



Zoneamento ambiental em Pantanais (Banhados)¹



Fabio C. Kurtz², José S. M. da Rocha³ & Silvia M. de J. M. Kurtz⁴

¹ Parte da Dissertação de Mestrado em Engenharia Agrícola da UFSM (RS), do primeiro autor, realizada com apoio da CAPES e da Sociedade Brasileira de Cultura Brasileira Japonesa de São Paulo

² DER/CCR/UFSM. COHAB Fernando Ferrari, Q-12, C-17, R-11, Bairro Camobi, CEP 97105-060, Santa Maria, RS. E-mail: kurtz@ccr.ufsm.br (Foto)

³ DER/CCR/UFSM. E-mail: jsmrocha@terra.com.br

⁴ DCFL/CCR/UFSM. E-mail: silviajm@ccr.ufsm.br

Protocolo 115 - 04/09/2000

Resumo: O zoneamento ambiental em pantanais (Banhados) permitiu avaliar a deterioração ambiental dos ecossistemas existentes na Estação Ecológica do Taim (ESEC/TAIM) municípios de Rio Grande, RS, e Santa Vitória do Palmar, RS. Considerou-se dois tipos distintos de ecossistemas: o do Banhado (ECO1 = Ecossistema Límnico) e o da Planície Marítima (ECO2 = Ecossistema Planície Marítima). A ECO_{TOTAL} (ECO1 + ECO2) apresentou 64% da classe APP (Área de Preservação Permanente), 27,6% de ACP (Área de Conservação Permanente), e 5,6% de AUO (Área de Uso e Ocupação), enquanto em menor porcentagem se encontra a classe AR (Área de Restauração) com 2,8%. A deterioração ambiental da ESEC/TAIM (ECO_{TOTAL}) ficou em 13,65%. Com relação à análise fatorial, conclui-se que esta técnica permitiu conhecer a estrutura dos dados, mostrando as correlações entre cada variável (classes de exuberância) e seu respectivo fator; entretanto, não foi possível separar grupos ou quantificar a influência de uma ou mais variáveis sobre outra de interesse (variável resposta). Recomenda-se que o zoneamento ambiental seja elaborado pelos órgãos públicos ambientais, nas demais estações ecológicas e nas unidades de conservação.

Palavras-chave: zoneamento ambiental, pântanos, estação ecológica

Environmental zoning in swamp regions

Abstract: The environmental zoning in swamp regions allowed the evaluation of the environmental deterioration of the ecosystems in the Ecological Station of Taim (ESEC/TAIM), in Rio Grande and Santa Vitória of Palmar (in the State of Rio Grande do Sul - Brazil). Two different types of ecosystems were considered: swamp regions (ECO1 = Límnic Ecosystem) and the Marine Plain (ECO2 = Ecosystem Marine Plain). The ECO_{TOTAL} (ECO1 + ECO2) presented 64% of the class APP (Permanent Preservation Area), 27.6% of ACP (Permanent Conservation Area), 5.6% of AUO (Occupation and Use Area), and in a smaller percentage the class AR (Restoration Area) with 2.8%. The environmental deterioration of ESEC/TAIM (ECO_{TOTAL}) was 13.65%. The factorial analysis technique permitted the derivation of the structure of the data, showing the correlations among each variable (exuberance classes) and its respective factor, however this did not allow the separation of the groups or quantify the influence of one or more variables on another of interest (variable answer). It is recommended that the environmental zoning be elaborated by the environmental public organs in the other ecological stations and in the units of conservation.

Key words: environmental zoning, swamp regions, ecological station

INTRODUÇÃO

Como estudo de caso escolheu-se a área classificada pelo IBAMA como Estação Ecológica do Taim, localizada nos municípios de Rio Grande e Santa Vitória do Palmar, RS. A área estudada constitui um "habitat" de extrema importância na manutenção e preservação da fauna e flora locais, em função do vasto número de espécies ainda existentes. A grande maioria

dos conflitos ambientais encontrados é devida à crescente presença do homem naquele ecossistema, construindo casas, estradas, aumento das áreas agrícolas (principalmente arrozais) e inúmeras outras atividades que, se não forem corretamente introduzidas, poderão conduzir a sérios desequilíbrios ambientais, comprometendo até a própria existência do banhado. É daquele "habitat" que os animais retiram o seu alimento, a água e o abrigo indispensáveis para a sua

sobrevivência. Assim, torna-se necessária a aplicação de medidas que garantam a exploração racional dos recursos naturais disponíveis, caso se deseje assegurar a preservação e conservação da fauna e da flora ali presentes.

