

# **Impactos ambientais na microbacia hidrográfica do rio Vacacaí-Mirim em Santa Maria, RS**

## **Environmental impacts in Vacacaí-Mirim river microbasin in Santa Maria, RS**

Cibele Rosa Gracioli<sup>1</sup>

José Sales Mariano da Rocha<sup>2</sup>

### **Resumo**

A destruição dos recursos naturais renováveis representa o desequilíbrio da natureza e a futura destruição do ser humano. O rompimento nos padrões normais desses recursos é o que se pode chamar de impacto ambiental, que é a alteração no meio ou em algum de seus componentes por determinada ação ou atividade. O objetivo do estudo de impactos ambientais é, principalmente, o de avaliar as conseqüências de algumas ações, para que possa haver a preservação da qualidade de determinado ambiente que poderá sofrer a execução de certos projetos ou ações, ou logo após a implementação dos mesmos. Esse estudo consistiu de duas etapas: 1) Análise das variáveis “fatores ambientais” e “ações propostas” pela matriz de Leopold-Rocha (Rocha et al., 2002) e; 2) Análise de agrupamento pelo método WARD, com o pacote estatístico SAS SYSTEM 8.2. O grau de deterioração real médio obtido pela matriz de Leopold-Rocha foi de 29%, mostrando que o ambiente encontra-se bastante deteriorado, uma vez que a taxa aceitável de deterioração na ambiência é de 10%. Na análise de agrupamento pelo método WARD, foi possível a separação das variáveis “ações propostas” em dois grupos distintos (A e B). Nas variáveis “fatores ambientais” ocorreu separação de três grupos distintos (A, B e C). O grupo C (fatores culturais: estéticos e de interesse humano) foi o que apresentou a média mais alta em relação à magnitude (9,91%) e a importância (13,86%), denotando ser o grupo de fatores ambientais mais impactado pela ação antrópica. Com a obtenção do grau de deterioração da microbacia hidrográfica do rio Vacacaí-Mirim pôde-se recomendar medidas mitigadoras e compensatórias para a recuperação da ambiência da mesma.

---

1 M.Sc.; Engenheira Florestal; Professora da Universidade Federal de Santa Maria-UFSM; E-mail: cibelegracioli@yahoo.com

2 Dr.; Engenheiro Florestal; Professor do Departamento de Engenharia Rural da Universidade Federal de Santa Maria-UFSM; E-mail: jsmrocha@terra.com.br

**Palavras-chave:** impactos ambientais; rio Vacacaí-Mirim; matriz de Leopold-Rocha; análise de agrupamento; grau de deterioração.

## Abstract

The destruction of the natural resources points to the unbalance of nature and humankind's future destruction. The breaking of the normal patterns of the natural resources is what one can call environmental impact, which is the alteration of the environment or some of its components by a given action or activity. Environmental impact studies are mainly concerned with quantifying the consequences of some actions, so that the quality of a given environment may be preserved when certain projects or actions will be done or after they have been carried on. This study has consisted in two stages: 1) analysis of the variables "environmental factors" and "proposed actions" on the basis of Leopold-Rocha's matrix (Rocha et al., 2002); 2) Grouping analysis drawing on the WARD method, with the statistical package SAS SYSTEM 8.2. The average real deterioration degree obtained by Leopold-Rocha's matrix was about 29%, showing that the place is very deteriorated, since the acceptable environment deterioration rate is 10%. In the grouping analysis with the WARD method it was possible to separate the variables "Proposed actions" into two different groups (A and B). There was the separation of three different groups (A, B and C) in the environmental factors variables. The C group (cultural factors: aesthetic and of human interest) was the one that featured the highest average regarding the magnitude (9,91%) and the importance (13,86%), so that the environmental factors appeared to be the most impacted group as a result of human action. Having obtained the Vacacaí-Mirim river micro-basin deterioration degree, it has been possible to recommend relief and compensatory measures for the recovery of the area environment.

**Key words:** environmental impacts; Vacacaí-Mirim river; Leopold-Rocha's matrix; grouping analysis; deterioration degree.

## Introdução

Segundo Rocha e Kurtz (2001), são vários os pontos de vista relativos à importância dos recursos naturais renováveis e, por esta razão, o manejo

integrado de bacias hidrográficas visa a recuperá-los e preservá-los.

Impacto ambiental pode ser definido como qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causado

por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam a saúde, a segurança e o bem-estar da população; as atividades sociais e econômicas; a biota e a qualidade dos recursos ambientais. Essa definição exclui o aspecto significância, já que considera como impacto ambiental “qualquer alteração...”, independente de ser ou não significativa (LIMA, 1990).

