

FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE
INSTITUTO DE OCEANOGRAFIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM OCEANOGRAFIA BIOLÓGICA

SUBSÍDIOS PARA O GERENCIAMENTO DAS MARISMAS
NO ESTUÁRIO DA LAGOA DOS PATOS (RS)

JULIANO CÉSAR MARANGONI

Outubro de 2008

SUBSÍDIOS PARA O GERENCIAMENTO DAS MARISMAS
NO ESTUÁRIO DA LAGOA DOS PATOS (RS)

Juliano César Marangoni

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Oceanografia Biológica da Fundação Universidade Federal do Rio Grande, como requisito parcial à obtenção do título de DOUTOR.

Orientador: Dr. César S. B. Costa

RIO GRANDE
Outubro 2008

DEDICO

Aos meus dois amores, Fábria e Maya, pelo amor, companheirismo e felicidade.

AGRADECIMENTOS

Ao César S. B. Costa, pela confiança, liberdade e críticas construtivas.

Aos meus pais Fidelis e Florides, pelo amor.

Ao pessoal que me auxiliou nas saídas de campo, Fábila, Washington, Marcelo Bruno e Álvaro.

A todas pessoas entrevistadas, pelo acolhimento e confiança.

A todos que participaram de alguma forma para o desenvolvimento deste doutorado, Franciane, César Cordazzo, Jeison.

Ao pessoal do Laboratório (Rosane, Uli, Gabriela, Gabriela Catarina) e todas as pessoas que convivi.

Ao CNPq pela concessão da bolsa.

ÍNDICE

RESUMO	7
ABSTRACT	8
INTRODUÇÃO GERAL.....	9
HIPÓTESES	13
OBJETIVOS.....	14

CAPÍTULO 1

EFEITOS NATURAIS E ANTRÓPICOS SOBRE AS MARISMAS NO ESTUÁRIO DA LAGOA DOS PATOS (SUL DO BRASIL) NAS ÚLTIMAS 5 DÉCADAS

1.1 INTRODUÇÃO.....	15
1.2 MATERIAL E MÉTODOS	16
Área de Estudo	16
Causas Naturais e Antrópicas.....	18
1.3 RESULTADOS.....	19
Acurácia das Medições.....	19
Áreas de Marismas	19
Área das Margens Estuarinas e Ilhas.....	20
1.4 DISCUSSÃO	21
Efeitos Negativos.....	21
Efeitos Positivos.....	23

1.5 CONCLUSÕES	25
----------------------	----

CAPÍTULO 2

CARACTERIZAÇÃO DAS ATIVIDADES ECONÔMICAS TRADICIONAIS NO ENTORNO DAS MARISMAS NO ESTUÁRIO DA LAGOA DOS PATOS (RS)

2.1 INTRODUÇÃO	31
----------------------	----

2.2 MÉTODOS	33
-------------------	----

Área de Estudo.....	33
---------------------	----

Entrevistas.....	33
------------------	----

2.3 RESULTADOS.....	34
---------------------	----

Pecuária.....	34
---------------	----

Agricultura.....	35
------------------	----

Morador Urbano.....	36
---------------------	----

2.4 DISCUSSÃO.....	38
--------------------	----

Uso das Marismas no Estuário da Lagoa dos Patos	38
---	----

Uso das Marismas na América do Sul, EUA e Europa	42
--	----

2.5 CONCLUSÕES.....	44
---------------------	----

CAPÍTULO 3

DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DAS MARISMAS NO ESTUÁRIO DA LAGOA DOS PATOS – RS

3.1 INTRODUÇÃO.....	53
3.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	55
Área de Estudo.....	55
Avaliação Ambiental.....	55
Análises Estatísticas.....	58
3.3 RESULTADOS.....	59
3.4 DISCUSSÃO.....	62
Pastejo.....	62
Fogo.....	64
Lixo.....	65
Erosão.....	67
Corte.....	67
Canais de Drenagem, Aterros e Descontinuidade Cobertura Halófitas.....	68
3.5 CONCLUSÕES.....	70

CAPÍTULO 4

EMPREGO DA ANÁLISE MULTICRITERIAL DE APOIO A DECISÃO PARA ALTERNATIVAS DE USOS DAS MARISMAS DO ESTUÁRIO DA LAGOA DOS PATOS (RS, BRASIL): UM ESTUDO DE CASO

4.1 INTRODUÇÃO.....	83
4.2 TOMADA DE DECISÃO E ANÁLISE MULTICRITERIAL.....	84
4.3 PROBLEMÁTICA ANALISADA.....	85

4.4 MATERIAL E MÉTODOS.....	87
Viabilidade deste Estudo de Caso.....	87
Método de Análise Multicriterial.....	87
Análise Multicriterial	88
Identificação dos Atores	88
Alternativas.....	88
Critérios	89
Pesos (Preferências) dos Critérios	94
Consistência da Matriz Numérica de Julgamento.	99
Programa de Computador.	99
4.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	100
4.6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	104
CONSIDERAÇÕES FINAIS..	121
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..	124
APÊNDICES.	144
Roteiro de Entrevista Grupo Agricultura.....	144
Roteiro de Entrevista Grupo Pecuária	146
Roteiro de Entrevista Grupo Urbano	148

RESUMO

A interação entre as atividades antrópicas e marismas no estuário da Lagoa dos Patos vem ocorrendo nos últimos 300 anos. No estuário da Lagoa dos Patos existem 24 unidades de marisma contíguas às atividades antrópicas (pecuária extensiva, agricultura e expansão urbana), levando possivelmente a uma distribuição heterogênea do tipo e severidade das perturbações. Este estudo abrangeu 4 capítulos, partindo da quantificação e identificação das causas responsáveis pelas perdas e ganhos das marismas locais nos últimos 53 anos, através de sensoriamento remoto, onde foi constatado que a área total permanece estável (1947= 70.64; 2000=69.84 km²), equilibrando as perdas e ganhos, sendo as principais perdas de marisma devido à erosão. Posteriormente foram entrevistados indivíduos relacionados com a atividade pecuária, agricultura e moradores da área urbana para conhecer o tipo de interação entre a atividade e as marismas. A pecuária utiliza as marismas como área de pastagem, a agricultura usa as plantas como cobertura vegetal, adubação e construção de pequenos galpões. Em seqüência foi identificado e avaliado o nível atual das perturbações antrópicas e natural sobre as marismas, sendo possível detectar 4 grupos principais de perturbação (pastejo, fogo, acúmulo de lixo e erosão). Por último foi realizado um estudo de caso utilizando a análise multicriterial de apoio à tomada de decisão (MCDA) para avaliar 3 alternativas de manejo (1-Deixar *Juncus kraussii*; 2-Substituir por *Spartina densiflora*; 3-Substituir por campo). Na MCDA sem Legislação Ambiental a Alternativa 1 sob enfoque ecológico teve o melhor desempenho, a Alternativa 3 sob enfoque Socioeconômico e Alternativa 2 com igualdade de Preferências. Na MCDA com a Legislação Ambiental somente a Alternativa 1 teve o melhor desempenho.

Palavras-chave: Marismas, gerenciamento, perturbações antrópicas, erosão, atividades tradicionais, análise multicriterial.

ABSTRACT

Saltmarshes at Patos Lagoon Estuary have been used by anthropogenic activities in the last 300 years. To evaluate modifications in local saltmarshes due to anthropogenic and/or natural processes this dissertation was elaborated focusing 4 subjects: 1 – Evaluation of saltmarsh loss and gain in the last 53 years. Saltmarsh area has remained stable (1947 = 70.64; 2000=69.84 km²), however the main cause of saltmarsh loss has happened mainly due to erosion by waves. 2 – To verify the kind of interaction between human activities and saltmarshes through interviews with ranchers, farmers and urban resident. Saltmarshes have used as pasture, during winter, by ranchers, and farmers have harvested saltmarsh plants as vegetable covering, organic fertilizer and thatching. 3 – Assessment the environmental impact and natural disturbance on local saltmarshes. This ecosystem has suffered disturbance by anthropogenic activities and natural process being possible to detect 4 main groups of saltmarsh under grazing, fire, litter and erosion. 4 – To integrate social and ecological interest it was used a Multicriteria Decision Analysis (MCDA) to assess 3 alternatives of management (Alternative 1- permanence of *J. kraussii*; Alternative 2- replacement of *J. kraussii* by *S. densiflora*; Alternative 3- Replacement of *J. kraussii* by pasture). In MCDA without Environmental Legislation the Alternative 1 had the best performance under environmental focus, the Alternative 3 with socioeconomic focus and Alternative 2 with equal Preference. In MCDA with Environmental Legislation only the Alternative 1 had success.

Keywords: Saltmarshes, management, environmental impact, erosion, traditional activities, multicriteria analysis.

INTRODUÇÃO GERAL

As marismas são ecossistemas costeiros entremarés dominados por plantas herbáceas halófitas, providas de estruturas anatômicas e adaptações fisiológicas para suportarem o alagamento periódico e a variação de salinidade (Long & Mason 1983, Adam 1990). Este ecossistema ocupa áreas protegidas de estuários, baías e lagunas, particularmente nas regiões temperadas e subtropicais, onde ocorre uma maior deposição de sedimentos aluviais ou marinhos (Adam 1990, Davy & Costa 1992). As marismas são consideradas um dos ecossistemas mais produtivos do mundo, caracterizando-se pela produção de elevadas quantidades de matéria orgânica (de 304 até 4.730 gPesoSeco/m²), que é utilizada por consumidores principalmente sob a forma de matéria orgânica particulada (detritos) (Panitz 1986, Adam 1990, Silva *et al.* 1993, Gaona *et al.* 1996, Bemvenuti 1998, Costa 1998, Seeliger 2001, Peixoto & Costa 2004, Cunha *et al.* 2005, Abreu *et al.* 2006). As marismas oferecem abrigo e habitats para várias espécies animais, sendo muitas de relevante importância econômica para a região estuarina e costeira da Lagoa dos Patos (Costa *et al.* 1997). Desempenham também um papel importante nos ciclos biogeoquímicos, através da remobilização de nutrientes e metais pesados do sedimento (Valiela & Teal 1979, Nixon 1980), servindo ainda como uma barreira natural de proteção contra os processos erosionais atuantes nas margens dos estuários (Woodhouse & Knutson 1982).

Na costa brasileira as marismas ocorrem desde as regiões tropicais, ocorrendo nas bordas inferiores (*Spartina alterniflora*) e em áreas hipersalinizadas acima do nível médio das marés sizíguas (apicum, salina, salgado) nos manguezais até a região subtropical e temperada onde este ecossistema passa a predominar a região costeira ao sul da latitude 29°S (Laguna - SC) (Costa *et al.* 2009). Aproximadamente 70 km² de marismas estão presentes nas ilhas e margens no estuário da Lagoa dos Patos (RS), nos municípios de Rio Grande e São José do Norte, constituindo 93% de todas as marismas existentes na costa gaúcha (Costa *et al.* 1997, Nogueira & Costa 2003, Coimbra & Costa 2006).

A interação entre as atividades antrópicas e as marismas no estuário da Lagoa dos Patos vem ocorrendo nos últimos 300 anos. A atividade pecuária iniciou na região sul da costa gaúcha no Séc. XVII, pela captura de gado selvagem na “Vacaria do Mar Rio-Grandense”, sendo posteriormente intensificada com a formação de estâncias criadoras de gado a partir da fundação da cidade de Rio Grande pelos portugueses em 1737 (Queiroz 1987, Vieira & Rangel 1993). A utilização das marismas pela agricultura remonta provavelmente ao processo colonizador de Rio Grande (1737). Além disso, existem relatos do uso das marismas pelos moradores urbanos desde 1740, como matéria-prima para confecção da cobertura de casas (Freitas 1980, Queiroz 1987). A partir do século XIX, a interferência antrópica sobre as marismas foi intensificada através da expansão urbana, portuária e industrial, responsáveis pela conversão de pelo menos 10% da área total de marismas (Seeliger & Costa 1998). Além disso, vários trabalhos pontuais vêm relatando a degradação da cobertura vegetal das marismas causada pelo pastejo por animais domésticos, incêndios, corte da vegetação, deposição de lixo, aterros/canais de drenagem, que podem estar afetando alguns processos biológicos e ecológicos nas marismas (Costa

1997, Costa *et al.* 1997, Seeliger & Costa 1998, Costa & Marangoni 2000, Marangoni 2003). De maneira similar, na América do Sul, América do Norte e Europa estas atividades antrópicas (expansão urbana, industrial, portuária e agropecuária) vêm afetando as marismas, de centenas a milhares de anos, sendo estas causas as maiores responsáveis pela conversão e/ou degradação deste ecossistema (Chabreck 1988, Adam 1990, Adam 2002, Bertness *et al.* 2003, Gedan *et al.* 2009, Costa *et al.* 2009, Davy *et al.* 2009).

No estuário da Lagoa dos Patos existem 24 unidades de marisma espacialmente distintas (Nogueira & Costa 2003), contíguas a diversas atividades antrópicas (pecuária, agricultura, cidade), levando possivelmente a uma distribuição heterogênea do tipo e severidade das perturbações. A maior compreensão da interação entre as atividades antrópicas e as marismas podem levar a experiências bem sucedidas de uso do recurso natural e a manutenção das atividades econômicas.

A análise multicriterial de apoio à tomada de decisão (*MCDA-Multicriterial Decision Analysis*) poderia ser uma ferramenta analítica que pode auxiliar o gerenciamento das marismas no estuário da Lagoa dos Patos. A MCDA é um método matemático que suporta a integração de diversos dados (qualitativos e quantitativos) provenientes de distintos critérios (e.g. ecológicos e econômico) para auxiliar os tomadores de decisão na escolha de alternativas em função de prioridades e/ou objetivos (Dogdson *et al.* 2001). No sistema de múltiplos interesses como as marismas no estuário da Lagoa dos Patos, os indivíduos, grupos e organizações devem expressar suas necessidades, conhecer e participar das decisões, particularmente daquelas que possam vir a afetar as atividades econômicas e o ambiente natural. Dogdson *et al.* (2001) afirmam que a MCDA é uma maneira de visualizar este tipo de situação e/ou problema, caracterizado pela mescla de diversos componentes,

através da fragmentação do problema em partes que permitam avaliações e julgamentos para posterior reagrupamento dos fragmentos e avaliação geral do processo.

Neste sentido é importante o desenvolvimento de trabalhos que auxiliem no gerenciamento das marismas no Estuário da Lagoa dos Patos e que possam conhecer e integrar os diversos interesses (ambientais, culturais, sociais e econômicos) para o desenvolvimento de metas ou planos de gestão ambiental mais adequado à realidade local. Neste estudo, o gerenciamento/gestão ambiental será baseado na concepção de Diegues (2001) na qual os ecossistemas litorâneos e costeiros apresentam um potencial de usos múltiplos, fazendo com que o gerenciamento tenha como objetivo a utilização adequada dos recursos naturais e dos ecossistemas de modo a respeitar sua capacidade de reprodução e de carga e sua utilização em forma sustentável.

Desta forma, para fornecer elementos para o gerenciamento das marismas do estuário da Lagoa dos Patos, diferentes etapas de construção do conhecimento deste ecossistema foram desenvolvidas nos últimos 4 anos e sintetizados nesta tese. Este estudo foi dividido em 4 capítulos. O primeiro capítulo objetivou quantificar e identificar as causas (natural e antrópicas) responsáveis por variações na área das marismas nos últimos 53 anos. O segundo capítulo visou caracterizar e compreender a relação das atividades econômicas tradicionais (pecuária e agricultura) com as marismas. O terceiro capítulo identificou e quantificou as modificações na cobertura vegetal das marismas causadas pelas atividades antrópicas (pecuária e agricultura) e por processo natural (erosão). O quarto capítulo utilizou a análise multicriterial de auxílio à tomada de decisão como ferramenta para integração de múltiplos interesses (ecológicos e socioeconômico) no gerenciamento de uma marisma no estuário da Lagoa dos Patos (Ilha do Leonídeo).

HIPÓTESES

O trabalho desenvolvido visou testar as seguintes hipóteses:

1. As taxas de perdas e ganhos de área, nos últimos 53 anos, bem como os processos causadores de mudanças podem ser distintos entre as 24 unidades de marisma no estuário da Lagoa dos Patos;
2. A não conversão das marismas pelas atividades antrópicas tradicionais (pecuária e agricultura) pode estar atrelada ao tipo de relação entre a atividade econômica e as marismas;
3. Sob influência de distintas atividades antrópicas as 24 unidades de marisma podem apresentar uma distribuição heterogênea quanto ao tipo e severidade das perturbações;
4. Sob distintos interesses de uso (ecológico, socioeconômico) das marismas do estuário da Lagoa dos Patos, uma ferramenta matemática de múltiplos critérios (MCDA) pode auxiliar no processo de integração e gerenciamento ambiental.

OBJETIVOS

Este trabalho tem como objetivo identificar e avaliar os usos das marismas do estuário da Lagoa dos Patos pela comunidade local, seu estado atual de conservação e formas de gerenciamento que garantam a manutenção deste ecossistema e das atividades econômicas tradicionais no presente e futuro.

Dentre os objetivos específicos destacam-se:

- Mapeamento e estimativa da taxa de perdas e ganhos de área nas marismas nos últimos 53 anos;
- Caracterização socioeconômica e da relação das atividades antrópicas tradicionais com as marismas;
- Análise do nível atual das perturbações antrópicas e erosão sobre as marismas através da avaliação visual da cobertura vegetal das marismas;
- Através de um estudo de caso, testar a viabilidade de uso da análise multicriterial de auxílio à tomada de decisão no manejo das marismas.

EFEITOS DAS ATIVIDADES ANTRÓPICAS E PROCESSO NATURAL SOBRE AS
MARISMAS NO ESTUÁRIO DA LAGOA DOS PATOS (SUL DO BRASIL)
NAS ÚLTIMAS 5 DÉCADAS

1.1 INTRODUÇÃO

Marismas são ecossistemas costeiros entremarés dominados por plantas halófitas ocorrendo predominantemente em regiões de clima temperado. No sul do Brasil, este ecossistema ocupa 70 km² das margens e ilhas do Estuário da Lagoa dos Patos (Costa *et al.* 1997, Nogueira & Costa 2003), compreendendo 93% da área total no Rio Grande do Sul (Coimbra & Costa 2006). A produção anual de biomassa aérea das marismas no estuário da Lagoa dos Patos varia entre 304 g/m² e 4.730 g/m² (Silva *et al.* 1993, Gaona *et al.* 1996, Costa 1998, Peixoto & Costa 2004, Cunha *et al.* 2005) sendo um componente importante na teia trófica estuarina (Seeliger *et al.* 1998, Costa *et al.* 1997, Bemvenuti 1998, Costa 1998, Seeliger 2001, Abreu *et al.* 2006).

Mesmo com a importância ecológica das marismas, atividades antrópicas como expansão urbana, pecuária e agricultura vem convertendo e/ou degradando este ecossistema por séculos (América do Sul e do Norte) e por milênios na Europa (Chabreck 1988, Adam 1990, Adam 2002, Bertness *et al.* 2003, Gedan *et al.* 2009, Costa *et al.* 2009, Davy *et al.* 2009). As marismas no estuário da Lagoa dos Patos vêm sofrendo intensas perdas desde o Séc. XIX causadas por atividades antrópicas como expansão urbana, industrial e portuária (Costa *et al.* 1997, Costa & Marangoni 2000, Seeliger & Costa 1998, 2003). Estudos vêm mostrando uma estabilidade de área das marismas nos últimos 25 anos (Costa *et al.* 1997, Nogueira & Costa 2003), contudo perdas de área deste ecossistema, causadas por processo erosivo vem sendo observadas (Seeliger & Costa 1998, Costa & Marangoni 2000, Marangoni 2003, Costa *et al.* 2005), não sendo, contudo, quantificadas. Mudanças ambientais de escala regional podem intensificar a hidrodinâmica local, tais como a elevação no nível do mar global (1,8 mm/year; Douglas 1991), na costa brasileira (4 mm/year; Mesquita 2003), na costa uruguaia (Punta Del Este - 0,069 mm/ano; <http://unfccc.int/resource/docs/natc/urunc1.pdf>), na Lagoa dos Patos (aumento no nível de água de 1 m em 300 anos; Toldo 1991 - 3,3 mm/ano) e incremento de descarga de água doce na bacia hidrográfica da Lagoa dos Patos (Marengo 2006).

Desta forma este estudo tem como objetivo quantificar as possíveis variações de área nas distintas unidades de marismas no estuário da Lagoa dos Patos nos últimos 53 anos (1947-1975-2000) e identificar os efeitos dos processos naturais e antrópicos responsáveis pelas mudanças.

1.2 MATERIAL E MÉTODOS

Área de Estudo

Este estudo foi realizado nas margens e ilhas, compreendendo dois municípios estuarinos (Rio Grande-RG e São José do Norte-SJN) na Lagoa dos Patos, no estado do RS, sul do Brasil (31°50' – 32°09'S; 52°00' – 52°15'W) (Fig. 1).

A Lagoa dos Patos é a maior laguna costeira “estrangulada” (*choked*) do mundo (Kjerve 1994), caracterizada pela pequena influência das marés (micromaré com amplitude média de 0,47 m), sendo a hidrologia local fortemente conduzida pelos ventos (NE e SW) e descarga de água doce oriunda da bacia de drenagem (Garcia 1998). Durante anos de baixa a moderada descarga de água doce, a circulação de água é determinada pelos ventos NE que promovem a vazão de água para a região costeira e por ventos SW responsáveis pelas enchentes (Costa *et al.* 1988, Moller *et al.* 1996, 2001). O fluxo dominante de água doce para a região costeira é freqüentemente associado com as altas descargas (acima de 3000 m³/s) durante os meses de inverno e início da primavera ou durante os anos mais chuvosos devido aos eventos de El Niño (Moller *et al.* 1996, 2001, Fernandes *et al.* 2002, Vaz *et al.* 2006).

Existem 24 unidades de marisma distintas no estuário da Lagoa dos Patos de acordo com a distribuição geográfica ou características da cobertura vegetal (Costa *et al.* 1997, Nogueira & Costa 2003). Foi efetuado o mapeamento das 24 unidades de marisma no estuário, através de fotos aéreas de 1947 (Preto e Branco com escala de 1:40.000), 1975 (P&B com escala de 1:20.000) e 2000 (Imagem digital-RGB com resolução de 1 metro por pixel). Para solucionar falhas na cobertura das imagens (10% da área total) foram utilizadas fotos de 1996 (P&B com escala de 1:60.000) e imagens de satélite de 2002 (Landsat 7

ETM). A detecção das marismas nas fotos aéreas foi validada através da comparação com mapeamentos realizados anteriormente (Costa *et al.* 1997, Nogueira 2003).

Nem todas as margens e ilhas no estuário são ocupadas por marismas, desta forma para verificar se está ocorrendo perdas e ganhos de área somente nas marismas ou em toda a margem estuarina e ilhas, foi avaliada a variação de área nos últimos 19 anos através de imagens de satélite Landsat 5 TM (1987), Landsat 7 ETM (2002) e Landsat 7 ETM (2006). Para quantificar as possíveis variações na área da margem estuarina foi desenhado um polígono para cada imagem Landsat (1987, 2000, 2006) com os mesmos pontos sobre o continente, como vértices, a partir disso qualquer alteração na área dos polígonos foi assumido como variação na área da margem estuarina.

Todas as imagens (P&B, RGB e Landsat) foram processadas e analisadas através do programa de computador Spring 4.3.3 (Câmara *et al.* 1996) e tiveram uma resolução final de 1 mpp (metro por pixel) para as fotos P&B e RGB e 30 mpp para as imagens Landsat.

Foi efetuado o cálculo de acurácia das medições sobre as fotos aéreas (1947, 1975 e 2000), sendo avaliada a partir de 5 medidas lineares de objetos identificáveis na foto de 2000 e comparadas com as mesmas medidas obtidas nas imagens de 1947 e 1975.

Causas Naturais e Antrópicas

As causas de variação na área de marisma relacionadas às atividades antrópicas (propriedades rurais, estruturas urbanas, industriais, portuárias e aquíicultura) e naturais (colonização de plantas, feições erosivas como margem arenosa e escarpamento das margens) foram identificadas e quantificadas nas imagens aéreas e confirmadas com saídas de campo durante o ano de 2005. Os ganhos e perdas de área de marisma oriundas das fotografias aéreas (1947-1975-2000) foram consideradas quando a variação de área (%) foi maior do que o erro das medições (valor igual ou superior ao dobro do erro médio de área,

calculado pela acurácia das medições). Assim, as variações de área (%) consideradas neste estudo correspondem a valores iguais e/ou maiores do $\pm 0.08\%$ por ano (dobro do erro médio de área), para minimizar possíveis enganos causados pelos procedimentos do sensoriamento remoto.

1.3 RESULTADOS

Acurácia das Medições

A comparação das medidas lineares obtidas nas fotos aéreas em 2000, 1975 e 1947 demonstrou um erro linear médio de 0.51% e um erro de área médio de 1.07%.

Áreas de Marismas

As marismas na margem de RG, em 2000, compreenderam 95.7% (66,85 km²) da área total deste ecossistema no estuário da Lagoa dos Patos (69.84 km²). As marismas em RG tiveram uma redução de área de -0,03% por ano, durante o primeiro período de estudo (28 anos; 1947-1975) e permaneceu estável nos últimos 25 anos (Tabela 1).

Durante os primeiros 28 anos de estudo, cinquenta por cento (50%) das unidades de marisma em RG (8 unidades) sofreram redução, com maior intensidade nas unidades 09, 11, 15 e 22 (Figura 1) (Tabela 2). Neste período, 3 unidades de RG aumentaram a área, principalmente a unidade 10 (Figura 1) (Tabela 2). Nos primeiros 28 anos, o processo erosivo e atividade antrópica (expansão urbana) foram as responsáveis, respectivamente por 53,8% e 46,2% das perdas de área (total de -1,23 km²) (Tabela 3). O aumento de área de marisma (0,31 km²) foi devido a causas naturais (colonização vegetal; 66,9%) e antrópicas (disposição de material dragado e posterior colonização vegetal; 31,1%) (Tabela 3).

Nos últimos 25 anos (1975-2000), dez (10) unidades em RG sofreram perdas (-0,52 km²), marcadamente nas unidades 15 e 22 (Tabela 2) causadas pela erosão (86,2% das perdas) e por viveiros de aquíicultura (unidades 18 e 19; 13,8%) (Tabela 3). Neste mesmo

período 3 unidades ganharam área (0,30 km²) (Tabela 2 e 3), causadas por atividades antrópicas (unidades 09 e 10; 37,1% da área total) (colonização de plantas em áreas protegidas pela construção de enrocamentos e disposição de material dragado e posterior colonização vegetal) e unidade 17 por processo natural (colonização vegetal; 62,9%).

As marismas em SJN corresponderam a somente 4,3% (2,99 km²), em 2000 e, vem perdendo área com taxas de -0,21% e -0,05% por ano, durante o primeiro período (1947-1975) e segundo (1975-2000) período de estudo, respectivamente (Tabela 1). A maioria das marismas em SJN perdeu área nos últimos 53 anos (-0,41 km²) causada por erosão, mais intensamente sobre a unidade 7 (taxa média de -1,62% por ano) (Figura 1) (Tabela 2 e 3). Em contrapartida, 2 unidades de marisma (01 e 02) ao sul de SJN, aumentaram a área ao longo de todo o período de estudo (53 anos) (taxa média de 14,3% por ano) causada pela colonização de plantas sobre novas áreas deposicionais de sedimento (Tabela 2 e 3).

Entre as várias atividades antrópicas no entorno do estuário da Lagoa dos Patos, somente a expansão urbana e aqüicultura foram responsáveis pela conversão de marismas, nos últimos 53 anos. Nenhuma área deste ecossistema foi perdida por atividade portuária, pecuária e agricultura.

Área das Margens Estuarinas e Ilhas

De maneira similar à maioria das unidades de marisma, a margem estuarina de SJN sofreu perdas de área ao longo dos últimos 19 anos (1987-2002-2006) (-1,03 km²) com uma taxa de -0,04% de perda por ano (Tabela 4). Três ilhas estuarinas em SJN tiveram redução de área com uma taxa geral de -1,80% por ano (Figura 1) (Tabela 4).

A margem estuarina em RG e Ilha do Leonídeo (unidade 17) aumentaram a área neste mesmo período de estudo (taxa média de 0,005% e 0,06% por ano, respectivamente),

contudo, ilhas estuarinas em RG sofreram diminuição de área por processo erosivo (unidades 15 e 20) (Figura 1) (Tabela 4).

1.4 DISCUSSÃO

Efeitos Negativos

O processo erosivo no estuário da Lagoa dos Patos, em detrimento as atividades antrópicas, foi o principal responsável pelas perdas de margem estuarina, ilhas e marismas, em ambos municípios (RG e SJN), atuando com maior intensidade sobre a margem leste do estuário (SJN).

O processo erosivo na margem estuarina, ilhas e marismas em SJN parece estar relacionada à erosão por ondas geradas por ventos SW-NW. Estes ventos são responsáveis pelo empilhamento de água na margem leste do estuário e sopram durante 13,5% (SW) e 3,7% (NW) do ano com velocidade de 2 a 8 m/s (Gafrée 1927 *apud* Silva 1941, Vieira & Rangel 1988, DHN 1990, Tomazelli 1993, Braga & Krusche 2000). O clima de ventos SW-NW é relacionado com a passagem das frentes frias, associadas ao Anticiclone Polar Migratório, com alta incidência de ocorrência (a cada 6-7 dias) durante o outono e inverno no sul do Brasil (Hasenack & Ferraro 1989, Nimer 1989, Stech & Lorenzetti 1992, Toldo *et al.* 2003).

Provavelmente a principal causa de erosão em RG é devido à ondulação gerada pelos ventos NE-SE, que sopram 22,3% e 7,4% do ano, empilhando água na margem oeste (Gafrée 1927 *apud* Silva 1941, Vieira & Rangel 1988, DHN 1990, Tomazelli 1993). Os resultados deste estudo sugerem que as ondulações produzidas pelos ventos NE-SE vêm erodindo principalmente as ilhas na região central do estuário (unidades 15 e 22), onde uma ilha desapareceu nos últimos 53 anos (Ilha dos Mosquitos; unidade 22) e, vem impedindo a colonização vegetal na margem leste da Ilha dos Marinheiros. Souza *et al.* (2003)

estudaram as mudanças geomorfológicas nas ilhas das Pombas e Cavalos (unidade 15) ao longo de 52 anos e também verificaram processo erosivo na margem leste, associada às ondas geradas por ventos NE-SE. Estes ventos são formados pelo Anticiclone do Atlântico Sul, prevalecendo durante a primavera e verão, com velocidade de 2 a 6 m/s (Nimer 1989; Hasenack & Ferraro 1989, Braga & Krusche 2000, Toldo *et al.* 2003).

As ondas responsáveis pelos processos erosivos em SJN e RG são geralmente de baixa altura e curto período de tempo (Lauro Calliari, comunicação pessoal). Barbosa (2003) verificou que a margem estuarina ao sul de RG, quando sem proteção artificial (enrocamentos, construções) foram erodidas por ondas com altura de 0-0,20 m e frequência de 1-5 s. As ondulações geradas pelos ventos SW-NW ou NE-SE podem ter seu poder erosivo intensificado durante os meses de inverno (alta descarga de água doce e elevação do nível de água; Costa *et al.* 2003), permitindo que a maioria das ondas possam atingir as marismas.

A ação dos ventos também pode alterar áreas de marisma através do transporte aéreo de areia. Entre as marismas em RG, a unidade 09 (Molhe Oeste) é uma das mais dinâmicas do estuário sendo sua configuração (aumento e perda) resultante de processos naturais e antrópicos, nos últimos 53 anos. Perda de área foi verificada durante o período de 1947-1975, com uma taxa de diminuição de -1,12% por ano, causada pela migração de dunas (por ventos NE e E) sobre as áreas de marisma.