O zoneamento ambiental faz parte de um conjunto de projetos ambientais desenvolvidos no sentido de orientarem o desenvolvimento sustentável dos recursos naturais, sendo especificamente aplicado a este tipo de ecossistema.

Para Milano (1993) todas as informações relativas ao zoneamento das unidades de conservação deverão estar reunidas em uma carta geral de zoneamento. O uso do zoneamento permite as seguintes vantagens:

- a) que se determinem limites de irreversibilidade e pontos de fragilidade biológica, antes que se tomem decisões sobre o uso de cada área que, de outra forma, poderia causar danos irreversíveis tendo, portanto, caráter preventivo;
- b) a identificação de atividades para cada setor da unidade de conservação e seu respectivo manejo, possibilitando a descentralização de comando e decisão;
- c) por ser flexível, que se alterem a definição e o manejo de uma zona, conforme necessidade comprovada cientificamente.

Em vista do exposto, este trabalho tem, como objetivo geral, a elaboração de um “zoneamento ambiental”, utilizando-se técnicas preconizadas por Rocha (1997) visando discutir e apresentar resultados em relação ao conflito ambiental, estudando-se oito parâmetros por ecossistema e selecionando-se, através de modelos adequados, os parâmetros mínimos necessários para se elaborar o referido zoneamento ambiental. Foram ali classificados dois ecossistemas: límnico (ECO1) e planície marítima (ECO2).

Os parâmetros ambientais avaliados foram: vegetação, lacustricidade, fauna silvestre, paisagem nativa (presença de ação humana), ocupação humana (habitações), uso da terra (agricultura, pecuária, floresta), acesso à área e dunas móveis.

MATERIAL E MÉTODOS

Localizada na Planície Costeira do Estado do Rio Grande do Sul, a Estação Ecológica do Taim (ESEC/TAIM) foi criada pelo Decreto nº 92.963, em 21 de julho de 1986 e sua área é de 33.995,00 ha (IBAMA, 1989).

A metodologia proposta e desenvolvida por Rocha (1997) aplicada na APA (Área de Proteção Ambiental) de Santa Rita e

na Reserva Ecológica do Saco da Pedra, em Marechal Deodoro, AL, foi readaptada para o presente trabalho. Esta metodologia segue outra, semelhante à proposta pela Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo. No presente trabalho propôs-se a divisão do zoneamento ambiental em quatro classes distintas: Área de Preservação Permanente (APP), Área de Conservação Permanente (ACP), Área de Restauração (AR) e Área de Uso e Ocupação (AUO).

Atendendo a este preceito fundamental, selecionaram-se, com a presente metodologia oito parâmetros em unidades homogêneas (Tabela 1), aplicando-os aos dois ecossistemas definidos ECO1: Ecossistema Límnico e ECO2: Ecossistema Planície Marítima.

Conforme os valores da Tabela 1, infere-se que:

A deterioração ambiental varia de 0 a 100% (valores de y , na equação da reta).

Para os valores mínimos ($\Sigma \text{mín.} = 8$)

Tem-se:

Quando $x = 8 \Rightarrow y = 0\%$; então $\Rightarrow ax + b = 0 \therefore 8a + b = 0$

Para os valores máximos ($\Sigma \text{máx.} = 42$)

Tem-se:

Quando $x = 42 \Rightarrow y = 100\%$; então $\Rightarrow ax + b = 100 \therefore 42a + b = 100$, donde o sistema de equação fica:

$$\begin{cases} 8a + b = 0 \\ 42a + b = 100 \end{cases}$$

Sendo: $a = 2,9412$; $b = -23,5294$.

$$y = 2,9412x - 23,5294$$

Com esta equação, calculou-se o valor de y em função de cada indicador total x (por hexágono) o valor calculado de y , definindo-se as classes ambientais; o valor de y significa unidade crítica de deterioração e x o valor do indicador total encontrado.

A Figura 1 mostra uma sinopse da metodologia, através da qual se tem uma idéia geral do trabalho executado para que o objetivo proposto fosse alcançado.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Zoneamento ambiental

Para a elaboração final da carta de zoneamento ambiental, foram usadas unidades hexagonais, em que cada classe correspondeu a uma área anteriormente estipulada por Rocha (1997): APP, ACP, AR e AUO conforme a Figura 3.

