

**CARACTERIZAÇÃO DE AMBIENTES PALUDAIS DA PLANÍCIE COSTEIRA DO
RIO GRANDE DO SUL EM IMAGENS ORBITAIS TM/LANDSAT 5**

Dejanira Saldanha Frantz
Clovis Carlos Carraro
Roberto Verdum
Mary Anne Torres Garcia

Instituto de Geociências
Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Caixa Postal 15001, 91500 - Porto Alegre, RS, Brasil
Centro Estadual de Pesquisa em Sensoriamento Remoto e Meteorologia
Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Caixa Postal 15004, 91501 - Porto Alegre, RS, Brasil

RESUMO

Imagens TM do satélite Landsat 5 foram utilizadas na caracterização de um ambiente paludal propício à geração de depósitos turfáceos, nas cabeceiras do Rio Gravataí, localizado na região metropolitana de Porto Alegre, RS. A imagem analisada (221/81-B, WRS) é da data de 24.01.86.

Foram testados os seis canais da porção refletida do espectro eletromagnético submetidos, primeiramente, a correções radiométricas e atmosféricas para posterior realçamento por ampliação linear de contraste, divisão de canais e componentes principais no Analisador de Imagens Multiespectrais I-100 do INPE. Geraram-se imagens com melhores características de contraste do ambiente analisado e o restante da cena.

Dos tratamentos de realce utilizados, as composições coloridas a partir de canais ampliados linearmente e imagens geradas por divisão de canais mostraram os melhores resultados. As imagens puderam ainda ser utilizadas para definir um certo zoneamento interno no ambiente estudados através do comportamento diversificado da vegetação, podendo indicar as regiões mais propícias para a acumulação de matéria orgânica geradora de depósitos turfáceos.

ABSTRACT

TM orbital images from satellite Landsat 5 have been used in the characterization of a paludal environment in which peat deposits are found. These are located in the upper part of the Gravataí River within the metropolitan area of Porto Alegre, RS. These images were registered during a very dry summer season at Jan 24th, 1986.

Six channels of the electromagnetic spectrum reflected portion have been tested. At first, radiometric and atmospheric corrections were applied and then the following algorithms were applied by means of a GE-Image-100 System for image enhancement: contrast stretch, band ratio, principal components and colored compositions.

The best enhancement process used was the colored compositions formed by bands with contrast stretch and band ratio. In this analysis there is a high correlation between the natural compartments and the units limited on the images. Furthermore, a zonation in the vegetation can be seen in the peat deposits due to its diversified structure. This criterium has been found useful in the identification of regions of high organic matter concentration.

1. INTRODUÇÃO

A utilização de imagens de satélite na caracterização ambiental torna-se cada vez mais relevante, uma vez que as informações por elas transmitidas, referentes aos recursos naturais e as alterações causadas pelos homens, podem fornecer uma visão sinótica e temporal dos ambientes.

Sob tais aspectos, este trabalho consiste na avaliação de imagens orbitais TM para a caracterização e definição de áreas alagadiças do tipo banhado interiorizado e na definição de depósitos enriquecidos em matéria orgânica.

O ambiente pesquisado originou-se através do assoreamento contínuo de uma paleolaguna isolada do mar por uma bar-

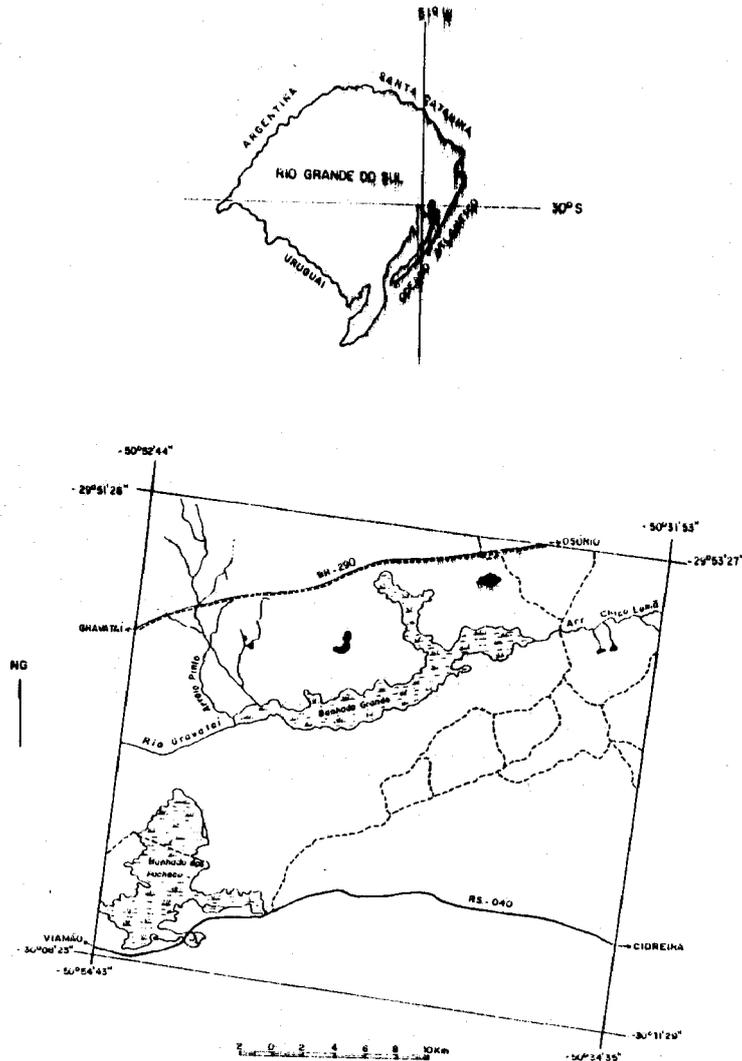


Fig. 1 - Localização da área de estudo

reira arenosa de idade pleistocênica de nominada Barreira das Lombas. Esta bacia de acumulação com relevo de gradiente extremamente baixo, possui drenagem pouco efetiva, dificultando o escoamento das águas e propiciando uma elevada taxa de umidade. A umidade anômala ocasiona o crescimento abundante de uma comunidade florística diferenciada, que em condições físico-químicas peculiares, impede a degradação da matéria orgânica gerada e disponível. Aliado a este fenômeno, o pequeno aporte de material inorgânico, em alguns locais, propiciou a concentração da matéria orgânica em decomposição, permitindo a geração dos depósitos turfáceos.

