

Costa, C.S.B. & Marangoni, J.C. 2000. Impacto ambiental do asfaltamento da BR 101 sobre as marismas de São José do Norte (RS, Brasil): Estado atual e efeitos potenciais. Annals of V Simpósio de Ecossistemas Brasileiros. 10-15 October 2000. Volume I. Publicação ACIESP n. 109-I. São Paulo, ACIESP, 268-291.

IMPACTO AMBIENTAL DO ASFALTAMENTO DA BR 101 SOBRE AS MARISMAS DE SÃO JOSÉ DO NORTE (RS, BRASIL): ESTADO ATUAL E EFEITOS POTENCIAIS.

César S. B. Costa ⁽¹⁾ & Juliano César Marangoni ⁽²⁾

⁽¹⁾ Departamento de Oceanografia, FURG, C.P. 474, 96201-900 Rio Grande – RS.

⁽²⁾ Curso de Pós-Graduação em Oceanografia Biológica, FURG, C.P. 474, 96201-900 Rio Grande – RS.

⁽¹⁾⁽²⁾ Pesquisa financiada pelo Ministério dos Transportes, através do Estudo de Impacto Ambiental (EIA) da Rodovia BR 101/RS: Trecho Tavares, São José do Norte e Contorno - Processo FEPAM/RS 008813-2067/98.

Abstract

The Federal Government's decision to cover the southern part of the BR 101 highway between the towns of Tavares and São José do Norte with asphalt, called for a study to evaluate the induced effects on land-use and development not just along the highway but also on 2.11 km² (211 hectares) of salt marshes of the Patos Lagoon estuary, located in a possible transportation corridor of this enterprise. The study combined a method of visual impact quantification and an impact matrix analysis for both, actual and post-enterprise scenarios. Five salt marshes units, with surface areas ranging from 0.09 to 1.27 km², can be differentiated by their spatial continuity and/or dominant plant cover. In each salt marsh seven structural and six functional impacts were discriminated over two to three 10,000 m² plots. Eighteen herbaceous plant species were found. Owing to the origin of sediments, São José do Norte marshes range from recently formed sandy marshes near the estuary inlet to older inner marshes with lagoonal sediment rich in silt-clay and organic matter. The most frequent and intense structural impacts today are cattle and horses grazing, embankments and excavation of drainage canals. The main functional impacts are garbage deposition and eutrophication from sewage. The analysis of post-enterprise scenario without environmental safeguards found that the seriousness of impacts on salt marshes should increase 1.6 to 4.5 times (up to 70% of the maximum impact

seriousness value). Additionally, burning and prune of vegetation, previously not characterized as important functional impacts, could become major environmental problems. Using the scenario of implementation of environmental safeguards, such as placement of educational and regulation signs, patrol to prevent fires, grazing, oil spill, stream channelization, domestic and industrial pollution, it was demonstrated that the impact seriousness level can be maintained and even reduced in some marshes.

Resumo

A decisão do Governo Federal de asfaltar o trecho mais ao sul da BR 101, entre as cidades gaúchas de Tavares e São José do Norte, levou ao estudo dos impactos potenciais induzidos no desenvolvimento e uso da terra no entorno de 2,11 km² (211 hectares) de marismas (banhados salgados), localizados na margem do estuário da Lagoa dos Patos e junto a um provável corredor de acesso para a BR 101. O estudo combinou um método de quantificação visual de impacto e uma análise matricial de impacto, para os cenários atual e de pós-desenvolvimento. Cinco áreas de marismas, geograficamente distintas quanto a descontinuidade espacial e da cobertura vegetal dominante, têm áreas que variam de 0,09 a 1,27 km². Em cada marisma, sete impactos estruturais e seis funcionais foram discriminados sobre 2 a 3 áreas de 10.000 m². Dezoito espécies de plantas herbáceas foram encontradas nas marismas, que variaram de recentemente formadas em ambiente sedimentar marinho até marismas mais antigas recobertas por sedimento lagunar (com maiores teores de finos e matéria orgânica). Atualmente, os impactos estruturais mais freqüentes e mais intensos são a pastagem por gado e cavalos, canalização e a construção de aterros. Os impactos funcionais mais importantes foram a deposição do lixo antropogênico e a eutrofização. Se não forem tomadas salvaguardas ambientais, o grau de impactação das marismas deverá aumentar de 1,6 a 4,5 vezes (até 70% do máximo valor estimável), além de que novos impactos funcionais deverão ocorrer (incidência de queimadas e podas da vegetação). O cenário de utilização de salvaguardas ambientais, tais como a sinalização, fiscalização para prevenir incêndios, pastagem, deposição de óleo, canalização, poluição doméstica e industrial, demonstrou que o nível de impactação pode ser mantido e até reduzido em algumas marismas.

Introdução

A margem oeste da Lagoa dos Patos é separada do Oceano Atlântico por uma extensa restinga, por onde passa a auto-estrada BR 101, cujo percurso asfaltado termina na cidade de Tavares (RS). Recentemente, o Governo Federal decidiu asfaltar o trecho mais ao sul da BR 101, entre as cidades gaúchas de Tavares e São José do Norte, uma das áreas costeiras mais isoladas e com suas belezas naturais preservadas do Rio Grande do Sul. Como em outras partes do mundo (Dahlberg 1974, Clark 1977, Ibarra-Obando & Poumian-Tapia 1991), o asfaltamento da BR 101 deverá induzir novas formas de utilização da terra ao longo da estrada, além de aumentar o trânsito de veículos pesados e de passeio, que passam através dos diferentes ecossistemas da restinga, inclusive próximo as marismas localizadas ao sul de São José do Norte (Figura 1), na desembocadura (Barra) do estuário da Lagoa dos Patos.

Marismas são banhados inundados periodicamente por água salgada, recobertos principalmente por plantas herbáceas (Costa & Davy 1992, Costa 1997a), que estão presentes ao longo de 70 km² da zona intermareal de ilhas e margens do Estuário da Lagoa dos Patos. Apesar das marismas de São José do Norte não se encontrarem dentro do trecho a ser asfaltado da BR 101, boa parte do tráfego pesado desta estrada, passará próximo as marismas, seguindo em direção a desembocadura do estuário, onde é possível efetuar a travessia (*via* balsa) entre São José do Norte e Rio Grande (Figura 2). Em Rio Grande encontra-se a maior parte do complexo portuário da região, bem como fábricas de fertilizantes, de pescado e a Refinaria de Petróleo Ipiranga.

Devido ao não reconhecimento das funções ecológicas das marismas na qualidade ambiental costeira (*e.g.*, proteção das margens, disponibilização de habitats e produção de carbono), muitas áreas de marisma do estuário da Lagoa dos Patos vem sendo delapidadas por aterros e canalizações, convertidas (agricultura, expansão urbana, industrial e projetos de aquacultura) e/ou utilizadas como depósito de resíduos sólidos e efluentes (Costa 1998, Costa *et al.* 1997, Seeliger & Costa 1997). De forma a preservar estes importantes ambientes estuarinos, os impactos potenciais do desenvolvimento induzido na região, devido ao asfaltamento da BR 101, devem ser avaliados e salvaguardas ambientais determinadas antes do início das obras.