Mesmo com a existência de fortes evidências sobre o aumento da taxa anual de pluviosidade no sul do Brasil e o aumento da descarga de água doce do principal tributário da Lagoa dos Patos (Rio Jacuí), nos últimos 50 anos (Marengo 2006), o resultado deste estudo não encontrou grandes mudanças no processo erosivo sobre as marismas entre os dois períodos de observação (1947-1975 e 1975-2000). Entre estes períodos, somente 6

unidades do total de 24 tiveram a taxa de perdas causadas pela erosão aumentada e as outras permaneceram estáveis ou tiveram suas taxas diminuídas.

Somente 0,68 km² (31,2% das perdas totais) das marismas no estuário da Lagoa dos Patos foram convertidas pela expansão urbana e aquíicultura, nos últimos 53 anos. A expansão urbana em RG, durante as décadas de 1950-1960 foi a principal causa da redução da unidade 11 (Mangueira Norte; 49% de redução). A conversão de marismas ocorreu antes da promulgação da Lei N° 4.771 (ano 1965), a qual enquadra as marismas como áreas de preservação permanente. A partir do Plano Diretor Municipal de Rio Grande (Lei N° 4.116; ano 1986) a expansão urbana sobre as marismas não foi mais detectada. A aquíicultura (produção de peixes de água doce e camarão) foi responsável pela conversão de marismas (0,12 km²) entre 1996 e 2000 devido à construção ilegal de 17 viveiros em RG (-0,08 km²) (15 viveiros na unidade 19 e 2 na unidade 18) e SJN (-0,04 km²) (4 viveiros na unidade 5). Recentemente o órgão ambiental estadual (FEPAM) regulamentou a produção de camarão no estuário da Lagoa dos Patos, reforçando a proibição da construção de viveiros sobre as marismas, dunas e mata nativa (Poersch *et al.* 2006).

Efeitos Positivos

Duas unidades ao sul de SJN (unidade 01 e 02) tiveram aumento de área ao longo dos 53 anos de estudo, devido ao transporte de sedimento W-NW causado por ondas e ventos oriundos do quadrante sul (Antiqueira & Calliari 2005). O desenvolvimento e estabilização da unidade 02 (Pontal do Deprec) criou uma barreira para os ventos do quadrante sul, responsáveis pela erosão na margem sul da Ponta dos Pescadores (unidade 03).

O aumento de marismas em RG, durante os últimos 53 anos (+0,61 km²) foi devido principalmente ao processo natural (65,6%) de colonização vegetal sobre planos de lama e

campos (unidade 17 durante 53 anos e unidade 18 entre 1947-1975). As marismas na unidade 17 são atualmente vegetadas predominantemente por *Juncus kraussii* que vem excluindo *Spartina densiflora* e invadindo áreas de campo nos últimos 50 anos (Capítulo 2).

No mesmo período (53 anos), 34,4% do aumento nas marismas foi relacionado às atividades antrópicas (+0,21 km²). Durante a década de 1970, foi depositado aproximadamente 1.000.000 m³ de material dragado na margem oeste da unidade 10, criando planos de lama que posteriormente foram colonizados pelas marismas. Outro incremento importante ocorreu na unidade 09, durante 1975-2000. Este aumento de área de marismas foi o resultado da deposição natural de sedimento devido à construção de um enrocamento durante a década de 1960 e 1970 (Antigo Responsável Técnico da SUPRG, comunicação pessoal). Esta barreira artificial permitiu a deposição de sedimento e subsequente colonização vegetal desta área, vindo a ficar completamente vegetada na década de 1980. A unidade 09 se caracteriza por uma importante diversidade de ambientes, sendo composta atualmente por marismas, dunas frontais, dunas estabilizadas e campos, ocupadas por pelo menos 47 espécies vegetais e a o registro de 32 aves (Silva *et al.* 1993, Eichenberger 1999, Marangoni 2003).

1.5 CONCLUSÕES

A área total de marismas no estuário da Lagoa dos Patos tem permanecido estável desde 1947, contudo esta estabilidade mascara um intenso processo construtivo e destrutivo causado por ação antrópica e processo natural. As perdas de área de marisma foram devidas principalmente ao processo erosivo causado por ondas (ondulação de baixa altura e curto período de tempo) geradas por ventos SW-NW e SE-NE na margem leste (SJM) e oeste (RG), respectivamente.

Nos últimos 50 anos a perda de área de marisma por atividades antrópicas não foi significativa. A expansão urbana sobre as marismas ocorreu até a década de 50, se distanciando das margens a partir deste período. Além disso, atividades econômicas tradicionais baseadas na pequena atividade agrícola e pecuária extensiva não vêm convertendo as marismas locais. A conservação e gerenciamento das marismas no estuário da Lagoa dos Patos devem levar em consideração os processos naturais atuantes sobre este ecossistema (erosão, deposição de sedimento e colonização vegetal).

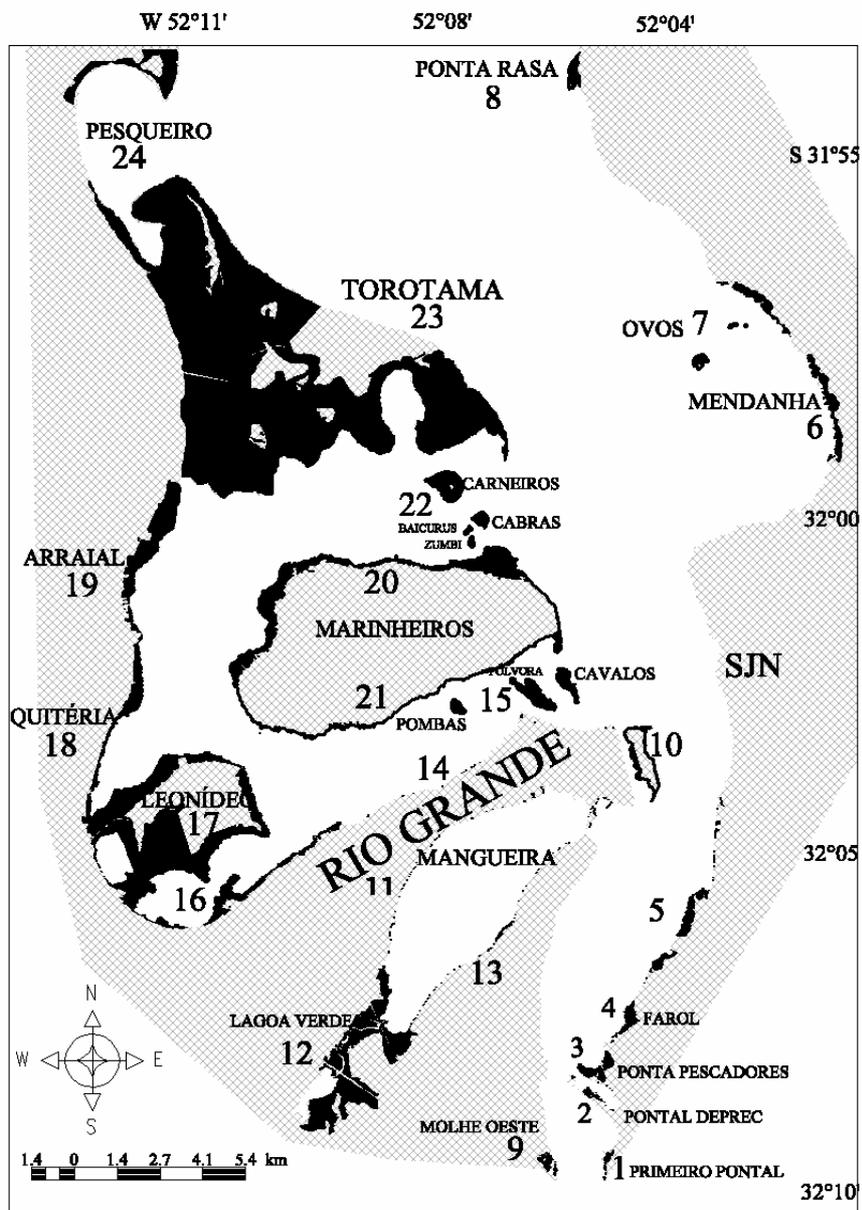


Figura 1. Estuário da Lagoa dos Patos (RS–Brasil) com a localização das 24 unidades de marisma (áreas escuras) nos dois municípios estuarinos (São José do Norte – margem leste e Rio Grande – margem oeste).

Tabela 1. Área total (km²) de marismas nos municípios de São José do Norte e Rio Grande (RS, Brasil). A variação de área de marisma por ano (%) entre os períodos 1947-1975 e 1975-2000, para cada município (valores em parênteses).

Municípios	1947	1975	2000
São José do Norte	3,22	3,03 (-0,21%)	2,99 (-0,05%)
Rio Grande	67,42	66,76 (-0,03%)	66,85 (0,005%)
Total	70,64	69,79 (-0,04%)	69,84 (0,003%)

Tabela 2. Mudanças de área das unidades de marisma (%) em São José do Norte (SJN) e Rio Grande (RG) entre os períodos 1947-1975 e 1975-2000. As áreas das marismas (km²) no ano de 2000 são mostradas. Variações acima de $\pm 0.50\%$ por ano são assinaladas com os valores positivos em cinza e negativos em preto.

		Unidade	Varição Área por ano (%) 1947-1975	Varição Área por ano (%) 1975-2000	Área Total (km ²) 2000
SJN	01	Primeiro Pontal	5,19	43,09	0,06
	02	Pontal Deprec	5,93	3,07	0,09
	03	Ponta dos Pescadores	-0,39	-0,13	0,38
	04	Farol	-0,49	-0,39	0,29
	05	SJN Sul	-0,21	-0,18	0,66
	06	Mendanha	0,06	0,06	1,05
	07	Ilha dos Ovos e Arvoredo	-1,45	-1,80	0,14
	08	Ponta Rasa	-0,14	-0,23	0,32
Rio Grande	09	Molhe Oeste	-1,12	1,68	0,16
	10	Ilha do Terraplano	32,63	2,32	0,18
	11	Mangueira Norte	-1,77	-0,14	0,56
	12	Lagoa Verde	-0,01	-0,05	2,96
	13	Mangueira Sul	-0,07	-0,05	0,81
	14	Rio Grande	-0,31	-0,29	0,03
	15	Ilha dos Cavalos	-1,39	-1,40	0,26
	15	Ilha da Pólvora	-0,66	-0,63	0,47
	15	Ilha das Pombas	-0,85	-0,96	0,12
	16	Justino	0,04	-0,01	1,23
	17	Ilha do Leonídeo	0,08	0,09	8,47
	18	Quitéria	0,10	0,01	1,02
	19	Arraial	0,04	-0,13	2,08
	20	Ilha dos Marinheiros Norte	-0,06	0,01	3,14
	21	Ilha dos Marinheiros Sul	-0,30	-0,45	0,70
	22	Ilhas Carneiros/Cabras	-0,76	-1,16	0,86
23	Ilha da Torotama	0,03	0,03	41,55	
24	Pesqueiro	-0,02	0,04	2,25	

Tabela 3. Variação de área total das unidades de marisma (%) (unidades com variação igual e/ou maior do que $\pm 0.08\%$ por ano) em São José do Norte (SJN) e Rio Grande (RG) entre os períodos 1947-1975 e 1975-2000 causadas por processos naturais (Nat) e antrópicos (Ant). A variação total de área (km^2) também é mostrada.

Municípios	Variação de Área	1947 - 1975			1975 - 2000		
		Nat	Ant	Área (km^2)	Nat	Ant	Área (km^2)
SJN	Aumento	100,0	0,0	0,04	100,0	0,0	0,10
	Perda	100,0	0,0	-0,24	76,5	23,5	-0,17
RG	Aumento	66,9	33,1	0,31	62,9	37,1	0,30
	Perda	53,8	46,2	-1,23	86,2	13,8	-0,52

Tabela 4. Variações de área nas margens estuarinas e ilhas por ano (%) (media dos períodos 1987-2002 e 2002-2006) em São José do Norte (SJN) e Rio Grande (RG) estimados através das imagens de satélite. Variação total das áreas (km²) também é mostrada. Variações abaixo de -0.50% por ano são assinaladas em preto.

	Local	Variação media da área por ano (%)	Variação Total da área (km ²)
SJN	Margem Estuarina (Primeiro Pontal até Ponta Rasa)	-0,04	-1,03
	Ilha dos Ovos	-1,28	-0,02
	Ilha do Arvoredo (esquerda)	-1,62	-0,01
	Ilha do Arvoredo (direita)	-2,49	-0,01
Rio Grande	Margem Estuarina (Molhe Oeste até Pesqueiro)	0,005	0,18
	Ilha da Torotama	-0,05	-0,24
	Ilha dos Carneiros	-0,32	-0,02
	Ilha dos Mosquitos ^a	-----	-----
	Ilha das Cabras	-0,66	-0,02
	Ilha Baicurus	-0,82	-0,01
	Ilha do Zumbi	-0,81	-0,005
	Ilha dos Marinheiros	-0,06	-0,24
	Ilha do Leonídeo	0,06	0,06
	Ilha dos Cavalos	-1,53	-0,09
Ilha da Pólvora	-0,64	-0,08	
Ilha das Pombas	-0,96	-0,03	
	Ilha do Terrapleno	-0,04	-0,02

^aIlha dos Mosquitos foi completamente erodida até o ano de 2000.

CARACTERIZAÇÃO DAS ATIVIDADES ECONÔMICAS TRADICIONAIS NO ENTORNO DAS MARISMAS NO ESTUÁRIO DA LAGOA DOS PATOS (RS)

2.1 INTRODUÇÃO

As marismas são ecossistemas costeiros entremarés vegetados por plantas herbáceas que suportam o alagamento periódico e a variação de salinidade (Long & Mason 1983, Adam 1990). Caracterizando-se pela produção de elevadas quantidades de matéria orgânica (Silva *et al.* 1993, Gaona *et al.* 1996, Seeliger *et al.* 1998, Peixoto & Costa 2004, Cunha *et al.* 2005), sendo um importante componente da cadeia trófica detritívora estuarina (Costa *et al.* 1997, Bemvenuti 1998, Seeliger 2001, Abreu *et al.* 2006). Apesar de sua importância ecológica, por centenas de anos a pecuária na Europa e EUA convertem as marismas em pastagens e, com maior inclemência, a agricultura vem convertendo áreas de marisma para a produção agrícola, sendo esta uma das mais importantes causas de perdas mundiais deste ecossistema (Beeftink 1977, Queen 1977, Chabreck 1988, Adam 1990, Bakker *et al.* 1993,

Goeldner 1999, Adam 2002, Healy & Hickey 2002, Bertness *et al.* 2003, Doody 2004, Gedan *et al.* 2009, Davy *et al.* 2009).

A maior parte dos 70 km² das marismas no estuário da Lagoa dos Patos ocorre na zona rural dos municípios estuarinos de Rio Grande e São José do Norte (~97%) no sul do Brasil (RS) (Capítulo 1). A zona rural de ambos os municípios é composta predominantemente por propriedades rurais com até 500 ha (99% das propriedades em RG e 94% em SJN), tendo como principal atividade a produção de cebola, hortigranjeiros, gado e arroz (IBGE - Censo Agropecuário 1995).

As marismas vêm sofrendo interferência dos colonizadores europeus desde o século XVII, inicialmente pela atividade agropastoril (Vieira 1983, Vieira & Rangel 1993), sendo intensificada a partir do século XIX pela expansão urbana, portuária e industrial, responsáveis pela conversão de pelo menos 10% da área total de marismas (Seeliger & Costa 1998). Nas últimas 5 décadas apenas 0,68 km² de marismas foram convertidas pela expansão urbana e aquíicultura (31,5% das perdas totais de marisma) (Capítulo 1).

As marismas também vêm sendo utilizadas por atividades econômicas tradicionais (agricultura e pecuária extensiva) (Oliveira 1997, Seeliger & Costa 1998, Costa & Marangoni 2000, Filardi 2003, Freire 2003, Manzoni 2005, Capítulo 3) sem, no entanto, suprimirem este ecossistema (Capítulo 1). Diegues (2001) comenta que, se a produção material das comunidades tradicionais é dependente da preservação dos ambientes em que vivem, elas desenvolvem formas adequadas de manejo dos recursos naturais. Desta forma, para que ocorra a reprodução das atividades tradicionais locais (agricultura e pecuária extensiva) conjuntamente com a manutenção das marismas, possivelmente deve existir uma adequação da produção material com a capacidade de resposta deste ecossistema. Assim,

conhecendo como se dá à interação entre as atividades tradicionais e as marismas, poderemos então compreender melhor a capacidade de suporte deste ecossistema.

No estuário da Lagoa dos Patos existem 24 unidades de marismas, com a pecuária extensiva e agricultura atuando no entorno, assim este estudo teve como objetivo conhecer como se dá a inserção das marismas no processo produtivo destas atividades.

2.2 MÉTODOS

Área de Estudo

Este estudo foi realizado no entorno das 24 unidades de marisma espacialmente distintas conforme a descontinuidade física ou da cobertura vegetal (Costa *et al.* 1997, Nogueira & Costa 2003), englobando os municípios costeiros de Rio Grande (RG) e São José do Norte (SJM) ($31^{\circ}50' - 32^{\circ}09'S$; $52^{\circ}00' - 52^{\circ}15'W$) (Figura 1).

Entrevistas

Este estudo caracteriza-se como exploratório descritivo, sendo efetuado através de entrevistas semi-estruturadas (Apêndice 1) com indivíduos pertencentes a grupos de pessoas com atividade econômica diretamente associada às marismas e/ou que vivem nas adjacências das marismas. Desta forma, foram entrevistadas pessoas relacionadas principalmente com a pecuária e agricultura (proprietários, arrendatários, administradores) e moradores urbanos.

As entrevistas ocorreram entre abril/2006 e maio/2008, sendo realizadas de maneira intencional ao entrevistar indivíduos que possuíssem um bom tempo de vivência no local

(preferencialmente com mais de 20 anos de vivência). Em algumas marismas de SJN (Primeiro Pontal, Pontal Deprec, Ilha dos Ovos) e RG (Ilha do Terraplano, Ilha das Pombas, Pólvora, Cavalos, Carneiros, Cabras, Baicurus e Zumbi) não foi possível realizar entrevistas devido à inexistência de atividade econômica ou moradores.

O roteiro de entrevista possuía 6 partes principais: 1) informações sobre a atividade econômica; 2) uso das marismas (atual e passado); 3) observação de mudanças ambientais nas marismas; 4) conhecimento de algumas funções ecológicas das marismas; 5) conhecimento sobre legislação ambiental; 6) interesse na remoção das marismas.

O trabalho de campo ocorria através da abordagem de um morador qualquer na unidade de marisma a fim de localizar as pessoas com maior tempo de vivência no local. Uma vez localizada esta pessoa fonte, a entrevista demorava de 30 minutos até 1 hora, sendo todas as respostas anotadas pelo entrevistador. A análise dos dados procedeu de maneira a descrever as informações com maior repetitividade. Este procedimento parte do pressuposto que, se um mesmo dado é fornecido por diversas fontes, fica caracterizada a difusão e a consistência da informação.

Foram realizadas 58 entrevistas, abrangendo 37 representantes da agricultura, 10 da pecuária e 11 da área urbana, abrangendo um período médio de vivência de 48 anos (Pecuária – 38 anos; Agricultura – 52 anos; Urbano – 53 anos) (Tabelas 1 e 2). O número de entrevistas foi determinado em função da representatividade da atividade econômica no entorno das marismas, obtida através do número de propriedades rurais transicionais as marismas, proveniente do estudo de diagnóstico ambiental das marismas (Capítulo 3). A maioria das entrevistas ocorreu em RG (49), com apenas 9 sendo efetuadas em SJN, esta diferença se deve pela maior área de marismas encontrar-se nas margens e ilhas no município de RG (~96%; Nogueira & Costa 2003, Capítulo 1).

2.3 RESULTADOS

Pecuária

A criação de gado é apontada como principal atividade econômica pelos entrevistados no entorno das marismas no Saco do Mendanha em SJN e Lagoa Verde, Mangueira Sul, Arraial, Torotama e Pesqueiro em RG (Figura 1) (Tabela 1). As propriedades rurais possuem pequeno e médio porte com uma área média de 306 ha, criando animais através do sistema produtivo extensivo, com uma lotação média de 1 animal/ha (Tabelas 1 e 2). A atividade econômica Pecuária utiliza as marismas como pastagem, quando vegetadas principalmente por macega (*Spartina densiflora*) e/ou junça (*Scirpus olneyi*). Além disso, houve o relato da utilização, no passado, da macega como matéria-prima para cobertura de casas e galpões (Tabela 3).

Dentre as mudanças ambientais nas marismas, 50% dos entrevistados (n=5) destacaram a expansão do junco (*Juncus kraussii*) sobre os campos e marismas de macega nos últimos 30 anos, principalmente nas localidades do Arraial e Torotama (Tabela 3).

A maioria dos entrevistados (80%) declarou que não existia ou não sabiam da existência de relação entre as marismas e a fauna estuarina (peixes e camarão). Em contrapartida, 80% das pessoas acreditam que as marismas protegem as margens contra a erosão. Quase todos os entrevistados desconhecem as leis sobre marismas, entretanto, metade dos entrevistados comentou que não pode ser ateado fogo e nem mexer nas marismas (Tabela 3).

Agricultura

A Agricultura é a atividade econômica principal nas unidades Ponta dos Pescadores, Farol, Sul SJN, Saco do Mendanha e Ponta Rasa em SJN e em RG nas marismas do

Justino, Leonídeo, Quitéria, Arraial, Ilha dos Marinheiros (Figura 1) (Tabela 1). As propriedades rurais se caracterizam pelo pequeno porte (área média de 19,3 ha), sendo a área cultivada em média de apenas 4,2 ha (Tabela 2), produzindo principalmente cebola e hortigranjeiros. Uma característica peculiar da maioria dos agricultores é a pequena criação de animais associada à atividade agrícola, com atualmente 54% dos entrevistados criando gado (leite e corte) e cavalos, com uma lotação média de 1 animal/ha (Tabelas 2 e 4).

A atividade agrícola de pequeno porte no entorno do estuário se caracteriza pela diversidade na produção, levando desta maneira a multiplicidade de uso das marismas. O uso mais difundido de plantas de marisma é a incorporação direta de macega e junco nos canteiros de cultivo, como cobertura vegetal e eventualmente para construção/cobertura de pequenos galpões (Figura 2). São utilizados aproximadamente $1.580 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{ano}^{-1}$ de macega (aproximadamente 316 feixes de ~5kg cada; medida comumente utilizada pelos agricultores) e $6.800 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{ano}^{-1}$ de junco para os usos mais comuns (área média cortada de 2.000 m^2), sendo que para a cobertura/construção de galpões faz-se necessário de 1.000 a 2.000 feixes (de 5.000 a 10.000 kg) (Tabela 4).

Noventa e sete por cento dos entrevistados relataram mudanças ambientais nas marismas, sendo que a maioria (61%) destacou a expansão do junco (*J. kraussi*) nos últimos 50 anos, nas marismas da Ponta dos Pescadores (SJM), Justino, Leonídeo, Quitéria e Arraial (RG), bem como um aumento da junça (*Scirpus maritimus*) (17%) sobre as áreas de macega na Ilha dos Marinheiros (Tabela 4).

A maioria dos representantes da Agricultura (86%) declara que não há ou não sabem da interação entre marismas e a fauna estuarina, em compensação, noventa e dois por cento (92%) conferiram às marismas o importante papel de proteção contra os processos erosivos. A maior parte dos agricultores não sabe da existência de leis sobre

marismas (65%), sendo que apenas 35% relataram a necessidade de preservação e proibição de fogo (Tabela 4).

Morador Urbano

Dentre os grupos estudados, os cidadãos vivem no entorno das marismas no Farol em SJN e Molhe Oeste, em RG no Saco da Mangueira e Rio Grande (Figura 1) (Tabela 1). Atualmente a pastagem por cavalos é a única forma de uso relatada, ocorrendo sobre a macega mole e junça, vegetando apenas 18% das propriedades visitadas (Tabela 5).

A erosão das margens foi a principal mudança ambiental reportada pelos cidadãos, com uma taxa de erosão da margem de aproximadamente 2 m/ano no Farol (SJN) e uma taxa média de 0,66 m/ano em RG (Mangueira e Rio Grande) (Tabela 5).

Dentre os cidadãos entrevistados, sessenta e quatro por cento (64%) acreditam que não existe relação das marismas com os peixes e camarão da Lagoa. Adicionalmente, a maioria (82%) declarou que as marismas atenuavam a ação das ondas minimizando o processo erosivo nas margens. A maior parte dos cidadãos desconhece as leis sobre marismas (82%), tendo 18% dos entrevistados alguma idéia sobre a proteção contra fogo, corte e aterros (Tabela 5).

2.4 DISCUSSÃO

Uso das Marismas no Estuário da Lagoa dos Patos

Foi possível constatar uma estreita conexão das atividades econômicas agropecuárias com as marismas do estuário da Lagoa dos Patos. Ambas as atividades vêm interagindo com as marismas nos últimos 300 anos, desenvolvendo uma relação de produção dependente das marismas. Possivelmente o gado selvagem utilizava as marismas como áreas de pastagem no Séc. XVII através da “Vacaria do Mar Rio Grandense”. A partir do Séc. XVIII com a fundação da cidade de Rio Grande (1737) a atividade pecuária foi intensificada, através da captura de gado selvagem para o comércio de couro e pela implantação de estâncias criadoras de gado, inclusive com a criação da Estância Real da Torotama (local com maior área de marismas no estuário da Lagoa dos Patos) para abastecimento da povoação e dos militares (Queiroz 1987, Vieira & Rangel 1993).

Atualmente, o pastejo por gado ocorre principalmente sobre os campos nativos, todavia, com menor produção de biomassa causada pelo frio e geada (campos altos) e alagamentos (campos baixos), os animais são obrigados a procurar as marismas, mais intensamente sobre a macega (*S. densiflora*). Segundo um entrevistado “a macega é a vida para o gado durante o inverno”. O pastejo sobre junça (*S. olneyi*) pode ocorrer a maior parte do ano, todavia um maior consumo se dá durante a primavera e verão quando ocorre a produção de novas hastes. A pecuária extensiva no entorno do estuário se caracteriza pela criação de bovinos de corte com uma densidade média de 1 animal/ha. O gado de corte geralmente consome matéria vegetal seca diária equivalente a 2-3% do peso vivo (Cordova *et al.* 1978, Almeida 2005, Verneque, Barbosa), fazendo com que um animal adulto (500 kg) ingira em média 12,5 kg Matéria Seca/dia. Desta forma, um animal pastando exclusivamente *S. olneyi*, durante 6 meses por ano (primavera/verão), pastaria 2.250 kg de

plantas, consumindo 15,3% da biomassa aérea produzida anualmente (produção estimada = 14.745 kgPesoSeco/ha; Peixoto 1997). O pastejo de *S. densiflora* ocorre durante os meses de inverno, consumindo 1.125 kg de biomassa aérea, aproximadamente 4,6% da quantidade produzida em um ano (produção estimada = 24.462 kgPS/ha; Peixoto & Costa 2004).

Possivelmente a agricultura usa plantas das marismas desde o processo colonizador de Rio Grande (1737). Atualmente as marismas são utilizadas como matéria-prima para múltiplos usos, como incorporação de macega nos canteiros de cultivo, com o objetivo de aumentar a porosidade do solo, diminuindo o encharcamento dos canteiros durante o inverno, bem como para adubação. Durante os meses de verão, a macega e o junco podem ser utilizados como cobertura vegetal durante o período de emergência das plântulas cultivadas (e.g. cenoura), bem como para evitar o contato direto dos frutos com o solo (e.g. morango, melão e melancia). Nas propriedades rurais com criação de animais (gado, cavalos e porcos), a macega e o junco são utilizados como cama, reaproveitados posteriormente como esterco para adubação da lavoura durante o período de cultivo na primavera e verão. Além disso, ainda é possível encontrar pequenos galpões construídos de macega (Ilha dos Marinheiros) utilizados para armazenamento de produtos e equipamentos.

Para os agricultores, principalmente na Ilha dos Marinheiros, Quitéria e Arraial, as marismas são imprescindíveis para o processo produtivo, desenvolvendo ao longo do tempo um sistema de rotação de corte, sendo dependente da capacidade de recuperação da cobertura vegetal. Segundo os agricultores utiliza-se uma quantidade média de 1.580 kg.ha⁻¹.ano⁻¹ de macega, equivalendo a 6,4% da produção anual média (produção estimada=14.745 kgPesoSeco/ha; Peixoto & Costa 2004). A utilização de junco alcança 6.800 kg.ha⁻¹.ano⁻¹, removendo em torno de 20,5% da produção média anual (produção estimada=33.098 kg.ha⁻¹.ano⁻¹; Gaona *et al.* 1996).

Constatou-se que não houve diferença do uso das marismas com o passar do tempo, entretanto, foi verificada uma substancial diminuição na utilização das plantas, sendo usadas antigamente por todos os entrevistados e atualmente por apenas 11% (junco) e 22% (macega) dos agricultores. Vários fatores vêm contribuindo para esta redução, destacando a diminuição da área cultivada em virtude da menor disponibilidade de mão-de-obra familiar, a utilização de adubação química (fertilizantes), a redução ou supressão da criação de animais e da construção e/ou cobertura de galpões.

Um uso tradicional comum no passado, descrito tanto pelo grupo Pecuária quanto pelo grupo Agricultura, era a utilização de macega e eventualmente de junco para cobertura de galpões e casas, atividade conhecida popularmente por *quinchar* (Palavra de origem Espanhola Platense significando “fazer a cobertura ou quinha de”; Ferreira 2004). Segundo alguns entrevistados utilizava-se entre 1.000 a 10.000 feixes de plantas para a cobertura de galpões e casas, possuindo uma durabilidade de 10 a 20 anos. Com a aquisição de material mais duradouro e menos suscetível aos incêndios, tais como telhas de barro e/ou de amianto, este uso vem diminuindo significativamente nos últimos 30 anos. A cobertura de casas com macega é relatada desde o início da colonização de Rio Grande, como o reportado por André Ribeiro Coutinho em 1740 (1936 *apud* Queiroz 1987) o qual descreveu que a cobertura das casas passou a ser feita com palha em substituição ao uso do couro. Sebastião Francisco Bettamio em 1780 (Freitas 1980) relatou que a madeira e os capins usados pela Fazenda Real e moradores da Vila do Rio Grande para cobertura das casas eram obtidos na Ilha dos Marinheiros.

A expansão do junco sobre os campos e macega foi a principal mudança ambiental detectada pelo grupo Pecuária e Agricultura, nos últimos 50 anos. O provável local originário da expansão encontra-se na margem sudoeste do estuário (Justino e Ilha do

Leonídeo) e vem avançando na direção norte. O avanço do junco vem diminuindo substancialmente as áreas de pastagem para o gado, bem como áreas agrícolas não cultivadas, levando a maioria dos entrevistados ao interesse e/ou ação direta de manejo (remoção) nas áreas invadidas através da aplicação de herbicidas, lavragem e fogo.

Junco (*J. kraussii*) se desenvolve preferencialmente em áreas mais elevadas sob baixas salinidades (Hillman 1986 *apud* Calvert 2002). É uma planta sensível à salinidade durante a germinação e estabelecimento, apresentando uma condição ótima de crescimento em baixas salinidades (até 15) (Zedler *et al.* 1990, Greenwood & Macfarlane 2006, Naidoo & Kift 2006).

Desta forma a expansão do junco pode estar associada a uma possível diminuição da salinidade no estuário, causada pelo aumento de descarga de água doce na bacia norte da Lagoa dos Patos (Marengo 2006) e/ou pelo aumento no tempo de residência de água doce na região central do estuário, devido à construção de aterros (década de 1970) e uma ponte entre a Ilha do Leonídeo e Ilha dos Marinheiros.