Tabela 1. Parâmetros e valores ambientais utilizados no zoneamento ambiental

| Código | Parâmetro Ambiental | Valor Ambiental | |
|--------|---------------------|--|--|
| | | ECO1 | ECO2 |
| V1 | Vegetação | 1 \Rightarrow 4 | 1 \Rightarrow 4 |
| L2 | Lacustricidade | 1 \Rightarrow 4 | 1 \Rightarrow 4 |
| F3 | Fauna Silvestre | 1 \Rightarrow 4 | 1 \Rightarrow 4 |
| P4 | Paisagem Nativa | 1 \Rightarrow 5 | 1 \Rightarrow 5 |
| O5 | Ocupação Humana | 1 \Rightarrow 4 | 1 \Rightarrow 4 |
| U6 | Uso da Terra | 1 \Rightarrow 5 | 1 \Rightarrow 5 |
| A7 | Acesso à Área | 1 \Rightarrow 6 | 1 \Rightarrow 6 |
| D8 | Dunas Móveis | 1 \Rightarrow 10 | 1 \Rightarrow 10 |
| Totais | | $\Sigma \text{mín.} = 8 \Rightarrow \Sigma \text{máx.} = 42$ | $\Sigma \text{mín.} = 8 \Rightarrow \Sigma \text{máx.} = 42$ |

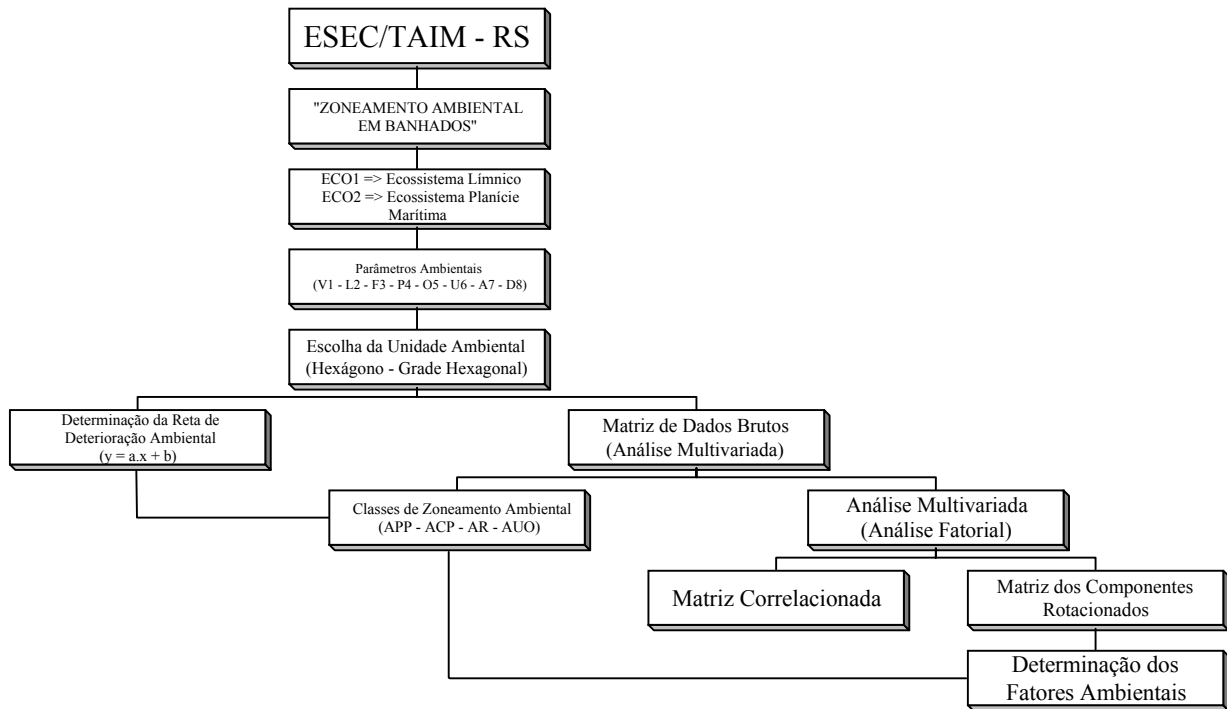


Figura 1. Sinopse da metodologia aplicada no zoneamento ambiental em pantanais (Banhados) da ESEC/TAIM, RS

A Figura 2 representa a Carta de Zoneamento Ambiental em Pantanais (Banhados) para ESEC/TAIM (RS).