A comparação do nível atual de impactação com os níveis de impactação previstos após a conclusão do asfaltamento da BR 101, considerando tanto a adoção como a não adoção de salvaguardas ambientais, foi utilizada para uma avaliação quantitativa das alterações que poderão ser geradas após conclusão da obra. O estudo aqui apresentado combinou um método de quantificação visual de impacto e uma análise matricial de impacto. A Análise Visual de Impacto nada mais é do que o subproduto da combinação de várias técnicas básicas desenvolvidas para identificação e descrição da paisagem visual, técnicas estas tradicionalmente utilizadas em programas de planejamento e administração costeira (Zube 1977, van der Maarel 1979, IEA 1995). A comparação de matrizes de impacto com e sem a inclusão de medidas de proteção ambiental tem sido empregada de forma bem sucedida como técnica de avaliação de impacto (Abrão & Singer 1985, Tommasi 1994). No entanto, estes estudos não se preocuparam em quantificar o grau de impacto no ambiente antes do empreendimento previsto de acontecer. Esta avaliação inicial é um ponto chave, pois possibilita a construção de cenários comparativos e de um dimensionamento das necessidades de medidas de proteção ambiental.

Material e Método

Local de Estudo

Costa *et al.* (1997) quantificaram através de fotointerpretação 2,11 km² (211 hectares; 1 km² = 100 ha) de marismas ao sul da cidade de São José do Norte e subdividiram estas em 5 unidades geograficamente distintas, quanto a descontinuidade espacial e da cobertura vegetal dominante (Tabela 1, Figura 1). As áreas individuais das marismas variam de 0,09 a 1,27 km². Canais e poças-de-maré representam até cerca de 20% da área individual das pequenas marismas da Ponta dos Pescadores e do Segundo Pontal e são áreas de alimentação, abrigo, reprodução e crescimento de vários animais aquáticos de interesse comercial, como o camarão rosa (*Peneaus pauliensis*), o siri azul (*Callinectes sapitus*) e juvenis de corvinas (*Micropogonias furnnieri*), Peixes-Rei (*Xenomelaniris brasiliensis*) e tainhas (*Mugil platanus*). Bandos de aves migratórias com até 5000 indivíduos (do Talha-mar *Rynchops niger* e da *Sterna trudeaui*; Vooren 1997), predam juvenis de tainhas e Peixes-Rei, que habitam os baixios vegetados das marismas.

Análise da Cobertura Vegetal e Parâmetros Abióticos

Em 4 das 5 unidades, foram efetuados levantamentos da composição da cobertura vegetal (projeção vertical das espécies dentro de quadrados de 0,5 X 0,5 m) ao longo da elevação vertical das marismas. Tanto a cobertura vegetal como a topografia (medida com nível e referida ao nível médio da lagoa) foram estimadas a cada 2 metros, em transversais perpendiculares a margem, que variaram de 18 a 76 metros de comprimento. A granulometria e o teor de matéria orgânica do sedimento superficial (0-10 cm) da margem das marismas foram, respectivamente, estimados por peneiramento das areias/pipetagem dos finos (siltes e argilas) e cinzamento em mufla a 500 °C por 6 horas. Estes dados somados a utilização do conceito de "plantas indicadoras" (Costa 1997a, 1997b, Costa *et al.* 1997), foram utilizados para a caracterização ambiental das marismas de São José do Norte.

Avaliação Visual de Impacto

Dois pontos são importantes para objetividade, replicabilidade e redução de vícios na Avaliação Visual de Impacto (Zube 1977): (1) a escolha dos aspectos que podem ser identificados, avaliados e descritos esteticamente; (2) a confecção de uma escala de impacto. A Análise Visual de Impacto das marismas de São José do Norte foi baseada na estimativa dos efeitos adversos de diferentes fatores antrópicos e naturais sobre a cobertura vegetal dominante. Estes efeitos adversos foram divididos em duas classes básicas, ou seja, os efeitos que causam modificações na cobertura vegetal (estruturais) e os efeitos que causam estresse ou alterações no crescimento das plantas (funcionais). A Avaliação Visual de Impacto resultou na matriz de intensidade de impacto ao longo das marismas antes do desenvolvimento esperado ser induzido pela obra de asfaltamento da BR 101.

Sete (7) impactos estruturais (ocorrência de fogo, pastagem, poda, aterro, drenagem-canalização, erosão e estruturas antrópicas) e seis (6) funcionais (presença de óleo, eutrofização, deposição de lixo antropogênico, biocidas, poeira-fuligem e cabos de alta tensão) foram discriminados sobre cada marisma, conforme a Tabela 3. A identificação dos impactos foi confirmada ou não após a varredura detalhada de pelo menos 10.000 m² (100 X 100 m) em 2 a 3 pontos diferentes em cada marisma, sendo todos os pontos georeferenciado com o auxílio de um GPS GARMIN 45 (Tabela 1).

Na determinação da escala de impacto além do tamanho da área afetada, do contraste com a paisagem natural, da destruição de aspectos naturais e dos aspectos estéticos específicos de cada impacto (*e.g.* presença de cinzas em áreas queimadas, ou de fezes e pegadas em áreas pastadas), foram também utilizadas como ferramenta de avaliação a presença e a abundância de plantas indicadoras (“fitômetro”; sensíveis a trocas ou características de determinadas situações ambientais). Semelhante metodologia vem sendo utilizada por vários outros pesquisadores (Clark 1977, Dijkema 1983, Civco *et al.* 1986, Novo 1988, Izco & Sanchez 1994, IEA 1995).

Para cada local visitado foi conferido um valor quali-quantitativo que variou de 0 a 2, e que indicou o grau específico de cada impacto:

0 = Desprezível;

1 = Significante, incidência perceptível por sua magnitude ou extensão;

2 = Extremo ou muito intenso, grave alteração e importante por sua magnitude ou extensão.

Para caracterização geral de cada marisma, foram utilizados somente os maiores valores de cada impacto, detectados entre os pontos observados. Os índices de impactos estruturais, funcionais e totais foram obtidos através do somatório dos valores conferidos a cada impacto, sendo o resultado final expresso em termo de porcentagem da máxima impactação possível (26; visto que o máximo valor de cada impacto era 2 e um total de 13 diferentes impactos foram avaliados).

Resultados e Discussão

Caracterização Ambiental

As marismas de São José do Norte, próximas a Barra, possuem uma identidade única no estuário da Lagoa dos Patos, sendo formadas a partir de sedimento marinho (areia fina, 0,250-0,125 mm), bem selecionado, depositado nas vizinhanças da desembocadura e do banco da Coroa de Dona Mariana (Figura 1). Os demais marismas do estuário demonstram sedimentos com granulometria predominantemente composto por areia muito fina (0,125-0,062 mm), moderada- ou pobremente selecionada (Copertino 1995, Gaona *et al.* 1996, Costa 1997b), característicos do ambiente lagunar (Martin 1965).

Esta transição entre as marismas recentemente formadas em ambiente sedimentar marinho, próximas a desembocadura, e as marismas mais antigas já recobertas com sedimento lagunar (mais fino e rico em matéria orgânica), próximas a extremidade norte do banco da Coroa de Dona Mariana, pode ser facilmente visualizada na Figura 3.

Ao longo das 4 marismas estudadas foram encontradas 18 espécies de plantas herbáceas, sendo que a composição de espécies e a cobertura vegetal variam marcadamente entre os locais amostrados (Tabela 2, Figura 4). As espécies encontradas pertencem a 5 comunidades vegetais de marismas já caracterizadas por Costa (1997a), mas o aspecto mais marcante desta cadeia de marismas é o progressivo aumento de frequência e cobertura de *Juncus effusus*, da desembocadura em direção ao norte (Tabela 2). Densa cobertura de *Juncus effusus* frequentemente domina Marismas Raramente Alagadas (MRA; alagadas <10% do tempo) (Capitoli *et al.* 1978, Gaona *et al.* 1996), que podem chegar a produzir 4900,1 gPeso Seco m⁻² ano⁻¹ de biomassa vegetal que sustenta, sob a forma de detrito, importantes cadeias tróficas estuarinas e da zona entremarés de microorganismos e invertebrados (particularmente isópodes terrestres)(Gaona *et al.* 1996).

As abundâncias de *Hydrocotyle bonariensis*, *Cyperus obtusatus* e *Bacopa monnieri*, particularmente altas no Primeiro Pontal, caracterizam o limite superior desta marisma como uma Transição para Brejos entre Dunas (TBD); estas espécies também são comuns nas dunas costeiras adjacentes a Barra do estuário (Cordazzo & Seeliger 1988). *Juncus acutus*, também abundante no limite superior das marismas próximas a desembocadura (Figura 4), ocorre em solos arenosos úmidos e salinos de brejos entre dunas (Cordazzo & Seeliger 1988) e transições de marismas para campos arenosos e dunas (Costa 1997a, Costa *et al.* 1997).

Comunidades de Marismas Esporadicamente Alagadas (MEA; alagadas apenas de 10-30% do tempo) caracterizadas pela abundância de *Salicornia gaudichaudiana* e/ou da grama alta *Spartina densiflora* (localmente chamada de “macega”), apenas não foram observadas na Ponta dos Pescadores (local 3; Figura 4, Tabela 2). A qualidade ambiental das Marismas Esporadicamente Alagadas, dominadas por gramas altas localizadas nas margens do estuário da Lagoa dos Patos (Costa 1997a, Peixoto 1997, Azevedo 2000), encontra-se fortemente degradada pela ação da pastagem extensiva de gado e cavalos, tanto no Segundo Pontal como na

Ponta dos Pescadores. A maior abundância da "grama-aramé" *Paspalum vaginatum* em relação a grama alta *Spartina densiflora* foi caracterizada como aspecto indicador de pressão de pastagem nas marismas da Lagoa dos Patos (Costa *et al.* 1997). Desta forma, talvez interagindo com o nível topográfico, a pastagem extensiva por gado e cavalos pode ser outro fator determinante do aspecto biofisiográfico de vegetação rasteira nas marismas do Segundo Pontal e Ponta dos Pescadores (Tabela 2, Figura 4). *Paspalum vaginatum* é uma espécie com uma grande amplitude ecológica, que na ausência de competidores de maior porte estende sua distribuição espacial local. Além ter sido a espécie mais frequente e abundante das marismas de São José do Norte (Tabela 2), *Paspalum vaginatum* apresenta ampla distribuição na costa Atlântica da América do Sul (Costa & Davy, 1992), ocorrendo em solos úmidos e alagados, arenosos e salobros de dunas, marismas e manguezais (Cordazzo & Seeliger 1988, Carnavale *et al.* 1987, Costa & Davy 1992).

Marismas Frequentemente Alagadas Meso-euhalinas (MFA), distribuídas abaixo do nível médio da Lagoa, são dominadas pela “macega mole” (gramínea *Spartina alterniflora*) e observadas nos 4 locais estudados (Figura 4, Tabela 2). *Spartina alterniflora* possui uma série de adaptações morfo-anatômicas e fisiológicas que previnem os efeitos osmóticos e tóxicos da acumulação excessiva de NaCl da água do mar (Bastos *et al.* 1993), bem como a falta de oxigênio nas raízes durante períodos de alagamento prolongado (Copertino 1995). Esta planta além de ser um importante produtor primário e constituir áreas de criação para várias espécies de peixes (Bemvenuti, 1990, Vieira & Scalabrin 1991) e invertebrados estuarinos (Capitoli *et al.* 1977, 1978, D’Incao *et al.* 1992), possui uma grande importância geomorfológica, sendo capaz de, através de seu crescimento, expandir os limites inferiores das marismas em direção ao estuário, em margens sujeitas a deposição de sedimentos, bem como minimizam a erosão, particularmente em períodos de águas altas (Costa *et al.* 1997).

Grau Atual de Impactação

Atualmente, os impactos estruturais mais frequentes e mais intensos sobre a vegetação das marismas de São José do Norte são a pastagem por gado e cavalos, a drenagem por pequenos canais antropogênicos e a obstrução do fluxo hídrico pela construção de aterros para diferentes fins (Tabela 3). A pastagem extensiva indiscriminada é facilitada pela suavidade do relevo e pela

maior parte da superfície das marismas do estuário da Lagoa dos Patos ser apenas esporádica- ou raramente alagada (< 30% do tempo; Costa 1997a, Peixoto 1997, Azevedo 2000). Poucas são as áreas intermareais que possuem os seus limites superiores delimitados por cercas que impeçam o acesso livre do gado e de cavalos. As marismas localizadas entre o Primeiro Pontal, na raiz dos Molhes, até a Ponta dos Pescadores, já tiveram a cobertura vegetal seriamente comprometida, pela constante remoção de biomassa e pisoteio (Tabela 3). A grande maioria dos aterros e canais de drenagem já presentes nas marismas de São José do Norte resultaram de atividades agrícolas próximas a margem da Lagoa. Pequenos aterros e canais de drenagem associados, perpendiculares a margem da Lagoa, recortam as marismas e foram construídos para permitir o escoamento de produtos agrícolas pela Lagoa, bem como o acesso dos pescadores artesanais para suas embarcações. Somente, na proximidade do Farol de São José do Norte ocorreu, em 1996, um grande impacto de aterro e canalização sobre área de marisma, quando da construção de uma estrada de rodagem (Tabela 3).

Atualmente, os dois impactos funcionais mais freqüentes sobre as marismas de São José do Norte são a deposição de lixo antropogênico e a eutrofização (Tabela 3). A grande maioria do lixo antropogênico encontrado sobre as marismas é manufaturado (garrafas, plásticos, madeiras, etc.), ocorrendo uma redução da concentração do lixo depositado nas margens do estuário a medida que se afasta da Ponta dos Pescadores. Uma grande quantidade de material industrializado originado das atividades pesqueira (latas de óleo de motor, redes, bóias, etc.) e do Porto (péletes de polietileno, pedaços de compensado naval, etc.) depositam-se sobre as marismas. Apesar deste lixo industrializado aumentar a oferta de habitats para invertebrados (mosquitos, formigas, aranhas, besouros, caranguejos, etc.), eles desvalorizam a aparência estética das marismas, e conseqüentemente a apreciação destes ambientes pela população. Associado ao lixo industrializado é também depositado muito material orgânico (grãos de soja, resto de verduras, frutas, peixes, crustáceos e outros animais mortos), que sujeito a decomposição, libera sais nutrientes para as plantas das marismas, sendo que a zona de deposição de lixo de uma marisma apresenta uma flora caracterizada por plantas nitrófilas ("que gostam de nitrogênio")(Azevedo 2000). As plantas respondem com um maior crescimento quando expostas a uma maior quantidade de nutrientes. Desta maneira a eutrofização de marismas pode ser evidenciada pelo maior tamanho do dossel das plantas, pela acumulação no sedimento de matéria orgânica (gerada pelas próprias

plantas) e pela produção de subprodutos (gás sulfídrico e gás metano) da decomposição anaeróbica deste material orgânico.

A deposição de poeira e óleo sobre a vegetação também foram dois impactos funcionais detectados. A principal causa da deposição de poeira/fuligem foi o tráfego de veículos no atracador da balsa, no Segundo Pontal. A presença de poeira/fuligem sobre a superfície foliar reduz a taxa fotossintética e a capacidade de trocas gasosas entre os tecidos das plantas e a atmosfera, bem como pode prejudicar o processo reprodutivo (polinização) (Adam 1993). Áreas de marisma próximas a estradas vicinais de terra têm suas funções ecológicas comprometidas, bem como seu aspecto estético (Clark 1977). Pequenas perdas crônicas de óleo cru e derivados de petróleo ocorrem ao longo de toda orla portuária, mas em especial em áreas de atracação e reabastecimento. Pequenas manchas de óleo cru e nata de combustíveis foram freqüentemente observadas na marisma da Ponta dos Pescadores. As marismas agem como uma armadilha do óleo, cuja afinidade depende da composição de espécies vegetais e da fenologia (mais ou menos detrito vegetal acumulado) destas (Baker 1979). Hidrocarbonetos de pequenas moléculas são mais tóxicos para as plantas de marisma do que os grandes, e os aromáticos são mais tóxicos do que os alcanos. A deposição de um filme de óleo sobre as folhas dificulta as trocas gasosas e diminui a absorção da luz pela planta. Efeitos de longo prazo estão associados com a penetração do óleo dentro do sedimento da marisma.

Impactação Estimada Sem Salvaguardas Ambientais

A associação da conexão do município de São José do Norte a um eixo viário importante como a BR 101 e a expansão portuária em andamento (Plano Diretor - Superintendência do Porto de Rio Grande), irá gerar novas formas de uso da terra. Após a conclusão da BR 101, se não forem tomadas medidas de proteção ambiental, ocorrerá um rápido e provavelmente desordenado desenvolvimento induzido de áreas comerciais, industriais e residenciais nas proximidades das Marismas do Farol, Ponta dos Pescadores e Segundo Pontal. A atratividade desta região devesse a existência de um assentamento de população de baixa renda na Ponta dos Pescadores, conectado por uma estrada vicinal com a sede do município, e a presença de um atracador de balsa no Segundo Pontal, que permite a travessia entre os municípios de São José do Norte e Rio Grande (Figura 2).

Sem a adoção de salvaguardas ambientais, todos os impactos estruturais já observados deverão aumentar em magnitude, além de que novos impactos (incidência de queimadas e podas) deverão ocorrer (Tabela 3). Incêndios de marismas são freqüentemente ocasionados de forma acidental pelo descarte de restos de cigarros ou fósforos ainda acesos por agricultores, pescadores ou jogados de carros traficando próximos das marismas. Logo, mais pessoas e mais veículos, maior a probabilidade de incêndios. As queimadas afetam as marismas mais elevadas, em relação ao nível médio da Lagoa, dominadas por *Juncus effusus* e pela grama *Spartina densiflora* ("macega") (Peixoto 1997, Seeliger & Costa 1997). O fogo causa altas taxas de mortalidade de invertebrados e aves em nidificação. A mineralização do detrito vegetal e a remoção da densa cobertura das plantas dominantes (1,0 a 1,8 m de altura), durante o incêndio, possibilitam o desenvolvimento de espécies oportunistas sobre áreas queimadas de marismas, tais como, o legume *Vigna luteola* e as compostas *Senecio tweedii* (Margarida do Banhado) e *Aster squamatus*. Em cerca de 1 ano a 1 ano e meio, a grama dominante *Spartina densiflora* é capaz de rebrotar rapidamente após as queimadas, recuperar a cobertura original e posteriormente restringir as espécies oportunistas a pequenas manchas na paisagem (Peixoto 1997). Os maiores impactos do desenvolvimento destas áreas poderão advir da construção de estradas vicinais sobre as marismas, a partir de aterros e canalização do fluxo de água. Tais empreendimentos resultam em interrupção tanto dos fluxos das marés, como da drenagem continental sobre as marismas (Clark 1977), processos estes vitais para produtividade destes sistemas. Adicionalmente, a água de drenagem poderá ser contaminada por elementos ou compostos do material alóctone utilizado para o aterro. Além da perda de habitats, o comprometimento da cobertura vegetal nestas áreas, principalmente na margem erosiva dos Molhes Leste, pode acarretar na redução da capacidade das marismas de reterem sedimento em suspensão e de atuarem como barreiras auto-manuteníveis contra a erosão estuarino-costeira.

A magnitude de alterações funcionais das marismas resultantes do aumento do grau de impactação induzido após a conclusão da BR 101, será bem maior do que a das alterações estruturais, se não forem tomadas salvaguardas ambientais (Tabela 3). As atividades de embarcações e o tráfego de veículos deverão se intensificar, acarretando um aumento da poluição crônica por óleo e outros derivados de petróleo entre o Segundo Pontal e a Marisma do Farol, bem como a aglomeração residencial, a falta de tratamento de esgotos, os problemas de acumulação de lixo e eutrofização poderão

descaracterizar completamente as marismas. Através da soma dos índices individuais de impacto foi possível caracterizar que, após a conclusão do asfaltamento da BR 101, o grau de impactação das marismas de São José do Norte deverá aumentar de 1,6 (Marisma da Coroa de Dona Mariana) a 4,5 vezes (Marisma do Segundo Pontal), se não forem tomadas medidas de proteção ambiental. Os níveis de impactação iguais ou superiores 70% do máximo valor possível, estimados para algumas marismas (Tabela 3), certamente indicam uma completa perda de funcionalidade destas para a qualidade ambiental do estuário.

Impactação Estimada Com Salvaguardas Ambientais

A análise da matriz de impactos, em um cenário de adoção de salvaguardas ambientais, demonstrou que o nível de impactação atual pode ser não só mantido, mas reduzido em algumas marismas, com o emprego de práticas relativamente simples e baratas (Tabela 3). A arborização das margens das ruas e estradas próximas as áreas de marismas pode reduzir bastante o transporte de poeira e fuligem para estes sistemas. A sinalização preventiva ao longo das principais vias de acesso a Ponta dos Pescadores e ao atracador da balsa, a fiscalização e a manutenção de pessoal treinado e propriamente equipado poderão prevenir a ocorrência de incêndios, pastagem pelo gado, deposição de óleo e lixo sobre as marismas. A ação fiscalizadora da prefeitura e de órgão ambientais deverá ser constante para prevenir a construção de canais, edificações, poluição doméstica e industrial. A captação de esgotos poderá prevenir a contaminação do lençol freático, que encontra-se freqüentemente a menos de 1 m da superfície.

Mesmo tendo aumentado seus percursos, estradas principais e vicinais deverão ser construídas fora das áreas de marismas, em áreas mais altas, o que minimiza a necessidade de pontes ou aterros sobre terras baixas (Clark 1977). Vias de acesso até a margem do Estuário, deverão ser perpendiculares a linha de margem, de forma a acompanharem a drenagem continental e não se colocarem paralelamente obstruindo a mesma (Haddad & Joyce 1996). A construção de pontes ou a elevação de pistas sobre pilares é sempre recomendada, e uma exigência em vários países, quando da travessia de áreas alagáveis como as marismas (Clark 1977, Adam 1993, Haddad & Joyce 1996).

Apesar das salvaguardas ambientais sugeridas acima, com exceção das questões de engenharia civil, não serem caras, o sucesso de conservação das marismas de São José do Norte dependerá inevitavelmente de uma maior interação entre as autoridades planejadoras (Prefeitura, Ministério dos Transportes, Superintendência do Porto de Rio Grande) e reguladoras (IBAMA, FEPAM, Promotoria Pública), de forma que a acumulação de decisões aparentemente não relacionadas, não impacte a integridade destes ecossistemas. O que foi observado mundialmente, é que após a implantação de leis ambientais de proteção aos ecossistemas costeiros, os efeitos cumulativos, como pequenas edificações, drenagens e aterros, tornaram-se os grandes responsáveis pela gradativa perda de marismas (Tommasi 1994, Haddad & Joyce 1996). Juntamente com todas as medidas preventivas sugeridas acima, é recomendado o monitoramento dos principais parâmetros físicos, químicos e biológicos das marismas de São José do Norte, após a conclusão do asfaltamento da BR 101. O monitoramento é uma atividade de controle, envolvendo a medida de mudanças que possam ocorrer, e que possibilitará uma correção das atividades antes de um maior prejuízo ambiental e/ou econômico (Tommasi 1994).

Literatura Citada

Abrão, P.C. & Singer, E.M. 1985. Impactos ambientais na mineração: um enfoque metodológico. In: Batalha, B.H.L. & Silvio, A.S. (Org.). Coletânea de trabalhos técnicos sobre controle ambiental na mineração. Brasília, Ministério das Minas e Energia - DNPN, pp. 329-342.

Adam, P. 1993. Saltmarsh ecology. Cambridge, Cambridge University.

Baker, J.M. 1979. Responses of salt marsh vegetation to oil spills and refinery effluents. In: Ecological processes in coastal environments (Jefferies, R.L. & Davy, A.J. Eds.). Oxford, Blackwell Scientific Publications, 529-542.

Bastos, E.O.; Perazzolo, M. & Gorgen, A.U.G. 1993b. Ocorrência e estrutura de glândulas de sal em espécies halófitas no município do Rio Grande - RS. *Iheringia (Sér.Bot.)* 43: 3-14.

Bemvenuti, M. de A. 1990. Hábitos alimentares de Peixe-rei (Atherinidae) na região estuarina da Lagoa dos Patos, RS, Brasil. *Atlântica (Rio Grande)*, 12(1): 79-102.

Capitoli, R.R., Bemvenuti, C.E. & Gianuca, N.M. 1977. Occurrence and biologic observations on Metasesarma rubripes crab in the estuarine region of Lagoa dos Patos. *Atlântica (Rio Grande)*, v. 2, n° 1, p. 50-62.

Capitoli, R.R., Bemvenuti, C.E. & Gianuca, N.M. 1978. Estudos de ecologia bentônica na região estuarial da Lagoa dos Patos. I- As comunidades Bentônicas. *Atlântica (Rio Grande)*, 3(1): 5-22.

Carnevale, N.J.; Torres, P.; Boccanelli, S. I. & Lewes, J.P. 1987. Halophilous communities and species distributions along environmental gradients in southeastern Santa Fé Province, Argentina. *Coenoses*, v. 2, n° 2, p. 49-60.

Civco, D.L., Kennard, W.C. & Lefor, M.W. 1986. Changes in connecticut salt-marsh vegetation as revealed by historical aerial photographs and computer-assisted cartographics. *Environmental Management*, 10(2): 229-239.

Clark, J.R. 1977. Coastal ecosystem management. New York, John Wiley & Sons 928 p.

Copertino, M. 1995. Spartina alterniflora Loisel no Estuário da Lagoa dos Patos, RS: Desempenho Populacional em Pântanos Irregularmente Alagados. Tese de Mestrado. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 114 p.

Cordazzo, C.V. & Seeliger, U. 1988. Guia Ilustrado da Vegetação Costeira. Rio Grande, Editora da FURG.

Costa, C.S.B. 1997a. Tidal marshes and Wetlands. In: Subtropical convergence environments: The coast and sea in the warm-temperate southwestern Atlantic. (Seeliger, U., Odebrecht, C. & Castello, J.P. Eds.). Berlin, Springer-Verlag, 24-26.

Costa, CSB. 1997b. Irregularly flooded marginal marshes. In: Subtropical Convergence Environments: the Coast and Sea in the Southwestern Atlantic (Seeliger, U., Odebrecht, C. & Castello, J.P. Eds.). Chapt. 5.3. Berlin, Springer-Verlag, 73-77.

Costa, CSB. 1998. A função das marismas na qualidade ambiental costeira. Anáís do IV Simpósio de Ecossistemas Brasileiros. 02-07/04/1998. Volume 4. São Paulo, ACIESP. (no prelo).

Costa, C.S.B. & Davy, A.J. 1992. Coastal salt marsh communities of Latin America. In: Coastal Plant Communities of Latin America (Seeliger, U. ed.). New York, Academic Press, 179-199.

Costa, C.S.B. Seeliger, U., Oliveira, C.P.L. & Mazo, A.M.M. 1997. Distribuição, funções e valores das marismas e pradarias submersas no estuário da Lagoa dos Patos (RS, Brasil). Atlântica, Rio Grande, 19: 65-83.

Dahlberg, K.A. 1974. Ecological effects of current development processes in less developed countries. In: Human ecology and world development (Vann, A. & Rogers, P. Eds.). Plenum Publishing Company Ltd., London, 71-86.

Dijkema, K.S. 1983. Landscape and vegetation. In: Flora and vegetation of the Wadden Sea islands and coastal áreas (dijkema, K.S. & Wolff, W.J. Eds.). Stichting Veth tot Steun an Waddenonderzoek, Leiden, 85-116.

D’Incao, F., Silva, K.G., Ruffino, M.L. & Braga, A.C. 1990. Hábito alimentar do caranguejo Chasmagnathus granulata Dana, 1851 na barra do Rio Grande, RS (Decapoda, Grapsidae). Atlântica (Rio Grande), v. 12, n° 2, p. 85-93.

Gaona, C.A.P., Peixoto, A.R. & Costa, C.S.B. 1996. Produção primária de uma marisma raramente alagada dominada por *Juncus effusus* L., no extremo sul do Brasil. Atlântica, Rio Grande, 18: 43-54.

Haddad, K.D. & Joyce, E.A., Jr. 1996. Management. In: Ecology and Management of Tidal Marshes: A model from the Gulf of Mexico (Coultas, C.L. & Hsieh, Y. Eds.). Delray Beach, St. Lucie Press, 309-329.

Ibarra-Obando, S.E. & Poumian-Tapia, M. 1991. The effect of tidal exclusion on salt marsh vegetation in Baja California, México. *Wetlands Ecology and Management*, 1(3): 131-148.

IEA - Institute of Environmental Assessment. 1995. Guidelines for landscape and visual impact assessment. Londres, Chapman & Hall, 144 pp.

Izco, J. & Sanchez, J.M. 1994. Fuentes de impacto ambiental en el medio litoral: aplicación a la Ría de Betanzes (Galicia, España). *Fitosociologia*, 27: 97-106.

Martin, L.R. 1965. Contribuição à sedimentologia da Lagoa dos Patos II - Sacos do Umbú (do Silveira), Arraial e Mangueira. *Escola de Geologia (Notas e Estudos)*, 1: 27-44.

Novo, E.M.L.M. 1988. Sensoriamento remoto: princípios e aplicações. INPE/MCT. S.J. dos Campos, 364 p.

Peixoto, A.R. 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 em Ecologia, Curso de Pós-Graduação em Ecologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre (RS).

Seeliger, U. & Costa, C.S.B. 1997. Human and Natural Impacts. In: *Subtropical Convergence Environments: the Coast and Sea in the Southwestern Atlantic* (Seeliger, U., Odebrecht, C. & Castello, J.P. Eds.). Chapt. 10. Berlin, Springer-Verlag, 197-203.

Tommasi, L.R. 1994. Estudo de Impacto Ambiental. São Paulo, CETESB/Terragraph Artes e Informática S/C Ltda.

Van der Maarel, E. 1979. Environmental management of coastal dunes in the Netherlands. In: *Ecological Processes in Coastal Environments* (Jefferies, R.L. & Davy, A.J. Ed.). Oxford, Blackwell Scientific Publications, 543-570.

Vieira, J.P. & Scalabrin, C. 1991. Migração reprodutiva da "Tainha" Mugil platanus Gunther, 1800 no sul do Brasil. *Atlântica (Rio Grande)*, 13(1): 131-141.

Vooren, C.M. 1997. Bird Fauna. In: Subtropical convergence environments: The coast and sea in the warm-temperate southwestern Atlantic. (Seeliger, U., Odebrecht, C. & Castello, J.P. Eds.). Berlin, Springer-Verlag, 154-159.

Zube, E.H. 1977. Aesthetics and perceived values. In: Clark, J.R. Ed. Coastal ecosystem management. New York, John Wiley & Sons, 557-562.

Tabela 1 - Códigos (CÓD.), nomes, áreas totais e localização geográfica das 5 unidades de marismas de São José do Norte (RS) (veja Figura 1).

CÓD. UNIDADES		ÁREA ⁽¹⁾ (km ²)	LOCALIZAÇÃO
5	Coroa de Dona Mariana	1,27	32° 05'08" S – 52° 03'21" W
3	Ponta dos Pescadores	0,36	32° 07'49" S – 52° 05'22" W
4	Farol de São José do Norte	0,29	32° 07'03" S – 52° 04'35" W
1	Primeiro Pontal	0,10	32° 08'48" S – 52° 04'41" W
2	Segundo Pontal	0,09	32° 07'56" S – 52° 05'31" W
	Total	2,11	

(1) Dados de Costa *et al.* (1997).

Tabela 2 - Composição, médias de cobertura visual, frequência de ocorrência e e importância (média de cobertura apenas para quadrados amostrais em que planta estava presente) das espécies de plantas herbáceas encontradas nas marismas de São José do Norte (RS). Os códigos 1, 2 3 e 4 representam, respectivamente, as marismas do Primeiro Pontal, Segundo Pontal, Ponta dos Pescadores e Farol (veja Tabela 1). Veja o texto para explicações sobre os tipos de marismas.

		COBERTURA (%)				FREQUÊNCIA (%)				ABUNDÂNCIA(%)			
		MARISMA				MARISMA				MARISMA			
TIPO DE MARISMA	PLANTAS	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
MFA	<i>Spartina alterniflora</i> Loesel.	12,2	13,0	27,5	8,1	44,4	55,6	73,1	25,6	27,5	23,4	37,7	31,6
MEA	<i>Salicornia gaudichaudiana</i> Mog.	1,8	0,0	0,0	4,1	22,2	0,0	0,0	35,9	8,0	0,0	0,0	11,3
	<i>Spartina densiflora</i> Brong.	0,0	3,9	0,0	0,9	0,0	11,1	0,0	12,8	0,0	35,0	0,0	6,8
	<i>Limonium brasiliense</i> (Boiss.) O. Ktze.	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	20,5	0,0	0,0	0,0	1,5
	<i>Eriochloa punctata</i> (L.) Desv.	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	11,1	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0
MRA	<i>Juncus effusus</i> L.	0,0	7,3	20,8	59,9	0,0	22,2	26,9	82,1	0,0	33,0	77,1	73,0
TCU	<i>Fimbristylis spadicea</i> (L.) Vahl	0,7	1,1	0,0	0,1	22,2	11,1	0,0	5,1	3,0	10,0	0,0	1,0
	<i>Triglochin striata</i> Ruiz. & Pav.	0,1	0,0	0,0	0,2	11,1	0,0	0,0	10,3	1,0	0,0	0,0	2,0
	<i>Ischaemum minus</i> Presl.	0,0	10,0	0,0	0,0	0,0	11,1	0,0	2,6	0,0	90,0	0,0	1,0
	<i>Eryngium sp</i> L.	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	11,1	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0
TBD	<i>Paspalum vaginatum</i> Sw.	23,3	0,0	0,0	3,6	50,0	0,0	0,0	10,3	46,7	0,0	0,0	35,0
	<i>Bacopa monnieri</i> (L.) Pennel.	6,9	0,0	0,0	0,0	44,4	0,0	0,0	0,0	15,5	0,0	0,0	0,0
	<i>Juncus acutus</i> L.	0,3	0,7	0,0	0,1	5,6	22,2	0,0	7,7	5,0	3,0	0,0	1,0
	<i>Cyperus polystachyus</i> Rottb.	1,1	0,0	0,0	0,0	22,2	0,0	0,0	0,0	4,9	0,0	0,0	0,0
	<i>Hydrocotyle bonariensis</i> Lam.	1,0	0,0	0,0	0,0	27,8	0,0	0,0	0,0	3,6	0,0	0,0	0,0
	<i>Cyperus obtusatus</i> (Presl.) Mattf. & Kuk.	0,4	0,0	0,0	0,0	22,2	0,0	0,0	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0
	<i>Panicum c.f. repens</i> L.	0,1	0,1	0,0	0,0	5,6	11,1	0,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0
	<i>Stenotaphrum secundatum</i> (Water) Kuntze	0,1	0,0	0,0	0,0	5,6	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0

LEGENDA	
%	
> 50,0	
15,1 - 50,0	
0,1 - 15,0	
0,0	

Tabela 3 - Matrizes de impactos ambientais nas marismas de São José do Norte, atualmente e após desenvolvimento induzido pelo asfaltamento da BR101, entre Tavares (RS) e São José do Norte (RS). Matrizes de impactos sem e com a utilização de salvaguardas ambientais (SA) são apresentadas. Os códigos numéricos representam as marismas do Primeiro Pontal (1), Segundo Pontal (2), Ponta dos Pescadores(3), Farol (4) e da Coroa de Dona Mariana (5).

	ESTADO ATUAL					SEM "SA" APÓS BR101					COM "SA" APÓS BR101					SALVAGUARDAS AMBIENTAIS (SA)
	MARISMAS					MARISMAS					MARISMAS					
IMPACTOS ESTRUTURAIS	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	
FOGO	0	0	0	0	0	0	2	2	2	0	0	0	0	0	0	Sinalização e ação de bombeiros
PASTAGEM	2	2	2			2	2	2	2		0	0	0	0	0	Cercas de exclusão e patrulhamento
PODA	0	0	0	0	0	0				0	0	0	0	0	0	Sinalização e patrulhamento
ATERRO	0	0		2				2	2		0					Pista sobre pilotis, pontes e tubulações
DRENAGEM	0	0		2		0		2	2		0					Controle sobre canalizações
EROSÃO	0	0		0	0	0	0	2		0	0	0			0	Enrocamento, transplante de marismas
CONSTRUÇÃO CIVIL	0	0				0	2	2	2		0					Fiscalização, restrição de uso, delimitação de área tampão
IMPACTOS FUNCIONAIS																
ÓLEO	0	0		0	0	2	2	2			0				0	Patrulhamento e limpeza de derrames
EUTROFIZAÇÃO	0	0			0	2	2	2			0				0	Captação de esgotos, coleta de lixo, controle de despejos
DEPOSIÇÃO DE LIXO ANTROPOGÊNICO				1	0	2	2	2			0				0	Sinalização, Fiscalização, coleta de lixo
BIOCIDAS	0	0		0		0	0	0			0	0				Fiscalização
POEIRA/FULIGEM			0	0	0	2	2	1	0						0	Arborização nas laterais das ruas, controle de emissões
CABOS DE ALTA TENSÃO	0	0		0	0	0		0	0		0		0	0		Fiscalização
TOTALIZAÇÃO																
MODIFICAÇÃO/DESTRUIÇÃO DE HABITAT	2	2				3	13	12			0	3			3	
POLUIÇÃO/ALTERAÇÕES FUNCIONAIS	2	2		2	1		9	10			1				1	
IMPACTO GLOBAL	4	4			5	18	23	19			1				4	
MÁXIMA IMPACTAÇÃO (%)	15	15			19	69	88	73			4				15	

LEGENDA

Desprezível	0
Significante	1-3
Extremo	4-5

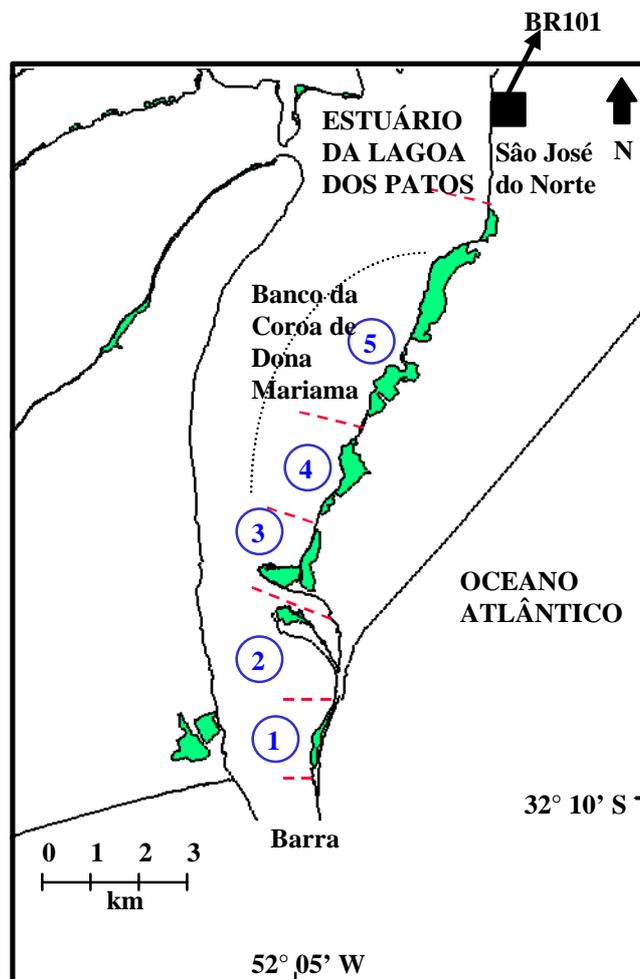


Figura 1 – Distribuição espacial das marismas de São José do Norte (RS). Os códigos 1, 2, 3, 4 e 5 representam, respectivamente, as marismas do Primeiro Pontal, Segundo Pontal, Ponta dos Pescadores, Farol e da Coroa de Dona Mariana.

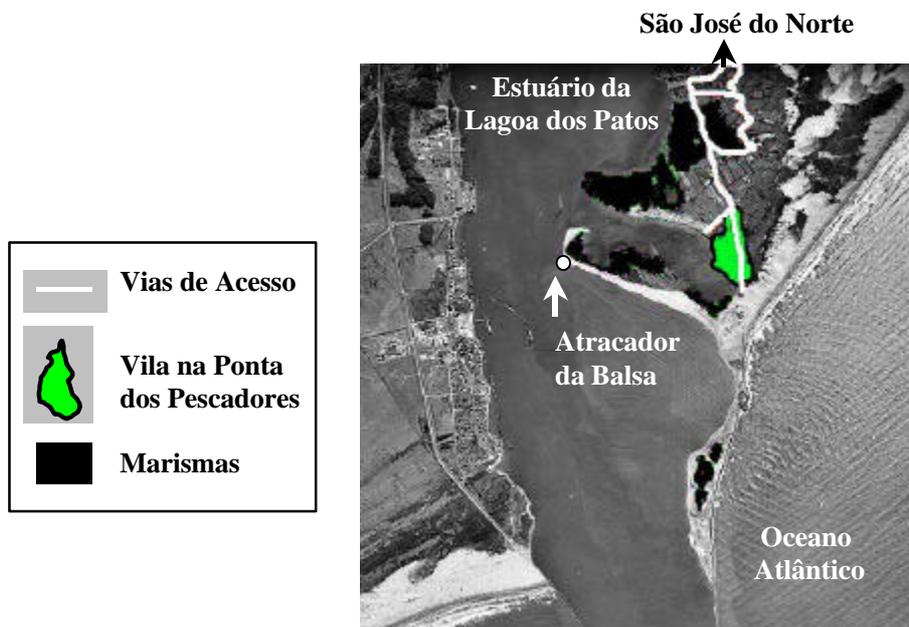


Figura 2 - Fotografia aérea vertical e fotointerpretação das marismas de São José do Norte (RS) próximas a desembocadura do estuário da Lagoa dos Patos.

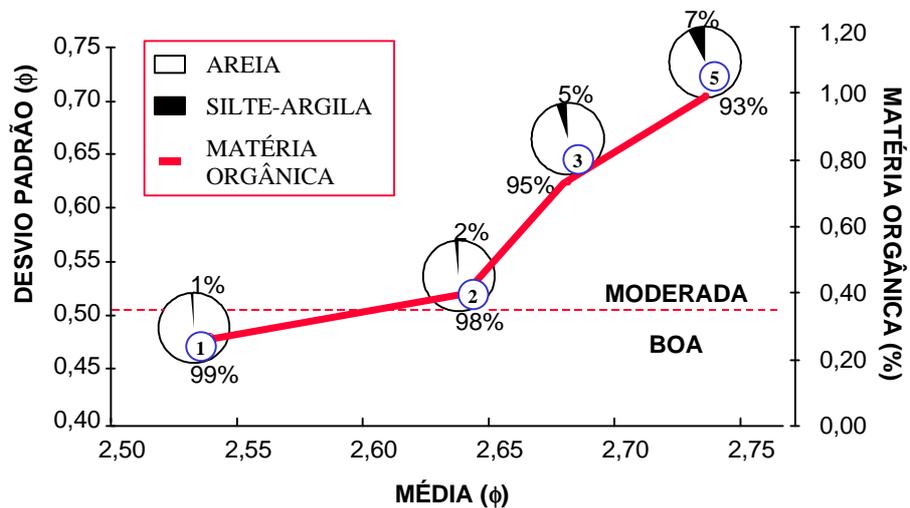


Figura 3 - Valores médios ($n = 3$) de porcentagem de matéria orgânica, silte-argila e areia dos sedimentos superficiais, bem como caracterização do grau de classificação dos grãos do sedimento (boa e moderada), conforme os valores logaritimizadas (ϕ) de média e desvio padrão do tamanho dos grãos das marismas Primeiro Pontal (1), Segundo Pontal (2), Ponta dos Pescadores (3) e da Coroa de Dona Mariana (5).

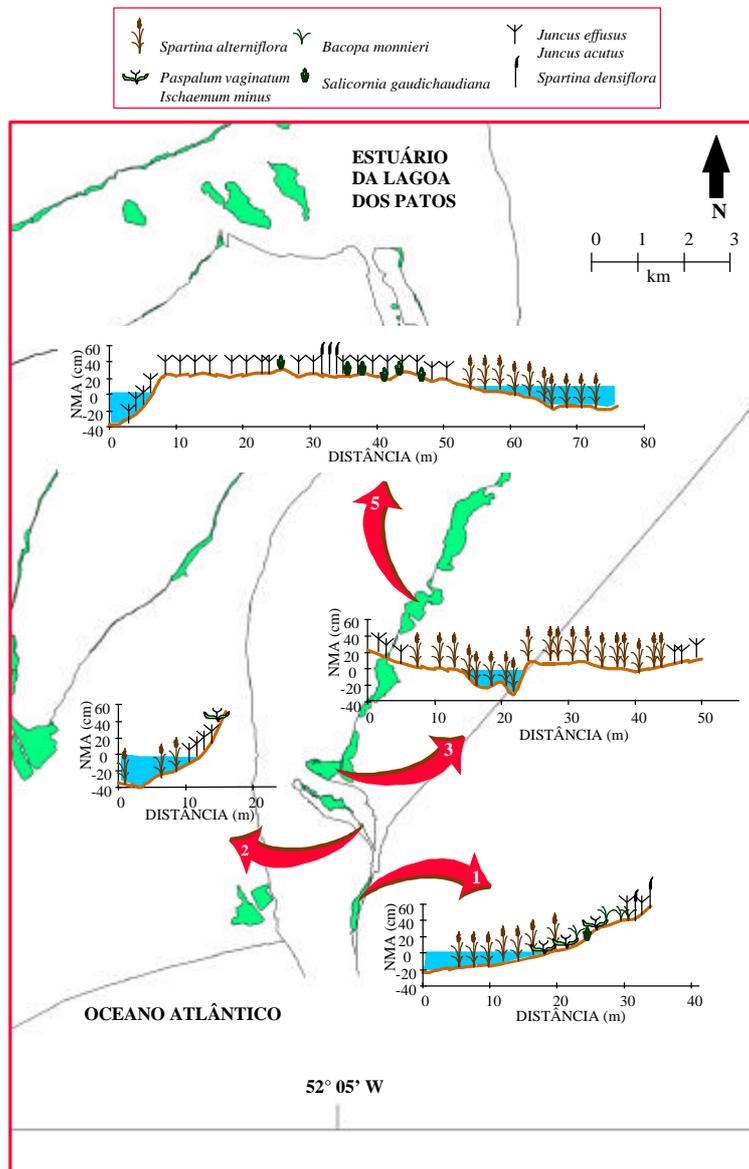


Figura 4 - Caracterização da cobertura vegetal dominante e da topografia das marismas de São José do Norte (RS). Os códigos 1, 2, 3 e 5 representam, respectivamente, as marismas do Primeiro Pontal, Segundo Pontal, Ponta dos Pescadores e da Coroa de Dona Mariana. NMA = nível médio da água.