Na área urbana de Rio Grande havia pequenas propriedades rurais (região oeste, afastada do centro), desta maneira alguns cidadãos reportaram um uso similar ao grupo Agricultura (adubo e cama para os animais) no passado, contudo, atualmente ocorre em algumas marismas remanescentes somente o pastejo por cavalos (carroceiros). O uso e existência da marisma na área urbana foram fortemente condicionados por fatores socioeconômicos e ambientais. A expansão urbana e aumento da demanda por moradia converteram as marismas, levando ao aterramento de marismas no entorno da cidade de Rio Grande (Capítulo 1). Processos erosivos naturais vêm contribuindo para a supressão das marismas (Capítulo 1), sendo esta inclusive, a principal mudança ambiental relatada pelos cidadãos.

A maioria dos entrevistados, independentemente dos grupos analisados, não vê relação das marismas com a fauna estuarina. Esta dissociação é devida à concepção de que os peixes e camarões vivem exclusivamente nas enseadas rasas (sacos) longe das margens. Em contrapartida quase todas as pessoas entrevistadas atribuíram um papel imprescindível das plantas de marisma como uma barreira natural de proteção contra erosão. A associação das marismas e a atenuação da erosão se deve a observação da maior agressividade do processo erosivo em locais com ausência das plantas de marismas.

Há um desconhecimento generalizado, entre todos os grupos, da legislação pertinente às marismas sendo eventualmente comentada a proibição de atear fogo nos ambientes naturais (campo, marisma, mata). As opiniões concernentes às leis ambientais são oriundas de comentários difundidos na comunidade, meios de comunicação e, em muitos casos através das intervenções e/ou autuações por representantes de órgãos ambientais, quando da ocorrência de incêndios nos campos, marismas e matas (IBAMA, FEPAM, PATRAM).

Uso das Marismas na América do Sul, EUA e Europa

Na costa Sul Americana, nos últimos 400 anos, as áreas de marismas em baías, lagoas costeiras e estuários vêm sendo convertidas para uso agrícola, pecuária, para desenvolvimento urbano, portuário e industrial. Atualmente, as marismas tropicais e áreas hipersalinizadas (apicuns) são os principais locais para a construção de viveiros de camarão. No sul do Brasil, Uruguai e Argentina as marismas vem sendo usadas desde a colonização européia (Séc. XVII) como áreas de pastagem para gado e ovelhas (Patagônia) (Costa *et al.* 2009).

As marismas na região costeira norte-americana vem sendo mais intensamente impactada e convertida a partir do Séc. XVII com a chegada dos colonizadores europeus. As marismas foram inicialmente utilizadas para o pastejo por animais domésticos, uso agrícola, retirada de matéria-prima para a produção de feno (*Spartina patens*), forração para animais e cobertura de casas. A conversão das marismas para agricultura passou a ser intensificada quando a atividade agrícola de subsistência mudou para abastecer o mercado consumidor. Construção de canais de drenagem, diques e barragens visando inicialmente à produção de feno e posterior controle de mosquitos reduziram a diversidade de plantas em várias áreas. As marismas nas proximidades de centros urbanos são impactadas pela deposição lixo e despejo de esgoto, bem como, vem sendo convertidas em áreas urbanas, portuárias e industriais (Bertness *et al.* 2003, Gedan *et al.* 2009).

Na Europa a influência antrópica sobre as marismas vem ocorrendo entre 2000 e 3000 anos, sendo o pastejo por animais domésticos a primeira atividade impactante. Historicamente as marismas vem sendo impactadas pela construção de enrocamentos e canais de drenagem para a criação de áreas agrícolas, expansão urbana e industrial, pastagem e produção de feno. A construção de enrocamentos e a conversão das marismas em áreas cultiváveis e campos de pastagem (gado e ovelhas) vem sendo praticada na região norte da Europa desde o Império Romano. Na região do Mar de Wadden (região costeira da Alemanha, Holanda e Dinamarca) as marismas foram drenadas e/ou convertidas para uso agropecuário e proteção contra a elevação do nível do mar. Na Inglaterra, as marismas vinha sendo utilizadas principalmente como áreas de pastagem, sendo posteriormente enrocado e convertido para uso agrícola (Adam 2002, Davy *et al.* 2009).

2.5 CONCLUSÕES

As atividades econômicas tradicionais, baseadas na pecuária extensiva e pequena atividade agrícola vêm interagindo com as marismas nos últimos 300 anos, desenvolvendo uma relação de dependência com este ecossistema. A maneira de uso das marismas pela pecuária (baixa lotação de animais e o pastejo em determinadas épocas do ano), bem como, pela agricultura (corte da vegetação após recuperação da cobertura vegetal), foram possivelmente sendo moldadas em virtude da capacidade de resposta deste ecossistema, visando à contínua reutilização dos recursos.

A dependência econômica das marismas pelas atividades tradicionais tornou possível o desenvolvimento de uma relação de coexistência, permitindo, desta maneira, a reprodução das atividades tradicionais e deste ecossistema ao longo destes 300 anos de interação.

A atividade Pecuária parece atuar nas marismas de maneira similar nas últimas décadas, contrastante com a Agricultura a qual vem continuamente diminuindo sua ação. Fatores socioeconômicos e ambientais são as principais responsáveis pela supressão das marismas nas áreas urbanas, praticamente extinguindo os usos das marismas pelos moradores urbanos.

Baseado no conhecimento local dos entrevistados foi possível descobrir uma importante mudança ambiental nas marismas, nos últimos 50 anos, que é a expansão do junco (*J. kraussii*) sobre as áreas de campo e macega. Esta alteração da cobertura vegetal está provavelmente associada à mudança no padrão hidrológico do estuário, que deve ser estudada.

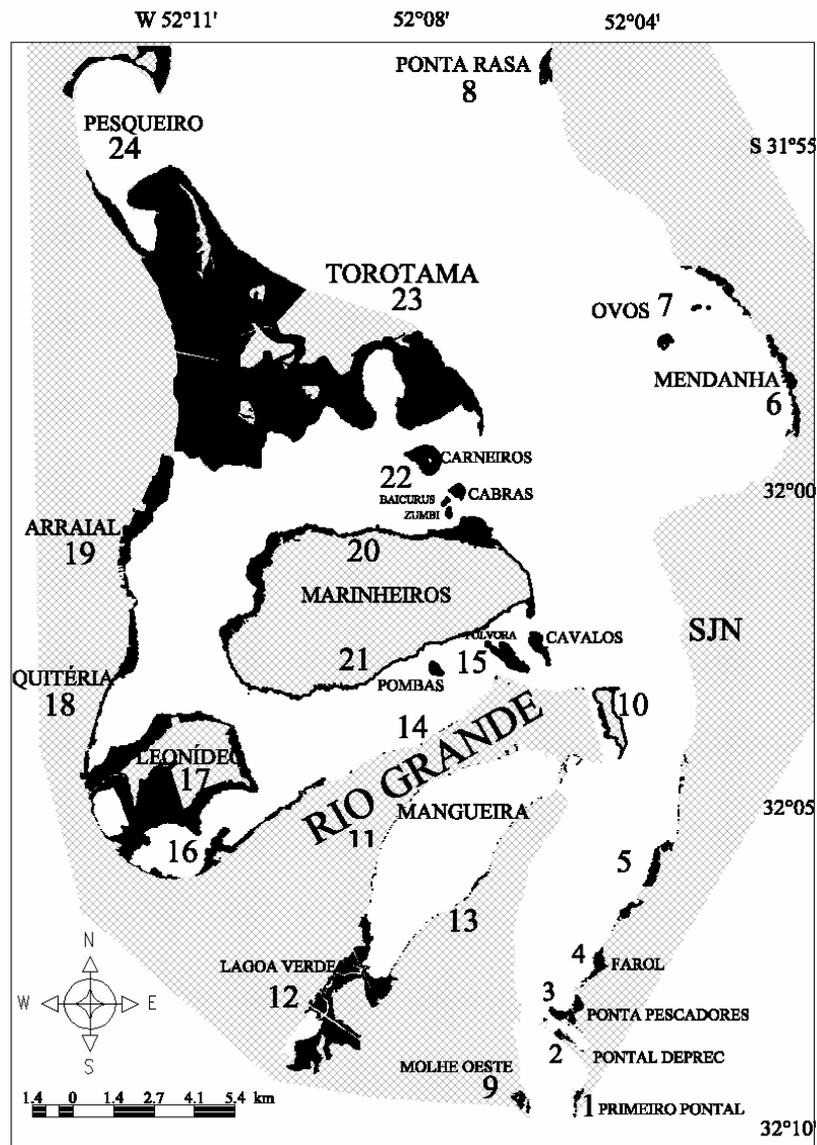


Figura 1. Estuário da Lagoa dos Patos (RS, Brasil) com a localização das 24 unidades de marismas (áreas Escuras) nos municípios de Rio Grande e São José do Norte (SJN).



Figura 2. Multiplicidade de uso da macega (*Spartina densiflora*) pelo grupo Agricultura. a– Feixe; b–incorporação direta nos canteiros; c–galpão de macega; d–cama para os animais; e–cobertura vegetal.

Tabela 1. Caracterização dos grupos Agricultura (A), Pecuária (P) e Urbano (U) por unidade de marisma, segundo idade (anos), tempo de vivência no local (anos), área total da propriedade (ha), área cultivada (ha) e número de animais criados (gado de corte, leiteiro e cavalos). Nas unidades de marisma com duas ou mais entrevistas são apresentados os valores médios.

	Unidade Marisma		Número Entrevistas			Idade			Tempo Vivência Local			Área Propriedade			Área cultivada			Número Animais		
			A	P	U	A	P	U	A	P	U	A	P	U	A	P	U			
SJN	03	Ponta Pescadores	2	-	-	76,5	-	-	49,0	-	-	3,5	-	-	1,5	-	-	4,5	-	-
	04	Farol	1	-	1	70,0	-	79,0	50,0	-	66,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	05	Sul SJN	1	-	-	54,0	-	-	54,0	-	-	25,0	-	-	5,0	-	-	25,0	-	-
	06	Saco Mendanha	2	1	-	60,5	49,0	-	37,0	40,0	-	15,0	60	-	3,5	-	-	6,0	43	-
	08	Ponta Rasa	1	-	-	48,0	-	-	36,0	-	-	92,0	-	-	15,0	-	-	115,0	-	-
RG	09	Molhe Oeste	-	-	1	-	-	79,0	-	-	77,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	11	Mangueira Norte	-	-	4	-	-	71,5	-	-	47,7	-	-	0,37	-	-	-	-	-	-
	12	Lagoa Verde	-	2	-	-	58,5	-	-	52,5	-	-	100	-	-	-	-	-	150	-
	13	Mangueira Sul	-	1	-	-	57,0	-	-	30,0	-	-	40	-	-	-	-	-	-	-
	14	Rio Grande	-	-	5	-	-	-	-	-	50,6	-	-	0,06	-	-	-	-	-	-
	16	Justino	5	-	-	67,8	-	-	47,6	-	-	16,3	-	-	5,0	-	-	15,8	-	-
	17	Leonídeo	9	-	-	59,5	-	-	43,6	-	-	28,3	-	-	4,2	-	-	4,3	-	-
	18	Quitéria	4	-	-	57,2	-	-	44,7	-	-	8,0	-	-	3,7	-	-	1,0	-	-
	19	Arraial	2	2	-	78,5	71,0	-	64,5	47,5	-	15,0	150	-	3,2	-	-	-	350	-
	20	Marinheiros Norte	5	-	-	73,7	-	-	50,8	-	-	14,6	-	-	4,9	-	-	2,0	-	-
	21	Marinheiros Sul	5	-	-	76,8	-	-	76,8	-	-	7,4	-	-	4,8	-	-	4,0	-	-
23	Torotama	-	3	-	-	45,6	-	-	24,0	-	-	565	-	-	-	-	-	490	-	
24	Pesqueiro	-	1	-	-	52,0	-	-	33,0	-	-	500	-	-	-	-	-	400	-	

Tabela 2. Caracterização geral dos grupos entrevistados (pecuaristas, agricultores e citadinos vivendo próximos das marismas). Valores médios, mínimos e máximos (em parênteses) da idade (anos), tempo de vivência no local (anos), área total da propriedade (ha), área cultivada (ha) e número de animais criados são apresentados.

	Número Entrevistas	Idade (anos)	Vivência (anos)	Área Total (ha)	Área Cultivada (ha)	Número Animais
Pecuária	10	55,4 (34-73)	37,5 (5-73)	306,5 (60-1000)	-----	320 (42-800)
Agricultura	37	66,3 (37-85)	51,6 (10-85)	19,3 (2-135)	4,2 (1-15)	14,4 (1-142)
Urbano	11	70,5 (53-81)	53,4 (28-77)	0,2 (0,02-0,72)	-----	-----

Tabela 3. Caracterização do grupo Pecuária (n=10) abordando os tipos de plantas de marisma na propriedade (relatadas), uso atual e passado, época de pastagem, mudanças ambientais, manejo das marismas, relação entre marismas e fauna estuarina (camarão/peixe), relação entre marismas e erosão das margens e conhecimento de leis sobre marismas.

Plantas	Macega (<i>Spartina densiflora</i>), Junça (<i>Scirpus olneyi</i>), Junco (<i>Juncus kraussii</i>), Macega Mole (<i>Spartina alterniflora</i>)
Uso Atual	Pastagem extensiva - Macega e Junça
Uso Passado	Pastagem extensiva - Macega e Junça Cobertura de Casa e Galpão - Macega
Época Pastagem	Campo – ano todo Macega – inverno Junça – primavera e verão
Mudanças Ambientais	Unidade 06 – Expansão de <i>Juncus acutus</i> (10 anos); Diminuição Campo Unidade 19 – Expansão do Junco (30 anos); Diminuição/Extinção Macega Unidade 23 – Expansão do Junco (20 anos); Expansão da Macega; Diminuição Campo Unidade 24 – Expansão do Junco (10 anos); Expansão do Campo; Diminuição Macega
Manejo Marisma (Intenção)	Unidade 06 – Remover o <i>Juncus acutus</i> para aumentar o Campo Unidade 19 – Remover o Junco para aumentar o Campo Unidade 23 – Remover o Junco e Remover metade da Macega para aumentar o Campo Unidade 24 – Deixar como está
Fauna Estuarina	Tem relação – 20% Não tem relação – 50% Não sabe – 30%
Erosão Margens	Proteção das Margens – 80% Não tem relação – 20%
Leis	Não pode por Fogo – 40% Não pode ser Mexida – 10% Não sabe – 50%

Tabela 4. Caracterização do grupo Agricultura (n=37) abordando os tipos de plantas de marisma existentes na propriedade (relatadas), plantas cultivadas, uso atual e passado, a quantidade utilizada, época utilizada, mudanças ambientais, manejo das marismas, relação entre marisma e fauna estuarina (camarão/peixe), relação entre marisma e erosão das margens e conhecimento de leis sobre marisma.

Plantas	Macega (<i>S. densiflora</i>), Junco (<i>J. kraussii</i>), Junça* (<i>S. olneyi</i>), Junça (<i>Scirpus maritimus</i>) Macega Mole (<i>S. alterniflora</i>), Capororóca (<i>Myrsine parvifolia</i>)
Plantas Cultivadas	Cebola e hortigranjeiros
Uso Atual	Enterrar nos canteiros – Macega e Junco Cobertura vegetal nos canteiros - Macega e Junco Cama para os animais (gado, cavalo, porcos) para formação de esterco – Macega e Junco Forragem – Macega Pastagem – Macega, Junça*, Junça e Junco (plântulas) Cobertura Casa e Galpão, Construção de Galpão - Macega
Uso Passado	Enterrar nos canteiros – Macega, Junco, Junça e Macega Mole Cobertura vegetal nos canteiros - Macega e Junco Cama para os animais (gado, cavalo, porcos) para formação de esterco – Macega, Junco e Junça Forragem – Macega, Junça e Macega Mole Pastagem – Macega, Junça* e Junça Quinchar Casa e Galpão, Construção de Galpão – Macega e Junco
Quantidade Utilizada (Média)	Macega – 1580 kg.ha ⁻¹ .ano ⁻¹ (Usado atualmente por 22% dos entrevistados) Junco - 6800 kg.ha ⁻¹ .ano ⁻¹ (Usado atualmente por 11% dos entrevistados)
Época Utilizada	Macega – Inverno e verão Junco - Inverno e verão
Mudanças Ambientais	Unidade 03 – Expansão de Junco (20 anos); Diminuição Campo e Macega Unidade 08 – Expansão do Campo (10 anos); Diminuição Macega Unidade 16 – Expansão do Junco (30-50 anos); Diminuição/Extinção Macega Unidade 17 – Expansão do Junco (15-40 anos); Diminuição/Extinção Campo e Macega Unidade 18 – Expansão do Junco; Diminuição/Extinção Macega; Diminuição Área Cultivada Unidade 19 – Expansão do Junco; Diminuição/Extinção Macega; Diminuição Área Cultivada Unidade 20 – Aumento Junça; Diminuição Macega Unidade 21 - Aumento Junça; Diminuição Macega

continua

<p>Manejo Marisma (Intenção)</p>	<p>Unidade 03 – Remover o Junco para aumentar o Campo Unidade 16 – 20% Remover Todo o Junco para aumentar Campo 20% Deixar como está 60% Não responderam Unidade 17 – 11% Remover Menos Metade do Junco para aumentar Campo/Macega ou Área Cultivada 22% Remover Metade do Junco para aumentar Campo/Macega ou Área Cultivada 67% Remover Todo o Junco para aumentar Campo/Macega e Área Cultivada Unidade 18 – 25% Remover Menos Metade do Junco para aumentar Área Cultivada 25% Remover Metade do Junco para aumentar Área Cultivada 25% Remover Todo o Junco para aumentar Área Cultivada 25% Deixar como está Unidade 19 – 50% Remover Todo o Junco para aumentar o Campo e Área Cultivada 50% Deixar como está</p>
<p>Fauna Estuarina</p>	<p>Tem relação – 28% Não tem relação – 58% Não sabe – 14%</p>
<p>Erosão Margens</p>	<p>Proteção das Margens – 92% Não tem relação – 8%</p>
<p>Leis</p>	<p>Não pode por Fogo – 27% Preservar – 5% Pode Cortar para usar na propriedade – 3% Não Sabe – 65%</p>

Tabela 5. Caracterização do grupo Urbano (n=11) abordando os tipos de plantas de marisma existentes na propriedade (relatadas), uso atual e passado, mudanças ambientais, relação entre marisma e fauna estuarina (camarão/peixe), relação entre marisma e erosão das margens e conhecimento de leis sobre marisma.

Plantas	Atualmente Macega Mole (<i>S. alterniflora</i>) e Junça (<i>S. maritimus</i>) (18% dos entrevistados) Antigamente Macega (<i>S. densiflora</i>) Macega Mole (<i>S. alterniflora</i>), Junça* (<i>S. olneyi</i>), Junça (<i>S. maritimus</i>), Junco (<i>J. kraussii</i>) (100% dos entrevistados)
Uso Atual	Pastagem (Cavalos) – Macega Mole
Uso Passado	Enterrar nos canteiros – Macega, Junco e Macega Mole Pastagem – Macega e Macega Mole Cama para os animais – Macega
Mudanças Ambientais	Unidade 04 - Erosão Margem (perda de 50 m de margem em 30 anos; taxa estimada de 1,66 m/ano) Unidade 11 – Erosão Margem (perda média de 17 m de margem em 37 anos; taxa estimada de 0,46 m/ano) Unidade 14 – Erosão Margem (perda média de 35 m de margem em 40 anos; taxa estimada de 0,87 m ano ⁻¹)
Fauna Estuarina	Tem relação – 36% Não tem relação – 64%
Erosão Margens	Proteção das Margens – 82% Não tem relação – 18%
Leis	Não pode por Fogo e nem Cortar – 9% Não pode Aterrizar – 9% Não Sabe – 82%

DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DAS MARISMAS NO ESTUÁRIO DA LAGOA DOS PATOS – RS

3.1 INTRODUÇÃO

As marismas ocupam 70km² de áreas entremarés nas margens e ilhas no estuário da Lagoa dos Patos (RS) (Costa & Davy 1992, Costa *et al.* 1997, Nogueira & Costa 2003, Capítulo 1). As marismas oferecem abrigo e habitats para várias espécies de animais estuarinos e costeiros, sendo sua produção primária um importante componente da teia trófica na região estuarina (Costa *et al.* 1997, Seeliger *et al.* 1998, Costa 1998, Bemvenuti 1998, Seeliger 2001, Abreu *et al.* 2006).

Vários trabalhos vêm relatando a degradação destas marismas por atividades antrópicas como o pastejo por animais domésticos, incêndios, corte da vegetação, deposição de lixo, construção de aterros e canais de drenagem (Costa 1997, Costa *et al.* 1997, Seeliger & Costa 1998, Costa & Marangoni 2000, Marangoni 2003). Estas perturbações sobre a cobertura vegetal podem afetar os processos biológicos e ecológicos nas marismas, tais como a produção de biomassa (Hackney & De La Cruz 1981, Bazely & Jefferies 1985), reprodução das plantas (Turner 1987, Dormann & Bakker 2000), diversidade de espécies (Brewer *et al.* 1998, Bos *et al.* 2002, Bakker *et*

al. 2003, Feldman & Lewis 2005, Madanes *et al.* 2007), disponibilidade de nutrientes (Bazely & Jefferies 1985) e a composição e abundância de fauna (Isacch *et al.* 2004).

De acordo com Sánchez (2006) os impactos ambientais são alterações da qualidade ambiental que resulta da modificação de processos naturais ou sociais provocada por ação humana podendo ser avaliados a partir de técnicas de avaliação de impacto Ambiental (AIA). Sánchez (2006) comenta que a AIA pode ser considerada como um instrumento, procedimento, visando antever as possíveis conseqüências de uma decisão, caracterizando-se pela comparação entre duas situações ambientais, a atual e a futura. O conhecimento ambiental atual é denominado diagnóstico ambiental (Sánchez 2006) que é a descrição das condições ambientais existentes em determinada área no momento presente. Partindo desta concepção, este estudo usa o diagnóstico ambiental com o objetivo de identificar e quantificar os efeitos das perturbações antrópicas e naturais sobre as marismas no estuário da Lagoa dos Patos, visando a geração de informações para subsidiar o gerenciamento ambiental deste ecossistema.

De acordo com Costa & Marangoni (2000) os efeitos adversos das perturbações antrópicas e natural (erosão) afetam a integridade da cobertura vegetal das marismas (estrutural). As alterações estruturais podem ser estimadas visualmente, considerando duas características importantes: (1) a escolha das perturbações (antrópicas e natural) que pode ser identificada e diferenciada das demais causas, bem como avaliada visualmente e (2) o desenvolvimento de uma escala para quantificação da severidade da perturbação. O principal aspecto da metodologia de estimativa visual das perturbações sobre a cobertura vegetal é a facilidade e rapidez no processo de quantificação das alterações ambientais. Este procedimento de estimativa visual das perturbações vem sendo empregada em avaliações de impacto ambiental sobre as marismas no estuário da Lagoa dos Patos (Costa 1997, Costa & Marangoni 2000).

Na região estuarina da Lagoa dos Patos existem 24 áreas de marisma espacialmente distintas conforme a descontinuidade física ou da cobertura vegetal (Costa *et al.* 1997, Nogueira & Costa 2003), compreendendo os municípios costeiros de Rio Grande (RG) e São José do Norte (SJN), desta maneira, este estudo teve como objetivo identificar e quantificar perturbações antrópicas e erosão a partir de alterações da cobertura vegetal das marismas.

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

Área de Estudo

Este estudo foi efetuado em 23 unidades do estuário da Lagoa dos Patos, excetuando a unidade 10 (Ilha do Terraplano). Nesta ilha as marismas se desenvolveram sobre material dragado depositado na década de 1970 pelo Porto de Rio Grande, todavia devido às atuais demandas da atividade portuária estas áreas serão removidas para ampliação da zona de manobra das embarcações (Figura 1).

Avaliação Ambiental

No ano de 2005 (de janeiro a novembro) realizou-se a estimativa visual das perturbações antrópicas e natural (erosão) responsáveis por modificações na cobertura vegetal (estrutural) em cada uma das 23 unidades de marisma. A avaliação visual foi efetuada nas marismas inferiores vegetadas principalmente por *Spartina alterniflora* e *Scirpus olneyi* (alagadas até 60% do tempo) (Costa 1998), que ocupam aproximadamente 1 km² da área total de marismas (Nogueira 2003) e sobre as marismas média/superiores dominada por *Scirpus maritimus*, *Spartina densiflora* e *Juncus kraussii* (alagadas até 25% do tempo) (Costa 1998), que colonizam 67 km² da área total de marismas (Nogueira 2003).

Os efeitos sobre a cobertura vegetal foram quantificados quanto à magnitude e a extensão, englobando 4 tipos de perturbações de origem antrópica, compreendendo o pastejo por animais domésticos, fogo, corte da vegetação, acúmulo de lixo e 1 perturbação natural (erosão das margens).

Adicionalmente, foi verificada a presença de aterros, canais de drenagem e a ocorrência de descontinuidade da cobertura vegetal halófito dominante das marismas (Costa *et al.* 1997, Costa 1998) por espécies indicadoras de banhado de água doce (mudança da comunidade vegetal).

Para identificar e avaliar os efeitos adversos de origem antrópica e natural sobre as marismas, foram efetuadas transeções aleatórias (localizadas com uso de GPS-UTM Datum SAD69) ao longo de cada uma das 23 unidades da marisma, sendo o número de transeções dependente da área e da extensão horizontal deste ecossistema em cada unidade amostrada, mantendo como limite mínimo de amostragem três transeções. Foi efetuado um total de 151 transeções, sendo cada transeção cobrindo transversalmente toda a marisma avaliada, começando a partir do corpo de água (sem vegetação) até a transição para outro ambiente (e.g. duna, campo, área agrícola ou área urbana). Estas transeções tiveram comprimento que variaram de <10 m até 4 km. Concomitantemente, as avaliações visuais das perturbações foram registradas as espécies vegetais dominantes da cobertura vegetal e/ou muito freqüentes em cada zona entremaré.

Após o percurso de cada transeção, foi conferido um valor na escala de 0 a 3, para magnitude e para extensão das perturbações, para cada zona entremarés (zona inferior e zona média/superior) na transeção avaliada, estimado a partir da escala abaixo:

Magnitude

0 = inexistente;

1 = intensidade baixa;

2 = intensidade moderada;

3 = intensidade alta.

Extensão

0 = inexistente;

1 = pequena extensão (<10 m);

2 = extensão moderada (10-50 m);

3 = grande extensão (>50 m).

Nas marismas de pequena largura (<10 m) foi atribuído valor máximo em extensão (3) quando constatada a existência das perturbações. Para definir a magnitude da perturbação antrópica e erosão, foram atribuídos critérios visuais quantitativos das distintas perturbações (Tabela 1).

Quando foi detectada a potencialidade de ocorrência de perturbações antrópicas pelas características locais (tais como proximidade de estradas, atividade agropecuária, acampamentos de pescadores) e por relatos de estudos pretéritos (Costa, 1997; Costa *et al.* 1997; Costa & Marangoni 2000; Azevedo 2000; Marangoni 2003) foram atribuídos valores máximos (3) para magnitude e extensão para a transeção, mesmo que não tenham sido visualizados as perturbações.

Para cada unidade, após a quantificação das perturbações (magnitude e extensão), foi calculado o nível médio da perturbação para cada zona entremarés (inferior e média/superior), através da média aritmética dos valores atribuídos a cada item avaliado (pastejo, fogo, corte, lixo e erosão) nas transeções efetuadas (Tabela 2), segundo a equação abaixo:

$$\frac{\text{Nível Impacto}}{\text{Médio}} = \frac{\sum \text{VPi}}{N}$$

onde, “VPi” representa os valores das perturbações (pastejo, fogo, corte, lixo e erosão) em Magnitude e em Extensão para cada zona entremarés nas N transeções.

Para cada zona entremarés (inferior e média/superior), em cada unidade da marisma, as perturbações foram hierarquizadas através da média aritmética dos valores atribuídos em magnitude e extensão de todas as transeções. Adicionalmente, o nível médio das perturbações para cada zona entremarés, em cada unidade, foi classificado em uma escala intervalar, sendo considerado nível “inexistente”=0, “baixo”=0,1-1,0, “moderado”=1,1-2,0 e “severo”= 2,1-3,0.

Análises Estatísticas

Com a finalidade de verificar a existência de grupos de unidades sob níveis similares de perturbação, foi utilizada uma matriz numérica contendo o valor médio das perturbações para cada unidade (agregando as zonas entremarés inferior e média/superior) para análise de agrupamento, usando o índice de similaridade Correlação de Pearson e o método de agrupamento UPGMA (*Unweighted Pair-Group Method Using Arithmetic Averages*) (Romesburg, 1984).

Adicionalmente, para avaliar a estrutura (associação) entre os tipos de perturbações e os grupos de unidades predefinidos (análise de agrupamento), foi efetuada a Análise de Correspondência (AC) com a mesma matriz numérica utilizada na análise de agrupamento (valor médio das perturbações para cada unidade). A AC é um método de ordenação espacial visando à organização de um conjunto de dados, cuja única exigência é uma matriz numérica com valores positivos (Hair *et al.* 2005).

Para verificar a significância estatística entre os grupos de unidades sob dominância de diferentes perturbações (oriundos da análise de agrupamento), efetuou-se uma análise ANOVA Unifatorial (modelos nulos com 5000 randomizações), utilizando os grupos de unidades como fator e os escores (coordenadas dos pontos) como as variáveis analisadas, gerados pela AC para cada um dos dois eixos da ordenação. Para esta ANOVA não se faz necessária à normalidade e homocedasticidade dos dados.

As análises estatísticas (Análise de Agrupamento e AC) foram efetuadas pelos programas de computador PAST (Hammer 2001) e ANOVA no programa *Resampling Procedures* 1.3 (Howell 2001).

3.3 RESULTADOS

Todas as marismas no estuário da Lagoa dos Patos apresentaram algum tipo de perturbação antrópica e/ou natural, afetando globalmente a cobertura vegetal com baixa magnitude e extensão moderada (10-50 m). A maioria das marismas inferiores teve baixo nível de perturbação (90%), contrastando com a média/superiores onde 65% esteve sob nível moderado (Tabela 3).

Através da análise de agrupamento, utilizando 60% de similaridade (linha de corte), foi possível constatar 4 grupos de unidades sujeitos a dominância de distintas perturbações. O grupo sob pastejo predominou na maioria das unidades (11; 48%), com maior influência em SJN (unidades 01, 02, 03, 04, 05, 06 e 08) e secundariamente em RG (unidades 12, 13, 23 e 24). O fogo atuou exclusivamente em RG, mais fortemente nas unidades 17, 18, 19 e 20. O acúmulo de lixo afetou predominantemente as unidades 09, 11, 14, 16 e 21. O grupo sob erosão foi composto pelas unidades 07, 15, e 22. A perturbação corte da vegetação não foi predominante em nenhuma unidade das marismas (Figura 2).

A ordenação espacial das unidades de marisma em relação aos níveis médios de perturbação, efetuada pela AC, detectou dois eixos principais que retiveram 41% (Eixo 1) e 36% (Eixo 2) da variação da matriz analisada. Os 4 grupos de unidades sujeitas à dominância das distintas perturbações foram discriminados de forma significativa pelo Eixo 1 ($p < 0,0001$), uma vez que a ANOVA detectou diferenças entre os escores dos diferentes grupos. O Eixo 2 também diferenciou significativamente os 4 grupos de unidades ($p < 0,0001$) (Figura 3). O Eixo 1 ordenou as unidades de marismas ao longo de um gradiente de uso da biomassa vegetal, entre a utilização pelo pastejo, passando para unidades com múltiplas perturbações (fogo, lixo, erosão) até locais sem pastejo mas com corte da cobertura vegetal por agricultores. O Eixo 2 distribuiu as unidades de marisma em função da perturbação sobre as marismas inferiores que são afetadas pelo acúmulo de lixo passando por múltiplas perturbações (fogo, pastejo) sendo afetadas ou suprimidas pela erosão.

