto global de arquitetura e urbanismo do parque.

a) Projetar e construir dois pórticos de identificação e informações na rodovia e transformar a esta rodovia em uma Estrada Parque

O objetivo deste projeto é o de identificação e humanização do parque, principalmente para que os motoristas que transitam pela rodovia, tenham noção de que estão atravessando um parque, e que o trate como tal.

Construir passagem para animais;

Construir passagens preferenciais para as travessias das trilhas e ciclovias;

Instalar redutores de velocidade;

Construí locais para paradas;

Sinalizar dos acessos.

b) Melhorar o acesso ao trapiche da Costa da Lagoa e dotá-lo com equipamentos de proteção aos usuários

Este projeto visa melhorar as condições de embarque e desembarque no trapiche da Costa da Lagoa, assim como de transformar o local em ponto atrativo de turismo com o oferecimento de infra-estrutura de lazer.

c) Projetar e construir dois estacionamentos (um junto da futura administração do parque e outro próximo ao acesso norte da praia do Moçambique)

Este projeto é fundamental para o sucesso da humanização do parque. Os estacionamentos devem ser seguros e anexos à infra-estrutura de suporte aos visitantes.

d) Implantar um sistema de transporte interno no parque, visando limitar a movimentação de autos no interior do parque

A movimentação de veículos motorizados no interior do parque deve ser restrita ao mínimo necessário, sendo realizada de forma coletiva por meio de transporte que gere o menor impacto possível.

e) Melhorar o acesso norte à praia do Moçambique

Este projeto é parte do projeto global do sistema de transporte interno do parque. A proposta contempla a implantação de transporte coletivo exclusivo ao longo da via norte, que dá acesso à praia e ao Morro das Aranhas. O estacionamento norte, que deve conter também um terminal de ônibus (urbanos e de turismo), recebe os visitantes e disponibiliza transporte coletivo para a linha de praia, sendo este o único tipo de transporte motorizado autorizado, já que a via também deve ser compartilhada com cavalos e passeios a pé.

f) Projetar e construir um centro administrativo

Este projeto visa dotar o parque de uma infra-estrutura necessária para a sua administração e ao mesmo tempo dar condições para que os visitantes obtenham as informações necessárias para uma visita com segurança.

Infra-estrutura para administração;

Infoteca;

Sistema de informações ao público.

g) Implementar melhorias no camping

O Camping do Parque do Rio Vermelho, dentre os *campings* da grande Florianópolis, é um o mais freqüentado pelos turistas adeptos dessa prática. O projeto visa implementar melhorias, principalmente no atendimento às demandas de alimentação, cozinha e de bares.

h) Projetar e construir uma praça de alimentação, próxima do futuro centro administrativo, voltada para a culinária catarinense

Este projeto, além de proporcionar mais conforto aos visitantes do parque, visa também difundir a cultura da culinária catarinense.

A praça deverá ser dota de:

Sanitários;  
 Fraldário;  
 Sala de primeiros socorros  
 Música ambiente.

i) Implantar um sistema de barracas padronizadas

Este projeto além de possibilitar a venda de lanches, junto a praia do Moçambique e em pontos estratégicos, tais como: trilhas, centros esportivos , etc., visa também evitar construções que não venham de encontro com as características do parque.

j) Projetar e construir posto Salva Vidas, dotados de banheiros, junto a praia e em pontos estratégicos

Este projeto visa, principalmente, oferecer conforto e segurança aos visitantes.

k) Firmar convênio com o DEOH

O objetivo deste projeto, é a viabilização da confecção de todos os projetos arquitetônicos/urbanísticos para o parque.

l) Definir uma política de gestão

A política de gestão deve ser estabelecida pelo Governo do Estado, por meio da CIDASC.

m) Tornar a gestão participativa

Estruturar uma Fundação sob direção da CIDASC, que tenha participação de ONGs e Instituições com interesses no parque.

n) Constituir um sistema de administração com autonomia

Constituir fundação que tenha autonomia para gerenciar o parque.

o) Estabelecer parcerias com a comunidade local

Estes projetos visam gerar condições para que atividades relacionadas com aspectos culturais regionais possam ser exercidas de forma rentável no interior do parque, tais como comercialização de produtos artesanais, venda de comidas e de produtos que tenham valores culturais incorporados.

p) Projetar e construir infraestrutura para venda de produtos artesanais regionais

Rendas;  
 Tarrafas;  
 Lembranças;

Pranchas e equipamentos de *surf*, *windsurf*, *sandboards* e outros produtos de fabricação local;

Objetos de arte.

q) Estabelecer parcerias para venda casada dos serviços do parque com hotéis e hospedarias

r) Receber pelos serviços do parque

Estabelecer procedimentos para cobrança dos serviços oferecidos, direta ou indiretamente, pelo parque.

▪ **Projetar um sistema tipo “passaporte” com pacote mínimo.**