A Figura 3 apresenta os valores das classes encontradas, em porcentagem.

Verificou-se, conforme as Figuras 2 e 3, que para a ECO_{TOTAL} existem 64% da classe APP ocupando a maior área da ESEC/TAIM, 27,6% de ACP, 5,6% de AUO e, em menor porcentagem, encontra-se a classe AR, com 2,8%, enquanto a Figura 4 mostra a deterioração ambiental média para ECO_{TOTAL} (ESEC/TAIM) e valor intermediário entre os dois ecossistemas, ECO1 e ECO2, sendo de 13,65%.

Análise estatística aplicada ao zoneamento ambiental

Utilizou-se, também, com os resultados obtidos através da análise dos valores ambientais por pesos atribuídos a cada

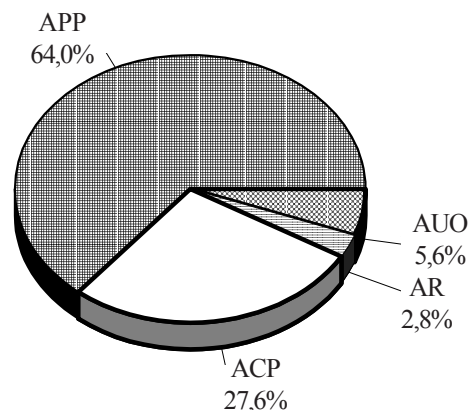


Figura 3. ECO_{TOTAL} (ECO1 + ECO2) para o zoneamento ambiental em Pantanais (Banhados) Estação Ecológica do Taim (RS)

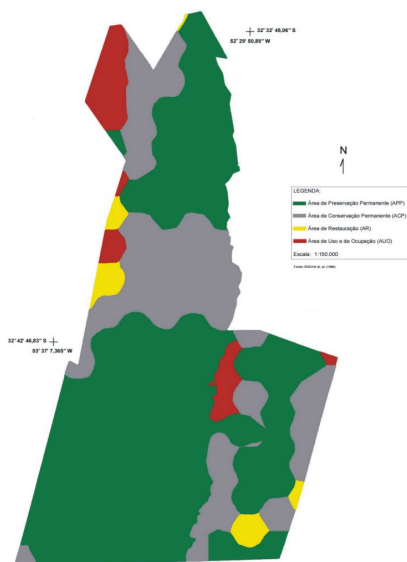


Figura 2. Carta de zoneamento ambiental

parâmetro ambiental por hexágono, a análise multivariada; para tanto, utilizou-se a técnica da análise fatorial com o objetivo de se averiguar a existência de um número reduzido de fatores que expliquem o máximo das correlações observadas entre as variáveis estudadas.

Definiram-se as variáveis (parâmetros ambientais) e se processou a análise fatorial, usando-se o método das “Componentes Principais” e o software estatístico SPSS, 1996.

Como critério de seleção das variáveis, lançou-se mão do método dos componentes principais, com autovalores maiores que um para ECO1 e ECO2. Desta forma, obtiveram-se os componentes, sendo que quatro deles explicam 88,97% da variância total para a ECO1 e dois, 92,68%, para a ECO2, como pode ser observado na Tabela 2.

Batista (1990) menciona que se usa a matriz de correlação para a ECO1 e, para a ECO2, é recomendável que se tomem

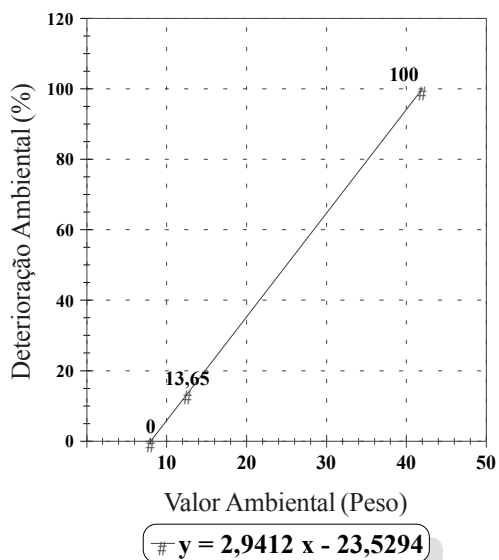


Figura 4. Reta de deterioração ambiental para ECO_{TOTAL} (ECO1 + ECO2) para o Zoneamento Ambiental em Pantanais (Banhado) Estação Ecológica de Taim (RS)

tantos fatores quanto forem os autovalores maiores que 1,0, como foi apresentado na Tabela 2.