A área situada nos municípios de Viamão e Gravataí, localizando-se a leste da cidade de Viamão, da qual dista cerca de 2Km. O acesso é feito por estradas vicinais partindo-se das rodovias RS40 e BR290, que cortam a área no sentido leste-oeste nas porções sul e norte, respectivamente (Fig. 1).

A localização da área pesquisada reveste-se de importância devido ao seu

aspecto ambiental, visto que, estes terrenos alagadiços constituem ecossistemas, cujo bioto representa a base da cadeia alimentar, tornando-se a origem da matéria orgânica particulada e em suspensão. São locais de altíssima produtividade biológica, onde há origem e sustento de toda uma fauna aquática, zonas de pouso, nidificação e hibernação de uma ampla variedade de aves. Soma-se ainda, a importância social, já que, como banhados que formam as cabeceiras do complexo fluvial do Rio Gravataí, funcionam como manancial cujo balanço hídrico, armazenando água na cheia e devolvendo na estiagem, torna-se vital a uma região densamente povoada.

A área assentada em uma planície alongada segundo NE, em cujo interior situam-se os banhados denominados Grande, Chico Lomã e Pachecos, que não possuem contornos nítidos e têm sofridos modificações em seus limites pela intensa atividade agrícola aí desenvolvida. A monocultura do arroz como atividade preponderante, necessita da ação reguladora da vazão de água, ocasionando drenagem des

tas áreas. Canais e barragens tem sido construídos ao longo dos últimos anos reduzindo a área dos banhados. A região alagada original, possivelmente representada por um único banhado, teve seu aspecto e dimensões modificadas em dois banhados independentes. Segundo dados do DNOS, os banhados ocupavam originalmente uma extensão de 450 Km². Devido a drenagem, em 1970, a região de abrangência das áreas brejosas limitava-se a 138 Km² e, em 1975, o Banhado Grande compreendia somente 50 Km² em sua porção leste, recebendo a drenagem de 780 Km² da bacia fluvial das cabeceiras do Rio Gravataí. A sudoeste, na região denominada Banhado dos Pachecos, a área é de cerca de 20 Km².

2. METODOLOGIA

Este trabalho baseou-se na análise da imagem TM/Landsat 5, referente a órbita 221, ponto 81, quadrante B de 24 de janeiro de 1986. Durante este período ocorreu forte estiagem no RS, ressaltando as diferenças ambientais, na medida que as zonas alagadiças preservam mais a umidade em relação às unidades arenosas adjacentes.

Como material de apoio foram utilizados: a) imagens fotográficas, escala 1:100000, canais 5 e 7 e composição colorida falsacor 2, 3 e 4; b) Folhas SH-22-Z-A-II e SH-22-X-C-V, do SGE, escala 1:100000, denominadas Passo do Vigário e Gravataí; c) Folhas do SGE escala 1:50000, denominadas Passo do Vigário, Gravataí, Lagoa do Capivari e Santo Antônio da Patrulha. Além deste material, foram utilizadas fotografias aéreas pancromáticas, escala 1:20000, pertencentes ao DNOS, para localização em campo.

Foi executado, posteriormente, um levantamento de dados existentes sobre a área em estudo, cadastrando-se dados de geologia, geomorfologia, solos, vegetação e clima.

O trabalho desenvolveu-se conforme as seguintes etapas:

Análise Automática - localização da área de estudo e sua ampliação para escala aproximada de 1:120000 no vídeo do sistema GE-I-100. Localização nesta área, dos banhados e ampliação dos mesmos para escalas 1:50000 e 1:25000, em módulos 1 e 2 denominados, respectivamente, Banhado dos Pachecos e Banhado Grande. Implementação de realçamentos como ampliação linear de contraste e composições coloridas, para a área total e módulos. Realçamento por divisão de canais e componentes principais na área dos módulos, e composições coloridas das imagens então resultantes.

Cartografia dos temas - através dos dados obtidos da realidade física da área, foram obtidos mapas geológicos, de

solos, de vegetação. Na área do Banhado dos Pachecos, os dados coletados em perfurações, envolvendo espessura de camada de turfa, percentagem de cinza em base seca, poder calorífico, percentagem de voláteis e aspecto da camada superficial nos locais das perfurações, foram cartografados na escala 1:50000.

Interpretação Visual - os produtos obtidos no tratamento automático foram interpretados e correlacionados com os dados cartografados.

Trabalho de Campo - teve por objetivo o levantamento dos dados de vegetação atualizados e amostragem do material turfáceo em locais indicados pelas imagens. Foi feita uma avaliação da densidade de vegetação, uso do solo, nível d'água e registro fotográfico da área.

Interpretação Final - foi feita uma comparação entre os diversos tratamentos que as imagens originais sofreram no sentido de definir os locais mais favoráveis a ocorrência de depósitos biogênicos, os canais e programas que melhor demonstrariam o ambiente pesquisado.

3. QUADRO NATURAL DA ÁREA

3.1 - Aspectos Geológicos - a área selecionada para esta pesquisa situa-se no denominado Sistema Barreira/Laguna I do Atlas da Província Costeira do Rio Grande do Sul ou, conforme divisão geomorfológica de Villwock (1984), no sistema lagunar Guaíba-Gravataí. O primeiro grande evento de importância, para a deposição dos sedimentos que hoje afloram na Planície Costeira, foi a regressão pliocênica, responsável pela deposição de leques aluviais que bordejam as escarpas basálticas e a costa então exposta do conjunto Pré-Cambriano. Esta fácies (Te), que ocorre na porção NE da área (Fig. 2), representa uma franja de sedimentos caracterizados por conglomerados, arenitos mal cimentados e argila, caoticamente depositados. A fisiografia é representada por coxilhas suaves não evidenciando a morfologia original deste tipo de fácies que é cônica ou em leque.