O pastejo por animais domésticos (principalmente gado) apresentou nível severo de perturbação sobre as unidades 01, 04, 05, 06, 08, 23 e 24 afastadas dos maiores centros urbanos. Estas áreas são vegetadas geralmente por *S. alterniflora* e *S. olneyi* nas marismas inferiores e *S. densiflora* nas zonas médias/superiores (Tabelas 3 e 4) (Figuras 2, 3 e 4). As unidades 01, 02 e 03 estão localizadas no entorno urbano (Povoação da Barra - SJN), contudo, como estas marismas possuem livre acesso, os moradores urbanos usam estas áreas como pastagem para gado de leite e cavalos. Em várias unidades sob pastejo foi constatada a ocorrência de *Paspalum vaginatum* e *Axonopus* sp. (unidades 01, 02, 03, 06, 08 e 24) (Tabela 4).

A incidência de fogo atinge a maioria das unidades de marisma (91%), atuando com nível severo nas unidades 17, 18 e 19 em RG. Os incêndios são mais frequentes nas

marismas médias/superiores densamente vegetadas por *J. kraussii* e *S. densiflora* (Tabelas 3 e 4) (Figuras 2, 3 e 4).

O acúmulo de lixo foi observado na maioria das unidades (91%), contudo afeta em nível severo as marismas no entorno da área urbana de RG (unidades 09 e 14). O lixo ocorre com alta frequência tanto nas marismas inferiores (80%) quanto nas médias/superiores (90%) (Tabela 3) (Figuras 2, 3 e 4). Foi possível distinguir duas origens do lixo. Uma origem proveniente principalmente da atividade urbana, sendo depositada diretamente por moradores na unidade 09, composta por restos de construção, ferros, madeira, móveis, latas, papel, vidros, plásticos e material orgânico. A outra origem do lixo é da atividade urbana, portuária e pesqueira em deriva na coluna d'água, sendo posteriormente depositada na maioria das marismas, principalmente nas unidades 11, 16 e 21, com maior severidade na unidade 14.

A erosão das margens foi constatada em 20 unidades (87%), com nível severo as pequenas ilhas estuarinas ao norte de SJN (Ilha dos Ovos e Arvoredo; unidade 07) e ao norte da Ilha dos Marinheiros (unidade 22) (Tabela 3) (Figuras 2, 3 e 4).

O corte da vegetação foi constatado em 43% das unidades, sendo uma perturbação de nível baixo, exclusivo sobre marismas médias/superiores, se concentrando na região central do estuário, sobre as unidades 15, 20 e 21 vegetadas por *S. densiflora* e 18 e 19 ocupadas por *J. kraussii* (Tabelas 3 e 4) (Figuras 2, 3 e 4).

Foi constatada a presença de aterros/canais de drenagem em 52% das unidades e a descontinuidade da cobertura vegetal halófitas das marismas em 6 unidades (26%). Os canais de drenagem e aterros se caracterizam por possuírem pequena largura (>1 até 3m) (Tabela 4).

3.4 DISCUSSÃO

A distribuição setORIZADA das atividades antrópicas no estuário da Lagoa dos Patos resulta em uma variação entre as unidades de marisma quanto ao tipo e severidade das perturbações a que estão sujeitas.

Pastejo

O pastejo por gado (corte e leite) e cavalos atua mais intensamente sobre as marismas em São José do Norte e na Ilha da Torotama e Pesqueiro em Rio Grande. As plantas mais freqüentemente pastadas são *S. olneyi* e *S. densiflora*. (Capítulo 2) constatou que o consumo de *S. olneyi* pode ocorrer o ano todo, sendo intensificado durante a primavera e verão, enquanto o pastejo sobre *S. densiflora* se dá principalmente durante o inverno.

O pastejo pode estar afetando alguns processos biológicos e ecológicos nas marismas locais, alterando a composição vegetal, a exportação de matéria orgânica (detrito) e a reciclagem de nutrientes. A ocorrência de gramas de pequeno porte como *Axonopus* sp. (espécie comum em campos; Kissman 1997) e *P. vaginatum* (unidades 02, 04, 06, 08 e 24) indicam um pastejo freqüente sobre as plantas dominantes (*S. densiflora*, *S. alterniflora* e *S. olneyi*). Algumas espécies do gênero *Axonopus* toleram o pisoteio, sendo resistentes a cortes e queimadas, bem como a períodos de estiagem e inundação (Kissman 1997) e *P. vaginatum* é uma planta com grande amplitude ecológica (Costa & Marangoni 2000). Conseqüentemente, a ausência de competidores de maior porte favorece a expansão de ambas as espécies vegetais sobre algumas marismas. Similarmente Miller *et al.* (1997) constataram a invasão de *P. vaginatum* em áreas de *Scirpus americanus* pastadas por ganso nos EUA.

Quanto à exportação de matéria orgânica, o pastejo pode estar atuando de forma diferenciada sobre as marismas vegetadas por *S. olneyi* e *S. densiflora*. As marismas

inferiores (alagada 40–60% do tempo) é um importante contribuinte de detrito para o estuário da Lagoa dos Patos (Peixoto 1997; Cunha *et al.* 2005; Coimbra 2008), assim o consumo de *S. olneyi* poderia estar reduzindo a quantidade de matéria orgânica exportada para a região estuarina e costeira. Nas marismas médias de *S. densiflora* o consumo pelo gado pode ter pouca interferência, pois apenas uma pequena parcela da biomassa produzida é exportada, sendo a maior parte decomposta *in situ* ou consumida por macroconsumidores (e.g. isópodes terrestres, caranguejo *Chasmagnathus granulatus*) (D’Incao 1990, Gaona *et al.* 1996, Costa *et al.* 1997, Costa 1998, Seeliger 2001, Costa *et al.* 2003, Peixoto & Costa 2004).

A presença de gado pode não estar prejudicando o ciclo de nutrientes nas marismas, pois apesar da remoção de biomassa vegetal, os animais produzem dejetos (sólido e líquido), que podem ter assumido um papel importante na disponibilidade de nutrientes e influenciando a produtividade. Bovinos de corte adultos (500 kg) produzem diariamente entre 10–15 kg.animal⁻¹.dia⁻¹ de fezes e 25 L.animal⁻¹.dia⁻¹ de urina (Oliveira *et al.* 1993), com uma concentração média de nitrogênio de 1,91% (fezes frescas), sendo este teor dependente da dieta alimentar e/ou forma bacteriana no trato digestivo (Lysyk *et al.* 1985). O teor de nitrogênio dos dejetos sólidos é similar ao encontrado nas plantas de *S. olneyi* (média de 1,7% N; Azcón-Bieto 1994, McJannet *et al.* 1995) e 4 vezes maior que *S. densiflora* (0,54% N; Costa *et al.* 2003), podendo contribuir desta forma para a reposição e/ou incremento de N nas marismas. A interação positiva entre herbívoros e plantas das marismas vem sendo estudada na costa subártica canadense, onde o consumo por gansos selvagens migratórios tem demonstrado um aumento na produção de biomassa vegetal. Este efeito positivo é devido ao enriquecimento de nitrogênio pelas excreções e à contínua atividade de crescimento das

monocotiledôneas de crescimento basal pastadas (constante renovação) (Cargill & Jefferies 1984, Bazely & Jefferies 1985).

Tanto *S. olneyi* quanto *S. densiflora* possuem boa capacidade de recuperação após pastejo, ocorrendo principalmente através da produção vegetativa via rebrote dos rizomas. *Scirpus americanus* (= *S. olneyi*) consegue recuperar a biomassa em até 2 anos após o pastejo por gansos na América do Norte e Canadá (Giroux & Bédard 1987, Miller *et al.* 1997). Faz-se importante relatar que os gansos pastam preferencialmente os rizomas de *S. olneyi* prejudicando a produção de biomassa, diferentemente da perturbação pelo gado nas marismas locais, a qual atua exclusivamente sobre a parte aérea, sendo provável a recuperação em um período menor do que 2 anos. Silva *et al.* (1993) verificou a rápida recuperação de biomassa aérea de *S. densiflora* após 6 meses de remoção mecânica (corte).

Fogo

O fogo demonstrou ser um distúrbio amplamente difundido nas marismas, sendo mais freqüente sobre as marismas superiores de *J. kraussii* e médias de *S. densiflora*, nas proximidades de estradas ou de propriedades agropecuárias. Os incêndios são mais comuns durante o período do verão e início do outono, ocorrendo próximo às estradas (descarte de cigarros ou fósforos acesos; Costa & Marangoni 2000), em acampamentos de verão dos pescadores artesanais e em propriedades rurais com o propósito de renovação dos campos ou eliminação de plantas indesejáveis (Capítulo 2). A disponibilidade de grandes quantidades de biomassa vegetal em marismas dominadas por *J. kraussii* (4.500 gPS/m²; Gaona *et al.* 1996) e *S. densiflora* (2.700 gPS/m²; Silva *et al.* 1996, Peixoto & Costa 2004), associada à baixa freqüência de alagamento (3 - 20% do tempo; Costa 1998), aumentam consideravelmente a vulnerabilidade destas áreas a incêndios durante os meses menos chuvosos (verão e outono).

As marismas locais são afetadas principalmente por incêndios na cobertura vegetal removendo apenas a biomassa aérea, sem danos maiores sobre rizomas, possibilitando uma rápida recuperação da cobertura vegetal. A remoção da densa cobertura das plantas dominantes (1,0 a 1,8 m de altura) pelo fogo pode permitir a colonização de outras espécies, tais como *Vigna luteola*, *Senecio tweedii* e *Aster squamatus* (Costa & Marangoni 2000). Áreas de *S. densiflora* queimadas na Argentina aumentaram o número de espécies, favorecido pela diminuição da cobertura-abundância das plantas perenes dominantes (Madanes *et al.* 2007). Isacch *et al.* (2004) e Madanes *et al.* (2007) constataram que a configuração original da comunidade de *S. densiflora* não retornou ao estado de pré-perturbação mesmo um ano após o incêndio. Após o incêndio, tanto *S. densiflora* como *J. kraussii* apresentam uma excelente capacidade de recuperação através do rebrote vegetativo. Figueroa *et al.* (1988) e Nieva & Figueroa (1997) verificaram uma rápida produção de biomassa de *S. densiflora* após fogo, na Espanha, alcançando uma taxa média de recuperação de 64% ao ano, fazendo com que uma área queimada seja restabelecida em menos de 2 anos. Isacch *et al.* (2004) encontrou uma recuperação estrutura da comunidade vegetal de *J. acutus* após 1 ano de um incêndio, similar ao relatado em marismas vegetadas por *Juncus roemerianus* nos EUA (Schmalzer *et al.* 1991). Schmalzer *et al.* (1991) e Hackney & De La Cruz (1981) estudando a ação do fogo sobre *J. roemerianus* nos EUA, verificaram que a recuperação da biomassa aérea ocorre apenas em 3 anos após o incêndio.

Lixo

O acúmulo de lixo sobre as marismas é determinado por processos ativos e passivos do descarte de material no estuário da Lagoa dos Patos. A marisma no Molhe Oeste (unidade 09) é considerada uma Área de Preservação Ambiental do Porto do Rio Grande (SUPRG), onde são previstas atividades de turismo e lazer, orientadas sob um

plano de manejo ambiental (Marangoni 2003). Na prática, contudo, é uma área de livre acesso ao público (e.g. pesca esportiva, acampamento, lazer), servindo principalmente como um grande depósito de lixo nas áreas mais elevadas da marisma (processo ativo). Diferentemente, a deposição do lixo em deriva (processo passivo), que chega ao estuário pelo escoamento pluvial ou perdas nas operações portuárias, afeta as marismas inferior e média, sendo sua distribuição dependente da variação no nível de água da Lagoa. Azevedo (2000) constatou que nas marismas locais, o acúmulo do material em deriva é mais freqüente nas marismas com alturas próximas ao nível de água da Lagoa (+15 cm; ~40% do tempo alagado), podendo ocorrer em áreas mais elevadas inundadas em períodos de águas excepcionalmente altas na Lagoa (+27 cm; zonas menos que 12% do tempo alagado).

A deposição do material sobre a vegetação dominante das marismas resulta, na maioria das vezes, na morte das plantas dominantes e conseqüente abertura de brechas (Reidenbaugh & Banta 1980, Adam 1990), sendo geralmente colonizadas por plantas oportunistas, incomuns nas áreas naturais não perturbadas (Bertness & Ellison 1987, Bertness 1999). Neste estudo foi constatada a presença de plantas oportunistas (e.g. *Senecio tweedii*, *A. danaeifolium*, *Apium* sp. e *Rumex* sp.) em várias marismas, com acentuada ocorrência nas margens das unidades 15 (Ilha da Pólvora) e 17 (Leonídeo). Conforme Costa *et al.* (1997) e Azevedo (2000) estas espécies vegetais são indicadoras de brechas na cobertura vegetal dominante e deposição de lixo orgânico. Azevedo (2000) identificou 55 espécies de plantas nas marismas locais, sendo 17 (31%), com ciclo de vida anual ou bianual encontradas exclusivamente nas áreas perturbadas pela deposição de lixo. O processo de recuperação da cobertura vegetal pelas espécies dominantes ocorre entre 1 a 3 anos após a perturbação, através dos rizomas vindos das

margens da brecha ou pela germinação de sementes (Bertness & Ellison 1987, Azevedo 2000).

Erosão

O processo erosivo foi detectado como mais severo quando ocorrendo sobre as marismas médias/superiores gerando, na maioria das vezes o escarpamento das margens. O mapeamento das marismas nas últimas 5 décadas (Capítulo 1) quantificou uma taxa média de erosão sobre as ilhas estuarinas de 1,3% de suas áreas ao ano (unidades 07 e 22), sendo causada por ondas geradas pelos ventos SW e NW sobre as margens de SJN (unidade 07) e ventos NE e SE nas margens em RG (unidade 22). Este processo é intensificado quando ocorre elevação do nível de água no estuário durante os meses chuvosos no inverno. Ainda neste estudo foi constatado que nos últimos 53 anos (1947-2000) a principal causa de perda de áreas de marismas no estuário da Lagoa dos Patos foi devido à erosão das margens em detrimento das atividades antrópicas.

É importante comentar que a avaliação visual das perturbações parece não ser um método eficiente para quantificar a verdadeira dimensão (magnitude) dos efeitos erosivos sobre as marismas como o constatado no Capítulo 1, sendo importante, nesta situação, utilizar outros métodos para auxiliar o dimensionamento deste processo natural (e.g. sensoriamento remoto).

Corte

O corte da vegetação demonstrou ser pouco prejudicial e uma perturbação restrita a Ilha dos Marinheiros e ilhas próximas, Quitéria e Arraial. Este distúrbio é ocasionado exclusivamente por pequenos agricultores que cortam com maior frequência *S. densiflora* e *J. kraussii*. Seeliger & Costa (1998) relatam que esta perturbação é de pequena escala (2-20 m²), entretanto, no presente estudo foram encontradas áreas cortadas com 800 e 1.900 m².

Azevedo (2000) observou que as brechas abertas pelo corte, em uma área de *S. densiflora*, são recompostas em 2 a 3 anos. Silva *et al.* (1993) constataram a rápida produção de biomassa de *S. densiflora*, após 6 meses da remoção da biomassa aérea, encontrando valores similares às áreas sem corte (Peixoto & Costa 2004). Capítulo 2 relata que o corte de *S. densiflora* é uma atividade que vem ocorrendo nos últimos 270 anos, entretanto tem sido verificada uma substancial diminuição desta atividade pelos agricultores.

Canais de Drenagem, Aterros e Descontinuidade Cobertura Halófitas

Os canais de drenagem e aterros são perturbações antrópicas responsáveis pela supressão total da cobertura vegetal. Os canais de drenagem na zona rural do estuário da Lagoa dos Patos são construídos com o intuito de drenar as áreas cultivadas e para facilitar o acesso das pequenas embarcações dos agricultores e pescadores ao estuário (Costa *et al.* 1997). Na área urbana os pequenos canais servem para escoamento de água pluvial e esgoto doméstico. Nas áreas rurais a maior parte dos aterros são construídos contíguos aos canais de drenagem, já na zona urbana os aterros são comuns em margens erosivas, sendo utilizados entulho de obras, pneus e madeira. Neste estudo foi constatada a ocorrência de canais de drenagem e aterros em 12 unidades de marisma, configurando 3 unidades a mais (Ilha da Torotama e Pesqueiro em RG e Mendanha em SJN) do que o relatado por Costa (1997), Costa *et al.* (1997) e Costa & Marangoni (2000). Nestas unidades, os canais foram construídos essencialmente para impedir o avanço do gado ao estuário ou a propriedade vizinha (RG) e para captação de água e emissão de efluentes para aquíicultura (SJN).

A descontinuidade da cobertura vegetal halófitas dentro das marismas com a dominância de *T. domingensis* e *S. californicus* ocorrem em locais de baixa salinidade, como em desembocadura de brejos/banhados, canais de drenagem, escoamento pluvial e

esgoto. Zedler *et al.* (1990) constatou a exclusão competitiva de *J. kraussii* por *Typha orientalis*, na Austrália, sob baixas salinidades (5–10), sendo esta interação revertida com o aumento da salinidade (20–40). Conseqüentemente, um aumento no número de canais de drenagem, devido a maior demanda urbana (escoamento pluvial) e rural (agricultura, aquíicultura), bem como, possíveis mudanças hidrológicas no estuário (e.g. diminuição da salinidade) possivelmente ampliarão esta modificação na comunidade vegetal das marismas.

3.5 CONCLUSÕES

As marismas apresentaram perturbação antrópica e/ou natural, afetando globalmente a cobertura vegetal com baixa intensidade e moderada extensão (10-50 m).

Dentre as perturbações antrópicas avaliadas, destacou-se o pastejo, fogo e acúmulo de lixo como as principais perturbações oriundas das atividades agropecuária e urbana no entorno do estuário da Lagoa dos Patos. A marisma média/superior é a mais afetada pelas perturbações antrópicas, devido aos múltiplos usos pelas atividades agropecuárias (áreas de pastagem e corte da vegetação) e pela maior incidência de incêndios.

As perturbações antrópicas vêm causando modificações temporárias (pastejo, fogo, lixo, corte) e permanentes (canais de drenagem e aterros) principalmente na estrutura da comunidade vegetal das marismas, ao favorecerem a ocupação e crescimento de outras plantas (oportunistas e glicófitas como *T. domingensis* e *S. californicus*). Todavia, este ecossistema parece se caracterizar por uma boa taxa de reabilitação, fazendo com que as áreas afetadas possam se recuperar em um período de até 3 anos, desta forma este ecossistema pode ser considerado resiliente. Tommasi (1994) afirma que se um ecossistema possui a capacidade de resiliência, após terminar o distúrbio, ele se recupera e retorna ao seu estado original, ou a um novo estado de equilíbrio, contudo se o distúrbio for de uma magnitude superior à capacidade de recuperação (resiliência) ele entrará em extinção. Partindo desta concepção, o pressuposto da resiliência das marismas locais é sustentado pelo (Capítulo 1), onde é constatado que nenhuma marisma foi extinta, nos últimos 53 anos, pelas atividades antrópicas (agricultura e pecuária extensiva) causadoras de distúrbios avaliados por este estudo.

A ordenação das unidades de marisma quanto ao tipo e grau das perturbações antrópicas e erosão, causadores de modificações na cobertura vegetal, pode ser um importante norteador para o desenvolvimento de propostas/projetos de gerenciamento ambiental mais adequado à realidade de cada unidade.

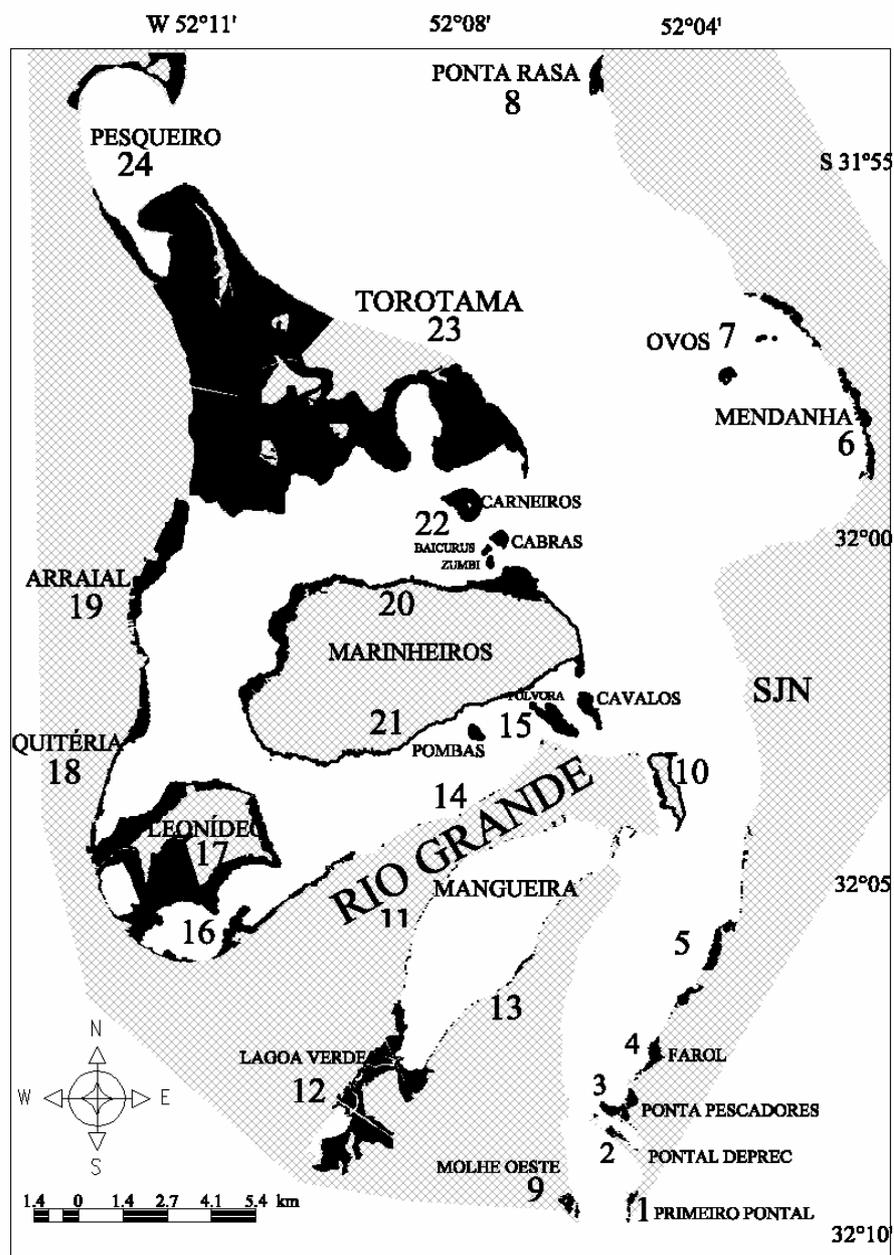


Figura 1. Estuário da Lagoa dos Patos (RS - Brasil) com a localização das 24 unidades de marismas (áreas Escuras) nos municípios de Rio Grande e São José do Norte.

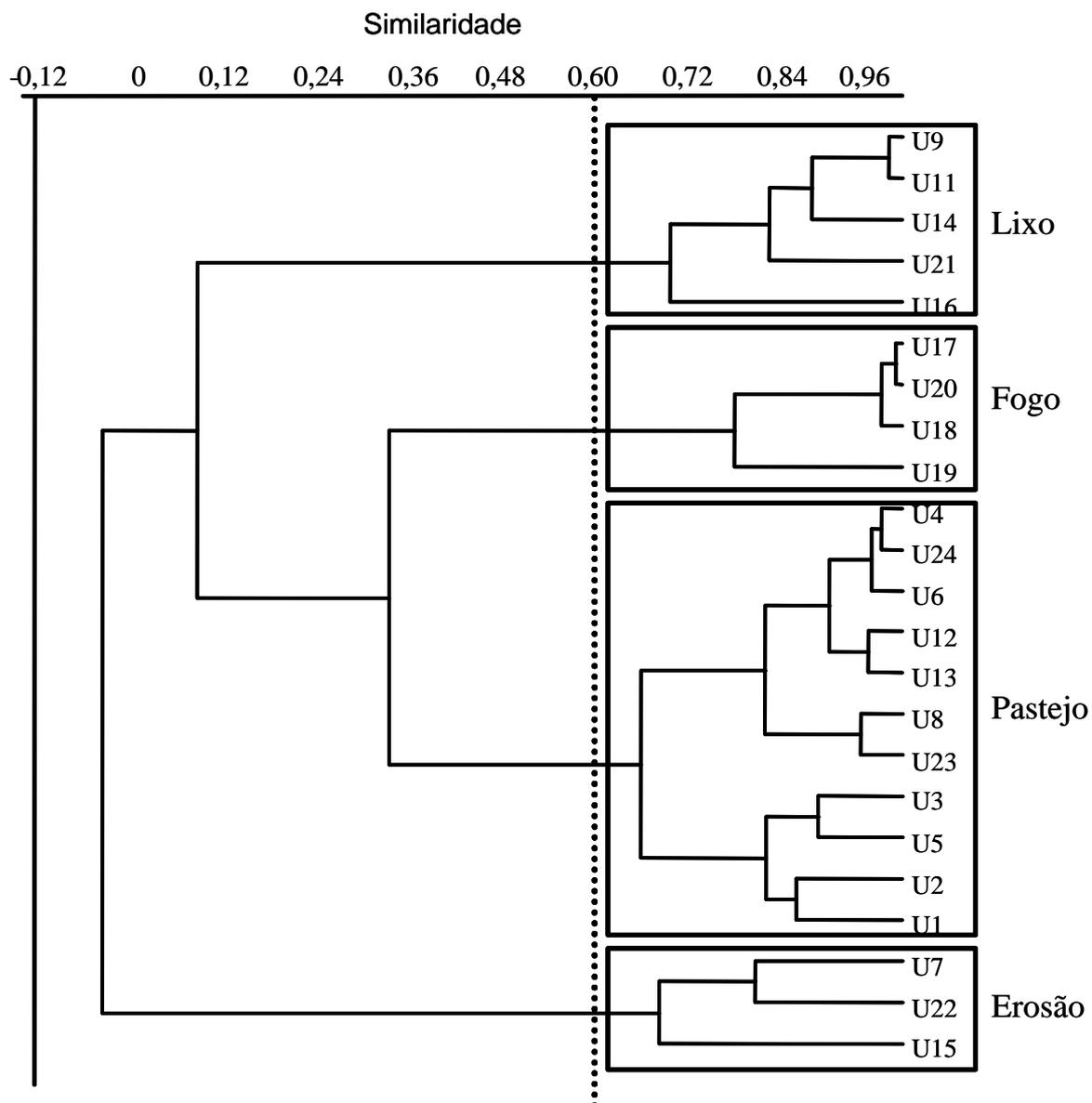


Figura 2. Caracterização dos grupos de unidades de marismas sob similar perturbação, através da análise de agrupamento. A linha pontilhada mostra o ponto de corte em 60% de similaridade. A identificação dos grupos de unidades foi determinada pela dominância da perturbação (maior valor).

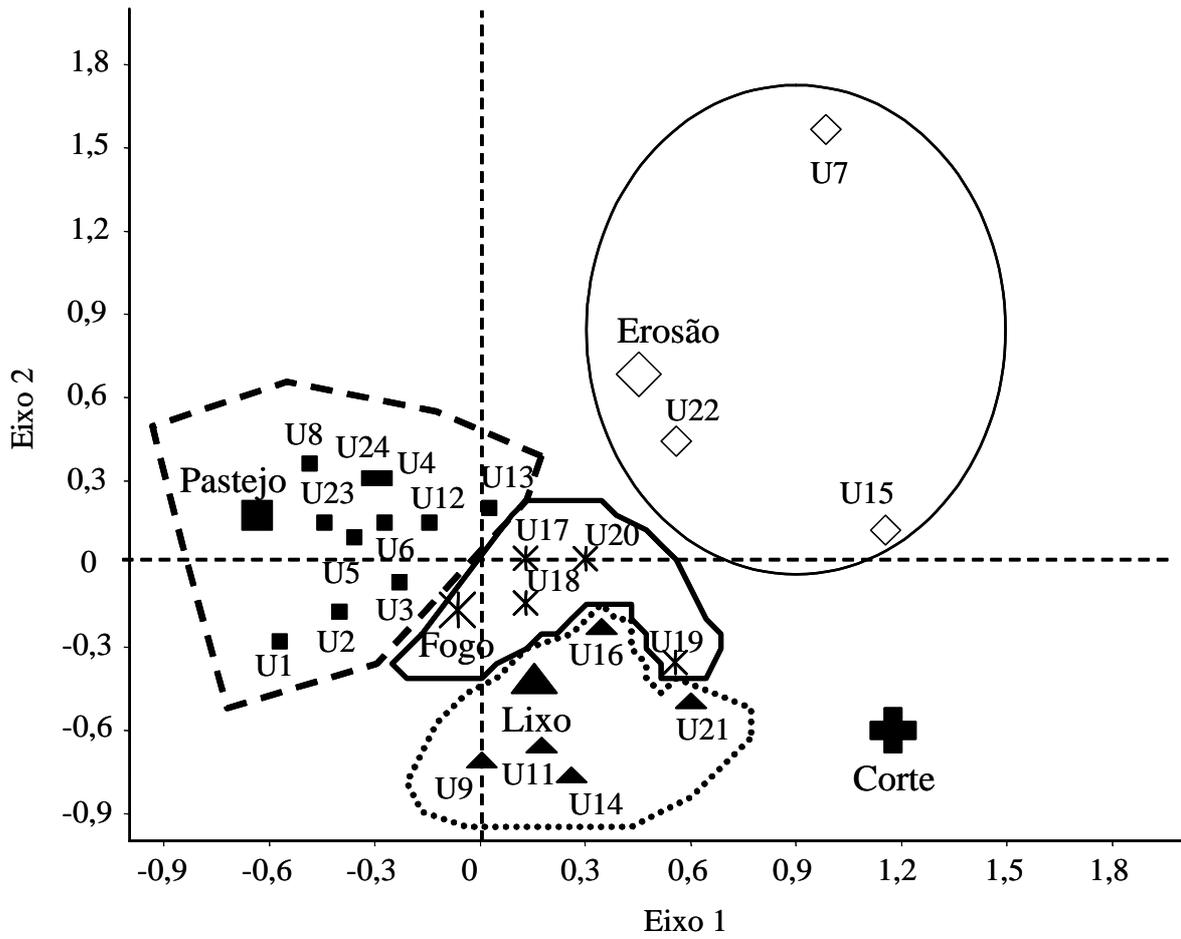


Figura 3. Ordenação espacial dos tipos de perturbação e as unidades de marismas no estuário da Lagoa dos Patos (n=23) através da Análise de Correspondência.

