MAPEAMENTO DAS MARISMAS DO ESTUÁRIO DA LAGOA DOS PATOS (RS - BRASIL) UTILIZANDO FOTOGRAFIAS AÉREAS DIGITAIS 35MM NO MODO INFRAVERMELHO

Rafael Xavier de Souza Nogueira[1]; César Serra Bonifácio Costa[2].
[1] *Centro de Pesquisa em Geologia e Geofísica, Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, Rua Caetano Moura, 123 – 40210-340 - Federação – Salvador – BA, Brasil. e-mail: rxsnogueira@yahoo.com.br*
[2] *Laboratório de Ecologia Vegetal Costeira - Departamento de Oceanografia, Fundação Universidade Federal de Rio Grande, Av. Itália, km 8, s/n, Caixa Postal 474 - 96201-900 – Rio Grande - RS, Brasil.- e-mail: docosta@furg.br*

RESUMO
Este estudo apresenta um mapeamento temático detalhado da vegetação das marismas do estuário da Lagoa dos Patos (RS-Brasil) feito através da fotointerpretação de imagens digitais no modo infravermelho adquiridas com o sensor aerotransportado ADAR 1000 e de verificações de campo. Mosaicos parciais das imagens foram inseridos no Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas (SPRING 3.6.03) criando um Sistema de Informação Geográfica (SIG). A alta resolução das fotografias aéreas (aproximadamente 0,75m por pixel) permitiu a distinção de hábitats intermareais e da estrutura zonada das marismas. As marismas ocupam aproximadamente 72 km^2 de zonas intermareais, sendo que canais-planos de lama, marismas baixas e marismas médias-altas representam, respectivamente, 5,3%, 1,5% e 93,2% da área total. Alterações antrópicas sobre as marismas, como canalização e construção de tanques de aquicultura, foram facilmente identificadas através desta metologia de aerolevantamento de baixo custo. Mapas de alta escala (1:5000) podem ser gerados a partir desse SIG integrando base de dados científicos de apoio a ações de manejo e conservação, bem como ao planejamento de futuras pesquisas.

ABSTRACT
This study outlines a detailed thematic mapping of salt marshes carried out in Patos Lagoon estuary (RS, Brazil) using infrared digital images obtained by Airborne Data Acquisition and Registration System (ADAR 1000), followed by fotointerpretation and ground truth. Partial mosaics of these images were inserted in the software SPRING 3.6.03 creating a Geographic Information System (GIS). High resolution aerial photographs (approximately 0.75 meters per pixel) provided information directly related to intertidal habitats and saltmarsh zonation structure. Salt marshes occupy approximately 72 km^2 of intertidal zones, with creeks-mud flats, low marshes and mid-high marshes represent 5.3%, 1.5% and 93.2% of the total area, respectively. This low cost technique of airborne survey easily identified anthropic perturbations on salt marshes structure. High scale maps (1:5000) can be created through this GIS integrating scientific database that can support management and conservation actions as well as the planning of future researches.

Palavras-Chave: marismas, fotografias aéreas, SIG.
Key words: salt marshes, aerial photographs, GIS.

1. INTRODUÇÃO

Marismas são ambientes intermareais recobertos por plantas herbáceas adaptadas ao alagamento periódico por águas salinizadas (Costa 1998a). No Brasil, marismas dominam a paisagem de margens sedimentares em estuários, lagunas e baías dos estados de Santa Catarina e do Rio Grande do Sul. Estes ambientes também constituem importantes hábitats em grandes extensões de zonas costeiras tropicais (Costa & Davy 1992, Costa 1998a), onde limitações de dispersão ou pelo estresse de hipersalinidade previnem a colonização por árvores de mangue.

As marismas apresentam uma heterogeneidade espacial relacionada com a altura topográfica e consequente tempo de submersão/exposição do sedimento (Costa 1998b, Costa et al. 2003). Planos de lama, planos vegetados, canais e poças-de-maré oferecem proteção e alimento para a fauna local, servindo como zona de criação para peixes, moluscos e crustáceos, muitos de importância comercial (Costa et al. 1997). A abundância de terras úmidas em regiões estuarinas está fortemente correlacionada com a captura regional de pescado (Day et al. 1989). Importantes funções de alta produtividade primária (Costa 1998d) e proteção da costa contra processos erosivos estão em parte ligadas a ação das marismas como retentoras de sedimento (Costa 1998a).

As marismas do estuário da Lagoa dos Patos (RS, 32º S; 52º W) (Figura 1) são irregularmente alagadas por águas com salinidade variável (Costa 1998b, 1998c), devido a pequena oscilação de maré e importância dos ventos e da precipitação pluviométrica na hidrodinâmica do extenso sistema lagunar Patos-Mirim (Seeliger & Costa 1998).

A partir do levantamento aerofotogramétrico de 1975, efetuado pelo DAER, Costa et al. (1997) estimaram a extensão das marismas do estuário da Lagoa dos Patos em cerca de 70 km^2, entretanto pouca informação sobre a estruturação espacial destes ambientes pode ser obtidas das fotos preto e branco disponíveis na época.

Nos últimos 150 anos, as marismas do município de Rio Grande têm sido gradativamente destruídas, aterradas e transformadas em área urbana (Seeliger & Costa 1998). Fatores como o aumento populacional do município, a ocupação das margens do estuário, a constante expansão portuária e, mais recentemente, a construção de viveiros de cultivo são ameaças crescentes às marismas remanescentes do estuário da Lagoa dos Patos.

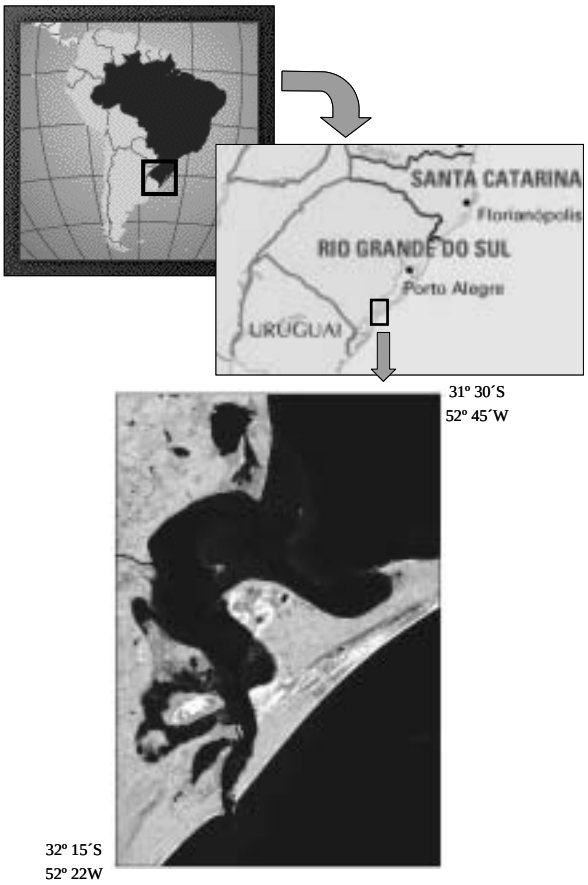

Figura 1. Localização da área de estudo, o Estuário da Lagoa dos Patos (RS, Brasil).

2. OBJETIVOS

O principal objetivo desse trabalho foi criar uma base de dados georreferenciada dentro do ambiente de Sistema de Informação Geográfica contendo um mapeamento temático detalhado do ambiente das marismas do estuário da Lagoa dos Patos, RS - Brasil. Este SIG contribuirá para ações de manejo e de conservação desse ecossistema, bem como planejamento de pesquisas futuras.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Aquisição e registro das aerofotografias

Entre o período de 26/09/2000 e 19/12/2001, como parte do Programa de Pesquisas Ecológicas de Longa Duração (PELD/CNPq – www.peld.furg.br), foram realizadas 64 linhas de vôo a 5000 pés de altitude (1666 m) ao longo das margens e ilhas do estuário da Lagoa dos Patos para a aquisição das fotografias aéreas digitais 35 mm no modo infravermelho, que ao todo somaram 690 imagens com sobreposição longitudinal de 40 a 50% entre cada uma.

O sistema utilizado para a aquisição e registro das imagens foi o "Airborne Data Acquisition and Registration" (ADAR) System 1000. O ADAR utiliza uma câmara NIKON N90 e um sistema CCD da KODAK que gerou aerofotos digitais no modo infravermelho próximo com dimensão de 2036 x 3060 pixels. A 5000 pés a resolução aproximada é de 0,75 mpp (metros por pixel). O modo infravermelho foi escolhido por diferenciar melhor corpos d'água (e.g. canais de maré) e o estado fenológico da vegetação. Cada fotografia cobriu uma área média de 3,5 km^2 (1,527 x 2,295 km). A aeronave utilizada foi um Cessna 182 - SKYLANE.

3.2 Processamento das imagens

Somente a parte central de cada fotografia foi proveitada para diminuir o efeito de borda. Todas imagens tratadas, salvas em formato .jpg, foram mosaicadas em grupos de 5 a 10 fotografias com base nas linhas de vôo. Pontos de coordenadas UTM foram coletados em campo ao longo de cada mosaico com o aparelho eTrex da GARMIM. O datum utilizado foi o SAD'69 (South American Datum).Os mosaicos foram georreferenciados utilizando o programa de domínio público Spring 3.6.03 (Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas) (Câmara et al. 1996) www.dpi.inpe.br/spring/ Problemas no planejamento e/ou na realização das linhas de vôo, ocasionaram na cobertura fotográfica "buracos de vôo". Utilizou-se fotografias aéreas digitalizadas (Scanner HP ScanJet 6100C) de aerolevantamentos antigos (Fotografias preto e branco de 1996 e 1947) para reconstituição de tais falhas.

3.3 Mapeamento das marismas

O mapeamento das marismas consistiu na digitalização e associação dos polígonos referentes às 3 classes temáticas (CT´s) detectáveis nas aerofotografias: Canais, poças de maré e planos de lama (CT 1); marismas baixas (CT 2); marismas médias / altas (CT 3).

Estas classes temáticas equivalem a hábitats bem definidos dentro das marismas (Costa 1998b, Costa et al. 1997, 2003) e diferenciados fisicamente por ocuparem diferentes níveis topográficos e possuírem distinta cobertura vegetal dominante (Tabela 1). As marismas do estuário foram divididas em 25 unidades espacialmente distintas (Costa et al. 1997), o que permite uma melhor organização e apresentação dos dados. A área de canais e poças de maré, incluindo planos de lama, bem como as áreas de marismas baixas de cada unidade foram divididas pela sua área total para se obter, respectivamente, as proporções de habitats aquáticos e de marismas baixas em cada uma das unidades. Intervenções antrópicas que resultaram na remoção da vegetação foram possíveis de ser fotointerpretadas e mapeadas.

Tabela 1. Classes temáticas (CT) caracterizadas no mapeamento das marismas do estuário da Lagoa dos Patos. Os níveis topográficos de cada CT, em relação ao NMA (Nível Médio da Água), e respectivas freqüências de alagamento também são apresentados. Modificado de Costa et al. (1998b, 2003).

CLASSES TEMÁTICAS	NÍVEL (m) NMA	ALAGAMENTO (% tempo)
CT1	0,00 a – 0,50 m	40 – 100 %
CT2	+ 0,10 a – 0,50 m	40 – 80 %
CT3	+ 1,20 a + 0,10 m	1 – 40%

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A fotointerpretação das fotografias aéreas digitais de 2000-2001 permitiu caracterizar 72,17 km^2 (Tabela 2) de área de marismas (Figura 2).

As marismas do Estuário da Lagoa dos Patos são compostas por 3,9 km^2 (5,26%) de Canais e poças de maré, 1,1 km^2 (1,52%) de Marisma baixa e 67,28 km^2 (93,22%) de Marisma média/alta. Proporções de habitats aquáticos e marismas baixas são mais significantes em unidades da porção sul do estuário.

Tabela 2. Código (C) das unidades de marismas (Costa et al. 1997), proporções de hábitats aquáticos (%HA) e de marismas baixas (%MB) sobre a área total de cada unidade (AT). 1. Primeiro Pontal SJN, 2. Segundo Pontal SJN, 3. Ponta dos Pescadores, 4. Farol SJN, 5. São José do Norte, 6. Saco do Mendanha, 7. Ilha dos Ovos, 8. Ponta Rasa, 9. Sarangonha, 10. Lagoinha (Molhe Oeste), 11. Ilha do Terrapleno, 12. Saco da Mangueira (N), 13. Lagoa Verde – Ponte Preta, 14. Saco da Mangueira (S), 15. Vilas, 16. Ilha da Pólvora (região), 17. Saco do Justino, 18. Ilha do Machadinho, 19. Quinta, 20. Povo Novo, 21. Ilha dos Marinheiros (Norte), 22. Ilha dos Marinheiros (Sul), 23. Bocas, 24. Ilha da Torotama, 25. Saco do Silveira.

C	%HA	%MB	AT (km^2)
1	9,46	-	0,09
2	0,79	9,65	0,10
3	8,08	-	0,36
4	8,77	69,07	0,28
5	9,64	76,90	0,58
6	7,75	-	0,97
7	-	-	0,12
8	0,84	-	0,35
9	Desconsiderada		
10	33,30	3,19	0,29
11	2,34	12,16	0,24
12	-	-	0,13
13	15,84	0,06	3,57
14	-	-	0,11
15	-	34,52	0,02
16	5,95	13,02	1,00
17	3,28	-	1,23
18	14,62	0,13	9,70
19	1,09	1,17	0,99
20	1,19	-	1,74
21	3,52	8,81	1,53
22	1,15	5,35	0,44
23	15,25	4,20	2,06
24	2,24	-	43,25
25	1,28	-	3,01
TOTAL			72,17

Foram detectadas escavações de canais transversais às margens do estuário sobre diversas unidades de marismas, a exemplo da unidade 23 a qual pertence a localidade conhecida como “Bocas” (Figura 3). Muitas destas estruturas são antigos canais de acesso para pequenas embarcações (já presentes em 1947). Escavações recentes de viveiros para aquicultura foram detectadas em áreas de marismas contrariando a legislação ambiental.

A alta resolução das fotografias aéreas permitiram a fotointerpretação e o mapeamento de feições de até 3 metros de largura, como no caso de muitos canais de maré que meandram até as partes mais internas das marisma. Cartas de alta escala (1:5000) podem ser geradas para fins específicos, como por exemplo, o manejo e conservação das marismas.

Nogueira & Costa 2003, utilizando essa base de dados temáticos associada aos diferentes níveis topográficos dos planos intermareais, avaliaram a vulnerabilidade das marismas de serem recobertas por manchas de óleo oriundas de derrames acidentais.

Estudos multitemporais mais específicos sobre as marismas podem ser feitos também utilizando a ferramenta de Sistemas de Informação Geográfica, inclusive com aerolevantamentos futuros que poderão ser feitos utilizando novamente o ADAR 1000, os quais poderão revelara ao longo do tempo aspectos relacionados com alterações naturais ou de ordem antrópica sobre a estrutura desses ambientes.

5. CONCLUSÕES

O sistema de aquisição digital de aerofotos ADAR 1000 foi capaz de identificar hábitats das marismas estuárinas localizados em diferentes pisos intermareais, além detectar alterações antropogênicas da estrutura espacial.

A criação de um Sistema de Informação Geográfica, bem como o mapeamento temático detalhado das marismas do Estuário da Lagoa dos Patos temático pode servir como base para ações de manejos e conservação desses ambientes.

A metodologia adotada atingiu os objetivos de um mapeamento temático, não se tratando de material cartográfico de precisão.

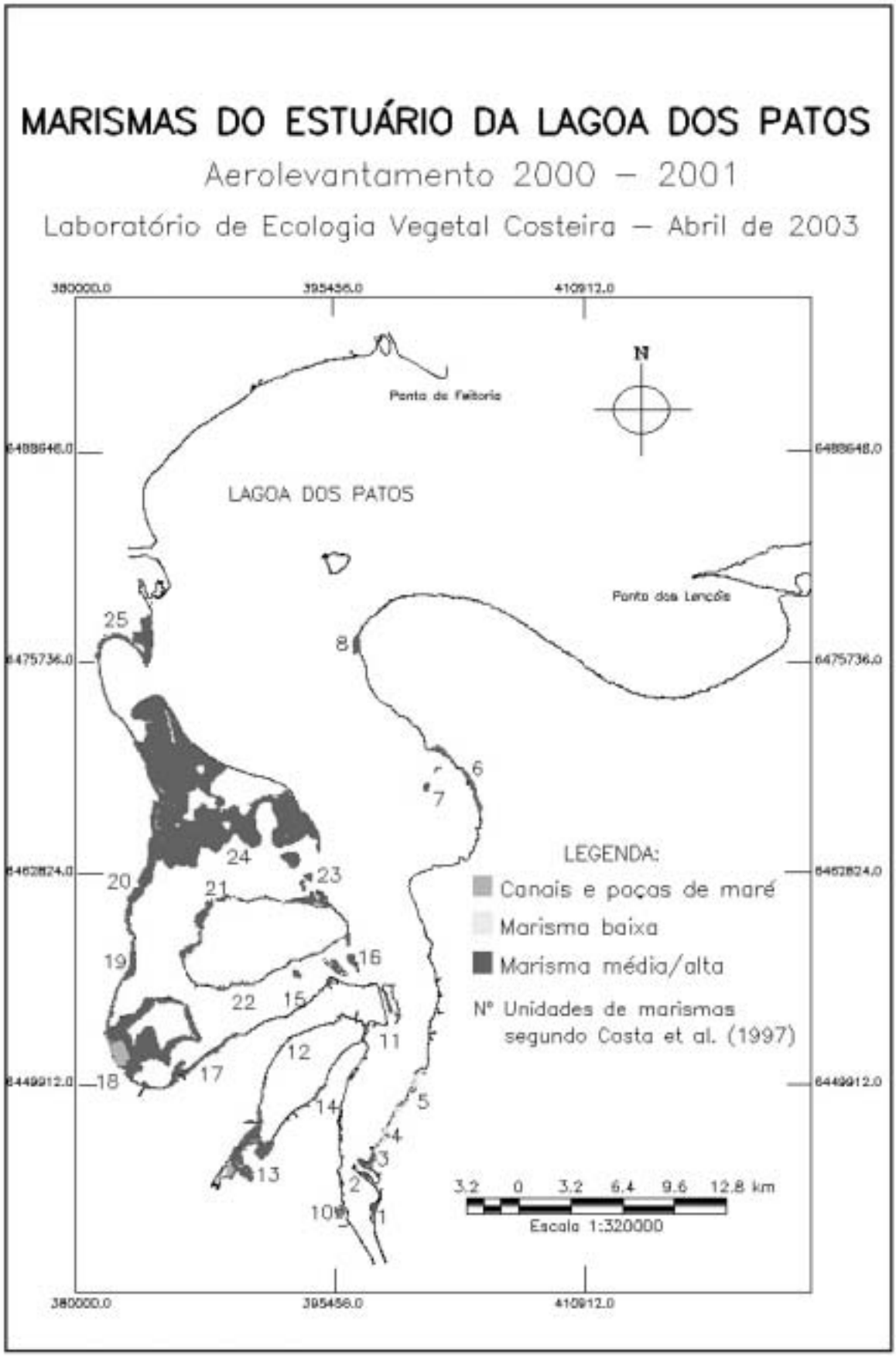

Figura 2. Mapa temático das marismas do estuário da Lagoa dos Patos; unidades segundo Costa et al. (1997).

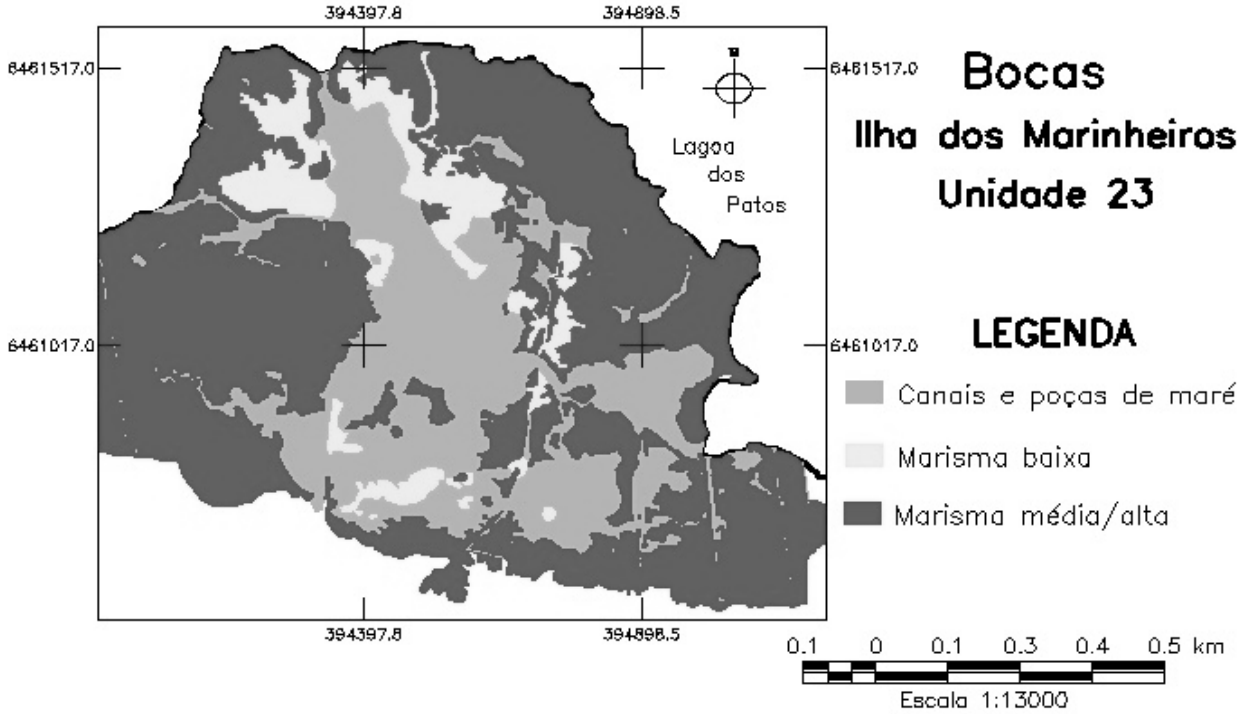

Figura 3. Exemplo de fotointerpretação. Mapa da localidade das "Bocas" caracterizando áreas vegetadas e não vegetadas de marismas. Canais naturais (sinuosos) e artificiais (escavados transversalmente as margens), por onde circulam pequenas embarcações de pescadores e agricultores, podem ser identificados.

AGRADECIMENTOS

O aerolevantamento foi realizado com recursos do Programa de Pesquisas Ecológicas de Longa Duração (PELD/CNPq), Proc.N.520188/98-5. R.X.S.N. agradece a Agência Nacional do Petróleo (ANP) pelo apoio na forma de uma bolsa de iniciação científica no Programa de Recursos Humanos Nº 27.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CAMARA, G., SOUZA, R.C.M., FREITA, U.M., GARRIDO, J. 1996. "SPRING: Integrating remote sensing and GIS by object-oriented data modelling". Computer & Graphics, 20: (3) 395-403, May – Jun.

COSTA, C.S.B. 1998a. A função das marismas na qualidade ambiental costeira. Anais do IV Simpósio de Ecossistemas Brasileiros. 02-07/04/1998. Volume 5. Publicação ACIESP n 104. São Paulo, ACIESP, 162-172.

COSTA, C.S.B., 1998b. Plantas de marismas e terras alagáveis. In: Os Ecossistemas Costeiro e Marinho do Extremo Sul do Brasil (Seeliger, U., Odebrecht, C. & Castello, J.P. Eds.). Cap. 4.4. Rio Grande, Editora Ecoscientia, 25-29.

COSTA, C.S.B. 1998c. Marismas irregularmente alagadas. In: Os Ecossistemas Costeiro e Marinho do Extremo Sul do Brasil (Seeliger, U., Odebrecht, C. & Castello, J.P. Eds.). Rio Grande, Editora Ecoscientia, 82-87.

COSTA, C.S.B. 1998d. Production ecology of Scirpus maritimus in southern Brazil. Ciência e Cultura (SBPC), 50 (4): 273-280.

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., MARANGONI, J.C & AZEVEDO, A.M.G. 2003. Plant zonation in irregularly flooded salt marshes: relative importance of stress tolerance and biological interactions. Journal of Ecology, 91(5). No prelo.

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.

DAY, J.W., HALL, C. A. S., KEMP, W. M. and YÁÑES-ARANCIBIA, A., 1989 (Eds.). Estuarine Ecology. New York. John Wiley & Sons. 558p.

NOGUEIRA, X.S.N. & COSTA, C. S. B. SIGMAR: aplicação e análise de sensibilidade das marismas a derrames de óleo. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 11., 2003, Belo Horizonte. Anais XI SBSR, São José dos Campos: INPE, 2003. p. 1617 – 1619. CD ROM.

SEELIGER, U. & COSTA, C.S.B. 1998. Impactos naturais e humanos. In: Os Ecossistemas Costeiro e Marinho do Extremo Sul do Brasil (Seeliger, U., Odebrecht, C. & Castello, J.P. Eds.). Cap. 10. Rio Grande, Editora Ecoscientia, 219-226.