Para Moreira (1989), a Avaliação de Impacto Ambiental é considerada um instrumento de caráter preventivo para a execução da política e da gestão ambiental, que se destina ao planejamento de uma determinada atividade capaz de modificar o meio ambiente ou que venha a utilizar os recursos naturais de forma intensiva, e fornece subsídios para a tomada de decisão quanto às alternativas de sua implementação.

O objetivo de se estudar os impactos ambientais é, principalmente, o de avaliar as conseqüências de algumas ações, para que possa haver a prevenção da qualidade de determinado ambiente que poderá sofrer a execução de certos projetos ou ações, ou logo após a implementação dos mesmos. Esta avaliação consistiu de duas etapas: a primeira, com a análise das variáveis fatores ambientais e ações propostas pela matriz de Leopold-Rocha; e a segunda, pela análise de agrupamento pelo método WARD, com o pacote estatístico SAS SYSTEM 8.2. A matriz de Leopold foi elaborada em 1971 para o Serviço Geológico do Ministério do Interior dos Estados Unidos e utiliza os atributos e importância numa escala de 1 a 10 qualitativamente. Essa matriz foi então adaptada por (ROCHA et al., 2002) que a tornou quantitativa. Tal análise

permite verificar o grau de deterioração ambiental que a microbacia apresenta. A análise de agrupamento pelo método WARD permitiu a visualização de grupos distintos a partir da geração de dendrogramas para “fatores ambientais” impactados e para “ações propostas” que causam os impactos. Separação essa que permitiu a visualização das ações e dos fatores ambientais mais importantes neste estudo.

Os dendrogramas são especialmente úteis na visualização de semelhanças entre amostras ou objetos representados por pontos em espaço com dimensão maior do que três, em que a representação de gráficos convencionais não é possível (MOITA NETO; MOITA, 1997).

Esse trabalho consistiu em avaliar o grau de deterioração da microbacia hidrográfica do rio Vacacaí-Mirim que se encontra a montante da barragem do DNOS (Departamento Nacional de Obras e Sanidade), em Santa Maria - RS, e recomendar medidas mitigadoras e compensatórias que venham a contribuir na recuperação de sua ambiência.

## **Materiais e Métodos**

### **Caracterização do local**

A área de estudo foi a microbacia hidrográfica a montante da barragem do rio Vacacaí-Mirim em Santa Maria, RS. Essa microbacia faz parte da bacia hidrográfica do Guaíba - a maior bacia hidrográfica do Estado. Está situada entre as coordenadas geográficas 53° 46' 30" a 53° 49' 29" de longitude Oeste e 29° 36' 55" a 29° 39' 50" de latitudes Sul, abrangendo uma área total de 3.061,61 ha.

Segundo o sistema de classificação de Köppen, o clima é sub-tropical “Cfa”, com temperatura média anual de 19,3°C; a média das temperaturas máximas do mês mais quente (janeiro) é de 31,5°C e do mês mais frio (julho) atinge os 9,3°C; a temperatura mínima absoluta é geralmente de 0°C, e a máxima absoluta é de 35°C.

A precipitação média anual é superior a 1.500 mm, com uma frequência de 113 dias. Entretanto, esta região pode sofrer um *deficit* anual superior a 200 mm de precipitação. A umidade relativa do ar média anual é de 82%; os ventos predominantes são de leste e sudoeste, com frequência expressiva também para os ventos que sopram do quadrante norte.

O solo caracteriza-se por ser muito diversificado. Na área de estudo, há predominância, de uma forma geral, do tipo Argissolo Vermelho distrófico arênico (Hapludalf) pertencente à unidade de mapeamento São Pedro.

Esta área se constitui de outros elementos além das construções tais como: a ferrovia, a rodovia, caminhos e estradas secundárias, pedreiras abandonadas, plantios florestais nativos e exóticos, cultivos agrícolas e áreas de pastagem, bem como linhas de transmissão elétrica. Há informações que apontam para um aumento significativo da urbanização nesta unidade de estudo. Estima-se que 300 famílias vivam nas áreas de risco. Uma das características bastante marcantes refere-se à questão socioeconômica, principalmente na parte das inúmeras habitações ilegais existentes. Cabe também ressaltar que é uma área que possui alto potencial para ser convertida em uma Área de Preservação Ambiental – APA.