A partir dos valores encontrados na matriz dos componentes rotacionados (Tabela 3) ou matriz dos parâmetros ambientais, onde são interpretados como coeficientes de correlação entre cada variável e as componentes fatoriais, pode-se comprovar as vantagens da utilização desse método para o presente trabalho.

Analisando-se as Tabelas 2 e 3, conclui-se que, tomando-se os quatro fatores comuns, reduziu-se a matriz de dados brutos da ordem de 109 x 8, para uma matriz rotacionada da ordem de 109 x 4, mantendo-se um nível de informação de 88,97% para a ECO1. Para a ECO2, dois fatores comuns reduziram a matriz de dados brutos da ordem de 35 x 8, até uma matriz rotacionada da ordem de 35 x 2, mantendo-se um nível de informação de 92,68%.

Verifica-se, também na Tabela 2, que, através da análise fatorial, foram extraídos quatro fatores para a ECO1 e dois para a ECO2, os quais são, por definição, independentes, isto é, não correlacionados, e os valores são interpretados como coeficientes de correlação entre cada variável e o fator.

Tabela 2. Análise da Variância, para ECO1 e ECO2

| Fator | Autovalores Iniciais | | | Extração da Soma de Quadrados | | | Rotação da Soma de Quadrados | | |
|-------|----------------------|-------------|----------|-------------------------------|-------------|----------|------------------------------|-------------|----------|
| | Total | % Variância | % Cumul. | Total | % Variância | % Cumul. | Total | % Variância | % Cumul. |
| ECO1 | | | | | | | | | |
| 1 | 2,646 | 33,078 | 33,078 | 2,646 | 33,078 | 33,078 | 2,257 | 28,217 | 28,217 |
| 2 | 2,016 | 25,204 | 58,282 | 2,016 | 25,204 | 58,282 | 2,231 | 27,887 | 56,104 |
| 3 | 1,442 | 18,020 | 76,303 | 1,442 | 18,020 | 76,303 | 1,577 | 19,716 | 75,820 |
| 4 | 1,013 | 12,667 | 88,969 | 1,013 | 12,667 | 88,969 | 1,052 | 13,149 | 88,969 |
| 5 | 0,517 | 6,469 | 95,438 | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 6 | 0,177 | 2,215 | 97,653 | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 7 | 0,147 | 1,835 | 99,488 | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 8 | 0,04096 | 0,512 | 100,000 | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ECO2 | | | | | | | | | |
| 1 | 3,162 | 52,706 | 52,706 | 3,162 | 52,706 | 52,706 | 3,039 | 50,647 | 50,647 |
| 2 | 2,398 | 39,973 | 92,679 | 2,398 | 39,973 | 92,679 | 2,522 | 42,032 | 92,679 |
| 3 | 0,304 | 5,070 | 97,749 | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 4 | 0,135 | 2,251 | 100,000 | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 5 | -1,824E-16 | -3,041E-15 | 100,000 | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 6 | -7,855E-16 | -1,309E-14 | 100,000 | --- | --- | --- | --- | --- | --- |

Tabela 3. Matriz dos componentes rotacionados para ECO1 e ECO2

| ECO | Parâmetro Ambiental | Fatores | | | |
|-----|---------------------|----------|----------|-----------|-----------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | A7 | -0,03463 | 0,860 | -0,155 | -0,186 |
| | D8 | 0,971 | -0,04566 | -0,03039 | -0,01462 |
| | F3 | -0,235 | -0,05830 | 0,956 | -0,006283 |
| | L2 | 0,954 | -0,04064 | -0,02599 | -0,01038 |
| | O5 | -0,01584 | 0,0833 | -0,001919 | 0,985 |
| | P4 | -0,05738 | 0,797 | 0,102 | 0,132 |
| | U6 | -0,03363 | 0,908 | -0,148 | 0,171 |
| | V1 | 0,586 | -0,136 | 0,778 | 0,01264 |
| 2 | O5 | 0,998 | 0,05088 | --- | --- |
| | P4 | 0,998 | 0,05088 | --- | --- |
| | U6 | 0,998 | 0,05088 | --- | --- |
| | V1 | 0,134 | 0,942 | --- | --- |
| | D8 | -0,122 | 0,921 | --- | --- |
| | L2 | 0,130 | 0,883 | --- | --- |

De posse desta tabela, chega-se à interpretação a seguir (Tabela 4) na qual se resume a denominação dos fatores identificados pela análise fatorial.