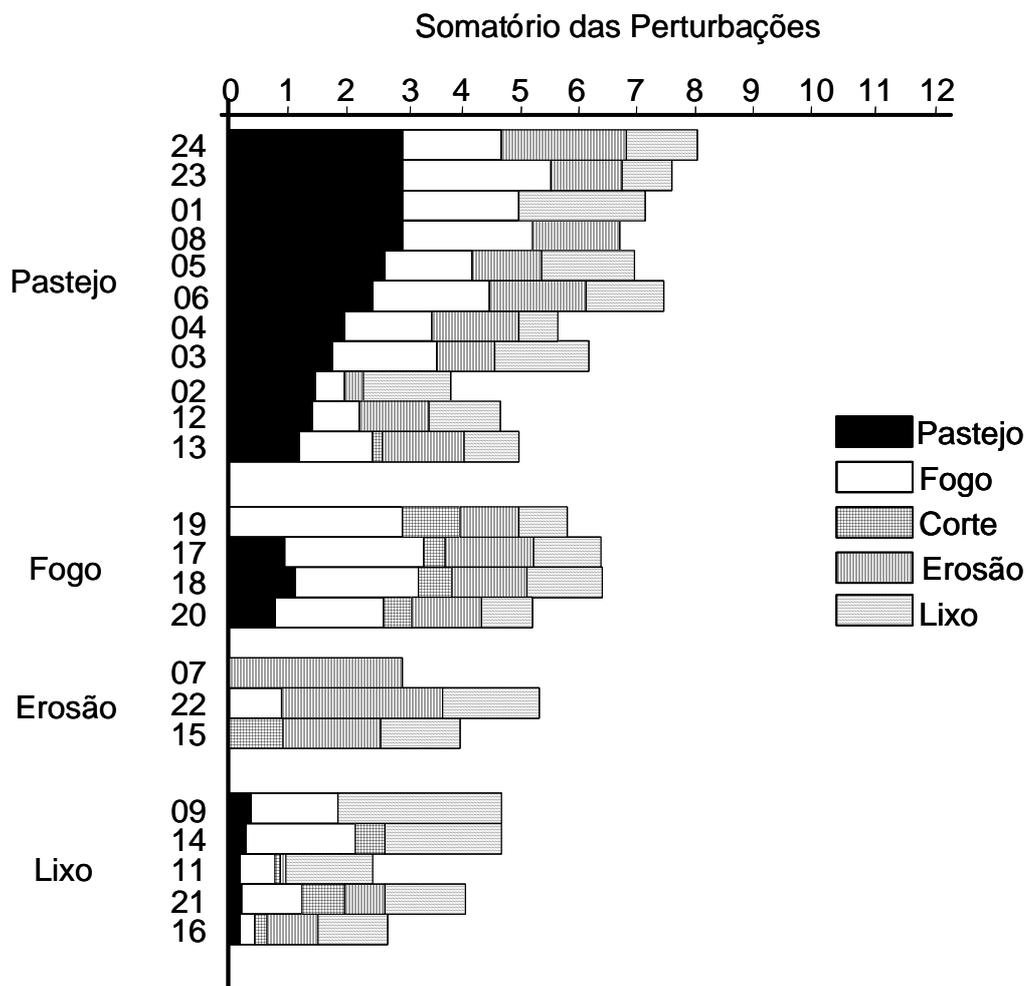


Figura 4. Somatório dos valores médios das perturbações antrópicas e natural em cada uma das 23 unidades de marisma no estuário da Lagoa dos Patos. A contribuição de cada perturbação é discriminada através das diferentes padrões gráficos. A organização em grupos de unidades segue a distribuição da análise de agrupamento. A ordenação dentro dos grupos de unidades está em ordem decrescente do nível de perturbação.

Tabela 1. Critérios qualitativos para quantificação visual da magnitude das perturbações sobre a cobertura vegetal das marismas do estuário da Lagoa dos Patos.

	Inexistente 0	Intensidade Baixa 1	Intensidade Moderada 2	Intensidade Alta 3
Pastejo	sem marcas	marcas	parcial	total
Corte	sem	-----	-----	total
Fogo	sem vestígios	vestígios	parcial	total
Lixo	sem	presença erosão na	pouco lixo erosão na	muito lixo escarpa na
Erosão	sem	marisma inferior	marisma média/superior	marisma média/superior

Tabela 2. Exemplo de uma matriz de avaliação das perturbações antrópicas e natural.

Tranção 1	Marisma Inferior		Marisma Média/Superior	
	Magnitude	Extensão	Magnitude	Extensão
pastejo	0	0	3	3
fogo	0	0	3	3
corte	0	0	0	0
erosão	0	0	0	0
acúmulo de lixo	1	3	3	3

Tabela 3. Descrição das perturbações sobre as marismas do estuário da Lagoa dos Patos nos municípios de RG e SJN, organizados em Nível da perturbação (INE–Inexistente, BX–Baixo, MOD–Moderado e SEV–Severo), Causas (PAST–Pastejo, FOG–Fogo, CORT–Corte, LIX–Lixo e ERO–Erosão) e Outras perturbações (AT-Aterro/Canais de Drenagem e DES–Descontinuidade da Cobertura Vegetal das Marismas). As causas de perturbações antrópicas e natural estão classificadas em ordem decrescente de importância.

	UNIDADE	MARISMA INFERIOR		MARISMA MÉDIA/SUPERIOR		Outras Perturbações
		Nível	Causas	Nível	Causas	
	01 Primeiro Pontal	-----	-----	MOD	PAST, LIX, FOG	
	02 Pontal Deprec	BX	PAST, LIX	BX	LIX, FOG, ERO	
	03 Ponta dos Pescadores	BX	PAST, LIX	MOD	FOG, LIX, ERO, PAST	
SJN	04 Farol	MOD	PAST, ERO, LIX	MOD	FOG, PAST-ERO, LIX	
	05 SJN Sul	MOD	PAST, LIX, ERO-FOG	MOD	PAST, FOG, ERO-LIX	AT
	06 Mendanha	BX	ERO, PAST-LIX	MOD	PAST-FOG, ERO, LIX	AT - DES
	07 Ilha dos Ovos	BX	ERO	BX	ERO	
	08 Ponta Rasa	BX	PAST	MOD	PAST-FOG, ERO	
	09 Molhe Oeste	BX	LIX	BX	LIX, FOG, PAST	
	11 Mangueira Norte	BX	LIX	BX	LIX, FOG, PAST, CORT, ERO	AT - DES
	12 Lagoa Verde	BX	PAST, LIX, ERO	BX	FOG, ERO-LIX	AT
	13 Mangueira Sul	BX	ERO, PAST-LIX	MOD	FOG, PAST, ERO, LIX, CORT	DES
	14 Rio Grande	BX	LIX, FOG	MOD	FOG, LIX, CORT, PAST	DES
	15 Ilha das Pombas/Pólvora/ Cavalos)	BX	LIX, ERO	BX	ERO, LIX, CORT	
RG	16 Justino	BX	LIX, ERO	BX	LIX, ERO, FOG, PAST-CORT	AT
	17 Ilha do Leonídeo	BX	LIX, ERO, PAST	MOD	FOG, ERO, PAST, LIX, CORT	AT
	18 Quitéria	BX	PAST, LIX	MOD	FOG, ERO, LIX, PAST, CORT	AT
	19 Arraial	-----	-----	MOD	FOG, CORT-ERO, LIX	AT
	20 Ilha dos Marinheiros Norte	BX	LIX, ERO, FOG, PAST	MOD	FOG, ERO, LIX, PAST, CORT	AT - DES
	21 Ilha dos Marinheiros Sul	BX	LIX	MOD	LIX-FOG, CORT, ERO, PAST	AT - DES
	22 Ilha dos Carneiros/Cabras Baicurus/Zumbi	-----	-----	BX	ERO, LIX, FOG	
	23 Ilha da Torotama	BX	PAST	MOD	PAST-FOG, ERO, LIX	AT
	24 Pesqueiro	BX	PAST	MOD	PAST, ERO, FOG, LIX	AT

Tabela 4. Lista das plantas com maior frequência de ocorrência observadas nas zonas entremarés inferior e média/superior das marismas no estuário da Lagoa dos Patos (RS, Brasil).

UNIDADE		MARISMA INFERIOR	MARISMA MÉDIA/SUPERIOR
	01 Primeiro Pontal	-----	<i>S. densiflora</i> , <i>J. kraussii</i> , <i>Paspalum vaginatum</i> , <i>Fimbristylis spadiceae</i> , <i>Salicornia gaudichaudiana</i> , <i>Juncus acutus</i> , <i>Limonium brasiliensis</i> , <i>Sesuvium portulacastrum</i> , <i>Phyla canescens</i>
	02 Pontal Deprec	<i>S. alterniflora</i> , <i>Scirpus olneyi</i>	<i>J. kraussi</i> , <i>J. acutus</i> , <i>S. olneyi</i> , <i>F. spadiceae</i> , <i>P. vaginatum</i> , <i>Bacopa monnieri</i> , <i>S. gaudichaudiana</i> , <i>Imperata brasiliensis</i> , <i>Axonopus</i> sp.
SJN	03 Ponta dos Pescadores	<i>S. alterniflora</i>	<i>J. kraussi</i> , <i>S. densiflora</i> , <i>S. gaudichaudiana</i> , <i>L. brasiliensis</i> , <i>P. vaginatum</i> , <i>Acrostichum danaefolium</i>
	04 Farol	<i>S. alterniflora</i> , <i>S. densiflora</i>	<i>J. kraussii</i> , <i>S. densiflora</i> , <i>J. acutus</i>
	05 SJN Sul	<i>S. alterniflora</i> , <i>S. densiflora</i>	<i>J. kraussii</i> , <i>S. densiflora</i> , <i>J. acutus</i> , <i>S. maritimus</i> , <i>S. gaudichaudiana</i> , <i>S. olneyi</i>
	06 Mendanha	<i>S. olneyi</i> , <i>P. vaginatum</i>	<i>J. kraussi</i> , <i>S. densiflora</i> , <i>S. olneyi</i> , <i>S. maritimus</i> , <i>P. vaginatum</i> , <i>B. monnieri</i> , <i>Apium</i> sp., <i>A. danaefolium</i> , <i>S. californicus</i>
	07 Ilha dos Ovos	<i>S. olneyi</i>	<i>S. maritimus</i> , <i>S. olneyi</i> , <i>Senecio tweedii</i>
	08 Ponta Rasa	<i>S. olneyi</i>	<i>S. densiflora</i> , <i>S. maritimus</i> , <i>S. olneyi</i> , <i>Axonopus</i> sp., <i>P. vaginatum</i>
	09 Molhe Oeste	<i>S. alterniflora</i> , <i>S. densiflora</i>	<i>S. densiflora</i> , <i>F. spadiceae</i> , <i>J. acutus</i> , <i>J. kraussii</i> , <i>S. maritimus</i> , <i>S. gaudichaudiana</i>
	11 Mangueira Norte	<i>S. alterniflora</i> , <i>Typha domingensis</i>	<i>J. kraussii</i> , <i>S. maritimus</i> , <i>S. densiflora</i> , <i>T. domingensis</i>
	12 Lagoa Verde	<i>S. alterniflora</i> , <i>S. olneyi</i>	<i>J. kraussii</i> , <i>S. maritimus</i> , <i>J. acutus</i> , <i>S. olneyi</i> , <i>Scirpus californicus</i>
	13 Mangueira Sul	<i>S. alterniflora</i> , <i>S. olneyi</i>	<i>J. kraussii</i> , <i>S. olneyi</i> , <i>T. domingensis</i>
RG	14 Rio Grande	<i>S. alterniflora</i>	<i>S. maritimus</i> , <i>T. domingensis</i>
	15 Ilha das Pombas/Pólvora/Cavalos	<i>S. alterniflora</i> , <i>S. maritimus</i>	<i>S. densiflora</i> , <i>S. maritimus</i> , <i>J. kraussii</i> , <i>S. olneyi</i> , <i>S. alterniflora</i> , <i>Myrsine parvifolia</i> , <i>S. tweedii</i> , <i>Rumex</i> sp.

continua

16	Justino	<i>S. alterniflora, S. olneyi</i>	<i>J. kraussii, S. maritimus, S. olneyi</i>
17	Arraial	<i>S. alterniflora, S. olneyi</i>	<i>J. kraussii, S. olneyi, S. densiflora, S. maritimus, P. vaginatum, S. gaudichaudiana, A. danaefolium, Apium sp.</i>
18	Quitéria	<i>S. alterniflora, S. olneyi</i>	<i>J. kraussii, S. densiflora, S. maritimus, S. olneyi, A. danaefolium</i>
19	Arraial	-----	<i>J. kraussii, S. densiflora, S. olneyi, S. maritimus</i>
20	Ilha dos Marinheiros Norte	<i>S. alterniflora, S. olneyi, S. maritimus, S. californicus</i>	<i>S. densiflora, S. maritimus, J. kraussii, Myrsine parvifolia, J. acutus, A. danaefolium, S. californicus, S. olneyi</i>
21	Ilha dos Marinheiros Sul	<i>S. alterniflora, S. olneyi</i>	<i>S. densiflora, S. maritimus, J. kraussii, T. domingensis, S. alterniflora</i>
22	Ilha dos Carneiros/Cabras/Baicurus/Zumbi	-----	<i>S. maritimus, S. densiflora, S. olneyi, J. kraussii, S. gaudichaudiana, A. danaefolium, L. brasiliensis, T. domingensis, Rumex sp., Cladium jamaicense, , M. parvifolia</i>
23	Ilha da Torotama	<i>S. olneyi</i>	<i>S. densiflora, J. kraussii, S. olneyi</i>
24	Pesqueiro	<i>S. alterniflora, S. olneyi</i>	<i>S. densiflora, J. kraussii, S. maritimus, J. acutus, P. vaginatum, Axonopus sp., Eryngium sp., B. monnieri, S. alterniflora</i>

EMPREGO DA ANÁLISE MULTICRITERIAL DE APOIO A DECISÃO PARA
ALTERNATIVAS DE USOS DAS MARISMAS DO ESTUÁRIO DA LAGOA DOS
PATOS (RS, BRASIL): UM ESTUDO DE CASO

4.1 INTRODUÇÃO

As marismas são ecossistemas costeiros na zona entremarés, que devido a sua alta produção primária têm importância vital para o sistema estuarino e costeiro como sustentação da teia trófica, disponibilidade de habitat, ciclos biogeoquímicos, proteção das margens contra erosão (Valiela & Teal 1979, Nixon 1980, Woodhouse & Knutson 1982, Panitz 1986, Adam 1990, Silva *et al.* 1993, Gaona *et al.* 1996, Costa *et al.* 1997, Bemvenuti 1998, Costa 1998, Seeliger 2001, Peixoto & Costa 2004, Cunha *et al.* 2005, Abreu *et al.* 2006). Populações tradicionais também estão acopladas neste sistema através da utilização de biomassa vegetal para pecuária e agricultura (Capítulo 2). Conciliar a manutenção das funções ecológicas das marismas com os interesses e necessidades antrópicas é uma tarefa constante dos gerenciadores costeiros. O cenário acima descrito pode ser observado em todos os continentes e o desenvolvimento e aplicação de ferramentas de apoio à decisão continua sendo uma necessidade. Este estudo visa avaliar o emprego do método de análise multicriterial de apoio à decisão quanto a formas de uso de uma marisma no estuário da Lagoa dos Patos (RS).

4.2 TOMADA DE DECISÃO E ANÁLISE MULTICRITERIAL

As decisões são tomadas a partir de escolhas sobre o que fazer ou deixar de fazer, sendo muitas vezes o resultado de interações entre as preferências de indivíduos, grupos de interesse e instituições (atores/decisores; *stakeholders*) (Roy 1996). Os atores estão envolvidos diretamente no processo decisório, mas também tem interesse nos resultados da decisão e interferem no processo através de seus sistemas de valores (Roy 1996). Ensslin *et al.* (2001) diferencia os atores em intervenientes (participam diretamente do processo decisório – decisores e facilitadores) e agidos (sofre de forma passiva a implementação da decisão tomada). Dentre os atores intervenientes, os decisores são aqueles os quais é delegado o poder de decisão e os facilitadores os indivíduos cuja função é facilitar e apoiar o processo de tomada de decisão através de ferramentas (modelos) como Análise Multicriterial de Apoio à Decisão (MCDA - *Multicriteria Decision Analysis*).

Dogdson *et al.* (2001) relatam que a análise multicriterial de apoio à decisão é considerada uma abordagem e um conjunto de técnicas com a finalidade de ordenar as opções ou alternativas, a partir da maior até a menor preferência. Esta ferramenta permite visualizar situações e/ou problemas, caracterizados pela mescla de diversos componentes, através da fragmentação do problema em partes que permitam avaliações e julgamentos para posterior reagrupamento dos fragmentos e avaliação geral do processo (Dogdson *et al.*, 2001). Finalmente, o propósito da MCDA é auxiliar/apoiar o processo de decisão e não tomar a decisão.

Roy (1996) afirma que é impossível dizer que uma decisão é boa ou ruim em função somente de um modelo matemático, sendo importante levar em consideração os aspectos culturais, organizacionais e pedagógicos em todo o processo decisório. Ensslin (*et al.* 2001) ressalva que os resultados dos modelos de apoio à decisão são apenas “recomendações” que

podem ou não ser seguidas pelos decisores. Também destacam que as soluções destes modelos “atendem” exclusivamente aos objetivos e valores dos decisores envolvidos.

Dentro do universo de análise multicriterial, Zuffo (1998) classificou 117 métodos e variações destes e, entre eles o método AHP (*Analytic Hierarchy Process* - Método da Matriz de Prioridades/Processo Analítico Hierárquico). O método AHP foi desenvolvido por Thomas L. Saaty e organiza percepções, opiniões, julgamentos e lembranças, organizadas a partir de um âmbito geral com menor controle para situações específicas e mais controláveis. Esta estruturação da AHP é baseada na capacidade humana de julgamento de pequenos problemas (Saaty 2008).

O método AHP vem sendo amplamente utilizado na área ambiental como apoio ao planejamento e gestão de recursos hídricos (Zuffo 1998, Vilas Boas, Mustajoki *et al.* 2004), planejamento em aquíicultura (Freitas & Tagliani 2007), planejamento e gestão de áreas protegidas (Tulli *et al.* 2006, Fortes *et al.* 2007) manejo florestal (Rauscher *et al.* 2000), qualidade ambiental (Tzeng *et al.* 2002) e recuperação ambiental (Qureshi & Harrison 2001).

4.3 PROBLEMÁTICA ANALISADA

As marismas ocupam 8,47 km² da Ilha do Leonídeo (município de Rio Grande) (Figura 1), compreendendo uma significativa área para estuário da Lagoa dos Patos (12,1% da área total de marismas), possuindo sua cobertura vegetal dominada por *Spartina alterniflora* e *Scirpus olneyi* nas zonas entremarés inferiores e por *Juncus kraussii*, *S. densiflora* e *Scirpus maritimus* nas zonas média/superiores (Capítulo 1). Estudo recente demonstrou a importância destas espécies das marismas na Ilha do Leonídeo para a teia trófica no corpo estuarino adjacente (Saco do Justino; Abreu *et al.* 2006).

No Capítulo 1 foi quantificada a expansão natural da marisma na Ilha do Leonídeo (+0,37 km²), sobre planos de lama e campos, nos últimos 53 anos. Esta expansão natural é

devido ao avanço de *J. kraussii*, nos últimos 40 anos, sobre os campos nativos e sobre áreas anteriormente dominadas por *S. densiflora* na Ilha do Leonídeo (Capítulo 2). O avanço de *J. kraussii* sobre outras vegetações vem diminuindo substancialmente a criação de gado que utilizava os campos e marismas de *S. densiflora* como pastagem, reduzindo conseqüentemente a renda dos agricultores nos últimos anos (Capítulo 2). No Capítulo 3 foi verificada a alta incidência de fogo, sendo a principal perturbação antrópica sobre as marismas nesta localidade, o que aparentemente pode estar relacionado ao desinteresse dos proprietários em “fiscalizar/controlar” os incêndios, visto que *J. kraussii* tem pouca “utilidade” para os agricultores (Capítulo 2).

A perda das áreas de pastagem (campo nativo e *S. densiflora*) nos últimos 40 anos, fez com que a maioria dos proprietários/administradores entrevistados (67%; 6 proprietários rurais) tenha interesse em remover mais da metade ou toda a área ocupada por *J. kraussii* em suas propriedades, para o desenvolvimento de campo e/ou marismas de *S. densiflora*. As 6 propriedades rurais possuem área de 3 até 135 ha, totalizando 227 ha. Da área total das propriedades (227 ha), aproximadamente 148 ha (=1,48 km²) são ocupadas por várias plantas de marismas, predominantemente por *J. kraussii*, perfazendo 17,5% da área total de marismas na Ilha do Leonídeo (8,47 km²).

Faz-se importante ressaltar que de acordo com os proprietários rurais, a diminuição de gado também vem ocorrendo devido à incidência de abigeato (furto de gado), desta maneira a proposta da possível remoção de *J. kraussii* para desenvolvimento de *S. densiflora* e campo só seria útil conjuntamente com ações que assegurem a diminuição do furto de animais.

Desta forma, visando à integração de interesses ambientais e socioeconômicos no gerenciamento das marismas em 6 propriedades rurais na Ilha do Leonídeo, este estudo tem como objetivo utilizar a análise multicriterial de auxílio à tomada de decisão para avaliação de 3 alternativas de manejo, sendo: Alternativa 1 - Manter *J. kraussii*; Alternativa 2 - Remover *J.*

kraussii e substituir por *S. densiflora*; Alternativa 3 - Remover *J. kraussii* e substituir por campo.

4.4 MATERIAL E MÉTODOS

Viabilidade deste Estudo de Caso

A conservação de ambientes naturais próximos às atividades humanas depende da valorização destes espaços pelas comunidades locais. Neste estudo de caso, o principal valor reconhecido das marismas pelos 6 proprietários rurais na Ilha do Leonídeo é como área de pastejo (quando vegetada por *S. densiflora*), sendo este valor diminuído nos últimos anos pela expansão de *J. kraussii*. A condição básica para viabilidade deste exercício multicriterial de apoio à decisão é o desenvolvimento de um plano de manejo com a opção de remoção de uma espécie dominante na marisma (*J. kraussii*), para sua substituição por outra planta dominante na marisma (*S. densiflora*) ou para o desenvolvimento do campo.

Método de Análise Multicriterial

(AHP - *Analytic Hierarchy Process*)

Segundo Saaty (2008) uma maneira de se tomar uma decisão é decompô-la em etapas:

- 1) Definir o problema e determinar o tipo de conhecimento desejado;
- 2) Estruturar hierarquicamente a decisão a partir do objetivo principal da decisão para um nível intermediário (critérios e subcritérios) até o último nível composto pelas alternativas (Figura 2);
- 3) Construir uma matriz de comparações par a par, onde cada elemento em um nível superior é usado para comparar os elementos no nível imediatamente abaixo (Figura 3);
- 4) Utilizar as preferências obtidas a partir das comparações par a par em cada elemento, em cada nível, até obter a hierarquização final das alternativas propostas.

Para se construir numericamente a matriz de comparações se utiliza uma escala de números baseada no questionamento “quantas vezes é mais importante um elemento em relação ao outro” em função do critério analisado (Tabela 1).

Análise Multicriterial

Identificação dos Atores

Os atores envolvidos neste exercício são os 6 proprietários rurais interessados em remover *J. kraussii* de suas propriedades rurais (total de 148 ha) (interesse socioeconômico) e o pesquisador ambiental (autor; interesse ambiental). No processo decisório é imprescindível a participação ativa dos diversos atores, sendo estes os geradores das alternativas, critérios, preferências e validação do modelo gerado no processo de tomada de decisão. Neste estudo especificamente, todo o processo decisório foi elaborado exclusivamente pelo autor. Os critérios socioeconômicos foram conjecturados pelo autor a partir de entrevistas realizadas na localidade (Capítulo 2) e critérios ambientais foram definidos pela relevância ecológica. O desenvolvimento desta análise multicriterial se deu de forma unilateral (somente pelo autor) devido à limitação temporal entre a descoberta do problema, através das entrevistas e a integração dos múltiplos interesses dos possíveis atores que poderiam fazer parte da problemática analisada (agricultores, representantes de órgãos ambientais, secretaria de agricultura, secretaria de meio ambiente, EMATER, FURG, instituições bancárias) para a geração e validação de um modelo multicriterial.

Alternativas

Foram determinadas 3 alternativas como proposta de manejo das marismas, sendo:

Alternativa 1 – Manter as marismas como estão (*J. kraussii*);

Alternativa 2 – Retirada de *J. kraussii* e substituição por *Spartina densiflora*;

Alternativa 3 – Retirada de *J. kraussii* e substituição por Campo.

A remoção da planta *J. kraussii* poderia ser efetuada mediante lavragem da terra, por fogo e subsequente aplicação de herbicidas, para posterior transplante de mudas de *S. densiflora*, leivas de campo ou através da expansão natural da *S. densiflora* ou campo.

Critérios

A MCDA foi estruturada com 3 grupos principais de critérios: Critério Ambiental, Critério Socioeconômico e Critério Jurisdição (Legislação Ambiental) (Figura 2). Cada critério é alimentado por vários subcritérios, sendo os subcritérios ambientais determinados pelos aspectos ecológicos funcionais (e.g. exportação de matéria orgânica, fornecimento de habitats, proteção das margens), os subcritérios socioeconômicos englobaram a renda, valor da terra, tributação (ITR – Imposto Territorial Rural) e utilização de plantas para outras atividades agrícolas. No caso do Critério Jurisdição não foi definido subcritérios em função de que as Leis Ambientais Federal (Nº4.771), Estadual (Nº11.520) e Municipal (Nº4.116) enquadram as marismas como Área de Preservação Permanente.

Critério Ambiental

Subcritério Produção de Biomassa

A biomassa produzida pelas marismas constitui a base da cadeia trófica detritívora para vários organismos aquáticos e terrestres, sendo também importante para a reciclagem de nutrientes (Valiela & Teal 1979, Nixon 1980, D’Incao 1990, Adam 1990, Gaona *et al.* 1996, Benvenuti 1998, Costa 1998, Seeliger 2001, Abreu *et al.* 2006).

Produção média anual:

J. kraussii – 3,3 kgPesoSeco/m² (Gaona *et al.* 1996);

S. densiflora – 2,5 kgPS/m² (Silva *et al.* 1993, Peixoto & Costa 2004);

Campo – 0,34 kgPS/m² (Nabinger *apud* Gomes 2000).

Subcritério Exportação de Matéria Orgânica

A maior parte da matéria orgânica produzida nas zonas entremarés médias/superiores das marismas é decomposta e/ou consumida *in situ* (D’Incao 1990, Gaona *et al.* 1996, Costa 1998, Costa *et al.* 2003, Peixoto & Costa 2004), sendo parte da produção exportada para a região estuarina e costeira (Peixoto 1997, Cunha *et al.* 2005).

Subcritério Disponibilidade de Hábitat para Fauna Estuarina

As marismas fornecem hábitat e abrigo para várias espécies aquáticas de animais estuarinos e costeiros (Costa *et al.* 1997).

Subcritério Proteção Erosão Margens

A vegetação das marismas atenua a ação de ondas, diminuindo os processos erosivos sobre as margens (Chung 1982, Lewis 1982, Webb 1982, Woodhouse & Knutson, 1982, Davy & Costa 1992).

Subcritério Redução da Incidência de Fogo

A ocorrência de incêndios na Ilha do Leonídeo pode estar associada ao desinteresse dos proprietários em “fiscalizar/controlar” o fogo sobre *J. kraussii*, podendo agir diferentemente quando a cobertura vegetal for mais “útil” (campo e *S. densiflora* para pastagem).

Subcritério Riqueza Aves

Estudos vêm demonstrando a riqueza da avifauna (centenas de espécies) tanto nas marismas (e entorno) quanto nos campos (e entorno) (Dias & Maurício 1998, Accordi 2003, Bencke *et al.* 2007).

Subcritério Aves Ameaçadas de Extinção

Similar a riqueza de aves, existem várias espécies de aves ameaçadas de extinção em ambos os ambientes marismas e campos (Dias & Maurício 1998, Accordi 2003, Bencke *et al.* 2007).

Subcritério Riqueza Aves Migratórias

Alguns estudos sugerem que as áreas úmidas (banhados, marismas) possuem uma maior abundância de espécies migratórias em relação aos campos (Dias & Maurício 1998, Bencke *et al.* 2007).

Subcritério Disponibilidade de Área para Avifauna

Tanto as marismas como os campos suportam várias espécies de avifauna, entretanto a área de marisma disponível é muito menor do que campo, fazendo com que este ecossistema possua uma grande importância ecológica pelo maior índice oriundo da razão número de espécies avifauna/área de habitat disponível. No Rio Grande do Sul, as marismas ocupam aproximadamente 74 km² da região costeira (Rio Mampituba, Tramandaí-Armazém, Lagoa do Peixe, Lagoa dos Patos e Arroio Chuí; Coimbra & Costa 2006) e os campos 41.054 km² (Hasenack 2006).

Critério Socioeconômico

Subcritério Renda

Os agricultores possuem como principal atividade econômica a produção agrícola, entretanto muitos criavam animais para subsistência (leite e carne) ou para comercialização (carne) como complementação da renda. Os animais pastavam preferencialmente os campos e secundariamente *S. densiflora*.

Subcritério Aumento no Valor da Terra

Como os campos e *S. densiflora* eram utilizados como pastagem, com a expansão de *J. kraussii* ocorreu uma depreciação no valor da terra.

Subcritério Diminuição do ITR (Imposto Territorial Rural)

O ITR não incide sobre pequenas glebas rurais com área menor do que 30 ha (Lei nº 9.393, de 19/12/1996). As propriedades rurais com área igual e/ou superior a 30 ha com intuito de diminuir o ITR devem registrar em cartório a existência de áreas não tributáveis

como as Áreas de Preservação Permanente e de Reserva Legal (Lei nº 4.771 de 15/12/1965, com a redação dada pela Lei nº 7.803 de 18/07/1989). Neste caso, as áreas vegetadas por marismas contribuiriam para a isenção tributária.

Subcritério Uso das Plantas (animais e agricultura)

A matéria vegetal das marismas e campos é utilizada pelos proprietários rurais de maneira diferenciada. *J. kraussii* é utilizado como cama para os animais e cobertura vegetal de canteiros. *S. densiflora* é utilizada como pastagem, cama para os animais, adubação e cobertura vegetal de canteiros. Campo é utilizado exclusivamente como pastagem.

Critério Jurisdição

Este critério englobou a Lei Federal Nº4.771, Lei Estadual Nº11.520 e a Lei Municipal Nº 4.116, onde as marismas (=pântanos salgados - Lei Municipal) são enquadradas como Áreas de Preservação Permanente.

Legislação Federal

Lei Federal Nº 4.771, de 15 de Setembro de 1965 Institui o novo Código Florestal

Art. 2º Consideram-se de PRESERVAÇÃO PERMANENTE, pelo só efeito desta Lei, as florestas e demais formas de vegetação natural situadas:

[...]

b) ao redor das lagoas, lagos ou reservatórios d'água naturais ou artificiais;

Art. 3º Consideram-se, ainda, de preservação permanente, quando assim declaradas por ato do Poder Público, as florestas e demais formas de vegetação natural destinadas:

a) a atenuar a erosão das terras;

[...]

e) a proteger sítios de excepcional beleza ou de valor científico ou histórico;

f) a asilar exemplares da fauna ou flora ameaçados de extinção;

§ 1º A supressão total ou parcial de florestas de preservação permanente só será admitida com prévia autorização do Poder Executivo Federal, quando for necessária à execução de obras, planos, atividades ou projetos de utilidade pública ou interesse social.

Art. 4º. A supressão de vegetação em área de preservação permanente somente poderá ser autorizada em caso de utilidade pública ou de interesse social, devidamente caracterizados e motivados em procedimento administrativo próprio, quando inexistir alternativa técnica e locacional ao empreendimento proposto.

Utilidade Pública: as atividades de segurança nacional e proteção sanitária; as obras essenciais de infra-estrutura destinadas aos serviços públicos de transporte, saneamento e energia; demais obras, planos, atividades ou projetos previstos em resolução pelo CONAMA

Interesse Social: nas atividades imprescindíveis à proteção da integridade da vegetação nativas como: prevenção, combate e controle do fogo, controle da erosão, erradicação de invasoras e proteção de plantios com espécies nativas (CONAMA); nas atividades de manejo agroflorestal sustentável praticadas na pequena propriedade ou posse rural familiar que não descaracterizem a cobertura vegetal e não prejudiquem a função ambiental da área; nas demais obras, planos, atividades ou projetos pelo CONAMA.

Legislação Estadual

Lei Estadual Nº 11.520, de 04 de agosto de 2000

Institui o Código Estadual do Meio Ambiente do Estado do Rio Grande do Sul e dá outras providências.