## Metodologia

### Desenvolvimento da Matriz de Leopold-Rocha

A matriz de Leopold-Rocha é composta por 117 cruzamentos e 8.536 interações possíveis decorrentes da utilização de 97 ações propostas e de 88 fatores ambientais. Essa matriz consiste em cruzar Ações Propostas com Fatores Ambientais. A caracterização do impacto, sob determinado fator ambiental, feita por uma equipe multidisciplinar, através da atribuição de pesos de magnitude e importância ao mesmo. Essas notas de magnitude e importância variam de 1 a 10, correspondendo o valor 1 a menor deterioração, logo, a melhor situação ambiental. Nesse trabalho, o procedimento utilizado é o descrito na figura 1.

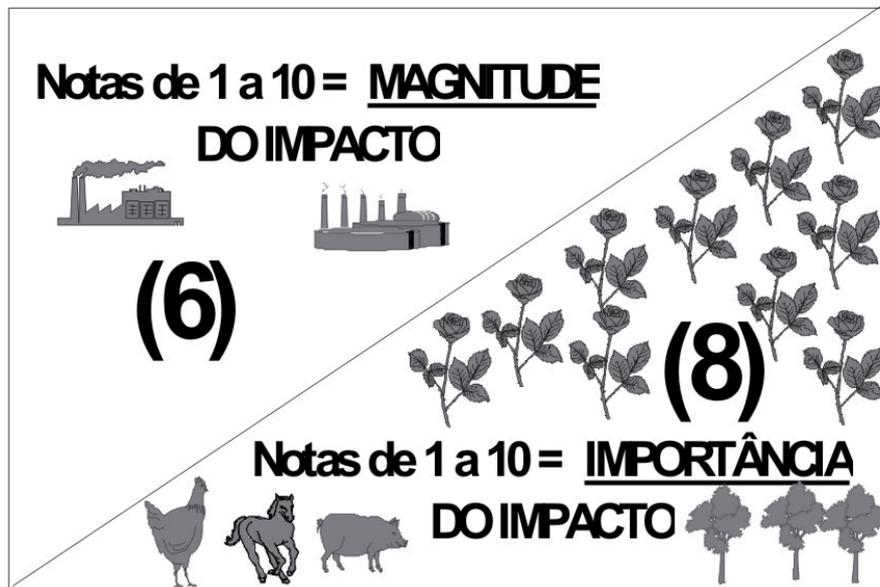
Para a análise posterior de resultados, convém saber os valores médios da magnitude e da importância dos impactos negativos e sua viabilidade apresentados na tabela 1.

A ponderação dos valores (pesos) de magnitude foi feita mediante o seguinte conjunto de parâmetros:

$$\text{MAGNITUDE} = \text{EXTENSÃO} + \text{PERIODICIDADE} + \text{INTENSIDADE} + \text{DISTRIBUIÇÃO}$$

Extensão – Tamanho da ação ambiental do empreendimento. Considera-se a área da microbacia correspondente (ou área de influência real). Peso: 1 a 10.

Periodicidade – Duração do efeito da ação. Tempo que o efeito demora a terminar. Peso: 0 a 2.

**Figura 1.** Esquema representativo de uma quadrícula de um cruzamento da matriz

Fonte: ROCHA *et al.*, 2002.

**Tabela 1.** Valores médios totais de magnitude e importância de um empreendimento e sua viabilidade

Valores médios de magnitude e importância	Viabilidade
Média $\leq 5$	Empreendimento viável
Média $> 5$ e Média $< 8$	Empreendimento somente será viável se rigorosas medidas mitigadoras e compensatórias forem tomadas.
Média $\geq 8$	Empreendimento inviável.

(ROCHA *et al.*, 2002)

Intensidade – Exuberância da ação impactante. Relação da dimensão da ação com o empreendimento. Peso: 0 a 2.  
Distribuição Espacial – Dimensão da área afetada pelo empreendimento. Peso: 0 a 2.

A ponderação dos valores (pesos) de importância foi feita mediante o seguinte conjunto de parâmetros:

$$\text{IMPORTÂNCIA} = \text{MAGNITUDE} + \text{AÇÃO} + \text{IGNIÇÃO} + \text{CRITICIDADE}$$

Ação – Número de efeitos que a ação causa. Peso: 0 a 3.

Ignição – Tempo que a ação leva para aparecer. É o intervalo de tempo entre ação e efeito. Peso: 0 a 2.

Criticidade – Nível de relação entre a ação e o efeito que ela provoca. Peso: 0 a 2.

A matriz de Leopold-Rocha foi estabelecida com um total de 117 cruzamentos das ações propostas e dos fatores ambientais, permitindo que sejam feitas até 8.536 interações.