A fácies Qbd1, representa uma barreira arenosa, constituída por cordões de paleodunas. Corta a área de estudo no sentido NE-SW como uma estreita faixa de relevo com aspecto coxilhado convexo e com altitudes que variam de 20 a 158m. O material constituinte é arenoso, bem selecionado, de composição quartzosa, com quantidades variáveis de silte e argila, inconsolidados, com aspecto maciço. Esta feição não possui estrutura homogênea, podendo se distinguir antigos canais de ligação da laguna com o mar.

A fácies Qpl ocorre na porção central da área estudada e representa os sedimentos lagunares mais antigos

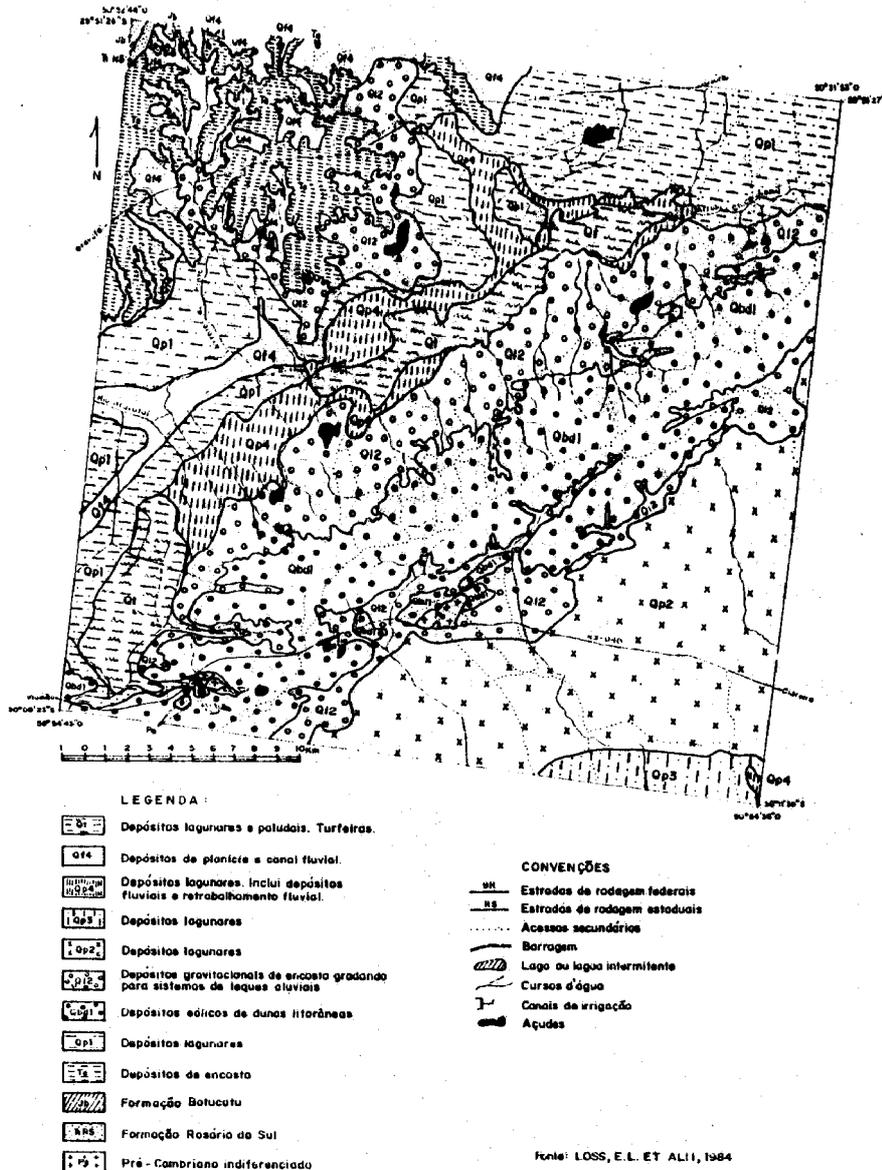


Fig. 2 - Mapa geológico da área de estudo

Província Costeira, indicando o antigo nível da lagoa isolada pela fâcies Qbd1. Esta fâcies tem uma composição areno(fina a muito fina)-siltico-argilosa, com sedimentos mal selecionados.

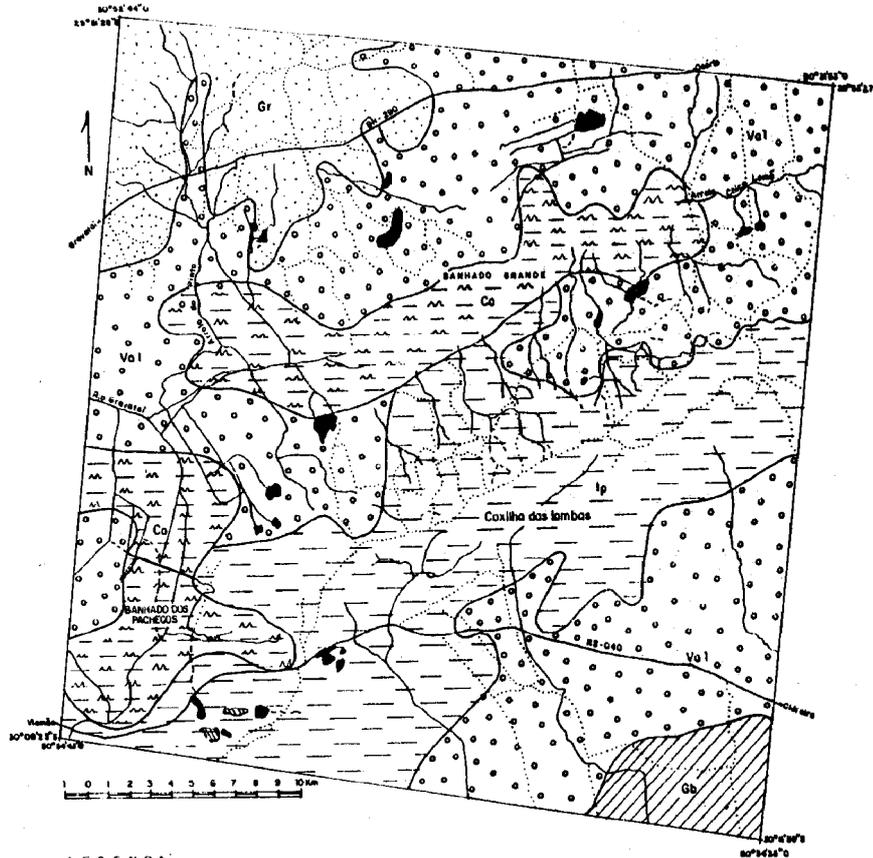
Fâcies Q12 está representada por sedimentos inconsolidados, maciços de composição areno-siltico-argilosa que bordeja os depósitos Te e Qbd1.