Capítulo IV

Da Flora e da Vegetação

Art. 155 - Consideram-se de PRESERVAÇÃO PERMANENTE, além das definidas em legislação, as áreas, a vegetação nativa e demais formas de vegetação situadas:

[...]

VI - nos manguezais, marismas, nascentes e banhados;

[...]

Art. 157 - Na utilização dos recursos da flora serão considerados os conhecimentos ecológicos de modo a se alcançar sua exploração racional e sustentável, evitando-se a degradação e destruição da vegetação e o comprometimento do ecossistema dela dependente.

[...]

Art. 161 - Qualquer espécie ou determinados exemplares da flora, isolados ou em conjunto, poderão ser declarados imunes ao corte, exploração ou supressão, mediante ato da autoridade competente, por motivo de sua localização, raridade, beleza, importância para a fauna ou condição de porta-semente.

[...]

Art. 163 - Na construção de quaisquer obras, públicas ou privadas, devem ser tomadas medidas para evitar a destruição ou degradação da vegetação original, ou, onde isto for impossível, é obrigatória a implementação de medidas compensatórias que garantam a conservação de áreas significativas desta vegetação.

Art. 164 - A exploração, transporte, depósito e comercialização, beneficiamento e consumo de produtos florestais e da flora nativa, poderá ser feita por pessoas físicas ou jurídicas desde que devidamente registradas no órgão competente e com o controle e fiscalização deste.

Legislação Municipal

Lei Municipal Nº 4.116, de 3 de novembro de 1986

Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado

SUBSEÇÃO II

DAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE

ARTIGO 44 - Áreas de Preservação Permanente, são aquelas que pelas suas condições fisiográficas, geológicas, hidrológicas, botânicas e climatológicas, formam um ecossistema de importância no meio ambiental natural.

ARTIGO 45 - São Áreas de Preservação Permanente, por instituição legal, na forma da legislação vigente:

[...]

b. Ao redor das lagoas, lagos ou reservatórios naturais ou artificiais.

ARTIGO 46 - As Áreas de Preservação Permanente classificam-se em:

1. Áreas de Preservação Ambiental

ARTIGO 47 - As Áreas de Preservação Ambiental, localizam-se ao longo das margens do Saco da Mangueira, da Lagoa e Arroio Bolacha, Arroio Martins, Vieira, das Barrancas e das Cabeças, Saco do Martins, Lagoa da Quinta, Saco do Justino e Saco do Arraial, correspondendo a uma faixa limitada pela cota altimétrica de + 1,00 m (um metro), (referida ao Sistema Oficial de Referência de Nível adotado pelo Município) e com a largura mínima de 150,00 m (cento e cinquenta metros), conforme plantas anexas.

[...]

ARTIGO 50 - As dunas, pradarias submersas, pântanos salgados, bem como seus ecossistemas serão preservados e delimitados através de Lei Municipal.

Pesos (Preferências) dos Critérios

O método AHP promove a decomposição do problema em níveis hierárquicos, sendo que ao final do processo é gerado um valor para cada alternativa proposta, calculado a partir dos valores de preferência atribuídos ao longo de todos os níveis.

A atribuição dos valores de preferência seguiu o procedimento do método AHP o qual utiliza uma escala comparativa de 1 a 9, sendo 1 a indiferença de importância de um elemento em relação ao outro e 9 significando a extrema importância de um elemento sobre outro (Tabela 1). A matriz de julgamento par a par é uma matriz quadrada, isto é, todos os elementos são comparados reciprocamente, desta forma quando é atribuído, por exemplo, o maior valor de preferência para o elemento 1 (valor igual a 9) quando comparado ao elemento 2, posteriormente, na comparação recíproca da matriz quadrada, automaticamente será atribuído o menor valor de preferência para o elemento 2 (Valor 1/9) quando comparado ao elemento 1 (Tabela 2).

A partir dos valores atribuídos na Tabela 2 é efetuada a normalização dos dados na coluna (dado normalizado = dado original na coluna / \sum dados da coluna) (Tabela 3),

posteriormente é calculado o valor da preferência a partir da média dos dados na linha (Tabela 4).

A atribuição de preferências ocorre em todos os níveis da análise, sendo:

1º Nível: atribuição de preferência na matriz numérica de comparação par a par das 3 alternativas propostas dentro de cada subcritério (Tabela 2). Como o Critério Jurisdição não possui subcritérios, a comparação par a par das alternativas propostas será analisada diretamente dentro do Critério;

2º Nível: atribuição de preferência na matriz numérica de comparação par a par dos subcritérios dentro de cada critério (Ambiental e Socioeconômico) (Tabelas 5 e 6);

3º Nível: atribuição de preferência na matriz numérica de comparação par a par dos critérios (Ambiental, Socioeconômico e Jurisdição) dentro do objetivo principal da análise (Manejo das Marismas) (Tabela 7).

Atribuição dos Pesos

Todos os valores de preferência das alternativas foram determinados exclusivamente pelo autor, sendo descritos abaixo e sintetizados nas Tabelas 8 e 9.

1º Nível

CRITÉRIO AMBIENTAL

Subcritério Produção de Biomassa:

Alternativa 1 - maior preferência;

Alternativa 2 – preferência secundária;

Alternativa 3 – menor preferência.

Subcritério Exportação de Matéria Orgânica:

Igual preferência entre Alternativa 1 e Alternativa 2 e ambas com maior preferência em relação à Alternativa 3.

Subcritério Disponibilidade de Hábitat para Fauna Estuarina:

Igual preferência entre Alternativa 1 e Alternativa 2 e ambas com maior preferência em relação à Alternativa 3.

Subcritério Proteção Erosão Margens:

Igual preferência entre Alternativa 1 e Alternativa 2 e ambas com maior preferência em relação à Alternativa 3.

Subcritério Redução da Incidência de Fogo:

Igual preferência entre Alternativa 2 e Alternativa 3 e ambas com maior preferência em relação à Alternativa 1.

Subcritério Riqueza Aves:

Igual preferência para todas as Alternativas.

Subcritério Aves Ameaçadas de Extinção:

Igual preferência para todas as Alternativas.

Subcritério Riqueza Aves Migratórias:

Igual preferência entre Alternativa 1 e Alternativa 2 e ambas com maior preferência em relação à Alternativa 3.

Subcritério Disponibilidade de Área para Avifauna:

Igual preferência entre Alternativa 1 e Alternativa 2 e ambas com maior preferência em relação à Alternativa 3.

CRITÉRIO SOCIOECONÔMICO

Subcritério Renda:

Alternativa 1 - menor preferência;

Alternativa 2 – preferência secundária;

Alternativa 3 – maior preferência.

Subcritério Aumento no Valor da Terra:

Alternativa 1 - menor preferência;

Alternativa 2 – preferência secundária;

Alternativa 3 – maior preferência.

Subcritério Diminuição do ITR (Imposto Territorial Rural):

Igual preferência entre Alternativa 1 e Alternativa 2 e ambas com maior preferência em relação à Alternativa 3.

Subcritério Uso das Plantas (animais e agricultura):

Alternativa 1 – preferência secundária;

Alternativa 2 – maior preferência;

Alternativa 3 – menor preferência.

2º Nível

CRITÉRIO AMBIENTAL

Os subcritérios que compõem o critério Ambiental foram hierarquizados com os maiores pesos para a exportação de matéria orgânica, produção de biomassa e hábitat para a fauna estuarina e os demais subcritérios abordaram a avifauna, erosão e incidência de fogo (Tabela 5) (Figura 4). Esta hierarquização foi devido aos maiores pesos atribuídos para os subcritérios relevantes à teia trófica estuarina e costeira.

Subcritério Exportação de Matéria Orgânica: maior preferência

Subcritério Produção de Biomassa: segunda preferência

Subcritério Disponibilidade de Hábitat para Fauna Estuarina: terceira preferência

Subcritério Disponibilidade de Área para Avifauna: quarta preferência

Subcritério Aves Ameaçadas de Extinção: quinta preferência

Subcritério Riqueza Aves Migratórias: sexta preferência

Subcritério Riqueza Aves: sétima preferência

Subcritério Proteção Erosão Margens: oitava preferência

Subcritério Redução da Incidência de Fogo: menor preferência

CRITÉRIO SOCIOECONÔMICO

Dentro do critério Socioeconômico a hierarquização dos subcritérios procedeu com os maiores pesos ao aumento da renda e aumento no valor da terra (Tabela 6) (Figura 5),

Subcritério Renda: maior preferência

Subcritério Aumento no Valor da Terra: segunda preferência

Subcritério Diminuição do ITR (Imposto Territorial Rural): terceira preferência

Subcritério Uso das Plantas (animais e agricultura): menor preferência

3º Nível:

Foram realizados 6 exercícios com a MCDA, através da atribuição de diferentes pesos para os Critérios (Ambiental, Socioeconômico e Jurisdição) dentro do objetivo principal da análise (Manejo das Marismas).

Dos exercícios efetuados, três foram executados sem levar em consideração a Legislação Ambiental (Federal, Estadual e Municipal), sendo usados somente os Critérios Ambiental e Socioeconômico. Neste exercício foram atribuídos 3 distintos pesos, sendo:

Exercício 1 – Manejo das Marismas sob total enfoque Ambiental: maior peso para o CRITÉRIO AMBIENTAL;

Exercício 2 - Manejo das Marismas sob total enfoque Socioeconômico: maior peso para o CRITÉRIO SOCIOECONÔMICO;

Exercício 3 - Manejo das Marismas sob o mesmo enfoque Ambiental e Socioeconômico: igual peso para o CRITÉRIO AMBIENTAL e CRITÉRIO SOCIOECONÔMICO.

Os outros 3 exercícios da MCDA foram efetuados levando em consideração a Legislação Ambiental (Federal, Estadual e Municipal), sendo atribuídos 3 distintos pesos:

Exercício 4 – Manejo das Marismas sob enfoque Ambiental subordinada a Legislação Ambiental: maior peso para o CRITÉRIO JURISDIÇÃO;

Exercício 5 - Manejo das Marismas sob enfoque Socioeconômico subordinado a Legislação Ambiental: maior peso para o CRITÉRIO JURISDIÇÃO;

Exercício 6 - Manejo das Marismas sob o mesmo enfoque Ambiental e Socioeconômico subordinados a Legislação Ambiental: maior peso para o CRITÉRIO JURISDIÇÃO.

Consistência da Matriz Numérica de Julgamento

O método AHP permite verificar o grau da consistência das matrizes numéricas de julgamento. O método de julgamento das preferências é baseado na propriedade matemática da transitividade, onde $A > B$ e $B > C$ conclui-se que $A > C$, contudo, em um julgamento onde $C > A$, ocorrerá uma inconsistência. O valor da consistência varia de 0 a 1, sendo que quanto mais próximo de zero o valor calculado melhor será a consistência dos julgamentos na matriz de comparação par a par .

Saaty (2008) afirma que a inconsistência é inerente ao processo de julgamento. Zuffo (1998) comenta que certos julgamentos são mais consistentes do que outros, sendo dependente do grau de conhecimento que o decisor tem do objeto em julgamento, sendo inerente a muitos julgamentos humanos e reflete as incertezas relativas das importâncias originadas nos julgamentos.

Programa de Computador

O programa de computador utilizado para análise AHP foi o WEB-HIPRE Versão 1.22 (*Hierarchical Preference analysis on the World Wide Web*), que é um aplicativo Java desenvolvido por Mustajoki & Hämäläinen (2000), acessado gratuitamente (<http://www.hipre.hut.fi>).

4.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O índice de consistência para a matriz numérica do julgamento dos subcritérios dentro do Critério Ambiental apresentou o valor de 0,28. Dentro do Critério Ambiental a Alternativa 1 apresentou a melhor performance ao final desta análise (Valor de 0,467 – FINAL; Figura 4), com o maior e menor performance na produção de biomassa e redução na incidência de fogo, respectivamente. A alta produção de biomassa por *J. kraussii* e a disponibilidade para as águas adjacentes faz com que esta planta seja a principal base alimentar para alguns organismos bentônicos no entorno da Ilha do Leonídeo (Abreu *et al.* 2006). Em contrapartida, o possível desinteresse da comunidade pelo *J. kraussii* podem ser os responsáveis pela alta incidência de fogo durante os meses menos chuvosos. A Alternativa 2 teve uma performance intermediária (Valor de 0,434 – FINAL; Figura 4) e Alternativa 3 a pior performance (Valor de 0,099 – FINAL; Figura 4).

O índice de consistência da matriz numérica de julgamento dos subcritérios dentro do Critério Socioeconômico foi de 0,27. Neste Critério, a melhor performance foi obtida pela Alternativa 3 (Valor de 0,583 – FINAL; Figura 5), diretamente associada ao Aumento da Renda e Aumento no Valor da Terra. A segunda melhor performance foi da Alternativa 2 (Valor de 0,334 – FINAL Figura 5), ambas envolvendo a remoção de *J. kraussii*.

Nos 3 exercícios com a MCDA global (3º Nível) sem levar em consideração a Legislação Ambiental (Federal, Estadual e Municipal), a Alternativa 1 apresentou a melhor performance sob total enfoque Ambiental (Exercício 1 - Valor 0,429; Tabela 9; Figura 6), a Alternativa 3 teve êxito com total enfoque Socioeconômico (Exercício 2 - Valor 0,534; Tabela 7; Figura 6) e a Alternativa 2 foi a melhor baseada na igualdade de Preferências Ambiental e Socioeconômica (Exercício 3 - Valor 0,384; Tabela 9; Figura 6). Em uma situação onde se privilegia o interesse ambiental (Exercício 1), a manutenção da comunidade de *J. kraussii* (Alternativa 1) nas propriedades rurais parece ser a melhor decisão, entretanto,

cabe ressaltar a grande proximidade desta alternativa com a Alternativa 2 que é a opção de substituir *J. kraussii* por *S. densiflora*. Esta proximidade se deve ao papel ecológico similar desempenhado por ambas plantas, contudo esta resposta pode ser modificada a partir de um maior conhecimento dos processos biológicos e ecológicos de cada uma das plantas avaliadas.

Focando o interesse socioeconômico (Exercício 2), a melhor opção seria a conversão das áreas de *J. kraussii* para campo (Alternativa 3). Esta decisão incrementaria consideravelmente a renda de vários produtores rurais. Aguiar *et al.* estimaram um lucro aproximado de R\$185,00 por ha/ano em um sistema extensivo de criação com a lotação de aproximadamente 1 animal/ha, no Mato Grosso do Sul, desta forma a substituição de *J. kraussii* para Campo nas 6 propriedades rurais envolvidas (área total para substituição = 148 ha) aumentaria consideravelmente a renda dos agricultores (total para os 148 ha = R\$27.380,00/ano) já que os campos são as principais áreas de pastagem no entorno do estuário da Lagoa dos Patos, podendo ser utilizadas o ano inteiro. Todavia esta alternativa de remover *J. kraussii* para campo pode abrir um precedente para a conversão das marismas quando vegetadas por plantas com pouco ou nenhuma “utilidade/interesse” para as atividades antrópicas.

Visando um equilíbrio entre o critério Ambiental e Socioeconômico (Exercício 3), a substituição de *J. kraussii* por *S. densiflora* (Alternativa 2) seria a alternativa recomendada, devido ao fato de que *S. densiflora* possui relevância ambiental conjuntamente com relativa importância socioeconômica ao suprir várias demandas das atividades antrópicas.

Nos 3 exercícios com a MCDA global (3º Nível) considerando a Legislação Ambiental (Federal, Estadual e Municipal) a Alternativa 1 demonstrou a melhor performance, mesmo, independentemente dos enfoques Ambiental, Socioeconômico e Igual enfoque Ambiental e Socioeconômico (Tabela 9) (Figura 7). Assumindo a Legislação Ambiental (Federal, Estadual e Municipal) as marismas são enquadradas como Área de Preservação

Permanente, desta forma considerando o papel restritivo da legislação, a manutenção da cobertura vegetal de *J. kraussii* (Alternativa 1) passa a ser a única alternativa recomendada.

Os campos e *S. densiflora* vem sendo utilizadas tradicionalmente nos últimos 300 anos, contudo nos últimos 40 anos a expansão de *J. kraussii* vem reduzindo rapidamente as áreas utilizadas pelos agricultores, diminuindo os rendimentos e modificando a relação tradicional comunidade-marisma. É importante questionar a possibilidade de deter o avanço de *J. kraussii* sobre novas áreas de campo e de *S. densiflora* ou mesmo a alternativa de remover o *J. kraussii* somente nas áreas comprovadamente invadidas.

Baseada na possibilidade de remoção de *J. kraussii* para desenvolvimento de *S. densiflora* e/ou campo, deve ser levado em consideração o custo financeiro para implantação e manutenção das mudanças. A avaliação de gastos se dá inicialmente para remoção de *J. kraussii*, contudo existirão gastos contínuos para o controle do avanço de *J. kraussii* sobre as novas áreas implantadas (*S. densiflora* e/ou campo). Adicionalmente, a implantação dos campos provavelmente exigiria a construção de barreiras e/ou canais de drenagem para impedir a intrusão de água salgada, aumentando conseqüentemente os custos financeiros.

Dentre as técnicas utilizadas para impedir o avanço de *J. kraussii* (lavragem, fogo e herbicida) deverá ser considerado as possíveis perturbações futuras, tais como poluição por herbicidas no solo e no lençol freático.

A expansão de *J. kraussii* na região central do estuário vem ocorrendo nos últimos 50 anos, podendo estar associada a diminuição da salinidade causada pelo aumento de descarga de água doce na bacia norte da Lagoa dos Patos e/ou pelo aumento no tempo de residência de água doce na região central do estuário, devido a construção de aterros e uma ponte entra a Ilha do Leonídeo e Ilha dos Marinheiros. Sem um quadro claro das mudanças climáticas das próximas décadas é difícil de avaliar a eficácia do manejo de *J. kraussii*, (remoção ou mesmo

o controle do avanço) visto que este manejo vai de encontro a um processo natural de expansão desta espécie.

O manejo das marismas na Ilha do Leonídeo determinado exclusivamente pela restrição da Legislação Ambiental, torna difícil a integração das características ambientais com as demandas da comunidade. Esta proibição pode ser um agravante dos problemas socioeconômicos e da relação tradicional comunidade-marisma.

Para minimização dos conflitos gerados por múltiplos interesses (ecológicos e socioeconômicos), no gerenciamento ambiental sobre as marismas podem ser implementados outros mecanismos de cunho bancário/financeiro e assistência técnica tais como:

- adequação de técnicas agropecuárias para aumento da produção nas áreas já ocupadas por estas atividades, visando o aumento da renda dos produtores;
- informar e apoiar os proprietários rurais (propriedades rurais maiores de 30 ha) sobre a caracterização das áreas de marisma para isenção do ITR (Imposto Territorial Rural);
- agregação no valor dos produtos comercializados, criando por exemplo um “selo de manejo ambiental” em função da proteção e/ou manejo responsável/adequado dos ambientes naturais;
- linhas de crédito diferenciadas (menores juros, maior carência para quitação) e/ou subsídios para as atividades agropecuárias que protegem e/ou manejam com responsabilidade os ambientes naturais;
- informar, cooperar com os produtores rurais, associações, cooperativas para o desenvolvimento de projetos/propostas de manutenção, recuperação e manejo ambiental financiáveis por instituições bancárias, como BNDES (Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social que possui linhas de crédito para projetos em meio ambiente como PRONAF Eco, Programa de Plantio Comercial e Recuperação de Florestas – PROPFLORA);

- apoio técnico e financeiro para a implementação de atividades econômicas que necessitam de pequenas áreas para produção (e.g. coelhos, aves, abelhas).

4.6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este exercício de manejo das marismas conseguiu demonstrar a viabilidade da utilização da análise multicriterial como ferramenta de apoio ao gerenciamento das marismas frente a um conflito de interesses ambientais e socioeconômicos.

O modelo de análise multicriterial não é estanque, sendo continuamente alimentado, modificado, adequando-se conforme os interesses dos decisores e da geração/aperfeiçoamento das informações que compõem a análise multicriterial.

O exercício em atribuir distintos enfoques (Ambiental, Socioeconômico e Igual), bem como, ao considerar ou não a Legislação Ambiental no processo decisório, permite uma melhor interação e diálogo entre os distintos grupos de interesse ao avaliarem conjuntamente os resultados obtidos.

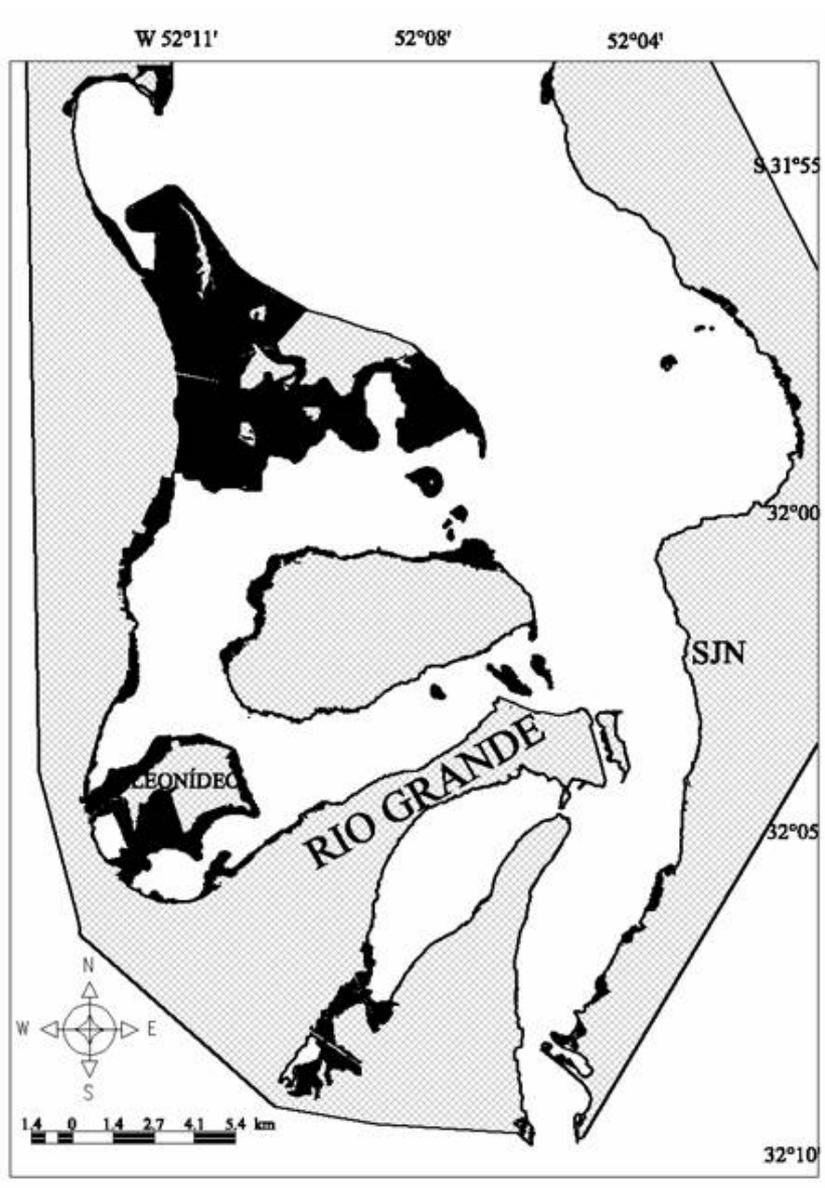


Figura 1. Estuário da Lagoa dos Patos (RS) com a localização da área de estudo (Ilha do Leonídeo).

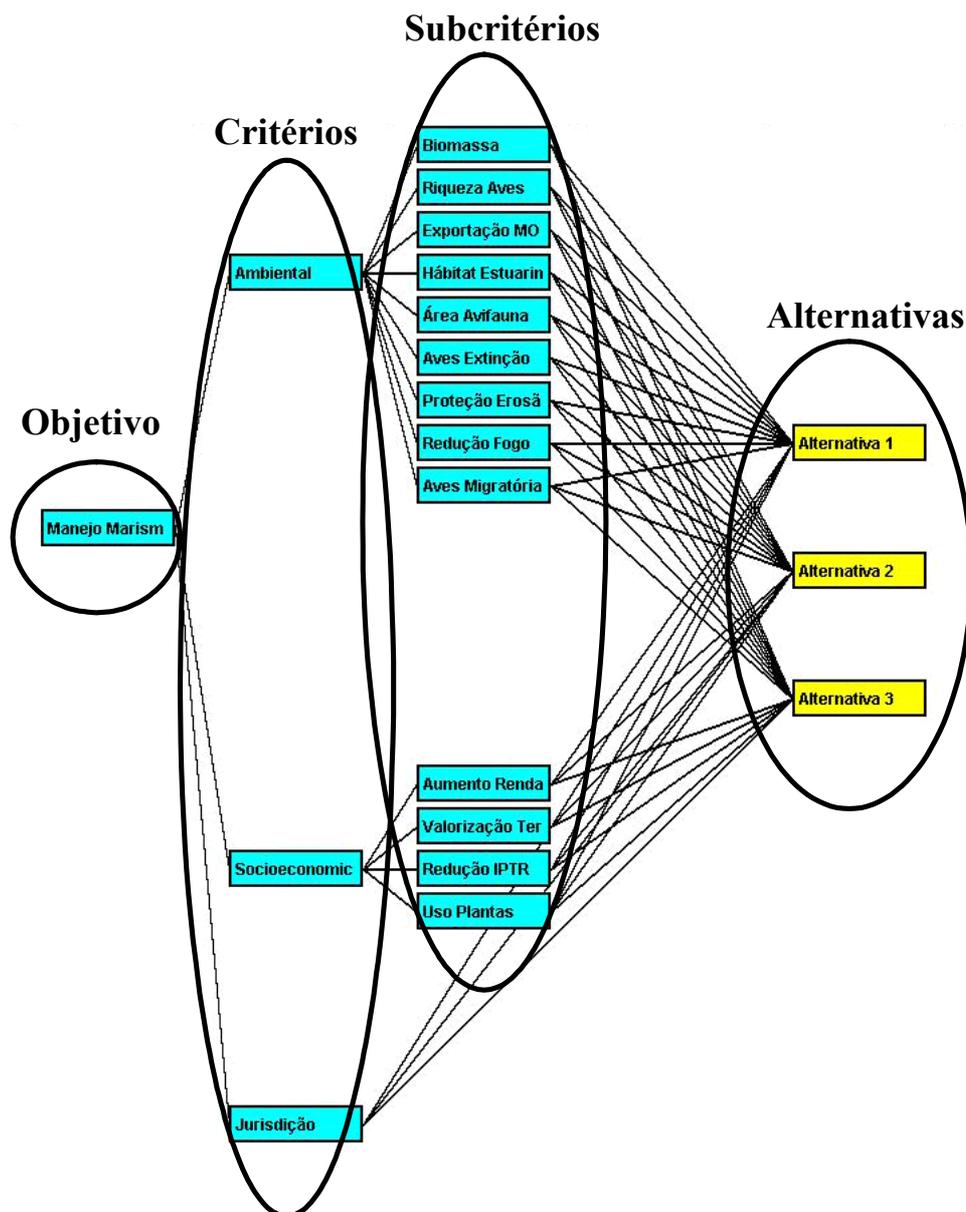


Figura 2. Estrutura hierárquica do processo de decisão a partir do objetivo principal da decisão para um nível intermediário (critérios e subcritérios) até o nível das alternativas. (Fonte: Web-Hipre versão 1.22).

Priorities - Ambiental

Direct | SMART | SWING | SMARTER | **AHP** | Valuefn | Group

How many times more important?

More important 9 4.0 9

Biomassa Riqueza Aves

Next Comparison 4.00 very strongly preferred Clear All

Balanced scale CM: 0.401

	E	F	G	H	I
A Biomassa	3.0	4.0	3.0	4.0	3.0
B Riqueza Ave	0.11	0.25	4.0	5.0	1.0
C Exportação	5.0	5.0	5.0	9.0	5.0
D Hábitat Estu	1.0	5.0	4.0	9.0	5.0
E Área Avifaun	1.0	5.0	4.0	9.0	5.0

Biomassa	0.175	<div style="width: 17.5%;"></div>
Riqueza Aves	0.040	<div style="width: 4%;"></div>
Exportação M	0.318	<div style="width: 31.8%;"></div>
Hábitat Estuar	0.152	<div style="width: 15.2%;"></div>
Área Avifauna	0.151	<div style="width: 15.1%;"></div>

OK Cancel

Java Applet Window

Figura 3. Exemplo da matriz numérica de comparação par a par no método AHP (Circunferência). No exemplo apresentado está sendo feita a comparação par a par do subcritério Biomassa com Riqueza de aves (Retângulo Tracejado). Nesta comparação foi atribuído o Peso 4 para Biomassa, isto é, assumiu-se que a Biomassa é 4 vezes mais importante (ou possui uma preferência muito forte) do que a Riqueza de Aves. As barras à direita (Seta) representam o cálculo matemático final dos pesos para cada um dos subcritérios avaliados. (Fonte: Web-Hipre versão 1.22).

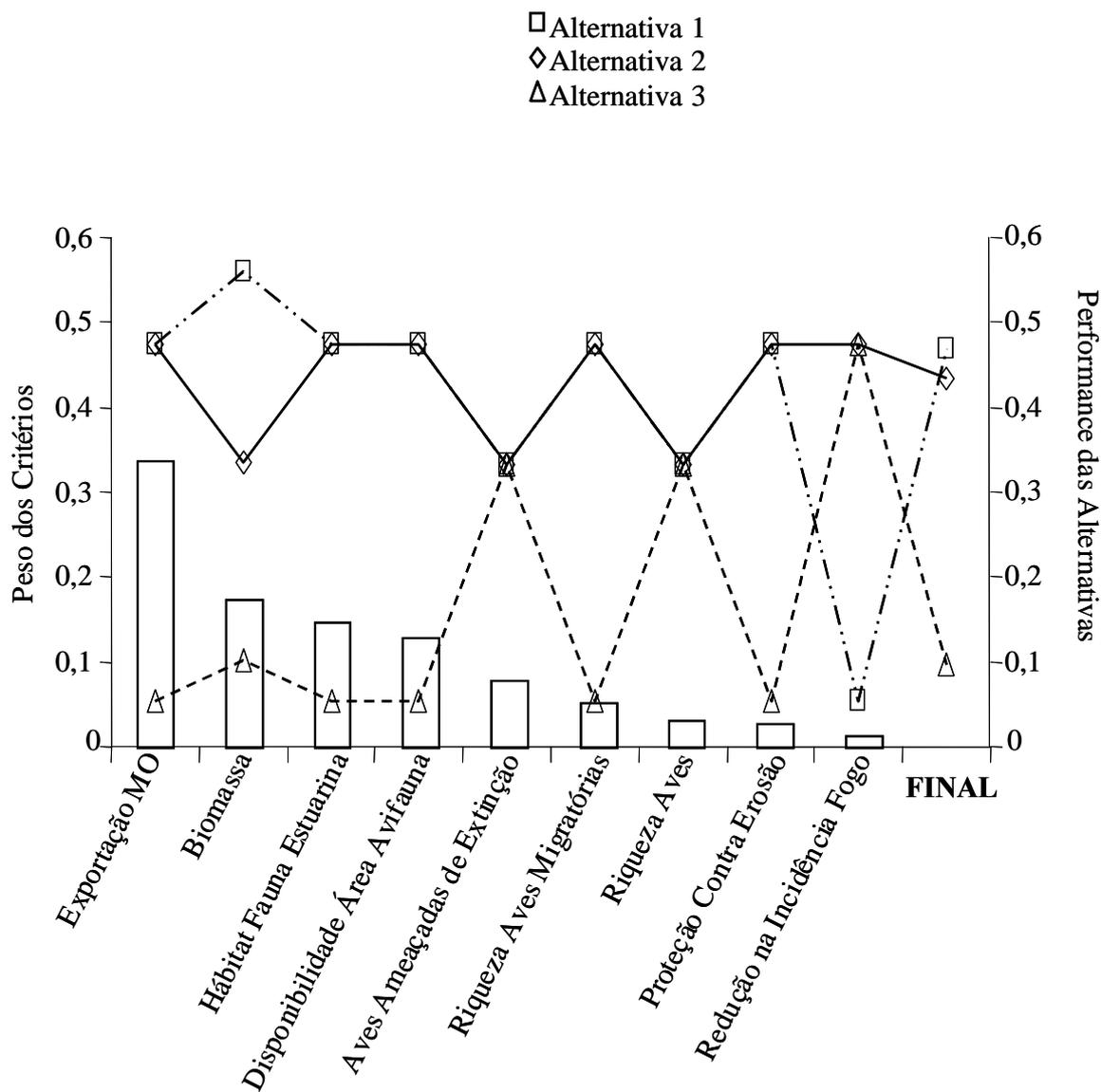


Figura 4. Peso dos Critérios (histogramas) e Performance das Alternativas (linhas) dentro do Critério Ambiental. O item FINAL é a Ordenação/Priorização das alternativas como resultado matemático final do processo de comparação par a par.