**Figura 2.** Cruzamento de número 01 da matriz de Leopold – Rocha aplicado na microbacia hidrográfica do rio Vacacaí-Mirim, Santa Maria, RS

<b>Cruzamento 1</b>														
Analista:														
Na vertical: Ações propostas – Modificação do regime														
Na horizontal: Fatores ambientais – características físicas e químicas da terra														
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	l	m	n	Média
a	M													M
b	I													I
c														
d														
e														
f														
Total médio (levar este valor para a matriz principal) ?														

M – Magnitude do Impacto; I – Importância do Impacto.

Na figura 2, observa-se o modelo de cruzamento utilizado para atribuição dos valores neste estudo. Obteve-se um número total de 108 cruzamentos de ações propostas e fatores ambientais. Para a construção da reta de deterioração real devem-se levar em consideração os seguintes aspectos que a equação geral a ser usada é a expressão linear :  $y=ax+b$ . Os valores de y variam de 0 a 100% de deterioração, portanto:  $0 < y < 100$ . A magnitude e a importância variam de 1 a 10 ( $1 < \text{magnitude} / \text{importância} < 10$ ). No total dos cruzamentos são 09 ações propostas, independente do número de fatores ambientais cruzados. Quando  $y = 0 \Rightarrow x = 1 \times 9 = 9$  (1 de cada ação proposta  $\times$  9 ações, sendo 1 para magnitude e 1 para importância do impacto); quando  $y = 100 \Rightarrow x = 10 \times 9 = 90$  (10 de cada ação proposta  $\times$  9 ações, sendo 10 para magnitude e 10 para importância do impacto). Assim, a equação geral do Grau de Deterioração Real fica definida como:

$$y = 1,12346x - 1,1105 \quad (\text{equação 01})$$

Onde:

X = valor significativo encontrado;

y = unidade crítica de deterioração real.

### Análise multivariada de agrupamento

Procedeu-se à análise multivariada de agrupamento, como forma de verificar características semelhantes entre grupos, no pacote estatístico SAS SYSTEM versão 8.2 pelo método Ward, para fazer a classificação de grupos de ações propostas e grupos de fatores ambientais propostos anteriormente na matriz de Leopold-Rocha. As ações propostas e os fatores ambientais foram classificados quanto à intensidade referente à magnitude e à importância.

O método Ward (SAS Institute, 1999) usa a mínima variância para classificar as observações.

O procedimento TREE dentro do SAS SYSTEM 8.2 originou os chamados dendrogramas ou fenogramas, usando dados gerados pelo procedimento de agrupamento.

Usualmente, em análise de agrupamento com o auxílio de dendrograma, faz-se o corte na metade da altura da maior diferença. Porém, só se devem separar grupos que possam ser explicados, estando a separação de acordo com a natureza do objeto estudado. Com esta análise, foi possível

classificar os diferentes grupos de ações propostas, bem como os diferentes grupos de fatores ambientais impactados na área de estudo.

## **Resultados e Discussão**

### **Resultados provenientes da análise da matriz de Leopold-Rocha**

Cruzando-se as ações propostas (modificação do regime, transformação do território e construções, extração de recursos, processos, alteração do terreno, recursos naturais, tráfegos variáveis, situação e tratamento de resíduos e outros) com os fatores ambientais (características físicas e químicas da terra, da água, da atmosfera e dos processos; condições biológicas da flora e da fauna; fatores culturais - uso do território, recreativos, estéticos e de interesse humano, nível cultural, serviços e infra-estrutura e relações ecológicas) obtiveram-se resultados referentes à magnitude e à importância dos impactos na microbacia em questão.

Na tabela 2, observam-se os resultados percentuais do grau de deterioração real no local de estudo. Estes valores (y) foram obtidos depois de aplicados os Totais Reais (x) de Magnitude e Importância na Equação da Reta de Deterioração Real (equação 01), em relação ao percentual dos Totais Virtuais Máximos, os quais, neste estudo, atingiram a marca de 90%.

O grau de deterioração médio total de todo o empreendimento, considerando os cruzamentos das ações propostas com todos os fatores ambientais, foi, respectivamente, de 22% e 36% para a magnitude e para a importância dos

impactos. Os valores totais médios respectivos de todo o empreendimento foram 3.0 e 4.0 (magnitude e importância). O grau de deterioração real médio total obtido pela matriz de Leopold-Rocha foi de 29%, e os valores totais médios de totais médios de todo o empreendimento foram de 3.5. Observa-se que o impacto foi tolerável. Médias abaixo de 5 são de pouca significância (ROCHA et al., 2002). Médias acima de 5 até 8 para magnitude e importância do impacto exigirão rigorosas medidas compensatórias e mitigadoras, se for o caso. Valores acima de 8 podem inviabilizar o empreendimento. Empreendimentos com valores iguais ou maiores que 8 poderão ser viabilizados somente se determinadas ações propostas não forem efetivadas.

### **Resultados provenientes da análise multivariada de agrupamento**

Os agrupamentos foram definidos de forma que os mesmos apresentassem um alto grau de homogeneidade dentro dos subgrupos e um alto grau de heterogeneidade entre os grupos. Os agrupamentos foram formados tendo como variáveis de agrupamento as ações e os fatores ambientais da microbacia estudada. Foram definidos dois (2) grupos de ações e três (3) grupos de fatores ambientais.

#### **Ações**

Na tabela 3, podem ser observadas as nove classes de ações propostas no presente estudo.

Como resultado obteve-se o dendrograma apresentado na figura 3, no qual se pode observar uma maior distância (em torno de 0,92 pontos, ou 92% de diferença entre um grupo e outro em relação a magnitude

**Tabela 2.** Resultados finais dos cruzamentos da matriz de Leopold - Rocha aplicado na microbacia hidrográfica do rio Vacacaí-Mirim, Santa Maria, RS (Rocha et al., 2002)

Fator ambiental	Totais reais (x)		Totais virtuais máximos		Grau de deterioração real (%) (y)	
	M	I	M	I	M	I
Características físicas e químicas da terra	29	39	90	90	25	37
Características físicas e químicas da água	25	36	90	90	20	33
Características físicas e químicas da atmosfera	25	40	90	90	20	38
Características físicas e químicas dos processos	28	43	90	90	23	42
Condições biológicas:flora	30	38	90	90	26	36
Condições biológicas:fauna	28	32	90	90	23	28
Fatores culturais:usos do território	28	48	90	90	23	48
Fatores culturais:recreativos	28	38	90	90	23	36
Fatores culturais:estéticos e de interesse humano	28	40	90	90	23	38
Fatores culturais:nível cultural	23	33	90	90	17	30
Fatores culturais:serviços e infra-estrutura	23	34	90	90	17	31
Relações ecológicas	23	37	90	90	17	35
outros	-	-	90	90	-	-
<b>Médias totais</b>	<b>27</b>	<b>38</b>	<b>90</b>	<b>90</b>	<b>22</b>	<b>36</b>

e importância). Realizando-se o corte ao meio (0,46 pontos ou 46%), obtêm-se dois grupos bem distintos: grupo A, composto pelas ações 1 (Modificação do Regime), 2 (Transformação do território e construções) e 9 (Outros); e o grupo B, pelas ações 3 (Extração de recursos), 4 (Processos), 5 (Alteração do terreno), 6 (Recursos naturais renováveis), 7 (Tráfegos variáveis) e 8 (Situação e tratamento de resíduos).

As médias ponderadas no grupo A encontram-se acima de 10% de deterioração (11,62960326% para magnitude e 17,63279209% para importância das ações no local), ou seja, estão acima da faixa de tolerância do ambiente natural. De uma maneira geral, o grupo A de ações pode ser classificado como o mais impactante

no local de estudo se comparado com o grupo B de ações, principalmente ao que se refere à construção inadequada de habitações ao longo da área de abrangência da microbacia. Em um programa de monitoramento ambiental, deve-se dar prioridade a este grupo pelas razões apresentadas acima.

### Fatores

Na tabela 4 podem-se observar as doze classes de fatores ambientais impactados do presente estudo.

Como resultado obteve-se o dendrograma apresentado na Figura 4, no qual pode-se observar uma maior distância (em torno de 0,53 pontos, ou, 53% de diferença entre um grupo e outro em relação a magnitude e importância). Realizando-se o corte ao meio (em torno

**Tabela 3.** Médias e frequências de magnitude e importância das ações propostas sobre os fatores ambientais (escala 1-10) na microbacia do rio Vacacaí-Mirim, Santa Maria, RS

Ação	Frequência	Magnitude (%)	Importância (%)
1 - Modificação do regime	72	12,2149	19,0789
2 – Transformações do território e construções	72	11,4181	16,9518
3 – Extração de recursos	71	3,4470	5,2557
4 – Processos	60	3,9123	5,4474
5 – Alteração do terreno	71	3,8918	5,9451
6 – Recursos naturais renováveis	67	6,5200	9,2773
7 – Tráfegos variáveis	64	3,3141	4,8931
8 – Situação e tratamento de resíduos	67	5,0746	8,7981
9 - Outros	71	12,5278	16,8569

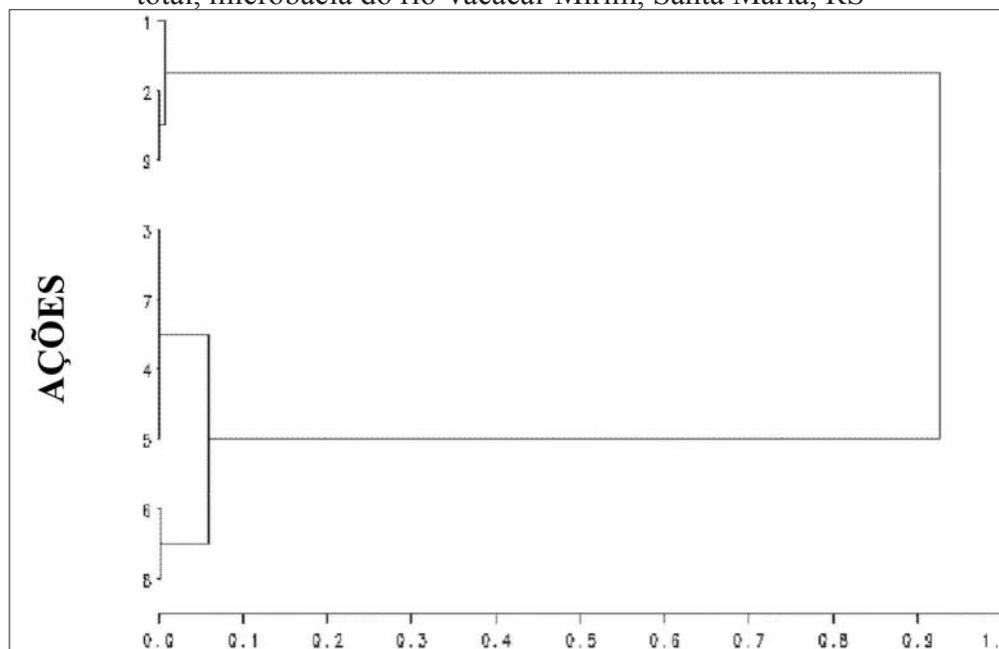
de 0,26 pontos ou 26%), obtêm-se três grupos bem distintos: grupo A, composto pelos fatores 1 (Características físicas e químicas: terra), 10 (Fatores culturais: nível cultural), 3 (Características físicas e químicas: atmosfera), 11 (Fatores culturais: serviços e infra-estrutura); grupo B, pelos fatores 12 (Relações ecológicas), 2 (Características físicas e químicas: água), 4 (Características físicas e químicas: processos), 7 (Fatores culturais: usos do território), 8 (Fatores culturais: recreativos), 5 (Condições biológicas: flora) e 6 (Condições biológicas: fauna); e grupo C, pelo fator 9 (Fatores culturais: estéticos e de interesse humano).

Com base nos dados da tabela 4, observa-se que, no grupo A, de fatores ‘Características físicas e químicas: terra’; ‘Fatores culturais: nível cultural’; ‘Características físicas e químicas: atmosfera’; ‘Fatores culturais: serviços e infra-estrutura’, respectivamente, representados por 1,3,10 e 11, as médias ponderadas de magnitude e importância se encontram mais baixas que as dos

demais grupos. Isso significa que, embora sejam fatores que sofram o impacto das ações sobre eles, a intensidade é menor.

No grupo B de fatores: ‘Relações ecológicas’, ‘Características físicas e químicas da água’, ‘Características físicas e químicas: processos’, ‘Fatores culturais: usos do território’, ‘Fatores culturais: recreativos’, ‘Condições Biológicas: Flora’, ‘Condições Biológicas: Fauna’, (respectivamente representados por 12, 2, 4, 7, 8, 5, 6), a média ponderada de magnitude (7,14954509%) é baixa, e a da importância (10,49187067%) é alta. Estes valores mostram que os itens inerentes à importância, neste caso, devem ser compensados ou mitigados isoladamente dos itens da magnitude, já que esta não se apresenta com níveis alarmantes de deterioração, ou seja, acima de 10%. Algumas ações mitigadoras e compensatórias que devem ser praticadas incluem a conscientização ambiental da população ao que se refere à preservação de fauna e flora; análise física e química periódica da água do reservatório de abastecimento do local e valorização

**Figura 3.** Dendrograma de separação de grupos de ações. Corte feito a 46% da altura total, microbacia do rio Vacacaí-Mirim, Santa Maria, RS



Fonte: SAS 8.2.

da beleza cênica em paisagens naturais intrínsecas à essa região.

Pode-se dizer que este é o subgrupo de fatores mais afetado pelas ações antrópicas neste estudo, o dos Fatores Culturais Estéticos e de Interesse Humano, representado pelo número 9, pertencente ao grupo C de fatores ambientais. Aqui os valores de deterioração de magnitude e importância foram de 9,9% e 13% respectivamente. Estes valores ultrapassaram a faixa de resiliência aceita que é de 10% de deterioração ambiental. Os elementos mais comprometidos são as vistas panorâmicas e as paisagens, a natureza, os espaços abertos, os agentes físicos singulares (quedas d'água naturais) e os monumentos. Os itens de "Parques e reservas" apresentam altos valores de deterioração, pois não existem, e a sua

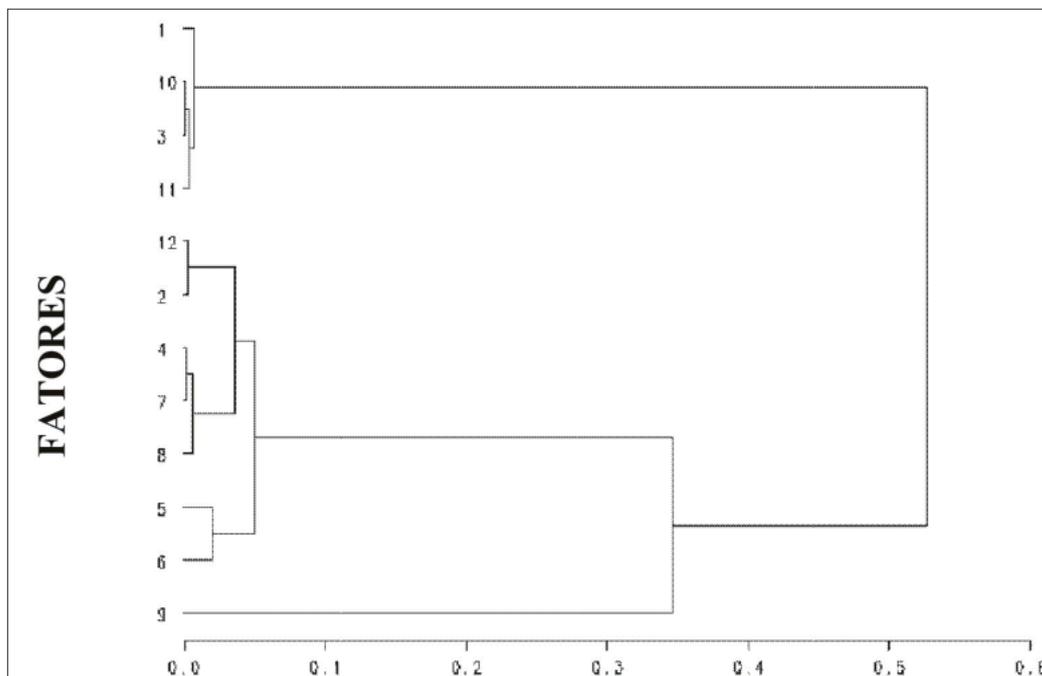
ausência acarreta todo o tipo de impacto ambiental. Salienta-se que estes impactos negativos apresentaram altos índices de deterioração em magnitude e importância justamente pela falta do cumprimento da legislação vigente. Nestes fatores há necessidade de se tomar rigorosas medidas mitigadoras e compensatórias no que se refere à conscientização da população diante das riquezas naturais e a criação de Área de Preservação Ambiental (APA) para preservação desses ambientes.

Sobral et al. (2007) elaborou uma matriz de avaliação qualitativa dos impactos ambientais, nos meios Físico, Biótico e Antrópico onde os impactos foram caracterizados de acordo com a frequência, reversibilidade, extensão, duração, origem, sentido e grau. Foram identificadas nove ações impactantes

**Tabela 4.** Médias e freqüências de magnitude e importância dos fatores ambientais impactados pelas ações propostas (escala 1-10) na microbacia do rio Vacacaí-Mirim, Santa Maria, RS

Fator	Freqüência	Magnitude (%)	Importância (%)
1 – Características físicas e químicas: terra	25	5,5579	7,2211
2 – Características físicas e químicas: água	43	6,2668	10,4284
3 – Características físicas e químicas: atmosfera	24	4,6491	7,9825
4 – Características físicas e químicas: processos	62	6,6808	11,0781
5 – Condições biológicas: flora	78	8,0837	10,7287
6 – Condições biológicas: fauna	79	7,4684	9,6336
7 – Fatores culturais: usos do território	57	6,9529	11,4589
8 – Fatores culturais: recreativos	63	7,5021	11,3367
9 - Fatores culturais: estéticos e de interesse humano	72	9,9123	13,8670
10 - Fatores culturais: nível cultural	33	4,9761	7,6555
11 - Fatores culturais: serviços e infra-estrutura	45	5,1813	8,3977
12 – Relações ecológicas	34	5,9133	9,8762

**Figura 4.** Dendrograma de separação de grupos de fatores. Corte feito a 26% da altura total, microbacia do rio Vacacaí-Mirim, Santa Maria, RS



Fonte: SAS 8.2

na área: queimadas, práticas agrícolas, retirada de argila e areia, torres e linhas de transmissão de energia, depósito de lixo, retirada de madeira e lenha, presença de espécies exóticas, caça e trilhas.

## Conclusões

O estudo das ações propostas e fatores ambientais da Microbacia do rio Vacacaí-Mirim permitiram chegar às seguintes conclusões:

Como o grau de deterioração real médio total obtido pela matriz de Leopold-Rocha foi de 29% , conclui-se que o ambiente encontra-se bastante deteriorado, uma vez que a taxa aceitável de deterioração na ambiência é de 10%. As medidas mitigadoras e compensatórias devem ser bastante severas, de um modo geral, em toda a microbacia, só assim será possível recuperá-la e desfrutar de seus recursos.

Como o valor médio total de magnitude e importância foi de 3,5 (média  $\leq 5$ ), significa que é viável que

ocorram atividades inerentes à habitação e ao uso da microbacia.

Na análise de agrupamento foi possível a separação das ações em dois grupos distintos, A e B. Foi possível verificar que o grupo A (Modificação do regime; Transformação do território e construções; Outros) apresentou as médias de magnitude (11,63%) e importância (17,64%) mais elevadas que no grupo B de ações. Significa que é o grupo de ações mais impactantes na microbacia e que necessita da aplicação de medidas de uma forma mais rigorosa.

Também com a análise de agrupamento, foi possível a separação de três grupos distintos de fatores: A, B e C. O grupo C, com o subgrupo de Fatores culturais: estéticos e de interesse humano, foi o que apresentou a média mais alta de magnitude (9,91%) e de importância (13,86%) dentre os três grupos. Pode-se dizer que é o fator ambiental mais impactado na microbacia, devendo, portanto, sofrer as medidas mitigadoras e compensatórias adequadas e de forma bastante rigorosa.

## Referências

- LIMA, R. E. Estudos geomorfológicos na avaliação de impacto ambiental. In: SEMINÁRIO SOBRE AVALIAÇÃO E RELATÓRIO DE IMPACTO AMBIENTAL, 1., 1990, Curitiba. *Anais...* Curitiba: FUPEF/UFPR, 1990. p. 73-80.
- MOITA NETO, J. M.; MOITA, G. C. *Uma introdução à análise exploratória de dados multivariados*. Departamento de Química. Universidade Federal do Piauí, Teresina, PI. 1997.
- MOREIRA, I. V. D. Avaliação de impacto ambiental: instrumento de gestão. *Cadernos FUNDAP*, São Paulo, n. 16, Ano 9, pp. 54-63, jun/1989.
- ROCHA, J. S. M. da. ; KURTZ, S. M. de J. M. *Manual de manejo integrado de bacias hidrográficas*. 4. ed. Santa Maria: UFSM/CCR, 2001. 302p.

ROCHA, J. S. M. da; GARCIA, S. M.; ATAIDES, P.R.V.de *Manual de avaliações de impactos ambientais*. 2. ed. Santa Maria: UFSM, 2002. 225p.

SAS Institute. *SAS/STAT User's Guide*. Cary SAS Institute, 1999. 3365p.

SOBRAL, I. S. ; SANTANA, R. K. O.; GOMES, L. J.; COSTA, M.; RIBEIRO, G. T.; SANTOS, J. R. Avaliação dos Impactos Ambientais no Parque Nacional Serra de Itabaiana – SE. *Revista On-line Caminhos de Geografia*, Uberlândia, v. 8, n. 24, p. 102-110, 2007.