A fâcies Qp2 ocorre a SE da área e representa um terraço de origem lagunar, correspondendo ao segundo par transgressão-regressão.

Fâcies Qp4, terraço resultante da deposição lagunar que ocorreu devido a elevação máxima das águas durante a última transgressão ocorrida na Província Costeira e que marca o início do Holoceno. As variações faciológicas aí existentes, evidenciam uma deposição lagunar sob o evento transgressivo.

Fâcies Qt ocupando a porção central da bacia é representada por material turfáceo heterogêneo que está intercalado com os depósitos lagunares acima descritos. Esta fâcies, pode ser bem discriminada nas imagens de satélite analisadas e está disposta como dois corpos isolados e separados por sedimentos lagunares Qp4, mostrando uma heterogeneidade que depende da distribuição espacial da vegetação sobrejacente, do nível d'água existente à época do imageamento e das características do material acumulado.

3.2 - Solos - conforme "Levantamento de Reconhecimento dos Solos do Estado do Rio Grande do Sul", os solos existentes na área em estudo dividem-se em 5 unidades (Fig. 3).



LEGENDA

Solos com horizonte B textural e argila de atividade baixa (não hidromórfico)

Gravataí

Gr - Podzólico vermelho amarelo.

Ip - Podzólico vermelho amarelo abrupto.

Solos com horizonte B textural e argila de atividade alta (hidromórfico)

Vacacaí

Val - Planossolo

Solos pouco desenvolvidos e argila de atividade alta

Colégio

Co - Gleis húmicos eutróficos

Guaíba

Gb - Solos aluviais eutróficos e distróficos.

CONVENÇÕES

— EN — Estradas de rodagem federais

— RS — Estradas de rodagem estaduais

..... Acessos secundários

— Barragem

— Lago ou lagoa intermitente

— Cursos d'água

— Canais de irrigação

— Açudes

Fonle: MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, 1970.

Fig. 3 - Mapa de solos da área de estudo

Solo Gravataí (Gr) - podzólico vermelho-amarelo, textura média. Ocorre em relevo ondulado e o substrato compõe-se de sedimentos mal classificados. São solos profundos, porosos, bem drenados e suscetíveis à erosão. Pobres em matéria orgânica e em nutrientes disponíveis, com limitação de uso de implementos pela topografia. Coincide com as fácies Te.

Solo Colégio (Co) - gleis húmicos eutróficos, textura média, ocorre em locais de relevo plano e sobre substrato de terrenos recentes. São solos com má ou imperfeita drenagem, falta de aeração, porém com boas reservas de nutrientes disponíveis, não havendo problema de erosão. Há limitação quanto ao seu uso devido e aderência da argila, impedindo o uso de implementos, mas quando drenados, apresentam uso agrícola. Estão associados aos ambientes paludais.

Solo Itapoã (Ip) - podzólico, textura média, ocorre em relevo ondulado e o substrato compõe-se de arenitos. São solos profundos, bem drenados e altamente

suscetíveis à erosão, pobres em nutrientes e matéria orgânica, com pouca capacidade de retenção de água. Possuem limitação quanto ao seu uso, e coincide com a fácies Qbd1.

Solo Vacacaí (Val) - planossolo, textura média, ocupando porções de terreno com topografia plana e substrato de sedimentos aluviais recentes. São solos mal drenados, influenciados pela presença de água. Ácidos e pobres em nutrientes, não há problemas erosivos, mas com moderada falta de aeração, sendo limitado o uso de implementos pelo encharcamento existente. São aproveitados no plantio de arroz. Coincidem com solos encontrados sobre os terraços lagunares.

Solo Guaíba (Gb) - solos aluviais eutróficos e distróficos com textura indiscriminada. Estão sobre relevo plano coincidindo com os terrenos da Fácies Qp2.

3.3 - **Vegetação** - segundo levantamento elaborado pelo IBGE/SEPLAN (1986),

a área em estudo encontra-se no domínio das áreas de formação pioneira e de tensão ecológica. As áreas de formação pioneira são caracterizadas pela vegetação típica de primeiras fases de ocupação de novos solos, tais como, planossolos e solos aluviais, hidromórficos situados na Planície Costeira, revestindo rochas sedimentares, pouco consolidadas do Terciário, e sedimentos de origem colúvionas, lagunares eólicas e aluvionares do Quaternário. Cabe salientar que 78% destas áreas originalmente brejosas ou sujeitas à inundação periódica, encontram-se drenadas e transformadas em lavouras de arroz, embora na região dos Banhados Grande e dos Pachecos, por serem inaceitáveis, a associação vegetal característica foi mantida.

As áreas de tensão ecológica são representadas pela interpenetração de floras de duas ou mais regiões fitoecológicas. A Coxilha das Lombas, portanto, é uma área de tensão entre a região denominada savana e a região da floresta estacional. A savana predomina nos interflúvios de relevo conservado e solos rasos, representada por um tapete de gramíneas rizomatosas e hemicriptófitas remanescentes. A floresta estacional reveste os vales encaixados e as encostas das vertentes formadas pelas drenagens maiores, constituída principalmente pelas fanerófitas como guajuvira, angico, cabriúva e louro. O uso atual desta zona é de intenso aproveitamento agrícola intercalado com pecuária extensiva ou culturas cíclicas de soja, milho e outras.

No Banhado Grande há grande variedade de vegetais, com 154 espécies pertencentes a 116 gêneros de 60 famílias (Irgang, 1982), permitindo estabelecer a zonação da vegetação.

Circundando os banhados, observa-se a presença de campos úmidos, periodicamente inundados, com cotas um pouco mais elevadas, onde ocorrem predominantemente gramíneas, algumas ciperáceas e poucas leguminosas. Secundariamente destacam-se indivíduos isolados ou, às vezes, formando grupamentos de *Mimosa bimucronata* (maricá). No verão estes campos podem estar ocupados por arroz ou soja, que, em seu ciclo vital, estão na fase de crescimento, apresentando maior vigorosidade. As áreas sem plantio são cobertas por um tapete de gramíneas com baixa densidade, permitindo a visualização do solo. As áreas de plantio durante o inverno, estão praticamente descapadas, em preparação para o plantio seguinte ou em "descanso", quando recebem a denominação de resteva. Esta região circundante aos banhados apresenta o comportamento descrito para toda a área de estudo, enquanto a vegetação natural dos banhados difere, se comparados os banhados Grande e dos Pachecos.

Nas margens do Banhado Grande constatou-se a presença de ciperáceas, juntamente com vegetação aquática com hábito flutuante ancorada e emergente. Quando o nível d'água está mais elevado, formando extensos camalotais ocorrem os aguapés com hábito flutuante ancorado. Este tipo de vegetação com estrato predominantemente herbáceo, baixo e constituindo camalotais emergentes e não ultrapassando 50cm de altura, foi definido como banhado baixo. Em contraste, é também definido para o Banhado Grande o que Irgang (1982) denominou banhado grosso. Este pode ocorrer junto às margens ou mesmo em seu interior, circundado pelo banhado baixo. Nesta associação predominam as tiriricas, sarandis, craguats-do-banhado e gramíneas do tipo capim camalote ou *Thypa* sp. formando um estrato alto e denso de cerca de 2m de altura. Esta vegetação de elevada densidade torna-se quase sempre intransponível e o nível d'água, mesmo no verão, é mantido acima da superfície. Em meio a esta vegetação, ocorrem corticeiras isoladas ou em grupamentos e "capões" de árvores de porte com predominância de figueiras. Pode ser definida, ainda, para esta região, a mata paludosa de galeria, bastante densa, atingindo cerca de 7m de altura com representantes dos estratos arbóreos, das arvoretas, arbustivo e herbáceo.

Quanto ao Banhado dos Pachecos, foi constatado e cubado o depósito turfáceo de Águas Claras e as alterações causadas por drenagem e queimadas são mais pronunciadas, gerando uma vegetação secundária representada por um predomínio marcante de *Pteridium aguilinum* (samambaia água) invasora comum de solos degradados e ácidos. Onde a vegetação parece não ter sofrido tanta alteração, a associação vegetal é composta por *Blechnum imperiale* (samambaia), *Eriocaulon kunthii*, *Panicum aristella*, *Sphagnum* sp. e *Eryngium floribundum* (caraguatã), típicas de pântanos. Em outros locais deste banhado ocorre a predominância de ciperáceas com elevada densidade que, no verão, apresentam a floração como diferença marcante da época de inverno e, por vezes, há predominância de gramíneas como *Erianthus asper*. Nestes locais, normalmente ocorre um estrato de *Sphagnum* sp. forrando o substrato.

3.4 - Clima - em termos climáticos a Bacia do Rio Gravataí na qual a área estudada está inserida, pode ser considerada como uma unidade homogênea. As precipitações são relativamente bem distribuídas ao longo do ano, sendo a precipitação média anual de 1310mm. Segundo o sistema Koeppen, o clima é classificado como sendo do tipo Cfa, subtropical, com temperaturas médias do mês mais quente (janeiro) superiores a 22°C e, do mês mais frio (agosto), entre

TABELA I

BANDA	NcMínimo	NcMáximo	Média	Variância	NcPopuloso
1	0	255	74,1	74,93	73
2	0	146	35,97	44,28	38
3	0	255	37,14	157,81	35
4	0	162	78,33	286,37	80
5	0	255	107,24	1169,89	131
7	0	187	35,01	275,67	36

-3°C a 18°C. Apesar desta homogeneidade, de tempos em tempos, registram-se épocas de estiagem e enchente. Na época relativa à imagem a ser analisada neste trabalho, registrou-se um verão de pouca chuva, marcando um período de seca.

4. ANÁLISE E DISCUSSÃO DAS IMAGENS PROCESSADAS

4.1 - **Imagens com realce por ampliação de contraste e composição colorida:** A análise dos histogramas das imagens originais indica os parâmetros estatísticos da Tabela I.

Nestas imagens foi aplicada ampliação linear de contraste e, da análise conjunta dos 6 canais realçados, resultou a definição de quatro unidades na área de estudo. Unidade 1, correspondente a depósitos arenosos de origem eólica denominado Barreira das Lombas; Unidade 2, definida pelos depósitos lagunares situados a leste e a oeste da Unidade 1; Unidade 3, indicando os depósitos da Unidade 2 e; Unidade 4, representando os depósitos de talude de encosta que ocorrem a NW da área. Esta diferenciação baseou-se na discriminação espectral e o contexto textural das diferentes unidades geológicas e edáficas, como pode ser visto se comparada, a interpretação das imagens com os mapas geológico e de solo já apresentados.

Quando comparada as diversas bandas, a 5 é a que maior separabilidade apresenta entre as unidades. O contraste decorre das altas refletâncias das unidades cujo substrato é arenoso, em comparação com as baixas refletâncias que correspondem aos depósitos lagunares e a concentração de vegetação nos ambientes paludais, cujo substrato possui composição granulométrica fina, maior concentração de matéria orgânica e elevado teor de umidade. Nesta imagem é possível, também, a discriminação da vegetação em três comunidades vegetais, conforme intervalos de cinza. O primeiro está relacionado à vegetação rasteira de campo, de baixa densidade, com predominância de gramíneas, aparecendo em tons de cinza claro, devido à forte influência do solo que eleva, nesta banda, os valores de refletância. Estão incluídas nesta classe, os campos e as áreas de resteva de arroz. O segundo intervalo,

marcado por refletâncias mais baixas neste comprimento de onda, corresponde a vegetação decorrente do plantio (arroz e soja). O terceiro padrão cuja intensidade de cinza é intermediária aos dois primeiros, indica vegetação natural dos banhados aos quais os depósitos biogênicos estão associados. Por apresentar plantas com diversas estruturas foliares, diferentes estágios de crescimento e densidades variadas, o valor médio da refletância aumenta em relação ao segundo padrão.

A banda 4 possui a segunda maior variância tendo, no entanto, um comportamento espectral bastante diferenciado da banda 5. A discriminação das unidades torna-se difícil devido à alta refletância da vegetação, que neste canal, não contrasta com a elevada refletância dos solos arenosos. Aqui é mais fácil, porém, a delimitação de corpos d'água e de áreas cujo nível freático está aflorante.

O canal 7 mostra alta correlação com o canal 5, tendo, no entanto, níveis de cinza mais baixos, dificultando a análise visual.

As bandas da região visível (1, 2 e 3) possuem variâncias mais baixas, mostrando menor contraste na cena. Os limites das unidades espectrais são perceptíveis embora atenuados.

As imagens em escala maior, restritas aos banhados, foram analisadas, verificando-se diferenças internas nos mesmos. No canal 5, referente ao módulo 5 - Banhado dos Pachecos, pode-se perceber duas zonas com refletâncias distintas e um contato gradual entre ambas. A porção mais ao norte, com tonalidades mais claras, mostra maior influência do solo e uma vegetação mais seca. A vegetação é composta predominantemente por gramíneas (*Eryanthus asper*) com um tapete de *Sphagnum* sp.. A porção sul deste banhado coincide com uma zona mais úmida que, se comparada com a disposição espacial do material turfáceo, corresponde às maiores espessuras deste material. A vegetação nesta porção é bastante densa e composta essencialmente por ciperáceas e sphagnáceas. Estas duas zonas, cujas associações diferem, parecem demonstrar as diferenças internas do depósito. Quando as imagens são comparadas aos mapas de distribuição horizontal de

cinzas, poder calorífico e material volátil, podemos concluir que uma elevação no teor de cinza aumenta a resposta espectral, enquanto valores mais altos de poder calorífico, indicando turfa mais pura, possui refletâncias mais baixas. O contorno deste banhado, delimitado através desta imagem, coincide a grosso modo, com aquele definido nos mapeamentos e trabalhos de prospecção de turfa executados na área. Isto mostra que esta ferramenta pode ser utilizada, pelo menos em um primeiro momento, para a delimitação de regiões propícias a ocorrência deste bem mineral.

Quanto a banda 4, no Banhado dos Pachecos não foi possível estabelecer com clareza os limites do depósito. A alta refletância da vegetação não contrasta com os tons claros das unidades arenosas adjacentes. Este canal foi utilizado para localização de solos enriquecidos em matéria orgânica, porém alterados em seu aspecto original por areia, por terem refletâncias muito baixas. O canal 7 mostrou-se semelhante ao canal 5. Quanto aos canais 1 e 2, fica evidente a atenuação de contraste entre as áreas de banhado e de campo, sendo, no entanto, possível a delimitação do depósito. A banda 2 foi utilizada na diferenciação da vegetação.

No Banhado Grande (Módulo 2) a banda 5 é importante, tendo em vista ressaltar a variação interna da vegetação, sendo bem marcada a transição entre campos e banhados. Não há dados de pesquisa de turfa neste banhado mas por comparação com o Banhado dos Pachecos, pode-se inferir que esta região é propícia à acumulação de matéria orgânica. Foi amostrado um ponto, nas margens deste banhado, comprovando a existência de turfa, sendo, porém, pouco representativo para toda a área. Pode-se perceber nas imagens a zonação interna da vegetação deste banhado como descrito por Ir-gang (1982).

Com a finalidade de compor imagens coloridas e outros programas de realçamento foram selecionados conjuntos de bandas visando o uso de determinados canais com maior quantidade de informação e eliminando a redundância de dados, inerentes ao sistema imageador. Foi feita amostragem das unidades espectrais e os dados de níveis de cinza médio e mais populoso, permitiram a construção de "curvas espectrais" que evidenciaram as bandas 5, 4 e 7 como as mais indicadas, por possuírem maior poder de separação entre as unidades. Foi aplicado, também, o programa Seleção de atributos no Sistema SITIM-150 do CEPSSM, para, através de características estatísticas das imagens, auxiliar na escolha dos canais para aplicação dos programas subsequentes. A seleção apontou os conjuntos das bandas 3, 4, 5 e 7; 2, 4, 5 e 7 e 1, 4,

5 e 7, como os que maximizam as informações.

Composições coloridas da área total que melhor resultado ofereceu foram: 2-4-7 e 4-5-7. A imagem 2B4R7G, manifesta com clareza as diferenças espectrais das comunidades vegetais, e atestam com maior clareza as interpretações feitas quando da análise dos canais em separado (Fig. 4).

Quanto as composições coloridas dos banhados, em escala maior, foi selecionada a composição 3B4R5G para o Banhado dos Pachecos e a composição 2B4R5G, para o Banhado Grande. Estas composições facilitaram a análise e diferenciação da vegetação, principal indicador do ambiente pesquisado.

4.2 - Imagens com realce por divisão de canais e composições coloridas: Este tratamento ficou restrito às áreas de banhado. As imagens resultantes do processo de divisão são: 7/1, 5/2 e 4/3.

A imagem 7/1 deu boas indicações do grau de umidade das zonas internas no banhado. A imagem 5/2, forneceu dados de vegetação diversificada, enquanto a 4/3 forneceu dados de densidade de vegetação.

A interpretação das composições coloridas destas imagens levou a uma subdivisão do Banhado Grande em Quatro com partimentos: cabeceira a norte, porção mediana, porção NE e porção SW. É possível inferir que as porções medianas e SW apresentam maior perspectiva à pesquisa sistemática de turfa, por apresentarem maior grau de umidade e maior densidade de vegetação. A porção NE deste banhado, destaca-se por seu comportamento espectral bastante diferenciado do restante do banhado. Esta zona foi ampliada para escala aproximada de 1:25000 indicando, ser alvo sem vegetação e com presença de solos argilosos com matéria orgânica decomposta, com pouca probabilidade de presença de turfas.

Quanto ao Banhado dos Pachecos, esta composição colorida parece indicar que a sua porção sul, cuja biomassa é mais proeminente, apresenta condições de depósitos biogênicos mais puros, o que corresponde às pesquisas executadas.

4.3 - Imagens com realce por componentes principais e composições coloridas: Esta técnica de realce foi testada com o objetivo de avaliar se a mesma permitia a obtenção das informações até aqui adquiridas, tendo sido reduzida a dimensionalidade dos dados sem perda de informação. O conjunto das bandas 2-3-4-5 foi considerado o que melhor discrimina o ambiente analisado. A análise deste processamento se deu, basicamente, na composição colorida gerada pelas três primeiras componentes. De um modo geral, esta técnica não otimizou as informa-

ções de cada imagem original. Houve uma certa homogeneização dos alvos com cobertura vegetal. Sendo a cobertura vegetal, através de sua diferenciação, um dos melhores indicativos para a caracterização deste ambiente, este procedimento não se torna aconselhável.

No que se refere à área do Banhado Grande, a imagem resultante mostrou-se discriminatória, permitindo distinguir as zonas consideradas mais propícias à ocorrência de matéria orgânica. Nesta imagem fica clara a separação entre solos arenosos da barreira e os solos argilosos e ricos em matéria orgânica, que são o substrato desta paleolaguna.

5. CONCLUSÕES

Neste trabalho foram obtidos dados expressivos que levaram a compreensão do meio onde depósitos biogênicos estão associados.

A análise inicial das imagens da área total de estudo para o estabelecimento de suas potencialidades de separabilidade das unidades naturais, como unidades espectrais distintas, foi perfeitamente satisfatória. As unidades naturais definidas por seus parâmetros geológicos, geomorfológicos, edáficos, de uso do solo e de cobertura vegetal, adquiridos em diversos mapeamentos setorializados, puderam ser perfeitamente identificadas nas imagens, arranjadas em quatro unidades, quais sejam: Unidade 1, Barreira das Lombas; Unidade 2, área de deposição lagunar; Unidade 3, depósitos paludais e Unidade 4, depósitos de talude de encosta.

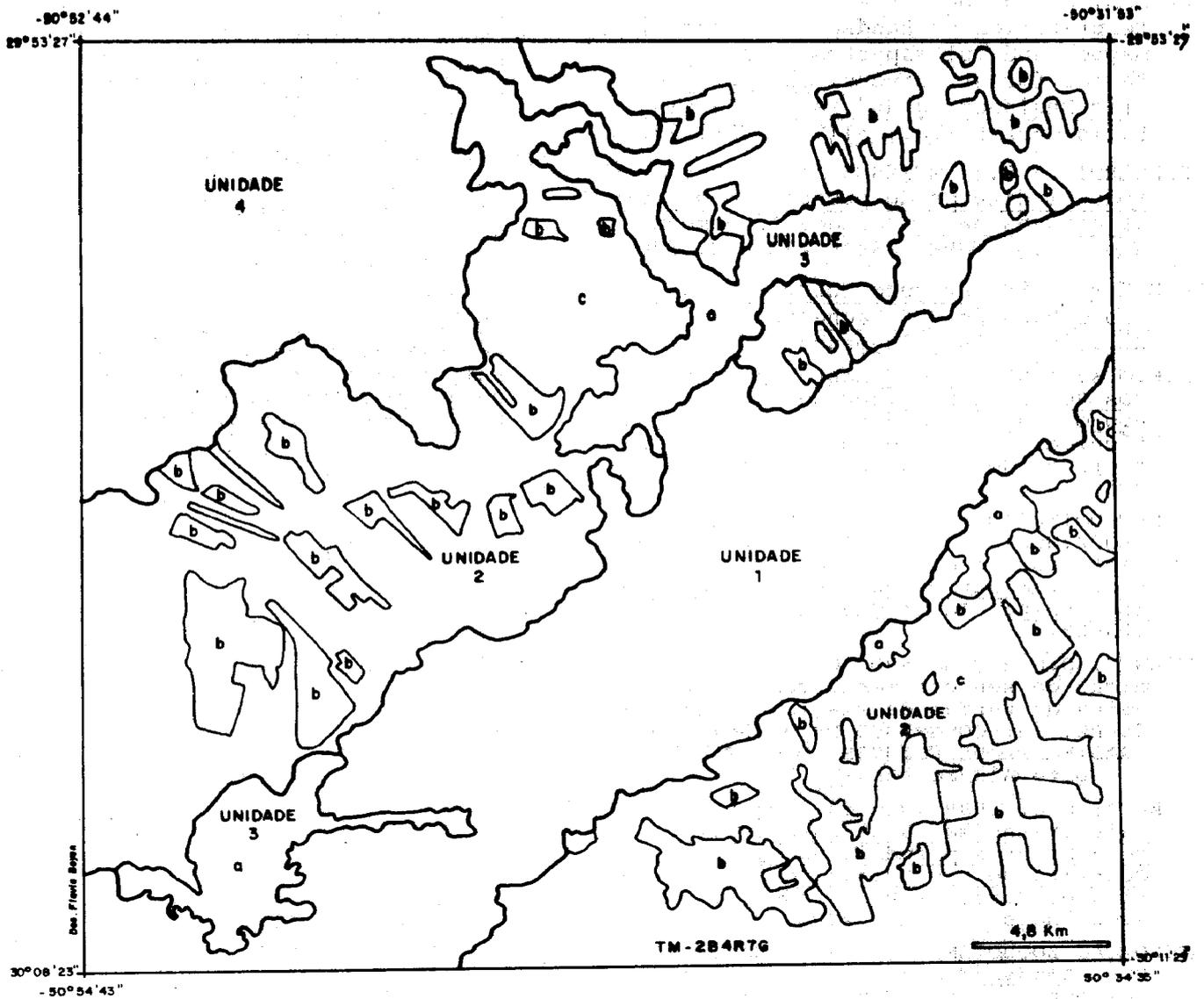
Nesta escala de trabalho, os tratamentos computacionais de melhoramento de

imagens originais implicaram em correções radiométricas, correções atmosféricas e realce por ampliação linear de contraste. A análise foi feita com base nas bandas individualizadas e através de composições coloridas. O comportamento dos alvos foi melhor visualizando e interpretado nas composições coloridas onde estão presentes um canal do visível (2 ou 3), um canal do infravermelho próximo (4) e um do infravermelho médio (5 ou 7).

O detalhamento do trabalho ficou restrito às áreas de banhado, estabelecendo-se dois módulos de trabalho. Módulo 1 - Banhado dos Pachecos, onde está inserido o depósito turfáceo de Águas Claras e Módulo 2 - Banhado Grande. Os tratamentos automatizados de realce foram: ampliação linear de contraste, divisão de canais e componentes principais, cujas imagens resultantes foram arranjadas em grupos de 3, originando composições coloridas.

No módulo 1, conclui-se que as informações básicas do depósito são repassadas através da vegetação que apresenta um zoneamento oriundo de diferentes associações vegetais, indicando aspectos composicionais do substrato diferenciado e, permitindo maior ou menor retenção de umidade.

Para a região do módulo 2, os resultados obtidos permitiram a delimitação de zonas que definem associações vegetais nestas áreas alagadiças, indicativas de concentração de matéria orgânica.



- LEGENDA**
- UNIDADE 1 - Depósitos Eólicos - Barreira dos Lombos
 - UNIDADE 2 - Depósitos Lagunares
 - UNIDADE 3 - Depósitos Paludais
 - UNIDADE 4 - Depósitos de Talude de Encosta
 - VEGETAÇÃO - a - vegetação natural dos banhados
b - vegetação de plantio (arroz e/ou soja)
c - vegetação rasteira de campo

FIG. 4 - INTERPRETAÇÃO DE IMAGEM TM-2B 4RTG DA ÁREA TOTAL DE ESTUDO

6. BIBLIOGRAFIA

- ARIENT, L.M. 1986. Evolução paleogeográfica da bacia do Rio Gravataí. Porto Alegre, Curso de Pós-Graduação em Geociências, UFRGS. 189p. Dissertação de Mestrado em Geociências.
- BENSON, A.S.; DeGLORIA, S.D. 1985. Interpretation of Landsat-4 thematic mapper and multispectral scanner data for forest surveys. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, Falls Church, Va., 51(9):1281-1289.
- BERNARDI, A.C.; MENESES, P.R. 1985. Métodos indiretos de prospecção de turfa através de sensoriamento remoto. São Paulo, INPE - 3416 PRE/682, 22p.
- C.P.R.M. 1983. Projeto Torres-Gravataí. Bloco Banhado dos Pachecos - Turfa. Relatório final de pesquisa. 58p.
- D.N.O.S. 1985. Planejamento Integrado dos Recursos Hídricos da Bacia do Rio Gravataí. Projeto de coordenação técnica Brasil-Alemanha. Estudos integrados de Bacias Hidrográficas. v.1, 143p.
- ERNST-DOTTAVIO, C.L.; HOFFER, R.M.; MROCZYNSKI, R.P. 1981. Spectral characteristics of wetland habitats. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, Falls Church, Va., 47(2):223-227.
- FRANTZ, D.S.; CARRARO, C.C. 1987. Técnicas de sensoriamento remoto na pesquisa de turfas da Planície Costeira do RS. In: CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS DO QUATERNÁRIO, I, Porto Alegre, Anais...
- FRANTZ; D.S. 1989. Uso de imagens orbitais TM-Landsat 5 na caracterização de ambientes paludais na Planície Costeira do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, Curso de Pós-Graduação em Geociências. UFRGS. 200p.
- FUNDAÇÃO ZOOBOTÂNICA DO RIO GRANDE DO SUL. Amostragem de flora e fauna das nascentes do Rio Gravataí, RS, visando a emissão de um parecer sobre as condições bióticas da área, nos meses de março, abril e maio de 1983. Relatório final, Porto Alegre, 1983.
- IBGE/SEPLAN. 1986. Levantamento de recursos naturais. Folha SH.22 Porto Alegre e parte das folhas SH.21 Uruguaiana e SI.22 Lagoa Mirim. Rio de Janeiro, v.33, 791p.
- IRGANG, B.E.; LONGHI-WAGNER, H.M. 1979. Levantamento expedito da vegetação das turfeiras da região de Águas Claras, município de Viamão-RS. Departamento de Botânica, UFRGS. RS.
- IRGANG, B.E. 1982. Vegetação natural de banhado inclusive turfeiras, respectivamente como o Chico Lomã e a Turfeira de Águas Claras. Porto Alegre, MINTER-DNOS, 15ªDR (Relatório não publicado)
- LOSS, E.L. et alii. 1984. Mapa Geológico das folhas do Passo do Vigário e Lagoa do Capivari. In: CECO, ed. Atlas da Província Costeira do RGS. Porto Alegre, CECO/DGC. Instituto de Geociências, UFRGS.
- MINISTÉRIO DA AGRICULTURA. 1970. Mapa do Levantamento de Reconhecimento dos solos do Estado do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, Secretaria da Agricultura do Estado do Rio Grande do Sul.
- VILLWOCK, J.A. 1984. Geology of the Coastal Province of Rio Grande do Sul, southern Brazil. A synthesis. Pesquisas. Instituto de Geociências, UFRGS, Porto Alegre, 16:5-49.