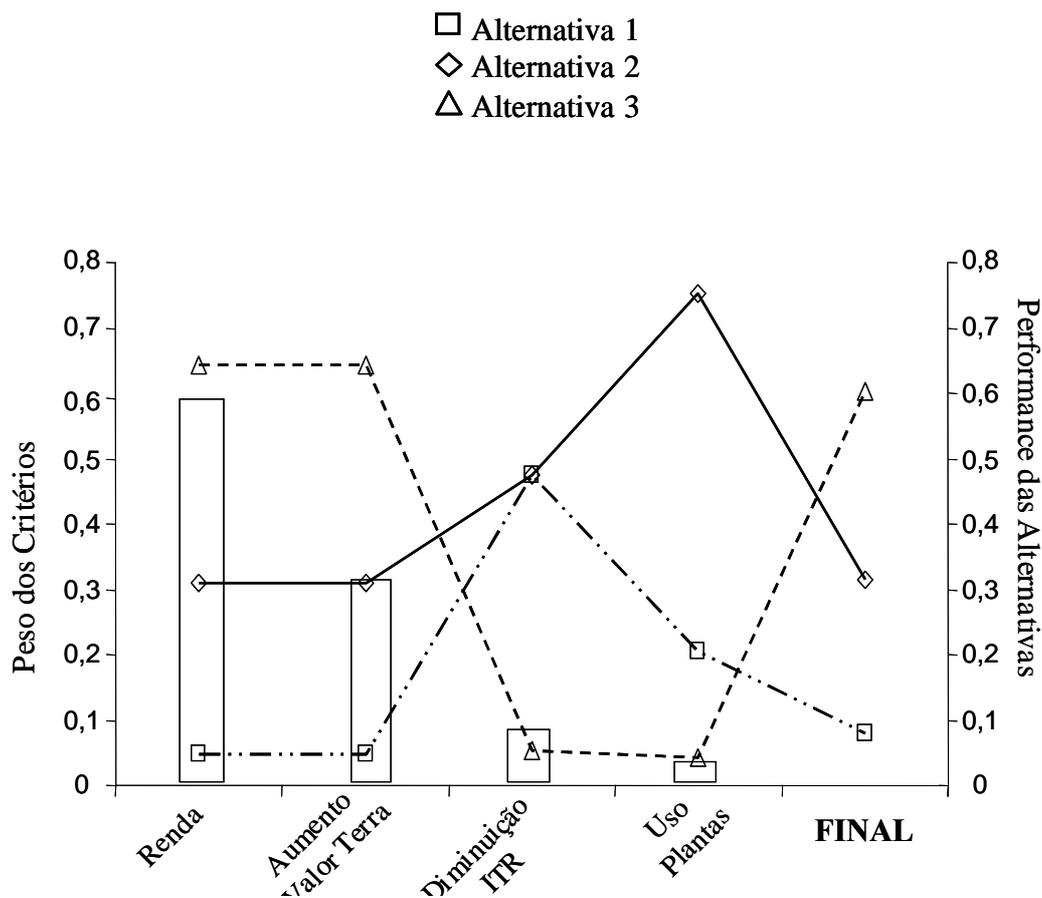


Figura 5. Peso dos Critérios (histogramas) e Performance das Alternativas (linhas) dentro do Critério Socioeconômico. O item FINAL é a Ordenação/Priorização das alternativas como resultado matemático final do processo de comparação par a par.

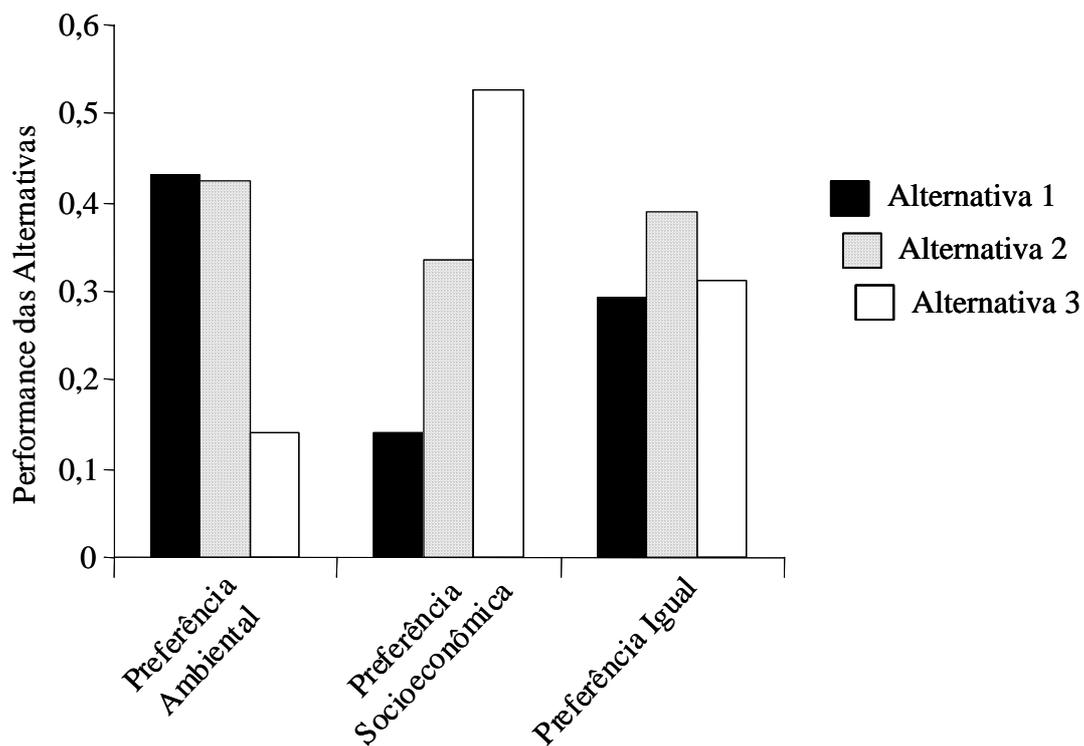


Figura 6. Performance final (Manejo das Marismas – 3º Nível) das alternativas sob distintos enfoques (Ambiental-Exercício 1, Socioeconômica-Exercício 2 e Igual Enfoque-Exercício 3) sem levar em consideração a Legislação Ambiental.

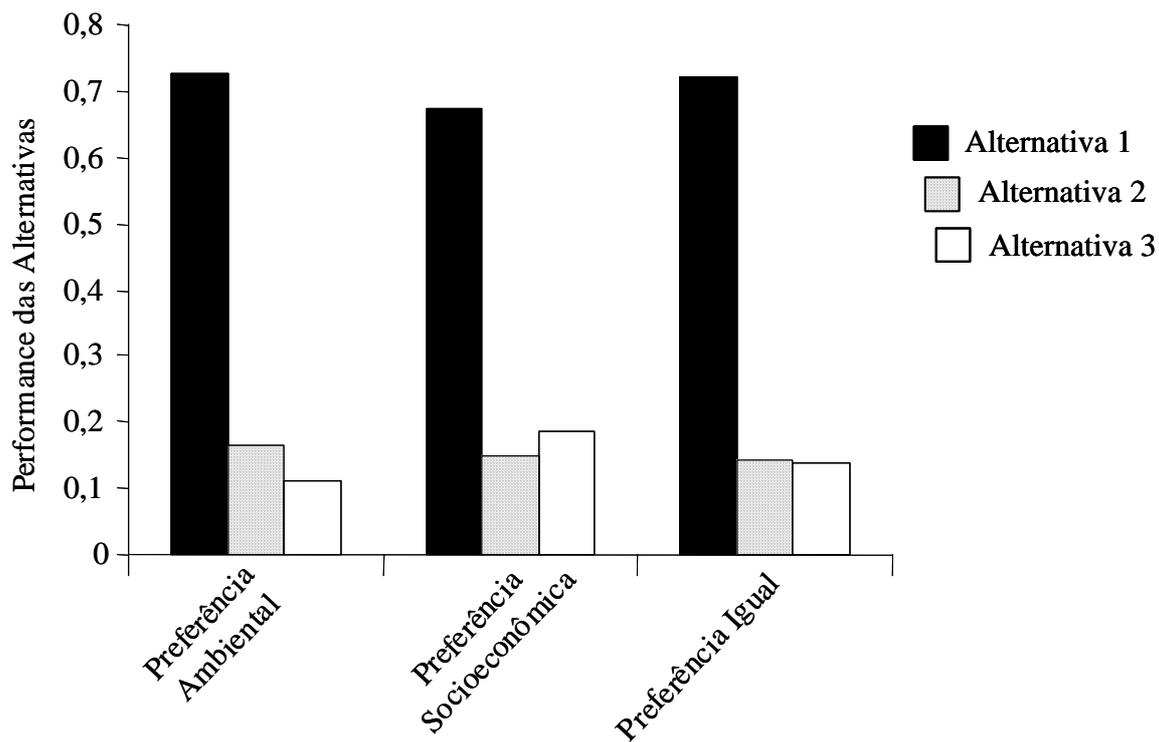


Figura 7. Performance final (Manejo das Marismas – 3º Nível) das alternativas sob distintos enfoques (Ambiental-Exercício 4, Socioeconômica-Exercício 5 e Igual Enfoque-Exercício 6) subordinadas a máxima preferência para a Legislação Ambiental.

Tabela 1. Escala numérica para comparação par a par no método AHP adaptada de Saaty (2008).

Intensidade Preferência	Definição	Explicação
1	Igual Preferência	Dois elementos contribuem igualmente para o objetivo
2	Preferência Fraca ou Leve	
3	Preferência Moderada	Preferência ligeiramente favorável para um dos elementos
4	Preferência Moderada +	
5	Preferência Forte	Preferência fortemente favorável para um dos elementos
6	Preferência Forte +	
7	Preferência Muito Forte	Preferência muito fortemente favorável para um dos elementos
8	Preferência Fortíssima	
9	Preferência Extrema	Preferência total para um dos elementos
Reciprocidade	Se o elemento i recebe um valor acima de zero quando comparado com o elemento j , então j tem o valor recíproco quando comparado com i .	Suposição razoável

Tabela 2. Exemplo da matriz numérica de comparação par a par entre as 3 alternativas para o subcritério Exportação de Matéria Orgânica (1º Nível). O item Preferência é o valor final calculado para cada Alternativa derivado da análise de todas as comparações na matriz numérica.

	A	B	C	Preferência
A) Alternativa 1	1	1	9	0,474
B) Alternativa 2	1	1	9	0,474
C) Alternativa 3	1/9	1/9	1	0,053

Tabela 3. Exemplo da matriz numérica de comparação par a par entre as 3 alternativas para o subcritério Exportação de Matéria Orgânica (1º Nível) (oriundo da Tabela 2) com a normalização dos dados para cálculo final da preferência de cada alternativa.

	A	B	C
A) Alternativa 1	1	1	9
B) Alternativa 2	1	1	9
C) Alternativa 3	$1/9=0,11$	$1/9=0,11$	1
Soma	2,11	2,11	19
A) Alternativa 1	$1/2,11 = 0.474$	$1/2,11 = 0.474$	$9/19 = 0.474$
B) Alternativa 2	$1/2,11 = 0.474$	$1/2,11 = 0.474$	$9/19 = 0.474$
C) Alternativa 3	$0,11/ 2,11 = 0.053$	$0,11/ 2,11 = 0.053$	$1/19 = 0.053$

Tabela 4. Exemplo da matriz numérica de comparação par a par entre as 3 alternativas para o subcritério Exportação de Matéria Orgânica (1º Nível) (oriundo da Tabela 2) com o cálculo final da preferência (média dos dados normalizados para cada alternativa - média da linha).

	A	B	C	Preferência (média aritmética da linha)
A) Alternativa 1	0.474	0.474	0.474	0,474
B) Alternativa 2	0.474	0.474	0.474	0,474
C) Alternativa 3	0.053	0.053	0.053	0,053

Tabela 5. Matriz numérica de comparação par a par dos Subcritérios pertencentes ao Critério Ambiental (2º Nível). O item Preferência é o valor final calculado para cada Subcritério derivado da análise de todas as comparações na matriz numérica.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	Preferência
A) Exportação	1	6	5	4	5	5	5	5	9	0,339
B) Biomassa	1/6	1	4	3	3	4	3	4	4	0,175
C) Habitat Fauna Estuarina	1/5	1/4	1	1	3	9	5	9	9	0,149
D) Área Avifauna	1/4	1/3	1	1	4	5	5	5	9	0,130
E) Aves Extinção	1/5	1/3	1/3	1/4	1	5	3	5	6	0,079
F) Riqueza Aves Migratórias	1/5	1/4	1/9	1/5	1/5	1	5	4	5	0,052
G) Riqueza Aves	1/5	1/3	1/5	1/5	1/3	1/5	1	1	5	0,032
H) Erosão Margens	1/5	1/4	1/9	1/5	1/5	1/4	1	1	5	0,029
I) Incidência Fogo	1/9	1/4	1/9	1/9	1/6	1/5	1/5	1/5	1	0,015

Tabela 6. Matriz numérica de comparação par a par dos Subcritérios pertencentes ao Critério Socioeconômico (2º Nível). O item Preferência é o valor final calculado para cada Subcritério derivado da análise de todas as comparações na matriz numérica.

	A	B	C	D	Preferência
A) Aumento da Renda	1	4	9	9	0,600
B) Aumento no Valor da Terra	1/4	1	9	9	0,300
C) Diminuição do ITR	1/9	1/9	1	4	0,067
D) Uso das Plantas	1/9	1/9	1/4	1	0,033

Tabela 7. Exemplo da matriz numérica de comparação par a par dos Critérios Ambiental, Socioeconômico e Jurisdição, sendo atribuído neste caso total enfoque ambiental, subordinado a Legislação Ambiental. O item Preferência é o valor calculado para cada Critério derivado da análise de todas as comparações na matriz numérica.

	A	B	C	Preferência
A) Critério Ambiental	1	9	1/9	0,778
B) Critério Socioeconômico	1/9	1	1/9	0,180
C) Critério Jurisdição	9	9	1	0,042

Tabela 8. Valores de Preferência para as 3 alternativas de manejo (Alternativa 1, Alternativa 2 e Alternativa 3) em cada subcritério pertencentes ao Critério Ambiental e Critério Socioeconômico (1º Nível).

		Exportação	Biomassa	Habitat Fauna Estuarina	Área Avifauna	Aves em Extinção	Riqueza Aves Migratórias	Riqueza Aves	Erosão Margens	Incidência Fogo
CRITÉRIO AMBIENTAL (1º Nível)	Alternativa 1	0,474	0,561	0,474	0,474	0,333	0,474	0,333	0,474	0,053
	Alternativa 2	0,474	0,336	0,474	0,474	0,333	0,474	0,333	0,474	0,474
	Alternativa 3	0,053	0,103	0,053	0,053	0,333	0,053	0,333	0,053	0,474
		Aumento Renda	Aumento Valor da Terra	Diminuição ITR	Uso Vegetal					
CRITÉRIO SOCIOECONÔMICO (1º Nível)	Alternativa 1	0,049	0,049	0,474	0,205					
	Alternativa 2	0,309	0,309	0,474	0,751					
	Alternativa 3	0,642	0,642	0,053	0,044					

Tabela 9. Valores de Preferência para as 3 alternativas de manejo (Alternativa 1, Alternativa 2 e Alternativa 3) em cada um dos 6 exercícios da MCDA (3º Nível) (3 exercícios Sem Legislação Ambiental e 3 exercícios Com a Legislação Ambiental)

MANEJO AMBIENTAL (3º Nível)		Enfoque Ambiental (Exercício 1)	Enfoque Socioeconômico (Exercício 2)	Igual Enfoque (Exercício 3)
Sem Legislação Ambiental	Alternativa 1	0.429	0.121	0.275
	Alternativa 2	0.424	0.344	0.384
	Alternativa 3	0.147	0.534	0.341
MANEJO AMBIENTAL (3º Nível)		Enfoque Ambiental (Exercício 4)	Enfoque Socioeconômico (Exercício 5)	Igual Enfoque (Exercício 6)
Com Legislação Ambiental	Alternativa 1	0.724	0.671	0.719
	Alternativa 2	0.163	0.149	0.144
	Alternativa 3	0.113	0.180	0.136

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nas últimas décadas a área total de marismas no estuário da Lagoa dos Patos tem permanecido estável, caracterizando um relativo equilíbrio entre perdas e ganhos causados tanto por processos naturais como antrópicos. A erosão é a responsável pelas maiores perdas de área nas marismas e margens estuarinas. Ao ser feita uma projeção futura das taxas de erosão, nos próximos 100 anos, poderá ocorrer a extinção de 5 ilhas (Ilha dos Ovos, Ilha do Arvoredo (2 ilhotas), Ilha dos Cavalos e Ilha das Pombas). A manutenção das marismas em margens erosivas somente será possível com a construção de barreiras artificiais. Outra alternativa para manutenção da área total destes ambientes é a criação de marismas em áreas mais protegidas. O aumento de área de marismas pelo processo natural de colonização vegetal sobre as áreas deposicionais no Primeiro Pontal (Unidade 01) e Pontal Deprec (Unidade 02) em SJN deve prosseguir, devido à previsão de serem formados mais dois pontais arenosos nesta área (Antiqueira *et al.* 2004).

No passado recente, a atividade portuária teve uma importante contribuição para o incremento na área de marismas, entretanto, a proposta de expansão portuária na margem leste, ao sul de SJN (SUPRG 2008), poderá implicar na conversão de uma área de 100 ha (1 km²) de marismas (33% da área total em SJN). Tal projeto ameaça as maiores áreas de marisma inferior colonizadas por *S. alterniflora* no estuário da Lagoa dos Patos e de toda costa gaúcha (Nogueira 2003, Coimbra & Costa 2006).

As atividades econômicas tradicionais, baseadas na pecuária extensiva e pequena atividade agrícola vêm interagindo com as marismas nos últimos 300 anos, desenvolvendo uma relação de dependência deste ecossistema. Estas atividades são responsáveis por perturbações na cobertura vegetal (consumo de biomassa aérea, mudança na estrutura da comunidade), todavia, a capacidade de reabilitação das

marismas, associada ao desenvolvimento de técnicas agropecuárias, visando à contínua reutilização dos recursos, podem ter atingido o “desenvolvimento viável”. Dentre os aspectos do “desenvolvimento viável” (Weber 1996), destaca-se a mudança do comportamento agressivo aos ecossistemas, pelas atividades antrópicas, para a elaboração de estratégias adaptativas que abranjam tanto as variabilidades no sistema natural quanto as variabilidades no sistema econômico. Diegues ao analisar a relação entre as comunidades tradicionais e os ecossistemas naturais comenta:

[...] ecossistemas naturais foram conservados, em grande parte, por populações tradicionais que possuem fortes vínculos culturais com esses ambientes. Esses habitantes, pelo seu sistema de produção material e não-material, dependem da preservação dos ambientes em que vivem e desenvolveram sistemas engenhosos de manejo dos recursos naturais. Daí a necessidade de serem mantidas essas populações, incentivando o uso moderado dos recursos naturais, e apoiando-as em sua busca de melhoria da qualidade de vida [...]. (Diegues, 2001, p. 48-49).

Contudo, deve ser ressaltado que qualquer mudança ambiental e/ou mudança na atividade econômica no entorno das marismas podem levar a outro tipo de interação, produzindo infinitas conseqüências.

Mudanças ambientais detectadas nas últimas décadas em uma marisma no estuário da Lagoa dos Patos (Ilha do Leonídeo) alteraram a interação atividade econômica tradicional-marisma, gerando o interesse em substituir a atual cobertura vegetal (*J. kraussii*) pela anterior (*S. densiflora* e/ou campo). Nesta situação visando integrar os múltiplos interesses por parte de agricultores e pecuaristas no processo de manejo ambiental (e.g. remoção de *J. kraussii*) a análise multicriterial de apoio à tomada de decisão mostrou-se como uma importante ferramenta de síntese e integração de informações para a busca de soluções. Um dos pontos importantes da análise multicriterial é sua fundamentação baseada no paradigma construtivista. Ensslin *et al.*

(2001) argumenta que no modelo construtivista faz-se necessário considerar os aspectos subjetivos dos decisores, gerando uma representação aceita como útil por eles. Miranda ressalta que os atores/decisores constroem um modelo de forma criativa, avaliando várias possibilidades de resolução, pois a idéia é aprender com o próprio processo, já que é agregado valores concretos, abstratos, informações qualitativas e quantitativas, sendo desta forma imprescindível a intensa interação entre os atores/decisores. Miranda resume o paradigma construtivista como a idéia de aprender a aprender, ou seja um aprendizado contínuo. Partindo desta fundamentação, o exercício multicriterial desenvolvido neste estudo pode ser visto como uma primeira abordagem com a intenção de descrever e aprender a multifacetada problemática na Ilha do Leonídeo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, PC, CSB COSTA, C BEMVENUTI, C ODEBRECHT, W GRANÉLI & AM ANÉSIO. 2006. Eutrophication Processes and Trophic Interactions in a Shallow Estuary: Preliminary Results Based on Stable Isotope Analysis ($\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$). *Estuaries and Coasts.*, 29(2):277-285.
- ACCORDI, IA. 2003. Contribuição ao conhecimento ornitológico da campanha gaúcha. *Atualidades Ornitológicas* 112:12. Disponível em: <http://www.ao.com.br/download/accordi.pdf>. Acesso em: 15/06/2008.
- ADAM, P. 1990. *Saltmarsh Ecology*. New York, Cambridge University Press. 461p.
- ADAM, P. 2002. Saltmarshes in a time of change. *Environmental Conservation* 29(1):39–61.
- AGUIAR, APA, GC AMARAL & LA VENTURI. Gestão do solo, da água e das pastagens em sistemas de pastejo para a produção de carne. Disponível em: www.fundepecpr.org.br/tev/palestras/palestra03.pdf Acesso em: 03/08/2008.
- ALMEIDA, R. 2005. Consumo e eficiência alimentar de bovinos em crescimento. Tese de Doutorado. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – ESALQ/USP, Piracicaba. 182p. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11139/tde-09112005-150314/publico/RodrigoAlmeida.pdf>. Acesso em: 01/12/2007.
- ANTIQUERA, JAF & LJ CALLIARI. 2005. Características sedimentares da desembocadura da Laguna dos Patos. *Gravel*, 3:39-46.
- ANTIQUERA, JAF, LJ CALLIARI & JAS FONTOURA. Geomorphologic evolution of a sand spit located in the mouth of a choked coastal lagoon. Lagoa dos Patos: Southern Brazil. *Journal of Coastal Research* SI (39):255-258.

- AZCÓN-BIETO, J, MA CONZALEZ-MELER, W DOHERTY & BG DRAKE. 1994. Acclimation of Respiratory O₂ Uptake in Green Tissues of Field-Grown Native Species after Long-Term Exposure to Elevated Atmospheric CO₂. *Plant Physiology.*, 106:1163-1168.
- AZEVEDO, AMG. 2000. Hábitats, associações vegetais e fenologia das plantas das marismas da Ilha da Pólvora, Estuário da Lagoa dos Patos (RS, Brasil). Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Oceanografia Biológica, Rio Grande. 102p.
- BAKKER, JP, D BOS & Y DE VRIES. 2003. To graze or not to graze: that is the question. In: Wolff, WJ (ed.). *Challenges to the Wadden Sea area. Proceedings of the 10th international scientific Wadden Sea symposium, Groningen 2000.* LNV Noord, Groningen, 67-87. Disponível em: http://home.planet.nl/~daan.bos/papers/bakker_etal_2003_iwss.pdf. Acesso em: 19/03/2008.
- BARBOSA, FA. Consumo de pastagens pelos bovinos. Disponível em: http://www.agronomia.com.br/conteudo/artigos/artigos_consumo_pastagens_bovinos.htm. Acesso em: 01/12/2007.
- BAZELY, DR & RL JEFFERIES. 1985. Goose faeces: a source of nitrogen for plant growth in a grazed salt marsh. *Journal of Applied Ecology.*, 22:693-703.
- BEEFTINK, WG. 1977. Salt-marshes. In: Barnes, RSK (ed.). *The Coastline.* England. John Wiley & Sons Ltd. Cap. 6:93-121.

- BENCKE GA, MI BURGER, JCP DOTTO, DL GUADAGNIN, TO LEITE & JO MENEGHETI. 2007. In: BECKER, FG, RAMOS RA & MOURA LA (org.). Biodiversidade. Regiões da Lagoa do Casamento e dos Butiazais de Tapes, Planície Costeira do Rio Grande do Sul. Brasília, Ministério do Meio Ambiente. Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul. Cap. 22:317-355.
- BEMVENUTI, CE. 1998. Estrutura Trófica. In: SEELIGER, U, C ODEBRECHT & JP CASTELLO (ed.). Os Ecossistemas Costeiro e Marinho do Extremo Sul do Brasil. Editora Ecoscientia, Rio Grande, Cap. 5.2: 79-82.
- BERTNESS, MD. 1999. The ecology of Atlantic shorelines. Massachusetts. Sinauer Associates, Inc. 417 p.
- BERTNESS, MD & AM ELLISON. 1987. Determinants of Pattern in a New England Salt Marsh Plant Community. *Ecological Monographs.*, 57(2):129-147.
- BERTNESS, MD, BR SILLIMAN & R JEFFERIES. 2003. Salt Marshes Under Siege. Agricultural practices, land development and overharvesting of the seas explain complex ecological cascades that threaten our shorelines. *American Scientist* 92:54-61.
- BOS, D, JP BAKKER, Y DE VRIES & S VAN LIESHOUT. 2002. Long-term vegetation changes in experimentally grazed and ungrazed back-barrier marshes in the Wadden Sea. *Applied Vegetation Science.*, 5:45-54.
- BRAGA, MFS & N KRUSCHE. 2000. Padrão de ventos em Rio Grande, RS, no período de 1992 a 1995. *Atlântica*, 22:27-40.
- BREWER, JS, JM LEVINE & MD BERTNESS. 1998. Interactive effects of elevation and burial with wrack on plant community structure in some Rhode Island salt marshes. *Journal of Ecology.*, 86(1):125-136.

- CALVERT, T. 2002. Assessment of foreshore vegetation changes in the Peel-Harvey Estuary since the opening of the Dawesville Channel: With focus on *Juncus kraussii*, *Melaleuca raphiophylla* and *M. cuticularis*. Dissertation of Doctorate. School of Environmental Science - Murdoch University, Australia. 186p.
- CÂMARA, G, RCM SOUZA, UM FREITAS & J GARRIDO. 1996. SPRING: Integrating remote sensing and GIS by object-oriented data modelling. *Computers & Graphics*, 20:395–403.
- CARGILL, SM & RL JEFFERIES. 1984. The effects of grazing by lesser snow geese on the vegetation of a sub-arctic salt marsh. *Journal of Applied Ecology*., 21:669-686.
- CHABRECK, RH. 1988. Coastal marshes: ecology and wildlife management. Minneapolis, University of Minnesota. 138 p.
- CHUNG, CH. 1982. Low Marshes, China. In: LEWIS, RR (ed.). *Creation and Restoration of Coastal Plant Communities*. CRC Press, Inc. Florida. Chap. 6: 131-145.
- COIMBRA, FL. 2008. Avaliação da dinâmica espectral das marismas da Lagoa dos Patos (RS) mediante utilização de imagens CCD/CBERS-2. Dissertação de Mestrado, Fundação Universidade Federal do Rio Grande, Brasil, 128 p.
- COIMBRA, FL, & CSB COSTA. 2006. Mapeamento digital dos macrohabitats de dunas e marismas da costa do rio grande do sul através de imagens de satélite e fotografias aéreas. In: Encontro Nacional de Gerenciamento Costeiro, 2006, São Vicente. Disponível em:
<<http://www.agenciacosteira.org.br/downloads/resumos/ResumoFrancianecorrigido.doc>
> Acesso em: 24/11/2007.

- CORDOVA, FJ, JD WALLACE & RD PIEPER. 1978. Forage intake by grazing livestock: A review. *Journal of Range Management.*, 31(6):430-438.
- COSTA, CSB. 1997. Vegetação. In: TAGLIANI, PRA & ML ASMUS (coord.). Estudo de Impacto Ambiental do Porto de Rio Grande-RS. Relatório Final. Cap. 4.2.2.4: 350-403. Disponível em: http://www.labgerco.furg.br/file/pdf/Impacto_Ambiental_Porto_Rio_Grande.pdf. Acesso em: 11/11/2007.
- COSTA, CSB. 1998. Marismas Irregularmente Alagadas. In: SEELIGER, U, C ODEBRECHT & JP CASTELLO (ed.). Os Ecossistemas Costeiro e Marinho do Extremo Sul do Brasil. Editora Ecoscientia, Rio Grande, Cap. 5.3: 82–87.
- COSTA, CSB & AJ DAVY. 1992. Coastal saltmarsh communities of Latin America. In: SEELIGER, U (ed.). Coastal plant communities of Latin America. Academic Press, Inc., California, Cap. 12: 179–198.
- COSTA, CSB, OO IRIBARNE & JM FARINAC. 2009. Human impacts and threats to the conservation of South American salt marshes. In: SILLIMAN, BR, GROSHOLTZ, T & BERTNESS, MD (ed.). Salt Marshes Under Global Siege. 1º ed. University of California Press, Berkeley.
- COSTA, CSB & JC MARANGONI. 2000. Impacto Ambiental do asfaltamento da BR101 sobre as marismas de São José do Norte (RS, Brasil): Estado atual e efeitos potenciais. In: Anais do V Simpósio de Ecossistemas Brasileiros. 10-15 de outubro de 2000. ACIESP. São Paulo, Vol. 1:268-291. Disponível em: <http://www.peld.furg.br/grp/ccosta/Anais/Costa&Marangoni2000.pdf>. Acesso em: 14/03/2007.

- COSTA, CSB, JC MARANGONI & AMG AZEVEDO. 2003. Plant zonation in irregularly flooded salt marshes: relative importance of stress tolerance and biological interactions. *Journal of Ecology.*, 91:951–965.
- COSTA, CSB, U SEELIGER & PG KINAS. 1988. The effect of wind velocity and direction on the salinity regime in the Lower Patos Lagoon estuary. *Ciência e Cultura*, 40(9): 909-912.
- COSTA, CSB, U SEELIGER, CPL OLIVEIRA & AMM MAZO. 1997. Distribuição, funções e valores das marismas e pradarias submersas no Estuário da Lagoa dos Patos (RS, Brasil). *Atlântica.*, 19:67–85.
- COSTA, CSB, FL COIMBRA & D GIANUCA. 2005. Impacto do Pulso de Limnificação 2000-2004 sobre a paisagem das marismas do sul do Brasil: Estudo de caso da Ilha da Pólvora (Rio Grande, RS). In VII Congresso de Ecologia do Brasil, 1113a. Caxambu-MG: CD-ROM.
- CUNHA, SR, M ASMUS & CSB COSTA. 2005. Production dynamics of *Spartina alterniflora* salt marshes in the estuary of Patos Lagoon (RS, Brazil): A simulation model approach. *Braz. J. Aquat. Sci. Technol.*, 9(2):75-85.
- DAVY, AJ, JP BAKKER & ME FIGUEROA. 2009. Human modification of European salt marshes. In: SILLIMAN, BR, GROSHOLTZ, T & BERTNESS, MD (ed.). *Salt Marshes Under Global Siege*. 1° ed. University of California Press, Berkeley.
- DAVY, AJ & CSB COSTA. 1992. Development and organization of saltmarsh communities. In: SEELIGER, U (ed.). *Coastal plant communities of Latin America*. Academic Press, Inc., Califórnia, Cap. 11: 157–178.