Tabela 4. Interpretação dos resultados da matriz dos componentes rotacionados para ECO1 e ECO2

| Fator | Fator Ambiental | Variável/ Parâmetro Ambiental |
|-------|---------------------|----------------------------------|
| ECO1 | | |
| 1 | Ecosistema Taim "A" | D8 e L2 |
| 2 | Geográfico | U6, A7 e P4 |
| 3 | Fauna & Flora | F3 e V1 |
| 4 | Ocupação Humana | O5 |
| ECO2 | | |
| 1 | Geográfico | O5, P4 e U6 |
| 2 | Ecosistema Taim "B" | V1, D8 e L2 |

É importante ressaltar que quatro fatores construídos não estão correlacionados e não tem sido possível observar cada fator comum; portanto, torna-se necessário fazer a caracterização de cada variável. Com base na Tabela 4, conclui-se que, para a ECO1:

- Fator 1: Dunas Móveis (D8) e Lacustricidade (L2), mostraram correlação de 0,971 e 0,954, respectivamente. São as variáveis com maior peso da combinação linear que definem este fator, caracterizando o fator resultante Ecosistema Taim "A".
- Fator 2: este fator foi representado pelo Uso da Terra (U6), Acesso à Área (A7) e Paisagem Nativa (P4) com alta correlação positiva de 0,908, 0,860 e 0,797, respectivamente, caracterizando o fator resultante como Geográfico.
- Fator 3: apresenta as variáveis Fauna Silvestre (F3) e Vegetação (V1) com 0,956 e 0,758, respectivamente, caracterizando o fator resultante das variáveis como Fauna & Flora.
- Fator 4: a variável que mais evidencia este fator é a Ocupação Humana (O5) como mostra sua correlação positiva de 0,985, caracterizando o fator resultante da variável como Ocupação Humana.

Ressalta-se que, para a ECO2, além dos dois fatores construídos não serem correlacionados, não foi possível

observar-se cada fator comum; portanto, é adequado fazer a caracterização de cada variável. Com base na Tabela 4, conclui-se que:

- Fator 1: está representado pela Ocupação Humana (O5), Paisagem Nativa (P4) e pelo Uso da Terra (U6) com alta correlação positiva de 0,998 para os três, caracterizando o fator resultante como Geográfico.
- Fator 2: apresenta as variáveis Vegetação (V1), Dunas Móveis e Lacustricidade (L2) com 0,942, 0,921 e 0,883, respectivamente, caracterizando o fator resultante das variáveis como Ecosistema Taim "B".

CONCLUSÕES

1. A metodologia permitiu avaliar as deteriorações dos ecossistemas do pântano.
2. A metodologia deverá ser aplicada no verão, uma vez que os prognósticos foram estabelecidos em função de levantamentos de outono/inverno.
3. Por ser a APP muito frágil deve ser proibido todo tipo de ação antrópica nela, exceto, pesquisa científica.
4. Pelos resultados alcançados, recomenda-se a aplicação da metodologia em outras unidades de conservação.

LITERATURA CITADA

- Batista, J.L.M. Análise multivariada no planejamento de extensão florestal: subsídios para uma política de reocupação de áreas. Curitiba: UFPR, 1990. 137p. Dissertação Mestrado IBAMA. Unidades de conservação do Brasil. Brasília: Parques Nacionais e Reservas Biológicas, v.1, 1989. 192p.
- Milano, M.S. Unidades de conservação: conceitos básicos e princípios gerais de planejamento, manejo e administração. Curitiba: 1993. 63p.
- Rocha, J.S.M. Manual de Projetos Ambientais. Santa Maria: UFSM, 1997. 446p.
- SPSS. Statistical package for the social sciences. Chicago: Programa de computador, ambiente Windows, Versão 7.5.1., 1996.