- DIAS, RA & GN MAURÍCIO. 1998. Lista preliminar da avifauna da extremidade sudoeste do Saco da Mangueira e Arredores, Rio Grande, Rio Grande do Sul. *Atualidades Ornitológicas* 86: 10-11.
- DIEGUES, AC. 2001. *Ecologia humana e planejamento costeiro*. 2º ed. NUPAUB, São Paulo. 225 p.
- D'INCAO, F, KG SILVA, ML RUFFINO & AC BRAGA. 1990. Hábito alimentar do caranguejo *Chasmagnathus granulata* Dana, 1851 na Barra do Rio Grande, RS (Decapoda, Grapsidae). *Atlântica.*, 12(2):85-93.
- DHN - Diretoria de Hidrografia e Navegação (Marinha do Brasil). 1990. Carta Náutica Nº. 2112 de Rio Grande à Feitoria. 2º ed.
- DODGSON, J., SPACKMAN, M., PEARMAN, A. & PHILLIPS, L., 2001. *Multi-Criteria Analysis: A Manual*. Department of the Environment, Transport and the Regions, Office of the Deputy Prime. Disponível em: <http://www.odpm.gov.uk/about/multicriteria/>. Acesso em: 15/02/2007.
- DOODY, JP. 2004. 'Coastal squeeze' – an historical perspective. *Journal of Coastal Conservation*, 10:129-138.
- DORMANN, CF & JP BAKKER. 2000. The Impact of Herbivory and Competition on Flowering and Survival during Saltmarsh Succession. *Plant Biol.*, 2:68-76.
- DOUGLAS, BC. Global Sea Level Rise. *Journal of Geophysical Research.*, 96(C4):6981-6992.
- EICHENBERGER, CC. 1999. Caracterização e valorização ambiental dos sistemas de praia, dunas e marismas ao sul do molhe oeste da barra do Rio Grande – RS. Monografia de Graduação. Fundação Universidade Federal do Rio Grande. 53 p.

- ENSSLIN, L, G MONTIBELLER & SM NORONHA. 2001. Apoio à decisão. Metodologias para estruturação de problemas e avaliação multicritério de alternativas. Florianópolis, Editora Insular. 295 p.
- FELDMAN, SR & JP LEWIS. 2005. Effects of fire on the structure and diversity of a *Spartina argentinensis* tall grassland. *Applied Vegetation Science.*, 8:77-84.
- FERNANDES, EHL, KR DYER, OO MOLLER & LFH NIENCHESKI. 2002. The Patos Lagoon hydrodynamics during an El Niño event (1998). *Continental Shelf Research* 22:1699–1713.
- FERREIRA, ABH. 2004. Novo dicionário Aurélio da língua portuguesa. 3º ed. Curitiba, Positivo. 2120 p.
- FIGUEROA, ME, MJ MARTOS, MR LIÑAN & JMF PALACIOS. 1988. Aspectos bioclimáticos de la ecología de *Spartina marítima* (Curt.) Fern. y *Spartina densiflora* Brong. en las marismas de Huelva (SO, Espana). *Avances en Investigación Bioclimatología – CSIC. Madrid.* 243-250.
- FILARDI, ACL. 2003. Proposta de zoneamento ecologico-economico da Ilha dos Marinheiros (Estuário da Lagoa dos Patos, RS)- subsídios ao gerenciamento costeiro integrado. Monografia de Graduação. Fundação Universidade do Rio Grande, Brasil. 167 p.

- FORTES, PTFO, GIM OLIVEIRA, E CREPANI & JS MEDEIROS. 2007. Geoprocessamento aplicado ao planejamento e gestão ambiental na Área de Proteção Ambiental de Cafuringa, Distrito Federal Parte 2: processamento de dados espaciais. In: XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2007, Florianópolis. Anais...Florianópolis/SC:2007. INPE: 2613-2620. Disponível em: marte.dpi.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@80/2007/01.26.17.11/doc/2621-2628.pdf. Acesso em: 20/08/2008.
- FREIRE, EFO. 2003. Do rural ao urbano: as relações sociais de produção e as formas de inserção econômica dos agricultores familiares da Ilha dos Marinheiros. Rio Grande – RS. Monografia de Graduação. Fundação Universidade do Rio Grande, Brasil. 57 p.
- FREITAS, D. 1980. O capitalismo Pastoril. Porto Alegre. Escola Superior de Teologia São Lourenço de Brindes–Universidade de Caxias do Sul. 204 p.
- FREITAS, DM & PRA TAGLIANI. 2007. Spatial planning of shrimp farming in the Patos Lagoon Estuary (Southern Brazil): An integrated coastal management approach. *Journal of Coastal Research* SI 47:136-140.
- GAONA, CAP, AR PEIXOTO & CSB COSTA. 1996. Produção Primária de uma marisma raramente alagada dominada por *Juncus effusus* L., no extremo sul do Brasil. *Atlântica.*, 18:43-54.
- GARCIA, CAE. 1998. Características hidrográficas. In: SEELIGER, U, C ODEBRECHT & JP CASTELLO (ed.). Os Ecossistemas Costeiro e Marinho do Extremo Sul do Brasil. Editora Ecoscientia, Rio Grande, Cap. 4.2:18–21.
- GEDAN, KB, BR SILLIMAN & MD BERTNESS. 2009. Centuries of Human-Driven Change in Salt Marsh Ecosystems. *Annu. Rev. Mar. Sci.* 2009, 1:117–141.

- GIROUX, JF & J BÉDARD. 1987. The effects of grazing by greater snow geese on the vegetation of tidal marshes in the St. Lawrence Estuary. *Journal of Applied Ecology.*, 24: 773-788.
- GOELDNER, L. 1999. The German Wadden Sea coast: reclamation and environmental protection. *Journal of Coastal Conservation* 5:23-30.
- GOMES, LH. 2000. Produtividade de um campo nativo melhorado submetido a adubação nitrogenada. Dissertação de Mestrado, UFRGS, Brasil. 128 p.
- GREENWOOD, ME & GR MACFARLANE. 2006. Effects of salinity and temperature on the germination of *Phragmites australis*, *Juncus kraussii*, and *Juncus acutus*: implications for estuarine restoration initiatives. *Wetlands*, 26(3):854–861.
- HACKNEY, CT & AA DE LA CRUZ. 1981. Effects of fire on brackish marsh communities: management implications. *Wetland Management.*, 1(1):75-86.
- HAIR, JF, RE ANDERSON, RL TATHAM & WC BLACK. 2005. *Análise Multivariada de Dados*. 5º Ed. Porto Alegre. Bookman. 593 p.
- HAMMER, O, DAT HARPER & PD RYAN. 2001. Past: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica.*, 4(1): 1-9. Disponível em: http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm. Acesso em: 14/07/2008.
- HASENACK, H & LW FERRARO. 1989. Considerações sobre o clima da região de Tramandaí, RS. *Pesquisas*, 22:53-70.
- HASENACK, H. 2006. Remanescentes de vegetação dos Campos Sulinos (do Pampa). In: PROBIO 02/2004 UFRGS- IB - Centro de Ecologia. Disponível em: http://www.ecologia.ufrgs.br/labgeo/downloads/bioma_pampa/Relatorio_bioma_Pampa.pdf. Acesso em: 19/08/2008.

- HEALY, MG & KR HICKEY. Historic land reclamation in the intertidal wetlands of the Shannon estuary, western Ireland. *Journal of Coastal Research* SI 36:365-373.
- HOWELL, DC. 2001. Resampling Procedures Version 1.3. Disponível em: <http://www.uvm.edu/~dhowell/StatPages/Resampling/ResamplingPackage.zip>. Acesso em: 29/07/2008.
- IBGE – CENSO AGROPECUÁRIO 1995. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/agropecuaria/censoagro/1995_1996/default.shtm. Acesso em: 18/03/2008.
- ISACCH, JP, S HOLZ, L RICCI & MM MARTINEZ. 2004. Post-fire vegetation change and bird use of a salt marsh in coastal Argentina. *Wetlands*, 24(2):235–243.
- KISSMANN, KG. 1991. Plantas Infestantes e Nocivas. TOMO I. São Paulo, BASF Brasileira S.A. 606 p.
- KJERVE, B. 1994. Coastal Lagoons. In: KJERVE, B. (ed.) *Coastal Lagoons Processes*. Amsterdam: Elsevier Science Publishers 1-8.
- LEWIS, RR. 1982. Low Marshes, Peninsular Florida. In: Lewis, R. R. (Ed.). *Creation and Restoration of Coastal Plant Communities*. CRC Press, Inc. Boca Raton, Florida. Chap. 7:147– 152.
- LONG, SP & CF MASON. 1983. *Saltmarsh Ecology*. Tertiary Level Biology Series. Glasgow: Blackie. 180 p.
- LYSYK, TJ, ER EASTON & PD EVENSON. 1985. Seasonal changes in nitrogen and moisture content of cattle manure in cool-season pastures. *Journal of Range Management.*, 38(3):251-254.

- MADANES, N, S FISCHER & R VICARI. 2007. Efectos del fuego en una marisma de *Spartina densiflora* en la planicie de inundación del río Paraná, Argentina. Rev. Chil. Hist. Nat. [online]., 80(2): 187-199. Disponível em: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0716-078X2007000200005&lng=es&nrm=iso. Acesso em: 09/02/2008.
- MANZONI, JD. 2007. Estratégias para o ecodesenvolvimento da agricultura na Ilha dos Marinheiros- Rio Grande-RS: uma abordagem sob a ótica de Ignacy Sachs. Dissertação de Mestrado, Fundação Universidade do Rio Grande, Brasil. 114 p.
- MARANGONI, JC. 2003. Caracterização da paisagem de uma área de preservação: Estudo de caso da lagoinha (Rio Grande, RS). Atlântica., 25(2):163-169.
- MARENGO, JA. 2006. Mudanças Climáticas Globais e seus Efeitos sobre a Biodiversidade: Caracterização do Clima Atual e Definição das Alterações Climáticas para o Território Brasileiro ao Longo do Século XXI. Biodiversidade 26. Brasília: MMA. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/index.php?ido=conteudo.monta&idEstrutura=14&idConteudo=5445>>. Acesso em: 17/06/2007.
- McJANEET, CL, PA KEDDY & FR PICK. 1995. Nitrogen and phosphorus tissue concentrations in 41 wetland plants: a comparison across habitats and functional groups. Functional Ecology., 9:231-238.
- MESQUITA, AR. 2003. Sea-Level variations along the Brazilian Coast: A short review. Journal of Coastal Research (SI) 35:21-31.
- MILLER, DL, FE SMEINS, JW WEBB & MT LONGNECKER. 1997. Regeneration of *Scirpus americanus* in a Texas coastal marsh following lesser snow goose herbivory. Wetlands., 17(1): 31-42.

- MIRANDA, VUPC. Construtivismo e racionalismo como paradigmas para modelos de tomada de decisão estratégica. *Revista Eletrônica de Administração* 08(01). Disponível em: http://www.facef.br/rea/edicao09/ed09_art02.pdf. Acesso em: 23/08/2008.
- MOLLER, OO, P CASTAING, J-C SALOMON & P LAZURE. 2001. The Influence of Local and Non-local Forcing Effects on the Subtidal Circulation of Patos Lagoon. *Estuaries* 24:275–289.
- MOLLER, OO, JA LORENZZENTI, JL STECH & MM MATA. 1996. The Patos Lagoon summertime circulation and dynamics. *Continental Shelf Research* 16:335-351.
- MUSTAJOKI, J & RP HAMALAINEN. 2000. Web-hipre: global decision support by value tree and AHP analysis. *INFOR* 38(3):208-220.
- MUSTAJOKI, J, RP HAMALAINEN & M MARTTUNEN. 2004. Participatory multicriteria decision analysis with Web-HIPRE: a case of lake regulation policy. *Environmental Modelling & Software* 19:537–547.
- NAIDOO, G & J KIFT. 2006. Responses of the saltmarsh rush *Juncus kraussii* to salinity and waterlogging. *Aquatic Botany*, 84:217–225.
- NIEVA, FJJ & ME FIGUEROA. 1997. Patron de recuperacion trás fuego en uma marisma de *Spartina densiflora* Brong. In: VII COLACMAR-Congresso Latinoamericano sobre Ciências do Mar. Santos. 22-26/09/1997. Resumos Expandidos 2: 213-214.
- NIMER, E. 1989. *Climatologia do Brasil*. 2º ed. Rio de Janeiro, IBGE. 421 p.

- NIXON, SW. 1980. Between Coastal Marshes and Coastal Waters - A review of Twenty Years of Speculation and Research on the Role of Salt-Marshes in Estuarine Productivity and Water Chemistry. In: HAMILTON, P & McDONALD K (ed.). Estuarine and wetlands processes. New York, Plenum Press, 437–525.
- NOGUEIRA, RXS. 2003. SIGMAR: aplicação e análise da vulnerabilidade das marismas da lagoa dos patos a derrames de óleo. Monografia de Graduação. Fundação Universidade do Rio Grande, Brasil. 80 p.
- NOGUEIRA, RXS & CSB COSTA. 2003. Mapeamento das marismas do estuário da Lagoa dos Patos (RS) utilizando fotografias aéreas digitais 35 mm no modo infravermelho. In: Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário-ABEQUA. Recife. Resumos Expandidos 9. Disponível em: <<http://www.peld.furg.br/grp/ccosta/Anais/Nogueira&Costa2003b.PDF>>. Acesso em: 20/01/2007.
- OLIVEIRA, MB. 1997. O espaço agrícola da Ilha dos Marinheiros. Monografia de Graduação. Fundação Universidade do Rio Grande, Brasil. 31 p.
- OLIVEIRA, PAV. 1993. Manual de manejo e utilização dos dejetos de suínos. Documentos N° 27. Concórdia. Centro Nacional de Pesquisa de Suínos e Aves – CNPSA/EMBRAPA. 188 p.
- PANITZ, CMN. 1986. Produção e decomposição de serapilheira no mangue do Rio Itacorubi, Ilha de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil (27° 35'S – 48° 31'W). Tese de Doutorado. USP, Brasil, 601 p.
- PEIXOTO, AR. 1997. Análise Simultânea da Produção Primária das Comunidades de Macrófitas Emergentes Dominantes das Marismas do Estuário da Lagoa dos Patos (RS) - Brasil. Tese de mestrado. UFRGS, Porto Alegre (RS). 112 p.

- PEIXOTO, AR & CSB COSTA. 2004. Produção primária líquida aérea de *Spartina densiflora* Brong. (Poacea) no estuário da Lagoa dos Patos, Rio Grande do Sul, Brasil. *Iheríngia, Ser. Bot.*, 59(1): 27-34.
- POERSCH, L, RO CAVALLI, W WASIELESKY, JP CASTELLO, & SRM PEIXOTO. 2006. Perspectivas para o desenvolvimento dos cultivos de camarões marinhos no estuário da Lagoa dos Patos, RS. *Ciência Rural*, 36(4):1337-1343.
- QUEEN, WH. 1977. Human uses of salt marshes. In: Chapman, VJ (ed.). *Wet coastal ecosystems. Ecosystems of the world 1*. Amsterdam, Elsevier Scientific Publishing Company, Cap. 17: 363-368.
- QUEIROZ, MLB. 1987. *A Vila do Rio Grande de São Pedro 1737-1822*. Rio Grande. FURG. 191 p.
- QURESHI, ME & SR HARRISON. 2001. A decision support process to compare Riparian revegetation options in Scheu Creek catchment in North Queensland. *Journal of Environmental Management* 62:101–112.
- RAUSCHER, HM, FT LLOYD, DL LOFTIS & MJ TWERY. 2000. A practical decision-analysis process for forest ecosystem management. *Computers and Electronics in Agriculture* 27:195-226.
- REIDENBAUGH, TG & WC BANTA. 1980. Origin and effects of *Spartina* wrack in a Virginia salt marsh. *Gulf Research Reports.*, 6(4):393-401.
- ROMESBURG, HC. 1984. *Cluster Analysis for Researchers*. USA, Lifetime Learning Publications. 334 p.
- ROY, B. 1996. *Multicriteria methodology for decision aiding. Nonconvex Optimization and Its Applications Vol. 12*. The Netherlands, Kluwer Academic Publishers. 292 p.

- SAATY, TL. 2008. How to make a decision: The analytic hierarchy process. Disponível em: <http://sigma.poligran.edu.co/politecnico/apoyo/Decisiones/curso/Interfaces.pdf>. Acesso em: 23/08/2008.
- SÁNCHEZ, LE. 2006. Avaliação de impacto ambiental. Conceitos e Métodos. São Paulo, Oficina de Textos. 495 p.
- SCHMALZER, PA, CR HINKLE & JL MAILANDER. 1991. Changes in community composition and biomass in *Juncus roemerianus* Scheele and *Spartina bakeri* Merr. Marshes one year after a fire. *Wetlands.*, 11(1):67-86.
- SEELIGER, U. 2001. The Patos Lagoon Estuary, Brazil. In: SEELIGER, U & B KJERVE (ed.). Coastal Marine Ecosystems of Latin America. Springer-Verlag, Berlin, Cap. 12: 167-183.
- SEELIGER, U, CSB COSTA & PC ABREU. 1998. Fluxo de Energia e Hábitats no Estuário da Lagoa dos Patos. In: SEELIGER, U, C ODEBRECHT & JP CASTELLO (ed.). Os Ecossistemas Costeiro e Marinho do Extremo Sul do Brasil. Editora Ecoscientia, Rio Grande, Cap. 5.1:73-78.
- SEELIGER, U & CSB COSTA. 1998. Impactos Naturais e Humanos. In: SEELIGER, U, C ODEBRECHT & JP CASTELLO (ed.). Os Ecossistemas Costeiro e Marinho do Extremo Sul do Brasil. Editora Ecoscientia, Rio Grande, Cap. 10:217-226.
- SEELIGER, U & CSB COSTA. 2003. Alterações de hábitats devido às atividades antrópicas na Costa Sul do Brasil. In: CLAUDINO-SALES, V (org.). Ecossistemas Brasileiros: manejo e conservação. Expressão Gráfica e Editora, Fortaleza. 237-244.

- SILVA, CP, CMP PEREIRA & LPP DORNELES. 1993. Espécies de gramíneas e crescimento de *Spartina densiflora* Brong. em uma marisma da Laguna dos Patos, RS, Brasil. Cad. Pesq. Ser. Bot. (Santa Cruz do Sul), 5(1):95-108.
- SOUZA, SR, C HARTMANN & JAF ANTIQUEIRA. 2003. Uso de Recobrimento Aerofotográfico e Parâmetro Textural para Mapeamento Marginal de Ilhas Estuarinas: Extremo Sul da Região Estuarina da Laguna dos Patos, RS-Brasil. In: Simpósio Amazônia, Cidades e Geopolítica das Águas, 2003, Belém. Resumos Expandidos... Belém: UFPA, 2003. p. 174-176. Disponível em: <<http://www.ufpa.br/projetomegam/anais/Grupo05.pdf>>. Acesso em: 26/11/2007.
- STECH, JL & JA LORENZZETTI. 1992. The response of the south Brazil bight to the passage of wintertime cold fronts. *Journal of Geophysical Research*, 97(6):9507-9520.
- SUPRG. 2008. Plano de zoneamento das áreas do porto organizado de Rio Grande. Disponível em: http://www.portoriogrande.com.br/pt/instalacoes/zoneamento_porto.pdf. Acesso em: 01/09/2008)
- Toldo, EE. 1991. Morfodinâmica da Laguna dos Patos, Rio Grande do Sul. *Pesquisas*, 18(1):58-63.
- TOLDO, EE, LESB ALMEIDA & ICS CORRÊA. 2003. Forecasting shoreline changes of Lagoa dos Patos Lagoon, Brazil. *Journal of Coastal Research (SI)*, 35:43-50.
- TOMAZELLI, LJ. 1993. O regime de ventos e a taxa de migração das dunas eólicas costeiras do Rio Grande do Sul, Brasil. *Pesquisas*, 20(1):18-26.
- TOMAZZI, LR. 1994. Estudo de Impacto Ambiental. São Paulo. CETESB. Terragraph Artes e Informática S/C Ltda. 355 p.

- TULLI, LMA, AR SANTOS, D RIGO & AQ ALMEIDA. 2006. Vulnerabilidade à ação antrópica e uso e ocupação do solo para a estação ecológica municipal Ilha do Lameirão, Vitória-ES. In: III Simpósio Regional de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto, 2006, Aracaju. Anais... Aracaju/SE:2006. Disponível em: www.cpatc.embrapa.br/labgeo/srgsr3/artigos_pdf/053_t.pdf Acesso em: 20/08/2008.
- TURNER, MG. 1987. Effects of grazing feral horses, clipping, trampling and burning on a Georgia marsh. *Estuaries.*, 1:54-60.
- TZENG, GH, SH, TSAUR, YD LAIW & S OPRICOVIC. 2002. Multicriteria analysis of environmental quality in Taipei: public preferences and improvement strategies. *Journal of Environmental Management* 65:109–120.
- VALIELA, I. & TEAL, J. M., 1979. Inputs, outputs and interconversions of nitrogen in a salt marsh ecosystem. In: JEFFERIES, RL & AJ DAVY (ed.). *Ecological Processes in Coastal environments*. Great Britain, Blackwell Scientific Publications. Cap. 25:399– 414.
- VAZ, AC, OO MOLLER & TL ALMEIDA. 2001. Análise quantitativa da descarga dos rios afluentes da Lagoa dos Patos. *Atlântica*, 28:13-23.
- VERNEQUE, RS. Estimativas de consumo do capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum), fornecido picado para vacas lactantes utilizando a técnica do óxido crômico. Disponível em: <http://br.monografias.com/trabalhos901/consumo-capim-elefante/consumo-capim-elefante.shtml>. Acesso em: 02/12/2007.
- VIEIRA, EF. 1983. Rio Grande. Geografia Física, Humana e Econômica. Rio Grande, FURG. 158 p.

- VIEIRA, EF & SS RANGEL. 1988. Planície costeira do Rio Grande do Sul: geografia física, vegetação e dinâmica sócio-demográfica. Porto Alegre, Sagra. 256 p.
- VIEIRA, EF & SS RANGEL. 1993. Geografia econômica do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: Sagra-Dc Luzzatto. 256 p.
- VILAS BOAS, CL. Análise da aplicação de métodos multicritérios de apoio à decisão (MMAD) na gestão de recursos hídricos. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/rehi/simposio/go/Analise%20da%20Aplicacao%20de%20Metodos%20Multicriterios%20de%20Apoio%20a%20Decisao%20na%20Gestao%20de%20Recursos%20Hidricos.pdf>. Acesso em: 20/08/2008.
- WEBB, JW. 1982. Salt marshes of the Western Gulf of Mexico. In: Lewis, R. R. (Ed.). Creation and Restoration of Coastal Plant Communities. CRC Press, Inc. Boca Raton, Florida. Chap. 4:89–110.
- WEBER, J. 1996. Gestão de recursos renováveis: fundamentos teóricos de um programa de pesquisas. In: VIEIRA, PF & WEBER, J. (org.). Gestão de recursos naturais renováveis e desenvolvimento. 3º Ed. São Paulo, Cortez Editora. Cap. 2:115-146.
- WOODHOUSE, WW & PL KNUTSON. 1982. Atlantic Coastal marshes In: LEWIS, RR. (ed.). Creation and Restoration of Coastal Plant Communities. CRC Press, Inc, Boca Raton, Florida. Cap.2:45-70.
- ZEDLER, JB, E PALING & A MCCOMB. 1990. Differential responses to salinity help explain the replacement of native *Juncus kraussii* by *Typha orientalis* in Western Australian salt marshes. *Australian Journal of Ecology.*, 15:57-72.

ZUFFO, AC. 1998. Seleção e aplicação de métodos multicriteriais ao planejamento ambiental de recursos hídricos. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. 285 p.

APÊNDICES

Roteiro de Entrevista Grupo Agricultura

Data:

Local:

Coordenadas: UTM SAD/69

1 - Nome do entrevistado:

2 - Idade:

3 - Quanto tempo vive e/ou trabalha no local:

4 - Atividade Profissional:

a - principal:

b - secundária:

c - terciária:

5 - Há quanto tempo esta atividade(s) vem sendo desenvolvida(s):

6 - Área da propriedade:

a – área total:

b - área cultivada:

c - área que pode ser usada para aumentar o cultivo ou o campo para gado:

d - área usada para o gado:

7 – Que plantas são cultivadas:

a - Época de plantio				
b - Tipo de adubação - capim/esterco - adubo				
c - Adubação capim Que tipo				
d - Remédio Época de aplicação Para que (planta invasora, doenças, pragas) Quantidade por ha Frequência de aplicação				

8 - O senhor cria algum tipo de animal (cavalo, gado):

9 - Para carne ou para leite:

10 - Quantos animais o senhor tem por hectare:

11 – Que tipo de planta eles comem:

Todo o ano				
Determinado período do ano				
Preferencia porque				

- 12 - Que tipos de juncos (junco/macega/macega mol/junça) ocorrem na propriedade:
- 13 - Onde ocorre o junco/macega/macega mol/junça:
- 14 - Qual a área de junco/macega/macega mol/junça:
- 15 - Para que serve o junco/macega/macega mol/junça:
- 16 - Qual delas tem mais utilidade na sua propriedade:
- 17 - Qual(is) é(são) o(s) principal(is) uso(s):
- a - maior uso:
 - b - uso moderado:
 - c - pouco uso:
- 18 - O senhor usa estas plantas o ano todo ou em determinadas épocas do ano (agricultura):
- 19 - O senhor tem alguma idéia da quantidade usada:
- 20 - O senhor tem observado alguma mudança no junco/macega/macega mol/junça:
- a - tem diminuído a área:
 - b - tem aumentado a área:
 - c - mudou o tipo de planta (por exemplo de macega para junco):
 - d - estão aparecendo mais bichos ou não (que tipo de bichos):
 - e - tem aumentado o fogo:
 - f - que época do ano ocorre mais fogo;
 - g - quem bota fogo:
- 21 - o senhor acha que a macega/junco é importante para a lagoa/saco:
- 22 - Para o Sr(a) o junco/macega/macega mol/junça tem alguma relação com o peixe/camarão da lagoa:
- 23 - Para o Sr(a) o junco/macega/macega mol/junça tem relação com a erosão da praia/margem:
- 24 - O junco/macega/macega mol/junça causa algum tipo de problema (perda de pastagem, área agrícola, aumento dos bichos – cobra, ratos, fogo):
- a - Qual o problema mais comum:
 - b - E tem algum outro:
- 25 - Existe alguma coisa que o Sr faz para diminuir os problemas causados pelo junco/macega/macega mol/junça:
- a - Para o problema mais comum, que tipo de solução existe:
 - b - E para os outros problemas, existem outras soluções
- 26 - Na sua opinião o junco/macega/macega mol/junça deveria ser totalmente retirada/cortada/queimada/aterrada/canalizada ou apenas uma parte:
- 27 - Se for retirada uma parte, quanto deveria ser retirada:
- a - mais da metade:
 - b - metade:
 - c - menos da metade:
- 28 - Sabe da existência de algum tipo de lei que sobre o junco/macega/macega mol/junça:
- a - Descrever a lei:
 - b - Esta lei é:

Federal

estadual

municipal

29 - Sabe da existência de um órgão/alguém que é responsável pela fiscalização da lei:

30 - O que estes órgãos/alguém poderiam fazer para:

a - diminuir o problema do junco/macega/macega mol/junça mais comum:

b - diminuir os outros problemas:

31 - Existe algum órgão/instituição que presta assistência técnica:

a - secretaria de agricultura

b - emater

c - embrapa

d - outro

32 - Este órgão/instituição apresenta técnicas de manuseio com o junco/macega/macega mol/junça:

33 - Este órgão/instituição fala sobre a importância do junco/macega/macega mol/junça:

34 - O senhor(a) vem sofrendo problemas com abigeato (roubo de animais) ou roubo de material, trator, adubo:

35 - Que animais ou material são mais roubados (boi ou cavalo, adubo, veneno, ferramentas, canos, motor):

36 - O que o senhor(a) fez ou está fazendo para substituir/repor os prejuízos com a perda dos animais ou dos materiais de trabalho:

a - aumentando a área plantada:

b - está usando mais adubos:

c - está usando mais remédios:

d - mudou o tipo de planta cultivada:

37 - Se não tivesse mais roubo de animais o senhor iria investir mais na plantação ou na criação de animais:

Roteiro de Entrevista Grupo Pecuária

Data:

Local:

Coordenadas UTM SAD/69

1 - Nome do entrevistado:

2 - Idade:

3 - Quanto tempo vive no local:

4 - Atividade Profissional:

a - principal:

b - secundária:

c - terciária:

5 - Há quanto tempo esta atividade(s) vem sendo desenvolvida(s):

6 - Área da propriedade:

a - área usada para pastagem:

b - área potencial de pastagem:

c - área cultivada:

d - área potencial de cultivo;

7 - Qual tipo de gado (raça):

a - corte (carne)

b - leiteiro

- 8 - Tipo de criação e quantidade de animais por hectare
- a - extensivo
 - b - semi-extensivo
 - c - intensivo (confinamento)
- 9 - Possui sistema de piquetes:
- 10 - Quanto tempo o gado pasta em cada piquete:
- 11 - Qual é o principal capim para o gado (campo/macega):
- 12 - Que tipo de junco/macega/macega mol/junca ocorrem na propriedade:
- 13 - Onde ocorre o junco/macega/macega mol/junça:
- 14 - Qual a área de junco/macega/macega mol/junça:
- 15 - Para que serve o junco/macega/macega mol/junça:
- 16 - Qual delas tem mais utilidade na sua propriedade:
- 17 - Qual(is) é(são) o(s) principal(is) uso(s):
- a - maior uso:
 - b - uso moderado:
 - c - pouco uso:
- 18 - O junco/macega/macega mol/junça é pastado:
- a - o ano todo:
 - b - qual época:
- 19 - O senhor tem observado alguma mudança no junco/macega/macega mol/ junça:
- a – tem diminuído a área:
 - b – tem aumentado a área:
 - c- tem mudado o tipo de planta:
 - d – estão aparecendo mais bichos ou não (que tipo de bichos):
 - e – tem aumentado o fogo:
 - f – que época do ano ocorre mais fogo;
 - g - quem bota fogo:
- 20 – o senhor acha que a macega/junco é importante para a lagoa/saco:
- 21 - Para o Sr(a) o junco/macega/macega mol/junça tem alguma relação com o peixe/camarão da lagoa:
- 22 - Para o Sr(a) o junco/macega/macega mol/junça tem relação com a erosão da praia/margem:
- 23 - O junco/macega/macega mol/junça causa algum tipo de problema (perda de pastagem, área agrícola, aumento dos bichos – cobra, ratos, fogo):
- a - Qual o problema mais comum:
 - b - E tem algum outro:
- 24 - Existe alguma coisa que o Sr faz para diminuir os problemas causados pelo junco/macega/macega mol/junça:
- a - Para o problema mais comum, que tipo de solução existe:
 - b - E para os outros problemas, existem outras soluções:
- 25 - Na sua opinião o junco/macega/macega mol/junça deveria ser totalmente retirada/cortada/queimada/aterrada/canalizada/substituída ou apenas uma parte:
- 26 - Se for retirada uma parte, quanto deveria ser retirada
- a - mais da metade:
 - b - metade:
 - c - menos da metade:
- 27 - Sabe da existência de algum tipo de lei que sobre o junco/macega/macega mol/ junça:

