

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

INSTITUTO DE PESQUISAS HIDRÁULICAS

**CARACTERÍSTICAS DE SOLO E VEGETAÇÃO, E PROPOSTA
DE MÉTODO PARA O DELINEAMENTO DE TERRAS ÚMIDAS
DO RIO GRANDE DO SUL**

EDUARDO GIOVANNINI

*Tese submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia
de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental da Universidade
Federal do Rio Grande do Sul como requisito parcial para a
obtenção do título de Doutor em Engenharia*

Orientador: Prof. Dr. David M. L. da Motta Marques

Banca Examinadora

Prof. Dr. Bruno E. Irgang (Departamento de Botânica – UFRGS)
Prof. Dr. Sidinei M. Thomaz (Universidade Estadual de Maringá – PR)
Prof. Dr. Adolfo O.N. Villanueva (IPH – UFRGS)

Porto Alegre, outubro de 2003

Apresentação

Este trabalho foi desenvolvido no Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental do Instituto de Pesquisas Hidráulicas (IPH) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), sob orientação do professor David M.L. da Motta Marques da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Agradecimentos

Agradeço ao CNPq pelo suporte financeiro e ao professor David M.L. da Motta Marques tanto pela orientação como por ter me proporcionado essa oportunidade.

Ao Centro Estadual de Sensoriamento Remoto, desta Universidade, pela colaboração no trabalho e pelo uso das imagens de satélite, em especial ao excelente colega Laurindo A. Guasselli e ao professor Jorge Ducati.

Ao Gabinete de Reforma Agrária e Cooperativismo, da Secretaria da Agricultura do Estado do Rio Grande do Sul, na pessoa de Ronaldo Aquino e de Paulo Schneider, pela permissão do uso de imagens de satélite.

Ao professor Alfonso Risso, do IPH, pela colaboração no uso das imagens de satélite.

Aos professores Bruno E. Irgang e Sonja Boechat pela colaboração na identificação das espécies vegetais.

À Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária (FEPAGRO), Divisão de Pesquisa e à equipe da unidade de Hulha Negra, pela gentil colaboração.

Ao Instituto Brasileiro de Meio Ambiente (IBAMA) e, especificamente à equipe da ESEC Taim.

Às bolsistas de iniciação científica Geruza Ramos Caron e Fernanda Helfer, e à equipe de campo: Antônio Ricardo Bueno, Cristófer Ramos Moreira e Vladimir Gerasca Felício, pelo auxílio.

Ao Laboratório de Análises, do Departamento de Solos da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, pela realização das determinações analíticas dos solos.

Ao professor Flávio Abreu de Souza, à época diretor do Centro Federal de Educação Tecnológica de Bento Gonçalves, instituição onde trabalho, pelo apoio para a realização desse curso.

À minha esposa Simone Gonçalves Teixeira Giovannini, por toda sua ajuda, grande colaboração, incentivo e apoio imenso e irrestrito.

Sumário

	página
Lista de Tabelas	
Lista de Figuras	
Epígrafe - "No Manantial" - João Simões Lopes Neto	
Resumo	
Abstract	
1. Introdução.....	1
2. Objetivos.....	3
3. Revisão Bibliográfica.....	4
3.1. Definições de Terras Úmidas.....	4
3.2. Legislação sobre Terras Úmidas (Banhados) no Rio Grande do Sul.....	10
3.3. Elementos Fundamentais de Terras Úmidas.....	14
3.4. Funções e Valores das Terras Úmidas.....	53
3.5. Usos das Terras Úmidas no Rio Grande do Sul.....	85
3.6. Sistemas Vigentes de Classificação de Terras Úmidas.....	99
3.7. Identificação e Delineamento de Terras Úmidas.....	111
4. Metodologias, Informações e Processos em Investigação.....	123
4.1. Escolha das Áreas Avaliadas.....	123
4.2. Identificação das Terras Úmidas.....	126
4.3. Classificação das Terras Úmidas.....	126
4.4. Delineamento Amostral (Coleta das amostras de solo e plantas).....	139
4.5. Determinações Analíticas.....	141
4.6. Delineamento.....	144
5. Resultados e Discussão.....	151
5.1. Identificação de Terras Úmidas.....	151
5.2. Classificação das Terras Úmidas.....	151
5.3. Classificação e Caracterização dos Solos.....	164
5.4. Identificação e Caracterização da Vegetação.....	173
5.5. Delineamento das Terras Úmidas.....	177
5.6. Proposta de Método para o Delineamento de Terras Úmidas do Rio Grande do Sul.....	203
6. Conclusões e Recomendações.....	205
6.1. Conclusões.....	205
6.2. Recomendações.....	208
7. Referências Bibliográficas.....	213

Lista de tabelas

Tabela	página
3.1. Principais classes de solos de várzea do Rio Grande do Sul e suas áreas absolutas e relativas.....	27
3.2. Espécies de gramíneas ocorrentes nos campos de várzea e banhados do Rio Grande do Sul.....	50
3.3. Funções das terras úmidas e seus valores.....	54
3.4. Hierarquia de classificação das terras úmidas e dos "habitats" aquáticos, subdivididos em sistemas, subsistemas e classes.....	103
3.5. Classes e subclasses regionais de terras úmidas.....	105
3.6. Comparação das classificações de Cowardin et al., EMAP e Hidrogeomórfica.....	106
4.1. Chave para sistemas.....	127
4.2. Chave para classes.....	128
4.3. Classificação das áreas úmidas de acordo com a Convenção de Ramsar - Tipo de zona úmida.....	129
4.4. Chaves para classes e subclasses regionais de terras úmidas.....	130
4.5. Esquema das principais características das classes de solo de várzea no Rio Grande do Sul.....	142
4.6. Método para Delinear Terras Úmidas.....	144
4.7. Chave para decisão de enquadramento de classes espectrais em tipos de cobertura de solo, visando identificação e delineamento de terras úmidas do Rio Grande do Sul.....	149
5.1. Classificação de dois banhados típicos do Rio Grande do Sul pelos métodos de Cowardin et al. (1979), Smith et al. (1995), Irgang (1999) e Ramsar (1999).....	156
5.2. Classificação dos solos das terras úmidas avaliadas.....	165
5.3. Características físico-químicas dos solos da área de terra úmida óbvia e terra não-úmida óbvia no Banhado do Taim, na profundidade de 0 a 20cm.....	167
5.4. Características físico-químicas dos solos da área de terra úmida óbvia e terra não-úmida óbvia no Banhado de Hulha Negra, na profundidade de 0 a 20cm.....	169
5.5. Espécies dominantes e acompanhantes em duas áreas de terras úmidas do Estado do Rio Grande do Sul.....	175
5.6. Espécie(s) dominante(s) e codominante(s) na terra úmida delineada no Banhado do Taim.....	187
5.7. Espécie(s) dominante(s) e codominante(s) na terra úmida delineada no Banhado de Hulha Negra.....	189
5.8. Variação das áreas delineadas na época seca, na época úmida e na sobreposição das mesmas, Banhado do Taim.....	197
5.9. Variação das áreas delineadas na época seca, na época úmida e na sobreposição das mesmas, Banhado de Hulha Negra.....	203

Lista de Figuras

Figura	página
3.1. Hidroperíodos generalizados para alguns ecossistemas de terras úmidas.....	16
3.2. Gráficos de nível de água e curvas de duração de profundidade para diversos tipos de ecossistemas de terras úmidas.....	17
3.3. Componentes do regime hídrico e hidroperíodo de terras úmidas.....	18
3.4. Modelo conceitual da importância do regime hídrico em um ecossistema de terras úmidas.....	19
3.5. Modelo de sucessão e fatores de perturbação (atividades humanas e processos naturais) causando mudanças em terras úmidas ao longo do tempo.....	21
3.6. Reação de nitrificação-denitrificação e cinética da perda de nitrogênio em solos alagados.....	25
3.7. Solos formadores da várzea arrozeira do Rio Grande do Sul.....	26
3.8. Ocorrência relativa dos solos nas várzeas e terras baixas do Rio Grande do Sul.....	28
3.9. Efeito geral do banhado sobre o fluxo de águas.....	61
3.10. Áreas de ocorrência de solos de várzea.....	87
3.11. Diagrama mostrando as relações entre os principais tipos de terras úmidas e "habitats" de águas profundas na paisagem.....	102
3.12. Cenários hidrogeomórficos típicos que favorecem o surgimento de terras úmidas.....	116
3.13. Corte esquemático de uma fronteira de terra úmida.....	119
4.1. Parte da Carta Geográfica Banhado do Taim - local avaliado.....	124
4.2. Parte da Carta Geográfica Hulha Negra - local avaliado.....	125
4.3. Esquema amostral para coleta de solo, vegetação e classificação de terras úmidas do Rio Grande do Sul (transectos)	140
5.1. Vista geral do Banhado do Taim, a partir da BR-471.....	153
5.2. Vista geral do Banhado de Hulha Negra, vendo-se ao fundo as coxilhas	155
5.3. Vista de parte da vegetação dominante no Banhado Hulha Negra, composta por <i>Scirpus giganteus</i>	165
5.4. Distribuição espacial dos valores de pH na área avaliada em Hulha Negra.....	171
5.5. Distribuição espacial dos teores de Alumínio na área avaliada em Hulha Negra.....	172
5.6. Vista das inflorescências de <i>Scirpus giganteus</i> , dentro do banhado de Hulha Negra.....	177
5.7. Vista de <i>Eryngium pandanifolium</i> tendo à frente uma moita de <i>Scirpus giganteus</i> , no limiar da parte mais úmida do banhado de Hulha Negra....	178
5.8. Delineamento de terra úmida no Banhado do Taim e pontos de amostragem de vegetação e solo.....	186
5.9. Delineamento de terra úmida no Banhado de Hulha Negra e pontos de amostragem de vegetação e solo.....	188
5.10. Classes de cobertura de solos durante a época seca, Banhado do Taim.....	194

5.11. Classes de cobertura de solos durante a época úmida, Banhado do Taim.....	195
5.12. Classes de cobertura de solos na interação época seca/época úmida, Banhado do Taim.....	196
5.13. Classes de cobertura de solos durante a época seca, Hulha Negra.....	200
5.14. Classes de cobertura de solos durante a época úmida, Hulha Negra....	201
5.15. Classes de cobertura de solos na interação época seca/época úmida, Hulha Negra.....	202

No Manantial

- Está vendo aquele umbu, lá embaixo, à direita do coxilhão?

Pois ali é a tapera do Mariano. Nunca vi pêssegos mais bonitos que os que amadurecem naquele abandono; ainda hoje os marmeleiros carregam, que é uma temeridade!

Mais para baixo, como umas três quadras, há uns olhos-d'água, minando as pedras, e logo adiante uns coqueiros; depois pega um cordão de araçazeiros.

Diziam os antigos que ali encostado havia um lagoão mui fundo onde até jacaré se criava.

Eu, desde guri conheci o lagoão já tapado pelos capins, mas o lugar sempre respeitado como um tremendo perigoso; até contavam de um mascate que aí atolou-se e sumiu-se com duas mulas cargueiras e canastras e tudo ...

Mais de uma rês magra ajudei a tirar de lá; iam à grama verde e atolavam-se logo, até a papada.

Só cruzavam ali por cima as perdizes e algum cusco leviano.

Com certeza que as raízes do pasto e dos aguapés foram trançando uma enredança fechada, e o barro e as folhas mortas foram-se amontoando e, pouco a pouco, capeando, fazendo tampa do sumidouro.

E depois nunca deram *desgoto* na ponta do lagoão, porque, se dessem, a água corria e não se formaria o mundéu...

... ..

LOPES NETO, J.S. **Contos gauchescos**. Porto Alegre: Globo, 1978. 183 p. 10 ed. (primeira edição de 1912).

Características de Solo e Vegetação, e Proposta de Método para o Delineamento de Terras Úmidas do Rio Grande do Sul

Eduardo Giovannini

Resumo

Com o objetivo de verificar a adequação da definição internacional da Convenção de Ramsar às terras úmidas do Rio Grande do Sul, identificar, classificar e caracterizar os solos e a vegetação de algumas terras úmidas típicas desse Estado e propor um método para o delineamento dessas áreas, foram efetuados levantamentos a campo nos Banhados do Taim e de Hulha Negra. Para complementar as informações, tomaram-se imagens de satélite Landsat TM, nas bandas 3, 4 e 5, obtendo-se imagens compostas, de duas épocas (seca e úmida) e efetuou-se uma classificação supervisionada das mesmas. Com isso, foi possível propor um método de identificação e delineamento de terras úmidas que envolve duas etapas: delineamento com imagens de satélite (abordagem menos detalhada); complementado por delineamento a campo (abordagem com mais detalhe). Concluiu-se que o sistema de identificação da Convenção de Ramsar é adequado e que a classificação das terras úmidas pode ser feita com qualquer dos quatro métodos testados. Os solos e a vegetação das terras úmidas apresentam características que permitem discernir tais áreas das demais, devendo se utilizar essa informação da identificação, classificação e delineamento das terras úmidas. A cobertura dos solos, avaliada por sensoriamento remoto, varia com época do ano.

Soil and Vegetation Characteristics, and Proposal of Method for the Delineation of the Wetlands in Rio Grande do Sul

Eduardo Giovannini

Abstract

Aiming to assess the suitability of the wetland definition proposed by the Ramsar Convention to be used in Rio Grande do Sul state, and identify, classify and characterize soils and vegetation from some of the typical wetlands in this state, and propose a method for the delineation of these areas, field data were collected in Taim and Hulha Negra Wetlands. To complete the information, satellite images from Landsat TM, were taken, using bands 3, 4 and 5, obtaining a composed image, from two seasons (dry and wet), then making a supervised classification. With them, it was possible to propose a method for the identification e delineation of wetlands, which takes two phases: satellite imagery delineation (less detailed approach); completed by field delineation (more detailed approach). It was concluded that the Ramsar Convention definition is suitable and that the classification of the wetlands can be done by any of the four methods tested. Wetland soils and vegetation show characteristics that allow to discriminate them from other kinds of lands, information that shall be used in the identification, classification and delineation of wetlands. Soil cover, evaluated by remote sensing, changes from season to season.

1. Introdução

As terras úmidas ("wetlands") são atualmente consideradas prioritárias para conservação pois possuem valores e funções essenciais ao meio ambiente. Exemplos disso são a recarga e descarga de águas subterrâneas, a redução do risco de enchentes, a estabilização de sedimentos, a retenção de sedimentos e contaminações tóxicas, a remoção e a transformação de nutrientes, a exportação de produtos, a diversidade e abundância de vida selvagem, a diversidade e abundância de vida aquática, a recreação e o direito de herança às gerações futuras de um determinado local.

Há uma tendência na interpretação das leis ambientais brasileiras a enquadrarem-se os banhados como áreas de conservação permanente. A tomada de decisão de conservação requer que sejam definidas, inventariadas e classificadas as áreas úmidas possíveis alvos de conservação e gestão. Para que se atinja tal objetivo são necessários critérios e metodologias padrões que possam ser aplicáveis em diversas situações. Entretanto, no Brasil, não existem critérios básicos para se definir áreas sujeitas a diferentes padrões de inundação (hidroperíodo) como terras úmidas ou não.

Várias definições para as terras úmidas ou banhados são dadas em função do aspecto que é enfatizado na classificação adotada. Assim, enquanto algumas classificações dão prioridade à hidrologia, outras o fazem à geomorfologia. Há também classificações que se baseiam na vegetação predominante ou nos tipos de solos. Sistemas de classificação consagrados em outros países levam em consideração a proporção de dias em um ano em que a área fica sob inundação, a presença de vegetação hidrófila e características hidromórficas do solo.

Embora imprescindíveis, levantamentos no local são de difícil execução, dispendiosos em recursos e sujeitos à interpretação pessoal do especialista. Existem diversas soluções para a obtenção de informações sobre banhados. Devido à sua distribuição espacial e temporal sobre grandes áreas, as tecnologias que captam vistas sinópticas da Terra são favorecidas. Recursos básicos que se devem

dispor para subsidiar qualquer classificação seriam mapas topográficos, mapas de solos, fotografias aéreas e imagens de satélite. Em particular, as técnicas de Sistemas de Informações Geográficas e de Sensoriamento Remoto mostraram-se muito úteis na avaliação de recursos de terras úmidas distribuídas pela paisagem. Estas tecnologias podem suprir informação sobre variáveis tais como dados de inventário, identificação de tipos hidrológicos, caracterização de tipo de cobertura vegetal e fornecer detalhes através da análise espectral múltipla dos dados do sensor remoto.

A questão da definição da terra úmida, do estabelecimento de um sistema de classificação das mesmas e da criação de critérios para sua identificação e delineamento, é de grande importância. A partir destas informações será possível distinguir as terras úmidas de acordo com suas funções e valores que têm para a sociedade. No entanto, os sistemas de classificação empregados em outros países, em geral, levam em consideração características locais e regionais que não são as mesmas encontradas no Brasil. Além disto, tais sistemas, normalmente necessitam de pessoal com capacitação técnica de três áreas (hidrologia, botânica e pedologia) para sua execução. Assim, a adoção de um sistema adequado às condições brasileiras poderia facilitar e agilizar os processos de conservação destas áreas que representam um recurso natural dos mais importantes ao país.

2. Objetivos

Os objetivos dessa tese de doutorado são:

- (1) identificar algumas terras úmidas típicas do Estado do Rio Grande do Sul;
- (2) classificar essas terras úmidas;
- (3) (a) classificar e
(b) caracterizar seus solos;
- (4) (a) identificar e
(b) caracterizar suas espécies vegetais dominantes;
- (5) propor um método para o delineamento dessas terras úmidas.

O método a ser proposto, uma vez desenvolvido, deverá:

- (1) ser aplicável a uma ampla gama de condições;
- (2) ser reproduzível e de rápida execução;
- (3) ter embasamento em literatura técnica e científica.

3. Revisão Bibliográfica

3.1. Definições de Terras Úmidas

O significado técnico do termo terra úmida inclui uma vasta gama de ecossistemas, indo desde áreas que nunca são alagadas até áreas que estão sempre submersas por lâmina d'água alta. Desde que há um gradiente entre esses extremos, que varia em termos temporais e biológicos, não existe uma delimitação hidrológica clara entre tais ecossistemas. Portanto, todas as definições de terra úmida são um tanto quanto arbitrárias (KADLEC & KNIGHT, 1996). Numerosas definições foram desenvolvidas para vários propósitos. As mais antigas delas foram criadas para estudos científicos ou visando propósitos de gerenciamento, sendo as de maior emprego as criadas para servirem de base para projetos de mapeamento de terras úmidas (TINER, 1999).

Alguns autores citam que as terras úmidas ocupam a zona de transição entre locais permanentemente inundados e ambientes geralmente secos (MALBY, 1991). Deste modo, compartilham características com ambos, ainda que não possam ser classificadas como ambiente aquático, nem terrestre. Entretanto, nem sempre as terras úmidas são zonas de transição. Assim, dependendo de suas características fisiográficas e da região do país onde ocorram, podem receber várias denominações, a saber, alagado, banhado, brejo, charco, faxinal, igapó, pantanal, restinga, várzea e outras. De maneira semelhante as terras úmidas englobam também as áreas de terra submersa ou saturada, tanto naturalmente como artificialmente, temporária ou permanentemente, tanto de água estática como fluente, água doce, salobra ou salgada. Portanto, fazem parte deste grupo de terras os pântanos, turfeiras, as orlas de rios, arroios, sangas, açudes, albufeiras, represas, lagos, lagoas, lagunas, estuários, baías e mesmo as terras submersas pela orla de mares.

O termo "banhado" tem um significado popular muito abrangente, sendo utilizado para a denominação de terras alagadas e/ou alagáveis, com flora e fauna bem características e adaptadas a este sistema. A palavra é de origem espanhola, por

isso bastante difundida no Rio Grande do Sul (em outras regiões do país é chamado de brejo ou pantanal) (IRGANG & GASTAL JR., 1996).

Considerando tanta variabilidade, é importante que se estabeleçam definições formais visando facilitar a classificação destes ambientes, tanto para fins de estudos científicos, como em respeito a aspectos legais de uso e conservação. A maioria das definições e classificações existentes baseia-se no quão úmida é uma área, avaliando isto pelos tipos de solo presentes e pela vegetação predominante.

Na América do Norte definições comuns são utilizadas desde o século XIX e são, com freqüência, mal empregadas. Definições formais vêm sendo desenvolvidas por agências federais tanto estadunidenses como canadenses. Tais definições incluem considerável detalhamento e são empregadas para fins de gerenciamento e científicos, sem, entretanto, conseguirem esgotar a questão no que diz respeito à definição legal (MITSCH & GOSSELINK, 2000a). No Brasil estas questões ainda não foram suficientemente tratadas ou estudadas.

A definição de terra úmida é o passo mais básico na sua classificação, no seu inventário e no seu gerenciamento (COWARDIN & GOLET, 1995).

3.1.1. Definições de Caráter Nacional

Vários países, com a finalidade de promulgação de leis que venham a proteger as terras úmidas contra prováveis danos, tanto em nível privado como em nível público, estabeleceram definições formais para o termo.

Para efeitos legais, a terra úmida é o que a legislação diz que ela é (ou deve ser) (TINER, 1999). Assim é importante que se adote ou se crie uma definição que satisfaça os interesses das sociedades que têm envolvimento na proteção desses recursos.

3.1.1.1. Austrália

Duas definições foram cunhadas para emprego nesse país. Uma para uso no inventário de terras úmidas da Austrália Ocidental, na qual se definiam as mesmas como:

“áreas de terra inundada ou solo saturado, sazonalmente, intermitentemente, ou permanentemente, seja por meio natural ou artificial, doce ou salgada, por exemplo, solos alagados, açudes, “billabongs”, lagos, pântanos, baixadas sujeitas às marés, estuários, rios e seus tributários” (TINER, 1999).

A segunda definição é mais recente e dá ênfase na hidrologia e na biota da terra úmida, especificamente na vegetação hidrófita e nos pássaros. Foi criada de modo a abranger também as áreas de características específicas do interior árido do país:

“terras úmidas são terras permanentemente ou temporariamente sob água ou saturadas com água. Terras úmidas temporárias devem ter água à superfície ou saturação com água em frequência suficiente e/ou duração para afetar a biota.” Assim, a ocorrência, pelo menos às vezes, de vegetação hidrófita ou o uso pelas aves aquáticas são atributos necessários. Esta ampla definição inclui algumas áreas onde a natureza da terra úmida é questionável, notavelmente as terras sujeitas à inundação mas que têm pouca ou nenhuma vegetação hidrófita, e os “lagos secos” e sem vegetação do interior árido (TINER, 1999).

3.1.1.2. Canadá

Um grupo de especialistas no assunto formulou a definição canadense para terras úmidas, que é similar às utilizadas pelas agências federais dos Estados Unidos. Dois tipos básicos de terras úmidas são reconhecidos – terras úmidas em substrato orgânico e terras úmidas em substrato mineral.

As terras úmidas são definidas como:

“terras que estão saturadas com água por tempo suficientemente longo para promover processos de terras úmidas ou aquáticos, cujos indicadores são solos fracamente drenados, vegetação hidrófita e vários tipos de atividade biológica, os quais são adaptados para um ambiente molhado” (TARNOCAI & ZOLTAI, 1988).

Posteriormente esta definição foi refinada, sendo acrescentada da seguinte citação:

“terras úmidas incluem solos saturados com água onde, em alguns casos, a produção de matéria vegetal excede a taxa de decomposição”. (TINER, 1999).

Além disso são descritos nesse trabalho os extremos de umidade e seca para as terras úmidas como:

“águas abertas rasas, com geralmente menos de 2 m de profundidade; áreas inundadas periodicamente apenas nos casos em que as condições de saturação dominam durante toda a formação do ecossistema.”

Nesse país algumas províncias têm definições próprias que visam a enquadrar casos específicos regionais às definições nacionais (TINER, 1999).

3.1.1.3. Estados Unidos da América

Diversas definições foram propostas nos Estados Unidos da América ao longo dos anos. Uma das mais antigas é a de SHALER (1890), onde estas são definidas como:

“todas as áreas ... nas quais a declividade natural é insuficiente, quando a cobertura florestal é removida, para reduzir o solo às condições de secura necessárias para a agricultura. Sempre que alguma forma de obra de engenharia seja necessária para assegurar estas condições de secura do solo, a área é classificada como pântano.”

Para o cálculo da superfície total, ele também incluiu:

“áreas de aluvião sujeitas à inundação na estação de cultivo a tal ponto de que a agricultura é deficitária nestas terras até que as mesmas sejam drenadas ou protegidas por diques.”

Portanto, esse conceito de pântano (terra úmida) é muito amplo e inclui considerações sobre o efeito da umidade do solo no seu uso (TINER, 1999).

Para a execução do Inventário Nacional de Terras Úmidas dos E.U.A. foi adotada uma classificação proposta por COWARDIN et al. (1979), na qual definiam-se terras úmidas como:

“terras na transição entre sistemas aquáticos e terrestres onde a lâmina d’água (lençol freático) está normalmente à superfície do solo, ou próximo a ela, ou a terra esteja coberta por água rasa. Para os propósitos desta classificação terras úmidas devem ter um ou mais dos seguintes atributos: (1) pelo menos periodicamente, a terra suporta vegetação predominantemente hidrófita; (2) o substrato é predominantemente solo hídrico não drenado; (3) o substrato não é solo e está saturado com água ou coberto com água rasa em algum tempo durante a estação de crescimento de cada ano.”

Visando dar suporte e implementar medidas editadas pelo Executivo e Legislativo dos E.U.A., o Corpo de Engenheiros do Exército dos E.U.A. (USCE) e a Agência de Proteção Ambiental (EPA) daquele país, conjuntamente, formularam uma definição para as terras úmidas que é a seguinte:

“terras úmidas são aquelas áreas que são inundadas ou saturadas por água da superfície ou subterrânea em uma frequência ou duração suficiente para suportar, e em circunstâncias normais suportam, uma predominância de vegetação tipicamente adaptada à vida em condições de solo saturado. Terras úmidas geralmente incluem banhados, várzeas, e áreas similares” (ENVIRONMENTAL LABORATORY, 1987).

Posteriormente, com a maior abrangência da legislação norte-americana, foram criadas novas definições para diferentes tipos de terras úmidas, visando enquadrar todos estes tipos nos processos de delimitação e classificação conforme o uso. Assim, *terra úmida construída* seria aquela criada intencionalmente em locais originalmente secos com o propósito único de tratamento de águas residuárias ou de enxurradas. *Terra úmida criada* seria aquela intencionalmente implantada em locais originalmente secos para formar ou repor um “habitat” natural (por exemplo, projetos compensatórios de mitigação). *Terra úmida restaurada* seria aquela que originalmente era um ecossistema terra úmida, mas que tenha sido alterado ou modificado por ação antrópica, e antes da restauração, não mais apresentasse as características próprias de terra úmida. Por último, *sistemas aquáticos flutuantes*, são relacionados a sistemas de tratamento natural que consistem em aplicações especiais de plantas flutuantes em lagoas de água residuária (HAMMER, 1996).

Os princípios para a regulação federal sobre terras úmidas vêm sendo questionados nos E.U.A. há vinte anos. O legado destes questionamentos foi a perda de credibilidade de todas as práticas regulatórias ligadas às terras úmidas. Assim, visando padronizar as práticas e uniformizar a terminologia, o Congresso Nacional

dos E.U.A. solicitou que a EPA pedisse ao Conselho Nacional de Pesquisa (NRC) que criasse um comitê para estudar as bases científicas da caracterização de terras úmidas. Este comitê formulou a seguinte definição de referência:

“uma terra úmida é um ecossistema que depende de constante ou periódica inundação rasa ou saturação na superfície ou próximo da superfície do substrato. As características mínimas de uma terra úmida são inundação ou saturação na ou próximo à superfície, periódica ou constante e a presença de características físicas, químicas ou biológicas que sejam decorrentes desta inundação ou saturação. Características comuns para diagnóstico de terras úmidas são solos hídricos e vegetação hidrófita. Tais características estarão presentes exceto onde específicos fatores físico-químicos, bióticos ou antropogênicos as tenham removido ou impedido seu desenvolvimento” (LEWIS JR., 1995).

Diversas unidades federativas dos Estados Unidos têm sua própria definição de terras úmidas. Todas essas foram formuladas de modo a aumentarem a abrangência das definições federais, visando contemplar terras úmidas com características peculiares que ocorrem em cada estado (TINER, 1999).

3.1.1.3. Zâmbia

A definição de terras úmidas adotada nesse país abrange 20% de seu território, sendo a seguinte:

“são tanto as áreas de terra nas quais se alternam períodos de submergência e emergência, como as áreas que sejam permanentemente inundadas com uma camada de água que não exceda alguns poucos metros em profundidade” (PERERA, 1982).

3.1.2. Definições de Caráter Internacional

Na intenção de se adotar conceitos e definições que pudessem ser aplicados a vários países do mundo, a Convenção de Ramsar estabeleceu a seguinte definição:

artigo 1.1:

“terras úmidas são áreas de banhados, pântanos, turfeiras ou água, sejam naturais ou artificiais, permanentes ou temporárias, com água parada ou fluindo, doce, salobra ou salgada, incluindo áreas de águas marinhas nas quais a profundidade na maré baixa não exceda a 6 metros” (SCOTT & JONES, 1995).

Esta definição é bastante ampla, estendendo os limites das terras úmidas até uma profundidade de água de 6 metros. Desse modo, os “habitats” aquáticos da definição de COWARDIN et al. (1979) ficam incluídos. Também apresenta uma expansão nas áreas a serem consideradas pois inclui dentro das terras úmidas (e fazendo parte delas) outros “habitats”, quando estes forem parte integrante das terras úmidas e seja virtualmente impossível separá-los. Apesar de não ficar explícito na definição, inclui também as terras úmidas feitas pelo homem como culturas de arroz irrigado por inundação, salinas, reservatórios, áreas de tratamento de efluentes, canais e outras formas (TINER, 1999).

A definição da Convenção de Ramsar é baseada na de COWARDIN et al. (1979), que orienta as demais definições empregadas nos Estados Unidos da América (país onde há a maior parte dos estudos nesse tema), acrescida de mais alguns tipos de terras úmidas não contempladas naquela definição. Por ser a definição à qual 125 países signatários da Convenção utilizam, essa é a adotada nesse trabalho.

3.2. Legislação sobre Terras Úmidas (Banhados) no Rio Grande do Sul

A legislação brasileira e gaúcha referente às terras úmidas não está contemplada individualmente. Encontra-se difusa dentro de Resoluções, Portarias, Leis e Decretos, tanto Federais como Estaduais, nos quais estão abrangidos aspectos ligados à proteção ambiental e às águas.

3.2.1. Legislação Federal

Código Florestal – Lei número 4.771 de 15 de setembro de 1965 Institui o Código Florestal (DIÁRIO OFICIAL DA UNIÃO, 1965).

Trata-se da lei básica que rege o uso e a preservação dos recursos naturais do país, dentre os quais os recursos hídricos e as terras úmidas. Diversos artigos se referem a tal, que após sua ratificação pela:

Resolução CONAMA número 004 de 18 de setembro de 1985, ficou com o seguinte texto (DIÁRIO OFICIAL DA UNIÃO, 1985):

Artigo 3º – São Reservas Ecológicas:

a)

b) as florestas e demais formas de vegetação natural situadas:

I - ao longo dos rios ou de outro qualquer corpo d'água, em faixa marginal além do leito maior sazonal medida horizontalmente, cuja largura mínima será:

- de 30 (trinta) metros para rios com menos de 10 m (dez) de largura;
- de 50 (cinquenta) metros para rios de 10 a 50 metros de largura;
- de 100 (cem) metros para rios de 50 m a 200 metros de largura;
- de 200 (duzentos) metros para rios de 200 a 600 metros de largura;
- de 500 (quinhentos) metros para rios com largura superior a 600 metros.

II - ao redor de lagoas, lagos ou reservatórios d'água naturais ou artificiais, desde o seu nível mais alto medido horizontalmente, em faixa marginal, cuja largura mínima será:

- de 30 (trinta) metros para os que estejam situados em áreas urbanas;
- de 100 (cem) metros para os que estejam em áreas rurais, exceto os corpos d'água com até 20 (vinte) hectares de superfície, cuja faixa marginal será de 50 (cinquenta) metros;
- de 100 (cem) metros para as represas hidrelétricas.

III - nas nascentes permanentes ou temporárias incluindo os olhos-d'água e veredas, seja qual for sua situação topográfica, com uma faixa mínima de 50 (cinquenta) metros a partir de sua margem, de tal forma que proteja, em cada caso, a bacia de drenagem contribuinte.

VII - nas restingas, em faixa mínima de 300 (trezentos) metros a contar da linha de preamar máxima.

VIII – nos manguezais, em toda a sua extensão;

IX – nas dunas, como vegetação fixadora.

Lei número 6.662 de 25 de junho de 1979 – Dispõe sobre a Política Nacional de Irrigação (DIÁRIO OFICIAL DA UNIÃO, 1979).

Visa o aproveitamento racional dos recursos hídricos e dos solos para o desenvolvimento da agricultura irrigada. Prevê a planificação do uso dos recursos hídricos e do solo, e a observância de normas de prevenção à salinização dos solos e preservação do ambiente (Art. 2º). É uma aproximação do setor agrícola à preservação ambiental, visando à manutenção dos ecossistemas tipo terra úmida, que normalmente são alterados para adequá-los à produção irrigada.

Lei número 6.938 de 31 de agosto de 1981 – Institui a Política Nacional de Meio Ambiente (DIÁRIO OFICIAL DA UNIÃO, 1981).

Decretada pelo Congresso Nacional e sancionada pela Presidência da República, esta lei constitui o Sistema Nacional do Meio Ambiente – SISNAMA e cria o

Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. É o principal instrumento da política de proteção ambiental brasileira.

Esse conjunto de normas estabelecidas em legislação serve de guia a todas as atividades relacionadas ao ambiente no país.

3.2.2. Legislação do Estado do Rio Grande do Sul

Os dispositivos estaduais para a proteção e gerenciamento dos banhados estão contemplados na Constituição Estadual. Não aparecem direta ou claramente na mesma, ficando implícita a sua preservação ao tratar de ecossistemas naturais.

Decreto número 30.191 de 15 de junho de 1981 – Classifica as águas do Estado. Este decreto define padrões de qualidade, classifica as águas e seus usos preponderantes (DIÁRIO OFICIAL DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL, 1981).

Decreto número 9.519 de 21 de janeiro de 1992 – Estabelece a Política Florestal. Neste decreto aparece um artigo referente ao assunto (DIÁRIO OFICIAL DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL, 1992):

Artigo 23 – fica proibida a supressão parcial ou total das matas ciliares e da vegetação de preservação permanente definida em lei e reserva florestal, salvo quando necessária à execução de obras, planos ou projetos de utilidade pública ou interesse social, mediante a elaboração de Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental, e licenciamento de órgão competente e lei própria...

Lei Número 9.474 de 20 de dezembro de 1991 – Dispõe sobre a Preservação do Solo Agrícola (DIÁRIO OFICIAL DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL, 1991).

Sendo legislação referente ao uso de solos agrícolas, trata principalmente de seu uso. Entretanto, no artigo 2º aborda aspectos ligados à prática de agricultura em áreas vizinhas às terras úmidas. Com base neste artigo os técnicos dos órgãos ambientais do Estado têm se embasado para a aplicação de penalidades aos infratores.

Lei número 10.350 de 30 de dezembro de 1994 – Institui o Sistema Estadual de Recursos Hídricos (DIÁRIO OFICIAL DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL, 1994).

Artigo 1º - institui o recurso hídrico como unidade do ciclo hidrológico e a bacia hidrográfica como unidade básica de intervenção;

Artigo 3º - Todas as utilizações dos recursos hídricos que afetem sua disponibilidade qualitativa ou quantitativa, ressalvadas aquelas de caráter individual, para satisfação de necessidades básicas da vida, ficam sujeitas à prévia aprovação pelo Estado.

Lei número 11.520 de 03 de março de 2000 - Código Estadual do Meio Ambiente – Institui o Código Estadual do Meio Ambiente do Estado do Rio Grande do Sul e dá outras providências (RIO GRANDE DO SUL, 2000).

Apresenta o código onde são dadas definições e conceitos, e estabelecidos os princípios para a gestão ambiental no Estado. Também estipula as formas de punição aos infratores da lei e prevê um controle abrangente a praticamente todas as formas de agressão ao ambiente.

Nesta lei estão definidos alguns elementos ligados às terras úmidas:

Artigo 14

VI – áreas alagadiças: áreas ou terrenos que encontram-se temporariamente saturadas de água decorrente das chuvas, devido à má drenagem;

XII – áreas sujeitas à inundação: áreas equivalentes às várzeas, vão até a cota máxima de extravasamento de um corpo d'água em ocorrência de máxima vazão em virtude de grande pluviosidade;

XIV – banhados: extensões de terras normalmente saturadas de água onde se desenvolvem fauna e flora típicas;

XXXII – nascentes: ponto ou área no solo ou numa rocha de onde a água flui naturalmente para a superfície do terreno ou para a massa de água;

LV – várzea: terrenos baixos e mais ou menos planos que se encontram junto às margens de corpos d'água;

LVI – zonas de transição: são áreas de passagem entre dois ou mais ecossistemas distintos, que se caracterizam por apresentarem características específicas no que se refere às comunidades que as compõem.

Ainda nessa lei, no capítulo VII – das áreas de uso especial – inclui como objeto especial de proteção:

Artigo 51

IV – as ilhas fluviais e lacustres;

V – as fontes hidrominerais;

VII – os estuários, as lagoas, os banhados e a planície costeira;

No capítulo V – da flora e da vegetação – ratifica o estabelecido em legislação federal (resolução CONAMA 004) ressaltando que a delimitação das áreas a preservar deve seguir, até que se estabeleçam critérios estaduais, o previsto naquela disposição.

Assim, as terras úmidas do Estado do Rio Grande do Sul estão protegidas por legislação não específica, devendo ser acrescentadas novas normas e leis, que tenham por base informações científicas que venham a ser geradas.

3.3. Elementos Fundamentais de Terras Úmidas

A partir das diversas definições de terras úmidas, constata-se a coincidência de três elementos, em todas elas. Das muitas características que permitem distingui-las dos ambientes aquáticos e também dos terrestres, as mais notáveis são a presença de água (hidrologia), solos com características hídras (solo) e a vegetação adaptada ou tolerante aos solos saturados (biota) (HAMMER, 1996; MITSCH & GOSSELINK, 2000a).

3.3.1. Hidrologia de Terras Úmidas

As terras úmidas são a interface dos maiores reservatórios de água no ciclo hidrológico: água superficial, água do solo, água atmosférica, e em alguns locais, água do mar (LEWIS JR., 1995).

O termo “hidrologia de terras úmidas”, portanto, tem grande abrangência. No Manual de Delineamento do Corpo de Engenheiros do Exército dos E.U.A., é definida como englobando todas as características hidrológicas de áreas que sejam periodicamente inundadas ou tenham solos saturados à superfície em algum momento durante a estação de crescimento. Áreas com características evidentes de hidrologia de terras úmidas são aquelas onde a presença de água tem uma influência determinante nas características da vegetação e de solos devido às

condições de anaerobiose e redução, respectivamente. Tais características estão normalmente presentes em áreas que são inundadas ou tenham solos que estejam saturados até à superfície por duração suficiente para desenvolver solos hídricos e sustentar vegetação tipicamente adaptada para viver em condições de solo periodicamente anaeróbias (ENVIRONMENTAL LABORATORY, 1987).

As condições hidrológicas são tão importantes na definição das terras úmidas que freqüentemente são usadas pelos cientistas para sua classificação. Não é por coincidência que classificações baseadas em mapas de vegetação dominante, indicam para cada tipo de vegetação uma correspondente condição hidrológica (MITSCH & GOSSELINK, 2000a). A hidrologia de uma terra úmida é, freqüentemente, o menos exato dos parâmetros, e indicadores de hidrologia de terras úmidas, as vezes, são difíceis de serem encontrados no campo. Entretanto, é essencial estabelecer-se que uma área de terras úmidas é periodicamente inundada ou tenha os solos saturados durante a estação de crescimento. A área deve ser inundada ou permanentemente ou periodicamente a profundidades de água de até 6,6 pés (\cong 2 m) (ENVIRONMENTAL LABORATORY, 1987) (figura 3.1). Para as condições brasileiras o conceito de estação de crescimento não tem validade, uma vez que durante todo o ano, em qualquer lugar do país, as temperaturas médias do solo se mantêm acima do limite mínimo utilizado por vários pesquisadores (de 0°C a 5°C).

No estudo de LEWIS JR. (1995), concluiu-se que a hidrologia de terras úmidas deveria ser considerada como sendo a saturação nos primeiros 30 cm de solo superficial por mais de 2 semanas durante a estação de crescimento na maioria dos anos (aproximadamente ano sim, ano não) (figura 3.2). De fato, os primeiros 30 cm de solo contêm a maioria das raízes das plantas que seriam afetadas adversamente pelas condições anaeróbias resultantes da prolongada saturação (TINER, 1999).

Quanto à natureza da hidrologia de uma terra úmida, LEWIS JR. (1995) cita que a duração e a freqüência de saturação ou inundação de um sítio varia de acordo com a situação hidrogeológica, e estas dependem de diferenças regionais, fisiografia, clima e das condições de umidade antecedentes.

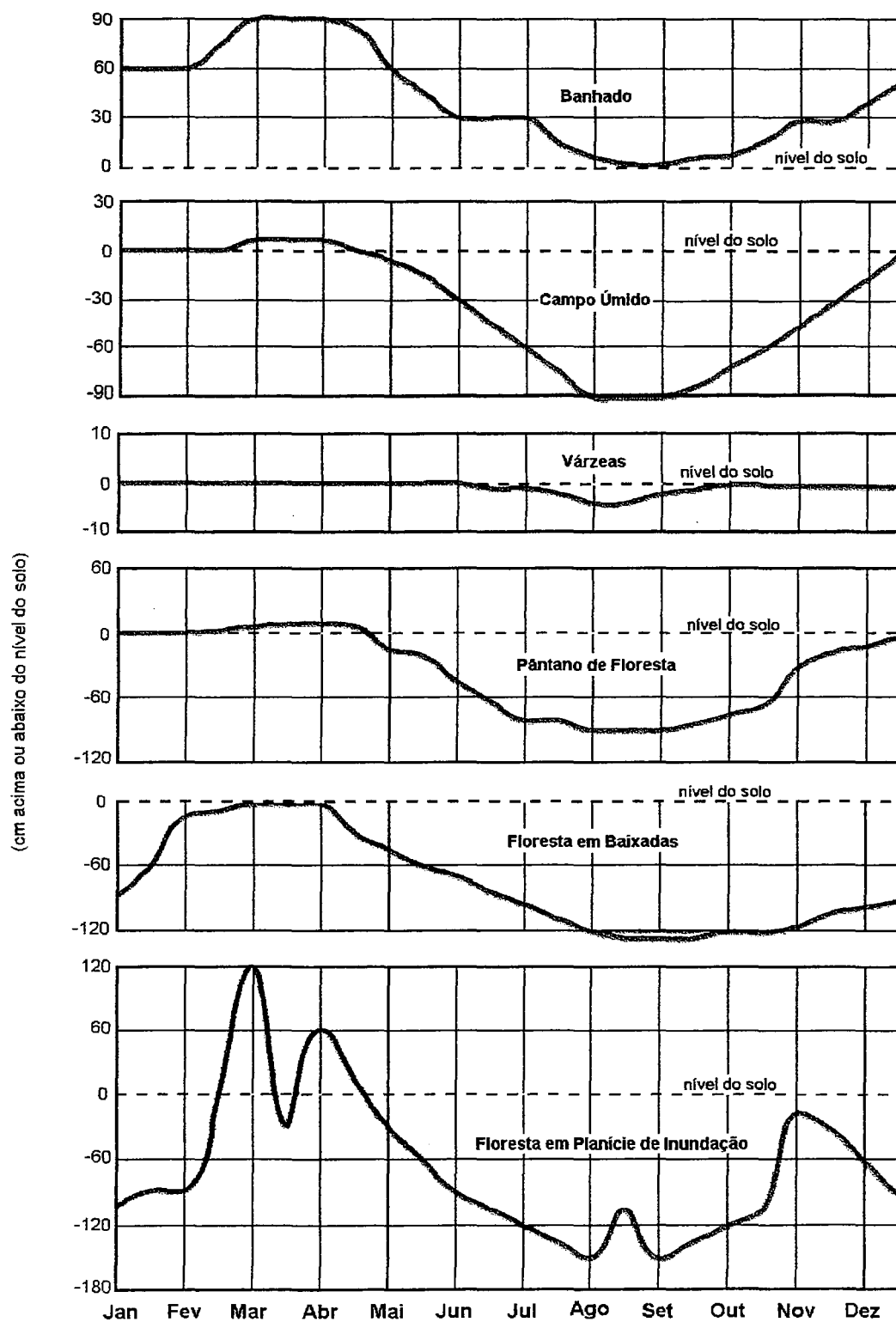


Figura 3.1 – Hidroperíodo generalizado para alguns tipos de ecossistemas de terras úmidas
 Fonte: adaptado de TINER (1999)

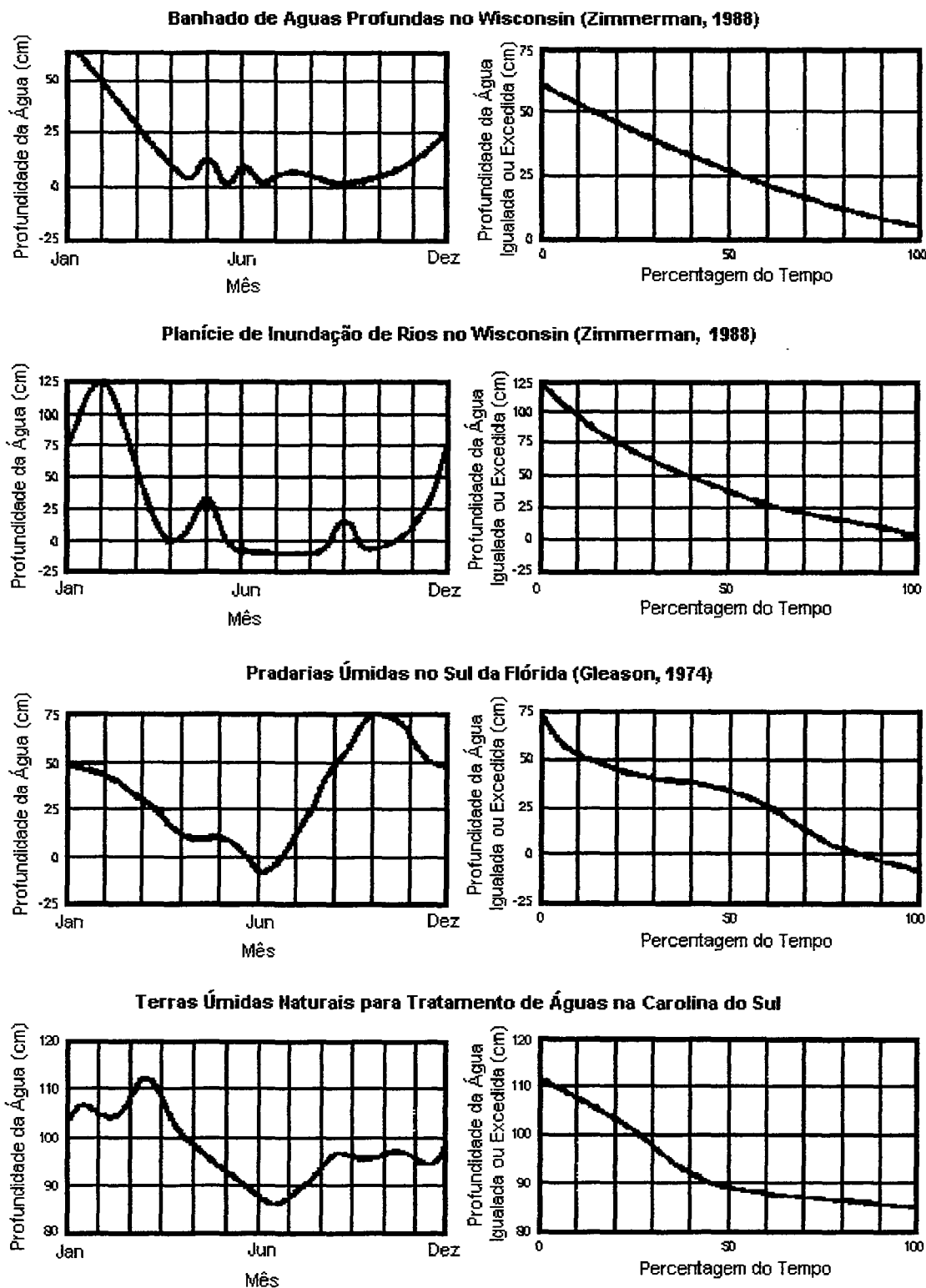


Figura 3.2 – Gráficos de nível de água e curvas de duração de profundidade para diversos tipos de ecossistemas de terras úmidas

Fonte: KADLEC & KNIGHT (1996)

A duração da saturação ou inundação pode ser descrita para o hidroperíodo de uma terra úmida, em um gráfico que mostre a posição da lâmina d'água (abaixo ou acima da superfície do solo) na área em função do tempo (figura 3.3). Um hidroperíodo de uma terra úmida integra todos os aspectos de sua economia hidrológica como precipitação pluvial, evapo-transpiração, escoamento das áreas adjacentes,

enchentes e infiltração de água do solo (KADLEC & KNIGHT, 1995). Um dos desafios técnicos é determinar a média destas características de hidroperíodo para locais onde faltem registros hidrológicos.

O ponto principal da hidrologia das terras úmidas é o estabelecimento de seu hidroperíodo, obtido através das medidas do nível da água, particularmente da elevação da sua lâmina. A variação estacional dos níveis d'água revela muito a respeito do regime natural de águas e as medidas periódicas, em intervalos que podem ser de um dia a uma semana, são suficientes para fornecer um retrato das influências naturais e artificiais no local (GIOVANNINI & MOTTA MARQUES, 2001). O hidroperíodo é definido como a ocorrência regular ou periódica de inundação e/ou saturação do solo (MARBLE, 1992). Em geral, o padrão do nível da água em um banhado varia de alto e constante durante a estação úmida com um declínio a partir do início da estação seca, atingindo o menor nível no final desta estação. A partir do outono inicia-se um novo aumento no nível da água que ao meio do inverno novamente atinge seu valor máximo. Pequenas alterações no padrão geral podem se dar durante o verão com eventos de grandes precipitações (GILMAN, 1994).

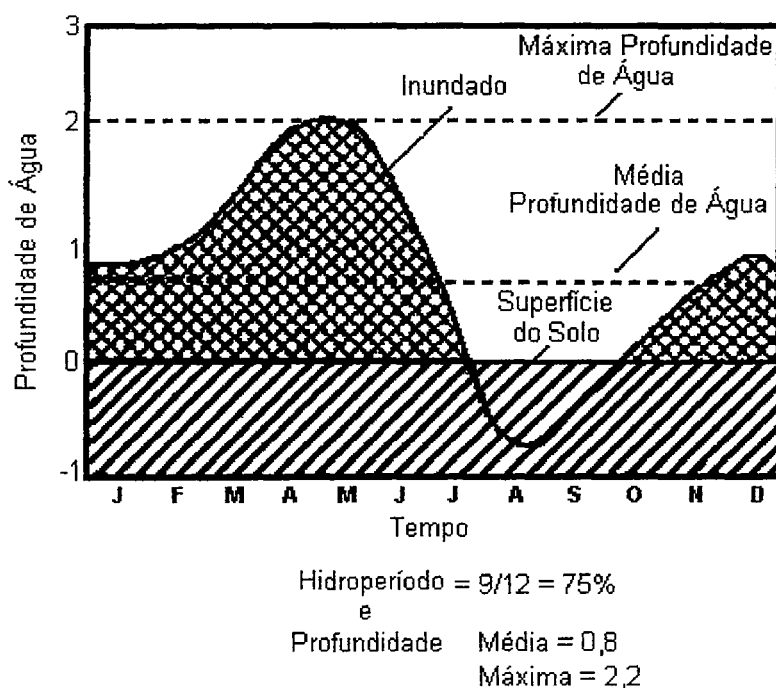


Figura 3.3 – Componentes do regime hídrico e hidroperíodo de terras úmidas
Fonte: KADLEC & KNIGHT (1996)

O hidroperíodo, como resultante de entradas e saídas de água em um ecossistema, é considerado como indicador de identidade hidrológica, subentendendo os fatores

de periodicidade de ocorrência, volume e duração de inundações. Também são levadas em conta as variações destes eventos ao longo das estações do ano e ao longo dos anos (ALLEN et al., 1989; MITSCH & GOSSELINK, 2000a).

A determinação da hidrologia de uma terra úmida é feita através de um balanço de seus componentes. Dentre os insumos do sistema (as entradas de água) se incluem: (i) precipitação pluvial – dada pela chuva em mm que em média cai na região; (ii) água de escoamento superficial – dada em função da precipitação alterada pelas características de relevo, solo e vegetação da bacia de captação; (iii) água subterrânea – influenciada pelos dois componentes anteriores mais características de subsolo e características geológicas do sítio.

As perdas de água no ciclo hidrológico se dão por: (i) evapo-transpiração – variável em função das condições atmosféricas (umidade relativa, ventos, etc.) e com a cobertura vegetal; (ii) perdas por fluxo superficial – dependentes das condições de relevo; (iii) perdas por infiltração – dependentes do solo e de suas características de condutividade hídrica. De posse destes dados pode-se estabelecer o hidroperíodo para o local (LEWIS JR., 1995; HAMMER, 1996; MITSCH & GOSSELINK, 2000a).

A hidrologia modifica e determina a estrutura e o funcionamento das terras úmidas (HAMMER, 1996), sendo necessário um regime hídrico adequado para que se formem e persistam os demais elementos (figura 3.4).

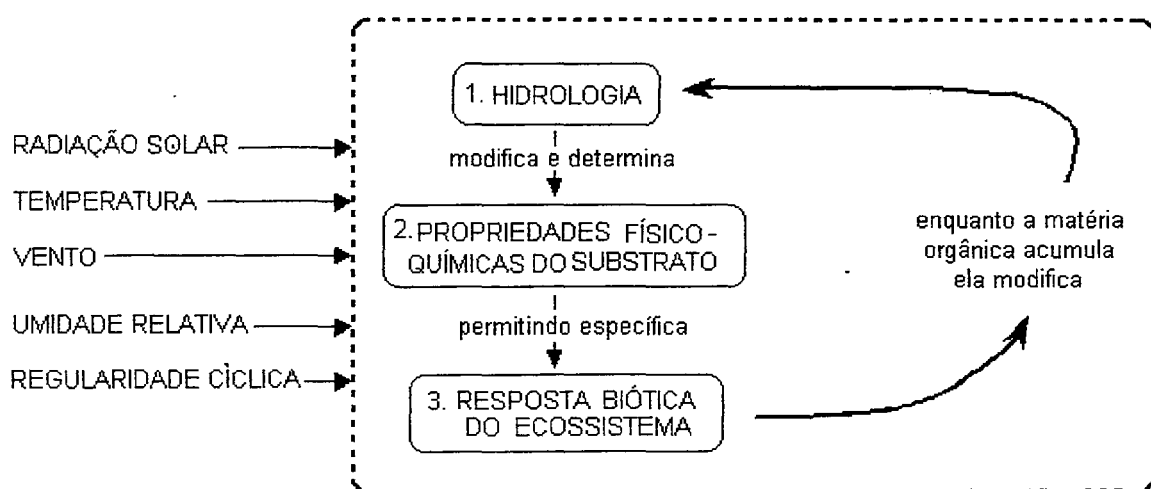


Figura 3.4 - Modelo conceitual da importância do regime hídrico em um ecossistema de terras úmidas
Fonte: adaptado de GOSSELINK & TURNER (1977)

As condições hidrológicas afetam vários fatores abióticos como anaerobiose do solo, disponibilidade de nutrientes, e no caso das terras litorâneas, a salinidade. Estes, por sua vez, determinam a flora e fauna que irá se desenvolver. Assim, as inter-relações entre os diversos elementos, influenciam a evolução, a sucessão nas comunidades e as transformações nas terras úmidas (figura 3.5).

A hidrologia de uma terra úmida pode ser estudada por meio de aplicações de modelos que simulam as situações a partir de informações obtidas a campo e em dados climáticos. Vários modelos vêm sendo propostos e testados, confirmando sua aplicabilidade em diversos países (FENG & MOLZ, 1997). No Rio Grande do Sul, VILLANUEVA (1997) simulou através de um modelo matemático o escoamento do banhado do Taim, incluindo também sua relação com a Lagoa Mangueira. Conseguiu demonstrar que o sistema não tem condições de suportar a atual demanda para irrigação, simulando diversas alternativas para o gerenciamento do sistema. Foi possível propor uma regra para melhor gerenciamento daquela área combinando restrição na irrigação com alterações na estrutura que controla a saída de água do banhado.

O desenvolvimento de modelos matemáticos para aplicação nos casos específicos de terras úmidas do Rio Grande do Sul ainda é incipiente. No entanto, poderá se constituir em um novo enfoque, empregando-se isoladamente ou em conjunto com os meios tradicionais de estudo, na determinação de características de hidrologia dos banhados. Simulações poderão ser feitas visando obter-se informações básicas sobre o comportamento hidrológico dos locais avaliados, que posteriormente serão investigados a partir de informações obtidas "in loco".

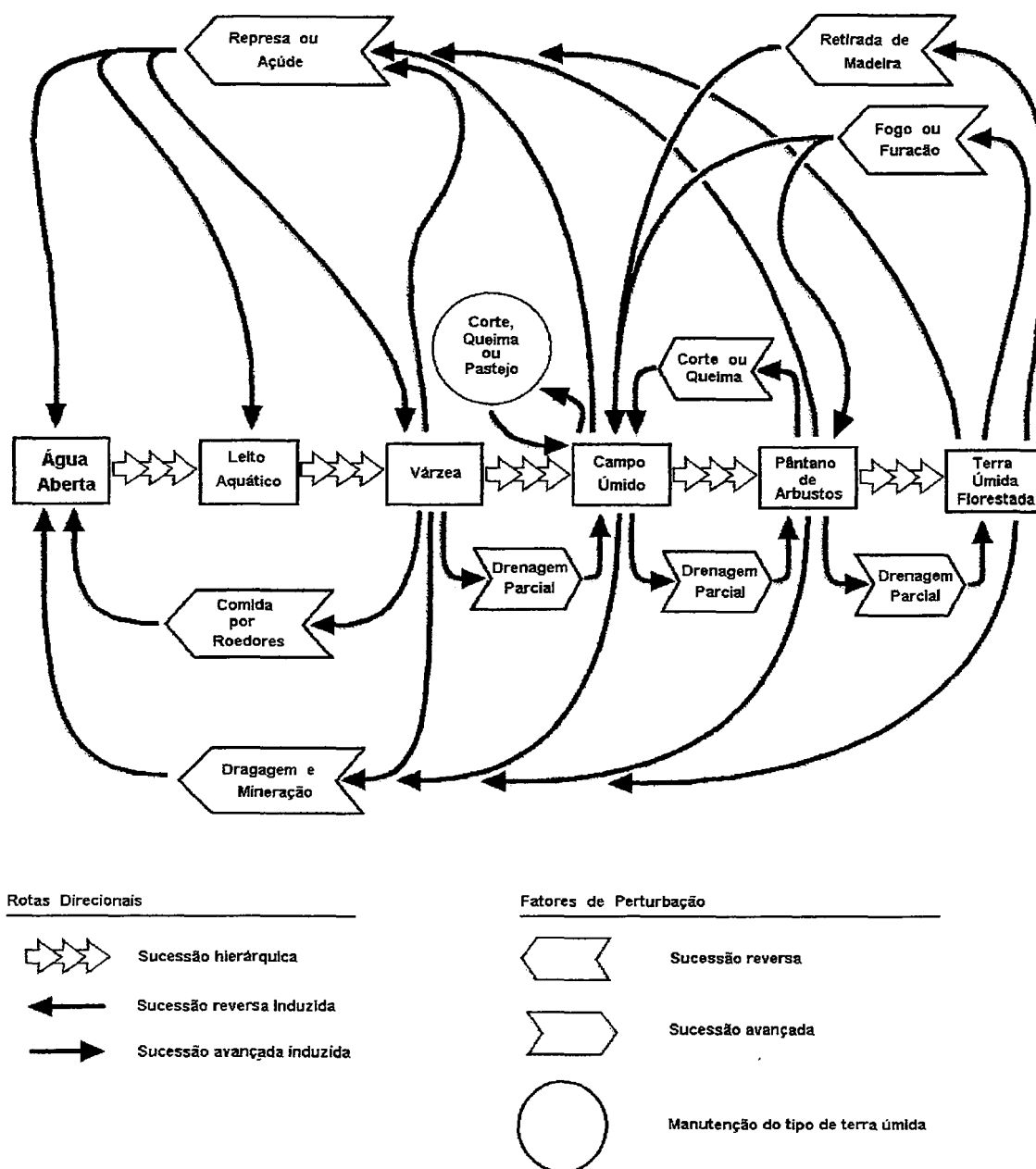


Figura 3.5 – Modelo de sucessão e fatores de perturbação (atividades humanas e processos naturais) causando mudanças em terras úmidas ao longo do tempo

Fonte: TINER (1999)

Um índice de “molhamento” (“wetness index”) derivado de um modelo escoamento de águas de escoamento superficial de Beven, baseado em quão molhada ou úmida é uma área, foi introduzido como ferramenta para identificação e mapeamento de banhados. Tal modelo prediz o quanto um ponto qualquer na paisagem é propenso a se tornar saturado. Isto permite que um índice de molhamento relativo seja obtido, pois se pode atribuir valores numéricos aos pontos na paisagem. O índice obtido tem utilização potencial para fornecer informações mais detalhadas sobre as condições de molhamento de uma área, melhores do que a dicotomia –

terra úmida/terra não-úmida; auxiliar na identificação de terras úmidas quando os indicadores de campo sejam ou ambíguos ou ausentes; aplicação para ambientes secos onde os indicadores de terras úmidas são normalmente irrelevantes; mapeamento em larga-escala de terras úmidas em ambientes de sistemas de informações geográficas, usando bases de dados digitais referentes à topografia e solos (PHILLIPS, 1990).

A presença de água é imprescindível para a gênese de solos hidromórficos. Portanto, o elemento determinante em terras úmidas é a água.

3.3.2. Tipos de Substrato em Terras Úmidas

Os substratos presentes nas terra úmidas podem ou não ser solos. Em condições onde os fatores ligados à formação de solos não atuaram suficientemente, permanece o material de origem não decomposto, portanto, não constituindo um solo.

Onde os fatores formadores de solo atuaram sobre uma rocha matriz, originam-se, no caso de terra úmidas, dois tipos básicos de solo. Um classificado como solo orgânico e outro como solo mineral. A divisão dos solos em orgânicos e minerais é feita, para efeitos de classificação, baseada nos seguintes critérios: solos orgânicos são aqueles que têm teores de matéria orgânica entre 12% e 20%. Este intervalo varia em função da saturação do solo e com os teores de argila associados. Solos minerais são os que contêm teores de matéria orgânica inferiores a 12% (HAMMER, 1996).

O regime hídrico é a causa e fator mais importante da existência e das características de um substrato de terras úmidas, pois essas são resultantes de condições de inundação ou saturação. Em ecossistemas naturais a ocorrência de solos úmidos não é restrita geograficamente ou por climas específicos, topografia, material de origem, fatores bióticos e nem temporais. A exigência é que haja uma combinação de processos hidrológicos e pedogênicos que possibilitem a saturação com água, presença de suficiente população microbiana e por tempo longo o bastante para possibilitar os processos de redução (WILDLING & REHAGE, 1984).

Como a presença de solos hidromórficos (ou hídricos) é fator de identificação para terras úmidas, é importante que estes possam ser discriminados dos demais tipos de solo.

Solos hídricos são, de acordo com USDA/NRCS (1998), definidos como solos formados sob condições de saturação, alagamento, ou inundação por tempo suficientemente longo durante a estação de crescimento, para gerar condições anaeróbias em sua parte superficial. Assim, dependendo das outras condições de gênese de solo, vários tipos de solo poderão ser formados.

Em áreas pantanosas e regiões próximas a rios sujeitas a inundações periódicas, a atividade microbológica anaeróbia proporciona a liberação de CO_2 e, principalmente de metano. Por outro lado, as reações que ocorrem em ambientes saturados por água ou alagados, são utilizadas para explicar os processos de formação de solos de várzeas, constituindo-se em importantes ferramentas em estudos de gênese e de classificação de solos (SOUSA et al., 2000).

A diferença química fundamental entre um solo submerso e um solo drenado é o estado de redução. Um solo reduzido tem presente, em geral, as partes reduzidas NH^{+4} , H_2S , Mn^{+2} , Fe^{+2} e CH_4 de suas partes correspondentes NO^{-3} , SO_4^{-2} , Mn^{+4} , Fe^{+3} e CO_2 , respectivamente (PONNAMPERUMA, 1972).

A presença de água induz a uma perda de oxigênio nestes solos criando condições ambientais difíceis para os seres vivos e condições químicas pouco comuns que por sua vez resultam nas características típicas dos solos de terras úmidas (HAMMER, 1996).

Quando o solo é alagado, a água substitui o ar nos espaços porosos do solo e, ao comprimir o ar remanescente dentro desses espaços, leva à destruição dos agregados. O solo adquire um estado semifluido, não sendo possível distinguir sua estrutura. Essas alterações de estado físico aumentam a restrição às trocas gasosas com a atmosfera (SOUSA et al., 2000).

Um solo formado ou submetido às condições de saturação, alagamento ou inundação terá um comportamento diferente dos solos de condições normais. Estas

diferenças se devem, basicamente, à camada de água que dificulta a entrada de O_2 atmosférico no solo. O metabolismo microbiano é alterado, refletindo-se nas reações de redução de nitratos, sulfatos, óxidos de ferro e manganês, no pH do solo, e conseqüentemente, na disponibilidade de fósforo. (VOLKWEISS, 1979).

Nas áreas cultivadas com arroz, submetidas a um regime hídrico que alterna inundação e drenagem, abaixo da lâmina d'água, geralmente, há uma camada de 1 a 5 mm de solo com bom suprimento de oxigênio, que ali chega por difusão a partir da superfície da água. As características desta porção do solo são similares às de solos não alagados, predominando microrganismos com metabolismo aeróbio. Ocorre, portanto, a nitrificação, bem como as outras reações típicas de solos oxidados. Nessa camada a presença de *Nitrosomonas* e *Nitrobacter*, que atuam na liberação de N, é importante. Estes microrganismos transformam o NH^+4 , que está adsorvido no complexo de trocas do solo, por meio de oxidação biológica, em formas absorvíveis. O NH^+4 é transformado em NO^-2 pelas *Nitrosomonas* e esse é transformado em NO^-3 pelas *Nitrobacter* (VOLKWEISS, 1979; LEWIS JR., 1995; SOUSA et al., 2000). Essas formas não têm capacidade de serem absorvidas por suas cargas negativas, ficando livres na solução. Toda a vez que o teor de água é maior que a capacidade de campo, os nitratos são arrastados para dentro do solo, sendo perdidos (figura 3.6) (MEURER, 1979).

Na segunda camada de solo há ausência completa de oxigênio, predominando microrganismos de metabolismo anaeróbio. Tal camada vai de 30 a 80 cm de profundidade, onde há completa falta de O_2 , com predomínio de bactérias anaeróbias (MEURER, 1979). Nela os cátions predominantes são o Fe^{+2} e o Mn^{+2} resultantes da redução dos respectivos óxidos de Fe e Mn. O N inorgânico está na forma de NH^+4 , não se observando a presença de nitratos (VOLKWEISS, 1979; MITSCH & GOSSELINK, 2000a).

Os solos são agrupados em unidades de mapeamento, cada qual constituindo uma entidade com características próprias que permitem identifica-los (figura 3.7 e tabela 3.1).

A posição relativa desses solos é função da interação de vários fatores, sendo variável de região a região (figura 3.8).

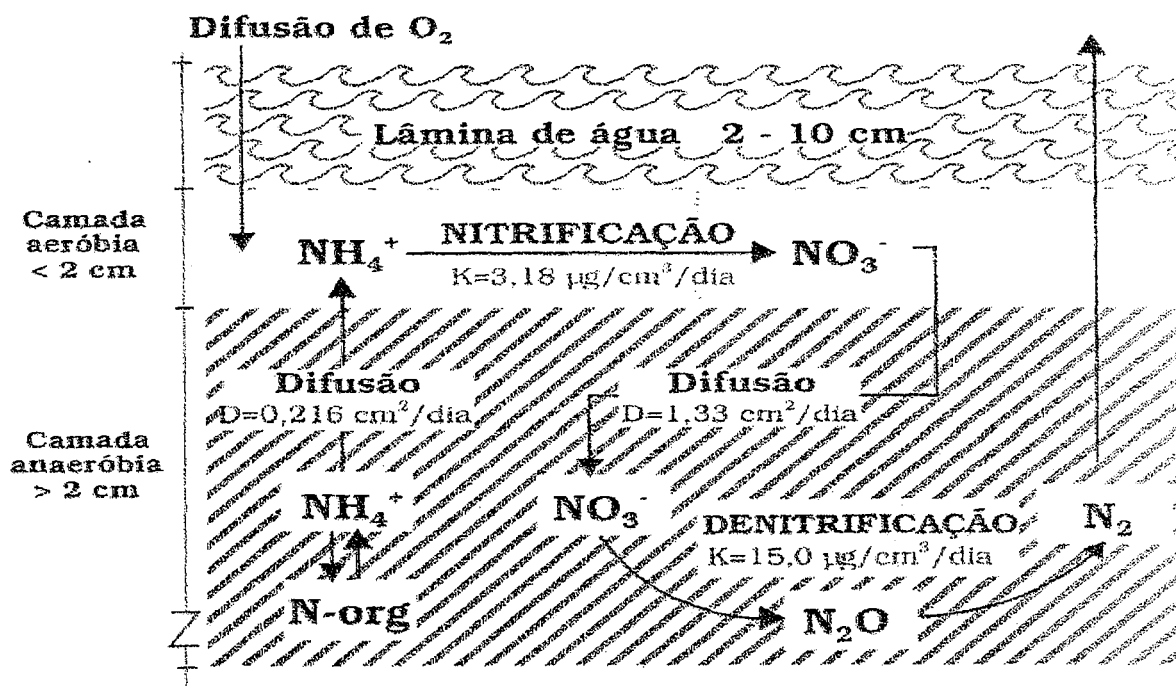


Figura 3.6 – Reação de nitrificação-desnitrificação e cinética da perda de nitrogênio em solos alagados
 Fonte: adaptado de SOUSA et al. (2000) e DE DATTA (1981)

No Rio Grande do Sul ocorrem solos hidromórficos de vários tipos devido à heterogeneidade do material de origem e dos diferentes graus de hidromorfismo. As variações nas características morfológicas, físicas, químicas e mineralógicas, fazem com que sejam agrupados em classes, com diferentes limitações e aptidões de uso.

As principais classes onde se enquadram os solos de várzea são (i) **Planossolos** (antigos Planossolos, além de Solonetz Solodizado e parte dos Hidromórficos Cinzentos); (ii) **Gleissolos** (antigos Glei Húmico e Pouco Húmico e parte dos Hidromórficos Cinzentos e Solonchaks); (iii) **Chernossolos Ebânicos** e **Chernossolos Argilúvicos** (antigos Brunizem Hidromórficos); (iv) **Plintossolos**; (v) **Vertissolos**; (vi) **Neossolos Flúvicos** e **Neossolos Quartzarênicos Hidromórficos** (antigos Solos Aluviais e Areias Quartzosas Hidromórficas, respectivamente). Nas partes mais altas das áreas de várzea e ou patamares mais elevados, podem ocorrer solos não hidromórficos de drenagem imperfeita/moderada até boa, incluídos nas classes (vii) **Argissolos**; (viii) **Alissolos**; (ix) **Luvissolos**, desmembrados dos antigos Podzólicos, além dos (x) **Chernossolos Hápicos** (Brunizéns) e (xi) **Neossolos Quartzarênicos Órticos** (Areias Quartzosas) (BRASIL, 1973; EMBRAPA, 1999; PINTO et al., 1999).

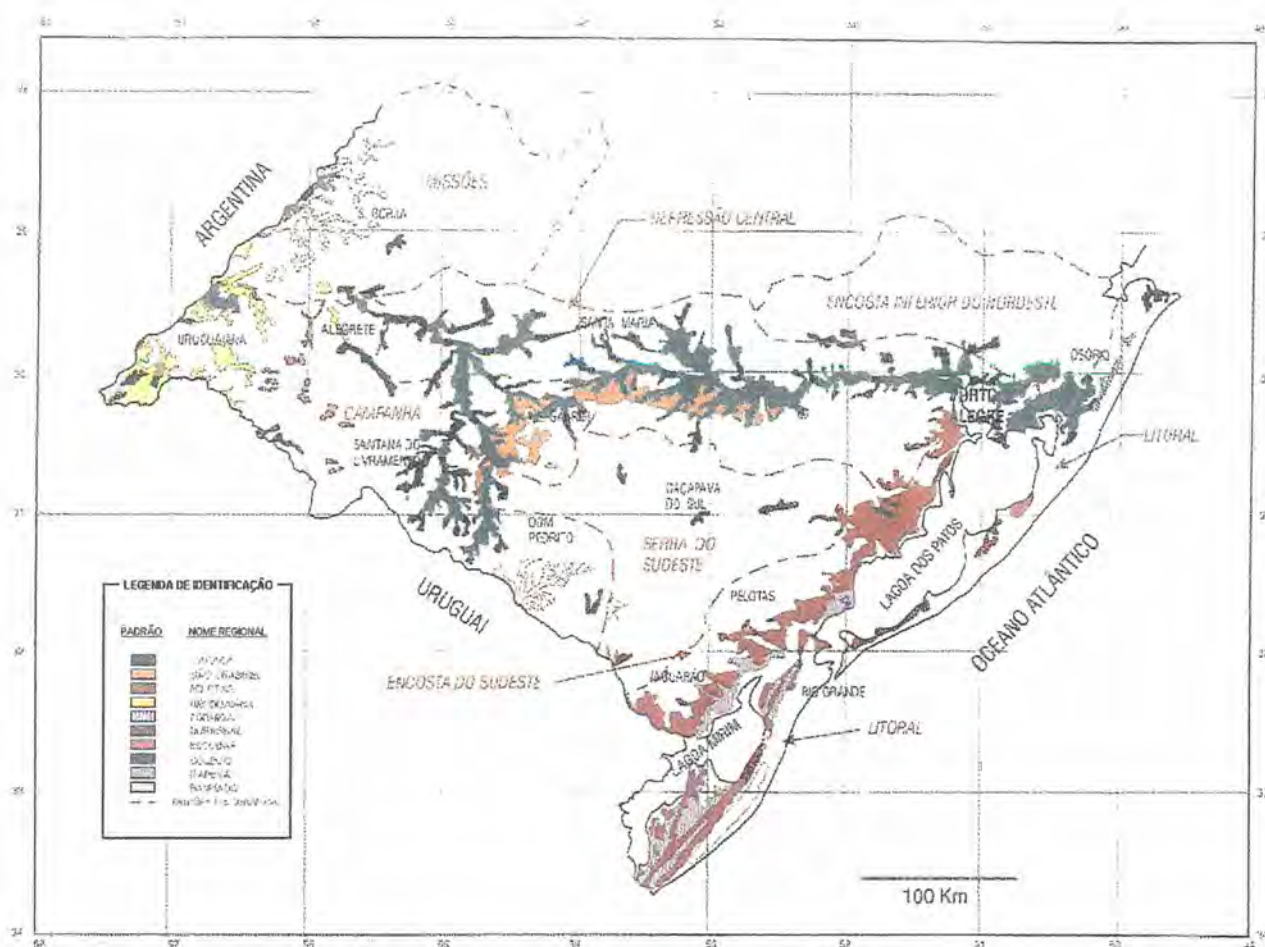


Figura 3.7 - Solos formadores da várzea arrozeira do Rio Grande do Sul
Fonte: Beltrame & Louzada (1996)

Boa parte destes solos é cultivada com arroz. Esta lavoura ocupa uma área de 3.330.000 ha, sendo que os solos que a compõem têm um enorme potencial produtivo. A exploração desta área se restringe ao binômio arroz irrigado-pecuária extensiva. A identificação dos solos formadores da várzea arrozeira do Rio Grande do Sul, foi feita baseada na presença de pelo menos três das características a seguir: localizados em partes baixas do relevo formando áreas planas ou suavemente onduladas; presença de lençol freático próximo à superfície durante parte do ano; presença de vegetação higrófila; presença de camadas de impedimento no perfil; perfil com baixo valor de condutividade hidráulica (BELTRAME & LOUZADA, 1996).

Tabela 3.1 – Principais classes de solos de várzea do Rio Grande do Sul e suas áreas absolutas e relativas

Classe	Unidade de Mapeamento	Área (ha)	Estado %	Várzea %
Planossolo hidromórfico	Vacacaí	1.683.500	6,23	31,19
	Pelotas	918.000	3,40	17,00
	Pelotas/Formiga			
	Pelotas/Lagoa			
	Pelotas/Guaíba/Mangueira (parte)			
Planossolo Háptico	S. Gabriel	237.500	0,88	4,40
	S. Gabriel/Alto das Canas			
	Bagé	183.500	0,68	3,40
Gleissolo Háptico	Banhado	263.500	0,98	4,88
Gleissolo Melânico	Colégio, Itapeva, Taim, Taim/Mangueira	117.400	0,43	2,17
Chernossolo Ebânico	Uruguiana	269.500	1,00	4,99
Chernossolo Argilúvico	Formiga e Formiga/Banhado	136.500	0,51	2,53
	Ponche Verde	238.000	0,88	4,41
Chernossolo Háptico	Vila	226.000	0,84	4,19
Vertissolo	Escobar	51.000	0,19	0,94
	Durasnal	25.000	0,09	0,46
Plintossolo Argilúvico	Parte Virgínia (Luvissolo Crômico)	246.000	0,91	4,56
	Parte Tuia (Argilossolo Vermelho-amarelo)	179.500	0,66	3,33
Neossolo	Lagoa e Lagoa/Taim/Mangueira	156.000	0,58	2,89
Quartzarênico Hidromórfico	Curumim e Curumin/Itapeva	183.000	0,68	3,39
Neossolo	Osório	140.000	0,52	2,59
Quartzarênico Órtico	Ibicuí	48.500	0,18	0,90
Neossolo Flúvico	Guaíba	96.000	0,36	1,78
Total		5.398.000	20,00	100

Fonte: Pinto et al. (1999)

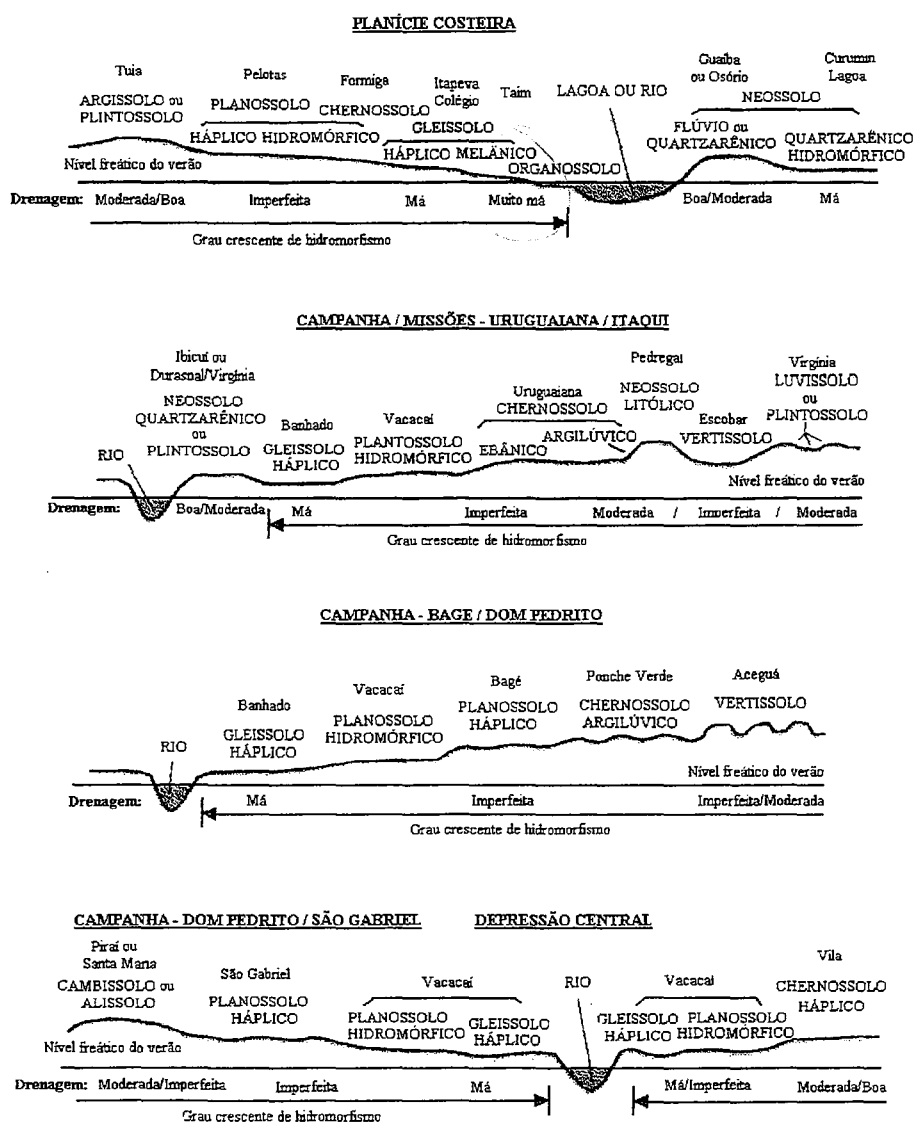


Figura 3.8 – Ocorrência relativa dos solos nas várzeas e terras baixas do Rio Grande do Sul
Fonte: PINTO et al. (1999)

A caracterização dos solos de várzea do Rio Grande do Sul resultou nas seguintes classes:

3.3.2.1. Planossolos

Esses solos ocupam 56% da área total das várzeas, representando aproximadamente 11% da área do total do Rio Grande do Sul. Essa classe

apresenta como característica geral a presença de um tipo especial de horizonte B textural, com incremento de argila em uma pequena distância ($\leq 7,5$ cm) (mudança textural abrupta), associado a cores acinzentadas ou escurecidas que refletem uma baixa permeabilidade, chamada de horizonte B plânico (PINTO et al., 1999).

3.3.2.1.1. Planossolo Hidromórfico Eutrófico Típico

São solos derivados de sedimentos aluviais referentes ao período quaternário, localizados na Depressão Central e Campanha, provenientes principalmente de arenitos e siltitos das formações geológicas sedimentares da Bacia do Paraná (PINTO et al., 1999).

São típicos de áreas baixas onde o relevo condiciona o excesso hídrico permanente ou temporário, ocasionando fenômenos de redução que resultam no desenvolvimento de perfis com cores cinzentas no horizonte B, indicativos de gleização, daí a denominação, Planossolo Hidromórfico. Uma das características desta classe é a presença de um horizonte superficial eluvial de textura média a arenosa, que contrasta abruptamente com o horizonte subjacente B, de textura argilosa (PINTO et al., 1999).

São geralmente de mal a imperfeitamente drenados, com seqüência de horizontes A, Btg, C (ou Cg), ou A, E, Btg, C (ou Cg), apresentando no horizonte B estrutura em blocos, prismática ou colunar, consistência ligeiramente plástica e pegajosa e, em alguns casos, cerosidade forte e abundante. O horizonte A é, normalmente, do tipo moderado ou fraco, quase sempre acompanhado de horizonte E. Em alguns casos, pode-se encontrar perfis com horizonte A muito espesso e com saturação elevada de Alumínio. Podem apresentar valores muito variáveis de soma e de saturação de bases na superfície, podendo ser distróficos. O horizonte B apresenta argila de atividade alta e a saturação em bases pode chegar a valores de até 100% (EMBRAPA, 1999; PINTO et al., 1999).

É representado pela Unidade de Mapeamento Vacacaí (PINTO et al., 1999). Situa-se nas várzeas ao longo dos cursos d'água, tendo como vegetação predominante os campos, muitas vezes modificados, pois a maioria destes solos são cultivados com arroz. Junto aos cursos d'água ocorrem matas de galeria e nos locais onde as

condições são favoráveis há o desenvolvimento de vegetação higrófila como aguapés e ciperáceas (BRASIL, 1973).

3.3.2.1.2. Planossolo Hidromórfico Eutrófico Solódico

São encontrados na Planície Costeira (Litoral e parte da Encosta do Sudeste), derivados de sedimentos lagunares e lacustres do Holoceno e de sedimentos arenosos da formação Chuí e da formação Graxaim, ambos do Pleistoceno, todos referentes ao período Quaternário (EMBRAPA, 1999; PINTO et al., 1999).

Apresentam características semelhantes aos da classe anterior, diferindo por apresentar saturação por Sódio com valores entre 6 e 15% dentro de 120 cm da superfície do solo. Normalmente essa ocorre no horizonte B e/ou C, por isso, provavelmente, não constitui fator restritivo ao desenvolvimento das culturas. O horizonte A é de textura média, estrutura fraca em blocos subangulares e consistência friável, não plástica e não pegajosa. O horizonte B apresenta textura argilosa, estrutura do tipo prismática ou colunar forte e grande, podendo se desfazer em blocos, consistência muito plástica e pegajosa e cerosidade abundante (PINTO et al., 1999).

É representado pela Unidade de Mapeamento Pelotas. Ocupam relevo plano ou muito suavemente ondulado, encontrados em altitudes inferiores aos 30 m. A vegetação predominante é o campo modificado pelo uso agrícola intenso. São campos de qualidade regular e em alguns locais muito pobres. Predomina a grama forquilha (*Paspalum notatum*), a grama tapete (*Axonopus* sp) e em menor escala ocorre a grama pé-de-galinha (*Eleusine* sp), cabelo-de-porco (*Juncus bufonius*) e macega (*Andropogon* sp). Nos locais mais bem drenados encontra-se a carqueja (*Baccharis* sp) (BRASIL, 1973).

Na região Sul do Estado, principalmente ao redor das Lagoas Mirim e Mangueira e ao longo do Canal de São Gonçalo, podem ser encontrados Planossolos Nátricos (parte da Unidade de Mapeamento Mangueira). Esses têm teores elevados de Sódio trocável, acima de 15%, imediatamente abaixo do horizonte A ou E, e estrutura colunar ou prismática no horizonte B. São, em geral, pouco profundos, mal ou imperfeitamente drenados e de permeabilidade muito baixa no horizonte B,

resultante da alta proporção de argila dispersa produzida pelo alto teor de Sódio e pelo caráter expansivo da mesma (esmectita). Devido aos elevados teores de Sódio e à má drenagem, esses solos são utilizados apenas com pastagens (PINTO et al., 1999). Situam-se entre 3 e 5 m de altitude ocupando relevo plano. A vegetação natural é o campo misto, com a incidência de forrageiras exóticas invasoras de boa qualidade como o trevo-branco (*Trifolium repens*) e o capim-quicuío (*Pennisetum clandestinum*) (BRASIL, 1973).

3.3.2.1.3. Planossolo Háptico Eutrófico Típico

Originaram-se de depósitos de arenitos finos, siltitos argilosos e folhelhos do Grupo Guatá, subgrupo Tubarão (Permiano) e também de siltitos arenosos com ocasionais intercalações calcíferas da formação Rio do Rasto, Grupo Passa-Dois. São encontrados na região da Campanha, nos municípios de Bagé, Hulha Negra, Candiota e Dom Pedrito, em altitudes de 100 a 250 m, ocupando na paisagem posição intermediária entre os planossolos hidromórficos da unidade Vacacaí e os chernossolos argilúvicos da unidade Ponche Verde (PINTO et al., 1999).

Os solos desta classe diferenciam-se da anterior por apresentarem superfícies de deslizamento na porção inferior do horizonte Bt e no C, daí sua caracterização como vértico. Possuem seqüência de horizontes A, Bt e C, colorações bruno-escuras, bruno-acinzentadas ou bruno-acinzentadas muito escuras, sendo o horizonte A do tipo chernozêmico ou moderado, normalmente de textura média. O horizonte Bt, de textura argilosa, apresenta estrutura prismática composta de blocos subangulares e angulares moderada a muito fortemente desenvolvida, consistência muito plástica e muito pegajosa (EMBRAPA, 1999; PINTO et al., 1999).

Apesar das boas características químicas desses solos, que lhes conferem alta fertilidade natural, o trabalho mecânico é difícil devido aos maiores teores de argilominerais expansivos (argilas de alta atividade como as esmectitas), que os tornam muito plásticos e pegajosos quando molhados e duros e tenazes quando secos (KLAMT et al., 1985; PINTO et al., 1999).

A esta classe pertence a Unidade de Mapeamento Bagé. A vegetação predominante nesta unidade é a de campo, com pastagens de boa qualidade e

cobertura vegetal excelente, com grande número de espécies de gramíneas e leguminosas. Algumas áreas são muito infestadas pela Chirca (*Eupatorium* sp), que é a principal invasoras nesses solos (BRASIL, 1973).

3.3.2.2. Plintossolos

São solos geralmente profundos, moderadamente ou imperfeitamente drenados, formados sob condições de restrição à percolação de água. Apresentam um horizonte com mosqueados vermelhos e amarelos, macios quando úmidos, mas que endurecem irreversivelmente quando secam, formando nódulos duros, identificados como plintita (f), em quantidade igual ou superior a 15%. A presença de plintita no solo freqüentemente está associada à ocorrência de concreções de ferro (nódulos de plintita já endurecidos) acima do horizonte plíntico (KLAMT et al., 1985; PINTO et al., 1999).

3.3.2.2.1. Plintossolos Argilúvicos Alumínico Abrúptico e Eutrófico Abrúptico

São originários de produtos de alteração de rochas eruptivas básicas da formação Serra Geral (Juracretáceo), sendo encontrados na região da Campanha/Missões, nos municípios de Itaqui, São Borja, Maçambará e Alegrete. Ocorrem em áreas com relevo plano e suave ondulado, nas porções de cotas mais baixas e no terço inferior das encostas, onde há movimentação lateral de água e em várzeas de rios (PINTO et al., 1999).

Geralmente apresentam gradiente textural (argilúvicos) e seqüência de horizontes A, B_{tf} e C, com horizonte A moderado, de textura arenosa ou média, às vezes cascalhenta, podendo ou não apresentar horizonte E. O horizonte A, de coloração escura, apresenta estrutura fraca a moderada, granular e em blocos subangulares, e consistência friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa. O horizonte B_{tf} é argiloso, com saturação por bases e por Alumínio tanto alta quanto baixa (eutróficos ou alumínicos), estrutura em blocos subangulares, fraca a moderada, e consistência friável, plástica e pegajosa. Alguns perfis podem apresentar, em diferentes profundidades e horizontes, concreções de Ferro e Manganês, constituindo a fração cascalho (EMBRAPA, 1999; PINTO et al., 1999).

Pertence a esta classe a Unidade de Mapeamento Virgínia. Tais solos se encontram em relevo com declividade inferior a 5%, sendo cobertos por campos com boa cobertura vegetal e com pastagens de boa qualidade (campos finos). Nesses campos há dominância de *Axonopus* sp, ocorrendo também com grande frequência o capim-caninha (*Andropogon lateralis*), a grama-froquilha (*Paspalum notatum*) e o capim-toucerinha (*Sporobolus poiretii*) (BRASIL, 1973).

Também faz parte desta classe a Unidade de Mapeamento Durasnal. Igualmente se encontra em declividades inferiores a 5%, sendo a vegetação predominante a de campo limpo, de boa qualidade, normalmente com a ocorrência de capim-caninha (*Andropogon lateralis*) em grande quantidade. A vegetação alta é representada pelas matas e matas de galeria ao longo dos cursos d'água (BRASIL, 1973).

3.3.2.2. Plintossolos Argilúvicos Distróficos Arênicos e Espessarênicos

São encontrados na planície costeira em cotas ligeiramente superiores às dos Planossolos, sendo sua ocorrência mais expressiva no eixo Capivari-Mostardas. Formaram-se a partir de sedimentos areno-argilosos pouco consolidados das formações Itapoã e Chuí, Grupo Patos, referentes ao Quaternário. São pobres em matéria orgânica e nutrientes e têm baixa capacidade de troca de cátions. Apresentam textura arenosa na superfície, com horizonte A muito espesso e horizonte E bem desenvolvido, com profundidades superiores a 80 cm (arênico) e comumente até mais de 100 cm (espessarênico). O horizonte B plíntico, de coloração acinzentada ou amarelo-claro-acinzentada, apresenta mosqueados grandes e abundantes (EMBRAPA, 1999; PINTO et al., 1999).

Pertence a esta classe a Unidade de Mapeamento Tuia. São encontrados ocupando coxilhas baixas (lombadas costeiras), em relevo plano ou suave ondulado. Na área são encontrados alguns olhos d'água. A altitude onde se encontram está em torno dos 15 m. A vegetação natural é a de campo com pastagens de gramíneas e leguminosas, ralo, infestados pelo falso-mio-mio e com arbustos esparsos e cactáceas. Entre as leguminosas encontra-se o gênero *Stilosantes* e nas gramíneas o gênero *Aristida* (BRASIL, 1973).

3.3.2.3. Gleissolos

São solos que ocorrem nas partes mais baixas das várzeas e nas depressões das áreas dos planossolos, desenvolvidos de sedimentos areno-argilosos pouco consolidados do Quaternário. Caracterizam-se por apresentar um horizonte com cores cinzentas ou cinzento-oliváceas (horizonte glei), que começa dentro de 50 cm da superfície, indicativo de formação em ambiente de redução devido à saturação por água por pelo menos um longo período do ano. A textura é média ou argilosa em todos os horizontes, não apresentando horizonte B textural associado à mudança textural abrupta, o que os diferencia dos Planossolos. A seqüência dos horizontes é A, (E), Bg e/ou Cg (EMBRAPA, 1999; PINTO et al., 1999).

3.3.2.3.1. Gleissolos Melânicos Eutróficos

São solos medianamente profundos, mal a muito mal drenados, com permeabilidade muito baixa. Apresentam argila de atividade alta e médios valores de soma e de saturação por bases (eutróficos); podem também apresentar valores mais elevados de Sódio (Itapeva). Sua ocorrência é verificada, principalmente, ao longo da faixa litorânea, como unidade simples ou em associações com outros Gleissolos ou Organossolos, apresentando cor escura (de onde vem o nome Melânico). (PINTO et al., 1999).

Pertence a esta classe a Unidade de Mapeamento Colégio. Esse solo se caracteriza por apresentar um horizonte A húmico ou proeminente. Ocorre em áreas de relevo plano, em altitudes em torno dos 40 m. A vegetação nesses solos é a de banhado, entretanto em áreas drenadas, a vegetação está totalmente alterada pelo uso agrícola (BRASIL, 1973).

Faz parte também dessa classe a Unidade de Mapeamento Itapeva. Esta tem por característica a presença do horizonte A chernozêmico (PINTO et al., 1999). Os solos desta unidade foram desenvolvidos a partir dos sedimentos finos depositados pelo sistema lacustrino, que drena para o Atlântico. Geralmente, pequenas lagoas e as bordas menos profundas das maiores foram assoreadas com este material, que associado com resíduos vegetais palustres veio a constituir o material de partida para a formação do solo. Esse, normalmente, assenta-se sobre depósitos de areias

não consolidadas do Quaternário Recente. Ocupam um relevo plano, situando-se nas bordas e áreas menos profundas do cordão ininterrupto de lagoas marginais à costa. A altitude varia de 2 a 10 m. A vegetação se compõe de espécies rasteiras como *Lycopodium inundatum*, Verbenáceas e leguminosas rastejantes, bem como gramíneas. Ocorrem também núcleos de mata arbustiva e exemplares de corticeira-do-banhado (*Erythrina crista-galli*) (BRASIL, 1973).

Partes da Unidade de Mapeamento Taim também pertencem a essa classe (PINTO et al., 1999). São solos formados por sedimentos marinhos ou lacustres, ocupando relevo plano em altitudes entre 3 e 5 m. A vegetação natural é higrófila formando relva densa e alta, consistindo de *Zizaniopsis bonariensis*, com ciperáceas altas como o junco (*Scirpus californicus*) e por grama-flutuante (*Luziola peruviana*) e água-pés (BRASIL, 1973).

3.3.2.3.2. Gleissolos Háplicos Ta Eutróficos

Diferenciam-se dos gleissolos da classe anterior pela menor espessura e/ou teores mais baixos de Carbono no horizonte superficial, que lhes conferem coloração mais clara (EMBRAPA, 1999; PINTO et al., 1999):

Pertence a esta classe a Unidade de Mapeamento Banhado. São solos derivados de sedimentos aluvionares recentes provenientes de basaltos da formação Serra Geral e de rochas sedimentares do Grupo Passa-Dois, encontrados nos municípios de São Borja, Garruchos, Maçambará, Itaqui, Uruguaiana, Bagé, Aceguá, Candiota e Pedras Altas, em relevo plano nas várzeas ao longo dos rios e arroios. Frequentemente são encontrados solos com gradiente textural pronunciado (luvisólicos) (PINTO et al., 1999). A vegetação dominante é a de gramíneas, infestadas pelo caraguatá (*Eryngium* sp) e maria-mole (*Senecio* sp). Em grande parte da área desenvolve-se vegetação higrófila característica de banhado como água-pés e ciperáceas (BRASIL, 1973).

3.3.2.3.3. Outros Gleissolos

São encontrados em pequena extensão de área na planície costeira, que apresentam características especiais.

3.3.2.3.3.1. Gleissolo Sáfico

Encontrado em áreas baixas eventualmente inundadas com águas salinas, caracterizando-se pela presença de sais solúveis, nos primeiros 100 cm de solo, em quantidades que conferem ao extrato de saturação uma condutividade elétrica superior a 7 dS.m^{-1} (caráter sáfico). Eventualmente apresentam caráter sódico (Na trocável superior a 15%) no perfil (Gleissolo Sáfico Sódico). Correspondem aos antigamente denominados solos halomórficos. Em algumas áreas, chegam a apresentar manchas sem vegetação, denominadas “boleiras” ou “blanqueales” (KLAMT et al., 1985). Têm perfis pouco diferenciados, com seqüência de horizontes A, Cgz ou Az e Cgz, usualmente com descontinuidade litológica. Apenas plantas de alta tolerância a sais e Na (halófitas) desenvolvem-se nos mesmos (PINTO et al., 1999).

3.3.2.3.3.2. Gleissolo Tiomórfico Hístico

Ocorre em pântanos de lagoas adjacentes à orla marítima como no Banhado do Taim. Contém compostos de Enxofre (materiais sulfídricos) que, após drenagem e oxidação, dão origem a sulfatos e ácido sulfúrico, tornando o pH do solo extremamente ácido ($< 3,5$). A presença do tiomorfismo é evidenciada pelo forte odor de gás sulfídrico (cheiro de ovo podre) e por manchas amareladas de sulfato de ferro (jarosita) (PINTO et al., 1999).

3.3.2.4. Chernossolos

São solos que apresentam horizonte A chernozêmico seguido por horizonte B textural ou incipiente, com argila de alta atividade e saturação por bases elevada (eutróficos) (EMBRAPA, 1999). Na região da Campanha, apresentam drenagem moderada a imperfeita e ocorrem em relevo suave ondulado a plano em áreas contíguas às várzeas. Na Planície Costeira, apresentam-se mal drenados e em relevo plano. São incluídos, também, os chernossolos bem drenados, encontrados em patamares mais elevados nas várzeas de rios de Depressão Central, próximos às encostas basálticas (PINTO et al., 1999).

3.3.2.4.1. Chernossolo Ebânico Carbonático Vértico

São solos derivados de sedimentos de basalto da formação Serra Geral (Juracretáceo), encontrados em relevo plano a suavemente ondulado, de drenagem imperfeita. Apresentam horizonte A chernozêmico, de cor preta a cinzento muito escura, por isso classificados como ebânicos. Possuem a seqüência de horizontes A, Bt, Ck, C, valores muito elevados de soma e de saturação por bases e pH relativamente elevado. O horizonte A, franco a franco-siltoso, mostra estrutura fraca granular ou em blocos subangulares e o horizonte B, argilo-siltoso a argiloso, estrutura moderada a forte em blocos subangulares. São comuns, na base do horizonte B e no C, concreções de carbonato de Ca (carbonático) e, ao longo do horizonte B e no topo do C, superfícies de deslizamento, fator que indica como um classe intermediária com os vertissolos (vértico) (PINTO et al., 1999).

Pertence a esta classe a Unidade de Mapeamento Uruguaiana. São solos encontrados em declives próximos a 3%. Predominam nestes solos os campos finos com pastagens de boa qualidade e cobertura vegetal excelente. Diferentes espécies compõem o tapete, predominando entre as gramíneas a grama-forquilha (*Paspalum notatum*) e a grama-tapete (*Axonopus* sp), com variável incidência de capim-caninha (*Andropogon lateralis*) de acordo com o manejo das pastagens. Entre as leguminosas são encontradas representantes do gênero *Trifolium* (BRASIL, 1973).

3.3.2.4.2. Chernossolo Argilúvico Órtico Vértico

Solos derivados de siltitos, argilitos e folhelhos das formações Rio do Rasto, Estrada Nova e Irati, do Grupo Passa-Dois (Permiano), ocorrendo em relevo suave ondulado (Embrapa, 1999). São solos medianamente profundos, de cores bruno escuras, argilosos, pouco porosos e imperfeitamente drenados. Apresentam seqüência de horizontes A, Bt, C, com horizonte Bt imediatamente abaixo do horizonte A chernozêmico, por isso argilúvico e com superfícies de deslizamento pronunciadas na base do B (vértico). Possuem valores médios a altos de soma e de saturação por bases no horizonte superficial, que se elevam com a profundidade. O horizonte A, de textura argilosa, estrutura granular moderada a forte, consistência friável a firme e plástica e pegajosa, transiciona gradualmente para o horizonte B argiloso a muito

argiloso, de estrutura moderada em blocos subangulares, consistência firme, muito plástica e muito pegajosa (PINTO et al., 1999).

Nesta classe se enquadra a Unidade de Mapeamento Ponche Verde. Encontram-se em relevo suavemente ondulado, com declives em torno de 5%. A vegetação natural nesta unidade é constituída pelos campos finos, de ótima qualidade, com grande número de espécies de gramíneas e leguminosas. São bastante infestados pela chirca (*Eupatorium* sp) (BRASIL, 1973).

3.3.2.4.3. Chernossolo Argilúvico Carbonático

Solos encontrados na Planície Costeira, derivados de sedimentos da formação Chuí (Quaternário), desde o município de Pelotas até o Chuí, ao redor do Canal de São Gonçalo e da Lagoa Mirim. Ocorrem em relevo plano, situados em cotas inferiores a dos planossolos hidromórficos (PINTO et al., 1999).

São solos mal drenados, medianamente profundos, de cores escuras e acinzentadas e seqüência de horizontes A, Bt, C, com transição gradual do A para o B e horizonte C gleizado com abundantes concreções de carbonato de Ca e poucas de Mn. O horizonte A chenzêmico é franco arenoso a franco e plástico e pegajoso. Possuem valores médios a altos de soma de bases e altos de saturação por bases, que aumentam com a profundidade, sendo o pH ligeiramente ácido no horizonte A e neutro a alcalino nos horizontes B e C (EMBRAPA, 1999; PINTO et al., 1999).

Nesta classe se inclui a Unidade de Mapeamento Formiga. Ocupam áreas de altitudes inferiores a 10 m. A vegetação predominante é a de campo, com pastagens de qualidade variável, com predominância de grama-forquilha (*Paspalum notatum*) e capim-caninha (*Andropogon lateralis*). As partes mais baixas, pobremente drenadas, são cobertas com vegetação higrófila (BRASIL, 1973).

3.3.2.4.4. Chernossolo Háptico Órtico Típico

São solos desenvolvidos sobre sedimentos aluvionares de basaltos que ocorrem em terraços fluviais mais elevados, só esporadicamente inundáveis. São solos profundos, de textura franco-argilo-siltosa, porosos e friáveis. Possuem cores

brunadas (não ebânicos) e pouca ou nenhuma variação textural do horizonte A para o B (não argilúvicos), o que os distingue como Chernossolos Háplicos (EMBRAPA, 1999; PINTO et al., 1999).

Nesta classe se enquadra a Unidade de Mapeamento Vila. Ocupam relevo plano, com declives variando até 2%. Embora ocupem este tipo de relevo, toda a área da unidade é entrecortada por valas de drenagem, mais ou menos profundas, constituindo praticamente um micro-relevo. Ocorrem em altitudes entre 60 e 200 m. A vegetação natural destes solos é a mata de galerias, já totalmente modificada pelo uso agrícola intenso (BRASIL, 1973).

3.3.2.5. Vertissolos

São encontrados nas áreas de terras baixas. São originados de sedimentos de basaltos da formação Serra Geral, ocorrendo em áreas de relevo plano a suave ondulado, em depressões ou ao longo de cursos d'água. Em geral, são pouco profundos e imperfeitamente ou mal drenados. Apresentam seqüência de horizontes A, AC, C com horizonte A chernozêmico, de cor preta, textura argilosa e estrutura granular e horizonte C de cores cinzentas, argiloso e estrutura prismática. Apresentam elevada fertilidade natural, com altos teores de matéria orgânica e altas soma e saturação por bases, existindo muitos perfis com concreções de carbonato de Cálcio no horizonte C (EMBRAPA, 1999; PINTO et al., 1999).

A presença de argilominerais do tipo 2:1, com dominância de montmorilonita, que se expandem quando úmidos – tornando-os muito plásticos e muito pegajosos - e se contraem quando secos – tornando-os extremamente duros e profundamente fendilhados, é a característica desses solos (KLAMT et al., 1985; PINTO et al., 1999).

Enquadra-se nesta classe a Unidade de Mapeamento Escobar, como Vertissolo Ebânico Órtico Chernozêmico. Ocorrem em altitudes de até 100 m. A vegetação natural é a de campos finos, sendo formada principalmente pelas seguintes espécies: *Paspalum notatum*, *Axonopus compressus*, *Andropogon lateralis* e *Trifolium polymorfum* (BRASIL, 1973).

3.3.2.6. Neossolos Quartzarênicos Hidromórficos

São solos arenosos, imperfeitamente a mal drenados, profundos a medianamente profundos, que ocorrem próximos às margens das lagoas e dos rios da Planície Costeira. Apresentam lençol freático próximo à superfície e seqüência de horizontes A, C, sendo o A escuro, rico em matéria orgânica, e o C de cores acinzentadas, geralmente com mosqueados. Sua fertilidade natural é baixa, apesar do alto teor de matéria orgânica lhes fornecer alta capacidade de troca de cátions, pois a soma e a saturação por bases é baixa, com pH muito baixo e elevados teores de Alumínio trocável (KLAMT et al., 1985; PINTO et al., 1999).

Nesta classe se enquadra a Unidade de Mapeamento Curumim, que ocupa o relevo plano, um pouco acima da linha das praias, em altitude inferior aos 3 m. e cuja vegetação é composta principalmente por espécies rasteiras de leguminosas e verbenáceas. Também faz parte desta classe a Unidade de Mapeamento Lagoa, que ocupa relevo plano, nas áreas baixa em volta da Lagoa Mirim, em altitudes em torno de 6 m. A vegetação é de campo, com pastagens de verão, onde aparece grama-forquilha (*Paspalum notatum*), grama-pé-de-galinha (*Eleusine* sp) e cabelo-de-porco (*Juncus* sp). Nas áreas mais baixas aparecem espécies semi-aquáticas como *Solanum glabrum*, *Eryngium decaisnianum* e ciperáceas (BRASIL, 1973).

3.3.2.7. Neossolos Quartzarênicos Órticos

São solos arenosos (areia ou areia franca), não hidromórficos, profundos a muito profundos e excessivamente drenados, que ocorrem em relevo plano a suave ondulado próximos às margens das lagoas e rios da Planície Costeira e alguns rios da Campanha. A seqüência de horizontes é A, C, sendo o A moderado ou fraco. Sua fertilidade natural é muito baixa devido à sua textura arenosa e aos baixos teores de matéria orgânica, com baixa capacidade de troca de cátions e de retenção de água (Pinto et al., 1999).

Nesta classe se enquadra a Unidade de Mapeamento Osório. Caracteriza-se pela vegetação de gramíneas do gênero *Paspalum* e *Andropogon*, além de ciperáceas, umbelíferas e verbenáceas. Em torno das lagoas, mas em solo seco, encontram-se bosques de mirtáceas e compostas lenhosas junto com jerivás (*Syagrus*

romanzoffianum), bem como algumas espécies representantes da mata subtropical alta que ocorre na borda do Planalto (BRASIL, 1973).

Também faz parte desta classe a Unidade de Mapeamento Ibicuí. São encontrados na região da Campanha, fazendo parte das áreas aluviais ao longo de rios, em altitudes entre 20 e 100 m. A vegetação dominante é a de campos, observando-se também matas ribeirinhas, de aspecto arbustivo (BRASIL, 1973).

3.3.2.8. Neossolos Flúvicos

Localizam-se às margens de rios e de lagoas, de drenagem variada, que recebem periodicamente deposição sedimentar durante as inundações (EMBRAPA, 1999). Por isso, mostram uma sucessão de camadas estratificadas, gleizadas ou não, sem relação pedogênica entre si, de composição química, mineralógica e granulométrica variada. Ocorrem principalmente na Planície Costeira, e mais raramente ao longo de rios em outras regiões. A seqüência de horizontes é A, C, como C apresentando estratificações, freqüentemente exibindo horizontes A enterrados, que originam teores de Carbono orgânico variáveis ao longo do perfil (PINTO et al., 1999).

Nesta classe se enquadra a Unidade de Mapeamento Guaíba. Ocorre nas margens do Estuário do Guaíba e da Lagoa dos Patos, bem como dos deltas dos Rios Jacuí e Camaquã. Assim, varia em função da origem dos sedimentos que são carreados. A vegetação varia também, apresentando caráter palustre, podendo ser dividida em: (a) vegetação flutuante – aguapé (*Eichhornia crassipes*) e fetos flutuantes (*Salvinia auriculata* e *Azolla filiculoides*); (b) vegetação de beira d'água – aguapé fixo (*Eichhornia azurea*) e Soldanela da água (*Limnantherum humboldtianum*); (c) vegetação de pântanos – gramíneas e ciperáceas altas; gravatás palustres (*Eryngium* sp), banana-do-mato (*Bromelia fastuosa*) e Salgueiros isolados (*Salix humboldtiana*). Nas ondulações do terreno, de melhor drenagem, aparecem capões de mirtáceas, banana-do-mato (*Bromelia fastuosa*) e alguns exemplares de figueiras (*Ficus subtriplinervia*); (d) vegetação de prados úmidos, que são posições freqüentemente inundadas mas sem reterem água estagnada – há dominância de gramíneas baixas e muito verdes e grande incidência de maricá (*Mimosa bimucronata*) (Brasil, 1973).

3.3.2.9. Organossolos

São solos de constituição orgânica, pouco desenvolvidos, em geral muito mal drenados, originados sobre sedimentos aluvionares e lacustres do Holoceno (Recente). Apresentam horizonte superficial hístico, com pelo menos 40 cm de espessura, geralmente de coloração escura e freqüentemente assente sobre outras camadas orgânicas, constituídas por resíduos vegetais em grau variável de decomposição. Os teores altos de matéria orgânica conferem a esses solos alta capacidade de troca de cátions e baixa densidade. Quando drenados são sujeito à subsidência (rebaixamento da superfície), com gradativa redução no teor de matéria orgânica, devido ao aumento da atividade dos microrganismos decompositores (PINTO et al., 1999).

Nesta classe se enquadra uma parte da Unidade de Mapeamento Taim (em Rio Grande) e outras áreas da Planície Costeira, em torno das Lagoas do Forno e Jacaré (Klamt et al., 1985), no banhado do Rio Gravataí, e junto à Lagoa Negra e à Coxilha das Lombas em Viamão (PINTO et al., 1999).

3.3.3. Comunidades Vegetais em Terras Úmidas

O termo “comunidade vegetal” pode ser definido de várias maneiras. Geralmente, se aceita a seguinte definição: “é a coleção de espécies vegetais que crescem juntas em uma localização particular e que mostram uma associação definida ou uma afinidade entre elas.” A idéia de associação é muito importante e implica em que certas espécies são encontradas crescendo juntas em certos locais e ambientes, com maior freqüência do que se esperaria devido ao acaso. Diferentes grupos de espécies crescem juntas em diferentes ambientes. A maior parte dos ambientes do mundo sustenta determinadas espécies associadas que podem ser caracterizadas como comunidades vegetais (KENT & COKER, 2000).

O conceito de comunidade vegetal é particularmente forte na literatura de terras úmidas. Nomes históricos para diferentes tipos de terras úmidas – banhados, pântanos de cipreste, pantanal, juncal, restinga, manguezal, várzea e outros – freqüentemente estão associados ao tipo de comunidade vegetal dominante (MITSCH & GOSSELINK, 2000a).

As características estruturais da vegetação (sinmorforlogia) incluem tanto a fisionomia (formas de crescimento) como a distribuição espacial das espécies. Em muitos tipos de terra úmida uma espécie é dominante, conseqüentemente o seu hábito de crescimento determina a fisionomia (HEJNÝ & SEGAL, 1998).

A distribuição espacial inclui os padrões de estratificação (distribuição vertical) e distribuição horizontal. Esta última se apresenta em forma de padrões (manchas, grupos de plantas), que podem ser expressos pelos desvios em relação a uma distribuição aleatória dos espécimens. Estas variações na distribuição podem surgir em função de diferenças no ambiente e/ou nas relações entre as espécies. A interferência entre as espécies contribui para acentuar tais diferenças (HEJNÝ & SEGAL, 1998).

Nas condições de terras úmidas, sobre os tipos de solo característicos, há a possibilidade do surgimento e da manutenção de um tipo de vegetação adaptada. Esta vegetação constitui o terceiro elemento fundamental das terras úmidas e se caracteriza por plantas com alterações morfológicas e/ou fisiológicas que permitem a vida nas condições criadas pelos dois elementos, água e solo hidromórfico.

Qualquer profundidade e duração de inundação impõe um extraordinário conjunto de condições deletérias para a maioria das plantas vasculares. As diferenças mais elementares entre as condições de um solo drenado e um solo inundado, são decorrentes direta ou indiretamente do esgotamento de oxigênio livre. A quase ausência deste elemento, cria um ambiente redutor no solo que favorece a atividade de bactérias anaeróbias. Essas produzem uma série de subprodutos orgânicos e inorgânicos, muitos dos quais presentes em concentrações tóxicas para as plantas. Alguns dos mais fisiologicamente danosos são o etileno, o manganês (Mn^{+2}) e o ferro (Fe^{+2}). Deste modo, a planta crescendo em solo alagado tem que enraizar em um meio que é não apenas anaeróbio, mas também tóxico (WHITLOW & HARRIS, 1987).

Muitas plantas, entretanto, conseguem sobreviver nessas condições. Esta capacidade de adaptar-se a tais condições, geralmente decorre de alterações anatômicas ou metabólicas.

As adaptações anatômicas incluem a presença de aerênquima, lenticelas, espaços porosos entre as células, ramos com partes ocas e outras modificações que facilitam o transporte de oxigênio da parte aérea às raízes. Nestas condições a planta consegue energia para seu metabolismo de manutenção por meio de respiração aeróbia. Havendo excesso de oxigênio para respiração nas raízes, este poderá ser passado ao meio que as circunda, criando uma rizosfera oxidada, em meio ao solo reduzido que engloba. Atingido este ponto, a planta terá efetivamente superado às condições impostas pela inundação. Há forte evidências que as modificações anatômicas e morfológicas são devidas às mudanças nas concentrações de certos fitohormônios ou substâncias similares a estes (WHITLOW & HARRIS, 1987).

A principal alteração metabólica (fisiológica) é decorrente de mudanças anatômicas que possibilitam o transporte de oxigênio da superfície da água às raízes. Estas condições ocorrem nas macrófitas aquáticas.

A capacidade de utilizar vias metabólicas anaeróbias para a produção de energia e para a remoção de alguns subprodutos das raízes é uma das características das plantas adaptadas à inundação. Ainda que essas vias sejam menos eficientes que as vias aeróbias, algumas espécies aparentemente crescem melhor nessas condições. Os fatores envolvidos neste tipo de crescimento, provavelmente, são a capacidade de transferir uma carência de oxigênio das raízes para a parte aérea, através da translocação de compostos reduzidos, acumulação de produtos não-tóxicos e mesmo a capacidade de transferir oxigênio interno a partir da parte aérea para as raízes (WHITLOW & HARRIS, 1987).

Dentro dos sistemas de terras úmidas podem ocorrer diversos tipos de formas biológicas como algas, vegetação flutuante e vegetação que enraíza no substrato. Este último grupo pode ser dividido em submersas (quando as folhas permanecem dentro da água), de folhas flutuantes (quando as folhas permanecem apoiadas na lâmina d'água, flutuando), lenhosas emergentes (quando têm o caule dentro da água e a folhagem fora) e herbáceas emergentes (quando têm folhas e caules que crescem desde dentro da água até a superfície) (KADLEC & KNIGHT, 1996). IRGANG et al. (1984) distinguem sete formas biológicas principais: anfíbias, flutuantes fixas, flutuantes livres, submersas fixas, submersas livres, epífitas e emergentes.

A vegetação hidrófita, de acordo com FEDERAL INTERAGENCY COMMITTEE FOR WETLAND DELINEATION (1989), são as macrófitas aquáticas crescendo na água ou em substrato que é pelo menos periodicamente deficiente em oxigênio como resultado de conteúdo excessivo de água. Para o ENVIRONMENTAL LABORATORY (1987) a vegetação hidrófita é a soma de todas as macrófitas que ocorrem em áreas onde a frequência e a duração de inundação ou solo saturado, produz solos permanentemente ou periodicamente saturados, em duração suficiente para exercer uma influência controladora nas espécies de plantas presentes. Tal vegetação pode se constituir em mais de uma comunidade de plantas.

Dentre as comunidades vegetais de terras úmidas mais estudadas estão os manguezais e os pântanos de cipreste. Os primeiros ocorrem entre as latitudes 28°N e 28°S, portanto em regiões quentes, e sempre à beira-mar. Os outros ocorrem principalmente no Sul e Sudeste dos Estados Unidos, tendo sido muito estudados, pois foram os primeiros ecossistemas naturais a serem utilizados para receber efluentes de tratamento de águas residuárias urbanas (KADLEC & KNIGHT, 1996).

Os pântanos de cipreste são basicamente compostos por uma ou mais das espécies de gimnosperma caducifólia do gênero *Taxodium*. Também estas espécies apresentam estruturas especiais ditas "joelhos" que partem das raízes e crescem até atingirem à superfície da água. Sua função não foi completamente investigada, mas talvez sirvam para sustentação da planta e transporte de oxigênio às raízes (TOBE et al, 1998).

A vegetação de mangues é composta, basicamente, por duas espécies de árvores. A siriúba (*Avicennia tomentosa*) que desenvolve, a partir das raízes que crescem próximo à superfície do solo, horizontalmente, outras, com geotropismo negativo, que saem para fora da terra. Essas raízes atingem o nível da maré alta. Na vazante ficam expostas ao ar e como em toda a sua superfície apresentam pequenos orifícios (lenticelas), por onde pode haver arejamento, funcionam como órgãos de respiração. Tais raízes são chamadas pnumatóforos e os orifícios, pneumatódios. A outra espécie, chamada mangue-vermelho (*Rhizophora mangle*) é dotada de estruturas especiais que auxiliam na fixação da planta no substrato alagado e freqüentemente sujeito às oscilações devido às marés. Tais estruturas são raízes

adventícias que crescem a partir de vários pontos do tronco e dos galhos das árvores. Essas raízes caulinares ampliam a base da planta e com isso aumentam seu sistema de fixação, o que lhes é muito conveniente no solo movediço do mangue (FERRI, 1978).

A caracterização de uma comunidade vegetal é difícil de ser feita e depende da escala das observações. As técnicas de campo para tanto são, em geral, arbitrárias (MITSCH & GOSSELINK, 2000a). O emprego de métodos numéricos e técnicas estatísticas de agrupamento ("clustering") permite estimar as delimitações e subdivisões das comunidades, a partir da predominância de uma espécie principal. Tornando ainda mais difícil a caracterização das comunidades, existe a ocorrência de sucessão de comunidades.

A identificação das diferentes comunidades pode ser feita com base nos critérios da ou das espécies predominantes. Entretanto, mesmo este procedimento dá margem à confusão, pois a predominância pode ser analisada em função do número de indivíduos da espécie, da área ocupada pela espécie ou pela biomassa dos indivíduos (ODUM, 1959).

3.3.3.1. Comunidades Vegetais das Terras Úmidas do Rio Grande do Sul

Diversas comunidades vegetais ocorrem nos banhados do Rio Grande do Sul. A área mais extensa com este tipo de vegetação se encontra no Litoral.

Com exceção dos pontões rochosos de Torres, predomina o litoral arenoso, em formações edáficas abertas, isto é, não ocupando toda a área física, deixando espaços a descoberto. As condições de vida para as plantas se caracterizam por instabilidade do substrato, evaporação intensa e escassez de nutrientes. Nestas condições predominam associações compostas de halófitas, psamófitas e xerófitas. A vegetação na orla litorânea, se instala a partir do limite da maré alta. Entre esta e a linha da maré baixa não existe vegetação terrestre, devido à movimentação das águas (FEE, 1977).

A área composta pela Restinga Litorânea, engloba uma faixa de terras de aproximadamente 600 km de extensão e largura variável, que vai desde Torres até o

Chuí, no extremo sul do país, abriga comunidades vegetais específicas de terras úmidas. Trata-se, em sua maior parte de solos arenosos, pobres, cobertos por vegetação herbácea e arbustiva, sujeitos à intensa insolação e submetidos à ação de ventos constantes, com a presença de poucas espécies arbóreas. Dentre estas destacam-se os Guamirins (*Myrtaceae*), as capororocas (*Rapanea ferruginea*, *R.umbellata* e *R.parviflora*), o con-con (*Erythroxylum argentinum*), a vassoura-vermelha (*Dodonea viscosa*), o branquilha (*Sebastiania klotzschiana*), e a figueira-de-folha-miúda (*Ficus organensis*), que avançam pelas areias do litoral até o sul do Estado (lagoas Mirim e Mangueira). Além destas, fazem parte da vegetação higrófita das planícies litorâneas e lacustres da restinga, especialmente na zona lacustre dos Banhados do Taim, a corticeira-do-banhado (*Erythrina crista-galli*), o tarumã (*Vitex megapotamica*) no estrato arbóreo, e, *Scutia buxifolia* e *Allophylus edulis* no estrato de arvoretas (FEE, 1979; REITZ et al., 1988).

A flora desta planície pertence à província biogeográfica Pampeana, com predomínio de vegetação campestre de caráter subtropical e quase inexistência de espécies endêmicas, possivelmente devido a esta região ser geologicamente recente – Quaternário. Desta forma a flora litorânea se originou a partir da migração de regiões vizinhas geologicamente mais antigas. Além dos elementos pampeanos e atlânticos dominantes, a flora conta também com elementos andinos, austral-antárticos e holo-árticos (CORDAZZO & SEELIGER, 1995).

O elemento pioneiro nos depósitos que constituem as antedunas são as plantas halófitas, como a *Iresine portulacoides*, características desta área e que não aparece em outras zonas ecológicas. À medida que se avança para o interior as plantas halófitas são substituídas pelas psamófitas, adaptadas à seca, à exposição solar excessiva e à pobreza inorgânica das areias. Estas plantas caracterizam as dunas baixas e seu estabelecimento tem ação fixadora sobre as mesmas. A canavália e a salsa-de-praia (*Ipomea pes-caprae*) dispõem-se sobre as areias formando extensas guirlandas. A planta mais típica destas áreas é a *Spartina ciliata*, que distribui-se em tufos espaçados, deixando a descoberto grandes superfícies de areia. Esta planta, mesmo soterrada pelas areias, continua crescendo, as vezes vencendo até 1,5 m de cobertura arenosa (FEE, 1977).

Mais no interior, nos depósitos arenosos e elevados, principalmente a sotavento, ocorrem plantas de caráter xerófito. Em geral, são associações de indivíduos lenhosos, agrupados em forma densa e emaranhada, especialmente das famílias Mirtácea, Solanácea e Leguminosa (FEE, 1977).

Dentre as formas de vegetação campestre que ocorrem sobre terras úmidas, encontram-se alguns campos que são empregados para a criação de bovinos. Diversas espécies de gramíneas são adaptadas às condições de alta umidade (tabela 3.2). Destes, merecem destaque pela qualidade da pastagem os campos finos da costa do Chuí. Tais campos comportam alta lotação de animais e são utilizados durante os períodos secos. No município de Santa Vitória do Palmar encontram-se os campos da costa da Lagoa Mirim, citados como os melhores da região. Estas áreas recebem os sedimentos das cheias da lagoa, que fertilizam o solo, propiciando o crescimento de gramíneas e leguminosas de bom valor para os animais. Nos sacos de Rio Grande inundados pela água salina, há campos revestidos de macega (*Spartina* spp) (ARAÚJO, 1978).

No litoral norte do Estado há campos de boa qualidade na orla das lagoas. Nesta região ocorrem campos mistos, com cobertura vegetal em torno de 60%, formados por gramíneas, com predominância de *Paspalum notatum* e regular presença de leguminosas de produção estival (*Desmodium* sp e *Stylosanthes* sp). Dispersos nos campos ocorrem butiazeiros, figueiras isoladas e gravatás. Nos terrenos formados pela expansão límnic e fluvial, aparecem formações herbáceas adaptadas à grande umidade. Tais comunidades aparecem nos banhados e nas áreas de atual colmatagem das lagoas e são representadas pelas halófitas, como os juncos (FEE, 1977).

A vegetação que existe nas margens dos cursos d'água também forma uma comunidade vegetal. Estas áreas são de grande importância para a conservação tanto de solos como de águas e objeto de legislação protetora há mais tempo que as demais terras úmidas do país. Dentre as espécies arbóreas há duas que, por vezes, formam comunidades onde são dominantes. Um dos casos diz respeito às áreas de lavoura de arroz abandonadas, onde após alguns anos, há uma colonização por Maricá (*Mimosa bimucronata*). Outro caso é o de ilhas inundáveis e orlas de rios onde, em alguns casos, ocorre a predominância de Salseiro (*Salix humboldtiana*).

Dentre as formações pioneiras de influência fluvial, além dessas espécies, ocorrem as corticeiras-do-banhado (*Erythrina crista-galli*) e os sarandis (*Cephalanthus glabratus*) (OLIVEIRA & PORTO, 1999).

Outros tipos de comunidades vegetais de terras úmidas ocorrentes no Rio Grande do Sul são as áreas entre as lagoas litorâneas, por vezes dominadas por *Scirpus* ou por *Typha*. No sul do Estado ocorrem áreas onde há predomínio de *Zizaniopsis bonariensis*. Na região do Taim, no sul do Estado, PFADENHAUER et al. (1979) identificaram a seqüência de vegetação que ocorre na praia oriental da Lagoa Mirim, destacando que na faixa estreita da mesma, de origem recente, há uma relação entre a vegetação e o relevo e a profundidade do lençol freático. Na margem da lagoa, freqüentemente alagada, predomina *Scirpus olneyi* A.Grey ex Engelm et Gray, associado, nos afloramentos de água do lençol freático, com *Juncus bufonius* L. Na parte mais alta e mais afastada da margem, *Panicum gouinii* Tourn. forma uma vegetação relativamente densa com certo número de Compositae e Cyperaceae. Nas partes mais altas e mais secas apresenta-se a possibilidade de formação de dunas movediças devido ao pastoreio intenso, ficando então cobertas por vegetação rala de *Paspalum vaginatum* Sw. Em locais de águas mais profundas, eventualmente a grama-boiadeira (*Leersia hexandra*) torna-se dominante, criando uma comunidade vegetal distinta.

Nas orlas das lagoas marginais, em terreno seco, as sociedades arbustivas das mirtáceas, melastomatáceas e compostas lenhosas constituem os capões, com jerivás e figueiras; em terrenos pantanosos desenvolvem-se matas brejosas de mirtáceas, numerosos exemplares de corticeira-de-banhado, touceiras de gravatá (*Bromelia fastuosa*), jerivás e figueiras; na beira seca dos capões e das matas brejosas, ocorrem a vassoura-vermelha (*Dodonea viscosa*) e compostas arbustivas (FEE, 1979).

Nas condições ambientais do Rio Grande do Sul, os lagos e banhados provavelmente não constituem um ecossistema clímax, sendo uma etapa intermediária na formação de turfeiras, através do processo de eutrofização e sedimentação dos corpos lacustres (IRGANG & GASTAL JR., 1996).

Tabela 3.2 – Espécies de gramíneas ocorrentes nos campos de várzea e banhados do Rio Grande do Sul

Nome Científico	Nome Comum	Ciclo de crescimento
<i>Amphibromus quadridentulus</i>	pasto da baixada	perene, primavera ao outono
<i>Arundinela hispida</i>		perene, primavera ao outono
<i>Axonopus obtusifolius</i>	gramão ou folha-larga	perene, primavera ao outono
<i>Briza calotheca</i>		perene, inverno ao verão
<i>Briza uniolae</i>		inverno e primavera
<i>Deyeuxia viridi-flavescens</i>	capim de Montevidéu	perene, inverno ao verão
<i>Deyeuxia beirinchyana</i>		perene, primavera ao outono
<i>Chloris uliginosa</i>	capim palustre	perene, todo o ano
<i>Danthonia cirrhata</i>		anual, primavera
<i>Eragrostis airoides</i>	capim pendão roxo	perene, primavera ao verão
<i>Eragrostis bahiensis</i>	capim açu	perene, primavera ao outono
<i>Eragrostis expansa</i>		perene, primavera ao outono
<i>Eragrostis hypnoides</i>		anual, primavera ao verão
<i>Eriochloa punctata</i>	capim de várzea	anual, primavera ao outono
<i>Eriochrysis caynensis</i>		perene, primavera e verão
<i>Glyceria multiflora</i>	pastinho do banhado	perene, primavera e verão (não nativa)
<i>Ischaemum urvilleanum</i>	grama da folha larga	perene, primavera ao início do inverno
<i>Oryza subulata</i>	arroz bravo	perene, primavera ao outono
<i>Panicum aquaticum</i>	grama do banhado	perene, primavera ao outono
<i>Panicum gounii</i>	grama branca, grama de ponta	perene, primavera ao início do inverno
<i>Panicum laxum</i>	capim de capivara	anual, primavera ao outono
<i>Paspalideum paludivagum</i>	capim do banhado	perene, primavera ao outono
<i>Panicum prionitis</i>	capim santa fé	perene, primavera ao outono
<i>Paspalum brunneum</i>	capim escuro	perene, primavera ao verão
<i>Paspalum coryphaeum</i>		perene.
<i>Paspalum cromoerhizon</i>	capim peludo, forquilhão do banhado	perene, primavera ao outono
<i>Paspalum devicenzii</i>	macega do banhado	perene, primavera ao outono
<i>Paspalum ellipticum</i>	capim da baixada	perene.
<i>Paspalum equitans</i>	macega do banhado	
<i>Paspalum exaltatum</i>	macega mansa do banhado	perene, primavera ao outono
<i>Paspalum erianthum</i>	macega do banhado	perene, primavera ao outono
<i>Paspalum erianthoides</i>	macega do banhado	perene, primavera ao outono
<i>Paspalum falcatum</i>		perene, primavera ao outono
<i>Paspalum guaraniticum</i>	capim forquilha da baixada	perene, primavera ao outono
<i>Paspalum hieronymii</i>	grama tenra do chape-chape	perene, primavera ao outono
<i>Paspalum hyalinum</i>		perene, primavera ao outono
<i>Paspalum indecorum</i>	grama do sarandi	perene, primavera ao outono
<i>Paspalum jesuiticum</i>	grama tramadeira	perene, primavera ao outono
<i>Paspalum malacophyllum</i>	macegão	perene, primavera ao outono
<i>Paspalum maculosum</i>		perene, primavera e verão
<i>Paspalum millegrana</i>	macegão	perene, primavera ao outono
<i>Paspalum modestum</i>	grama de santa carmem	perene, primavera ao outono
<i>Paspalum pumilum</i>	grama baixa	perene, fim do inverno ao início do outono
<i>Paspalum quadrifarium</i>	macega mansa vermelha	perene, primavera ao outono
<i>Paspalum regnelli</i>	macega do banhado	perene, primavera ao outono
<i>Paspalum riograndensis</i>	capim barbudo	perene, primavera ao outono
<i>Paspalum yaguaronense</i>		perene, primavera ao outono
<i>Polypogon elongatus</i>	capim rabo de cachorro	perene, fim do inverno ao início de outono
<i>Sacciolepis myurus</i>		perene, primavera ao outono
<i>Sacciolepis vilfoides</i>		perene, primavera ao outono
<i>Schyzachyrium spathiflorum</i>	macega vermelha	perene, primavera ao outono
<i>Schyzachyrium virgatum</i>		perene, primavera ao outono
<i>Sporobulus aenneus</i>		perene, primavera ao outono
<i>Sporobulus argutus</i>	capim de fogo	perene, primavera ao outono
<i>Sporobulus maximus</i>		perene, primavera ao outono
<i>Sporobulus platensis</i>		perene, primavera ao outono
<i>Sorghastrum agrostoides</i>		perene, primavera ao outono
<i>Stenotaphrum secundatum</i>	grama de jardim	perene, fim do inverno ao outono
<i>Paspalum rufum</i>	macegão	perene, primavera ao outono
<i>Paspalum proliferum</i>	pasto tenro	perene, primavera ao outono
<i>Paspalum intermedium</i>		perene, primavera ao outono
<i>Paspalum guenoarum</i>		perene, primavera e verão
<i>Panicum grumosum</i>	canivão	perene, primavera ao outono

Fonte: adaptado de ARAÚJO (1979)

3.3.3.2. Critérios para Classificação das Comunidades Vegetais de Terras Úmidas

Para efeitos de delineamento e classificação de terras úmidas são utilizados critérios de tipo de vegetação. Inicialmente é necessário se verificar o caráter de vegetação hidrófita. Todas as plantas que suportam por um determinado tempo da estação de crescimento, alagamento ou saturação do solo, são incluídas nesta categoria (ENVIRONMENTAL LABORATORY, 1987). As espécies podem ser ainda divididas em obrigatórias de terras úmidas (quando ocorrem somente nas terras úmidas), facultativas de terras úmidas (quando podem também ocorrer em terras secas), facultativas de terras secas (quando podem também ocorrer em terras úmidas) e obrigatórias de terras secas (não ocorrem em terras úmidas) (COWARDIN et al. 1979).

As plantas de terras úmidas podem ser classificadas de acordo com sua funcionalidade. Agrupando as espécies em grupos funcionais, se obtém uma simplificação da complexidade das comunidades de terras úmidas. Assim, várias propostas foram feitas. Uma das mais antigas, feita por Raunkaier em 1937, se baseava na maneira como os vegetais protegem seu meristema durante períodos desfavoráveis. Este sistema, no entanto, é apenas útil para abordagens em escala ampla (KEDDY, 2000). DANSEREAU (1959) desenvolveu um sistema mais detalhado, levando em conta as (i) formas de vida; (ii) estratificação (altura); (iii) cobertura do solo; (iv) função; (v) forma e tamanho das folhas; (vi) textura da folha. Este sistema já é um pouco mais preciso, mas não o suficiente para enquadrar plantas aquáticas (KEDDY, 2000).

Mais recentemente, foram organizadas nos EUA listas de espécies vegetais que podem ser encontradas nas terras úmidas, já havendo-as disponíveis para cada Estado (GILBERT et al. 1999). No Brasil falta um trabalho similar que possa orientar a classificação e o delineamento das terras úmidas.

No Pantanal do Mato Grosso, uma ordenação e classificação das formações vegetais foi feita por PINDER & ROSSO (1998). Coletando dados em dez locais de fisionomia distinta durante as estações de chuva, de cheia e de seca, e aplicando os Índices de Similaridade de Jacard e o Índice de Distância de Bray Curtis, foi possível agrupar as unidades amostrais em grupos similares. Em uma base quantitativa

quatro grupos de formações vegetais foram significativamente distintos: (i) banhados/açudes e baixadas alagadas; (ii) campos baixos; (iii) campos altos/arbustos; (iv) orlas de florestas. Estas formações foram ordenadas ao longo de um gradiente topográfico a partir das depressões com água permanentemente acumulada (banhados) passando por baixadas inundadas sazonalmente (campos e arbustos) até pequenas elevações de solo arenoso que ficam além do nível de cheia (florestas). Ainda que o hidroperíodo pareça ser a mais importante das variáveis, a distribuição das espécies vegetais foi mais provavelmente explicada pela interação de muitos fatores adicionais. Poucas espécies puderam ser usadas como indicadoras de condições edáficas e hidrológicas. Para banhados/açudes e baixadas alagadas: *Eleocharis elegans*, *Aeschynomene fluminensis*, *Hydrolea spinosa* e *Hymenachne amplexicaulis*; Para as baixadas inundadas: *Cyperonia castaneifolia*, *Diodia kuntzei* e *Eleocharis acutangula*. O procedimento foi considerado como adequado para, com algumas melhorias, ser aplicado como ferramenta auxiliar para o gerenciamento e inventário do Pantanal e de outros “habitats” palustres.

Para a planície costeira do Rio Grande do Sul, IRGANG (1999) propôs um sistema de classificação para as comunidades de macrófitas aquáticas. Esta proposta se baseia na identificação nomenclatural das comunidades, com o uso da espécie mais “chamativa” à primeira vista, com a possibilidade de oferecer manchas uniformes e de fácil visualização da espécie fisionômica. Assim a espécie mais “chamativa” deve ser classificada dentro do sistema, enquadrando-se em uma das classes: (i) comunidades flutuantes livres, (a) abaixo da superfície, (b) na superfície, (c) acima da superfície; (ii) comunidades enraizadas no substrato, (a) inteiramente submersas; (b) com folhas flutuantes, (c) com caules flutuantes e folhas emergentes, (d) com caules e folhas emergentes, (e) anfíbias; (iii) comunidades flutuantes fixas (pelo menos nos estágios iniciais), (a) bi-estratificada – epifítica, (b) pluri-estratificada. A denominação se daria pela categoria da forma biológica a que pertence, seguido pelo nome da espécie, acrescido do sufixo – al.

Esse sistema de classificação, ainda é apenas uma proposta, mas poderá ser adotado para fins de estudo e de orientação para planejamento, por parte de órgãos governamentais, do uso dos banhados no Estado.

3.4. Funções e Valores das Terras Úmidas

3.4.1. Funções e seus Valores

As funções das terras úmidas podem ser definidas como sendo todos os processos e suas manifestações, que ocorram dentro das mesmas (LEWIS JR., 1995). Assim, as terras úmidas têm tanto funções como valores, termos as vezes equivocadamente empregados como sinônimos. Enquanto as funções das terras úmidas são palpáveis e mensuráveis, ocorrendo independente de vontade ou ação do homem, os valores delas decorrentes existem somente através de uma abordagem antropocêntrica.

As funções das terras úmidas refletem os serviços e valores que elas propiciam. Serviços são definidos como os produtos benéficos das funções das terras úmidas e o valor dos serviços depende da capacidade da terra úmida em satisfazer as necessidades e preferências das pessoas (KING et al., 2000).

Os ecossistemas de terras úmidas e submersas caracterizam-se por uma grande diversidade biológica e por características físicas e químicas que determinam funções essenciais ao equilíbrio na Terra e à sustentabilidade dos sistemas humanos em geral, pois determinam qualidade e quantidade de água, das quais todos os processos dependem. Estas funções, especialmente dos banhados de planícies de inundação, são as de amortecimento de cheias à jusante, de retenção de sedimentos e nutrientes antes que estes alcancem os corpos d'água, de "habitat" para uma grande diversidade biológica e de aprisionamento do carbono retirando-o da atmosfera (BARKER et al., 1996). O desconhecimento destas funções e sua importância determinou a conversão de grande parte dos banhados do mundo a terras agrícolas e urbanas.

Ainda que seja possível avaliar as funções das terras úmidas, em alguns casos, isto é difícil de ser feito com precisão, para algumas funções e/ou algumas regiões. A área de estudo que apresenta maior facilidade para a execução desta tarefa é o planejamento de bacias hidrográficas e paisagem, onde pode-se identificar e quantificar as funções e mesmo atribuir um valor econômico às mesmas (LEWIS JR., 1995).

Para que se possam estabelecer programas adequados de preservação de terras úmidas, é necessário que sejam levados em conta o largo espectro de benefícios socio-econômicos e ambientais decorrentes das funções destas áreas (tabela 3.3). Deste modo, a identificação da função e dos valores inerentes à função condicionam a adoção de políticas de desenvolvimento e gerenciamento das terras úmidas (EVERARD, 1997).

Tabela 3.3 – Funções de Terras Úmidas e seus Valores

Funções	Valores das funções
Armazenar ou conduzir águas de enxurradas	reduzir danos associados às cheias
Amortecer onda de cheias	reduzir danos associados às cheias
Recarregar água subterrânea	manter os aquíferos subterrâneos
Descarregar água subterrânea	manter um fluxo básico para espécies aquáticas
Estabilizar litorais	minimizar danos por erosão
Estabilizar barrancas de cursos d'água	minimizar danos por erosão
Reter/remover/transformar nutrientes	manter qualidade da água
Reter/remover/transformar nutrientes	manter qualidade da água
Reter/remover sedimentos	manter qualidade da água
Manter integridade intra/inter ecossistema	manter populações vegetais e animais preservar espécies ameaçadas manter biodiversidade fornecer fibras e alimentos renováveis
Localização para atividades culturais	fornecer oportunidades recreacionais fornecer oportunidades de educação e pesquisa fornecer prazer estético preservar sítios arqueológicos e históricos

Fonte: SMITH (1993)

O valor atribuído às terras úmidas é freqüentemente baseado nas funções por ela desempenhadas e que podem ser percebidas. Há uma diversidade grande de tipos de terras úmidas e de tipos de vegetação, causada primariamente por diferenças regionais, geológicas, topográficas e climáticas. A hidrologia das mesmas é a força motriz primária que influencia a ecologia das terras úmidas, seu desenvolvimento e persistência, e no entanto, ainda é não totalmente compreendida. As funções hidrológicas, que representam valores, incluem retenção de cheias e dessincronização de picos de cheias, recarga e descarga, manutenção de fluxos médios e balanço de águas estuariais, e regulação de qualidade de águas (CARTER, 1986).

Para efeitos de estudo, as funções das terras úmidas podem ser agrupadas de várias maneiras. HAMMER (1996) descreve os valores funcionais em seis categorias principais:

- (i) sustentação de vida – inclui todos os tipos de animais microscópicos, invertebrados e vertebrados, e vegetais micro e macroscópicos;
- (ii) modificação hidrológica – inclui retenção de enchentes e aumento de fluxo de águas em períodos secos, recarga e descarga de águas subterrâneas, alterações na precipitação e evaporação, e outras influências físicas nas águas;
- (iii) mudanças na qualidade da água – inclui a adição e a remoção de substâncias biológicas, químicas ou sedimentares, mudanças no oxigênio dissolvido, pH e Eh e outras influências biológicas e químicas nas águas;
- (iv) proteção contra erosão – inclui a estabilização dos bancos e litorais, dissipação da energia das ondas, alterações nos padrões de fluxo e velocidade;
- (v) estética – inclui recreação ao ar livre, educação ambiental, pesquisa, influências paisagísticas e preservação de heranças;
- (vi) depósitos geoquímicos – inclui carbono, enxofre, ferro, manganês e outros minerais sedimentares.

NOVITZKI (1995) estabelece, especificamente para terras úmidas estuariais com vegetação emergente, a seguinte classificação de valores ligados às funções:

- (i) integridade biológica – diversidade de plantas e animais (composição das comunidades) que tem como indicadores o número de espécies nativas, raras, ameaçadas, daninhas, e o número total de espécies; abundância de plantas e animais que tem como indicadores a percentagem de cobertura da área, altura da vegetação e reflectância espectral da mesma, e biomassa ou número de espécies animais;
- (ii) produção que pode ser colhida – relacionada à abundância de vegetais e animais e que tem os mesmos indicadores do item anterior;
- (iii) hidrologia – proteção da costa, que tem como indicadores a condutividade hidráulica, e a percentagem de cobertura ou densidade da vegetação; regime de água, com os indicadores de área de terras úmidas, amplitude das marés, extensão das marés, profundidade das águas, Eh, sulfitos e salinidade;
- (iv) melhoramento da qualidade da água – retenção de sedimentos, que tem como indicadores a taxa do aumento de áreas de terra, densidade aparente do solo, percentagem de matéria orgânica, análise de tecido (da vegetação) e de solo para contaminantes; e processamento de nutrientes com seus indicadores, percentagem e/ou densidade de cobertura, vegetação morta, sulfitos, análise de tecido vegetal, relação C/N e potencial redox-Eh.

Para LEWIS JR. (1995) a maioria das funções das terras úmidas cai em uma das três grandes categorias: hidrológica, biogeoquímica e manutenção de habitat e cadeias tróficas. Este estabelece hierarquicamente a função, o efeito, o valor social e o indicador, da seguinte forma:

(i) hidrológicas –

- (a) armazenamento superficial de água de curto prazo; redução dos picos de inundação à jusante, redução dos danos causados pelas águas das

enchentes; presença de uma planície de inundação ao longo das margens do rio;

(b) armazenamento superficial de água de longo prazo; manutenção do fluxo base (médio ou regular), distribuição sazonal do fluxo, manutenção de habitat para peixes durante os períodos secos; relevo da planície de inundação;

(c) manutenção do lençol de água alto, manutenção da comunidade hidrofítica; manutenção de biodiversidade; presença de hidrófitas.

(ii) biogeoquímicos –

(a) transformação e ciclo dos elementos; manutenção de reservas de nutrientes dentro da terra úmida, produção de madeira; crescimento das árvores;

(b) retenção e remoção de substâncias dissolvidas; reduzido transporte de nutrientes à jusante, manutenção da qualidade das águas; exportação de nutrientes inferior à importação;

(c) acúmulo de turfa, retenção de nutrientes, metais e outras substâncias; manutenção da qualidade da água; aumento de espessura da camada de turfa;

(d) acúmulo de sedimentos inorgânicos, retenção de sedimentos e alguns nutrientes; manutenção da qualidade da água, aumento da espessura da camada de sedimentos.

(iii) “habitat” e manutenção das cadeias tróficas –

(a) manutenção das comunidades vegetais características; alimento, ninho e cobertura para animais, sustento para animais de pele e aves; vegetação madura de terra úmida;

(b) manutenção do fluxo de energia característico; sustento para as populações de vertebrados, manutenção da biodiversidade; alta diversidade de vertebrados.

Algumas das funções das terras úmidas são desempenhadas pelos seus solos e/ou pela sua vegetação. Grande parte da literatura sobre vegetação ribeirinha refere-se à sua importância como controlador hidrológico de uma bacia. As áreas ribeirinhas são reguladoras de fluxo de água (superficiais e subsuperficiais) e de sedimentos (que levam consigo nutrientes) entre as áreas mais altas da bacia hidrográfica e o sistema aquático, atuando como filtro e, por isso, sendo chamadas sistemas tampão (“buffer”) (CORBETT & LYNCH, 1985).

O fluxo de água que representa a evapotranspiração, é limitado pela condutividade (ou resistência) das diferentes partes do sistema. Em geral, a parte que mais limita o fluxo da água é o solo e daí a importância da condutividade hidráulica do solo. Ela é máxima para solos saturados e decresce drasticamente com a diminuição da umidade. Esse fato é importante na vegetação ribeirinha, onde existe um grande

gradiente de umidade entre as regiões mais elevadas e as regiões alagadas à beira do corpo d'água. Nestas, a evapotranspiração é máxima, ao passo que nas outras, o solo pode afetar em muito a evapotranspiração. Esse é um dos fatores que diversifica a flora dentro da área ribeirinha. Logicamente, também é de importância a adaptação das diversas espécies às diferentes condições de umidade do solo (REICHARDT, 1989). Como o tipo de uso da terra e de vegetação determinam a condutividade hidráulica do solo, e portanto, o deflúvio superficial, a presença da floresta ribeirinha aumenta a condutividade hidráulica da superfície do solo, dando-lhe um caráter regulador da bacia, muitas vezes atuando como um filtro.

Os principais impactos da vegetação ribeirinha nos processos hidrológicos são: (i) controle do escoamento, ou seja, o impacto físico das plantas vivas e mortas sobre a hidráulica; (ii) o impacto da fisiologia das plantas no consumo, no armazenamento e no retorno de água para a atmosfera; (iii) o impacto da vegetação ribeirinha atuando sobre a qualidade da água (TABACCHI et al., 2000).

O ecossistema ripário desempenha sua função hidrológica através das seguintes formas principais (STEINBLUNS et al., 1984): (i) estabilização dessa área crítica que são as ribanceiras do rio, pelo desenvolvimento e manutenção de um emaranhado de raízes; (ii) como tampão e filtro entre os terrenos mais altos e o ecossistema aquático, participa do controle do ciclo de nutrientes na bacia hidrográfica, através de ação tanto no escoamento superficial, quanto na absorção de nutrientes do escoamento subsuperficial pela vegetação ciliar; (iii) pela diminuição e filtragem do escoamento superficial impede ou dificulta o carreamento de sedimentos para o sistema aquático, desse modo contribuindo para a manutenção da qualidade da água nas bacias hidrográficas; (iv) pela sua integração com a superfície da água, proporciona cobertura e alimentos para peixes e outros componentes da fauna aquática; (v) pela mesma razão, intercepta e absorve radiação solar, assim contribuindo para a estabilidade térmica de pequenos cursos d'água.

A estrutura do dossel vegetativo dentro da zona ribeirinha influencia a qualidade da água do rio e das comunidades de diversas maneiras, especialmente pela interceptação da energia radiante. Tal fato tem reflexos nos ciclos de temperatura diária e anual, que por sua vez afetam os ciclos vitais e de crescimento, regulando a

disponibilidade de matéria orgânica, para os níveis tróficos inferiores no ecossistema (EDWARDS, 1984).

A zona ribeirinha pode ser considerada como um ecótono, situado entre o ecossistema aquático e terras mais altas. Assim, vêm sendo estudadas em vários países, seguindo recomendação da Unesco. Os principais pontos enfatizados nesses estudos, com relação à mata ribeirinha, são (WADE, 1984): (i) a zona ribeirinha deve ser propriamente identificada e devem ser incluídas as fontes de água, vossorocas e barrancas. A vista da zona do entorno deve ser ampla, abrangendo a planície de inundação e as terras úmidas adjacentes; (ii) o gerenciamento dessas áreas deveria assegurar que tanto as condições de vegetação florestal como as áreas parcialmente cobertas com esta vegetação, sejam mantidas para estimular uma vegetação rasteira vigorosa. A manutenção de cercas que impeçam a entrada de animais ajudará a evitar o sobrepastejo nessa áreas e favorecerá o crescimento das plantas das barrancas; (iii) aproximadamente metade do comprimento do rio deveria ser mantido aberto à radiação solar e a área restante em sombra esparsa feita pelas árvores e arbustos das barrancas, pois isso possibilita um ecossistema aquático diversificado.

Na Grã Bretanha as florestas das planícies inundáveis quase que desapareceram por completo. O controle dos rios alterou os regimes hídricos de cheias. Entretanto, mais recentemente, uma nova atitude com relação ao gerenciamento das bacias hidrográficas e das práticas agrícolas, está propiciando novas oportunidades para restauração destes ecossistemas, envolvendo sua dinâmica e seus "habitats". São esperados benefícios em produção de madeira, redução nos excedentes agrícolas, conservação da natureza, pesca, qualidade da água, controle do rio e qualidade das paisagens (PETERKEN & HUGHES, 1995).

As florestas ribeirinhas têm influência direta na qualidade da água ao servirem tanto de fonte e/ou dreno, como transformadoras de nutrientes (CLAWSON et al., 1999). Recentemente tem se dado atenção às zonas tampão de florestas ribeirinhas para filtrar sedimentos, nutrientes e pesticidas que provêm de áreas agrícolas adjacentes aos rios. Diversos estudos mostram que as concentrações de sedimentos, nutrientes e agroquímicos são reduzidos após passarem pela floresta ribeirinha. Os mecanismos são tanto de ordem física como biológica, incluindo deposição,

consumo pela vegetação e perdas por processos microbiológicos como denitrificação (HUBBARD & LOWRANCE, 1994).

As funções desempenhadas pela vegetação ribeirinha como fonte ou sumidouro de matéria e energia através do seqüestro e/ou ciclagem de nutrientes nos sedimentos, retenção da água na vegetação e retenção, dispersão ou difusão do biota, estão relacionadas ao cenário hidrogeomórfico. A dinâmica das populações é sempre influenciada pelas perturbações que ocorrem fora da zona ribeirinha mas que acabam atingindo-a (TABACCHI et al. 1998).

Todas estas funções têm importância, o que no entanto, é variável com as situações locais. O estabelecimento de valores para as funções desempenhadas pelas terras úmidas é difícil, pois várias funções são praticamente impossíveis de serem medidas e/ou terem um valor em dinheiro fixado. Além disto, outras funções podem gerar um valor negativo (procriação de mosquitos, por exemplo), o que torna o cálculo dos valores mais complexo.

As funções mais afetadas pelo uso das várzeas no Rio Grande do Sul estão associadas aos impactos ambientais decorrentes das alterações feitas no ecossistema visando adequá-lo ao cultivo do arroz.

3.4.2. Funções Desempenhadas pelas Terras Úmidas de Acordo com a Convenção de Ramsar

Os múltiplos papéis desempenhados pelos banhados e seus valores para a humanidade estão sendo cada vez mais compreendidos e documentados nos anos recentes.

A Convenção de Ramsar estabelece diversas funções para as terras úmidas. Não foi acidentalmente que os vales dos rios e suas planícies de inundação vêm sendo focos irradiadores de civilização desde os últimos 6.000 anos. Além disso muitos outros sistemas de terras úmidas vêm sendo de importância crucial para o desenvolvimento e sobrevivência das comunidades humanas (RAMSAR, 2001).

3.4.2.1. Controle de Cheias

As terras úmidas podem reter as chuvas fortes amortecendo possíveis enchentes à jusante. As planícies de inundação de banhados florestados têm uma crucial importância nessa função. Isso se dá através de obstrução e redução da velocidade da água, e atuando como reservatórios naturais. Assim, os picos de cheia são muito atenuados à jusante, bem como a frequência e a duração das mesmas (HAMMER, 1996).

Os banhados podem ter um papel crítico na regulação do movimento da água dentro da bacia hidrográfica, bem como no ciclo hidrológico. Por definição, tais sistemas são caracterizados pela saturação por água na zona das raízes, acima ou abaixo da superfície do solo em um determinado tempo durante o ano. Esta flutuação da lâmina d'água é o hidroperíodo, que é único para cada tipo de terra úmida.

Os banhados armazenam a água das precipitações e as águas superficiais, posteriormente liberando-as lentamente aos outros compartimentos do ciclo hidrológico: água subterrânea e atmosfera. Há uma variabilidade nesta capacidade de estabelecer trocas em função de uma série de aspectos (BARBIER et al., 1997):

- a) Posição na paisagem – a localização na paisagem afeta a quantidade e a fonte de água em uma terra úmida. Banhados situados em terras altas não recebem tanta água de escoamento superficial como os banhados situados em baixadas. Estas áreas altas são dominadas pela precipitação. Geralmente tais áreas apresentam uma camada de argila subsuperficial que retém a precipitação e impede a descarga para os lençóis subterrâneos.
- b) Saturação e conteúdo de material fibroso no solo – são fatores importantes na capacidade do banhado em reter água. Como uma esponja, os espaços porosos do solo vão se preenchendo com água até ficarem saturados, quando começam a libera-la para outros compartimentos do ciclo hidrológico. Solos argilosos retêm mais água que os demais.
- c) Tipo de vegetação e cobertura vegetal – os brotos, caules, folhas e outras partes das plantas causam resistência ao escoamento da água, deste modo reduzindo sua velocidade. À medida que aumenta a densidade de plantas, diminui a velocidade da água. Além disto, durante a estação de crescimento, as plantas retiram água do solo e liberam para a atmosfera pelo processo de transpiração.

Esta retenção das águas permite que sejam reduzidos os custos em obras de engenharia para o controle de cheias. Um estudo recente nos E.U.A. mostrou que

uma área de 0,4 hectares de banhados pode armazenar mais de 6.000 m³ de água de enchurradas (RAMSAR, 2001).

A importância dos banhados como atenuantes de cheias é vista na figura 3.9.

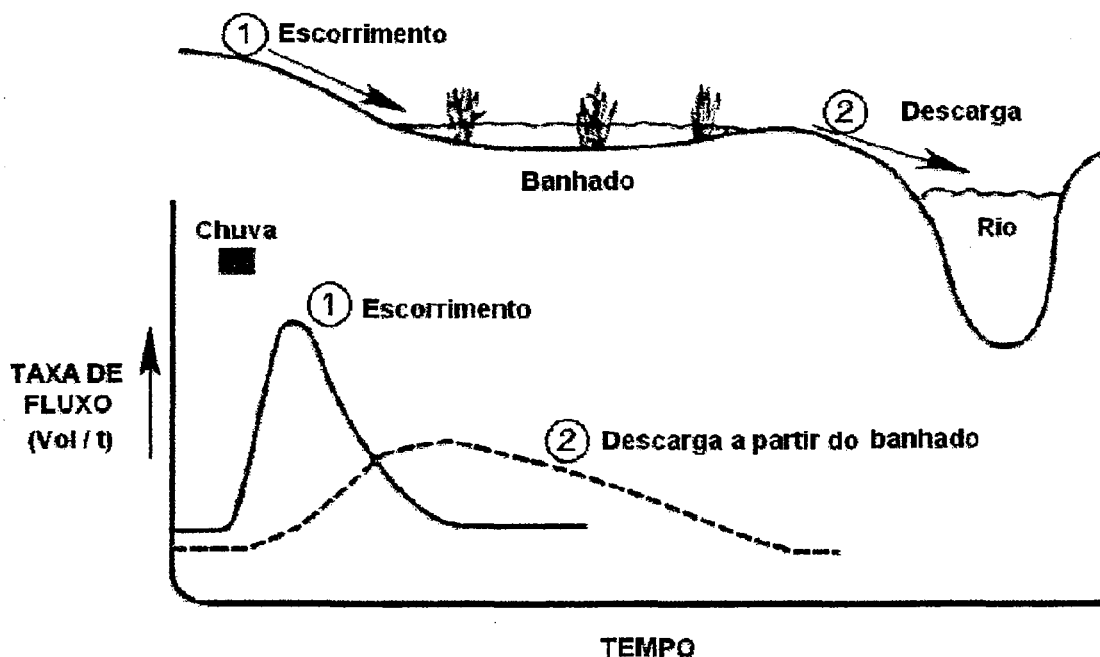


Figura 3.9 – Efeito geral do banhado sobre o fluxo de águas
Fonte: MITSCH & GOSSELINK (2000a)

3.4.2.2. Recarga de Aqüíferos

Um aqüífero é uma camada de geológica que contém água. Os aqüíferos subterrâneos armazenam 97% das águas doces do mundo (não levando em conta as geleiras) e fornecem a água para o consumo de próximo a um terço da população do mundo. A relação entre a água subterrânea e os banhados é um tanto complicada. Alguns banhados, como as turfeiras, estão em cima de camadas de solo ou rocha impermeável, deste modo não permitindo a passagem da água para subsolo. Outras terras úmidas existem em função de afloramentos de água subterrânea, enquanto outras ocorrem em solos permeáveis que estão sobre aqüíferos, assim permitindo que haja recarga direta dos mesmos (BARBIER et al., 1997; RAMSAR, 2001).

Os banhados ajudam a manter os níveis do lençol subterrâneo, influenciando a distribuição de águas para outros pontos. Esta recarga varia com o tipo de solo,

vegetação, local, relação perímetro/volume e gradiente hidráulico. Tal recarga ocorre em solos minerais que se encontram principalmente na orla dos banhados, já que os solos da maior parte dos banhados é pouco ou nada permeável. Assim, uma relação alta perímetro/volume, típica de banhados pequenos que ocorrem circundados por campos, pode contribuir para uma significativa recarga de aquíferos em nível regional (MITSCH & GOSSELINK, 2000a).

3.4.2.3. Estabilização de Litorais e Proteção contra Tempestades

Furacões, ciclones e outras tormentas, ocasionadas por distúrbios atmosféricos podem causar imensos danos por meio de inundações e destruição direta de patrimônio, isso sem mencionar a perda de vidas humanas (RAMSAR, 2001).

As terras úmidas litorâneas absorvem a fúria inicial das tempestades oceânicas à medida que estas atinjam a costa. Isso pode ser verificado comparando-se áreas urbanizadas (e portanto, drenadas) com áreas em estado natural. Nessas últimas, mesmo as tempestades fortes causam poucos danos, enquanto os danos e prejuízos que ocorrem nas áreas urbanas são, normalmente, altos (MITSCH & GOSSELINK, 2000a).

Banhados, manguezais e terras úmidas florestadas agem como uma frente de defesa contra as tempestades litorâneas. Essas comunidades ajudam a reduzir a ação do vento, das ondas e das correntes, enquanto que as raízes das plantas auxiliam na retenção dos sedimentos no lugar (RAMSAR, 2001).

A erosão dos litorais é reduzida pelos banhados através da deposição do material dissolvido e/ou suspenso que é carregado pelas tempestades. Tal efeito é devido à absorção e dissipação da energia contida nas ondas e nos ventos que chegam à costa (HAMMER, 1996).

3.4.2.4. Retenção de Sedimentos e de Nutrientes

Os banhados tendem a reduzir a força das águas, diminuindo sua velocidade e desse modo facilitando a deposição dos sedimentos carregados. Isso tem um efeito benéfico grande ao evitar o assoreamento de cursos d'água à jusante.

Freqüentemente, associados aos sedimentos, existe uma carga considerável de nutrientes, especialmente N e P oriundos de atividade agrícola, resíduos humanos ou industriais. Tais nutrientes podem se acumular no subsolo, serem transformados por processos químicos ou biológicos, ou serem absorvidos pela vegetação do banhado. Nesse caso, tal vegetação pode ser colhida e efetivamente remover tais nutrientes do sistema (RAMSAR, 2001).

3.4.2.4.1. Retenção de Sedimentos

O sedimento pode ser considerado como o resultado da integração de todos os processos que ocorrem em um ecossistema aquático. Do ponto de vista da ciclagem de matéria e fluxo de energia, o sedimento é um dos compartimentos mais importantes dos ecossistemas aquáticos continentais. Nele ocorrem processos biológicos, físicos e/ou químicos, que influenciam o metabolismo de todo o sistema (ESTEVES, 1998).

Assim, alterações nas condições naturais do corpo d'água em função da presença de sedimentos, causarão uma série de modificações em suas características, e conseqüentemente, nas comunidades aquáticas. Os sedimentos causam modificações na turbidez da água bem como na sua transparência, o que irá afetar a penetração dos raios solares na água, modificando todo o ecossistema.

BRUNET & ASTIN (1999) avaliaram os efeitos da atividade antropogênica, envolvendo uso de água para propósitos agrícolas. Comparando as regiões montanhosas (onde não há vegetação ribeirinha) com as regiões mais baixas (onde há planície de inundação com vegetação ribeirinha) por 25 anos, foi possível demonstrar significativa erosão ocorrendo nas partes altas em contraste com as áreas vegetadas nas planícies. Parte desse efeito, porém pode ser devido à diferença de declividade.

Além da poluição causada pelas partículas de solo dentro da água, estas, muitas vezes, transportam porções de venenos agrícolas. Parte destes pode ficar retida nas partículas de solo. Se estas partículas forem transportadas de imediato, antes de serem degradadas, para dentro dos rios, transportarão junto consigo os venenos adsorvidos às partículas, os quais, pouco a pouco, serão liberados para a água.

Desta forma estarão causando problemas aos seres que vivem nesta água ou para aqueles que a beberem.

As fontes de poluição difusa têm um impacto significativo na qualidade dos recursos hídricos. As atividades agrícolas são, freqüentemente, as maiores contribuintes para este tipo de poluição dos cursos d'água (NARUMALANI et al., 1997).

O assoreamento de rios é também uma conseqüência nefasta e de resultados imprevisíveis à Economia de qualquer sociedade. Este problema é mais grave nos casos de rios que são represados para aproveitamento hidroelétrico. Neste caso, a deposição dos sedimentos pode comprometer as barragens.

Após grandes enchentes no ano de 1990, na Província da Colúmbia Britânica, no Canadá, as quais resultaram em grande erosão nas barrancas dos rios, quatro cursos d'água típicos daquela região foram avaliados quanto aos efeitos proporcionados pela vegetação ribeirinha na proteção contra a erosão. Foram avaliados 748 locais, por fotografia aérea antes e depois da enchente. Os locais onde não havia vegetação ribeirinha sofreram erosão da ordem de 30 vezes maior do que os locais onde a orla dos cursos d'água era vegetada. Locais com vegetação ribeirinha em instalação tiveram um comportamento intermediário (BEESON & DOYLE, 1995).

O efeito benéfico das matas é tão grande que, na Nova Zelândia, a restauração desta vegetação ao longo de rios foi testada em áreas de pastagens que confluíam para os rios. Foram selecionados locais onde ainda permanecia um remanescente de mata nativa. Para as condições de sombra e macroinvertebrados, 50 m de mata restaurada a partir da área de mata nativa foram suficientes para atingir valores similares às áreas originais. Para os sedimentos, foram necessários 300 m de mata restaurada a partir da vegetação nativa. Isto possibilitou a recomendação de restauração descontínua de vegetação, visando recompor as condições originais de qualidade de água, apesar de que no caso de remoção de sedimentos o problema não seja totalmente resolvido (SCARSBROOK & HALLIDAY, 1999).

Ainda naquele país, QUINN et al. (1997), compararam trechos de 100 m de 11 córregos que drenavam áreas de vários tipos de vegetação. Os córregos que eram

circundados por mata nativa (de *Podocarpus* e latifoliadas) apresentavam uma quantidade de sedimentos acumulados 3 vezes menor no leito dos mesmos, comparando aos que não tinham mata nativa, mas pastagem ou plantio exclusivo de *Pinus* (tipo reflorestamento).

As áreas ribeirinhas freqüentemente ocorrem como uma zona “tampão” entre terras úmidas adjacentes aos cursos d’água e áreas de atividade urbana ou agrícola em regiões mais altas. Por isto, tais áreas têm se mostrado de muito valor na remoção de poluição de origem difusa que chega nas águas que são drenadas. Vários pesquisadores mediram remoções superiores a 90% nas concentrações de sedimentos em águas que fluem pela vegetação ribeirinha (GILLIAM, 1994).

3.4.2.4.2. Remoção de Nutrientes

Os processos pelos quais as plantas podem ajudar a remover nutrientes são: (i) consumo direto de N e P para formação de biomassa; (ii) competição com cianobactérias e fitoplâncton (os quais não são retidos em sistemas que fluem); (iii) aprisionamento de partículas suspensas e P associado adsorvido pelas epífitas e por floculação e deposição nos sedimentos em locais onde o fluxo de água é pequeno; (iv) oxigenação da água e dos sedimentos, o que facilita a nitrificação do nitrogênio amoniacal prioritariamente à perda para bactérias denitrificadoras; (v) estabilização de sedimentos protegendo contra erosão gerada por turbulência e por bioperturbação; (vi) provisão de “habitat” para peixes e seres vivos que consomem resíduos vegetais (BOWMER et al., 1992).

Na bacia do Rio Aroostook (Maine, E.U.A.), a influência dos padrões de uso da terra e da hidrologia foi avaliada. Nos cursos d’água que drenavam áreas agrícolas os teores de Ca, Mg, Cl, nitratos, sulfatos e sólidos suspensos foram significativamente maiores do que nos locais onde havia vegetação ribeirinha constituída por florestas e/ou banhados. A exportação de N na água do rio variou de 0,7 kg/ha/ano nas áreas de floresta para 7,2 kg/ha/ano nas áreas de agricultura (CRONAN et al., 1999).

Controles para reduzir as cargas de nutrientes primários para a manutenção da integridade biótica de rios e córregos não foram ainda largamente implementados, porque a relação entre nutrientes e clorofila e suas conseqüências para níveis

tróficos mais altos, é confundida dentro dos sistemas lóticos devido à sua amplitude, seu variável nível de limitação de nutrientes e pelo efeito de fatores físicos (MILTNER & RANKIN, 1998). Em banhados construídos, na Alemanha, foram obtidas remoções de N e P da ordem de até 90% (LUEDERITZ et al., 2001).

3.4.2.4.2.1. Nitrogênio (N)

O nitrogênio é um dos mais importantes elementos no metabolismo de ambientes aquáticos. Isto se deve à sua participação na formação de proteínas. Quando em baixas concentrações, pode ser o fator limitante na produção primária dos ecossistemas aquáticos. Quando em excesso pode ser a causa de distúrbios nas comunidades (ESTEVES, 1998).

Diversos fatores afetam a remoção de N nos banhados. Em terras úmidas construídas, na Noruega, foi demonstrado que a maior parte é removida por sedimentação da matéria orgânica e pela denitrificação. Assim, todas as condições que afetam esses processos, modificam a eficiência do banhado em retirar N do meio. A temperatura, a carga hidráulica e mesmo a idade do banhado influem nesses processos (BRASKERUD, 2002).

Os processos biológicos de nitrificação e denitrificação no ciclo do N transformam a maior parte do que deste elemento entra no banhado, atingindo uma remoção de 70 a 90%. Em substratos anaeróbios, o N orgânico pode ser mineralizado a amônio, o qual pode ser utilizado pelas plantas e microrganismos, adsorvido às partículas de carga negativa das argilas, ou difundir-se para a superfície. À medida que a amônia por difusão chega às superfícies, a bactéria *Nitrosomonas* pode oxidá-la a nitrito. A bactéria *Nitrobacter* oxida o nitrito a nitrato. Este processo é chamado nitrificação. As plantas e os microrganismos podem assimilar o nitrato ou as bactérias anaeróbias podem reduzi-lo a nitrogênio gasoso (N₂) no caso em que este nitrato entre em ambientes de água anóxica (exaurida de oxigênio). O N gasoso volatiliza e é eliminado da água. Portanto, a alternância de condições redutoras e oxidantes nos banhados aumenta as taxas de denitrificação (REDDY et al., 2000).

Em solos alagados, ocorre um acúmulo de amônio, pois a ausência de oxigênio interrompe a mineralização do nitrogênio na forma amoniacal. O nitrato é primeiro

composto oxidado do solo a utilizado pelos microrganismos anaeróbios, após o desaparecimento do oxigênio, e estabiliza o potencial redox em valores entre 200 e 400 mV. No entanto, o nitrato é rapidamente reduzido a N_2O e N_2 voláteis, desaparecendo do solo em poucos dias após o alagamento (SOUSA et al., 2000).

A vegetação pode desempenhar um papel primordial na retenção de vários nutrientes, dentre os quais o N (SIMPSON et al., 1983). Na França, na bacia do Rio Adour, BRUNET & ASTIN (1999) verificaram reduções nas concentrações de nitrato no rio seguindo os mesmos padrões que os de matéria suspensa, e nas áreas mais baixas da bacia onde a vegetação ribeirinha é mais desenvolvida, as concentrações na água foram menores devido ao consumo pelas plantas em suas atividades metabólicas.

Um estudo envolvendo muitos rios e suas planícies de inundação na Europa e Estados Unidos, foi realizado visando identificar quais os fatores que determinavam a riqueza e a produtividade destes ambientes. A mineralização do N foi significativamente correlacionada à qualidade da água dos rios (SPINK et al. 1998).

QUINN et al. (1997) investigando a qualidade de águas de rios da Nova Zelândia, verificaram que a água dos mesmos, quando provinha de locais que drenavam áreas de pastagem sem vegetação ribeirinha, continham 5 vezes mais nitrato do que as águas proveniente de rios onde existia mata nativa nas margens.

A interface observada onde os rios e os sistemas terrestres se encontram é um ecótono que tem profunda influência no movimento da água e dos contaminantes por ela carregados. A manutenção e a restauração das funções e características deste ecótono, tais como a vegetação nativa e a morfologia do canal, são meios importantes de salvaguardar a qualidade da água em paisagens agrícolas. Uma zona tampão de vegetação ribeirinha de 20 a 30 m de largura pode remover até 100% do nitrato que entraria no sistema. A denitrificação é a maior rota da remoção e suas taxas dependem das cargas de nitrato, disponibilidade de carbono e do regime hídrico. A denitrificação ocorre durante todo o ano enquanto a hidrologia subsuperficial permaneça intacta, enquanto que a remoção do nitrogênio por consumo pelos vegetais é sujeita à sua estação de crescimento. A remoção de nitrato é favorecida em áreas florestadas com fluxo subsuperficial e é menor em

áreas de pastos com fluxo superficial. O balanço entre fluxos superficiais e subsuperficiais, e as condições de oxi-redução são críticos para a remoção de nitratos em ecótonos ribeirinhos. A retenção de nutrientes e de sedimentos na superfície é uma função do declive e gradiente da área, da densidade da vegetação e da taxa de fluxo de água. As comunidades vegetais desempenham um papel primordial na ciclagem ao agirem como fonte de carbono para as bactérias denitrificadoras, como consumidores diretos de nutrientes, e ao criarem rizosferas oxidadas onde pode ocorrer nitrificação (FENNESSY & CRONK, 1997).

A remoção de nitratos da água por vegetação ribeirinha de gramíneas ou florestal foi investigada na Holanda por HEFTING et al. (1998). A redução dos valores, na área de cultivo de milho de onde provinha a contaminação, de mais de 40 mg/L, para valores na água do rio entre 0,1 e 2 mg/L foi atribuída à denitrificação que foi mais intensa nas condições de zona tampão com vegetação florestal (entre 9 e 200 kg de N/ha) do que com gramíneas (entre 1,2 e 32 kg de N/ha).

Na Grécia, o impacto da poluição pontual e difusa sobre a qualidade das águas do Rio Evrotas (Laconia) foi investigado durante dois anos por ANGELIDIS et al. (1995). A parte do rio próximo à cidade de Esparta era sazonalmente influenciada pelas descargas de efluentes de uma empresa processadora de sucos de laranja (durante o inverno) e pela descarga séptica do esvaziamento dos tanques que recolhem o esgoto urbano. A pequena diluição dos poluentes que entram no sistema durante os meses em que a vazão do rio é pequena (no verão) levaram a um decréscimo na capacidade de autodepuração do rio e surgimento de condições desfavoráveis em algumas partes do rio. Nas vizinhanças das áreas intensamente cultivadas, altas concentrações de nitrogênio e fósforo foram encontradas na água do rio durante o inverno e a primavera, o que pode ser, em parte, atribuído à lixiviação de fertilizantes aplicados por causa de mobilização do nitrogênio e erosão do solo, que ocorre após as precipitações. Os autores concluíram que a proteção da qualidade das águas do Rio Evrotas deve, portanto, incluir tratamento dos efluentes sépticos produzidos na área e a construção de planta de tratamento de efluentes para a indústria. No entanto, a poluição difusa poderia ser controlada pela restauração da vegetação ribeirinha do Rio Evrotas, associada ao uso mais racional dos fertilizantes.

As florestas ribeirinhas ou faixas tampão podem grandemente melhorar a qualidade da água em cursos por meio de redução da lixiviação de nutrientes para a água de escoamento, ainda que essas faixas ocupem apenas pequenas áreas no total da bacia. Por isso, zonas tampão vegetadas, instaladas ao longo das margens dos cursos d'água e nas partes mais altas das bacias hidrográficas podem reter sedimentos e assim diminuir o teor de N nas águas. No Rio Garonne (França) uma faixa de 52 m de largura com vegetação de *Populus* sp reduziu a carga de nitratos na água do rio de valores 0,38 g/m²/dia para 0,19 g/m²/dia. A restauração dos corredores do rio e a reativação dos processos de absorção e de denitrificação, poderiam desconectar o ecossistema do rio das áreas de captação adjacentes e assim reduzir os efeitos da poluição nas suas águas (RUFFINONI & BALENT, 1996).

3.4.2.4.2. Fósforo (P)

O grande reservatório de fósforo no planeta são as rochas e outros depósitos que se formaram em eras geológicas passadas. Estas rochas vão gradualmente erodindo, liberando fosfato para os ecossistemas. O fosfato presente em ecossistemas aquáticos continentais tem origem de fontes naturais e artificiais. Dentre as fontes naturais as rochas da bacia de drenagem constituem a fonte básica de fosfato. Isto significa que o fosfato natural presente depende dos teores deste nos minerais primários que compõem as rochas da bacia. A apatita é a mais importante fonte natural de fosfato (ESTEVES, 1998).

A importância do fósforo nos sistemas biológicos se deve à sua participação em processos fundamentais do metabolismo dos seres vivos, como armazenamento de energia (forma uma fração essencial da molécula de ATP) e estruturação da membrana celular (através dos fosfolípidios) (ESTEVES, 1998). É um nutriente requerido para o crescimento das plantas e freqüentemente é o fator limitante à produtividade vegetal. Assim, a introdução de quantidades traço deste elemento nas águas pode causar grandes alterações na estrutura do ecossistema aquático. Uma medida relativa das necessidades dos ecossistemas é a proporção de elementos nutrientes na biomassa, representada pela proporção molar de C:N:P = 106:16:1 (KADLEC & KNIGHT, 1995).

O ciclo do fósforo e seu armazenamento envolve um complexo conjunto de processos e diversas de suas formas. O consumo pelas plantas não é uma medida adequada das relações de remoção líquida em terras úmidas, pois a maior parte do fósforo armazenado retorna às águas pelos processos de decomposição. O armazenamento a longo prazo resulta da fração não-decomposta dos detritos produzidos pelos vários elementos do ciclo biogeoquímico, bem como da deposição de partículas minerais que contêm fósforo (KADLEC & KNIGHT, 1995).

Diferentemente do N e do C, o P tende a se acumular nas terras úmidas pois não há mecanismo significativo de perdas gasosas para o meio. A retenção deste elemento é regulada por mecanismos físicos (sedimentação) e biológicos (consumo e liberação pela vegetação, perifíton e microrganismos). O fósforo na água que entra no sistema pode estar presente em formas solúveis ou particuladas, ambas contendo certas proporções de grupos orgânicos e inorgânicos. As proporções destes grupos dependem da fonte e tipo de água. A água residuária urbana pode conter uma grande proporção de fósforo inorgânico (>75%) em formas solúveis. Terras úmidas construídas para retenção de cheias urbanas ou zona tampão entre lavouras e ecossistemas naturais, podem servir como eficazes "armadilhas" de sedimentos, e portanto, remoção do fósforo associado aos sedimentos (REDDY et al., 2000).

Do ponto de vista limnológico todas as formas de fosfato são importantes, porém o P-orto é o de maior relevância por ser assimilado pelos vegetais aquáticos (ESTEVES, 1998).

A remoção de P foi avaliada em corpos d'água no Estado de Nova Iorque (E.U.A.) por PEVERLY (1985). A água que entrava nas terras úmidas ribeirinhas provinha de escoamento superficial de terras cultivadas, o que aumenta os teores naturais na água do Rio Orchard. Os teores de nutrientes nos tecidos vegetais foram diretamente correlacionados às concentrações na água. Apesar da remoção de P ocorrer por consumo das plantas para formação de sua biomassa, e a remoção, portanto, estar diretamente ligada à produtividade do sistema, o autor verificou que de 1 a 2% do total de nutrientes retidos acabam atingindo as águas do rio devido à senescência, morte, queda e posterior decomposição dos tecidos vegetais, liberando nutrientes na água. Neste caso a vegetação era de macrófitas aquáticas.

Na Dinamarca a deposição de P foi estimada para áreas de vegetação ribeirinha temporariamente alagadas com valores entre 0,16 a 6,5 g/m² em cada evento de cheia (KRONGVANG et al., 1999).

A remoção de P pela vegetação ribeirinha (zona tampão) é menos eficaz do que para N (GILLIAM, 1994). Entretanto, mesmo sendo menos eficiente, pode reter até 50% do total de P que entra neste ecossistema.

A integridade biológica de um sistema aquático está negativamente correlacionada com o teor de P das águas (MILTNER & RANKIN, 1998). Através de análise de componentes principais, SPINK et al. (1998) puderam demonstrar que a riqueza do solo em P e o crescimento vegetal estão diretamente relacionados ao tamanho do rio e à posição da vegetação no local, tanto em relação com a distância à fonte do nutriente como em relação ao canal do rio. O teor de P disponível está significativamente relacionado à qualidade da água do rio.

As práticas agrícolas são um dos principais meios de afetar as concentrações de P nas águas de rios. Após eventos de enxurradas, teores de até 2,5 vezes maiores de P, foram medidos nas águas do Rio Richmond (Austrália), comparados com os teores naturais encontrados há 50 anos. Porém, após a passagem da onda de cheia e a volta ao normal do nível do rio, os teores voltam aos originais (EYRE & TWIGG, 1997).

Na planície de inundação do Rio Reno, na Alsácia (França) a vegetação ribeirinha é composta principalmente pelas macrófitas aquáticas *Elodea nuttallii*, *Elodea canadensis* e *Callitriche obtusangula*. ROBACH et al. (1995) estabeleceram uma boa relação entre as comunidades destas macrófitas e as concentrações de nutrientes na água. A relação entre o P total no tecido vegetal, o conteúdo de P dos sedimentos e as concentrações de fosfato na água foram avaliadas, verificando-se que o valor médio anual de conteúdo de P no tecido vegetal está fortemente correlacionado à concentração média de fosfato na água. Contrastando com isto, não foi verificada correlação alguma entre tais teores no tecido vegetal e a concentração no sedimento. Isto indica que a vegetação absorve o P da água, servindo como sumidouro do mesmo no ecossistema.

3.4.2.4.2.3. Carbono (C)

Os banhados acumulam C dentro das turfeiras (depósitos de matéria orgânica) e do solo. Este armazenamento é uma função importante dentro do ciclo do C, especialmente, sendo levados em conta as preocupações com o crescente nível de dióxido de carbono na atmosfera e o aquecimento global. Quando se drena um banhado, as condições oxidantes aumentam a decomposição da matéria orgânica, portanto, incrementando a liberação de dióxido de carbono. Quando os banhados são preservados ou restaurados, estes atuam como um sumidouro (um depósito permanente) já que as condições de decomposição são estáveis ou, pelo menos, desaceleradas (REDDY et al., 2000; RAMSAR, 2001).

3.4.2.4.2.4. Enxofre (S)

Os banhados têm a capacidade de reduzir sulfato a sulfeto, o qual é liberado à atmosfera associado a hidrogênio, metil, ou dimetil. Ou então pode ligar-se a íons metálicos formando complexos insolúveis com fosfatos nos sedimentos. O sulfeto dimetil liberado pelos banhados pode servir como núcleo para a formação de nuvens. Os sulfatos podem ser originários do solo ou provirem de aerossóis marinhos ou depositados pelas marés (REDDY et al., 2000; RAMSAR, 2001).

3.4.2.4.2.5. Outros Nutrientes e Metais

Diversos elementos químicos estão naturalmente presentes em todos os solos, mesmo que em teores ínfimos. A atividade humana pode, em algumas localidades, causar aumentos nestes teores a ponto de comprometer a integridade ambiental e a saúde dos seres vivos que dependam daquele recurso hídrico. Os metais chegam aos banhados pelo fluxo de água superficial ou subterrânea, podendo ser removidos destas águas devido à presença de argilas, materiais húmicos, Al, Fe e Ca. Os metais que chegam aos banhados podem formar ligações com a superfície de carga negativa das argilas, precipitar como compostos inorgânicos, complexar com materiais húmicos e adsorver a hidróxidos. Nos banhados salinos os hidróxidos de Fe são particularmente importantes. A remoção de metais é maior nos banhados onde o fluxo da água seja lento, pois haverá mais tempo para ocorrerem as reações químicas (REDDY et al., 2000).

Os íons Cálcio (Ca), Magnésio (Mg), Sódio (Na), Potássio (K) e Cloreto (Cl⁻) têm papel importante na produtividade global dos ecossistemas aquáticos, pois fazem parte de importantes processos fisiológicos de suas comunidades (ESTEVES, 1998).

A exploração de madeira em florestas ribeirinhas foi estudada por CLAWSON et al. (1999). Foi verificado que a retirada da madeira pouco afeta a composição química da água. No entanto, os dados sugerem que a retirada de árvores pode estimular pequenos acréscimos na atividade de sumidouro de Ca e K.

No Canadá, no Rio Yakima os teores de Ca e Mg nas águas variaram mais em função da rocha de origem da bacia, do que em função da presença de vegetação ribeirinha (LELAND, 1995).

Além destes, os elementos que estão presentes e/ou são necessários em quantidades muito pequenas, chamados elementos-traço, como Ferro (Fe), Zinco (Zn), Manganês (Mn), Cobre (Cu), Cobalto (Co), Molibdênio (Mo), Níquel (Ni), Chumbo (Pb) e Boro (B), são essenciais aos seres vivos e têm participação em vários processos fisiológicos. Mesmo os elementos que não têm função biológica definida, podem, quando em grandes concentrações, apresentar toxicidade aos organismos animais e vegetais (ESTEVES, 1998).

Em rios, a carga total destes elementos depende das características geológicas e ecológicas das bacias de drenagem e do tipo de atividade humana nelas presente. O transporte destes elementos é realizado principalmente sob forma dissolvida ou ligada a material particulado em suspensão. Em geral, rios que recebem grandes quantidades de dejetos industriais apresentam, na maioria dos casos, grandes concentrações de elementos na fase dissolvida. Nos rios em que a atividade antrópica for a predominante, a maior parte da carga total será de elementos associados ao material particulado em suspensão (ESTEVES, 1998). É desta fração que a vegetação ribeirinha poderá se nutrir, retirando de circulação do meio (água) os nutrientes que necessita em seu metabolismo.

Além da carga de nutrientes que é de origem natural da decomposição de rochas, precipitação atmosférica, aerossol marinho e outras, há uma contribuição grande para as águas dos rios originária de atividade humana.

A vegetação ribeirinha tem condições de reter boa parte destes nutrientes, especialmente o Cu, o Pb e o Ni, que entram no sistema durante a estação de crescimento. Os resíduos das macrófitas retêm quantidades apreciáveis destes elementos em seus tecidos. Entretanto, esta retenção é apenas temporária pois as taxas de decomposição e liberação para o meio são altas (SIMPSON et al., 1983). No caso deste trabalho a vegetação desempenhou um papel mais importante do que o solo na retenção dos elementos-traço.

3.4.2.5. Mitigação de Alterações Climáticas

As terras úmidas desempenham dois papéis críticos mas contrastantes na mitigação dos efeitos das mudanças climáticas: um no gerenciamento dos gases de efeito estufa (especialmente dióxido de carbono) e outro como um tampão físico aos impactos das mudanças (RAMSAR, 2001).

Os banhados atuam como grandes depósitos (sumidouros) de carbono. Quando em estado natural liberam metano (que faz parte do efeito estufa). Porém a sua destruição, com drenagem e posterior uso para agricultura, irá liberar, via mineralização da matéria orgânica, dióxido de carbono (responsável por 60% do efeito de aquecimento pelo efeito estufa). Pelo contrário a restauração ou criação de novos banhados aumentará o seqüestro de carbono. Esta atividade ocorre em todos os tipos de terras úmidas, mas especialmente em turfeiras e banhados florestados. Estima-se que 40% do carbono terrestre esteja retido nas terras úmidas (RAMSAR, 2001). Desse modo é importante que se saiba gerenciar tais áreas visando reduzir a decomposição da matéria orgânica que nelas está retida.

As taxas de decomposição variam entre as terras úmidas em função de clima, tipo de vegetação, disponibilidade de carbono e nitrogênio, e pH. Um pH acima de 5 é necessário para o crescimento de bactérias. A prática de calagem para elevar o pH acelera a decomposição, causando a liberação de carbono e o colapso dos solos. Os nutrientes e compostos oriundos da matéria orgânica em decomposição podem ser exportados dos banhados nas formas solúveis ou particuladas, ser incorporados ao solo, ou finalmente transformados e liberados para a atmosfera.

A matéria orgânica decomposta é a base das cadeias tróficas tanto aquáticas como terrestres. Esta decomposição, entretanto, requer oxigênio e por isso reduz o conteúdo deste elemento dissolvido na água. Taxas altas de decomposição, tais como as que ocorrem em locais onde ocorra superpopulação de algas, podem reduzir a qualidade da água e impedir a sustentação da vida aquática.

O controle de clima (especialmente mesoclimas) é outra das funções hidrológicas dos banhados, visto que até 2/3 da água retida nos mesmos retorna à atmosfera através da evapotranspiração. Os banhados podem atuar como atenuantes de oscilações de temperatura na sua área em torno (BRINSON, 1993).

3.4.2.6. Purificação de Águas

A flutuação do nível da água (hidroperíodo) que é característica dos banhados, controla as condições de oxidação e redução que vão ocorrer. Tais oscilações têm um papel chave no ciclo dos nutrientes, em sua disponibilidade e sua exportação, bem como no pH do solo e água, na composição da vegetação, no acúmulo de matéria orgânica e sedimentos, na decomposição e exportação de matéria orgânica, e na disponibilidade de metais e sua exportação. Sob condições favoráveis as terras úmidas têm condições de remover da água nutrientes orgânicos e inorgânicos, bem como materiais tóxicos que fluam por dentro delas (MITSCH & GOSSELINK, 2000a).

Essa purificação da água se dá por diversos processos químicos, físicos e biológicos que podem atuar individualmente ou em conjunto. Quando o solo estiver seco os processos microbiológicos e químicos ocorrem usando oxigênio como o aceptor de elétrons. Quando o solo está saturado a respiração microbiana e as reações químicas consomem o oxigênio disponível. Isto muda a condição do solo de aeróbio para anaeróbio. Conforme as condições de redução aumentam outros aceptores de elétrons vão sendo usados para as reações. Estes aceptores são, em ordem de preferência pelos microrganismos: nitrato, ferro férrico, manganês, sulfato e compostos orgânicos (HAMMER, 1996).

Os banhados podem servir como depósito, ou como transformadores de nutrientes, compostos orgânicos e metais, e compostos originários da matéria orgânica.

Também podem agir como filtros de sedimentos e matéria orgânica. Os valores associados aos banhados relacionados aos ciclos biogeoquímicos e armazenamento incluem a qualidade da água e controle de erosão (HAMMER, 1996; MITSCH & GOSSELINK, 2000a).

3.4.2.7. Reservas de Biodiversidade

É amplamente aceito que quanto maior for a biodiversidade de um ecossistema, mais estável esse será. Além disso, para muitas pessoas, o simples fato de existirem formas de vida diversificadas é uma fonte de prazer e isso torna esses ambientes de alto valor (BARBIER et al., 1997).

As terras úmidas estão entre os ambientes de mais alta produtividade biológica. As que têm ciclos de inundação e drenagem são as mais produtivas (MITSCH & GOSSELINK, 2000a).

As condições de saturação ou inundação que ocorrem nos banhados limitam a composição de espécies vegetais às que podem tolerar esta situação. A forma e o tamanho do banhado afetam a comunidade de vida selvagem e a função do mesmo como "habitat" adequado. A forma modifica a relação perímetro/área. Esta relação é importante para o sucesso das espécies que se criam no interior ou na orla dos banhados. A forma também é importante para a possibilidade de movimento de animais dentro e entre "habitats", especialmente no caso de animais de porte grande.

Os banhados têm um papel importante no ciclo vital de diversos organismos. As plantas servem como local para postura, criação e descanso durante as migrações para muitas espécies. A matéria orgânica decomposta é fonte de nutrientes para muitos invertebrados e peixes, tanto nos banhados como nos sistemas aquáticos associados.

A presença de vegetação ribeirinha, indiretamente afeta uma série de características da água do rio. A composição da comunidade de peixes em relação à cobertura florestal foi investigada na bacia do Rio Minnesota, tendo sido identificadas diferenças nas comunidades onde havia mata ciliar comparada a barrancas do rio

sem vegetação. Os cursos d'água com vegetação ribeirinha arbórea tiveram maiores índices de integridade biológica, riqueza de espécies, diversidade e percentagens de bentos insetívoros e herbívoros do que os cursos d'água com vegetação ribeirinha aberta (STAUFFER et al., 2000).

A heterogeneidade de estruturas de "habitats", bem como a qualidade da água são os principais fatores para a manutenção de uma diversificada fauna de peixes nos rios. Uma das mais promissoras abordagens no gerenciamento para a melhoria dos ecossistemas fluviais é a manutenção e restauração dos ecótonos terra/água que desempenhem bem suas funções. A faixa tampão entre a terra e a água determina as estruturas de "habitat", acesso à luz e temperatura da água. Ela reduz a transferência de nutrientes e poluentes e estabiliza o aporte de matéria orgânica para o ambiente aquático. Estes fatores influenciam grandemente a estrutura e as funções das comunidades de peixes. A hierarquia de efeito dos ecótonos muda de maneira previsível ao longo do curso do rio (SCHIEMER & ZALEWSKI, 1992).

As relações entre os macroinvertebrados bentônicos, a qualidade da água, as características do sedimento e a estrutura da comunidade ribeirinha foram avaliadas no Arroio Padden, um curso d'água de segunda ordem, no Estado de Washington (E.U.A.), por HACHMOLLER et al. (1991). Comparando as áreas onde a margem do rio era vegetada com floresta nativa não alterada com as demais áreas (floresta sob manejo humano, área sem vegetação com e sem aporte de poluentes) foi possível a estes pesquisadores, identificar alterações na composição das comunidades de macroinvertebrados, sugerindo que as alterações na zona ribeirinha imitam os efeitos similares de urbanização em rios de maior ordem.

Ainda que as informações sobre o papel da vegetação ribeirinha florestal sejam limitadas, no que diz respeito à manutenção da biodiversidade aquática, dados preliminares de HARPER et al. (1997), que trabalharam com rios da Irlanda e da República Tcheca, indicam que a preservação da floresta é essencial para a sobrevivência da biodiversidade como um todo. Isto pode ser um indicativo da necessidade de preservar tais comunidades em outros locais com o mesmo fim.

Alterações na frequência, duração e época no hidroperíodo afetam a oviposição, a migração, a composição das espécies e a sustentação da cadeia trófica nos

banhados. Um fluxo hidrológico normal permite o intercâmbio de nutrientes, detritos e a passagem de formas de vida dentre os sistemas.

3.4.2.8. Produção de Bens

Além de desempenharem as muitas funções vitais já abordadas, outros benefícios que as terras úmidas dão à humanidade, são a produção de bens dentro de seus limites. A gama de produtos é vasta: frutas, peixes, moluscos, mamíferos, jacarés e outras carnes, resinas, madeira para construção, lenha para combustível, fibras têxteis, alimentação para animais domésticos, etc. A exploração desses recursos pode se dar em nível de subsistência, pequenos empreendimentos ou em escala comercial.

Os peixes fornecem a fonte primária de proteína para aproximadamente 1 bilhão de pessoas e constituem-se em parte importante da dieta de milhões outras. A maioria são espécies marinhas de peixes, que fornecem cerca de 20% do total de proteína consumida no mundo, das quais dois terços dependem das terras úmidas costeiras em algum estágio de seu ciclo vital (RAMSAR, 2001).

O arroz é o principal componente da dieta de três bilhões de pessoas, metade da população mundial. É uma planta cultivada em terras úmidas em todos os continentes habitados. A palmeira de sagú (em realidade é uma Cycadaceae) é a principal fonte de carboidratos em algumas comunidades da Ásia, servindo como alternativa ao arroz em algumas épocas do ano. Na África, as palmeiras dos banhados fornecem óleo para uso culinário. Algumas espécies vegetais fornecem uma diversidade de produtos (RAMSAR, 2001).

Os manguezais fornecem plantas para cobrir casas, fibras têxteis e para a indústria do papel, madeira para a construção civil, lenha para combustível, medicamentos extraídos das cascas, folhas e frutos, bem como taninos para a indústria de curtume. Além disso, a exploração de peixes e de caranguejos nessas áreas, tem um valor como parte da dieta de proteínas (HAMMER, 1996; MITSCH & GOSSELINK, 2000a; RAMSAR, 2001).

Os crocodilianos (jacarés inclusive) dependem dos banhados. Esses animais fornecem carne, couro que têm um mercado de grandes proporções.

Em vários lugares, a cobertura das casas é feita com folhas e talos de algumas plantas de banhado. No Rio Grande do Sul, o “capim-santa-fé” (*Panicum prionitis*) é utilizado substituindo telhas, proporcionando um conforto térmico às casas a um custo muito reduzido.

3.4.2.9. Recreação e Turismo

A beleza natural e a diversidade de formas de vida fazem das terras úmidas e "habitats" aquáticos locais ideais para turismo. Muitas das áreas protegidas como parques são, com efeito, terras úmidas. A visitação a essas áreas é, em muitos países, uma das fontes de renda (RAMSAR, 2001).

As terras úmidas são excelentes áreas para educação ambiental por causa da facilidade com que se podem demonstrar e observar princípios de Biologia dentro delas. Os princípios básicos de Ecologia, tais como sucessão, níveis tróficos, teia alimentar e ciclos de nutrientes e energia, são facilmente observáveis, mesmo em pequenos banhados (HAMMER, 1996).

As atividades de recreação desenvolvidas nas terras úmidas e "habitats" aquáticos incluem a caça e a pesca esportiva, e algumas formas de esportes náuticos. Além disso, várias áreas, como os recifes de coral, são utilizadas para mergulho e pesca submarina. As terras úmidas suportam muitos tipos de atividades recreativas menos divulgadas, mas também importantes, como fotografia, colheita de frutas silvestres, pique-niques e passeios, caminhadas e outras atividades não esportivas (HAMMER, 1996; RAMSAR, 2001).

A observação de vida selvagem também é uma atividade que ocorre nos banhados, pois há grande diversidade de aves que vivem e/ou procriam nessas áreas.

3.4.2.10. Valor Cultural

Essa é a função à qual é mais difícil estabelecer um valor econômico associado. No entanto, se sabe que as terras úmidas desempenharam importante papel para o crescimento de diversas civilizações ao longo da história (RAMSAR, 2001). Não sendo drenadas ou aterradas, as terras úmidas, devido ao ambiente anaeróbico e reduzido que constituem, preservam em melhores condições recursos arqueológicos e antropológicos (HAMMER, 1996).

Em vários países, freqüentemente, os banhados estão associados a alguma importância histórica, religiosa, artística ou arqueológica. Culturas antigas exploraram os recursos dentro e adjacentes às terras úmidas, deixando para a posteridade evidências de seus estilos de vida surpreendentemente bem conservadas. Por isso, sítios arqueológicos importantes são encontrados dentro de banhados, tendo um valor cultural grande (HAMMER, 1996; RAMSAR, 2001).

3.4.3. Atribuição de Valores às Funções

Pode-se definir a atribuição de valores como uma tentativa de associar valores aos bens e serviços fornecidos pelos recursos ambientais, havendo ou não preços de mercado para eles. Entretanto, essa definição não abrange o todo. O real valor é dado também pela disposição que uma comunidade tenha para pagar pelo bem ou serviço (BARBIER et al., 1997).

Até a década de 1960 a maneira típica de atribuir valor econômico às terras úmidas era usar o seu valor de mercado imobiliário quando estivesse “convenientemente” drenada e pronta para uso (“developed” em inglês). Posteriormente este tipo de avaliação foi acrescido por tentativas de atribuir valor à área como uso recreativo para caça e pesca (KING et al., 2000).

A sociedade possui um número grande de noções sobre o valor dos recursos naturais. Portanto, é essencial que se defina claramente valor econômico. Esses valores incluem: (1) valores de uso local, dos quais as pessoas usufruem diretamente dos recursos (recreação, por exemplo); (2) valores consumidos fora do local, tais como peixes pescados em terras úmidas e transportados para fora delas;

(3) valores de uso futuro; (4) valores atribuídos apesar de não haver uso ou consumo (dependentes da disposição para pagar pela preservação e/ou manutenção do ambiente) (HENDERSON & LAWRENCE, 1989).

Independente do método a ser empregado para avaliar os valores das funções, sempre será necessário que se encarem os seguintes problemas (MITSCH & GOSSELINK, 2000a): (1) as terras úmidas são sistemas de múltiplos valores, isso é, pode lhes ser atribuído valores por diferentes razões; (2) os produtos mais valiosos provenientes das terras úmidas são bens públicos para os quais não há um valor comercial para o proprietário da área; (3) a relação entre as terras úmidas e o valor marginal é complexa; (4) os valores comerciais são finitos, enquanto que as terras úmidas fornecem valores a longo prazo, freqüentemente perpétuos. A drenagem ou aterro das terras úmidas, com freqüência, é irreversível; (5) uma comparação entre os ganhos com os valores das terras úmidas a curto e a longo prazo é, normalmente, inadequada; (6) as estimativas de valores, por sua própria natureza, estão sujeitas aos erros e valores pessoais dos avaliadores e da sociedade como um todo.

Visando tornar os critérios de classificação e delineamento menos sujeitos à formação de técnicos altamente especializados, ADAMUS et al. (1983) desenvolveram um método que consiste em procedimentos em série. O método, denominado "WET", fornece ferramentas para avaliar valores funcionais das terras úmidas. As funções incluem recarga e descarga de águas subterrâneas, dessincronização e retenção de enchentes, proteção dos litorais e dissipação da força erosiva das ondas, retenção de sedimentos, retenção e remoção de nutrientes, manutenção das cadeias tróficas, "habitat" para vida selvagem e peixes, e recreação ativa e passiva. Posteriormente, ADAMUS et al. (1987) revisaram este método incluindo outras funções como produção de bens (madeira, fibras, etc.) e o direito de herança às gerações futuras.

O método "WET" foi desenvolvido com o objetivo de avaliar a maior parte dos valores e funções reconhecidos das terras úmidas, ser aplicável a uma grande variedade de terras úmidas, ser reproduzível e rápido (que possa ser completado em menos de um dia), e ter sólido embasamento na literatura científica. Este método foi aplicado na Grécia por GERAKIS & KALBURTI (1998). Verificaram que mesmo para

aplicação em pequenas áreas de terras úmidas, sítios protegidos pela Convenção de Ramsar, foi satisfatório. Foi possível estabelecer claramente a ligação entre os valores e as funções desempenhadas. Deste modo é importante que se tenha um método exequível e que dê resultados reproduzíveis para identificar, classificar e delinear as terras úmidas.

O método WET é excepcional pois permite que sejam feitas estimativas dos valores das funções importantes para a sociedade separadamente. Entretanto sua abordagem, necessita que o avaliador atribua à função um valor “baixo”, “médio” ou “alto” com base no que pareça ser o valor social da função. A facilidade de aplicação desse método para avaliar os valores das funções, terminou por torna-lo pouco preciso quanto ao resultado final do mesmo. Como não são levadas em conta algumas diferenças entre as terras úmidas, que influenciam as ligações entre as funções, serviços e valores, o resultado final é apenas uma categorização empírica dos locais avaliados, difícil de ser interpretado. Por causa dessas limitações técnicas, esse método hoje raramente é empregado (KING et al., 2000)

A avaliação da cobertura vegetal herbácea nas terras úmidas como um indicador das funções das mesmas, mostrou ser de pouca validade, pois, na maior parte das vezes, as funções das terras úmidas, que têm valor, não são desempenhadas pela vegetação. Para tais situações é mais conveniente um acompanhamento das condições de morfologia do banhado, teor de matéria orgânica, hidroperíodo e estrutura vertical (presença de vegetação em outros estratos além do herbáceo) (COLE, 2002).

Outros métodos de avaliação dos valores para as funções das terras úmidas foram desenvolvidos para situações locais. Para o sul da Província de Ontário (Canadá) GLOOSCHENKO (1983) criou um sistema no qual são atribuídos até 250 pontos por item, às terras úmidas conforme uma série de critérios: (1) biológico; (2) social; (3) hidrológico; (4) atributos especiais. Com base na pontuação total dos locais, as terras úmidas foram divididas em sete classes de importância para a preservação. Essa classificação tem servido de suporte às decisões para longo prazo quanto à proteção e manutenção de tais áreas como reservas naturais.

HRUBY et al. (1995) propuseram um método numérico para estabelecer o valor relativo das terras úmidas visando planejamento regional. O método combina o entendimento qualitativo de como a terra úmida funciona com a avaliação de seus valores para a região. Tal método é chamado "IVA" (indicador de avaliação de valor) e baseia-se na premissa de que um local que tenha um indicador ambiental específico, desempenha sua função de melhor maneira do que um local que não apresente tal indicador. Os pontos atribuídos variam de 1 a 100 para cada item avaliado sendo feita uma média ponderada dos mesmos. Posteriormente, a pontuação obtida é multiplicada pela área da terra úmida e por uma tabela de valores de relevância social das funções. Assim, as áreas que obtêm maior pontuação são as que terão prioridade para efeitos de preservação.

Muitos métodos foram desenvolvidos nas últimas duas décadas para fornecer informações sobre as funções das terras úmidas. Porém, pouco foi discutido sobre os algoritmos e modelos empregados (HRUBY, 1999). A maioria dos métodos que gera um valor numérico da avaliação do desempenho da função pela terra úmida, baseia-se na abordagem de modelo mecanicista. Entretanto, esses não levam em conta as taxas ou a dinâmica dos processos ecológicos que ocorrem dentro das terras úmidas. Em realidade, eles fornecem um meio de organizar com clareza e concisão os conhecimentos já adquiridos sobre as funções, freqüentemente, de maneira subjetiva.

No entanto, esses métodos são necessários, pois é preciso que se disponha de uma maneira de comparar no tempo e espaço as terras úmidas. A avaliação das funções das terras úmidas permite que, tendo-se uma metodologia padronizada, se possa verificar que local desempenha de melhor forma determinada função e, assim, escolher as áreas mais importantes para preservação.

Um grande número de métodos já foi proposto, mas todos ainda necessitam de melhorias e padronização. A avaliação da saúde de um banhado, requer a análise dos indicadores que sejam apropriados para cada ecossistema. Tal avaliação deveria levar em conta o conjunto de parâmetros que melhor indique as condições daquele ecossistema avaliado. À medida que os problemas ambientais se expandem de uma escala local para um nível global, torna-se fundamental que se

desenvolva uma abordagem mais abrangente para tais avaliações (PATIENTE & KLEMAS, 1993).

As terras úmidas têm valores por causa das funções desempenhadas que são úteis para a sociedade humana. O valor unitário de alguns banhados aumenta conforme se desenvolve a sociedade ao seu redor, devido ao seu maior uso ou à sua diminuição em área. O valor das terras úmida depende sempre da sua localização na paisagem. Estimativas feitas para o Meio-Oeste dos Estados Unidos e para a Escandinávia indicam que entre 3 e 7% das bacias hidrográficas das regiões temperadas deveriam se constituir de terras úmidas, no caso de se desejar um adequado controle de inundações e valores de qualidade de água para a paisagem (MITSCH & GOSSELINK, 2000b).

KING et al. (2000) propuseram o Índice de Valor da Terra Úmida ("wetland value index"), que tem por base três conceitos econômicos geralmente aceitos: (i) a função de produção – que relaciona os exsumos ("outputs") (serviços das terras úmidas) com os insumos ("inputs") (características da paisagem e localização da terra úmida); (ii) vantagem comparativa – que relaciona produtividade das diferentes terras úmidas com respeito a cada serviço, à disponibilidade de insumos produtivos na ou próximo à terra úmida; (iii) escassez – a diferença entre a demanda e o fornecimento dos serviços, que é afetada por onde e quando estes estão disponíveis, por quem tem acesso a eles e se há substitutos à disposição.

O número de estudos para quantificar o valor das terras úmidas e dos serviços por elas fornecidos continua aumentando. Por isso, WOODWARD & WUI (2001) realizaram uma meta-análise abrangendo 39 metodologias. Foram avaliadas as diferenças, fontes de variação e os retornos para as escalas exibidas na atribuição dos valores. Ainda que algumas tendências gerais estejam surgindo, a predição de um valor de uma terra úmida baseada em estudos prévios permanece tremendamente incerta, continuando a existir a necessidade de esforços de avaliação de âmbito local.

Isso confirma a necessidade de se desenvolver uma metodologia regional para tais avaliações. Essa, porém, deverá seguir um sistema padrão. O sistema adotado

pela Convenção de Ramsar, dá uma série de passos a serem seguidos com essa finalidade.

Os passos envolvidos são (BARBIER et al., 1997): (1) escolher a abordagem de avaliação apropriada (avaliação de impacto, avaliação parcial, ou avaliação total); (2) definir a área da terra úmida; (3) identificar e priorizar os componentes, as funções e os atributos; (4) relacionar os componentes, as funções e os atributos aos valores de uso; (5) identificar e obter informações necessárias para a avaliação; (6) quantificar o valor econômico; (7) implementar o método de valorização econômica apropriado.

Todas essas etapas têm que ser cuidadosamente planejadas e executadas, pois as decisões que afetarão as terras úmidas freqüentemente são feitas exclusivamente nas esferas econômicas e financeiras. Se a preservação dos banhados deve competir nesses termos com usos alternativos do solo, um valor quantitativo para os componentes das terras úmidas, suas funções e seus atributos precisa ser calculado. Isso pode ser atingido definindo-se os usos diretos e indiretos, bem como os valores intangíveis e a disposição a pagar por esses serviços. Desse modo, pode-se ter uma análise mais realista das condições, o que poderá orientar as políticas de preservação em nível local, regional e nacional (BARBIER et al., 1997).

3.5. Usos das Terras Úmidas no Rio Grande do Sul

As várzeas (banhados ou terras úmidas) do Rio Grande do Sul, em uma área total estimada de 53.000 Km², encontram-se principalmente nas planícies de rios e lagos apresentando grande heterogeneidade quanto à composição granulométrica e mineralógica dos sedimentos sobre os quais se formaram (KLAMT et al., 1985), de tal maneira que a área possui potencial variável para a exploração agrícola. As várzeas arrozeiras do Rio Grande do Sul, com área estimada de 33.000 km² (BELTRAME & LOUZADA, 1996), são terras agrícolas resultantes da conversão de ecossistemas naturais tipo terras úmidas (banhados), os quais foram adequados ao cultivo do arroz inundado pela modificação hidrológica, com a implantação de estruturas de irrigação e drenagem. Estas áreas têm importância decisiva no contexto da agricultura estadual. Do total da área convertida para agricultura, pouco mais de um quarto (9.507 km²) (IRGA, 2000) é cultivado com arroz anualmente, sendo o restante deixado em "pousio" durante o qual pode ou não haver atividade pecuária.

São encontradas várzeas em grandes extensões na região da Planície Costeira (Litoral), principalmente junto às lagoas. São também muito comuns nas planícies dos rios na região da Depressão Periférica (Depressão Central) como Sinos, Taquari, Caí e Jacuí, e, na região da Campanha, ao longo dos rios Ibicuí, Santa Maria, Quaraí, Negro e outros menores (figura 3.10). Os solos encontrados nas várzeas da região da Campanha são em geral desenvolvidos de sedimentos oriundos de rochas basálticas e de argilitos e siltitos apresentando melhores propriedades químicas, e melhor fertilidade natural, em comparação aos solos da Depressão Periférica e da Planície Costeira. No entanto, por apresentarem argilominerais expansivos, tornam-se muito duros quando secos e muito pegajosos quando molhados, dificultando as tarefas de manejo do solo (KLAMT et al., 1985; PINTO et al., 1999).

Diversos usos são dados a estas áreas, boa parte dos quais infringindo a legislação de proteção ambiental. A maior parte dos usos dessas terras envolve a drenagem dos solos e a destruição da vegetação nativa, causando alterações, por vezes, irreversíveis aos ecossistemas.

3.5.1. Cultura do Arroz (*Oryza sativa*)

O arroz é uma gramínea anual, classificada no grupo de plantas C3, adaptada a ambiente aquático. Esta adaptação é devida à presença de um tecido (aerênquima) no colmo da planta, que possibilita a passagem de oxigênio do ar para a camada da rizosfera. Para expressar seu potencial produtivo, a cultura requer temperatura ao redor de 24 a 30°C e radiação solar elevada, uma vez que a disponibilidade hídrica não é um fator limitante, já que seu cultivo no Estado se dá em condições de irrigação por inundação (IRGA, 1996). O arroz irrigado do Rio Grande do Sul tem contribuído, nos últimos anos, com mais de 40% da produção brasileira deste cereal (IRGA, 2000).

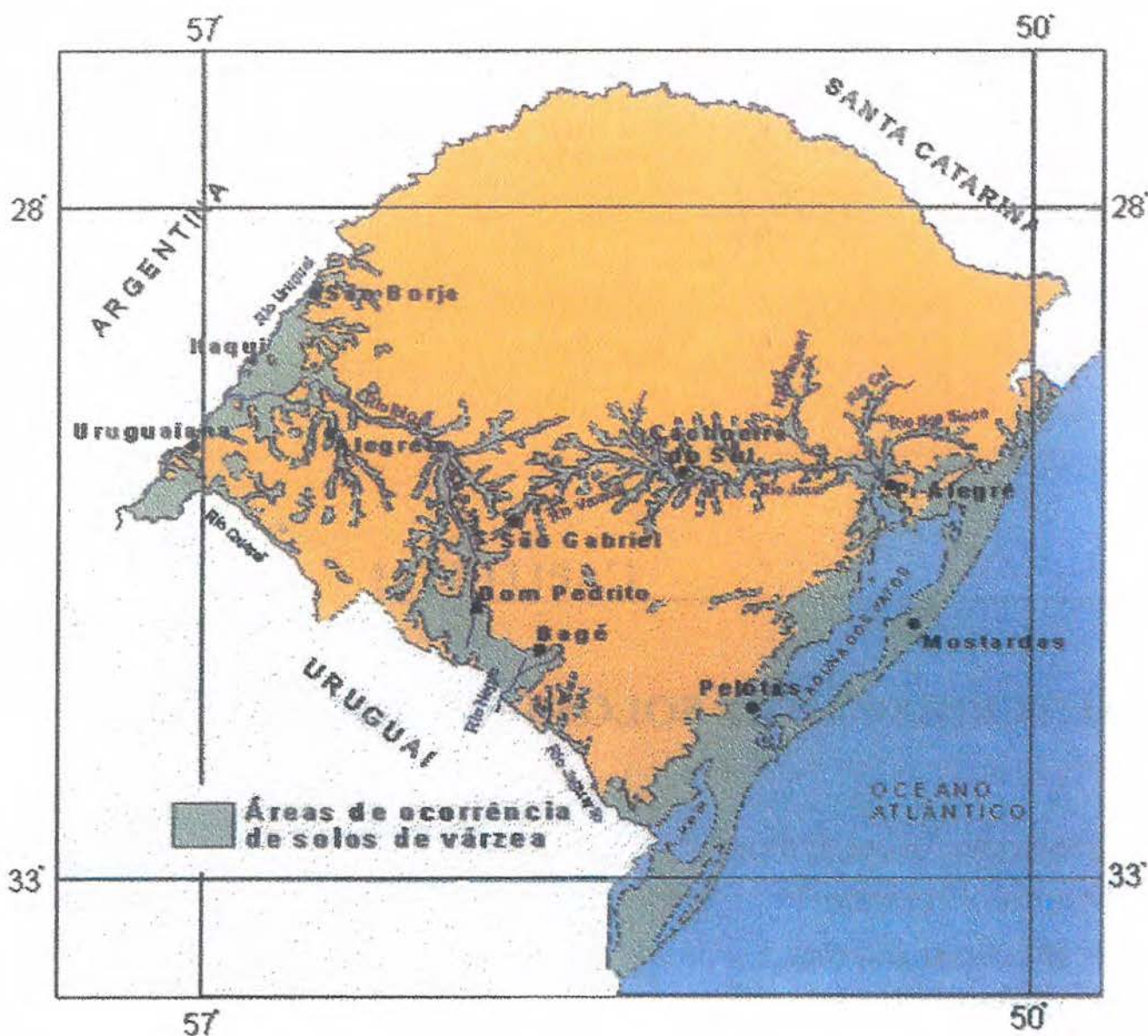


Figura 3.10 - Áreas de ocorrência de solos de várzea
Fonte: PINTO et al. (1999)

3.5.1.1. Zoneamento Agroclimático

Para que possa se beneficiar ao máximo das condições ambientais de temperatura e de radiação solar, deve ser seguido o calendário de atividades preconizado por região no zoneamento agroclimático do Estado. Este estabelece as regiões, as cultivares e as épocas de plantio adequadas em todo o Rio Grande do Sul. Sendo atrelado o crédito agrícola a estas informações, se poderia ter um provável ganho em produtividade, pois os riscos de ocorrência de adversidades climáticas estariam minimizados (RIO GRANDE DO SUL, 1994).

3.5.1.2. Solos

O solos cultivados com arroz no Rio Grande do Sul abrangem uma área de aproximada de 4 milhões de hectares, dos quais 25% são anualmente ocupados com a cultura. Considerando-se o sistema de cultivo tradicional, onde o solo é utilizado um ano com arroz e três com pastagem, praticamente toda a área do solo disponível para o cultivo do arroz irrigado no Estado vem sendo utilizada (RIO GRANDE DO SUL, 1983). O modelo de exploração atual é caracterizado pela pecuária extensiva e pelo arroz irrigado por inundação. Este é decorrente das restrições impostas pelas condições climáticas e fundamentalmente pelos solos que ocorrem nestas áreas. A adoção de um modelo que englobasse rotação de culturas e pecuária intensiva, possibilitaria rendimentos mais próximos do potencial existente (BELTRAME & LOUZADA, 1996).

Os solos típicos para a cultura do arroz apresentam um horizonte B pouco permeável (drenagem deficiente) e relevo plano a suave ondulado, com no máximo, 5% de declividade. Solos com tais características são encontrados principalmente nas regiões fisiográficas da Campanha, Depressão Central, Litoral, Encosta de Serra do Sudeste e Missões e são representados, em sua maior extensão, pelas unidades de mapeamento: Vacacaí, Pelotas, Uruguaiana, Banhado, São Gabriel e Formiga (RIO GRANDE DO SUL, 1983).

As alterações feitas para permitir a cultura do arroz nestas áreas (drenagem e irrigação), geram alterações no regime hídrico. Uma vez modificado o regime hídrico se iniciam as mudanças no solo e, por conseqüência na flora. Este conjunto de condições causa perdas funcionais nestes ecossistemas, que em alguns casos não serão reversíveis.

3.5.1.3. Sistematização do Solo

Os solos próprios para o cultivo do arroz irrigado caracterizam-se pela topografia plana. São solos geralmente hidromórficos, que permanecem saturados em períodos de precipitações mais intensas. A drenagem deficiente está relacionada não apenas à topografia plana, mas, principalmente à ocorrência de horizontes argilosos, que por apresentarem condutividade hidráulica baixa, dificultam a

percolação da água no perfil. Tais características, normalmente desfavoráveis a outras culturas, são adequadas para o arroz, facilitando a formação de uma lâmina d'água sobre a superfície do terreno e dificultando a lixiviação de nutrientes. É adotada, no Rio Grande do Sul, a sistematização do solo em desnível. Esse sistema é feito com taipas em curvas de nível. Normalmente a declividade natural do terreno é mantida, ajustando-se o gradiente conforme a necessidade da cultura. Essa modalidade de sistematização tem como vantagens o menor movimento da terra (menos custos) e melhor drenagem superficial. Porém, apresenta as desvantagens de maior consumo de água, lâmina desuniforme causando maiores dificuldades no controle de plantas invasoras e no manejo de insumos agrícolas (IRGA,1996).

Portanto, a sua substituição pela sistematização do solo em nível, poderia acarretar acréscimo em produtividade. Isto se daria por que este último sistema permite uma adequada distribuição da água, com conseqüente irrigação uniforme da cultura desde o seu estabelecimento e maiores facilidades no controle de plantas invasoras. Também haveria uma menor perda de nutrientes do solo, menor incidência de moléstias e pragas, e menor oscilação da temperatura da água e do solo. Com isto, a uniformidade da lavoura, possibilita maior eficiência nos tratos culturais e na colheita, e melhor aproveitamento do solo com a redução da área ocupada com as taipas (IRGA, 1996).

3.5.1.4. Preparo de Solo

Na atualidade no Rio Grande do Sul predomina o sistema convencional (80% da área), seguido do sistema de plantio direto e cultivo mínimo da área. O sistema pré-germinado está em fase inicial mas, no Estado de Santa Catarina, 95% da área cultivada com arroz irrigado utiliza esse sistema. O sistema de transplante de mudas é ainda pouco usado no Brasil e está restrito a campos de produção de sementes (IRGA, 1997). Todos os sistemas, exceto o convencional, possibilitam um controle mais eficiente das plantas infestantes, que em última análise são as responsáveis por dois motivos do resultado limitado da orizicultura no Estado. São estes: a necessidade de pousio com a drenagem de 33.000 km² ocorrendo o cultivo em aproximadamente 8.000 km² a cada ano, e o fato de que, mesmo com este procedimento, a produtividade nestas circunstâncias ser quase metade da média alcançada nos países com maior produtividade.

A passagem dos sistemas de preparo de solo convencional, para cultivo mínimo e posteriormente para plantio direto, vão normalmente conduzindo a ganhos em produtividade e redução de custos.

Por fim, no sistema pré-germinado, as possibilidades de aumento de produtividade são as maiores, pois haverá uma melhor distribuição das plantas na lavoura, que tendo sido bem conduzida, não apresentará plantas invasoras (IRGA, 1996).

3.5.1.5. Adubação e Calagem

A fertilização, processo pelo qual os nutrientes essenciais são artificialmente fornecidos às plantas, é possivelmente a prática de manejo mais importante que o produtor de arroz tem para assegurar altos rendimentos. Entretanto, o fato de se aumentar as doses de adubos e corretivos não significa aumento de produção. Em várias situações, estes aumentos podem levar a toxidez por excesso, bem como a contaminação das águas por elementos químicos (BOTTCHE & RHUE, 1997).

Assim um sistema de adubação e calagem racional deverá permitir que se atinjam os maiores rendimentos, como o mínimo de adição de fertilizantes, visando não contaminar o ambiente (VOLKWEISS, 1979).

3.5.1.6. Irrigação e Drenagem

A irrigação da lavoura de arroz está intimamente ligada ao sistema de cultivo adotado. Tendo-se adotado o mais adequado sistema, conforme abordado, deve-se procurar maximizar o rendimento da cultura através de um eficiente manejo da água de irrigação.

Isto é feito, tendo-se cuidados no dimensionamento da rede que levará a água à lavoura, dos canais que a conduzirão e do fornecimento da água nas quantidades e épocas corretas durante o ciclo de desenvolvimento do arroz. Além disto, o fornecimento de água com baixos teores de sais e em temperatura adequada, promovem o melhor desenvolvimento do arroz. Estas práticas, conduzirão a aumentos em produtividade (IRGA, 1996).

3.5.1.7. Cultivares

A escolha de cultivares adaptadas e de alta produtividade, também é um fator de aumento do rendimento da lavoura de arroz (IRGA, 1996).

3.5.1.8. Manejo de Pragas, Moléstias e Plantas Invasoras

O correto manejo tanto de pragas, como de moléstias, como de plantas invasoras, pode proporcionar um aumento no rendimento da lavoura. Estas práticas, no entanto, estão associadas ao uso de agroquímicos, geralmente produtos tóxicos que acabam chegando ao ambiente, contaminando as águas, solos, plantas e animais.

Assim, é importante que se mantenham sob controle tais seres vivos, de modo a manter suas populações em níveis onde não haja dano econômico à lavoura. Com isto se mantém a produtividade, sem acrescer os riscos de poluição difusa pelo emprego dos produtos químicos para controle (IRGA, 1996).

3.5.1.9. Colheita e Pós-colheita

Por fim, pode ser obtido um aumento do rendimento das lavouras de arroz através de um rigoroso controle das práticas de colheita. Isto é conseguido regulando-se corretamente as máquinas que farão a colheita, para que não haja perdas no campo.

Posteriormente, no transporte e armazenamento pode-se reduzir as perdas com uma correta operação dos equipamentos envolvidos (IRGA, 1996).

3.5.1.10. Problemas e Perspectivas da Lavoura Orizícola no Estado do Rio Grande do Sul

Este conjunto de práticas, pode levar a um aumento da produção por área do arroz irrigado. Isto, permitiria que se ocupassem menos várzeas com a cultura, destinando-se mais áreas para fins conservacionistas. O rendimento médio no Rio Grande do Sul na safra colhida em 2000 foi de 5.512 kg/ha, para uma área total cultivada de 950.665 ha e uma produção total de 5.052.714 toneladas. Na região da

Depressão Central, o município de Agudo, na mesma safra obteve rendimento médio de 7.000 kg/ha (IRGA, 2000). Caso fosse aumentada a produtividade do Estado para os níveis do citado município, se manteria a produção total, cultivando-se uma área de 721.816 ha. Com isto, 228.849 hectares estariam livres de ser cultivados com arroz, podendo ser empregados para outros fins.

Quanto à valorização dos recursos naturais, LANNA (1997) salienta que a cobrança pelo uso da água, prevista na lei federal 9.433/97 da Política Nacional de Recursos Hídricos e na Lei Gaúcha 10.350/94 do Sistema Estadual de Recursos Hídricos do Rio Grande do Sul, deverá ter grande impacto sobre a atividade de irrigação do arroz diante dos grandes volumes de água que são utilizados. A partir das informações disponíveis observa-se que o arroz é particularmente vulnerável à cobrança pelo uso da água. Desse modo, provavelmente, as áreas marginais deixarão de ser economicamente rentáveis aos agricultores, sendo abandonadas.

Muitos dos solos de arroz irrigado perderam sua produtividade devido a um manejo errado, exclusivamente dirigido à adubação com N, P e K. O solo submerso sofre uma modificação profunda por causa do anaerobismo, que provoca a perda de oxigênio dos compostos químicos – a redução. Condições reduzidas ocorrem a partir de 300 mV a 0 mV em pH 5. As condições de oxidação começam a partir de 340 mV. A camada reduzida é percolada pelos ácidos formados na camada em contato com a água, sendo eles principalmente o ácido sulfúrico e o ácido nítrico. Por isso, é lixiviada e empobrecida (PRIMAVESI, 1980).

Tendo em vista que mais de 70% da área orizícola do Estado situa-se sobre as unidades de mapeamento de solo Vacacaí e Pelotas, pode-se afirmar que os solos típicos para o cultivo do arroz são considerados de baixa fertilidade, notadamente no que se refere à disponibilidade de fósforo e de nitrogênio. Os demais solos arrozeiros apresentam de média a boa fertilidade natural, tais como o de Uruguaiana, o de Formiga e o do Banhado (RIO GRANDE DO SUL, 1983).

A compactação dos solos é um dos primeiros efeitos a serem sentidos na lavoura orizícola. Nos solos onde é cultivado arroz por um ano e nos três seguintes, a pecuária se desenvolve sobre a resteva (pastagem natural), a utilização de máquinas e implementos agrícolas não chega a ser um problema que possa afetar a

porosidade dos mesmos. Porém, a utilização de solos de arroz com cultivos em rotação, como, por exemplo, soja-arroz-soja, poderá trazer alguns prejuízos (RIO GRANDE DO SUL, 1983). A ação da lâmina d'água e dos tratamentos culturais, comuns ao cultivo do arroz irrigado, reduzem a macroporosidade dos solos. Todavia, no caso das unidades Vacacaí e Pelotas, isso não vem causando maiores consequências, por apresentarem esses solos uma boa distribuição de poros.

O pousio como prática de manejo deve-se ao fato de que o cultivo do arroz é limitado pela ocorrência de plantas infestantes para as quais não existe um controle viável nas condições de manejo convencional (com preparo do solo, semeadura e estabelecimento inicial com o solo drenado). A infestação pode determinar o abandono de áreas por um período indefinido. A exaustão da fertilidade é outra causa do abandono, já que uma parte destes solos possui baixa fertilidade natural a qual depende da acumulação de matéria orgânica, produzida na condição anterior histórica de banhado e consumida na condição de lavoura de arroz.

A proposta para o uso racional dos recursos e manutenção da biodiversidade destes ecossistemas e das funções correlacionadas pode ser obtida pelo cultivo do arroz continuamente na mesma área ou pelo uso de banhados na rotação com a cultura do arroz, em alternância simétrica por períodos de três a dez anos. Em termos de sustentabilidade quanto à preservação das funções essenciais dos ecossistemas naturais de banhados, estas medidas possibilitariam a reconversão de pelo menos metade da área das várzeas arroteiras a banhados.

Em áreas cultivadas mais intensamente com arroz, no Litoral Sul, vem sendo observado um empobrecimento crescente na flora de sucessão, não se verificando, em muitos casos, a cobertura total do solo até a instalação de nova lavoura. Como causas aparentes da lenta recuperação da vegetação nativa daquelas áreas, estariam incluídas as práticas culturais inerentes ao sistema de produção de arroz irrigado, como a repetitividade das lavouras no tempo, o início do preparo dos solos (fim do outono – início do inverno), o emprego de pesticidas e o período de inundação do solo. Tais fatores interagem no sistema, provocando um maior tempo para a recuperação da flora nativa, ainda mais considerando-se que a maioria das espécies são gramíneas (RIO GRANDE DO SUL, 1983).

A repetitividade das áreas plantadas, mesmo obedecendo a um período de descanso, não permite o adequado restabelecimento das espécies. Assim, acredita-se que esteja ocorrendo uma redução das espécies perenes provocada por uma seleção natural onde a maior oportunidade é para espécies anuais de curto estágio vegetativo. Além disso a maioria das espécies é de ciclo estival, iniciando na primavera e florescendo no verão-outono (semelhante ao arroz), ou seja, no tempo em que as áreas estão ocupadas com a cultura do arroz (RIO GRANDE DO SUL, 1983).

O retorno das áreas de várzea onde atualmente se cultiva arroz, à sua condição original ou próxima disto, se constitui em uma alternativa mais arrojada. Não se pode pretender com isto que seja extinta a cultura do arroz, mas que esta fique restrita às áreas onde possa ser obtida alta produtividade, liberando as áreas marginais para outros usos, entre os quais a conservação ambiental.

Porém, precisa-se ter em mente que a produção de arroz nas várzeas deve ser mantida, pois é necessária ao abastecimento da população. Entretanto, há a possibilidade de se conseguir uma redução da área cultivada sem perdas no total produzido, se forem adotadas práticas agrícolas mais eficientes e abandonadas as áreas marginais. Assim, estas áreas, liberadas da lavoura de arroz, podem ser empregadas para finalidades conservacionistas, quando exercerão funções que têm grandes valores associados.

3.5.2. Pecuária

Em relação à atividade pecuária o mesmo raciocínio se aplica em termos de redução da área e aumento da eficiência na utilização de recursos. A pecuária de baixa produtividade, sem valor agregado, pode dar lugar a uma pecuária mais rentável que substitua os custos inoperantes, e que não agregam valor de fato, pelos custos que agregam qualidade. A redução da área total dedicada ao pousio/pecuária através da melhoria das condições de drenagem, na área que deve ser de atividade de produção, liberaria uma substancial parte da área para reabilitação e recuperação da biodiversidade. De forma que um dos valores agregados a ser contabilizado seria aquele de ser associado a uma agricultura sustentável que, preserva a biodiversidade natural do sistema.

Atualmente a pecuária é explorada nas restevas de arroz através da criação de gado bovino durante algumas fases do ciclo, como na engorda. Outras espécies animais são menos exploradas pois apenas algumas raças demonstram adaptação ao ambiente úmido. Dentre os ovinos há duas raças com possibilidade de adaptação: Romney Marsh (originária de regiões de banhados da Inglaterra) e Texel (originária da Ilha homônima na Holanda). Da espécie bubalina há a raça Mediterrânea, produtora de carne e leite, trazida da Itália, e que se adapta às condições de inundação.

O cultivo de forrageiras de ciclo hibernal já é bastante praticado na várzea arroseira do Estado. Normalmente são semeados, por ocasião da colheita do arroz, Azevém (*Lolium multiflorum*) e Trevo Branco cv. Ladino (*Trifolium repens*). Estas espécies estão bem adaptadas às condições de umidade dos terrenos e proporcionam grande ganho de peso aos animais.

Além disto, o gado bovino se alimenta da resteva do arroz (da palha que fica e dos grãos que eventualmente foram debulhados no momento da colheita), durante o período inicial enquanto as forrageiras não se desenvolveram.

Esta prática, para fins conservacionistas, é indesejável, pois impede a regeneração da vegetação natural devido à competição com as forrageiras cultivadas, bem como pelo pastejo e pisoteio exercido pelo gado.

As estruturas de drenagem, embora não rebaixem o lençol d'água profundamente são suficientes para escoarem uma certa quantidade de água mesmo durante o período de pousio, de forma a permitir a atividade pecuária, e impedindo desta forma o restabelecimento da vegetação característica em substratos inundados (tanto pela drenagem como pelo pastejo), podendo haver portanto, pela alteração do regime hídrico, a alteração irreversível do ecossistema original.

3.5.3. Culturas de Sequeiro na Várzea

Indo contra o que acontece no mundo todo, e à sua própria política de conservação ambiental, os órgãos de pesquisa agrônômica oficiais do país, como a Embrapa, vêm lançando cultivares de milho, sorgo, feijão e soja adaptados ao cultivo em

várzeas drenadas. Se por um lado o cultivo destas espécies em solos onde é possível a irrigação pode permitir um ganho em produtividade em relação às lavouras conduzidas na ausência de irrigação, é também mais uma atividade que pressionará por novas áreas de terras úmidas para se estabelecer.

No Brasil, dez anos após a iniciativa norte-americana de reconversão a banhados, surgiram incentivos na forma de financiamentos para conversão de banhados a áreas agrícolas na forma do PROVÁRZEAS (Programa Nacional para o Aproveitamento de Várzeas Úmidas). Não questionando o seu mérito na intenção de melhorar a produtividade agrícola e o benefício econômico decorrente a curto prazo, ressalte-se que não são considerados o impacto ambiental e seus reflexos na economia a médio e longo prazo, aspectos estes já intensamente discutidos na América do Norte.

No Estado do Rio Grande do Sul há uma linha de crédito, denominada PROVÁRZEASUL (Programa de Sistematização de Várzeas) que tem como objetivo o aumento da produção de grãos, especialmente milho, nas várzeas localizadas nas áreas identificadas como Metade Sul do Rio Grande do Sul. Os beneficiários do programa são empresas de qualquer porte, Cooperativas de Produtores Rurais e pessoas físicas, com efetiva atuação no segmento agropecuário. Como as condições do financiamento são favoráveis (juros de 8,75% ao ano, carência de 2 anos e prazo de pagamento de até 5 anos) é provável que haja uma grande adesão ao programa. Assim, possivelmente, novas áreas de banhados venham a ser integradas à agricultura às custas de alterações no ambiente natural (BANRISUL, 2001).

A melhor possibilidade de se produzir tais culturas, seria utiliza-las em rotação com o arroz em áreas que já estão sob cultivo deste último, não permitindo a expansão das mesmas para novas terras. No caso de se empregar milho, soja, sorgo ou feijão substituindo o pousio ou o cultivo de forrageiras, haveria algumas vantagens no que diz respeito ao controle de invasoras do arroz nos próximos ciclos.

3.5.4. Cultivo de Vime

A cultura do vime (*Salix viminalis*) representa uma fonte de renda de alguma expressão em certas regiões do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. Em propriedades onde o cultivo anual de verão foi substituído por esta cultura, em função das constantes inundações no período de inverno e perda total das culturas anuais, há uma resposta significativa em termos de aumento de produtividade. Isto se dá em função do aproveitamento pelo vime da correção de solo e adubações realizadas para as culturas anteriores. Nestas condições, tem sido obtidos até 35 toneladas de vime por hectare, no quarto ano após o plantio (EPAGRI, 1998). A cultura desenvolve-se bem em solos planos com alta disponibilidade de água, tolerando períodos de inundação. Porém, o encharcamento prolongado torna-se limitante para a longevidade e produtividade.

Esta cultura normalmente está instalada nas orlas de pequenos banhados da região da Serra Gaúcha, dos Campos de Cima da Serra e do Planalto Médio.

A substituição das lavouras de arroz pela cultura do vime, não representaria um avanço no que diz respeito à preservação ambiental, pois também se trata de planta exótica. No entanto, é uma cultura que pode ser instalada em áreas marginais, como orlas de canais de irrigação e taipas onde se desenvolverá bem e proporcionará um retorno econômico.

3.5.5. Produção de Madeira

Dependendo da região do estado, devido às diferenças de solo e clima, as várzeas da arroz são utilizadas para a produção de madeira. Nestes casos um manejo extremamente cuidadoso da floresta deve ser feito visando a proteção destas terras úmidas (BACCHUS, 1991), que além disto podem cumprir várias funções benéficas ao ambiente.

As matas de terras úmidas são formadas por várias espécies arbóreas e arbustivas, sendo as mais comuns o salseiro ou salgueiro (*Salix humboldtiana*), o branquilha (*Sebastiania klotschiana*), a corticeira-do-banhado (*Erythrina crista-galli*), o sarandi (*Phyllanthus* spp), o angico (*Parapiptadenia rigida*) e o maricá (*Mimosa bimucronata*).

Esta mata ocorre nos campos, desde o Litoral até o oeste do Estado, variando sua composição vegetal com a localização (REITZ et al., 1988).

A única destas espécies que tem madeira de qualidade é o angico, empregado em diversas indústrias. As demais têm uso restrito devido à qualidade das suas madeiras (em geral de pouca resistência), tendo emprego o Maricá como lenha.

Dentre as espécies exóticas introduzidas com finalidade de reflorestamento, há dois gêneros que apresentam bom desenvolvimento em condições de terra úmida: *Eucalyptus* e *Pinus*. Da primeira delas, as espécies *E.robusta*, *E.tereticornis* e *E.viminalis* são as que se desenvolvem bem sobre solos úmidos ou temporariamente alagados (SANTOS, 1980), produzindo madeira para a indústria de celulose e construção civil. Da segunda espécie a *P.elliottii* é empregada em solos arenosos de baixa fertilidade e baixadas, ainda que não seja propriamente tolerante ao alagamento (CORREA, 1980). É uma espécie enquadrada no Estado da Flórida como de terras altas ("Upland"), apesar de ser incluída como espécie de ocorrência em baixadas úmidas ou subúmidas, pântanos de cipreste, banhados mistos e savanas (TOBE et al., 1998). Esta fornece madeira para indústria de móveis e marcenaria.

Estas espécies têm contra si o fato de, sendo exóticas, não representarem valor algum como preservação ambiental. Além disso, no caso dos florestamentos de *Pinus* normalmente não há regeneração da vegetação nativa. O Eucalipto em algumas regiões do Estado, permite a regeneração da vegetação de menor porte. Porém, por ser uma árvore muito alta, abriga longe dos seus inimigos naturais, as caturritas (*Myiopsitta monachus*). Essas aves são destruidoras de plantações de grãos sendo muito combatidas. O Eucalipto é empregado como planta pioneira nas orlas de banhados onde é tido como capaz de "drenar" tais áreas. Obviamente isso não é verdade. Pode ocorrer que em um primeiro momento, devido ao intenso e rápido crescimento das árvores, a demanda em água para a transpiração seja grande dando a impressão de que a área irá secar. Também, por possuir raízes profundas e com capacidade de romper, eventualmente, camadas adensadas do solo, pode permitir que a água dos banhados escoe para camadas mais profundas nestes locais (MAIXER & BRONDANI, 1978; SANTOS, 1980).

No entanto, a produção de madeira tem um ciclo longo e, obviamente não pode ser usada em rotação com o arroz, mas sim substituir esta cultura em áreas que venham a ser consideradas marginais para a cultura.

3.5.6. Perspectivas para o Uso das Terras Úmidas do Estado do Rio Grande do Sul

Uma vez que todos os usos atualmente dados às terras úmidas do Rio Grande do Sul, envolvem danos ambientais, é necessário que se formule uma política correta para orientar a futura utilização das mesmas.

Quando estiverem identificadas, classificadas e delineadas tais áreas, através de uma inventário, será possível atribuir-lhes um valor econômico. Com isso, a disputa entre agricultura, pecuária e extrativismo, com preservação ambiental, será melhor compreendida e melhores decisões poderão ser tomadas.

3.6. Sistemas Vigentes de Classificação de Terras Úmidas

3.6.1. Sistemas de Classificação de Terras Úmidas de Âmbito Nacional

Desde a década de 1950 vêm sendo desenvolvidos sistemas de classificação para as terras úmidas nos Estados Unidos. Estes sistemas foram feitos com o intuito de estabelecer os critérios para o primeiro inventário nacional de terras úmidas daquele país, conduzido em 1954. Vinte anos após, o Serviço Nacional de Pesca e Vida Selvagem dos E.U.A. através de sua Secretaria de Serviços Biológicos, encomendou a realização de um novo inventário. O propósito do levantamento inicial era apenas identificar a quantidade e os tipos de "habitat" para as aves de caça. Já o objetivo do segundo inventário era consideravelmente mais amplo. Este novo trabalho pretendia fornecer dados básicos sobre as características e a extensão das terras úmidas e "habitats" de águas profundas e deveria facilitar o gerenciamento destas áreas, em uma maneira segura e para múltiplos usos (COWARDIN et al., 1979).

Para efetuar a identificação e o delineamento das terras úmidas dos E.U.A., a ser empregado no Inventário Nacional de Terras Úmidas e "Habitats" de Águas

Profundas, COWARDIN et al. (1979) propuseram um sistema que pretende descrever grupos taxonômicos ecológicos, arranja-los em um sistema útil para os gestores de recursos, fornecer unidades para mapeamento e uniformizar conceitos e terminologia. As terras úmidas são definidas pela vegetação (plantas hidrófitas), solos (solos hidromórficos) e frequência de inundação (hidroperíodo). Áreas de águas profundas, ecologicamente relacionadas às terras úmidas, tradicionalmente não consideradas como tais, foram incluídas na classificação como "habitats" de águas profundas.

O sistema proposto apresenta uma estrutura hierárquica a partir de cinco níveis: marinho, estuarial, fluvial, lacustre e palustre. Os níveis marinho e estuarial apresentam duas subdivisões, o fluvial tem quatro subdivisões, o lacustre tem duas e o palustre não é subdividido. Dentro das subdivisões há classes definidas de acordo com o substrato e o regime de inundações, e em um nível ainda mais detalhado, subclasse associada ao tipo de comunidade vegetal predominante.

Este sistema usa uma chave hierárquica (tabela 3.4) para definir os tipos de terra úmida baseado nas comunidades vegetais. O primeiro passo na classificação de uma terra úmida usando este sistema é determinar a qual dos cinco regimes hidrológicos (ou sistemas) a área pertence (COWARDIN et al., 1979; KRAUS, 1994).

Sistemas marinhos são aqueles associados com mar aberto que se estendem na costa oceânica, onde a salinidade exceda a 30 partes por mil. Sistemas estuariais são ambientes sujeitos às influências das marés, englobados ou semi-englobados por terra, tais como baías, ou lagunas, mas que tenham conexão direta com o sistema marinho. A salinidade nesta categoria varia de 0,5 a 30 partes por mil. Os sistemas fluviais abrangem aquelas áreas entre rios ou córregos com bancos de terra onde a salinidade não supere 0,5 partes por mil. Sistemas lacustres incluem aquelas áreas de águas abertas com mais de 8 ha situadas em depressões topográficas, ou em leitos de rios que tenham sido represados, e não tenham árvores, arbustos nem emergentes persistentes. Os sistemas palustres, basicamente, abrangem todos os outros tipos de terras úmidas que não tenham se enquadrado em algum dos quatro sistemas. Geralmente os sistemas palustres fazem fronteira com terras altas ou com algum dos quatro sistemas de terras

úmidas, que tenham salinidade inferior a 5 partes por mil. Corpos d'água de menos de 8 ha também fazem parte deste sistema (COWARDIN et al., 1979; KRAUS, 1994).

Tabela 3.4 – Hierarquia de classificação das terras úmidas e dos “habitats” aquáticos, subdivididos em sistemas, subsistemas e classes

Sistema	Subsistema	Classe
Marinho	Infralitoral	Fundo rochoso Fundo não consolidado Leito aquático Recife
	Intermareal	Leito aquático Recife Litoral rochoso Orla não consolidada
Estuarial	Infralitoral	Fundo rochoso Fundo não consolidado Leito aquático Recife
	Intermareal	Leito aquático Recife Leito de córrego Orla rochosa Orla não consolidada Terra úmida de emergentes Terra úmida de arbusto/arvoreta Terra úmida florestada
Fluvial	Mareal	Fundo rochoso Fundo não consolidado leito aquático orla rochosa orla não consolidada terra úmida de emergentes
		fundo rochoso fundo não consolidado leito aquático orla rochosa orla não consolidada leito de córrego
	perene baixa	fundo rochoso fundo não consolidado leito aquático orla rochosa orla não consolidada leito de córrego
	perene alta	fundo rochoso fundo não consolidado leito aquático
Lacustre	Límnica	fundo rochoso fundo não consolidado leito aquático
	Litoral	fundo rochoso fundo não consolidado leito aquático orla rochosa orla não consolidada leito aquático orla não consolidada terra úmida de emergentes
Palustre		fundo rochoso fundo não consolidado leito aquático orla não consolidada terra úmida de musgo/líquen terra úmida de emergentes terra úmida de arbusto/arvoreta terra úmida florestada

Fonte: COWARDIN et al. (1979)

A estrutura deste sistema de classificação permite que o mesmo seja usado em qualquer dos níveis hierárquicos. Os dados necessários para uma detalhada aplicação do sistema nem sempre estão disponíveis, precisando haver uma fase de coleta de informações a campo antecedendo a aplicação do método de classificação. O sistema é, provavelmente, o mais empregado no mundo tendo sido adotado com algumas adaptações pela Convenção de Ramsar (SCOTT & JONES, 1995). A figura 3.11 ilustra em forma de diagrama as principais classes de terras úmidas.

Uma revisão do desempenho deste sistema, feita após treze anos de uso, por COWARDIN & GOLET (1995) sugere que na maior parte dos casos os objetivos buscados foram atingidos. O mais sério problema enfrentado na construção da classificação é a falta de dados em alguns tipos de terras úmidas.

Outro trabalho elaborado mais recentemente por agência do governo norte-americano é o de BRINSON (1993). Este foi desenvolvido com o intuito de criar um modelo de avaliação funcional das terras úmidas que fosse aplicável a vários tipos de terras úmidas e em diversas localizações geográficas.

É o sistema de classificação hidrogeomórfica. O mesmo se baseia no fato de que as características físicas do local ditam as funções às terras úmidas. Assim, as terras úmidas são agrupadas, independentemente de sua localização geográfica, com base em: (i) sua hidrodinâmica; (ii) origem e transporte da água; e (iii) cenário geomórfico. Ainda que os três componentes sejam avaliados isoladamente, o autor reconhece que são altamente relacionados (KRAUS, 1994).

A hidrodinâmica, do modo que é referida em BRINSON (1993), diz respeito ao movimento da água e à sua capacidade de desempenhar uma dada função ou grupo de funções no ecossistema (por exemplo, transporte de sedimentos e nutrientes, erosão, deposição de sedimentos, dispersão de sementes). A hidrodinâmica é controlada por três fatores ligados à origem e transporte da água – refere-se a como a água entra e sai do sistema: (i) flutuação vertical, a qual inclui descarga e recarga de água subterrânea, entradas de água da precipitação e perdas por evapotranspiração; (ii) fluxo unidirecional, o qual inclui o movimento da água em um

leito ou lâmina d'água definidos; e (iii) fluxo bi-direcional, tipicamente encontrado nas áreas sujeitas à influência das marés.

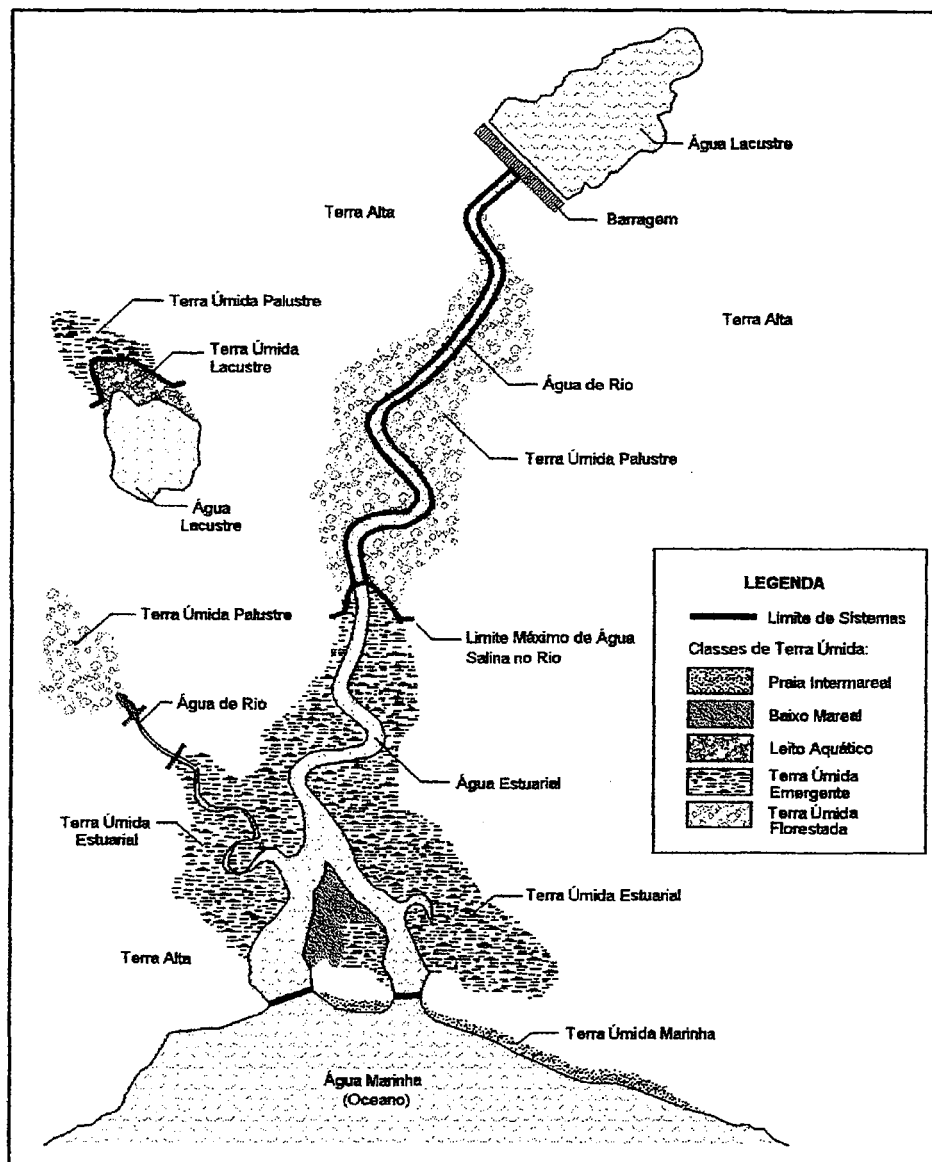


Figura 3.11 – Diagrama mostrando as relações entre os principais tipos de terras úmidas e “habitats” de águas profundas na paisagem. Algumas classes dominante também estão designadas

Fonte: TINER & BURKE (1995)

O cenário geomórfico, ou a posição da terra úmida na paisagem, é descrito em quatro categorias gerais: (i) terras úmidas de depressões; (ii) turfeiras extensivas; (iii) terras úmidas fluviais; (iv) terras úmidas de orlas (ou bordas). As terras úmidas de

depressões são os locais baixos na topografia. Podem ser isoladas ou terem entrada e/ou saída de água. Apesar de que as turfeiras extensivas possam preencher os mesmos requisitos das terras úmidas de depressões, elas foram colocadas em uma categoria particular por causa da forte relação das entradas hidrológicas e acúmulo de matéria orgânica resultante de produção vegetal (por exemplo, produção de musgo de *Sphagnum*). As terras úmidas de orlas (ou bordas) são definidas como aquelas associadas a grandes corpos d'água (lagos, baías, mares) e terras úmidas fluviais são, em geral, sistemas de planícies alagáveis associadas a rios ou córregos (BRINSON, 1993).

Usando tal sistema para classificar uma terra úmida florestada, e assumindo que não haja nem entrada nem saída de água da mesma, esta seria classificada como terra úmida de depressão. A origem das águas seria diretamente da precipitação com flutuação vertical. A hidrodinâmica poderia incluir remoção de sedimentos e nutrientes da coluna d'água, armazenamento temporário de águas de enxurradas (alteração do fluxo de cheias), suporte de uma ecossistema aquático efêmero e manutenção potencial de comunidades raras de plantas e animais.

Um sistema de classificação proposto por SMITH et al. (1995) baseia-se nas características de hidrogeomorfologia. O mesmo tenta agrupar as terras úmidas em classes que desempenham funções similares, baseando-se nos três fatores que condicionam o funcionamento das mesmas, a saber, localização geomórfica, origem da água e hidrodinâmica. Uma chave para classificar as terras é fornecida (tabela 3.5).

Para o monitoramento dos recursos dos Estados Unidos, a Agência de Proteção Ambiental (EPA) iniciou o Programa de Monitoramento Ambiental (EMAP). Este programa é uma condensação das diversas subclasses do sistema de classificação empregado no inventário nacional de terras úmidas. Assim, resultou em menos classes e mais tipos de terras úmidas por classe. Para agrupar as terras úmidas em menor número de classes o sistema se baseou, especialmente na cobertura vegetal predominante, nos regimes de inundação, na principal origem da água e nos rios e lagos adjacentes.

Tabela 3.5 – Classes e Subclasses Regionais de Terras Úmidas

Classes	subclasses
Orla marítima	Euhalina
	Mixohalina
Planície de solos minerais	
Planície de solos orgânicos	
Fluvial	Não perene
	Perene alto
	Perene baixo
	Intermareal
Orla lacustre	
Depressão	Fechada
	Aberta, água subterrânea
	Aberta, água superficial
Encosta	
Planície de solo orgânico	

Fonte: adaptado de SMITH et al. (1995)

O programa visa fornecer avaliações quantitativas das condições das terras úmidas, com o objetivo de estimar o estado atual, as tendências e as modificações em indicadores selecionados das condições dos recursos ecológicos daquele país. Também pretende estimar a cobertura geográfica e a extensão destes recursos, bem como procurar associações entre indicadores de atividade humana e estresses ambientais com os indicadores de condições dos recursos ecológicos. Por fim, visa fornecer relatórios anuais, sumários estatísticos e avaliações periódicas da situação das terras úmidas do país (LEIBOWITZ et al., 1991; ERNST et al., 1995).

Desse modo, os sistemas de classificação apresentam semelhanças e diferenças, devido ao enfoque priorizado em cada um deles (tabela 3.6).

Uma abordagem geomórfica para classificação de terras úmidas não-costeiras foi proposta por SEMENIUK & SEMENIUK (1995). O método baseia-se em outros critérios além da vegetação, levando em conta a morfologia da terra e o grau de umidade da mesma. Assim, este sistema de classificação considera as características estruturais das terras úmidas, sua posição e forma na paisagem, e seus vários tipos de hidroperíodo. Este sistema permite a combinação de três tipos de hidroperíodo com cinco tipos de morfologia da área, dando várias classes. Além disto, podem ser agregadas informações sobre a vegetação, aumentando a precisão da descrição da classe. Também mais detalhadas categorias de morfologia de terra e hidroperíodo podem ser agregadas, ampliando a precisão de classificação do sistema.

Tabela 3.6 – Comparação das Classificações de Cowardin et al., EMAP e Hidrogeomórfica

Cowardin – Sistema/subsistema/ Classe (Cowardin et al. 1979)	Programa de Monitoramento Ambiental para Avaliação de Terras Úmidas Sistema/Classe (Liebowitz et al. 1991)	Hidrogeomórfico Classe/subclasse (Brinson 1992)
Marinho permanentemente submerso submersão sujeita às marés	Marinho Leito aquático vegetado (EMAP-NC)	(Marinho) Orla
Estuarial permanentemente submerso submersão sujeita às marés	Estuarial leito aquático vegetado (EMAP-NC) Emergente Arbustos-arvoretas Florestado Litoral não-consolidado (EMAP-NC)	(Estuarial) Orla Canal
Fluvial Sujeito às marés perenes baixas perenes altas intermitente		(Fluvial) Canal Sujeito às marés perenes baixas perenes altas intermitentes
Lacustre Leito aquático vegetado litoral não-consolidado		(Lacustre) Depressão Água subterrânea Água superficial
Palustre Emergente persistente Arbusto/arvoreta Floresta	Palustre	(Palustre) Encostas água subterrânea água superficial
Emergente persistente arbusto/arvoreta floresta	(Ripário – localizador R) emergente arbusto/arvoreta floresta	Planície alagada Sujeita às marés Perenes baixas Perenes altas Intermitente
emergente persistente arbusto/arvoreta floresta	(Lacustre – localizador L) emergente arbusto/arvoreta floresta	Orla Lagos
leito aquático vegetado emergente persistente arbusto/arvoreta floresta	Bacia (sem localizador) Rasas Emergente arbusto/arvoreta floresta	Depressão Água subterrânea Águas superficial
musgos/liquens	musgos/liquens	Turfeiras em expansão

Fonte: SMITH (1993)

A classificação desenvolvida pelo Corpo de Engenheiros do Exército dos Estados Unidos (USCE) (ENVIRONMENTAL LABORATORY, 1987) visava o uso em terras úmidas não sujeitas às influências das marés. Esta descreve a terra úmida a partir de seu regime hidrológico. Este método descreve a hidrologia da terra úmida em cinco categorias gerais: (i) permanentemente inundada; (ii) semipermanentemente a quase permanentemente inundada ou saturada; (iii) regularmente inundada ou saturada; (iv) sazonalmente inundada ou saturada; (v) irregularmente inundada ou saturada.

3.6.2. Sistemas de Classificação de Âmbito Regional

3.6.2.1. Canadá

No Canadá diversos sistemas de classificação vêm sendo empregados. A maior parte deles surgiu em função dos trabalhos de preservação das aves de caça naquele país e baseiam-se, em sua maioria em critérios que associam a vegetação dominante à hidrologia (MILLAR, 1976; Woo et al., 1993).

A descrição das zonas de vegetação que podem ser reconhecidas nas terras úmidas e a relação das mesmas com o tipo de regime de águas, nas quais tal vegetação normalmente ocorre formam a base do trabalho de MILLAR (1976). Os tipos de terra úmida são definidos de acordo com a vegetação que ocupa a parte central da depressão onde ocorrem, exceto para o caso de "Zona de Água Aberta Rasa". Os fatores relacionados com a vegetação fornecem uma variedade de informações detalhadas a partir das quais se pode avaliar o regime hídrico de curto prazo da área. No entanto, como a vegetação tem caráter dinâmico, tem menor importância para fazer avaliações para longo prazo. Para isso, o autor sugere o emprego de características físicas do local. Estas incluem o tamanho, a profundidade da bacia onde se encontram, a natureza da origem da água, o limite de seu regime hídrico potencial devido às quantidades de água que pode receber ou ceder a outros sistemas (e em que velocidade isto ocorre). Exceto por alterações produzidas pelo homem ou catástrofes naturais, estas características são bastante estáveis, diferentemente da vegetação. Assim, estas características são muito úteis para identificar o potencial da terra úmida a longo prazo, o que pode diferir muito do regime de água aparente no momento em que o investigador faz suas observações. Juntos, vegetação e características físicas tornam possível uma avaliação mais abrangente de seu valor presente e futuro.

Outros sistemas usados naquele país levam em consideração a vegetação, as condições químicas da água e as relações hidrotopográficas, e são empregados fundamentalmente para efeitos de preservação de ecossistemas naturais (GLOOSHENKO, 1983; NICHOLSON, 1995).

3.6.2.2. Estados Unidos da América (E.U.A.)

Diversos sistemas de classificação estão em uso regionalmente nos E.U.A. Um estudo de GERHARDT et al. (1990) fez uma comparação entre eles. Naquele trabalho ficaram apontadas as semelhanças e diferenças dos métodos.

O trabalho de BROWN (1978) teve por objetivo fornecer uma estrutura hierárquica das comunidades bióticas baseado nos fatores mais importantes na evolução da origem, estrutura e composição de todos os ecossistemas, ambos terrestres ou terras úmidas. É um sistema para aplicação genérica (aplicável a qualquer lugar) e tenta prever as espécies de vida selvagem que poderão ocorrer nos locais. A hierarquia do procedimento possibilita tanto uma consideração climática geral, bem como para "habitat" animal. Este método não lida com processos geomórficos nem ambientes fluviais. No entanto, isto poderia facilmente ser agregado. O método enfatiza a importância da origem evolucionária e das adaptações regionais. As porções superiores da classificação podem ter valor para o gestor preocupado com a importação de espécies exóticas, recuperação das espécies nativas e com a identificação de zonas potenciais para adaptação. As porções inferiores da classificação são muito similares aos muitos outros procedimentos e deveriam fornecer dados que se enquadrassem em um nível mais específico de sítio ou "habitat". Esta classificação não fornece informações sobre os processos físicos e não foi elaborada para tanto. Entretanto o usuário pode facilmente fazer suas adaptações.

Para a região noroeste dos E.U.A. há um método que descreve genericamente as características geográficas, topográficas, edáficas, funcionais e florísticas dos ecossistemas ribeirinhos. Este sistema descreve as tendências de sucessão e prediz a vegetação potencial dos ecossistemas apresentando informações sobre os valores dos recursos e oportunidades de gerenciamento (KOVALCHIK, 1987). Este procedimento requer uma boa dose de pensamento para que possa obter as informações (variáveis resposta) desejadas. A geomorfologia, em nível de formas da paisagem, junto à chave geomórfica para identificar o potencial da vegetação, pode ser muito útil na definição das respostas do sistema e é uma das grandes qualidades do mesmo.

Nas regiões áridas da costa oeste dos E.U.A. outro sistema é empregado. É um sistema para uso especialmente em terras úmidas associadas a campo de pastagem, apesar de poder ser aplicado em outras situações. O objetivo do mesmo foi o de desenvolver um sistema que fosse interdisciplinar, hierárquico, confiável ainda que simples, útil para gestão dos recursos e relacionado ao potencial ecológico e que pudesse ser transcrito em mapa (SWANSON et al., 1988). O procedimento incorpora a noção de comunidade natural potencial. Além disto agrega grande quantidade de informação geomórfica, fazendo mais ligação entre os sistemas físicos. Este método é limitado para uso em terras úmidas continentais e a convenção de denominações talvez seja demasiado complexa para ser de fácil emprego e para cruzar informações com outros métodos. Este sistema foi criado no Estado de Nevada. Para condições similares, no mesmo Estado, foi desenvolvido por PLATTS et al. (1988) um outro sistema. Este porém, enfatiza todo seu enfoque na gestão de recursos pesqueiros.

Especificamente para o caso das Montanhas Rochosas, nos E.U.A., foi desenvolvido o sistema de WINDELL et al. (1986). É um sistema que se propõe a preencher as lacunas existentes na literatura científica sobre o tema em nível regional. Foi organizado hierarquicamente nos moldes de outros sistemas, tendo sido validado para a situação em que foi criado. Fornece informações sobre as terras úmidas locais, classificando-as em um sistema hierárquico e reconhecendo a terminologia internacional sobre o assunto. Leva em conta a duração, profundidade da água, velocidade da água e frequência de inundação, e a variedade e concentração de nutrientes minerais como os dois fatores dominantes na determinação dos padrões de espécies e comunidades.

Com o objetivo de contribuir para o vasto programa de classificação regional do Serviço Florestal do Ministério da Agricultura dos Estados Unidos (USDA), YOUNGBLOOD et al. (1985) criaram um sistema de classificação para terras úmidas dos Estados de Idaho e Wyoming. Este descreve as características gerais geográficas, topográficas, edáficas e florísticas de cada comunidade vegetal. Também descreve as tendências de sucessão vegetal para cada tipo de comunidade e apresenta informações sobre valores dos recursos e oportunidades de gestão dos mesmos. É enfatizada a importância desta classificação para diversas áreas de gerenciamento, como vida selvagem, produção pecuária e manejo

de fogo. O procedimento não identifica as comunidades naturais potenciais, fazendo referência para comunidades estáveis. Isto se refere a condições de pequenas ou não perceptíveis modificações na comunidade vegetal que estão em relativo equilíbrio com as condições ambientais existentes.

Para o Estado da Carolina do Norte, WEAKLEY & SCHAFALÉ (1991) elaboraram um sistema para classificar os “pocosins” – formações características da planície costeira não aluvial daquele Estado. Os solos destas áreas são pobres em nutrientes e fortemente ácidos. A vegetação existente é composta por combinações de espécies arbustivas. Uma diversidade de vegetação ocorre nos “pocosins” das Carolinas, ocupando uma gama de situações topográficas, hidrológicas, geográficas e pedológicas. Utilizaram informações sobre vegetação, condições dos sítios e dinâmica ecológica, conseguindo estabelecer oito divisões dentro da formação genericamente dita “pocosin”.

Estes sistemas, apesar de validados, têm seu emprego restrito às áreas para onde foram desenvolvidos, portanto não tendo maior interesse direto.

Porém, mesmo dentro dos E.U.A., persiste uma certa confusão na utilização dos sistemas de classificação, identificação e delineamento de terras úmidas. Do mesmo modo, no Canadá, vários sistemas vêm sendo empregados. Isto se justifica pelas peculiaridades locais e pela diferença de formação técnica entre as pessoas encarregadas de executar a avaliação, bem como pelo objetivo (público alvo, usuário) do sistema de classificação.

No ano de 1992 foi realizado um encontro dos gestores estaduais de terras úmidas dos Estados Unidos. As metas deste encontro eram documentar as experiências estaduais com classificação e categorização das terras úmidas feitas até então, os custos e benefícios, e o que tinha sido aprendido e que poderia ser extrapolado para outros locais em nível nacional; identificar e explorar os itens de maior importância na classificação e categorização das terras úmidas para efeitos de legislação; discutir as propostas principais da legislação de classificação das terras úmidas federais; e sugerir novas diretrizes futuras (KUSLER, 1992). Deste encontro ficou claro que havia a necessidade de se padronizar os métodos e técnicas para avaliar terras úmidas.

3.6.3. Perspectivas e Uso dos Sistemas de Classificação de Terras Úmidas

Classificações para terras úmidas foram desenvolvidas e aplicadas com sucesso em níveis local, regional e nacional. Estas foram, invariavelmente orientadas a objetivos de conservação e gestão, e a informação usada para determinar as perdas de terras úmidas ou para determinar prioridades de gestão dos recursos. Estes sistemas fornecerão as bases para a formação de um sistema internacional. As diferenças de metodologia entre países dificulta a adoção de um modelo internacional capaz de classificar as áreas e assim permitir um planejamento global de proteção às mesmas. Atualmente, com os recursos tecnológicos disponíveis, como Sistemas de Informações Geográficas e Sensoriamento Remoto é possível maior rapidez na execução destas tarefas. Falta, no entanto, um método que possa ser empregado com maior dinamismo (rapidez na coleta e processamento das informações) e não necessite da participação direta de profissionais especializados em diversas áreas do conhecimento (FINLAYSON & VAN DER VALK, 1995).

3.7. Identificação e Delineamento de Terras Úmidas

A identificação e o delineamento das terras úmidas tornou-se um tópico importante. Isto se deve, em parte, à variedade de grupos que têm interesse nas mesmas. Enquanto os pontos-de-vista dos vários grupos diferem em relação ao uso que deve ser dado a tais áreas, todos partilham uma preocupação com as mesmas. Cada grupo demanda considerável informação para avançar e defender seus interesses sobre esse recurso natural. Deste modo, o conhecimento sobre delineamento e identificação das terras úmidas assume o papel de informação vital (LYON, 1993).

A necessidade de se delinear as terras úmidas é grande para fins de programas de preservação. A noção de que as mesmas sempre constituem ecótonos, e portanto, estão entre o ambiente aquático e o terrestre é correntemente aceita. Assim, é preciso que se tenham metodologias que permitam identificar com mais precisão o que é ambiente aquático, o que é terra seca e o que é terra úmida. TINNER (1993) cita que nem sempre as terras úmidas são ecótonos (na maioria dos casos somente a orla das mesmas é). Referir-se às terras úmidas como "habitats" de transição entre terra e água implica em aceitar que as mesmas sejam "habitats" temporários que naturalmente evoluirão para "habitat" aquático ou terra seca, o que na maioria das

vezes não ocorre, exceto havendo uma drástica mudança climática ou outro processo que afete significativamente a hidrologia local. Coletivamente as terras úmidas não são mais ecótonos ou "habitats" de transição do que qualquer outro "habitat" ao longo de um contínuo de umidade de solo desde os desertos até as águas profundas. O conceito de ecótono é mais corretamente aplicado a comunidades individuais de plantas do que a tipos de "habitats" amplos e vastos como podem ser as terras úmidas.

Como os ecótonos fazem parte das paisagens em áreas de transição e desempenham mais de uma função na dinâmica do ecossistema, o estabelecimento de suas fronteiras se torna de muita importância no planejamento de uso dessas áreas. Esse delineamento depende do tipo de interesse envolvido, do método estatístico empregado, mas também da resolução temporal e espacial associada aos dados disponíveis. Diversas abordagens são possíveis, dentre elas os Sistemas de Informação Geográfica, Sensoriamento Remoto e Estatística (FORTIN et al., 2000).

O delineamento da fronteira de uma terra úmida é uma tentativa de determinar o exato local onde esta termina e onde começa a terra seca. O estabelecimento desta fronteira é um passo administrativo importante na preservação das funções das mesmas e de seus valores, e é um subsídio aos processos de planejamento de uso da terra para assegurar as propostas de desenvolvimento legítimo que sejam julgadas justas e eqüitativas (PEARSELL & MULAMOOTTIL, 1994). Estes autores propuseram uma comparação entre os métodos de delineamento empregados em seu país, pois julgaram que há uma falta geral de compreensão dos processos que ocorrem nas terras úmidas e dificuldades da pesquisa científica de fazer previsões sobre os efeitos do desenvolvimento nas fronteiras das terras úmidas. Avaliaram não apenas os métodos, mas os resultados obtidos pelos diversos encarregados das avaliações, concluindo que 75% dos avaliadores não foram capazes de identificar um uso compatível para as terras identificadas. Isso demonstra a necessidade de se ter uma metodologia menos subjetiva.

Dando sustentação aos decretos e atos do Governo dos Estados Unidos, o Corpo de Engenheiros do Exército daquele país editou um manual para delineamento de terras úmidas em 1987, que foi acrescido de mais informações e participação de outras entidades em 1989 (ENVIRONMENTAL LABORATORY, 1987; FEDERAL

INTERAGENCY COMMITTEE FOR WETLAND DELINEATION, 1989). Estes trabalhos foram elaborados com a intenção de auxiliar os usuários a fazer as determinações (classificar e delinear) de terras úmidas com base em uma abordagem de vários parâmetros. Esta abordagem permite identificar terras úmidas, "habitats" aquáticos de águas profundas e terras altas, a partir de indicadores dos parâmetros utilizados. Estes são a vegetação hidrofítica, solos hidromórficos e hidrologia de terras úmidas.

Posteriormente o Conselho Nacional de Pesquisa dos E.U.A. foi encarregado de elaborar um estudo visando padronizar e uniformizar as informações sobre delineamento e classificação de terras úmidas (LEWIS JR, 1995). A partir da própria definição de terras úmidas este trabalho estabelece os pontos que têm relevância no delineamento. A definição diz que terras úmidas são "aquelas áreas (distinguir terra úmida de terra seca) que são inundadas (especificar profundidade) ou saturadas (interpretar a proximidade da superfície, lâmina d'água) por água de superfície ou do lençol subterrâneo (identificar a origem da água) em uma frequência (definir o tempo de recorrência) e duração (definir o tempo de permanência) suficiente para suportar (identificar as necessidades da vegetação) e que sob condições normais suportam (ajustar para condições alteradas) principalmente (verificar a dominância) de vegetação (considerar a comunidade vegetal como um todo) tipicamente adaptada (categorizar as espécies) para a vida (distinguir persistência a longo prazo de presença eventual) em condições de solo (caracterizar os solos) saturados (relacionar vegetação e saturação).

Diversos métodos foram desenvolvidos para a identificação e delineamento de terras úmidas, para enquadramento nos programas reguladores dos Estados Unidos. Dentre tantas propostas há a de TINER (1993) denominada "Método dos Indicadores Primários" (Primet). Esta proposta é uma alternativa aos métodos existentes e baseia-se na premissa de que cada terra úmida em sua condição natural não drenada possui pelo menos uma única e distintiva característica que permite diferenciá-la das terras secas adjacentes. O método se apoia no uso de características singulares de vegetação e solos para a identificação e delineamento. O método é eficiente e não requer descrições detalhadas de comunidades vegetais nem de classes taxonômicas de solo. Porém não pretende diminuir a necessidade de estudos fitossociológicos nem as descrições detalhadas de solos, mas somente

produzir delineamentos de terras úmidas de forma reproduzível, precisa e consistente com o mínimo esforço.

Com a finalidade de facilitar o trabalho, novas tecnologias vem sendo usadas associadas ou não aos métodos tradicionais de avaliação. CARTER et al. (1988) determinaram as fronteiras de uma terra úmida com base em médias ponderadas de vegetação coletada em quatro transectos. Este método porém não possibilita estabelecer a divisa exata da terra úmida com a terra seca, mas permite chamar a atenção para a transição entre um ecossistema e outro, necessitando de informações complementares para atingir o objetivo.

No entanto, alguns banhados podem ocorrer isolados não sendo resultado de transição entre ecossistemas e sim de alterações nas características hidrogeomórficas (figura 3.12).

A correlação entre o tipo de comunidade vegetal e as características de solo pode ser identificada para auxiliar no estabelecimento dos limites de uma terra úmida e uma terra não-úmida. Partindo desta premissa BEST et al. (1990) examinaram a vegetação e os solos em alguns locais no norte do Estado da Flórida (E.U.A.). Neste estudo envolveram quatro solos hidromórficos e dois não hidromórficos. A vegetação foi avaliada com o emprego de cálculos de médias ponderadas, com valores indicadores já publicados para cada espécie vegetal. Estas médias geraram um ordenamento das comunidades vegetais em acordo, em linhas gerais, com o caracter hidromórfico dos solos.

ATKINSONS et al. (1993) basearam-se em médias ponderadas de vegetação como principal componente para delineamento de uma terra úmida construída, tendo concluído que estas informações são suficientes para delimitar sua extensão. Estes autores optaram por tal método pois consideraram-no de mais fácil e rápida execução do que acompanhar as condições hidrológicas do local. A estimativa de percentagem de plantas de terras úmidas e plantas de terras secas foi similar empregando nos cálculos apenas informações sobre a vegetação como combinando essas informações com hidrologia. A vegetação que coloniza uma terra úmida pode responder tanto à hidrologia local como ao solo, podendo fornecer indicativos das condições da mesma, ainda em um estágio inicial de sua formação.

Por outro lado, DAVIS et al. (1996) não conseguiram delinear uma terra úmida a partir de médias ponderadas de vegetação, tendo sido necessário utilizar métodos que levam em conta características hidrológicas. Nesse trabalho a composição da vegetação, a morfologia do solo e a hidrologia foram caracterizados ao longo de um gradiente desde terras úmidas até terras secas (altas) em seis sítios florestais no Centro-Norte do Estado da Flórida para comparar os resultados obtidos com os métodos do Manual de Delineamento Federal para Terras Úmidas com dados de hidrologia de três a cinco anos. Em oito das nove comunidades vegetais a identificação e classificação da terra como úmida ou não, teve suporte nos dados hidrológicos. A falta de indicadores de solos hidromórficos e de vegetação hidrofítica em duas comunidades de terras secas (arbustiva e mista de arborea de madeira de lei "hardwood") concordou com a presença de lençol freático profundo. Seis comunidades vegetais típicas de terras úmidas foram confirmadas com indicadores de campo de hidrologia de terra úmida, vegetação hidrofítica e solo hidromórfico, estavam justamente localizadas em áreas inundadas ou com a lâmina d'água próxima à superfície na maioria dos anos em pelo menos 5% do tempo da estação de crescimento. Entretanto, uma das comunidades ("flatwoods") ficou caracterizada como terra úmida ou como terra seca, dependendo do método de delineamento empregado. Deste modo, o enquadramento de áreas de entorno às terras úmidas como parte desta, ou não, necessita do emprego de mais parâmetros além dos 5% do tempo de lâmina d'água à superfície durante a estação de crescimento.

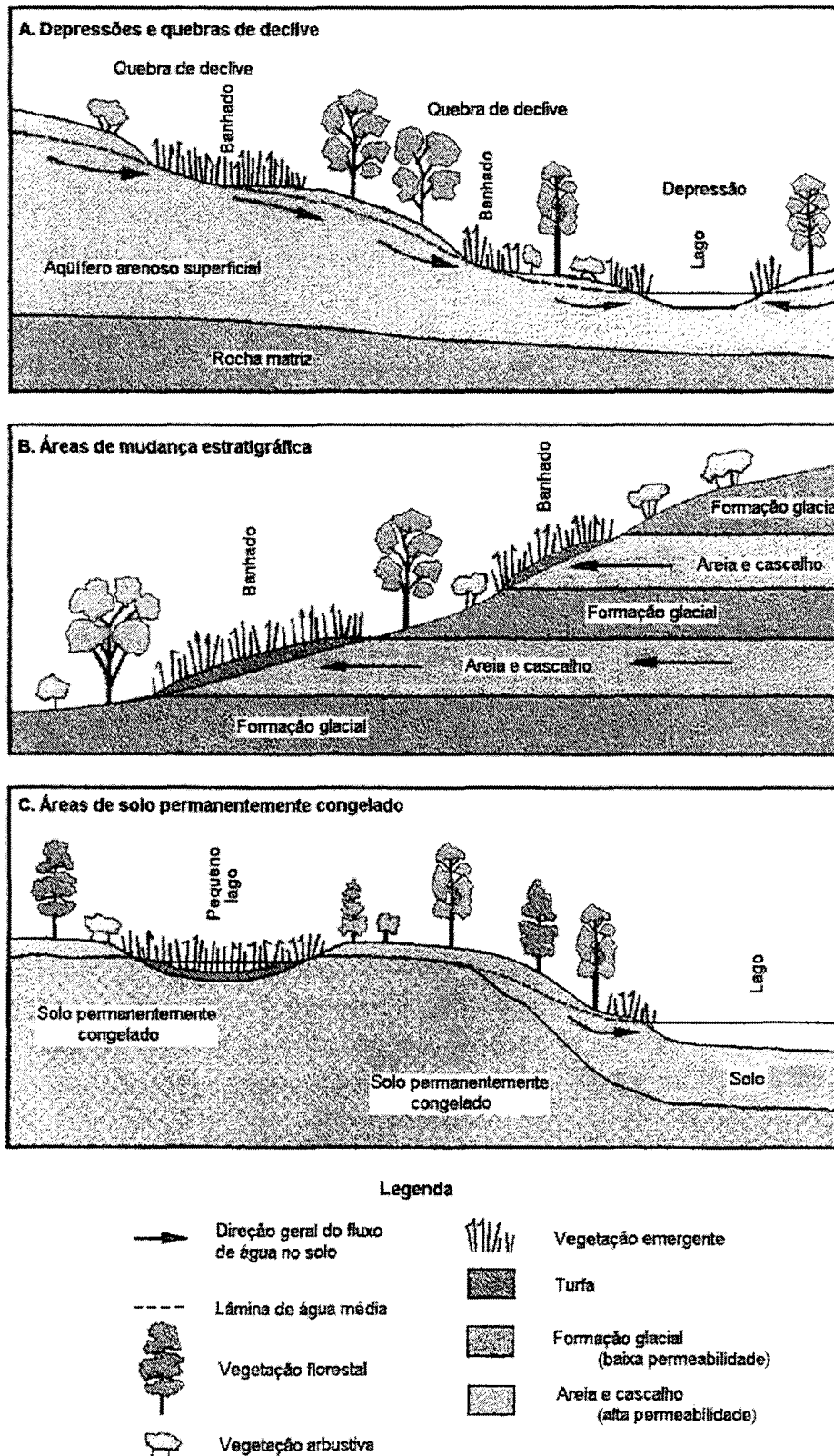


Figura 3.12 – Cenários hidrogeomórficos típicos que favorecem o surgimento de terras úmidas: (a) depressões e quebras de declive; (b) áreas de mudança estratigráfica; (c) áreas de solo permanentemente congelado.

Fonte: TINER (1999)

Outras maneiras de se delinear as terras úmidas envolvendo características da comunidade vegetal e tipo de solo foram estudadas por SCOTT et al. (1989). Neste estudo, a maior parte dos solos hidromórficos realmente sustentava vegetação hidrofítica. Mas, por outro lado, 15% dos solos não-hidromórficos também sustentavam vegetação hidrófila. Isto aumenta as dificuldades para delimitar terras úmidas caso se empreguem métodos que levem em conta apenas um critério. Além disto, muitos locais com vegetação associada de terras úmidas e de terras secas, apresentavam solos com características intermediárias. De uma maneira geral, a vegetação hidrófita está em relação direta à presença de solos hidromórficos. As pequenas discrepâncias que ocorrem podem ser devidas à errônea identificação das plantas, resolução baixa dos mapas e nomenclatura dos solos, derivação de índices de vegetação sintéticos, e redução dos fenômenos multivariados a uma dicotomia (hídrico – não hídrico) ou a um gradiente unidimensional (índice de terra úmida de 1 a 5).

Uma técnica de similaridade probabilística foi empregada para delimitar as fronteiras bióticas espaciais e temporais em duas terras úmidas do Centro-Oeste do Estado da Flórida por BOTTS & MCCOY (1993). Investigando simultaneamente a dinâmica das fronteiras temporais e espaciais, concluíram que estas variações podem ser usadas para identificar zonas de transição dentro das terras úmidas e podem ser usadas também para determinar, a partir de amostragens anuais, se as fronteiras da terra úmida permanecerão ou não estáveis por mais de um ano.

Os métodos para identificação e delineamento de terras úmidas sempre requerem que o pesquisador determine se a vegetação é ou não hidrófita. Duas técnicas largamente empregadas para isso envolvem relações de dominância (isto é, a percentagem de espécies que é obrigatória de terras úmidas, facultativas de terras úmidas e facultativas de terras secas) e índices de prevalência (isto é, a média ponderada de plantas indicadoras de terras úmidas sobre o total da vegetação). WEAKELEY & LICHVAR (1997) amostraram diversos locais e calcularam tais índices. Concluíram que os resultados entre um ou outro método apresentam discordância em 16% das áreas. Uma análise simulada, demonstrou que à medida que aumenta a complexidade da comunidade vegetal, aumentam as diferenças área delineada, por um ou outro método.

Como o delineamento de terras úmidas é uma questão que envolve diversos interesses e freqüentemente provoca polêmica, o governo da Flórida encomendou um trabalho que servisse de base para comparação, em termos de classificação e delineamento de terras úmidas, para questões futuras. GILBERT et al. (1999), para tanto, instalaram um rede de terras úmidas, abrangendo todos os tipos que ocorrem naquele Estado, classificando-as e estabelecendo suas fronteiras. Estas áreas estão preservadas e não sujeitas ao gerenciamento humano, para que possam permanecer como testemunhas do tipo de terra úmida, para futuras comparações, onde servirão como padrão. A manutenção destas reservas é de grande utilidade, pois as fronteiras “terra úmida” – “terra seca”, podem ser modificadas conforme a subjetividade que o critério em uso permita, ou com o treinamento do avaliador, bem como por força de alguma legislação que altere os parâmetros de identificação.

No Estado de Massachusetts, ALLEN (1999), informa que desde que a legislação estadual incorporou “outros indicadores de terra úmida” aos procedimentos de delineamento, a fronteira destas com as terras secas recuou. Com esta alteração nos parâmetros, boa parte das terras úmidas (principalmente as áreas de transição com terras secas) localizadas em encostas, onde normalmente já não ocorrem solos hidromórficos, mas a vegetação ainda é de caráter hidrófilo, perderam seu “status” de terra úmida (figura 3.13).

Assim, persistem as dificuldades em se conduzir trabalhos de delineamento de terras úmidas, pois, nos Estados Unidos, 44 Estados utilizam o método do Corpo de Engenheiros do Exército, com esta finalidade. Os demais seis Estados empregam outros métodos de uso regional. Além disto, raros são os Estados que passaram ao poder municipal a fiscalização do cumprimento da legislação pertinente sobre as terras úmidas (HOWLAND, 1997).

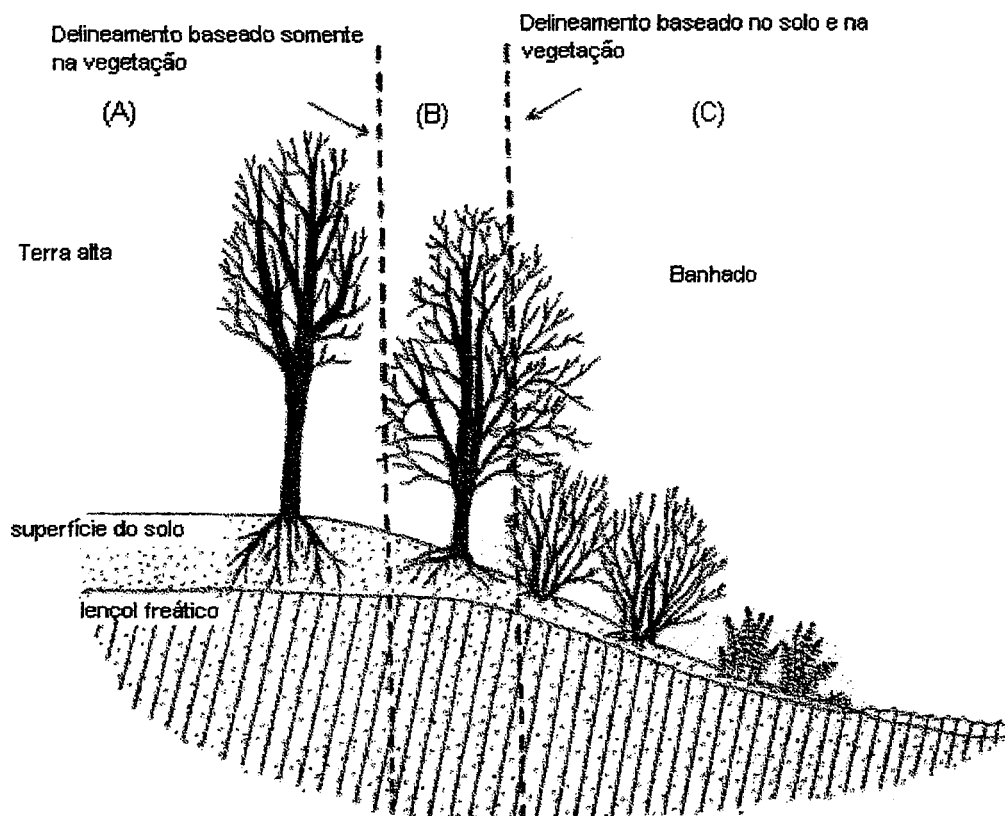


Figura 3.13 - Corte esquemático de uma fronteira de terra úmida. (A) lençol de água profundo e não impõe restrição às raízes, o que favorece a colonização por lenhosas de terras secas; (B) lençol de água está entre 30 e 100 cm da superfície do solo, restringindo enraizamento, espécies lenhosas facultativas de terras úmidas estão presentes; (C) lençol de água a menos de 30 cm da superfície, espécies lenhosas e herbáceas de terras úmidas estão presentes.

Fonte: (ALLEN, 1999)

3.7.1. Identificação e Delineamento Utilizando Sensoriamento Remoto

Os avanços na tecnologia e a redução nos preços estão tornando o uso de sensores remotos e sistemas de informações geográficas mais acessíveis para emprego na gestão dos recursos naturais.

A tecnologia de sensoriamento remoto vem sendo usada com a finalidade de delineamento. Entretanto, esta tem que ser complementada por conferência "in loco" das condições indicadas pelas imagens. JENSEN et al. (1984) aplicaram esta técnica e compararam os resultados previstos pela interpretação das imagens obtidas de diversas bandas. Concluíram que 83% dos resultados puderam ser

confirmados com o indicado nos mapas temáticos elaborados a partir de transectos. MELACK & HESS (1998) indicam que para cada tipo de comunidade vegetal ou regime hídrico há um tipo de sensor remoto mais apropriado. Esta técnica associada à coleta de dados de campo poderá propiciar maior exatidão na classificação e delineamento das terras úmidas.

Uma visão mais ampla dos padrões e dos processos ecológicos é permitida pelo emprego de imagens de satélite. As condições e as tendências dos "habitats" costeiros e estuariais puderam ser observadas por KLEMAS (2001) a partir de alguns indicadores como a cobertura por água, zonas tampões ribeirinhas, linha da costa e modificações nas terras úmidas, verificados por meio de imagens do Landsat 7.

Para identificar a cobertura vegetal com taboa (*Typha* spp) RUTCHEY & WILCHEK (1999) utilizaram fotografia aérea em infra-vermelho e imagens do satélite Spot. Classificaram e delinearão de acordo com as técnicas de imagem digital e aerofotogrametria, concluindo que há uma interação de quatro fatores de confundimento: profundidade da água/cor; impactos por fogo; composição de espécies do perifiton; e morfologia de crescimento de cada espécie. A comparação dos dados permitiu-lhes concluir que há uma superestimativa na área de *Typha* feita pela classificação de imagens do Spot.

O emprego de fotografias aéreas coloridas em escala natural e orto-fotografia digital foi comparado por BARRETE et al. (2000) quanto à exatidão no delineamento de fronteiras de terras úmidas florestadas. Ambos foram testados em relação ao estabelecimento das fronteiras a campo. Com o emprego de orto-fotografia o desvio em relação às condições reais foi de 3,4 m enquanto que como o uso de fotografia aéreas foi de 4,5 m. Além disso, conferindo as fronteiras previstas pelos dois métodos com as condições estabelecidas a campo, verificaram que ambos os métodos subestimam a área, pois a linha divisória, na maior parte das vezes, ficou dentro da área considerada terra úmida.

A variação temporal das condições pode afetar o estabelecimento das fronteiras das terras úmidas. LUNETTA & BALOUGH (1999), utilizando imagens do Landsat TM, conseguiram aumentar a precisão do delineamento (em relação ao estabelecido por método convencional a campo e por fotografia aérea) de 69%, quando utilizaram

imagens de primavera, para 88% ao utilizarem também imagens em épocas que a vegetação estava desprovida de folhagem. Desse modo, se pode ampliar a qualidade das informações obtidas, usando imagens obtidas em mais de uma estação do ano.

Também quanto à época de obtenção das imagens, BAGHDADI et al. (2001), no Canadá, obtiveram resultados diferentes ao avaliarem por meio de Radar de Abertura Sintética (banda C), a classificação e delineamento de banhados. Foi possível obter uma melhoria na precisão, aumentando de 73% para 86% em função da adoção de outras épocas.

Onze cenas de imagens de Radarsat obtidas em um período de dois anos, foram utilizadas por TOWNSEND (2001) para delimitar a extensão de inundação em terras úmidas florestadas. O emprego dessas imagens associado ao uso de dados de poços de controle, tornou possível uma precisão de estimativa de 93,5% das áreas mapeadas. Ainda que o emprego das cenas de primavera-verão (vegetação com folhas) permitisse 89,1% de precisão, quando se usaram cenas de inverno (vegetação desprovida de folhagem), houve um aumento na precisão, que atingiu 98,1%. Os resultados obtidos permitiram concluir que as imagens Radarsat podem ser usadas para detectar inundações ou condições de alagamento de pequenas proporções, desde 10 cm abaixo do solo, até 10 cm de lâmina d'água, com uma precisão de 90,6%.

Na Austrália, um estudo envolvendo imagens de satélite e fotografias aéreas, obtidas em três estações do ano, permitiram em conjunto uma avaliação mais adequada das terras úmidas do que o uso de cada método isoladamente. À medida que se requer mais detalhes, o emprego de satélites se torna menos adequado. No entanto, tais imagens são muito úteis para o monitoramento de alterações nos regimes hídricos em nível regional (JOHNSTON & BARSON, 1993).

Desse modo, parece que o ideal para se conduzirem trabalhos de delineamento de terras úmidas, é que sejam empregados mais de um método. Esses devem ser complementares e os resultados obtidos irão variar em função da escala temporal e espacial. Assim, é recomendável que se usem imagens de satélite de mais de uma

época (e de diversas bandas) para uma abordagem em nível regional, fotografias aéreas e avaliações a campo para nível local.

4. Metodologias, Informações e Processos em Investigação

4.1. Escolha das Áreas Avaliadas

Para que fossem atingidos os objetivos propostos, foram escolhidas áreas de banhado representativas do Estado do Rio Grande do Sul, abrangendo duas regiões fisiográficas e ecoclimáticas, onde se aplicaram os métodos de identificação, classificação e delineamento de terras úmidas, classificação e caracterização de seus solos e identificação e caracterização de suas espécies dominantes.

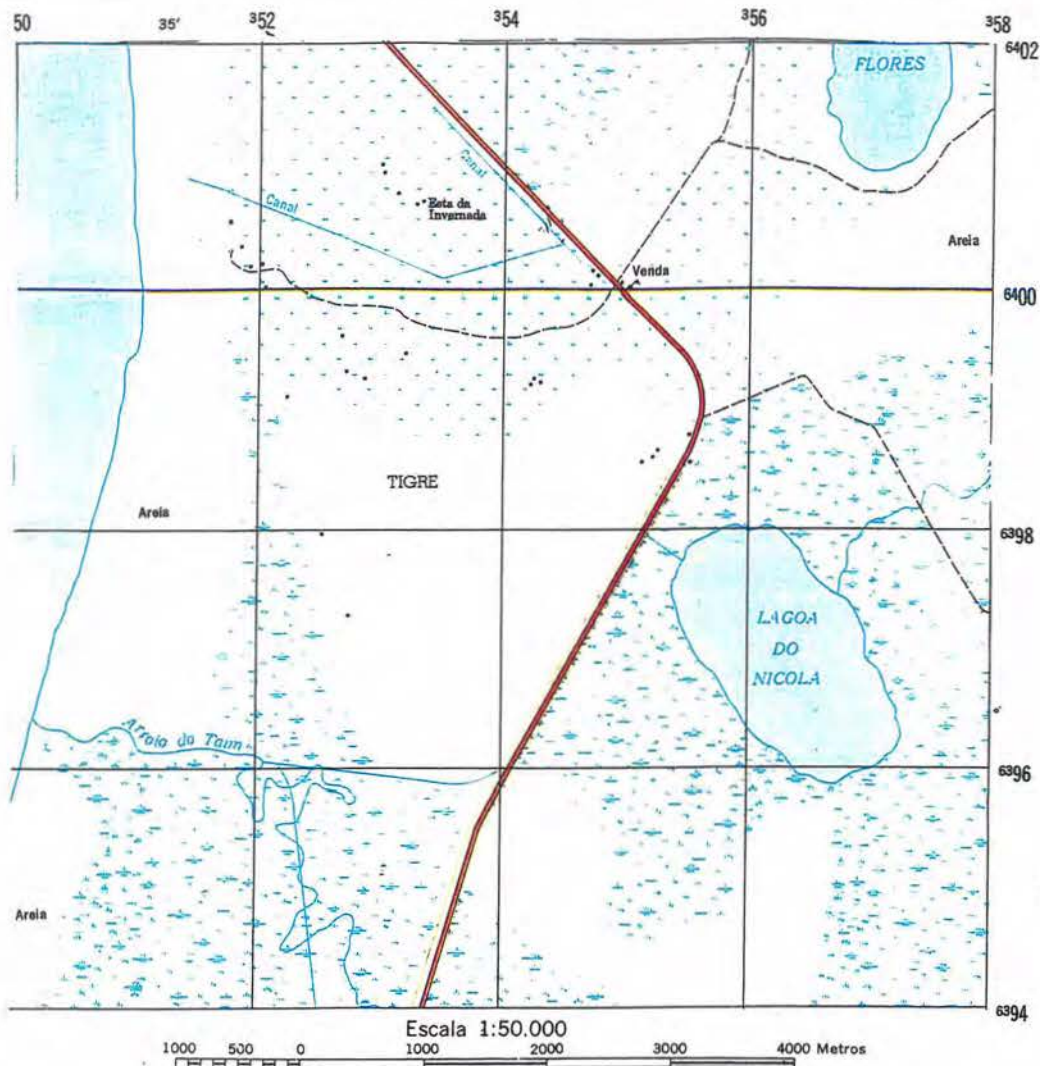
Os locais escolhidos foram:

1. Banhado do Taim. Área avaliada: Estação Ecológica do Taim (ESEC Taim) - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente (IBAMA). O banhado avaliado é parte da ESEC Taim, cuja área total é de 33.815 hectares. Por sua vez é parte de uma área maior que se estende do município de Rio Grande até o de Santa Vitória do Palmar, no extremo sul do país, entre as latitudes 32° 20' e 33° S e longitudes 52° 20' e 52° 45' W. A área amostrada situa-se aos 32°32'03" S de latitude, 52°32'15" W de longitude e altitude entre 14 e 16m. Está mapeada pelo Ministério do Exército - Diretoria de Serviço Cartográfico na folha "Banhado do Taim" SI.22.V.A.VI.2, em escala 1:50.000 (figura 4.1).

2. Estação Experimental Agronômica de Hulha Negra - Fepagro Campanha. Município de Hulha Negra. Área amostrada: banhado sem denominação específica. O banhado situa-se em altitude que varia entre os 183 m e os 201 m com 31°23'14" S de latitude e 53°55'50" W de longitude, ocupando uma área de 39 hectares dentro de uma área maior de aproximadamente 250 hectares de banhados. Faz parte da bacia hidrográfica do Rio Negro, afluente do Rio Uruguai. A área está mapeada pelo Ministério do Exército - Diretoria de Cartografia na folha "Hulha Negra" SH.22.Y.C.I.3 (figura 4.2).

BANHADO DO TAIM

FOLHA SI.22-V-A-VI-2
MI-3030/2



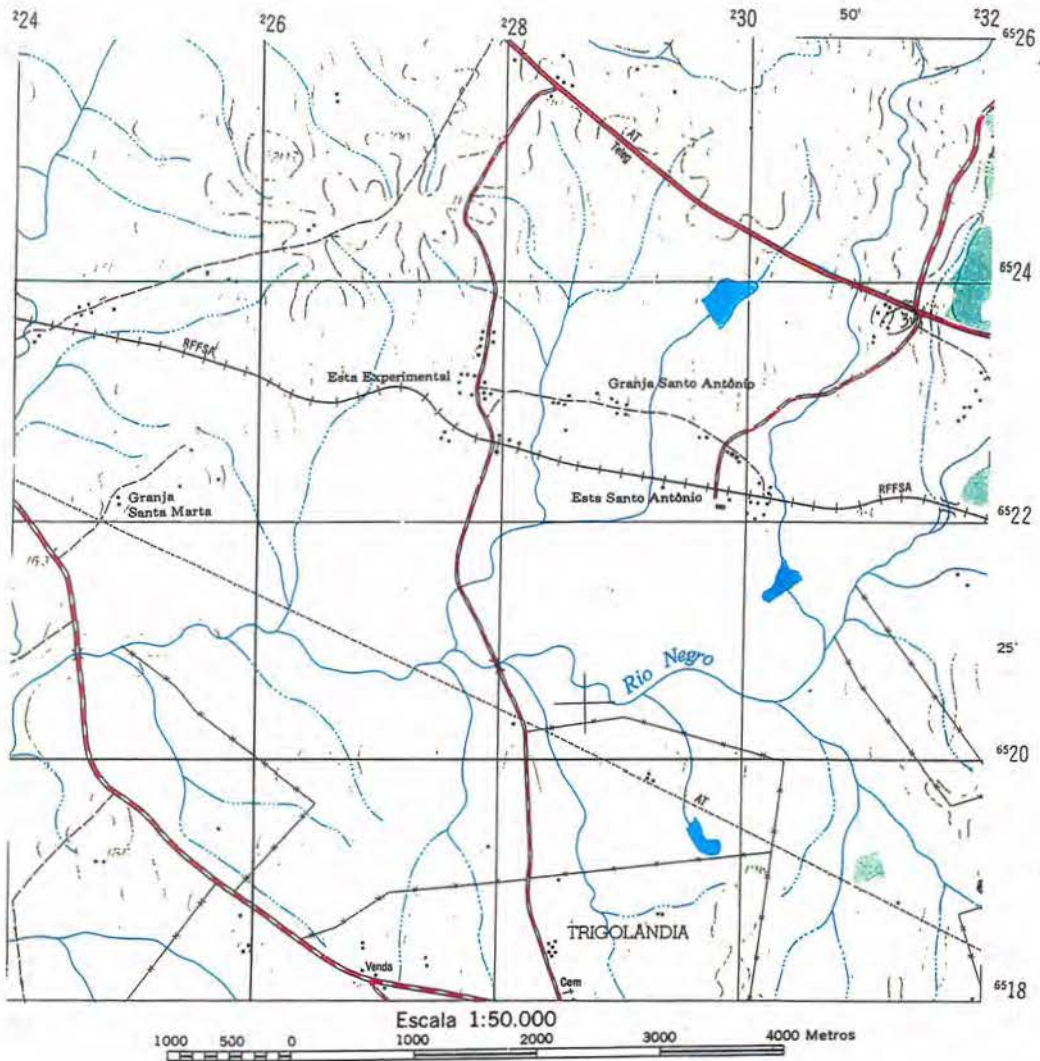
SINAIS CONVENCIONAIS
Nesta folha considera-se que uma via tenha a largura mínima de 2,5 metros
A cor rosa representa zonas urbanizadas nas quais só aparecem construções de edifícios

RODOVIAS		Campo de emergência. Farol _____ ↑ *	
Transitável todo ano:		Superfície deformada. Areia _____	
Revestimento sólido, duas ou mais vias _____	2 VIAS	Erva tropical. Cerrado, macaga agreste _____	
Revestimento solto ou leve, duas ou mais vias _____	2 VIAS	Floresta, mata e bosque. Plantação _____	
Revestimento sólido, uma via _____		Pomar. Vinhedo _____	
Revestimento solto ou leve, uma via _____		Mangue. Salina _____	
Transitável em tempo bom e seco, revestimento solto _____		Arrozal: terreno seco, úmido _____	
Caminho _____			
Prefixo de estrada: federal, estadual _____			
ESTRADAS DE FERRO		Curso d'água intermitente _____	
Bitola larga _____	Via simples Via dupla ou múltipla	Lago ou lagoa intermitente _____	
Bitola estreita _____		Terreno sujeito a inundação _____	
LIMITES		Brejo ou pântano _____	
Internacional _____		Poço (água). Nascente _____	
Estadual _____		Rápidos e cataratas grandes _____	
Linha transmissora de energia. Cerca _____ AT... BT... x		Rápidos e cataratas _____	
Igreja. Escola. Mina _____ t I x		Rocha submersa e a descoberto _____	
Moinho de vento. Moinho de água _____ ⚙ *		Molhe e represa de alvenaria _____	
Ponto trigonométrico. Referência de nível _____ Δ 792 RN x 792		Ancoradouro. Rio seco ou de aluvião _____	
Ponto astronômico. Ponto barométrico _____ ⊕ B x 792		Recife rochoso _____	
Cota comprovada. Cota não comprovada _____ 792			

Figura 4.1 - Parte da Carta Geográfica Banhado do Taim - local avaliado

HULHA NEGRA

FOLHA SH.22-Y-C-I-3
MI-3008/3



Escala 1:50.000

1000 500 0 1000 2000 3000 4000 Metros

SINAIS CONVENCIONAIS

Nesta folha considera-se que uma via tenha a largura mínima de 2,5 metros
A cor rosa representa zonas urbanizadas nas quais só aparecem construções de edifícios

RODOVIAS

- Transitável todo ano:
 - Revestimento sólido, duas ou mais vias
 - Revestimento solto ou ligeiro, duas ou mais vias
 - Revestimento sólido, uma via
 - Revestimento solto ou ligeiro, uma via
- Transitável em tempo bom e seco, revestimento solto
- Caminho
- Prefixo de estrada: federal, estadual

ESTRADAS DE FERRO

- Bitola larga
- Bitola estreita

LIMITES

- Internacional
- Estadual
- Linha transmissora de energia. Cerca
- Igreja. Escola. Mina
- Moinho de vento. Moinho de água
- Ponto trigonométrico. Referência de nível
- Ponto astronômico. Ponto barométrico
- Cota comprovada. Cota não comprovada

- Campo de emergência. Farol
- Superfície deformada. Areia
- Erva tropical. Cerrado, macieira agreste
- Floresta, mata e bosque. Plantação
- Pomar. Vinhedo
- Mangue. Salina
- Arrozal: terreno seco, úmido
- Curso d'água intermitente
- Lago ou lagoa intermitente
- Terreno sujeito a inundação
- Brejo ou pântano
- Poço (água). Nascente
- Rápidos e cataratas grandes
- Rápidos e cataratas
- Rocha submersa e a descoberto
- Molhe e represa de alvenaria
- Ancoradouro. Rio seco ou de aluvião
- Recife rochoso

Figura 4.2 - Parte da Carta Geográfica Hulha Negra - local avaliado

A seleção dos locais foi feita em função dos tipos de banhado e da abrangência geográfica dentro do Estado. O do Taim situa-se em região costeira, entre duas lagoas de formação geológica recente (Quaternário) (BUCHMANN, 1997), constituído por sedimentos, no Litoral Sul do Estado, ocupando uma área muito extensa. O de Hulha Negra situa-se em região continental, nas áreas baixas entre as coxilhas (relevo ondulado), originados de siltito e folhelos (subgrupo Guatá) (MACEDO, 1984), na região da Campanha, formando pequenas áreas de banhado dentro da paisagem.

4.2. Identificação das Terras Úmidas

A identificação das áreas como terras úmidas foi feita por observação visual tendo como base a definição estabelecida pela Convenção de Ramsar (RAMSAR, 1971), que é a seguinte:

“terras úmidas são áreas de banhados, pântanos, turfeiras ou água, sejam naturais ou artificiais, permanentes ou temporárias, com água parada ou fluindo, doce, salobra ou salgada, incluindo áreas de águas marinhas nas quais a profundidade na maré baixa não exceda a 6 metros”.

Em cada um dos banhados foram preenchidas as fichas de informação, baseada no modelo da Convenção de Ramsar (Anexo A1) (RAMSAR, 1971; RAMSAR, 1999).

As fichas de informação foram preenchidas após ter-se percorrido a pé a área avaliada, permitindo obter-se uma ficha de identidade de cada local.

4.3. Classificação das Terras Úmidas

As terras úmidas foram classificadas de acordo com quatro métodos:

- (i) o método de COWARDIN et al. (1979);
- (ii) o método proposto pela Convenção de Ramsar (RAMSAR, 1999);
- (iii) o método baseado na hidrogeomorfologia proposto por SMITH et al. (1995);

- (iv) o método baseado na comunidade vegetal dominante proposto por IRGANG (1999).

Cada qual desses métodos apresenta chaves hierárquicas por onde se faz a avaliação das características do local avaliado, até chegar ao sistema, à classe e, em alguns métodos, à subclasse, no final do procedimento.

O preenchimento das chaves de identificação foi feito a campo, após se ter percorrido a pé as áreas.

4.3.1. Classificação pelo Sistema de Cowardin et al. (1979)

A chave para a classificação das terras úmidas, utilizada nesse método se encontra nas tabelas 4.1 e 4.2.

Tabela 4.1 – Chave para Sistemas

1. O regime de águas é influenciado pelas marés e a salinidade devida aos sais oceânicos é de 0,05‰ ou mais.	
2. Semi-englobada por terras, mas com abertura, parcialmente obstruída ou de esporádico acesso ao oceano. Salinidade de ampla variação devido à evaporação ou mistura de água do mar com sedimentos de terra.....	ESTUARIAL
2. Pouca ou nenhuma obstrução presente em relação ao oceano. Salinidade usualmente euhalina; pouca mistura da água do mar com sedimentos de terra.....	3
3. Emergentes, árvores ou arbustos presentes.....	ESTUARIAL
3. Emergentes, árvores ou arbustos ausentes.....	MARINHO
1. Regime de águas não é influenciado pelas marés oceânicas, ou se influenciado, salinidade inferior a 0,5‰.	
4. Emergentes persistentes, árvores, arbustos ou musgos emergentes cobrem mais de 30% da área.....	PALUSTRE
4. Emergentes persistentes, árvores, arbustos ou musgos emergentes cobrem menos de 30% da área de substrato, mas emergentes não persistentes podem estar amplamente disseminadas durante algumas estações do ano.....	5
5. Situada em um canal; água, quando presente, usualmente corrente.....	FLUVIAL
5. Situada em uma bacia, área de captação ou em solo plano ou levemente ondulado; água usualmente não corrente.....	6
6. Área de 8 ha ou mais.....	LACUSTRE
6. Área de menos de 8 ha.....	7

7. Costa moldada por ondas ou rochosa, ou água com profundidade superior a 2m.....**LACUSTRE**
7. Costa não moldada por ondas nem rochosa e água com menos de 2m de profundidade.....**PALUSTRE**

Tabela 4.2 – Chave para Classes

1. Durante a estação de crescimento da maior parte dos anos, a cobertura aérea pela vegetação é menor do que 30%.
2. O substrato é encosta ou fundo formado pela colonização de invertebrados sedentários (corais, ostras, vermes tubiformes).....**RECIFE**
2. O substrato é de rocha ou de sedimentos de vários tamanhos freqüentemente ocupados por invertebrados, mas não formado pela colonização de invertebrados sedentários.....**3**
3. Regime de água submareal, permanentemente inundado, intermitentemente exposto, ou semi-permanentemente inundado. Substrato usualmente não é solo.....**4**
4. O substrato é rochoso, matacão, ou pedras ocorrendo isoladamente ou em combinação cobrindo mais de 75% da área.....**FUNDO ROCHOSO**
4. O substrato é material orgânico, lama, areia, pedriscos, seixos com menos de 75% da área coberta pelas pedras, matacão ou rocha.....**FUNDO NÃO CONSOLIDADO**
3. Regime de água irregularmente exposto, regularmente inundado, irregularmente inundado, sazonalmente inundado, temporariamente inundado, saturado ou artificialmente inundado. Substrato freqüentemente é solo.....**5**
5. Contido em um canal onde não há água fluindo permanentemente (i.e. subsistema intermitente do sistema fluvial ou subsistema intermareal dos sistema Marinho ou Estuarial).....**LEITO AQUÁTICO**
5. Contido em um canal onde há fluxo permanente de água, ou não contido em canal.....**6**
6. Substrato rochoso, matacão ou pedras ocorrendo isoladamente ou em combinação, cobrindo 75% ou mais da área.....**ORLA ROCHOSA**
6. Substrato de material orgânico, lama, areia, pedriscos, seixos com menos de 75% da área coberta consistindo de pedras, matacão ou rocha.....**ORLA NÃO CONSOLIDADA**
1. Durante a estação de crescimento da maior parte dos anos, a percentagem de área coberta por vegetação é de 30% ou mais.
7. Vegetação composta por plantas pioneiras anuais ou plântulas de espécies perenes, freqüentemente não hidrófitas, ocorrendo somente enquanto o substrato esteja exposto.
8. Contido em um canal que não tem fluxo de água permanente.....**LEITO AQUÁTICO (VEGETADO)**
8. Contido em um canal com água permanente, ou não contido em canal.....**LITORAL CONSOLIDADO (VEGETADO)**

7. Vegetação composta por algas, briófitas, líquens ou plantas vasculares que usualmente são perenes hidrofíticas.
9. Vegetação predominantemente composta por espécies não vasculares.
10. Vegetação de algas macrófitas, musgos ou líquens crescendo na zona de dissipação das ondas.....LEITO AQUÁTICO
10. Vegetação de musgos ou líquens usualmente crescendo em solos orgânicos e sempre fora da zona de dissipação das ondas.....TERRA ÚMIDA DE MUSGOS E LIQUENS
9. Vegetação composta predominantemente por espécies vasculares.
11. Vegetação herbácea
12. Vegetação emergente.....TERRA ÚMIDA EMERGENTE
12. Vegetação submersa, de folhas flutuantes ou flutuantes.....LEITO AQUÁTICO
11. Vegetação de árvores ou arbustos.....13
13. Dominantes com menos de 6 m de altura.....TERRA ÚMIDA DE ARBUSTOS/ARVORETAS
13. Dominantes com mais de 6 m de altura.....TERRA ÚMIDA FLORESTADA
-

4.3.2. Classificação pelo Sistema de RAMSAR (1999)

A classificação por esse sistema é feita conforme a chave hierárquica (tabela 4.3).

Tabela 4.3. Classificação de áreas úmidas de acordo com a Convenção de Ramsar - Tipo de zona úmida

Costeira

- E – Litoral de areia, seixo ou cascalho; inclui bancos de areia, ilhotas de areia
- F – Águas estuarinas; águas permanentes de estuário e sistemas estuarinos de deltas.
- G – Lodo, areia ou planícies salinas entre marés.
- H – Pântanos entre marés; inclui marismas e zonas inundadas com água salada; inclui pântanos de água doce e salobra influenciados pela maré.
- I – Zonas úmidas de florestas entre marés, inclui mangues e florestas de pântanos de água doce influenciados pela maré.
- J – Lagunas costeiras salobras / salgadas; lagunas de água entre salobra e salgada com pelo menos uma ligação relativamente estreita com o mar.
- K – Lagunas costeiras de água doce; inclusive lagunas de delta de água doce.

Terrestre

- L – Deltas interiores (permanentes).
- M – Rios / arroios permanentes; inclusive cascatas e cataratas.
- N – Rios / arroios sazonais / intermitentes / irregulares.
- O – Lagos permanentes de água doce (acima de 8 ha)
- P – Lagos de água doce sazonais / intermitentes (acima de 8 ha); inclui lagos sujeitos à enchente.
- Q – Lagos permanentes salinos / salobres / alcalinos.
- R – Lagos e zonas inundadas sazonais / intermitentes salinos / salobres / alcalinos.
- Sp – Pântanos / açudes / charcos permanentes salinos / salobres / alcalinos.
- Ss – Pântanos / açudes / charcos sazonais / intermitentes salinos / salobres / alcalinos.

Tp – Pântanos / açudes / charcos permanentes de água de doce; charcos (com menos de 8 ha), pântanos e açudes sobre solos inorgânicos; com vegetação emergente em água pelo menos durante a maior parte do período de crescimento.

Ts – Pântanos / açudes / charcos sazonais / intermitentes de água doce sobre solos inorgânicos; inclui depressões inundadas (lagunas de carga e recarga), “caldeirões”, inundados sazonalmente.

W – Zonas úmidas com vegetação arbustiva; inclui pântanos e açudes de água doce dominados por vegetação arbustiva sobre solos inorgânicos.

Xf – Zonas úmidas com predominância de árvores, inclui bosques pantanosos de água doce, bosques inundados sazonalmente, sobre solos inorgânicos.

Antrópica

1 – Açudes para piscicultura (peixes / camarão)

2 - Açudes agrícola artificiais; inclui tanques de granjas, tanques pequenos (geralmente com menos de 8 ha).

3 – Solo irrigado; inclui canais de irrigação e arrozais.

4 – Solo agrícola inundadas sazonalmente; inclui pastagem inundada utilizadas de maneira intensiva.

6 – Áreas de armazenamento de água; barragens, represas, reservatórios, diques (geralmente acima de 8 ha).

7 – Escavações de areia, cascalho, resíduos minerais.

8 – Áreas de tratamento de águas servidas; fazendas com sistema de esgoto, açudes de sedimentação, bacias de oxidação.

9 – Canais de transporte e de drenagem, valas.

Fonte: Ramsar (1999)

4.3.3. Classificação pelo Sistema de Smith et al. (1995)

A chave para classificação de terras úmidas pelo sistema hidrogeomorfológico encontra-se na tabela 4.4.

Tabela 4.4. – Chave para Classes e Subclasses Regionais de Terras Úmidas

1. Área sob influência das marés	2
1. Área não influenciada pelas marés	4
2. Salinidade superior a 30 partes por mil	Orla marítima (Euhalina)
2. Salinidade inferior a 30 partes por mil	3
3. Salinidade de 5 a 30 partes por mil	Orla marítima (mixohalina)
3. Salinidade inferior a 5 partes por mil	Fluvial (intemareal)
4. Área topograficamente plana e a principal origem da água é a precipitação	5
4. Área não topograficamente plana e não tem a precipitação como principal origem da água	6
5. Área tem solo mineral	Planície de solos minerais
5. Área tem solo orgânico	Planície de solos orgânicos
6. Área associada a curso d'água, planície alagada ou terraço	7
6. Área associada a uma depressão topográfica ou em encosta ou planície topográfica	9
7. Curso d'água intermitente ou efêmero	Fluvial (não perene)
7. Curso d'água perene	8
8. Curso d'água de 1 ou 2 ordem	Fluvial (perene alto)
8. Curso d'água de 3 ou maior ordem	Fluvial (perene baixo)
9. Área localizada em depressão topográfica natural ou artificial	10

9. Área localizada em encosta		13
10. Depressão topográfica tem profundidade de água > 2 m, e a terra úmida está restrita à margem da depressão	Orla lacustre	
10. Depressão topográfica com água < 2 m		11
11. Depressão topográfica fechada, não discerníveis entradas ou saídas de água superficial	Depressão (fechada)	
11. Depressão topográfica aberta, com entradas e saídas discerníveis de água superficial		12
12. Origem da água subterrânea	Depressão (aberta, água subterrânea)	
12. Origem da água precipitação, alagamento	Depressão (aberta, água superficial)	
13. Origem primária da água subterrânea	Encosta	
13. Origem primária da água precipitação	Planície de solo orgânico	

Classes hidrogeomórficas seguidas pela subclasse regional entre parênteses

4.3.4. Classificação pelo Sistema de Irgang (1999)

Propõe-se, para identificar nomenclaturalmente uma comunidade, o uso da espécie mais “chamativa”, à primeira vista, escolhida dentre as sugeridas (Sistema com Espécies Fisionômicas Possíveis) e com possibilidade de oferecer manchas uniformes e de fácil visualização a “espécie fisionômica”.

A espécie mais “chamativa” deve ser classificada no sistema a seguir descrito. As demais espécies que compõem a comunidade são as acompanhantes e não necessariamente arroladas no sistema. A denominação se dá pela categoria da forma biológica a que pertence, seguido do nome da espécie. O nome vernacular preferencialmente é o já usado ou publicado com o sufixo – al. O processo é essencialmente nomenclatural e pode ser aplicado a comunidades isoladamente ou aos complexos. Expressões estatísticas podem ser aplicadas conforme o objetivo a ser atingido.

4.3.4.1. Guia do Sistema

O sistema foi organizado em três grupos principais e suas subdivisões, como é mostrado a seguir:

- 1 – Comunidades flutuantes livres
 - 1.1 – Flutuantes abaixo da superfície
 - 1.2 - Flutuantes na superfície

1.3 - Flutuantes acima da superfície

2 – Comunidades enraizadas no substrato

2.1 – Inteiramente submersas

2.2 - Com folhas flutuantes

2.3 - Com caules flutuantes e folhas emergentes

2.4 - Com caules e folhas emergentes

2.5 - Anfíbias

3 – Comunidades flutuantes fixas (pelo menos nos estágios iniciais)

3.1 – Bi-estratificada – Epífita

3.2 - Pluri-estratificada

4.3.4.2. Sistema com Espécies Fisionômicas Possíveis

As espécies fisionômicas das comunidades de macrófitas aquáticas da planície costeira do Rio Grande do Sul foram enquadradas no sistema.

1 – Comunidades flutuantes livres

1.1 – Flutuantes abaixo da superfície

- *Chara* spp.

- *Nitella* spp.

- *Scirpus submersus* C. Wright

- *Utricularia foliosa* L., *Utricularia gibba* L., *Utricularia inflata* L., *Utricularia praelonga* L. e *Utricularia subulata* L.

- *Utricularia* sp.

- *Wolffiella lingulata* (Hegelm.) Hegelm. e *Wolffiella oblonga* (Phil.) Hegelm.

1.2 – Flutuantes na superfície

Lemna aequinoctialis Welwitsch

Lemna giba L.

- Lemnaceae (mistura)

Lemna valdiviana Phil.

Spirodella intermedia W. Koch

Wolffia brasiliensis Wedell

Wolffia columbiana Karsten

- *Ruccia stenophylla* Spruce e *Ricciocarpus natans* (L.) Corda

1.3 - Flutuantes acima da superfície

- *Azola caroliniana* Willd. e *Azolla filiculoides* Lam.
- *Eichhornia azurea* (Sw.) Kunth
- *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms-Laubach
- *Hydrocotyle ranunculoides* L. f.
- *Pistia stratiotes* L.
- *Leersia hexandra* Sw.
- *Limnobium laevigatum* (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Heine
- *Luziola peruviana* Gmelin

2 – Comunidades enraizadas no substrato

2.1 – Inteiramente submersas

- *Alternanthera philoxeroides* (Mart.) Griseb.
- *Cabomba caroliniana* A. Gray e *Cabomba furcata* Schult. & Schult.
- *Callitriche deflexa* A. Br. e *Callitriche rimosa* Fasset.
- *Ceratophyllum demersum* L.
- *Chara* spp.
- *Crinum americanum* L.
- *Drymaria cordata* (L.) Willd.
- *Echinodorus* spp. (jovens) e *Sagittaria* spp. (jovens)
- *Egeria densa* Planch.
- *Eichhornia azurea* (Sw.) Kunth (jovem)
- *Eleocharis minima* Kunth e *Eleocharis radicans* (Poir.) Kunth.
- *Enhydra anagallis* Gardner
- *Isoetes* *df. brasiliensis* H. P. Fuchs
- *Isoetes* *df. ekmanii* Weber
- *Laurembergia tetrandra* (Schott) Kanitz
- *Leersia hexandra* Sw.
- *Ludwigia* spp.
- *Luziola peruviana* Gmelin
- *Mayaca fluviatilis* Aubl., *Mayaca sellowiana* Kunth e *Mayaca* so.
- *Myriophyllum aquaticum* (Vell.) Verdcourt
- *Myriophyllum elatioides* Gaudich
- *Nitella* spp.
- *Podostemum* spp.
- *Potamogeton gayi* A. Bennett e *Potamogeton illinoensis* Morong, *Potamogeton montevidensis* A. Benett, *Potamogeton pectinatus* L., *Potamogeton pusillus* L. e *Potamogeton spirilliformis* Hagström
- *Proserpinaca palustris* L.
- *Ruppia maritima* L.

- *Scirpus submersus* C. Wright
- *Zanninchellia palustris* L.

2.2 – Com folhas flutuantes

- *Echinodorus* spp. (jovem)
- *Hydrocleis nymphoides* (Willd.) Buchenau
- *Hydrocotyle ranunculoides* L.
- *Limnobium laevigatum* (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Heine
- *Ludwigia grandiflora* (Michx.) Zard., Gu & Raven.e
- *Ludwigia peploides* (Kunth.) Raven
- *Marsilea cf. concinna* Baker
- *Nymphaea amazonum* Mart. & Zucc. e *Nymphae prolifera* Wiersema
- *Nymphoides indica* (L.) Kuntze
- *Potamogeton montevidensis* A. Bennett, *Potamogeton illinoensis* Morong e *Potamogeton spirilliformis* Hagström
- *Regnellidium diphyllum* Lindm.
- *Reussia subovata* (Seub.) Solms-Laubsch

2.3 – Com caules flutuantes e folhas emergentes

- *Bidens laevis* (L.) Britton, Sterns & Poggenb.
- *Eichhornia azurea* (Sw.) Kunth
- *Heteranthera reniformis* Ruiz & Pavon
- *Hydrocotyle ranunculoides* L. f. e *Limnobium laevigatum* (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Heine
- *Leersia hexandra* Sw.
- *Ludwigia* sp.
- *Luziola peruviana* Gmelin
- *Panicum elephantipes* Ness, *Panicum repens* L. e *Paspalum repens* Bergius
- *Paspalidium paludivagum* (Hitch & Chase) Parodi
- *Paspalum hydrophyllum* Henrard
- *Polygonum acuminatum* H. B. K., *Polygonum ferrugineum* Wedd. e *Polygonum portoricense* Bertero.
- *Ranunculus flagelliformis* Smith
- *Reussia rotundifolia* (L.f.) Castell
- *Reussia subovata* (Seub.) Solms-Laubsch

2.4 – Com caules e folhas emergentes

- *Acrostichum danaeifolium* Langsd. & Fisch.
- *Alternanthera philoxeroides* (Mart.) Griseb.
- *Atriplex montevidensis* Spreng. e *Atriplex undulata* (Moq.) Dietr.
- *Baccharis penningtonii* Heering

- *Canna glauca* L.
- *Caperonia hystrix* Pax & Hoffm.
- *Cephalanthus glabratus* (Spreng.) K. Schum.
- *Cladium jamaicense* Crantz
- *Cleome trachycarpa* Klotsch ex Eichler
- *Commelina diffusa* Burm. F. e *Floscopa glabrata* (Kunth) Hassk.
- *Crinum americanum* L.
- *Cyperus celluloso-reticulatus* Boeck.
- *Cyperus giganteus* Vahl
- *Cyperus haspan* L.
- *Cyperus prolixus* H. B. K.
- *Diodia alata* Nees & Mart. e *Diodia saponariifolia* (Cham. & Schltl.) Michx.
- *Echinochloa crusgalli* (L.) Beauv.
- *Echinochloa polystachya* (H.B.K.) Hitch.
- *Echinodorus argentinensis* Rataj
- *Echinodorus grandiflorus* (Cham. & Schltl.) Michx., *Echinodorus longiscapus* Arechav. e *Echinodrus tenellus* (Mart.) Buchenau
- *Eleocharis bonariensis* Ness
- *Eleocharis interstincta* (Vahl) Roem. & Schult
- *Enhydra anagallis* Gardner.
- *Equisetum giganteum* L.
- *Eryngium pandanifolium* Cham. & Schltl.
- *Fimbristylis autumnalis* (L.) Roem. & Schult.
- *Fimbristylis spadicea* (L.) Vahl
- *Fuirena robusta* Kunth
- *Gymnocoronis spilanthoides* (D. Don) DC.
- *Hibiscus diversifolius* Jacq.
- *Hydrolea spinosa* L.
- *Hygrophylla brasiliensis* (Spreng.) Lindau, *Hygrophylla guianensis* Nees e *Hygrophylla helodes* Nees
- *Hymenachne amplexicaulis* (Rudge) Nees
- *Hymenachne donacifolia* (Raddi) Chase
- *Hyptis lorentziana* O. Hoffm. e *Hyptis tetracephala* Bordig.
- *Juncus acutus* L.
- *Juncus microcephalus* H.B.K.
- *Ludwigia peploides* (Kunth) P.H. Raven, *Ludwigia peruviana* (L.) H. Hara e *Ludwigia uruguayensis* (Cambess.) H. Hara
- *Ludwigia* spp.
- *Myriophyllum aquaticum* (Vell.) Verdcourt
- *Panicum grumosum* Nees e *Panicum sabulorum* Lam.

- *Phyllanthus sellowianus* Müll. Arg.
- *Polygonum* sp.
- *Pontederia cordata* L.
- *Sagittaria lancifolia* L. e *Sagittaria montevidensis* Cham. & Schtdl.
- *Scirpus americanus* Pers.
- *Scirpus californicus* (C. A. Mey) Steud.
- *Scirpus giganteus* Kunth
- *Scirpus maritimus* L.
- *Senecio bonariensis* H. & A., *Senecio icoglossus* DC. e *Senecio jurgensii* Mattf.
- *Sebastiania schottiana* Müll. Arg.
- *Solanum glaucophyllum* Desf.
- *Spartina alterniflora* Loiset et Deslang
- *Spartina densiflora* Brongn
- *Thalia geniculata* L.
- *Thalia multiflora* Horkel ex Koern.
- *Typha dominguensis* Pers., *Typha latifolia* L., *Typha subulata* Cresp. & Per-Mor. e *Typha* sp.
- *Xyris jupicai* L. C. Rich.
- *Zizaniopsis bonariensis* (Bal. & Poit) Speg.

2.5 – Anfíbias

- *Acrostichum danaeifolium* Langsd. & Fisch.
- *Alternanthera philoxeroides* (Mart.) Griseb.
- *Baccharis* spp.
- *Bacopa monnieri* (L.) Penn.
- *Bambusa trinii* Nees
- *Boehmeria cylindrica* (L.) Sw.
- *Bulbostylis* spp.
- *Callithriche deflexa* A. Br. e *Callithriche rimosa* Fasset.
- *Canna glauca* L.
- *Caperonia hystrix* Pax & Hoffm.
- *Cephalanthus glabratus* (Spreng.) K. Schum.
- *Cladium jamaicense* Crantz
- *Commelina diffusa* Bum. f.
- *Cotula coronopifolia* L.
- *Crinum americanum* L.
- *Cyperus luzulae* (L.) Retz.
- *Cyperus* spp.
- *Diodia alata* Nees & Mart. e *Diodia saponariifolia* (Cham. & Schtdl.) Michx.
- *Drymaria cordata* (L.) Willd.

- *Echinochloa crusgalli* (L.) Beauv.
- *Echinochloa polystachya* (H.B.K.) Hitch.
- *Echinodorus argentinensis* Rataj, *Echinodorus grandiflorus* (Cham. & Schtdl.) Michx., *Echinodorus longiscapus* Arech. e *Echinodorus tenellus* (Mart.) Buchenau
- *Eleocharis fistulosa* (Poir.) Link, *Eleocharis nodulosa* (Roeth.) Schult. e *Eleocharis* spp.
- *Enhydra anagallis* Gardner
- *Equisetum giganteum*.
- *Eragrostis hypnoides* (Lam.) Britton
- *Eryngium eburneum* Decne. e *Eryngium pandanifolium* Cham & Schtdl.
- *Erythrina crista-galli* L.
- *Eupatorium* spp.
- *Fimbristylis squarrosa* Vahl
- *Fuirena robusta* Kunth
- *Hedyostis salzmännii* (DC.) Steud.
- *Heteranthera reniformis* Ruiz & Pavon e *Pontederia cordata* L.
- *Hibiscus diversifolius* Jacq.
- *Hibiscus selloi* Gürke
- *Hydrolea spinosa* L.
- *Hygrophila brasiliensis* (Spreng.) Lindau, *Hygrophila guianensis* Nees e *Hygrophila helodes* Nees
- *Hymenachne amplexicaulis* (Rudge) Nees
- *Hymenachne domacifolia* (Raddi) Chase
- *Hyptis* spp.
- *Inga uruguensis* Hook & Arn.
- *Inga* spp.
- *Juncus* spp.
- *Justicia laevilinguis* (Nees) Lindau
- *Lilaeopsis attenuata* (Hook. & Arn.) Fernald, *Lilaeopsis carolinensis* Coulter. & Rose e *Lilaeopsis tenuis* A. W. Hill
- *Limonium brasiliense* (Boiss.) Kuntze
- *Ludeganwigia els* (Cambess.) H. Hara, *Ludwigia leptocarpa* (Nutt.) H. Hara
- *Ludwigia* spp.
- *Marsilea cf. concinna* Baker
- *Mayaca fluviatilis* Aubl., *Mayaca sellowiana* Kunth
- *Mecardonia montevidensis* (Spreng.) Pennell
- *Micranthemum umbrosum* (Walter) Blake
- *Mimosa bimucronata* (DC.) Kuntze
- *Panicum grumosum* Nees
- *Panicum prionitis* Ness
- *Paspalum pumilum* Nees

- *Phyllanthus sellowianus* Müll. Arg.
- *Polygonum acuminatum* H.B. K. e *Polygonum punctatum* Ell.
- *Polygonum* spp.
- *Pratia hederacea* (Cham.) G. Don
- *Psidium cattleianum* Sabine
- *Regnellidium diphyllum* Lindm.
- *Rhynchospora corymbosa* (L.) Britt.
- *Sagittaria lancifolia* L. e *Sagittaria montevidensis* Cham. & Schtdl.
- *Salix humboldtiana* Willd.
- *Scirpus americanus* Pers. e *Scirpus giganteus* Kunth
- *Scleria hirtella* Sw.
- *Sebastiania commersoniana* (Baill.) Smith et Downs
- *Sebastiania schottiana* Müll. Arg.
- *Senecio bonariensis* H.& A., *Senecio icoglossus* DC. e *Senecio jurgensii* Mattf.
- *Senna corymbosa* (Lam.) Irwin & Barneby
- *Sesbania punicea* (Cav.) Benth.
- *Sesbania virgata* (Cav.) Pers.
- *Solanum glaucophyllum* Desf.
- *Spartina alterniflora* Loiset et Deslang
- *Spartina densiflora* Brongn.
- *Thalia geniculata* L. e *Thalia multiflora* Horkel ex Koern.
- *Xyris jupicai* L. C. Rich.

3 – Comunidades flutuantes fixas (pelo menos nos estágios iniciais)

3.1 – Bi-estratificada – epífita

Forófitas

Azolla caroliniana Willd
Azolla filiculoides Lam.
Eichhornia crassipes (Mart.) Solms- Laubach.
Pistia stratiotes L.
Salvinia herzogii de la Sota

Epífitas

Cyperus aristatus Rottb.
Cyperus berroi (C.B. Cl.) Barros
Cyperus cayenmensis (Lam.) Britton
Fimbristylis autumnalis (L.) Roem. & Schult.
Hydrocotyle ramunculoides L. f.
Ludwigia peploides (Kunth) Raven
Scirpus cubensis Kunth
Polygonum sp.
Cyperus sp.
Ludwigia sp.

Observação: A espécie fisionômica pode ser a forófitas ou epífita. Forma camalotes, geralmente, em mosaico.

4.4. Delineamento Amostral (Coleta das amostras de solo e plantas)

4.4.1. Transeções

Foram feitos transeções, ou seja, traçadas linhas retas na área avaliada. Tais linhas partiam desde o local onde era obviamente terra úmida (segundo a definição adotada), sendo feitas as coletas tanto de solo como vegetação a cada 60m. Essa distância foi adotada por ser proporcional ao tamanho de "pixel" ("picture element") de 30m - que é a resolução do satélite Landsat TM, e também por que nesse espaço se pode constatar a transição entre as coberturas de solo. Em cada banhado avaliada foram feitos quatro transectos paralelos, distanciados em 60m uns dos outros. A última transeção dos quatro paralelos, sempre ficava em situação de terra não-úmida óbvia, portanto, restando dois transectos intermediários (transição banhado-coxilha). Assim, obteve-se uma malha quadriculada de amostragem, abrangendo em cada local área de 32.400m² (figura 4.3).

Cada ponto foi localizado com o auxílio de GPS ("global positioning system") da marca Garmin, modelo III registrando-se as coordenadas UTM (posteriormente convertidas em latitude e longitude) e altitude.

4.4.2. Coleta de Solos

As amostras de solo foram coletadas com pá, nos pontos indicados, recolhidas em sacos plásticos, conforme a recomendação da COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO RS/SC (1995).

4.4.3. Coleta de Vegetação

As espécies dominantes e/ou co-dominantes (quando cobriam > 50% da área avaliada) foram coletadas para herborização e fotografadas com câmara digital Sony, modelo Mavica. Foram acondicionadas entre folhas de papel jornal e prensadas em peças de

madeira perfurada. Quando possível foram recolhidos espécimens no estágio fenológico de florescimento.

A amostragem de vegetação foi feita, coletando-se um exemplar da espécie dominante de cada estrato, anotando-se a área coberta por estas, visando determinar a abundância relativa das espécies. (ADAMS et al., 1987; ATKINSON et al., 1993). Essa modalidade de coleta é denominada transeção de linhas ("line transect") sendo a recomendada para estudos de abundância de flora e fauna por KREBS (1989).

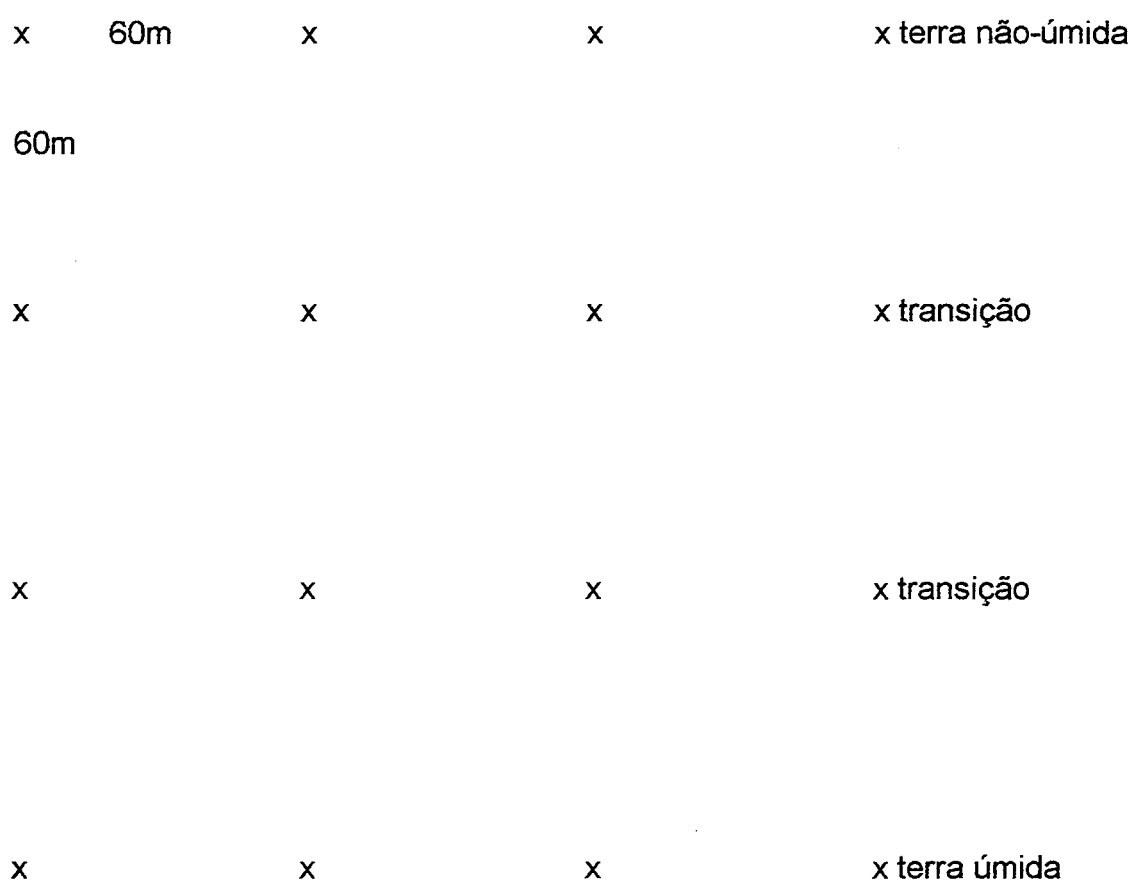


Figura 4.3 - Esquema amostral para coleta de solo, vegetação e classificação de terras úmidas do Rio Grande do Sul (transectos) - pontos de coleta amostral indicados com x

4.5. Determinações Analíticas

4.5.1. Hidrologia

Foram consideradas três classes de umidade do solo, seco (na área de terra não-úmida óbvia), média (na área de transição) e molhada (dentro da terra úmida óbvia). Essa delimitação é arbitrária, mas foi adotada para auxiliar no enquadramento das áreas, pois não foram instalados piezômetros.

4.5.2. Solos

4.5.2.1. Análises físico-químicas

As análises de solo, de algumas características físico-químicas dos mesmos, constaram do conjunto completo executado pelo Laboratório de Análises do Departamento de Solos da Faculdade de Agronomia da UFRGS, de acordo com o método de TEDESCO et al. (1995). Foram determinados:

- acidez ativa pelo pH em água (na relação solo:água de 1:1); e a acidez potencial pelo método SMP;
- fósforo e potássio e sódio com o emprego de extratores contendo ácidos fortes diluídos;
- matéria orgânica obtida por oxidação da fração orgânica do solo com o uso de solução sulfocrômica com calor externo e determinação espectrofotométrica do Cr^{3+} ;
- argila do solo feita por densímetro, após dispersão com solução de hidróxido de sódio;
- alumínio, boro, cálcio, cobre, ferro, magnésio, manganês e zinco determinados após sua extração do solo com o emprego de sais neutros ou soluções tamponadas a pH pré-fixado;
- enxofre extraído com fosfato de cálcio, deixando-se o solo decantar para retirar uma alíquota da solução sobrenadante limpa. A determinação foi feita após precipitação com solução de gelatina-cloreto de bário;

- Capacidade de troca de cátions (CTC) por deslocamento dos cátions para uma solução tamponada a pH 7; Os valores Al + H, % da saturação da CTC por bases e por Al, foram calculados por soma e diferenças, respectivamente;

Esses dados foram agrupados em matrizes atribuindo-se aos pontos amostrados, o valor obtido referente a cada parâmetro investigado. Assim, obtiveram-se vinte matrizes (uma para cada parâmetro) em cada banhado amostrado.

4.5.2.2. Classificação

Os solos das áreas foram classificados, por meio de observação de corte em barranco de estrada. O enquadramento em classes foi feito seguindo o esquema proposto por KLAMT et al. (1985) com algumas adaptações visando torna-lo adequado ao novo sistema de classificação de solos brasileiro (EMBRAPA, 1999) (tabela 4.5).

Tabela 4.5 - Esquema das principais características das classes de solos de várzea no Rio Grande do Sul

A		solos com gradiente textural abrupto entre horizonte A ou E mais arenoso e o horizonte B mais argiloso (Bt) com cores cinzentas (Btg) com ou sem mosqueados	Planossolo
B		solos com plintita e/ou nódulos duros de ferro no horizonte B e/ou C, com ou sem gradiente textural entre o horizonte A e o B	Plintossolo
C		solos sem gradiente textural ou com gradiente textural pouco acentuado; com alta saturação de bases (V>50%) e alta capacidade de troca de cátions; quando seco é bem estruturado e duro, quando molhado é plástico e pegajoso	Chernossolo
D		solos sem gradiente textural	
	1	argiloso, com seqüência de horizontes A, AC e Ck; presença de nódulos de CaCO ₃ no C; horizonte A preto ou muito escuro, com estrutura granular porosa; quando seco apresenta fendas profundas a partir da superfície; presença de superfícies de deslizamento no AC ou C; muito duro quando seco e, muito plástico e muito pegajoso quando molhado; alta soma de bases, alta saturação de bases e alta capacidade de troca de cátions	Vertissolo
	2	textura média ou argilosa, com cores acinzentadas (cores gleizadas) em todo o perfil, com ou sem mosqueados, seqüência de horizontes A, Cg ou A, Bg, Cg com estrutura maciça no Bg ou Cg quando não drenados	Gleissolo
	3	seqüência de horizontes A, (B), C; o horizonte B é pouco desenvolvido para diferenciar um horizonte Bt; contém material ainda não alterado	Cambissolo
	4	solos formados sobre sedimentos aluviais de textura variável ou não, formando camadas estratificadas, com horizonte A pouco desenvolvido	Neossolo Flúvico
	5	solos formados sobre depósitos de areia com um horizonte A escuro sobre um C constituído por areia clara	Neossolo Quartzarênico
E		solo com camada turfosa com espessura > 40 cm; teor de carbono orgânico > 9% quando não tiver argila ou > 18% se tiver > 60% de argila	Organossolo

Fonte: adaptado de KLAMT et al. (1985) e EMBRAPA (1999)

4.5.2.3. Elaboração de mapas

Com o emprego do programa "Surfer" e utilizando o método de "Kriging" foram elaborados mapas com as isolinhas para cada parâmetro avaliado em cada local.

4.5.3. Vegetação

4.5.3.1. Determinação das Espécies

Como na maioria dos ecossistemas algumas poucas espécies dominam em termos de número de indivíduos e cobertura de área (e presumivelmente, também conduzem as funções), com grande diversidade de espécies coadjuvantes ocorrendo em área muito menor (WALKER et al., 1999), optou-se por se fazer a determinação das espécies dominantes.

Por não existirem listas (em nível de recomendação oficial) de espécies de banhados para o Rio Grande do Sul, as plantas características foram fotografadas, coletadas para herborização e identificadas. A identificação das espécies foi feita com base em ARECHAVALETA (1894); BARROS (1960); ARAÚJO (1971); JOLY (1973); COOK et al. (1974); LOMBARDO (1984); REITZ et al. (1988); LORENZI (1990); WATSON & DALLWITZ (1994); CORDAZZO & SEELIGER, (1995); RAMSEY (1995); IRGANG & GASTAL (1996); TOBE et al. (1998); IRGANG (1999); RAMSEY (1999); LORENZI (2000a); LORENZI (2000b).

Foram utilizadas chaves de Botânica Sistemática, fotografias e descrições das espécies, obtidas nessa bibliografia. Algumas espécies foram identificadas pelos Professores Doutores em Botânica Bruno Edgar Irgang e Sonja Boechat, do Departamento de Botânica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

4.5.3.2. Correlação Espécie/Solo

As correlações entre espécie botânica e características físico-químicas do solo foram calculadas com o emprego do programa Statistica. Foram determinadas as correlações significativas (consideradas com $R^2 > 0,7$) e as não significativas, processados no programa PCOrd organizados de acordo com LUDWIG & REYNOLDS (1988).

Para cada local foram organizadas listas das espécies encontradas em cada ponto amostrado, na forma de matriz. Tal matriz indicava a presença (valor 1) ou a ausência (valor 0) de cada espécie no ponto. A partir dessa estrutura de dados de vegetação e também de matrizes dos parâmetros de solo, foram calculadas as correlações.

4.6. Delineamento

Consistiu em se estabelecer a fronteira da terra úmida, marcando até onde pode-se considerar a extensão da mesma e onde inicia a terra não-úmida. É o procedimento que identifica tais áreas, permitindo mapear os banhados.

4.6.1. Delineamento a Campo

O delineamento das terras úmidas foi feito a campo baseado nas características de hidrologia, solo e vegetação. Os procedimentos seguiram a ordem geral sugerida por SIPPLE (1988), que são os adotados pela Agência de Proteção Ambiental dos E.U.A. (EPA) (tabela 4.6.)

Tabela 4.6 – Método para Delinear Terras Úmidas

-
- passo 1. Inspeccionar o local e separar em unidades de acordo com a vegetação.
- passo 2. Em cada unidade, elaborar listas de espécies por estrato (rasteiras, cipós, arbustos, arvoretas e árvores), estimando a cobertura percentual de cada uma (área basal relativa para as árvores) e identificar as dominantes (quando uma ou mais espécies representem 50% do seu respectivo estrato).
- passo 3. Determinar se o local sofreu alterações em sua hidrologia. Caso negativo e havendo uma ou mais espécies dominante do tipo hidrófita, a área é terra úmida. Se não foi alterada a hidrologia e uma ou mais espécies de terras secas são dominantes, a área não é terra úmida. Em outras situações, prosseguir para o passo seguinte.
- passo 4. Examinar o solo e a hidrologia. Verificar a presença ou ausência de solo hidromórfico. Se presente, então procurar indicadores de hidroperíodo de terras úmidas. É necessário evidências de que o solo fique saturado ou inundado por, no mínimo, uma semana do ano. Se uma ou mais espécies hidrófitas são dominantes e não for possível demonstrar alteração na hidrologia local, então a condição de terra úmida pode ser verificada pela presença de ao menos um indicador hidrológico. Se as espécies vegetais não forem específicas de terras úmidas nem de terras secas, é necessário que existam indicadores de solos hidromórficos e hidrologia.
- passo 5. Repetir o procedimento para cada unidade separada no passo 1.
- passo 6. Delinear a fronteira terra úmida – terra seca. Se possível estabelecer por meio da presença de plantas hidrófitas. Não sendo possível, utilizar também critérios de solo e de hidrologia.
-

Este método é uma abordagem simplificada dos procedimentos, mas permite que se elabore um mapa com os contornos da terra úmida em investigação.

Foram elaborados mapas das duas áreas avaliadas indicando as comunidades vegetais dominantes e estabelecendo as fronteiras terra úmida - terra não-úmida.

4.6.2. Delineamento com Uso de Sensoriamento Remoto

4.6.2.1. Imagens

Foram empregadas imagens de satélite Landsat 7 TM, nas bandas 3, 4, 5 (resolução 30m) e pancromática (resolução 15m), obtidas do Centro Estadual de Sensoriamento Remoto do Estado do Rio Grande do Sul/Universidade Federal do Rio Grande do Sul, do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais e do Gabinete de Reforma Agrária e Cooperativismo da Secretaria da Agricultura do Estado do Rio Grande do Sul.

Recolheram-se cenas das órbitas-pontos, nas seguintes datas, 221/83 (Taim) de 17 de setembro de 1999 (banhado ocupando área máxima) e 24 de fevereiro de 2000 (banhado ocupando área mínima), e 222/82 (Hulha Negra) de 11 de novembro de 1999 (banhado ocupando área máxima) e 21 de dezembro de 1999 (banhado ocupando área mínima).

Os banhados, investigados a campo, foram delineados em escala 1:50.000.

As imagens foram georeferenciadas com o auxílio das cartas da Diretoria do Serviço Cartográfico do Ministério do Exército, utilizando-se as cartas "Taim", "Banhado do Taim" e "Hulha Negra".

Foram recortados quadrados de 64 Km² (8 Km de lado) dentro da imagem inteira, englobando a área investigada a campo. As áreas avaliadas ficaram circunscritas pelas seguintes coordenadas UTM: Taim de 350000 a 358010 e de 6394010 a 6401990; e Hulha Negra de 217990 a 226000 e de 6519000 a 6527010.

4.6.2.2. Processamento das Imagens

As imagens foram processadas utilizando o programa de sistema de informações geográficas Idrisi 32 - second release.

Tomaram-se duas imagens de cada local, uma em um momento pós chuvas e outra em época de seca. A partir de uma composição das bandas 3, 4 e 5, foram feitas classificações supervisionadas. Esse tipo de classificação permite que o analista, a pessoa que opera o sistema, forneça ao programa informações a partir das quais esse gerará as classes, tornando mais objetiva a classificação (Novo, 1989).

O método empregado foi o de Máxima Verossimilhança Gaussiana ("Maxver"), que é um método supervisionado e paramétrico, por ser o mais utilizado no tratamento de imagens de satélite. É considerado paramétrico, pois envolve parâmetros (vetor média e matriz covariância) da distribuição gaussiana multivariada, e é supervisionado pois estima tais parâmetros através das amostras de treinamento (LILLESAND & KIEFER, 1994). Esse método envolve três passos básicos: (i) treinamento - onde são identificadas as áreas de cobertura conhecidas (amostras), o mais homogêneas possível, que são utilizadas para compilar uma chave de interpretação que descreve as características espectrais de cada classe; (ii) classificação - o pixel é classificado em função de suas características se assemelharem ou não a alguma classe; (iii) obtenção de um mapa temático para cada imagem processada (RICHARDS & JIA, 1999).

A partir das observações feitas a campo, quando foram identificadas as áreas de terras úmidas, terras não úmidas e sua transição, de acordo com a proposta de SIPPLE (1988), e com o auxílio das cartas do Serviço de Cartografia do Exército, tomaram-se amostras compostas por mais de 100 pixels em cada classe amostral, para permitir a estimativa das características espectrais das classes a serem mapeadas. Em um primeiro momento, visando maior precisão na definição das classes, foram identificadas 13 classes. São as seguintes: água, reflorestamento, mata nativa, área de lavoura, campo 1, campo 2, solo descoberto, solo úmido 1, solo úmido 2, banhado 1, banhado 2, banhado 3, dunas.

Após a obtenção do mapa temático com as 13 classes, essas foram reagrupadas em 5 classes: água, duna, mata, campo ou outra comunidade e banhado.

4.6.2.3. Técnicas para Identificar os Banhados

Tendo-se obtido duas imagens classificadas para cada local (uma em período seco e outra em período úmido), foi proposta uma terceira classificação das imagens, a partir das duas originais. As imagens classificadas foram sobrepostas observando-se o quanto de cada classe permaneceu na mesma classe ou se alterou. Foram medidas as áreas nos dois períodos. Tal proposta vem a ser o próprio método que se deseja implementar nas identificações e delineamentos de terras úmidas do Rio Grande do Sul.

Partindo-se da premissa que as áreas de terras úmidas (banhados) tendem a aumentar de um período seco para um úmido, elaborou-se uma chave decisória para enquadrar as áreas avaliadas em classes, em seis classes (tabela 4.7). Tais classes abrangem além das 5 originais, uma sexta classe criada nas áreas em que permaneceu dúvida se o local é ou não terra úmida.

Esta chave de decisão foi adotada tendo-se em mente a legislação de proteção ambiental brasileira, na qual as restingas e dunas, bem como os banhados e as matas ribeirinhas são objetos de conservação. As classes para a decisão de enquadramento das coberturas foram estipuladas partindo-se do princípio de que as áreas que no período seco são classificadas como banhado, assim permanecem no período úmido. A cobertura de água no período seco avança sobre as matas (de galeria) no período úmido. Portanto, de acordo com a legislação brasileira (ver páginas 10 e 11) pode ser enquadrada como terra úmida (banhado). Áreas classificadas como duna no período seco e que aparecem como banhado no período úmido, se devem às modificações que ocorrem na cobertura vegetal. Por um curto período germinam vegetais adaptados àquelas condições, que podem chegar a constituir uma cobertura de solo, que associado à umidade, modifica a resposta espectral. No entanto, esse evento é efêmero, por isso não se classificando tais áreas como banhado, mas mantendo-as como dunas.

A cobertura vegetal que mais suscita dúvida é a que passa de campo no período seco para banhado no período úmido. Essa é a cobertura que ficará sujeita à avaliação no campo. A cobertura duna (no período seco) que aparece como mata (no período úmido) e vice-versa ficaram classificadas como transição (dificilmente ocorrerá este evento, somente em casos de falha na amostragem dos "pixels" na fase de treinamento do método Maxver.

A facilidade de discriminar as comunidades vegetais e/ou o tipo de cobertura de solo a partir das imagens do satélite, pode permitir a elaboração da chave decisória, procedimento que difere do adotado em outras classificações (GATES, 1980; LYON, 1993; LEE & LUNETTA, 1995).

4.6.3. Apresentação dos Resultados

Os resultados estão apresentados em forma de mapas: um da classificação em época seca, um em época úmida e o terceiro, gerado a partir desses dois, classificando as áreas e identificando as áreas de terra úmida, terra não úmida e indefinida.

Essa chave decisória foi proposta tendo-se em mente a legislação referente à conservação de ambientes naturais e os prováveis erros de avaliação na interpretação das imagens de satélite.

As coberturas identificadas como água no período seco, que deram resposta espectral diferente no período úmido, tendem continuar sendo enquadradas ou como água ou como banhado (terra úmida) pois o mais provável que tenha acontecido é um equívoco na classificação da imagem em um ou outro período

As coberturas identificadas como banhado no período seco, que deram resposta espectral diferente no período úmido, ainda assim permaneceram classificadas como banhado, pois se no período seco a área já se mostrava como banhado, é provável que também assim o fosse no período úmido.

Tabela 4.7 - Chave para decisão de enquadramento de classes espectrais em tipos de cobertura de solo, visando identificação e delineamento de terras úmidas do Rio Grande do Sul

	classificação	
período seco	período úmido	classe final
água	água	água
água	banhado	banhado
água	duna	água
água	mata	banhado
água	campo	água
banhado	água	banhado
banhado	banhado	banhado
banhado	duna	banhado
banhado	mata	banhado
banhado	campo	banhado
duna	água	banhado
duna	banhado	duna
duna	duna	duna
duna	mata	indefinida
duna	campo	campo
mata	água	banhado
mata	banhado	banhado
mata	duna	indefinida
mata	mata	mata
mata	campo	campo
campo	água	banhado
campo	banhado	indefinida
campo	duna	campo
campo	mata	campo
campo	campo	campo

As coberturas identificadas como duna no período seco, que deram resposta espectral de água no período úmido, foram classificadas como banhado, pois são tipicamente as orlas de corpos d'água. As que alteraram a resposta espectral para banhado, foram classificadas como duna, pois isso, normalmente, se deve à brotação de vegetação rasteira nova sobre as areias que ocorre por ocasião dos eventos de chuva. Assim que passe esse período, a vegetação seca e volta a ser duna. No caso da resposta ter se alterado para campo, é uma situação similar, porém com uma cobertura vegetal mais densa, o que justifica o enquadramento dessas áreas como campo. O caso de alteração para mata, foi classificado como indefinida, pois não há uma explicação

razoável para tal ocorrência (na prática, isso não aconteceu na avaliação real das imagens).

As coberturas identificadas como mata no período seco, que deram resposta espectral de água ou banhado no período úmido, foram classificadas como banhado, pois são de fato, áreas de vegetação ribeirinha (mata ciliar ou de galeria). Quando a resposta espectral no período úmido foi campo, a área foi enquadrada como campo, atribuindo-se tal acontecimento a erro na classificação da imagem. Os locais de resposta espectral no período úmido de duna (que na verdade não ocorreram) seriam enquadradas como duna, atribuindo-se também nesse caso, ao erro de classificação das imagens.

As coberturas identificadas como campo no período seco, que deram respostas espectrais variadas no período úmido, permaneceram identificadas como campo, exceto no caso de resposta "água", onde se atribuiu a classe "banhado" e no caso de banhado. Essa classificação é a que mais acontece e é justamente a que provoca maior controvérsia nos trabalhos de delineamento.

5. Resultados e Discussão

5.1. Identificação das Terras Úmidas

A identificação das terras úmidas, utilizando-se a definição da Convenção de Ramsar, resultou adequada. As duas áreas escolhidas para a avaliação foram enquadradas como terra úmida.

Não foi necessário propor alteração alguma, pois a definição é abrangente, incluindo desde áreas naturalmente terras úmidas até todos os tipos de origem antrópica.

Pode-se questionar que, por ser a definição muito abrangente, todas as áreas, mesmo que inundadas ou saturadas durante curtíssimo período, ou em raras ocasiões, sejam identificadas como terra úmida. Entretanto, é mais prudente que assim seja, e que casos em que isso ocorra sejam tratados como exceções, fazendo-se os devidos enquadramentos.

Como o enfoque principal dessa definição é a preservação ambiental (ainda que inicialmente visava a proteção de áreas para a reprodução de aves), parece muito adequado o seu uso para os propósitos buscados no caso brasileiro.

5.1.1. Taim

A área conhecida popularmente pelo nome de "Banhado do Taim", é composta essencialmente por quatro unidades: a Planície Marinho-Eólica, o alinhamento dos banhados Pós-Planícies Marinho-Eólica, o Platô de Santa Vitória do Palmar/Formação Chuí e o Mosaico do Sudeste da Lagoa Mirim (MOTTA MARQUES et al., 2002). Uma parte do mesmo chega até o Oceano Atlântico. Abrange as terras que circundam a parte norte da Lagoa Mangueira e chega até a Lagoa Mirim. Assim, a altitude varia desde o nível do mar até pouco mais de 20 m. A maior parte das águas drena para as Lagoas Mangueira e Mirim, havendo pequenos arroios que fluem diretamente para o mar (figura 5.1).

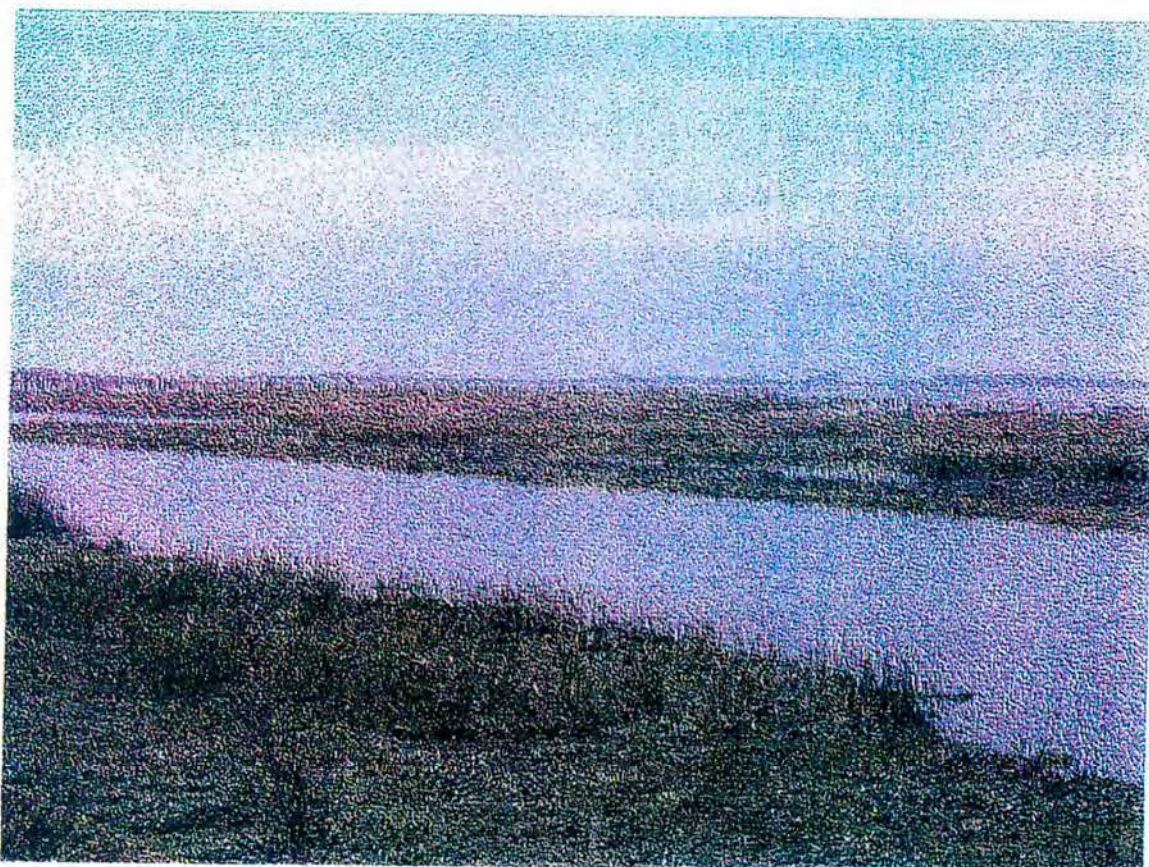


Figura 5.1 - Vista geral do Banhado do Taim, a partir da rodovia BR 471

A importância ecológica do Banhado do Taim é imensa, sendo que o mesmo faz parte da rede de sítios do programa brasileiro de pesquisas ecológicas de longa duração (PELD) (MOTTA MARQUES et al., 2002) e é candidato a fazer parte da rede de terras úmidas protegidas pela Convenção de Ramsar. A área é um exemplo representativo, raro e único de zona úmida natural ou quase natural. Mantém espécies ameaçadas de extinção, vulneráveis e comunidades ecológicas ameaçadas. Mantém, também, populações de espécies de plantas e/ou animais importantes para a preservação da biodiversidade daquela região biogeográfica. Além disso, abriga espécies de plantas e/ou animais em fase crítica de seu ciclo biológico, ou serve como refúgio durante condições adversas. É provável que mantenha regularmente 20.000 ou mais aves aquáticas. Por fim, é uma importante fonte de alimento para peixes, local de desova, criação ou caminho de migração, do qual dependem os estoques de peixes dentro e fora da zona úmida.

Os principais valores hidrológicos são a recarga de aquífero, controle de vazão e a retenção de sedimentos.

Na flora destacam-se espécies/comunidades únicas, biogeograficamente importantes e bons exemplos de colônias vegetais nativas. Há, porém, uma tendência a mudanças de longo prazo na flora, pois algumas áreas no entorno são utilizadas como pastagem ou lavoura de arroz, o que fatalmente propiciará a invasão por espécies exóticas.

Quanto à fauna destacam-se espécies únicas, biogeograficamente importantes, raras, ameaçadas e que ocorrem em número significativo. Dentre os mamíferos é notável a população de capincho ou capivara (*Hydrochaeris hydrochaeris*) tendo sido encontrados vários indivíduos mortos por atropelamento. Muitas espécies de aves permanecem na área e em determinadas épocas ocorre a passagem de aves migratórias.

Os valores sociais da área, fora da ESEC Taim, referem-se à produção pesqueira, produção florestal, turismo ecológico, recreação ao ar livre, educação, pesquisa científica (dentro da ESEC Taim), produção agrícola (arroz irrigado), pastagem e suprimento de água para irrigação.

Os valores culturais são a importância histórica (o local fez parte das terras disputadas pelas coroas portuguesas e espanholas no século XVIII). Na vila do Taim, há uma capela construída durante o período da Guerra dos Farrapos (1835-1845), que tem um valor histórico e religioso, além de arquitetônico, para a cultura do Rio Grande do Sul. Também foi constatada a presença de sítios arqueológicos, de origem indígena, dentro da área da ESEC Taim.

O uso e ocupação atual do solo ao redor da área é com arroz irrigado em grandes extensões. Boa parte das áreas é utilizada como pastagem (natural ou cultivada) e há vários projetos de florestamento. Faz divisa com a Estação Ecológica do Taim um florestamento de *Pinus elliottii* de 7.400 hectares. Outro local, entre a Lagoa Mangueira e o Oceano Atlântico, tem uma extensa área de floresta dessa mesma espécie, que foi abandonada por ser economicamente inviável a retirada da madeira. Esses plantios florestais, provavelmente, afetam o regime de ventos da

mesorregião, o que deverá refletir na movimentação das dunas dentro e fora da área da ESEC Taim. Outras áreas são simplesmente mantidas sem interferência, com dunas e charco (terra úmida natural).

Os fatores que afetam adversamente as características ecológicas locais e das áreas vizinhas são os projetos de silvicultura, a drenagem que já foi executada, a poluição por defensivos agrícolas utilizados nas lavouras de arroz, o pastejo excessivo das áreas em recuperação que impede a regeneração da flora e a pesca predatória.

5.1.2. Hulha Negra

Tem importância ecológica na manutenção de populações de espécies de plantas e animais importantes para a biodiversidade daquela região biogeográfica. A característica ecológica geral é a presença de grama cortadeira e caraguatá-do-banhado. Os destaques para a flora são a presença de bons exemplos de colônias vegetais nativas, mas há a tendência em mudanças de longo prazo dessa flora em função de invasão de espécies exóticas. Os destaques para a fauna são a presença, em número significativo, de lebre (*Lepus capensis*) e perdiz (*Nothura maculosa*).

Os valores hidrológicos locais são a recarga de aquífero e retenção de sedimentos.

Os valores sociais associados são a pesquisa científica (a área faz parte de uma estação experimental), a produção agrícola (a orla do banhado é cultivada no verão com milho e/ou pastagem), pastagem e suprimento de água (há um poço que abastece parte da estação com água potável dentro do banhado) (figura 5.2).

Os fatores que afetam adversamente as características ecológicas locais e das áreas vizinhas são a mudança no uso de solo, o assoreamento do banhado (devido ao cultivo na sua orla), a sucessão natural da vegetação e a invasão de espécies exóticas (devido ao plantio de pastagens no arredores).

O uso e ocupação atual do solo ao redor da área é com pastagem, charco (banhado sem utilização), água de superfície e criação de cavalos de corrida.



Figura 5.2 - Vista geral do banhado em Hulha Negra, vendo-se ao fundo as coxilhas

Os valores culturais e históricos da localidade estão ligados a acontecimentos durante a Guerra dos Farrapos (Revolução Farroupilha) que ocorreu entre os anos de 1835-1845. Nas imediações da área estudada foram travadas várias batalhas, havendo remanescentes de sítios arqueológicos daquela época em dois pontos próximos à rodovia. No município vizinho (Candiota), distante de menos de 20km, há marcos sinalizando os Campos da Batalha do Seival e da Batalha de Porongos.

5.2. Classificação das Terras Úmidas

A classificação das áreas avaliadas pelos métodos em estudo está apresentada na tabela 5.1.

Desde a década de 1950 vêm sendo desenvolvidos sistemas de classificação para as terras úmidas nos Estados Unidos. Estes sistemas foram feitos com o intuito de estabelecer os critérios para o primeiro inventário nacional de terras úmidas daquele país, conduzido em 1954. Vinte anos após, o Serviço Nacional de Pesca e Vida Selvagem dos E.U.A. através de sua Secretaria de Serviços Biológicos,

encomendou a realização de um novo inventário. O propósito do levantamento inicial era apenas identificar a quantidade e os tipos de “habitat” para as aves de caça. Já o objetivo do segundo inventário era bem mais amplo. Esse trabalho pretendia fornecer dados básicos sobre as características e a extensão das terras úmidas e “habitats” de águas profundas e deveria facilitar o gerenciamento destas áreas, em uma maneira segura e para múltiplos usos (COWARDIN et al., 1979).

Tabela 5.1 – Classificação de dois banhados típicos do Rio Grande do Sul pelos métodos de Cowardin et al. (1979); Smith et al. (1995); Irgang (1999) e Ramsar (1999)

banhado	Cowardin et al.	Smith et al.	Irgang	Ramsar
Taim	- Palustre (terra úmida emergente) - Lacustre (leito aquático)	- Depressão (aberta água superficial) - Planície de solo orgânico	- Comunidades enraizadas no substrato, com caules e folhas emergentes - Comunidades flutuantes livres, acima da superfície - Comunidades flutuantes abaixo da superfície - Comunidades flutuantes fixas	- Terrestre Tp - Terrestre W - Terrestre Xf - Costeiro E
Hulha Negra	- Palustre (terra úmida emergente)	- Depressão (aberta, água subterrânea)	- Comunidades enraizadas no substrato, com caules e folhas emergentes	- Terrestre W

Para efetuar o delineamento das terras úmidas dos E.U.A., a ser empregado no Inventário Nacional de Terras Úmidas e “Habitats” de Águas Profundas, COWARDIN et al. (1979) propuseram um sistema que pretende descrever grupos taxonômicos ecológicos, arranja-los em um sistema útil para os gestores de recursos, fornecer unidades para mapeamento e uniformizar conceitos e terminologia. As terras úmidas são definidas pela vegetação (plantas hidrófitas), pelos solos (solos hidromórficos) e pela frequência de inundação (hidroperíodo). Áreas de águas profundas, ecologicamente relacionadas às terras úmidas, tradicionalmente não consideradas como tais, foram incluídas na classificação como “habitats” de águas profundas.

A estrutura deste sistema de classificação permite que o mesmo seja usado em qualquer dos níveis hierárquicos. Os dados necessários para uma detalhada

aplicação do sistema nem sempre estão disponíveis, precisando haver uma fase de coleta de informações a campo antecedendo a aplicação do método de classificação. O sistema é, provavelmente, o mais empregado no mundo tendo sido adotado com algumas adaptações pela Convenção de Ramsar (SCOTT & JONES, 1995).

O sistema de classificação proposto por SMITH et al. (1995) baseia-se nas características de hidrogeomorfologia. O mesmo tenta agrupar as terras úmidas em classes que desempenham funções similares, baseando-se nos três fatores que condicionam o funcionamento das mesmas, a saber, localização geomórfica, origem da água e hidrodinâmica.

A hidrodinâmica, diz respeito ao movimento da água e à sua capacidade de desempenhar uma dada função ou grupo de funções no ecossistema (por exemplo, transporte de sedimentos e nutrientes, erosão, deposição de sedimentos, dispersão de sementes). A hidrodinâmica é controlada por três fatores ligados à origem e transporte da água – refere-se a como a água entra e sai do sistema: (i) flutuação vertical, a qual inclui descarga e recarga de água subterrânea, entradas de água da precipitação e perdas por evapotranspiração; (ii) fluxo unidirecional, o qual inclui o movimento da água em um leito ou lâmina d'água definidos; e (iii) fluxo bi-direcional, tipicamente encontrado nas áreas sujeitas à influência das marés.

O cenário geomórfico, ou a posição da terra úmida na paisagem, é descrito em quatro categorias gerais: (i) terras úmidas de depressões; (ii) turfeiras extensivas; (iii) terras úmidas fluviais; (iv) terras úmidas de orlas (ou bordas). As terras úmidas de depressões são os locais baixos na topografia. Podem ser isoladas ou terem entrada e/ou saída de água. Apesar de que as turfeiras extensivas possam preencher os mesmos requisitos das terras úmidas de depressões, elas foram colocadas em uma categoria particular por causa da forte relação das entradas hidrológicas e acúmulo de matéria orgânica resultante de produção vegetal (por exemplo, produção de musgo de *Sphagnum*). As terras úmidas de orlas (ou bordas) são definidas como aquelas associadas a grandes corpos d'água (lagos, baías, mares) e terras úmidas fluviais são, em geral, sistemas de planícies alagáveis associadas a rios ou córregos (BRINSON, 1993; SMITH et al., 1995).

Para a planície costeira do Rio Grande do Sul, IRGANG (1999) propôs um sistema de classificação para as comunidades de macrófitas aquáticas. Esta proposta se baseia na identificação nomenclatural das comunidades, com o uso da espécie mais “chamativa” à primeira vista, com a possibilidade de oferecer manchas uniformes e de fácil visualização da espécie fisionômica. Assim a espécie mais “chamativa” deve ser classificada dentro do sistema, enquadrando-se em uma das classes: (i) comunidades flutuantes livre, (a) abaixo da superfície, (b) na superfície, (c) acima da superfície; (ii) comunidades enraizadas no substrato, (a) inteiramente submersas; (b) com folhas flutuantes, (c) com caules flutuantes e folhas emergentes, (d) com caules e folhas emergentes, (e) anfíbias; (iii) comunidades flutuantes fixas (pelo menos nos estágios iniciais), (a) bi-estratificada – epifítica, (b) pluri-estratificada. A denominação se daria pela categoria da forma biológica a que pertence, seguido pelo nome da espécie, acrescido do sufixo – al.

Esse sistema de classificação, ainda é apenas uma proposta, mas poderá ser adotado para fins de estudo e de orientação para planejamento, por parte de órgãos governamentais, do uso dos banhados no Estado.

Desse modo, os sistemas de classificação apresentam semelhanças e diferenças, devido ao enfoque priorizado em cada um deles.

5.2.1. Banhado do Taim

5.2.1.1. Classificação pelo Sistema de Cowardin et al. (1979)

Uma classificação do Banhado do Taim de acordo com essa metodologia é a seguinte:

- (1) regime de águas não é influenciado pelas marés oceânicas, ou se influenciado, salinidade inferior a 0,5 por mil;
- (4) emergentes persistentes, árvores, arbustos ou musgos emergentes cobrem mais de 30% da área SISTEMA PALUSTRE.
- (1) durante a estação de crescimento da maior parte dos anos, a percentagem de área coberta por vegetação é de 30% ou mais;
- (7) vegetação composta por algas, briófitas, líquens ou plantas vasculares que usualmente são perenes hidrófitas
- (8) vegetação composta predominantemente por espécies vasculares;

- (11) vegetação herbácea;
- (12) vegetação emergente = CLASSE TERRA ÚMIDA EMERGENTE.

A área da ESEC Taim a qual foi enquadrada nessa classe é a que situa-se nas imediações da sede, à direita da BR471 para quem trafega em direção à Santa Vitória do Palmar.

Outra possível classificação, dependendo do local onde sejam feitas as observações, é:

- (1) regime de águas não é influenciado pelas marés oceânicas, ou se influenciado, salinidade inferior a 0,5 por mil;
- (4) emergentes persistentes, árvores, arbustos ou musgos emergentes cobrem menos de 30% da área de substrato, mas emergentes não persistentes podem estar amplamente disseminadas durante algumas estações do ano;
- (5) situada em uma bacia, áreas de captação ou em solo plano ou levemente ondulado, água usualmente não corrente;
- (6) área de 8 hectares ou mais = SISTEMA LACUSTRE.
- (1) durante a estação de crescimento da maior parte dos anos, a percentagem de área coberta por vegetação é de 30% ou mais;
- (7) vegetação composta por plantas pioneiras anuais ou plântulas de espécies perenes, freqüentemente não hidrófitas, ocorrendo somente quando o substrato esteja exposto;
- (8) vegetação composta por algas, briófitas, líquens ou plantas vasculares que usualmente são perenes hidrófitas;
- (10) vegetação composta predominantemente por espécies vasculares;
- (11) vegetação herbácea;
- (12) vegetação submersa, de folhas flutuantes ou flutuantes = CLASSE LEITO AQUÁTICO.

A área enquadrada nessa classe é a maior parte da ESEC Taim. Situa-se à esquerda da BR471 para quem trafega no sentido de Santa Vitória do Palmar, estando associada à Lagoa Mangueira.

O banhado do Taim foi classificado por MOTTA MARQUES & IRGANG (1996), utilizando essa metodologia como: Classe: terra úmida emergente; subclasse: persistente. Não lhes foi possível apresentar uma classificação mais detalhada, devido à carência de informações sobre o regime hídrico. O enquadramento do Banhado do Taim nesta classe e subclasse, entretanto, foi questionado pelos próprios autores, devido à relação espacial e funcional entre ele e a Lagoa Mangureira. É possível que o Banhado seja resultado da regressão dessa lagoa, pois há indicadores desta evolução, como a ocorrência de penínsulas de macrófitas aquáticas ao norte da lagoa, na aproximação com o lado sul do banhado e a existência de áreas abertas dentro do estande. Também algumas características geológicas indicam características palustres e lacustres.

Corroborando a dúvida lançada por esses autores, CORDAZZO & SEELIGER (1995) apresentam a Reserva Ecológica do Taim, classificada como sistema palustre com vegetação flutuante e emergente, de acordo com a mesma metodologia.

Sistemas lacustres incluem aquelas áreas de águas abertas com mais de 8 ha situadas em depressões topográficas, ou em leitos de rios que tenham sido represados, e não tenham árvores, arbustos nem emergentes persistentes. Os sistemas palustres, basicamente, abrangem todos os outros tipos de terras úmidas que não tenham se enquadrado em algum dos quatro sistemas. Geralmente os sistemas palustres fazem fronteira com terras altas ou com algum dos quatro sistemas de terras úmidas, que tenham salinidade inferior a 5 partes por mil. Corpos d'água de menos de 8 ha também fazem parte deste sistema (COWARDIN et al., 1979; KRAUS, 1994). Desse modo, a classificação obtida para o Banhado do Taim, está correta.

Sendo a área ocupada pelo Banhado do Taim, de grande extensão, é provável que a classificação se torne uma questão de escala. Dependendo do sítio onde se faça o levantamento, o Taim poderá ser classificado como sistema lacustre (subsistema límico ou litorâneo) ou palustre, bem como abranger mais de uma classe. Provavelmente, partes se enquadrarão como classe terra úmida emergente, partes como leito aquático, partes como orla não consolidada. Nas subclasses podem ocorrer partes classificadas como permanente ou não permanente, ou flutuante.

Devido à grande complexidade do Banhado do Taim, é difícil estabelecer uma classificação definitiva e única para o mesmo. Além disso, esse local está sujeito a modificações devidas à oscilação da lâmina d'água, que varia sazonalmente, alterando os aspectos que são levados em conta para esse tipo de classificação.

5.2.1.2. Classificação pelo Sistema de RAMSAR (1999)

De acordo com a proposta da Convenção de Ramsar o Banhado do Taim é classificado como **terrestre Tp** – pântanos/açudes/charcos permanentes de água doce; pântanos e açudes sobre solos inorgânicos, com vegetação emergente em água pelo menos durante a maior parte do período de crescimento.

Também, dependendo da área de observação, pode ser classificado como **terrestre W** – zonas úmidas com vegetação arbustiva; inclui pântanos e açudes de água doce dominados por vegetação arbustiva sobre solos inorgânicos.

Outras partes podem ser enquadradas como **terrestre Xf** – zonas úmidas com predominância de árvores, inclui bosques pantanosos de água doce, bosques inundados sazonalmente, sobre solos inorgânicos.

A área próxima ao mar pode ser classificada como **costeiro E** – litoral de areia.

5.2.1.3. Classificação pelo Sistema de Smith et al. (1995)

Já uma classificação para o Banhado do Taim utilizando a metodologia de geomorfologia, enquadra partes do mesmo como:

- (1) área não influenciada pelas marés;
- (4) área não topograficamente plana e não tem a precipitação como principal origem da água;
- (6) área associada a uma depressão topográfica ou em encosta ou planície topográfica;
- (9) área localizada em depressão topográfica natural ou artificial;
- (10) depressão topográfica com menos de 2 m de água;
- (11) depressão topográfica aberta, com entradas e saídas discerníveis de água superficial;

(12) origem da água precipitação, alagamento; **DEPRESSÃO ABERTA ÁGUA SUPERFICIAL**

No item (4) aparece o termo "área não topograficamente plana" o que aparentemente não é verdade. No entanto, esse método considera como planas as áreas com declives inferiores a 2%. A parte do banhado avaliada, de fato tem uma declividade superior a isso, portanto, permitindo classifica-lo nessa classe.

Essa área é a mesma classificada pelo método de COWARDIN et al. (1979) como Sistema Palustre - terra úmida emergente.

Partes como:

- (1) área não influenciada pelas marés;
- (4) área topograficamente plana e a principal origem da água é a precipitação;
- (5) área tem solo orgânico = PLANÍCIE DE SOLO ORGÂNICO

Partes como:

- (1) área não influenciada pelas marés;
- (4) área topograficamente plana e a principal origem da água é a precipitação;
- (5) área tem solo mineral = PLANÍCIE DE SOLO MINERAL

Essas áreas equivalem à que foi classificada como Sistema Lacustre - leito aquático. A separação em "solo orgânico" e "solo inorgânico" foi dada em função do teor de matéria orgânica dos solos nesses locais. A origem da água é a precipitação que ocorre dentro de sua bacia de captação.

5.2.1.4. Classificação pelo Sistema de Irgang (1999)

A área avaliada apresentou mais de um tipo de comunidade vegetal. Foram constatadas as seguintes:

- (2) comunidades enraizadas no substrato
- (2.4) com caules e folhas emergentes;

Esta comunidade pode receber a denominação de "junçal" nas partes onde a espécie fisionômica é o *Scirpus californicus*.

(1) comunidades flutuantes livres

(1.3) flutuantes acima da superfície, e

(1.1) flutuantes abaixo da superfície;

Esta comunidade pode receber a denominação de "murerezal" pois a espécie fisionômica é a *Salvinia herzogii*.

(3) comunidades flutuantes fixas.

Esta comunidade pode receber o nome de "boiadeiral" pois a espécie fisionômica é a *Leersia hexandra*.

5.2.2. Hulha Negra

5.2.2.1. Classificação pelo Sistema de Cowardin et al. (1979)

O banhado foi classificado como:

- (1) regime de águas não é influenciado pelas marés oceânicas, ou se influenciado, salinidade inferior a 0,5 por mil;
- (4) emergentes persistentes, árvores, arbustos ou musgos emergentes cobrem mais de 30% da área = SISTEMA PALUSTRE.
- (1) durante a estação de crescimento da maior parte dos anos, a percentagem de área coberta por vegetação é de 30% ou mais;
- (7) vegetação composta por algas, briófitas, líquens ou plantas vasculares que usualmente são perenes hidrófitas;
- (8) vegetação composta predominantemente por espécies vasculares;
- (12) vegetação emergente = CLASSE TERRA ÚMIDA EMERGENTE.

Os sistemas palustres abrangem todos os outros tipos de terras úmidas que não tenham se enquadrado em algum dos quatro sistemas. Geralmente os sistemas palustres fazem fronteira com terras altas ou com algum dos quatro sistemas de terras úmidas, que tenham salinidade inferior a 5 partes por mil. Corpos d'água de menos de 8 ha também fazem parte deste sistema (COWARDIN et al., 1979). Essa descrição se enquadra com precisão à área avaliada, pois os banhados ocupam

justamente as baixadas entre as áreas secas (terras altas ou coxilhas) fazendo fronteira entre os dois tipos de comunidade vegetal.

Há, na região avaliada, diversos banhados de pequeno porte, dispersos na área toda. Nas imediações do Rio Negro existe um banhado maior que ocupa a várzea desse rio.

5.2.2.2. Classificação pelo Método de RAMSAR (1999)

Com as adaptações da Convenção de Ramsar a área foi classificada como: **terrestre W** zonas úmidas com vegetação arbustiva; inclui pântanos e açudes de água doce dominados por vegetação arbustiva sobre solos inorgânicos.

5.2.2.3. Classificação pelo Sistema de Smith et al. (1995)

Por esse sistema a área foi classificada como:

- (1) área não é influenciada pelas marés;
- (4) área não topograficamente plana e não tem a precipitação como principal origem da água;
- (6) área associada a uma depressão topográfica ou em encosta ou planície topográfica;
- (9) área localizada em depressão topográfica natural ou artificial;
- (11) depressão topográfica aberta, com entradas e saídas discerníveis de água superficial;
- (12) origem da água subterrânea = CLASSE E SUBCLASSE DEPRESSÃO (ABERTA, ÁGUA SUBTERRÂNEA).

5.2.2.4. Classificação pelo Sistema de Irgang (1999)

Por esse sistema a área foi classificada como:

- (2) comunidades enraizadas no substrato;
- (2.4) com caules e folhas emergentes.

A classificação nomenclatural da área poderia ser de "cortadeiral" ou "caraguatazal-do-banhado", visto que essas duas espécies dominam e dão a característica fisionômica ao local (figura 5.3).

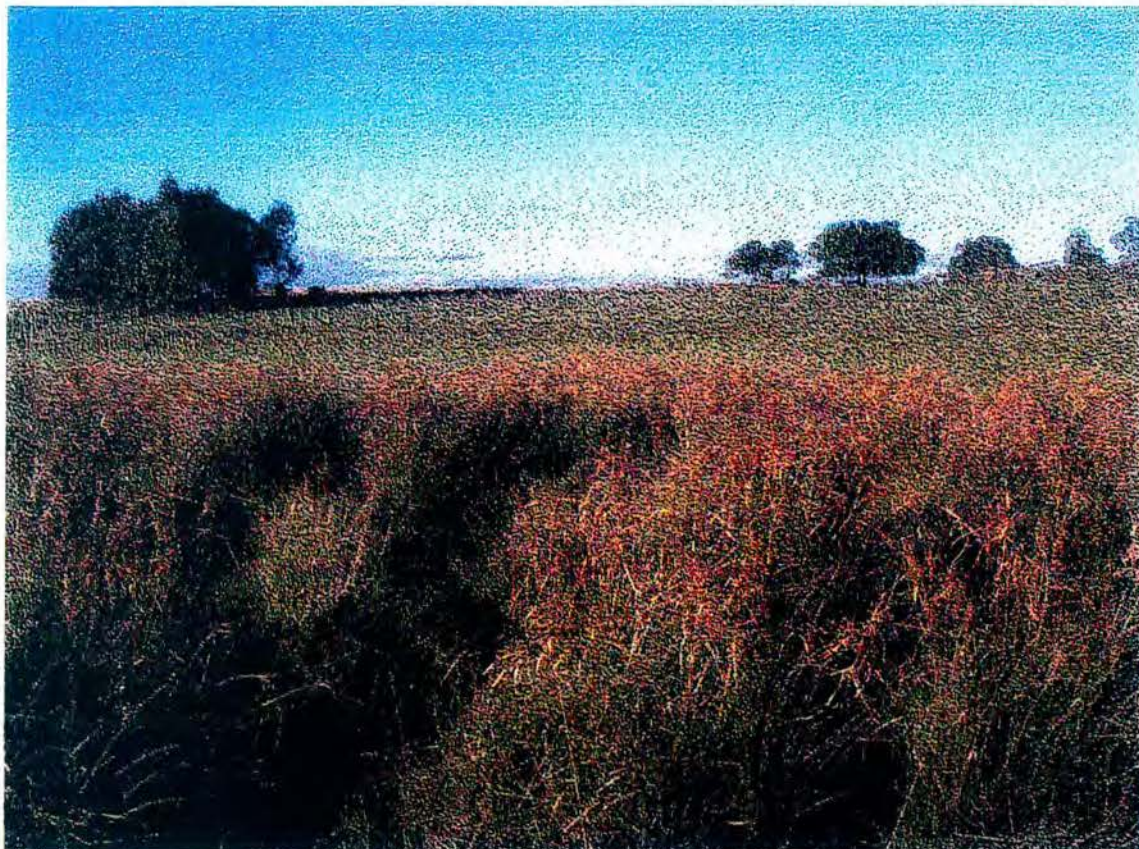


Figura 5.3 - Vista de parte da vegetação dominante no banhado Hulha Negra, composta por *Scirpus giganteus*

5.3. Classificação e Caracterização dos Solos

Os solos dos banhados avaliados foram classificados, de acordo com o método brasileiro (EMBRAPA, 1999), nas seguintes classes (tabela 5.2).

Tabela 5.2 - Classificação dos solos das terras úmidas avaliadas

Localidade	classe de solo	caráter do solo
Taim	Planossolo hidromórfico eutrófico solódico SGe 3	hidromórfico
Hulha Negra	Planossolo háplico eutrófico vértico SXe 2	hidromórfico

5.3.1. Taim

Dentro da área do Banhado do Taim são encontrados vários tipos de solo, englobando diversas Unidades de Mapeamento, todas constituídas por solos hidromórficos, como Taim, Mangueira, Pelotas, Banhado, Lagoa e Curumim, além de dunas móveis na porção próxima ao mar.

A área abrangida pela ESEC Taim é constituída pela Associação de solos Taim-Mangueira, e pela Unidade de Mapeamento Pelotas. A Unidade Taxonômica Taim é classificada atualmente como **Organossolo Tiomórfico sáprico salino** (EMBRAPA, 1999; STRECK et al., 2002). Nas classificações anteriores se enquadrava como Solo pouco desenvolvido e argila de atividade alta (hidromórfico); solo orgânico salino e sulfatado; histosol; dystric histosol (BRASIL, 1973). A Unidade Taxonômica Mangueira é classificada atualmente como **Planossolo Nátrico órtico típico** (EMBRAPA, 1999; STRECK et al., 2002). Nas classificações anteriores se enquadrava como Solo com horizonte B Textural e argila de atividade alta (hidromórfico); Solonetz-solodizado; natraquoll; gleyic greyzems (BRASIL, 1973).

A área avaliada é composta pelo solo da Unidade de Mapeamento Pelotas, atualmente classificada como **Planossolo Hidromórfico eutrófico solódico** (EMBRAPA, 1999; STRECK et al., 2002). Nas classificações anteriores era enquadrado como Solo com horizonte B textural e argila de atividade alta (hidromórfico); planosol textura argilosa, relevo plano, substrato sedimentos de granito; albaqualf; humic planosols (BRASIL, 1973).

As características gerais dessa unidade de mapeamento são as seguintes: solos medianamente profundos, imperfeitamente a mal drenados, com predominância no perfil de cores cinzas (gleizados), desenvolvidos a partir de sedimentos recentes, na maior parte da área provenientes das serras cristalinas próximas. A característica marcante é a presença de um horizonte lixiviado que transiciona abruptamente para um horizonte argílico, com sensíveis variações de cor, textura e consistência.

As características físico-químicas desse solo são (tabela 5.3.)

Tabela 5.3 - Características físico-químicas dos solos da área de terra úmida óbvia e terra não-úmida óbvia no Banhado do Taim, na profundidade de 0 a 20cm

parâmetro	terra úmida			terra não-úmida		
	mínimo	médio	máximo	mínimo	médio	máximo
argila %	5	6,25	7	6	6,5	7
pH	5	5,28	5,9	5	5,2	5,4
P mg/L	5,3	5,9	6,7	6,1	6,38	6,5
K mg/L	6	9	11	9	11,5	16
matéria orgânica %	0,5	2,58	4,7	1	1,13	1,5
Al cmolc/L	0	0,38	0,9	0	0,05	0,2
Ca cmolc/L	0,1	0,28	0,4	0,1	0,15	0,2
Mg cmolc/L	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Al + H cmolc/L	1,9	4,38	6,7	2,3	2,6	3,3
CTC cmolc/L	2,1	4,75	7,2	2,5	2,85	3,6
% saturação da CTC com bases	7	9,25	12	9	9,75	12
% saturação da CTC com Al + H	0	5,85	12,4	0	1,4	5,6
S mg/L	8,8	11,2	13	11	11,75	13
Zn mg/L	0,1	0,53	0,9	0,1	0,13	0,2
Cu mg/L	0,1	0,18	0,4	0,1	0,13	0,2
B mg/L	0,8	0,93	1	0,6	0,85	1
Mn mg/L	1	2	4	1	1,75	6
Fe %	0,01	0,017	0,03	0,01	0,02	0,04
Na mg/L	1	2,25	3	1	1	1

A maior parte da área apresenta solos ácidos, com saturação de bases baixa a média na camada superficial, que aumentam com a profundidade e com baixa acidez nociva.

A seqüência de horizontes é A, B e C, com as seguintes características morfológicas:

- horizonte A normalmente de coloração cinzenta escura ou bruno acinzentada escura, franco arenoso. A estrutura é maciça ou fracamente desenvolvida em blocos subangulares ou granular. A transição para o B é abrupta;
- horizonte B textural, com teores mais elevados de argila (claypan), com cores cinzentas (glei), com mosqueados de várias tonalidades, conseqüência da oscilação do lençol freático e de diferentes concentrações de Ferro. Normalmente a estrutura é prismática,

fortemente desenvolvida que se quebra em blocos angulares. A cerosidade é forte e abundante;

- horizonte C também com cores acinzentadas, franco arenoso ou franco-argilo-arenoso.

As características químicas são:

- Capacidade de permuta de cátions: o valor T é baixo a médio no A e alto no B;
- Saturação de bases: apresenta valores médios no A e altos no B, com valores crescentes com a profundidade;
- Bases permutáveis: a soma de bases é baixa no A e alta no B. Os valores de cálcio e magnésio são muito semelhantes em quase todos os horizontes. São baixos os teores de potássio.
- Matéria orgânica: apresentam valores médios de matéria orgânica na camada superficial.
- Fósforo disponível: baixos teores.
- Alumínio trocável: teores baixos, normalmente inferiores a 0,4 cmol_c/L
- pH: solos forte a moderadamente ácidos no horizonte superficial aumentando com a profundidade.

5.3.2. Hulha Negra

A área avaliada é composta por dois tipos de solo, um dentro do banhado e outro na parte alta (coxilha). O solo do banhado apresenta as características indicadoras de hidromorfismo, enquanto o solo do topo das coxilhas adjacentes não apresenta tais características. Esses solos foram identificados como Unidade de Mapeamento Bagé e Unidade de Mapeamento Santa Tecla, respectivamente.

A Unidade de Mapeamento Bagé, que ocorre dentro do banhado, é atualmente classificada como **Planossolo Háptico eutrófico vértico** (EMBRAPA, 1999; STRECK et al., 2002). Nas classificações anteriores era enquadrado como: Solos com horizonte B textural e argila de atividade alta (hidromórfico); Planosol vértico, textura argilosa, relevo suavemente ondulado, substrato siltito; Argiaquoli; gleyc greyzems (BRASIL, 1973).

As características gerais desta unidade de mapeamento são as seguintes: solos negros, imperfeitamente drenados, com nítido contraste entre os horizontes. Predominam na massa do solo argilo-minerais 2:1 sendo, por isso, difíceis de trabalhar. São ligeiramente ácidos a neutros com saturação de bases alta e sem problemas de acidez de alumínio.

As características diferentes desses dois tipos de solo permitem discernir e classificar as áreas em terra úmida e terra não-úmida. Para que seja utilizado esse critério, no entanto, é necessário que o investigador tenha formação específica em Ciência do Solo (Pedologia ou Edafologia). Assim o ideal seria que se pudesse utilizar alguma característica química do solo (avaliada objetivamente em laboratório) para discriminar os tipos de solo.

As características físico-químicas do solo são (tabela 5.4.):

Tabela 5.4 - Características físico-químicas dos solos da área de terra úmida óbvia e terra não-úmida óbvia, Hulha Negra, na profundidade de 0 a 20cm

parâmetro	terra úmida (solo Bagé)			terra não-úmida (solo Santa Tecla)		
	mínimo	médio	máximo	mínimo	médio	máximo
argila %	17	31,5	47	22	30,5	36
pH	5,9	6,08	6,2	5,3	5,45	5,6
P mg/L	2,6	2,9	3,1	3,2	3,83	8,9
K mg/L	46	49,25	61	69	107,25	172
matéria orgânica %	1,7	2,9	3,8	1,5	2,43	3,2
Al cmolc/L	0	0	0	0,1	1,0	1,8
Ca cmolc/L	7,8	12,3	17,6	6,8	9,9	12,2
Mg cmolc/L	1,9	3,43	5	2,6	3,85	4,7
Al + H cmolc/L	1,9	2,6	3,3	3,9	5,9	7,3
CTC cmolc/L	12,3	18,48	24,7	13,8	19,98	24,5
% saturação da CTC com bases	80	84,75	92	63	70	76
% saturação da CTC com Al + H	0	0	0	0,7	4,58	7,3
S mg/L	7,7	9,63	13	8,4	10,45	13
Zn mg/L	1	1,25	1,5	0,7	1,15	1,7
Cu mg/L	0,8	1,18	1,4	0,9	1,05	1,4
B mg/L	0,5	0,63	0,8	0,5	0,73	0,9
Mn mg/L	13	29,5	39	10	20,25	28
Fe %	0,11	0,16	0,22	0,16	0,24	0,33
Na mg/L	67	90,75	113	16	59,0	124

Alguns parâmetros avaliados mostraram diferenças importantes entre os valores obtidos dentro do banhado e fora do mesmo. O mesmo tipo de solo apresenta fases diferentes, em função da condição hídrica, sendo identificadas variações nos teores de Al, Zn e Na, na Capacidade de Troca de Cátions (CTC) e na Percentagem de Saturação da CTC com Al + H. Dois desses parâmetros, o pH e o teor de Al, podem ser utilizados como ferramenta auxiliar no delineamento das terras úmidas, visto que há diferença significativa nos valores, através de sua distribuição espacial (figuras 5.7 e 5.8, respectivamente).

O pH de um solo tende à neutralidade em condições de saturação. Além disso, nesse caso, o pH original dos solos Bagé (6,08) e Santa Tecla (5,45) é diferente devido às características intrínsecas dos mesmos. A transição entre os dois tipos de solo pode ser verificada pela modificação de pH que ocorre conforme se vai do banhado (solo Bagé) para a coxilha (solo Santa Tecla), havendo uma diminuição do valor no sentido da área mais úmida para a área mais seca. As reações de oxirredução consomem H e elevam o pH, em condições de saturação (alagamento) de um solo. Assim, o pH pode ser utilizado como um indicativo auxiliar para o delineamento de terras úmidas nessas condições (figura 5.4).

Os teores de alumínio (Al) tendem a zero nas áreas que foram delineadas como banhado, especialmente nas que ficam em solo saturado. Isso ocorre pois as condições de alagamento do solo levam o meio até o pH próximo à neutralidade. Se o solo originalmente era ácido, o pH tende a subir para entre 6,5 e 7. Esse aumento se dá devido às reações de oxirredução, que se processam com consumo de hidrogênio (SOUZA et al., 2000). Como a solubilidade do cátion trivalente Al^{+3} (que é tóxico) diminui conforme o pH aumenta para próximo de 7, esse torna-se insolúvel quando o solo é saturado (TEDESCO, 1979). Assim ao se fazer a determinação analítica de Al no laboratório, esse não é detectado, pois os teores desse elemento na forma solúvel serão próximos a zero.

Assim, essa informação pode ser usada como auxiliar no delineamento de terras úmidas, pois, normalmente, em amostras de um solo saturado por água, o teor de Al tenderá a zero. É interessante notar que para se efetuar as determinações analíticas no laboratório, o solo é seco, mas ainda assim o Al permanece insolúvel. Para que se possa utilizar esse parâmetro como indicador de terra úmida (e auxiliar

no delineamento das mesmas) será necessário que se estabeleçam os limites dos teores para cada classe (terra úmida/transição/terra não-úmida).

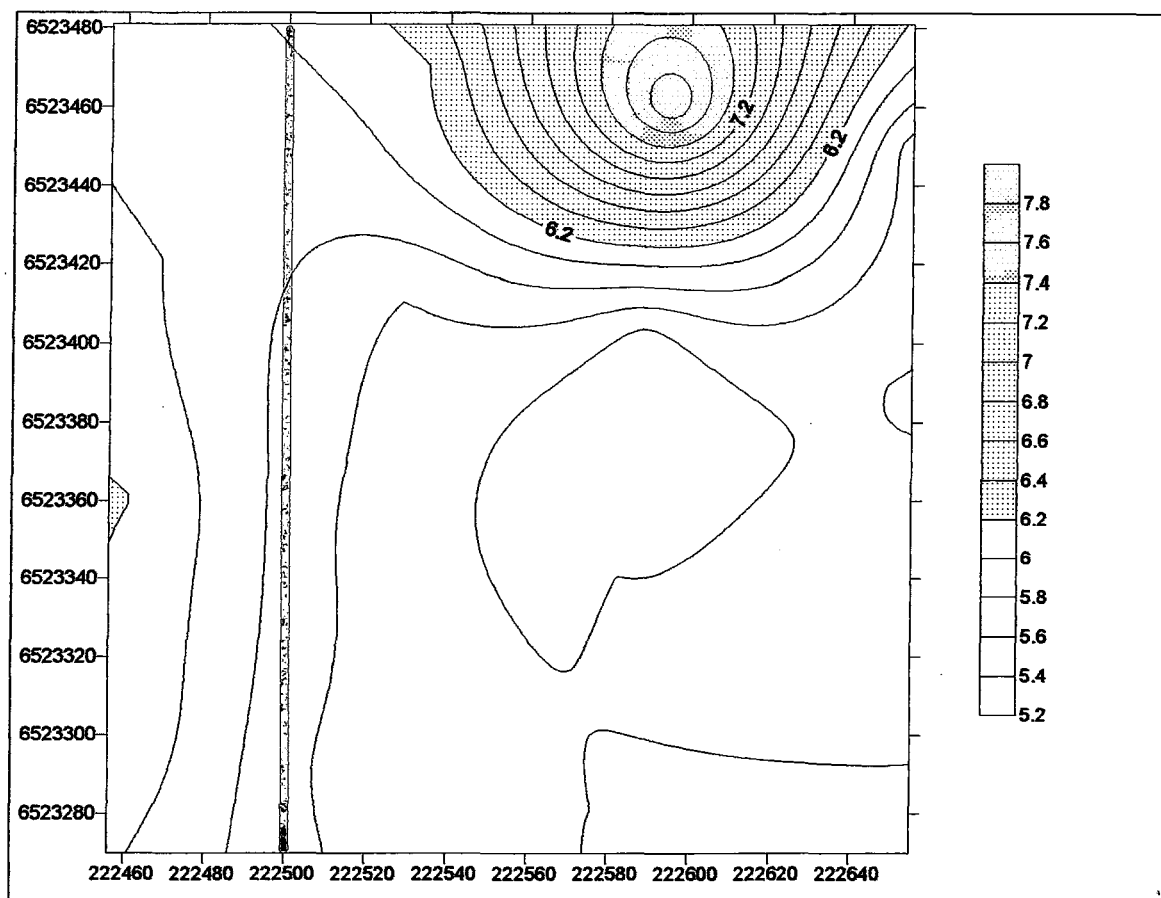


Figura 5.4 - Distribuição espacial dos valores de pH na área avaliada em Hulha Negra. A linha azul separa a terra úmida (à esquerda) da terra não úmida (à direita)

A seqüência de horizontes é A, B e C com as seguintes características morfológicas:

- horizonte A com aproximadamente 25 cm de espessura, de coloração bruno-avermelhado escuro. A textura é franca e a estrutura maciça que se desfaz em fraca pequena granular e grãos simples. É friável, plástico, ligeiramente pegajoso com transição abrupta e plana.
- horizonte B com aproximadamente 15 cm de espessura de coloração cinzento muito escuro com mosqueado, devido à oxidação provocada pelo ar que entra pelos canais das raízes. É argiloso. Na porção inferior do B a estrutura é em blocos angulares formada pela intersecção das superfícies de deslizamento ("slickensides"). É muito plástico e muito pegajoso com transição gradual e plana para o horizonte C.

- horizonte C de coloração cinzento escuro e textura franco siltosa. Observa-se grande quantidade de superfícies de deslizamento ("slickenslides") que, ao se interceptarem provocam estrutura angular em que os agregados apresentam aspecto de cunha. É muito plástico e muito pegajoso.
- horizonte R, representado pelos siltitos e argilitos ligeiramente decompostos apresentando textura franco siltosa.

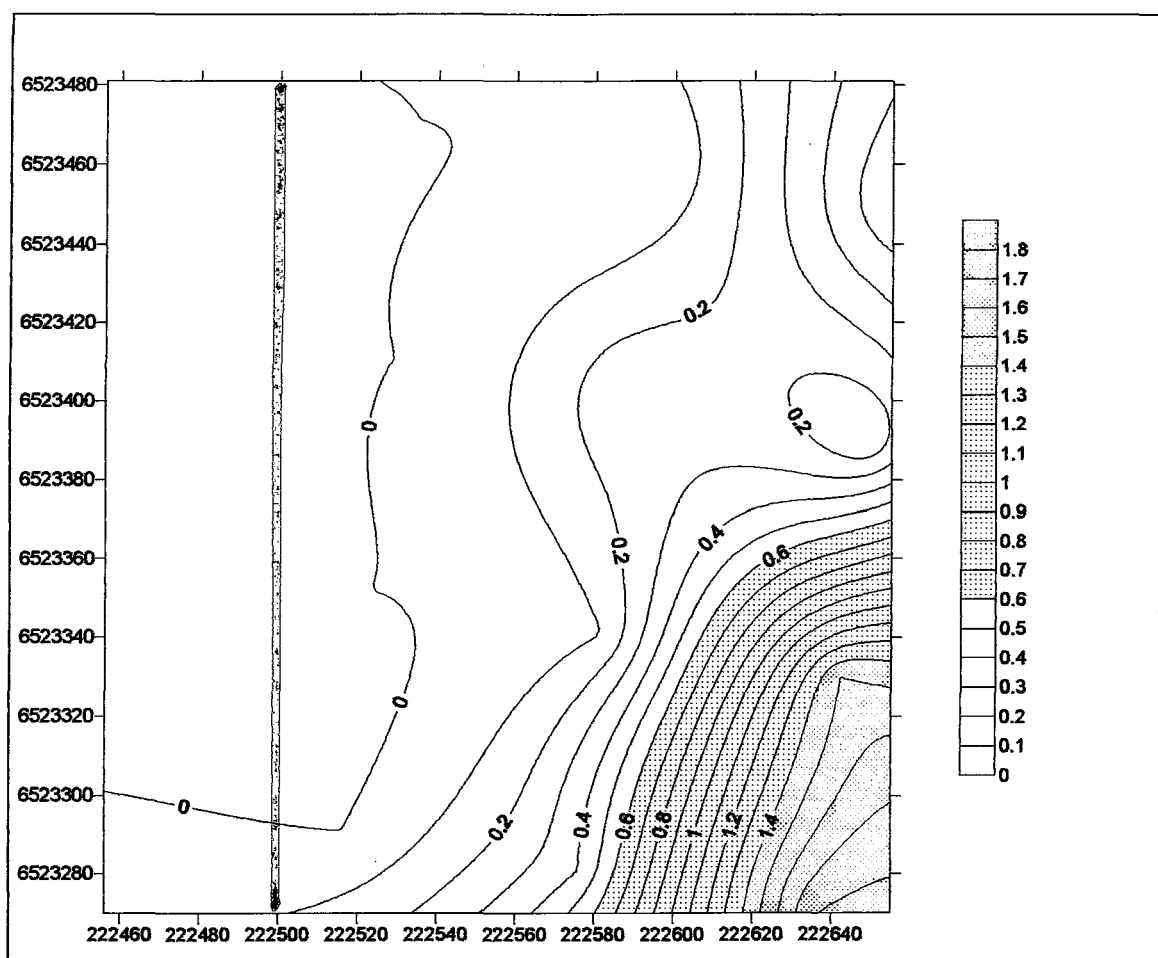


Figura 5.5 - Distribuição espacial dos teores de alumínio na área avaliada em Hulha Negra. A linha azul separa a terra úmida (à esquerda) da terra não-úmida (à direita)

As características químicas são:

- Capacidade de permuta de cátions: o valor T é alto já no horizonte A, aumentando com a profundidade.
- Saturação de bases: o valor V é alto, 65% no horizonte A, aumentando gradativamente com a profundidade, chegando a 100% no último horizonte;

- Bases permutáveis: a soma de bases apresenta valores altos no horizonte superficial, aumentando com a profundidade. Os teores de cálcio são altos e os de potássio baixos.
- Matéria orgânica: são médios os teores, ligeiramente superiores a 3% no horizonte superficial;
- Fósforo disponível: solos com baixos teores de fósforo disponível, sendo 3 ppm o maior valor do perfil;
- Alumínio trocável: solos praticamente livres da acidez nociva;
- pH: são solos ácidos no horizonte superficial, diminuindo gradativamente essa acidez com a profundidade, chegando a 8,1 no último horizonte (rocha matriz).

A unidade de mapeamento Santa Tecla atualmente é classificada como **Argissolo Vermelho distrófico típico** (EMBRAPA, 1999; STRECK et al., 2002). Nas classificações anteriores era enquadrada como Solos com horizonte B textural e argila de atividade baixa (não hidromórfico); laterítico bruno avermelhado eutrófico, textura argilosa, relevo ondulado, substrato arenito; paleudalf; eutric nitosols (BRASIL, 1973).

As características gerais desta unidade de mapeamento são as seguintes: solos profundos, de coloração vermelha escura a bruno avermelhada escura, com teores elevados da fração areia, principalmente no horizonte A e argilosos no horizonte B.

Quimicamente são ácidos, com saturação de bases média, pobres em matéria orgânica e na maioria dos nutrientes disponíveis.

São solos podzolizados, apresentando seqüência de horizontes A, B e C, cujas características morfológicas são:

- horizonte A profundo, aproximadamente 70 cm de coloração bruno avermelhado escuro. A textura é franco arenoso, com teores elevados de areia (75% no Ap) e a estrutura é granular, fracamente desenvolvida. É friável em todo o horizonte, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso. A transição para B é gradual e plana;
- horizonte B bem desenvolvido, espesso, representado pelo B₂ de coloração vermelho escuro a bruno avermelhado escuro e textura argilosa

a argilo-arenosa. A estrutura é fraca a moderadamente desenvolvida em blocos subangulares.

As características químicas são:

- Capacidade de permuta de cátions: o valor T é médio a alto, sendo de 20 de solo no horizonte superficial, aumentando à medida que o perfil se aprofunda;
- Saturação de bases: a saturação de bases é média, pouco superior a 70;
- Bases permutáveis: o valor S é de médio a alto, aumentando à medida que o perfil se aprofunda. O potássio apresenta também teor baixo nos horizontes superficiais de solo, nos horizontes inferiores, tais valores decrescem ainda mais;
- Matéria orgânica: solos arenosos, pobres em matéria orgânica, com menos de 2,5%
- Fósforo disponível: baixos teores, em torno de 4ppm.
- Alumínio trocável: no horizonte A 1 mE/100 g de solo, no horizonte B esses valores são bem mais elevados, chegando a 2,5 mE/100 g de solo);
- pH: solos moderadamente ácidos no A, com pH em água de 5,5 e fortemente ácidos no resto do perfil.

5.4. Identificação e Caracterização da Vegetação

A vegetação das áreas avaliadas pode ser separada em espécies dominantes e espécies acompanhantes (tabela 5.5.)

Em cada banhado foi observada a predominância de algumas espécies que são típicas e características daquelas áreas. É importante salientar que as espécies dominantes e as acompanhantes não se repetem de um local para outro.

Como as comunidades vegetais e os solos se desenvolvem conjuntamente, mantendo constante intercâmbio recíproco, existe entre ambos relações muito estreitas (BRAUN-BLANQUET, 1979).

Tabela 5.5 - Espécies dominantes e acompanhantes em duas terras úmidas do Estado do Rio Grande do Sul

localidade	espécies dominantes	espécies acompanhantes
Taim	<i>Leersia hexandra</i> , <i>Salvinia herzogii</i> , <i>Scirpus californicus</i> , <i>Paspalum</i> sp.	<i>Alternanthera philoxeroides</i> , <i>Axonopus</i> sp., <i>Azolla caroliniana</i> , <i>Baccharis trimera</i> , <i>Bromelia</i> <i>antiacantha</i> , <i>Cyperus entrerianus</i> , <i>Drosera brevifolia</i> , <i>Hydrocotyle</i> <i>bonariensis</i> , <i>Lemna valdiviana</i> , <i>Limnobium laevigatum</i> , <i>Paspalum</i> sp., <i>Pistia stratiotes</i> , <i>Scirpus</i> <i>giganteus</i> , <i>Solidago chilensis</i> , <i>Spirodela intermedia</i> , <i>Sporobulus</i> <i>indicus</i> , <i>Wolffella oblonga</i> , <i>Zizaniopsis bonariensis</i>
Hulha Negra	<i>Scirpus giganteus</i> e <i>Eryngium</i> <i>pandanifolium</i>	<i>Axonopus</i> sp., <i>Leersia hexandra</i> , <i>Cynodon dactylon</i> , <i>Cyperus</i> <i>entrerianus</i> , <i>Eryngium horridum</i> , <i>Eupatorium buniifolium</i> , <i>Pennisetum</i> <i>clandestinum</i> , <i>Solidago chilensis</i> , <i>Sporobulus indicus</i>

5.4.1. Taim

A área do banhado é constituída por quatro espécies co-dominantes: *Leersia hexandra* Sw., *Paspalum* sp., *Salvinia herzogii* de la Sota e *Scirpus californicus* (C.A. Mey.) Steud.

A espécie *Leersia hexandra* pertence à família Gramineae (Poaceae). Trata-se de planta perene, aquática enraizada, entouceirada, rizomatosa, de colmos ocos, geralmente prostrada com enraizamento na base e a parte superior ereta, de 20 a 50cm de altura. Tem as margens das folhas cortantes e inflorescências (panículas) apenas terminais. Propaga-se por sementes e rizomas (LORENZI, 2000a). São plantas anfíbias, submersas, emergentes ou flutuantes em todos os corpos d'água. Floresce e frutifica no verão e outono, ocorrendo em todo o Rio Grande do Sul (IRGANG & GASTAL JR., 1996). Tem como nome popular "grama-boiadeira". É planta freqüente em todo o país infestando terrenos pantanosos, canais de irrigação e drenagem, beiras de lagoas, represas e lavouras de arroz irrigado. Diferencia-se da *Luziola peruviana*, que também é chamada "grama-boiadeira", por possuir margens cortantes ao contrário dessa.

O gênero *Paspalum* é um dos mais comuns nos campos do Rio Grande do Sul. Diversas espécies ocorrem nas terras úmidas, dentre as quais *P.distichum* L.,

P.hydrophyllum Henrard e *P.pumilum* Nees. Não foi possível identificar a espécie recolhida, sendo provável que seja uma dessas.

A espécie *Salvinia herzogii* pertence à família Salviniaceae. Trata-se de uma pteridófita, flutuante livre em todos os corpos d'água. É, provavelmente, a macrófita aquática mais abundante (IRGANG & GASTAL JR., 1996). Cresce flutuando livremente nos corpos de água doce, como lagoas, canais, banhados, servindo de abrigo para pequenos invertebrados. Propaga-se tanto por meio de esporos como vegetativamente, liberando pedaços da planta que são separados pela ação das ondas. É bastante freqüente em mananciais de água parada, bem como em canais com pouca movimentação. Forma grandes infestações que cobrem toda a superfície da água, bloqueando a passagem de luz solar e interferindo no ecossistema aquático. É grande produtora de biomassa (LORENZI, 2000a).

A espécie *Scirpus californicus* pertence à família Cyperaceae. Trata-se de planta perene, emergente em lagoas, rios e banhados, abundante em todo o Rio Grande do Sul. Floresce e frutifica na primavera e verão (BARROS, 1960; CORDAZZO & SEELIGER, 1995; IRGANG & GASTAL JR., 1996). Popularmente é conhecida como "junco".

Geralmente forma "cinturões" nas margens das lagoas onde predomina e retém inúmeras outras espécies. Devido ao vento, que nessas regiões vêm de Nordeste, os "cinturões" se formam, principalmente, no lado Sudoeste, oposto ao sentido do mesmo (SCHWARTZBOLD, 1982).

A área identificada como terra não-úmida é dominada por *Paspalum* sp. e *Baccharis trimera*.

5.4.3. Hulha Negra

A área do banhado é constituída por duas espécies co-dominantes, *Scirpus giganteus* Kunth e *Eryngium pandanifolium*. Cham & Schtdl (figura 5.6).



Figura 5.6 - Vista das inflorescências de *Scirpus giganteus*, dentro do banhado de Hulha Negra

A espécie *Scirpus giganteus* pertence à família Cyperaceae. Trata-se de planta perene, anfíbia ou emergente em lagoas, rios e banhados. Floresce e frutifica na primavera, verão e outono (IRGANG & GASTAL JR., 1996), sendo abundante no litoral do Rio Grande do Sul. Tem como nomes populares "palha", "tiririca" e também "grama-cortadeira". Apesar das folhas cortantes é comida pelo gado, oferecendo proteção para nidificação de aves (CORDAZZO & SEELIGER, 1995)

A espécie *Eryngium pandanifolium* pertence à família Umbelliferae. Trata-se de planta perene, ereta, subarborescente, com muitos espinhos agressivos, de folhas principalmente basais de margens espinhosas, com 1 a 2,5m de altura. Propaga-se por sementes e rizomas (LORENZI, 2000a). Anfíbia ou emergente em banhados, lagos, beira de lagos e rios. Floresce e frutifica no verão e outono (IRGANG & GASTAL JR., 1996), sendo abundante em todo o Estado do Rio Grande do Sul. Tem como nome popular "caraguatá-do-banhado" e "gravatá-do-banhado" (figura 5.7).



Figura 5.7 - Vista de *Eryngium pandanifolium* tendo à frente uma moita de *Scirpus giganteus*, no limiar da parte mais úmida do banhado de Hulha Negra.

É considerada planta indesejável quando cresce em beiras de lagoas, canais de drenagem e pastagens, pois interfere no aproveitamento dos mesmos, além de causar ferimentos nos animais e homens. Tolera solos ácidos formando densas infestações de população pura. Sua parte aérea seca no inverno vindo a rebrotar na primavera seguinte (LORENZI, 2000a). Depois de instalada em uma área dificilmente será erradicada.

5.5. Delineamento das Terras Úmidas

O delineamento das terras úmidas permanece como uma questão fundamental para a sociedade humana. A vontade e a necessidade de separar "água" de "terra" aparece já no livro do Gênesis (1, versículos 9 e 10):

"E disse Deus: ajuntem-se as águas debaixo do céu em um lugar; e apareça a porção seca. E assim foi.
E chamou Deus à porção seca Terra, e ao ajuntamento das águas chamou Mares. E viu Deus que isso era bom."

No entanto, parte dessas águas e dessas terras insistiram em permanecer juntas, sendo até hoje objeto de investigação e fonte de trabalho para muitos profissionais.

A necessidade de se delinear as terras úmidas é grande para fins de programas de preservação. A noção de que as mesmas sempre constituem ecótonos, e portanto, estão entre o ambiente aquático e o terrestre é correntemente aceita. Assim, é preciso que se tenham metodologias que permitam identificar com mais precisão o que é ambiente aquático, o que é terra seca e o que é terra úmida.

Para que se possa gerenciar da melhor forma possível tanto as águas como as terras, é necessário que se consiga estabelecer a fronteira entre as mesmas, para que a cada porção seja dado o melhor destino.

5.5.1. A Campo

Os métodos de delineamento de terras úmidas a campo sempre requerem que o investigador determine se a vegetação é ou não hidrófita. Todas as plantas que suportam por um determinado tempo da estação de crescimento, alagamento ou saturação do solo, são incluídas nesta categoria (ENVIRONMENTAL LABORATORY, 1987).

Há alguns anos foram organizadas nos E.U.A. listas de espécies vegetais que podem ser encontradas nas terras úmidas, já havendo-as disponíveis para cada Estado (GILBERT et al. 1999). Para tanto, há uma lista que indica se a planta é obrigatória de terra úmida (OBL) - quando a probabilidade de encontrar-se tal espécie em banhado é de 99%; facultativa de terra úmida (FACW) - quando a probabilidade de encontrar-se tal espécie em banhado é de 68%; facultativa de terra não-úmida (FAC) - quando a probabilidade de encontrar-se tal espécie em banhado é de 32%; e obrigatória de terra não-úmida (UPL) - quando a probabilidade de encontrar-se tal espécie em banhado é de 1% (COWARDIN et al, 1979).

No Brasil não existe tal lista. Sem essa discriminação das espécies em classes quanto à sua presença obrigatória, facultativa ou ausência, nas terras úmidas, é impossível calcular-se os índices de prevalência (isto é, a percentagem de espécies

que é obrigatória de terras úmidas, facultativa de terras úmida e facultativas de terras secas) e a média ponderada (isto é, a média ponderada de plantas indicadoras de terras úmidas sobre o total da vegetação).

Mesmo em locais onde existem essas listas, seu emprego ainda dá margem a interpretações variadas. A principal fonte de erro em tais procedimentos é a identificação equivocada das espécies vegetais.

No Pantanal do Mato Grosso, uma ordenação e classificação das formações vegetais foi feita por PINDER & ROSSO (1998). Coletando dados em dez locais de fisionomia distinta durante as estações de chuva, de cheia e de seca, e aplicando os Índices de Similaridade de Jacard e o Índice de Distância de Bray Curtis, foi possível agrupar as unidades amostrais em grupos similares. Em uma base quantitativa quatro grupos de formações vegetais foram significativamente distintos: (i) banhados/açudes e baixadas alagadas; (ii) campos baixos; (iii) campos altos/arbustos; (iv) orlas de florestas. Estas formações foram ordenadas ao longo de um gradiente topográfico a partir das depressões com água permanentemente acumulada (banhados) passando por baixadas inundadas sazonalmente (campos e arbustos) até pequenas elevações de solo arenoso que ficam além do nível de cheia (florestas). Ainda que o hidroperíodo pareça ser a mais importante das variáveis, a distribuição das espécies vegetais foi mais provavelmente explicada pela interação de fatores adicionais, tais como tipo de solo e hábito de crescimento das espécies. Poucas espécies puderam ser usadas como indicadoras de condições edáficas e hidrológicas. Para banhados/açudes e baixadas alagadas: *Eleocharis elegans*, *Aeschynomene fluminensis*, *Hydrolea spinosa* e *Hymenachne amplexicaulis*; Para as baixadas inundadas: *Cyperonia castaneifolia*, *Diodia kuntzei* e *Eleocharis acutangula*. O procedimento foi considerado como adequado para, com algumas melhorias, ser aplicado como ferramenta auxiliar para o gerenciamento e inventário do Pantanal e de outros "habitats" palustres.

Essa classificação não atribuiu às espécies o caráter obrigatório ou facultativo em terras úmidas, mas já é um pré-ordenamento, pois utilizou algumas plantas como indicadoras de condições de solo e hidroperíodo de terra úmida.

O estabelecimento da fronteira "terra úmida/terra não-úmida" sempre apresenta dificuldades pois há uma tendência a se enquadrar as terras úmidas como ecótonos (transição terra não-úmida/"habitat" aquático).

Como os ecótonos fazem parte das paisagens em áreas de transição e desempenham mais de uma função na dinâmica do ecossistema, o estabelecimento de suas fronteiras se torna de muita importância no planejamento de uso dessas áreas. Esse delineamento depende do tipo de interesse envolvido, do método estatístico empregado, mas também da resolução temporal e espacial associada aos dados disponíveis. Diversas abordagens são possíveis, dentre elas os Sistemas de Informação Geográfica, Sensoriamento Remoto e Estatística (FORTIN et al., 2000).

O delineamento da fronteira de uma terra úmida é uma tentativa de determinar o exato local onde esta termina e onde começa a terra seca. O estabelecimento desta fronteira é um passo administrativo importante na preservação das funções das mesmas e de seus valores, e requer processos de planejamento de uso da terra para assegurar as propostas de desenvolvimento legítimo que sejam julgadas justas e equitativas (PEARSELL & MULAMOOTTIL, 1994). Estes autores propuseram uma comparação entre os métodos de delineamento empregados em seu país, pois julgaram que há uma falta geral de compreensão dos processos que ocorrem nas terras úmidas e dificuldades da pesquisa científica de fazer previsões sobre os efeitos do desenvolvimento nas fronteiras das terras úmidas. Avaliaram não apenas os métodos, mas os resultados obtidos pelos diversos encarregados das avaliações, concluindo que 75% dos avaliadores não foram capazes de identificar um uso compatível para as terras identificadas. Isso demonstra a necessidade de se ter uma metodologia menos subjetiva.

Diversos métodos foram desenvolvidos para a identificação e delineamento de terras úmidas, para enquadramento nos programas reguladores dos Estados Unidos. Dentre tantas propostas há a de TINER (1993) denominada "Método dos Indicadores Primários" (Primet). Esta proposta é uma alternativa aos métodos existentes e baseia-se na premissa de que cada terra úmida em sua condição natural não drenada possui pelo menos uma única e distintiva característica que permite diferenciá-la das terras secas adjacentes. O método se apoia no uso de características singulares de vegetação e solos para a identificação e delineamento.

O método é eficiente e não requer descrições detalhadas de comunidades vegetais nem de classes taxonômicas de solo. Porém não pretende diminuir a necessidade de estudos fitossociológicos nem as descrições detalhadas de solos, mas somente produzir delineamentos de terras úmidas de forma reproduzível, precisa e consistente com o mínimo esforço.

Com a finalidade de facilitar o trabalho, novas tecnologias vem sendo usadas associadas ou não aos métodos tradicionais de avaliação. CARTER et al. (1988) determinaram as fronteiras de uma terra úmida com base em médias ponderadas de vegetação coletada em quatro transectos. Este método porém não possibilita estabelecer a divisa exata da terra úmida com a terra seca, mas permite chamar a atenção para a transição entre um ecossistema e outro, necessitando de informações complementares para atingir o objetivo.

A correlação entre o tipo de comunidade vegetal e as características de solo pode ser identificada para auxiliar no estabelecimento dos limites de uma terra úmida e uma terra não-úmida. Partindo desta premissa BEST et al. (1990) examinaram a vegetação e os solos em alguns locais no norte do Estado da Flórida (E.U.A.). Neste estudo envolveram quatro solos hidromórficos e dois não hidromórficos. A vegetação foi avaliada com o emprego de cálculos de médias ponderadas, com valores indicadores já publicados para cada espécie vegetal. Estas médias geraram um ordenamento das comunidades vegetais em acordo, em linhas gerais, com o caracter hidromórfico dos solos.

ATKINSONS et al. (1993) basearam-se em médias ponderadas de vegetação como principal componente para delineamento de uma terra úmida construída, tendo concluído que estas informações são suficientes para delimitar sua extensão. Estes autores optaram por tal método pois consideraram-no de mais fácil e rápida execução do que acompanhar as condições hidrológicas do local. A estimativa de percentagem de plantas de terras úmidas e plantas de terras secas foi similar empregando nos cálculos apenas informações sobre a vegetação como combinando essas informações com hidrologia. A vegetação que coloniza uma terra úmida pode responder tanto à hidrologia local como ao solo, podendo fornecer indicativos das condições da mesma, ainda em um estágio inicial de sua formação.

Por outro lado, DAVIS et al. (1996) não conseguiram delinear uma terra úmida a partir de médias ponderadas de vegetação, tendo sido necessário utilizar métodos que levam em conta características hidrológicas. Nesse trabalho a composição da vegetação, a morfologia do solo e a hidrologia foram caracterizados ao longo de um gradiente desde terras úmidas até terras secas (altas) em seis sítios florestais no Centro-Norte do Estado da Flórida para comparar os resultados obtidos com os métodos do Manual de Delineamento Federal para Terras Úmidas com dados de hidrologia de três a cinco anos. Em oito das nove comunidades vegetais a identificação e classificação da terra como úmida ou não, teve suporte nos dados hidrológicos. A falta de indicadores de solos hidromórficos e de vegetação hidrofítica em duas comunidades de terras secas (arbustiva e mista de arborea de madeira de lei "hardwood") concordou com a presença de lençol freático profundo. Seis comunidades vegetais típicas de terras úmidas foram confirmadas com indicadores de campo de hidrologia de terra úmida, vegetação hidrofítica e solo hidromórfico, estavam justamente localizadas em áreas inundadas ou com a lâmina d'água próxima à superfície na maioria dos anos em pelo menos 5% do tempo da estação de crescimento. Entretanto, uma das comunidades ("flatwoods") ficou caracterizada como terra úmida ou como terra seca, dependendo do método de delineamento empregado. Deste modo, o enquadramento de áreas de entorno às terras úmidas como parte desta, ou não, necessita do emprego de mais parâmetros além dos 5% do tempo de lâmina d'água à superfície durante a estação de crescimento.

Outras maneiras de se delinear as terras úmidas envolvendo características da comunidade vegetal e tipo de solo foram estudadas por SCOTT et al. (1989). Neste estudo, a maior parte dos solos hidromórficos realmente sustentava vegetação hidrofítica. Mas, por outro lado, 15% dos solos não-hidromórficos também sustentavam vegetação hidrófila. Isto aumenta as dificuldades para delimitar terras úmidas caso se empreguem métodos que levem em conta apenas um critério. Além disto, muitos locais com vegetação associada de terras úmidas e de terras secas, apresentavam solos com características intermediárias. De uma maneira geral, a vegetação hidrófita está em relação direta à presença de solos hidromórficos. As pequenas discrepâncias que ocorrem podem ser devidas à errônea identificação das plantas, resolução baixa dos mapas e nomenclatura dos solos, derivação de índices de vegetação sintéticos, e redução dos fenômenos multivariados a uma dicotomia

(hídrico – não hídrico) ou a um gradiente unidimensional (índice de terra úmida de 1 a 5).

Uma técnica de similaridade probabilística foi empregada para delimitar as fronteiras bióticas espaciais e temporais em duas terras úmidas do Centro-Oeste do Estado da Flórida por BOTTS & MCCOY (1993). Investigando simultaneamente a dinâmica das fronteiras temporais e espaciais, concluíram que estas variações podem ser usadas para identificar zonas de transição dentro das terras úmidas e podem ser usadas também para determinar, a partir de amostragens anuais, se as fronteiras da terra úmida permanecerão ou não estáveis por mais de um ano.

Os métodos para delineamento de terras úmidas sempre requerem que o pesquisador determine se a vegetação é ou não hidrófita. Duas técnicas largamente empregadas para isso envolvem relações de dominância (isto é, a percentagem de espécies que é obrigatória de terras úmidas, facultativas de terras úmidas e facultativas de terras secas) e índices de prevalência (isto é, a média ponderada de plantas indicadoras de terras úmidas sobre o total da vegetação). WEAKELEY & LICHVAR (1997) amostraram diversos locais e calcularam tais índices. Concluíram que os resultados entre um ou outro método apresentam discordância em 16% das áreas. Uma análise simulada, demonstrou que à medida que aumenta a complexidade da comunidade vegetal, aumentam os erros de delineamento.

Como o delineamento de terras úmidas é uma questão que envolve diversos interesses e freqüentemente provoca polêmica, o governo da Flórida encomendou um trabalho que servisse de base para comparação, em termos de classificação e delineamento de terras úmidas, para questões futuras. GILBERT et al. (1999), para tanto, constituíram um rede de terras úmidas, abrangendo todos os tipos que ocorrem naquele Estado, classificando-as e estabelecendo suas fronteiras. Estas áreas estão preservadas e não sujeitas ao gerenciamento humano, para que possam permanecer como testemunhas do tipo de terra úmida, para futuras comparações, onde servirão como padrão. A manutenção destas reservas é de grande utilidade, pois as fronteiras “terra úmida” – “terra seca”, podem ser modificadas conforme a subjetividade que o critério em uso permita, ou com o treinamento do avaliador, bem como por força de alguma legislação que altere os parâmetros de identificação.

No Estado de Massachusetts, ALLEN (1999), informa que desde que a legislação estadual incorporou “outros indicadores de terra úmida” aos procedimentos de delineamento, a fronteira destas com as terras secas recuou. Com esta alteração nos parâmetros, boa parte das terras úmidas (principalmente as áreas de transição com terras secas) localizadas em encostas, onde normalmente já não ocorrem solos hidromórficos, mas a vegetação ainda é de caráter hidrófilo, perderam seu “status” de terra úmida.

5.5.1.1. Taim

O delineamento de terra úmida para a área avaliada no Banhado do Taim e a determinação das espécies dominantes estão representados na figura 5.8 e tabela 5.6, respectivamente.

Algumas das espécies dominantes determinadas são nitidamente obrigatórias de terras úmidas, como a *Leersia hexandra* (que de fato é planta aquática). No entanto, *Baccharis trimeria* ocorre, preferencialmente, em áreas não úmidas e *Paspalum*, dependendo da espécie, pode ser ou não obrigatória de terra úmida.

Tivesse o delineamento dessa terra úmida se baseado exclusivamente nas características de solo, toda a área investigada seria classificada como tal, pois o solo é hidromórfico. No entanto, ao se delinear utilizando a comunidade vegetal como critério principal, ocorrem algumas modificações. Partes da área deixam de ser “terra úmida” e passam a “terra não-úmida” (campo). Essa discrepância é devida a não existir uma lista de espécies de terras úmidas brasileiras que indique o “status” de cada espécie

O delineamento obtido com o método proposto, baseando-se principalmente na comunidade vegetal, permitiu separar-se a área em: (a) terras úmidas: comunidade de *Drosera* sp; comunidade de *Bromelia antiacantha*; comunidade de *Axonopus* sp. Essas três comunidades formam um conjunto que pode ser identificado, de acordo com os critérios em uso, como banhado (terra úmida). A comunidade de *Leersia hexandra*, pode ser identificada como terra úmida ou como “habitat” aquático, visto que se encontra em condições de solo saturado; (b) terras não-úmidas: comunidade

de *Paspalum* sp; comunidade de *Baccharis trimera*. Essas comunidades estão presentes em boa parte das áreas de campo das áreas do entorno da ESEC Taim e são o exemplo típico de vegetação nativa das partes não saturadas com água. Em função da drenagem que foi feita há alguns anos, é a comunidade que mais se beneficiou e aparentemente mais avança sobre as áreas que anteriormente eram banhadas. Essa afirmação, no entanto, somente poderá ser comprovada com um estudo de longa duração de sucessão vegetal.

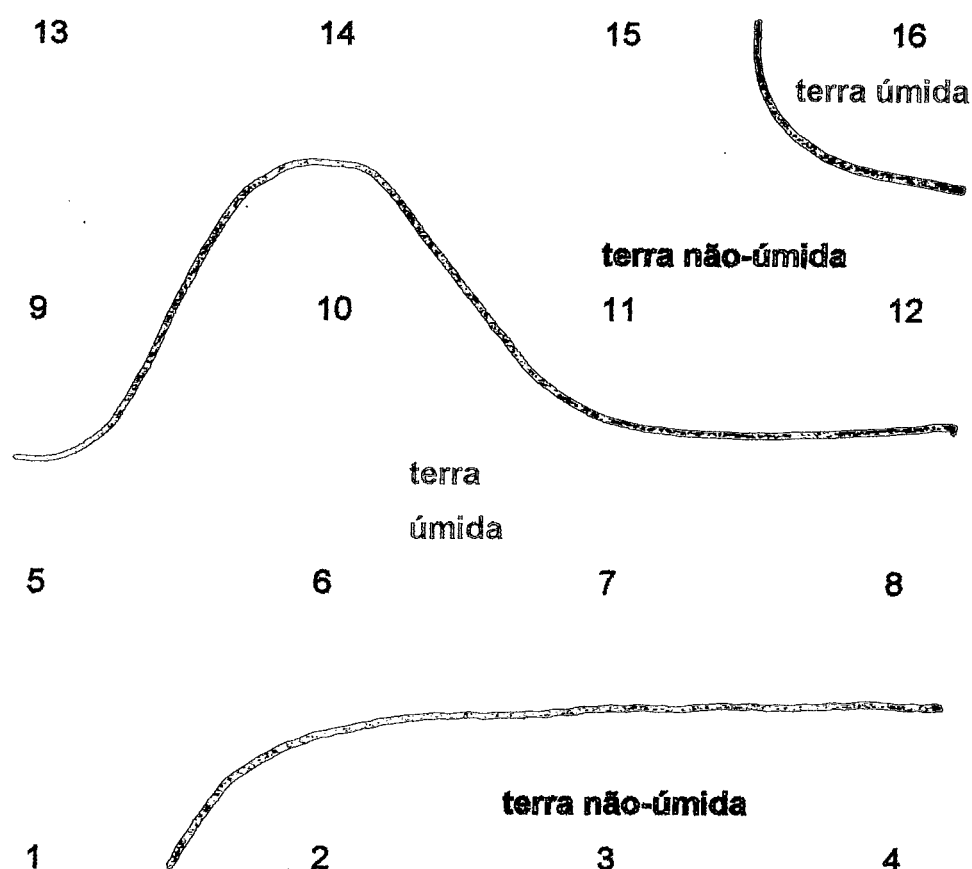


Figura 5.8 - Delineamento de terra úmida no Banhado do Taim e pontos de amostragem de vegetação e solo. A linha azul separa a terra úmida da terra não-úmida

Alterações provocadas desde há muito tempo com a introdução de herbívoros, continuada em tempo mais recente com a drenagem e nivelamento dos banhados para o cultivo de arroz, afetando o hidroperíodo e o regime hídrico do Banhado do Taim, e posteriormente com a introdução de novas espécies forrageiras, causaram e continuam causando, modificações na flora local.

Tabela 5.6 - Espécie(s) dominante(s) e codominante(s) na terra úmida delimitada no Banhado do Taim

ponto	espécie(s) dominante(s)	estrato	espécie(s) codominante(s)	estrato
1	<i>Drosera sp.</i>	herbáceo	<i>Sporobulus indicus</i> , <i>Cyperus entrerianus</i>	herbáceo
2	<i>Paspalum sp</i>	herbáceo		
3	<i>Paspalum sp</i>	herbáceo	<i>Baccharis trimera</i>	arbustivo
4	<i>Paspalum sp</i>	herbáceo	<i>Baccharis trimera</i>	arbustivo
5	<i>Bromelia antiacantha</i>	arbustivo	<i>Cyperus entrerianus</i> , <i>Axonopus sp</i>	herbáceo
6	<i>Axonopus sp</i>	herbáceo	<i>Cyperus entrerianus</i>	herbáceo
7	<i>Leersia hexandra</i>	aquático	<i>Scirpus californicus</i> , <i>Salvinia herzogii</i>	arbustivo/ aquático
8	<i>Leersia hexandra</i>	aquático	<i>Scirpus californicus</i> , <i>Salvinia herzogii</i>	arbustivo/ aquático
9	<i>Baccharis trimera</i>	arbustivo	<i>Paspalum sp</i> , <i>Hydrocotyle bonariensis</i>	herbáceo
10	<i>Leersia hexandra</i>	aquático	<i>Scirpus californicus</i> , <i>Alternanthera philoxeroides</i>	arbustivo/ aquático
11	<i>Paspalum sp</i>	herbáceo		
12	<i>Paspalum sp</i>	herbáceo		
13	<i>Baccharis trimera</i>	arbustivo	<i>Paspalum sp</i> , <i>Hydrocotyle bonariensis</i>	herbáceo
14	<i>Baccharis trimera</i>	arbustivo	<i>Paspalum sp</i> , <i>Hydrocotyle bonariensis</i>	herbáceo
15	<i>Baccharis trimera</i>	arbustivo	<i>Hydrocotyle bonariensis</i> , <i>Paspalum sp</i>	herbáceo
16	<i>Leersia hexandra</i>	aquático	<i>Scirpus californicus</i> , <i>Alternanthera philoxeroides</i>	arbustivo/ aquático

5.5.1.2. Hulha Negra

O delineamento de terra úmida para a área avaliada em Hulha Negra e a determinação das espécies dominantes estão representados na figura 5.9 e tabela 5.7, respectivamente.

O delineamento a campo do banhado de Hulha Negra foi menos sujeito a dúvida e foi obtido em menos tempo do que o do Taim. A comunidade vegetal identificada na área úmida (*Scirpus giganteus* e *Eryngium pandanifolium*) é composta nitidamente por espécies de terras úmidas. A vegetação identificada na área de terra não-úmida, é compatível com uma classificação de plantas de áreas secas (ou pelo menos de áreas não úmidas). Além disso, verificou-se a presença de tipos de solo específicos para cada situação, o que facilitou o estabelecimento dos limites da terra úmida.

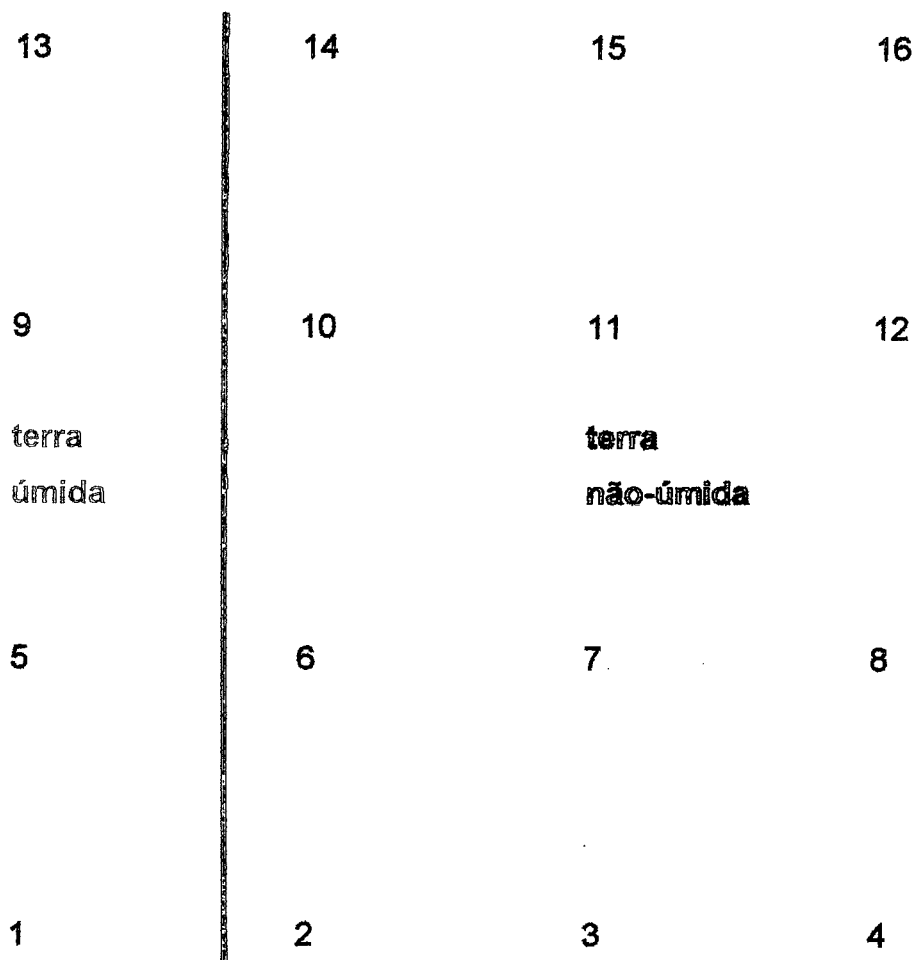


Figura 5.9 - Delineamento de terra úmida em Hulha Negra e pontos de amostragem de vegetação e solo - fronteira marcada por linha azul

O delineamento obtido com o método proposto, baseando-se principalmente na comunidade vegetal, permitiu identificar as seguintes: (a) terras úmidas: uma única comunidade mista de *Scirpus giganteus* e *Eryngium pandanifolium*; (b) terras não úmidas: comunidade mista constituída em proporções variadas por *Solidago chilensis* e *Eupatorium buniifolium* (campo sujo); comunidade dominada por *Eragrotis plana* (campo invadido por "capim Annoni").

No estágio atual a tendência aparente (observação das áreas no entorno) é de que a vegetação característica desse banhado fique restrita às partes mais úmidas ou mesmo às saturadas com água. As áreas intermediárias (ainda classificadas como terra úmida) tendem a ser invadidas pelas espécies de campo sujo que são muito agressivas e colonizadoras. Nas partes altas das coxilhas (terra não-úmida evidente) tende a haver a invasão e completo domínio pelas espécies *Eragrotis plana* e *Cynodon dactylon*.

Tabela 5.7 - Espécie(s) dominante(s) e codominante(s) na terra úmida delimitada em Hulha Negra

ponto	espécie(s) dominante(s)	estrato	espécie(s) codominante(s)	estrato
1	<i>Scirpus giganteus</i> , <i>Eryngium pandanifolium</i>	arbustivo	<i>Leersia hexandra</i>	aquático
2	<i>Solidago chilensis</i>	arbustivo	<i>Cynodon dactylon</i> , <i>Pennisetum clandestinum</i>	herbáceo
3	<i>Eupatorium buniifolium</i>	arbustivo	<i>Cynodon dactylon</i> , <i>Pennisetum clandestinum</i>	herbáceo
4	<i>Leersia hexandra</i>	aquático		
5	<i>Scirpus giganteus</i> , <i>Eryngium pandanifolium</i>	arbustivo	<i>Leersia hexandra</i>	aquático
6	<i>Solidago chilensis</i>	arbustivo	<i>Cynodon dactylon</i> , <i>Pennisetum clandestinum</i>	herbáceo
7	<i>Cyperus entrerianus</i>	herbáceo	<i>Solidago chilensis</i>	arbustivo
8	<i>Solidago chilensis</i> , <i>Eupatorium buniifolium</i>	arbustivo	<i>Cynodon dactylon</i>	herbáceo
9	<i>Scirpus giganteus</i> , <i>Eryngium pandanifolium</i>	arbustivo	<i>Leersia hexandra</i>	aquático
10	<i>Eupatorium buniifolium</i>	arbustivo	<i>Cynodon dactylon</i> , <i>Pennisetum clandestinum</i>	herbáceo
11	<i>Eryngium horridum</i>	arbustivo	<i>Eupatorium buniifolium</i> , <i>Solidago chilensis</i>	arbustivo
12	<i>Eragrostis plana</i> , <i>Axonopus sp</i>	herbáceo	<i>Cynodon dactylon</i> , <i>Pennisetum clandestinum</i>	herbáceo
13	<i>Scirpus giganteus</i> , <i>Eryngium pandanifolium</i>	arbustivo	<i>Leersia hexandra</i>	aquático
14	<i>Solidago chilensis</i>	arbustivo	<i>Eupatorium buniifolium</i> , <i>Pennisetum clandestinum</i>	arbustivo/h erbáceo
15	<i>Eryngium horridum</i>	arbustivo	<i>Pennisetum clandestinum</i>	herbáceo
16	<i>Eragrostis plana</i>	herbáceo		

5.5.2. Por Sensoriamento Remoto

Os avanços na tecnologia e a redução nos preços tornaram uso de sensores remotos e sistemas de informações geográficas mais acessíveis para emprego na gestão dos recursos naturais.

A tecnologia de sensoriamento remoto vem sendo usada com a finalidade de delimitação. Entretanto, esta tem que ser complementada por conferência “in

loco” das condições indicadas pelas imagens. JENSEN et al. (1984) aplicaram esta técnica e compararam os resultados previstos pela interpretação das imagens obtidas de diversas bandas. Concluíram que 83% dos resultados puderam ser confirmados com o indicado nos mapas temáticos elaborados a partir de transectos. MELACK & HESS (1998) indicam que para cada tipo de comunidade vegetal ou regime hídrico há um tipo de sensor remoto mais apropriado. Esta técnica associada à coleta de dados de campo poderá propiciar maior exatidão na classificação e delineamento das terras úmidas.

O tipo de vegetação dá uma resposta espectral muito específica. Isso foi observado por SCHMIDT & SKIDMORE (2003) que conseguiram identificar 27 tipos de vegetação de terras úmidas litorâneas, utilizando a reflectância das mesmas nos comprimentos de onda desde o visível ao infravermelho. Esses autores sugerem que é possível identificar e prever alterações na vegetação a partir de informações obtidas por sensoriamento remoto (sejam de avião ou satélites), comparando-as com um banco de dados (uma "biblioteca" de assinaturas espectrais)

Uma visão mais ampla dos padrões e dos processos ecológicos é permitida pelo emprego de imagens de satélite. As condições e as tendências dos "habitats" costeiros e estuariais puderam ser observadas por KLEMAS (2001) a partir de alguns indicadores como a cobertura por água, zonas tampões ribeirinhas, linha da costa e modificações nas terras úmidas, verificados por meio de imagens do Landsat 7.

Para identificar a cobertura vegetal com taboa (*Typha* spp), RUTCHEY & WILCHEK (1999) utilizaram fotografia aérea em infra-vermelho e imagens do satélite Spot. Classificaram e delimitaram de acordo com as técnicas de imagem digital e aerofotogrametria, concluindo que há uma interação de quatro fatores de confundimento: profundidade da água/cor; impactos por fogo; composição de espécies do perifiton; e morfologia de crescimento de cada espécie. A comparação dos dados permitiu-lhes concluir que há uma superestimativa na área de *Typha* feita pela classificação de imagens do Spot.

O emprego de fotografias aéreas coloridas em escala natural e orto-fotografia digital foi comparado por BARRETE et al. (2000) quanto à exatidão no delineamento de fronteiras de terras úmidas florestadas. Ambos foram testados em relação ao

estabelecimento das fronteiras a campo. Com o emprego de orto-fotografia o desvio em relação às condições reais foi de 3,4 m enquanto que como o uso de fotografia aéreas foi de 4,5 m. Além disso, conferindo as fronteiras previstas pelos dois métodos com as condições estabelecidas a campo, verificaram que ambos os métodos subestimam a área, pois a linha divisória, na maior parte das vezes, ficou dentro da área considerada terra úmida.

A variação temporal das condições pode afetar o estabelecimento das fronteiras das terras úmidas. LUNETTA & BALOUGH (1999) utilizando imagens do Landsat TM conseguiram aumentar a precisão do delineamento (em relação ao estabelecido por método convencional a campo e por fotografia aérea) de 69%, quando utilizaram imagens de primavera, para 88% ao utilizarem também imagens em épocas que a vegetação estava desprovida de folhagem. Desse modo, se pode ampliar a qualidade das informações obtidas, usando imagens obtidas em mais de uma estação do ano.

Também quanto à época de obtenção das imagens, BAGHDADI et al. (2001), no Canadá, obtiveram resultados diferentes ao avaliarem por meio de Radar de Abertura Sintética (banda C), a classificação e delineamento de banhados. Foi possível obter uma melhoria na precisão, aumentando de 73% para 86% em função da adoção de outras épocas.

Onze cenas de imagens de Radarsat obtidas em um período de dois anos, foram utilizadas por TOWNSEND (2001) para delimitar a extensão de inundação em terras úmidas florestadas. O emprego dessas imagens associado ao uso de dados de poços de controle, tornou possível uma precisão de estimativa de 93,5% das áreas mapeadas. Ainda que o emprego das cenas de primavera-verão (vegetação com folhas) permitisse 89,1% de precisão, quando se usaram cenas de inverno (vegetação desprovida de folhagem), houve um aumento na precisão, que atingiu 98,1%. Os resultados obtidos permitiram concluir que as imagens Radarsat podem ser usadas para detectar inundações ou condições de alagamento de pequenas proporções, desde 10 cm abaixo do solo, até 10 cm de lâmina d'água, com uma precisão de 90,6%.

Na Austrália, um estudo envolvendo imagens de satélite e fotografias aéreas, obtidas em três estações do ano, permitiram em conjunto uma avaliação mais adequada das terras úmidas do que o uso de cada método isoladamente. À medida que se requer mais detalhes, o emprego de satélites se torna menos adequado. No entanto, tais imagens são muito úteis para o monitoramento de alterações nos regimes hídricos em nível regional (JOHNSTON & BARSON, 1993).

Desse modo, parece que o ideal para se conduzirem trabalhos de delineamento de terras úmidas, é que sejam empregados mais de um método. Esses devem ser complementares e os resultados obtidos irão variar em função da escala temporal e espacial. Assim, é recomendável que se usem imagens de satélite de mais de uma época (e de diversas bandas) para uma abordagem em nível regional, fotografias aéreas e avaliações a campo para nível local.

Outras fontes de erro nas avaliações feitas exclusivamente com o emprego de imagens de satélite são: (a) ao se georeferenciar as cartas geográficas, que normalmente se obtém do Serviço de Cartografia do Exército Brasileiro, em escala 1:50.000, pode ocorrer erro devido ao tamanho das linhas desenhadas no mapa e ao próprio manuseio dos equipamentos pelo operador. Por exemplo, o traçado de uma linha com um lápis sobre o mapa (se essa linha tiver 0,5mm de espessura), equivale a 25m. Como o "pixel" do satélite Landsat é de 30m, qualquer pequeno desvio no traçado é suficiente para causar erro. Para se reduzir esse tipo de erro seria necessário se dispor de cartas geográficas de escala 1:25.000 ou ainda menor; (b) o sistema de posicionamento no solo ("ground positioning system" = GPS), também tem um erro induzido pelo fabricante, além de uma deficiência técnica, devida ao posicionamento da constelação de satélites que fazem parte do sistema. O aparelho utilizado nesse trabalho, pode apresentar uma discrepância de 50m (o que é maior do que o "pixel") e assim ao se tomar as coordenadas geográficas do local avaliado, elas poderão não corresponder à realidade. Sugere-se o uso de GPS geodésico para a localização dos pontos a serem avaliados a campo, visando minimizar os erros de posicionamento; (c) o uso de imagens de satélite de maior resolução poderia melhorar a qualidade do trabalho. O satélite Spot pode fornecer "pixel" de 10m e o satélite Ikonos de 1m. Obviamente o emprego de imagens desses satélites aumentaria a precisão das informações, porém com um custo maior. Entretanto, dependendo do tipo de trabalho e da necessidade, esses custos

maiores talvez não fossem proibitivos. As avaliações feitas com esse tipo de imagem, certamente, seriam bem mais precisas e reduziriam a necessidade de trabalho de campo.

5.5.2.1. Taim

O delineamento do Taim feito através de imagens satelitárias, produziu os seguintes mapas temáticos, respectivamente, da época seca, época úmida e sobreposição de épocas (figuras 5.10, 5.11 e 5.12).

A área de classificada como campo reduziu-se grandemente da avaliação na época seca para a úmida, sendo ainda menor na sobreposição das mesmas. Isso parece confirmar as avaliações visuais de que, sendo campos planos e situados nas partes baixas do relevo, são facilmente inundáveis por ocasião de chuvas.

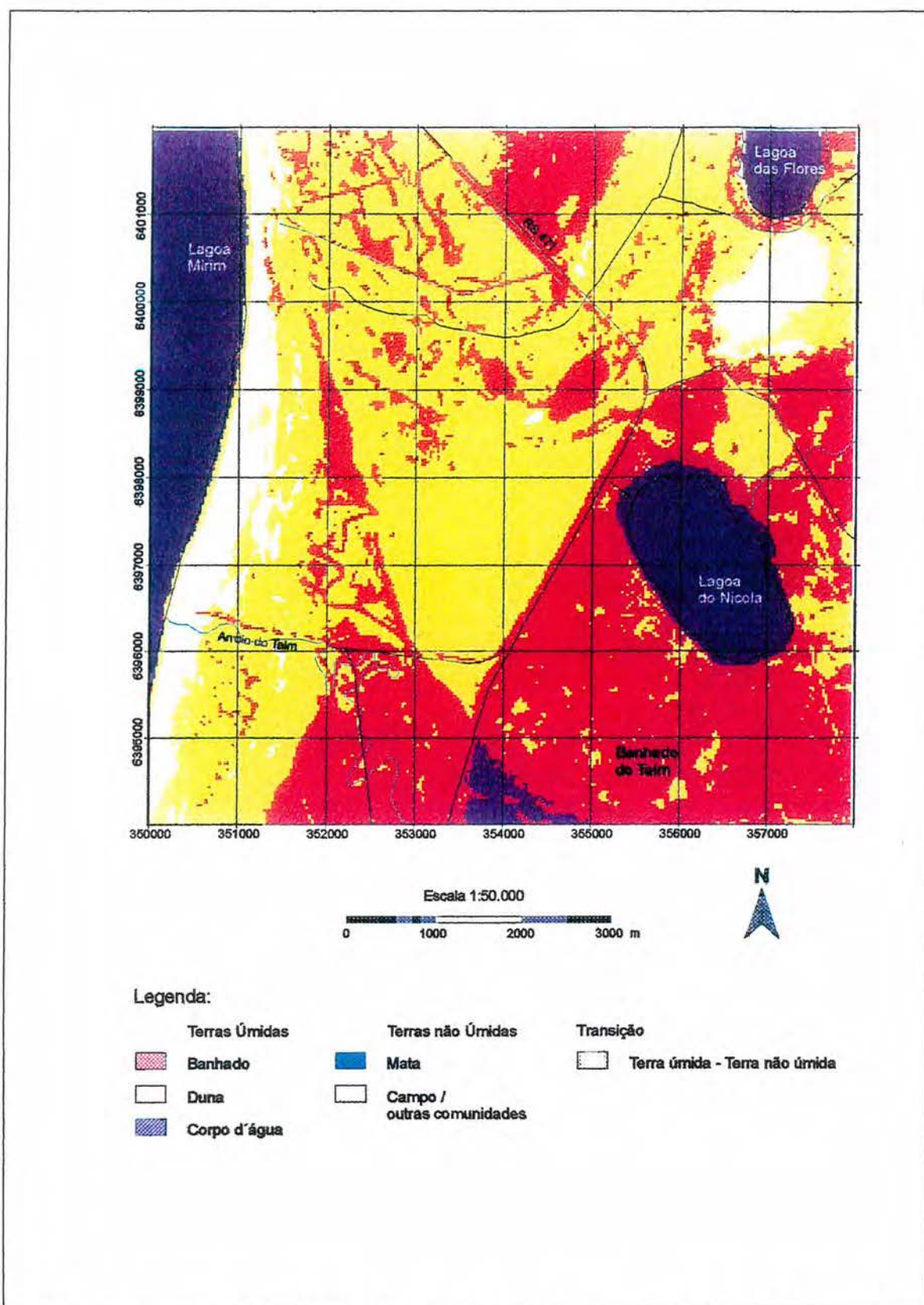


Figura 5.10 – Classes de cobertura de solos durante a época seca, Banhado do Taim, em 24 de fevereiro de 2000

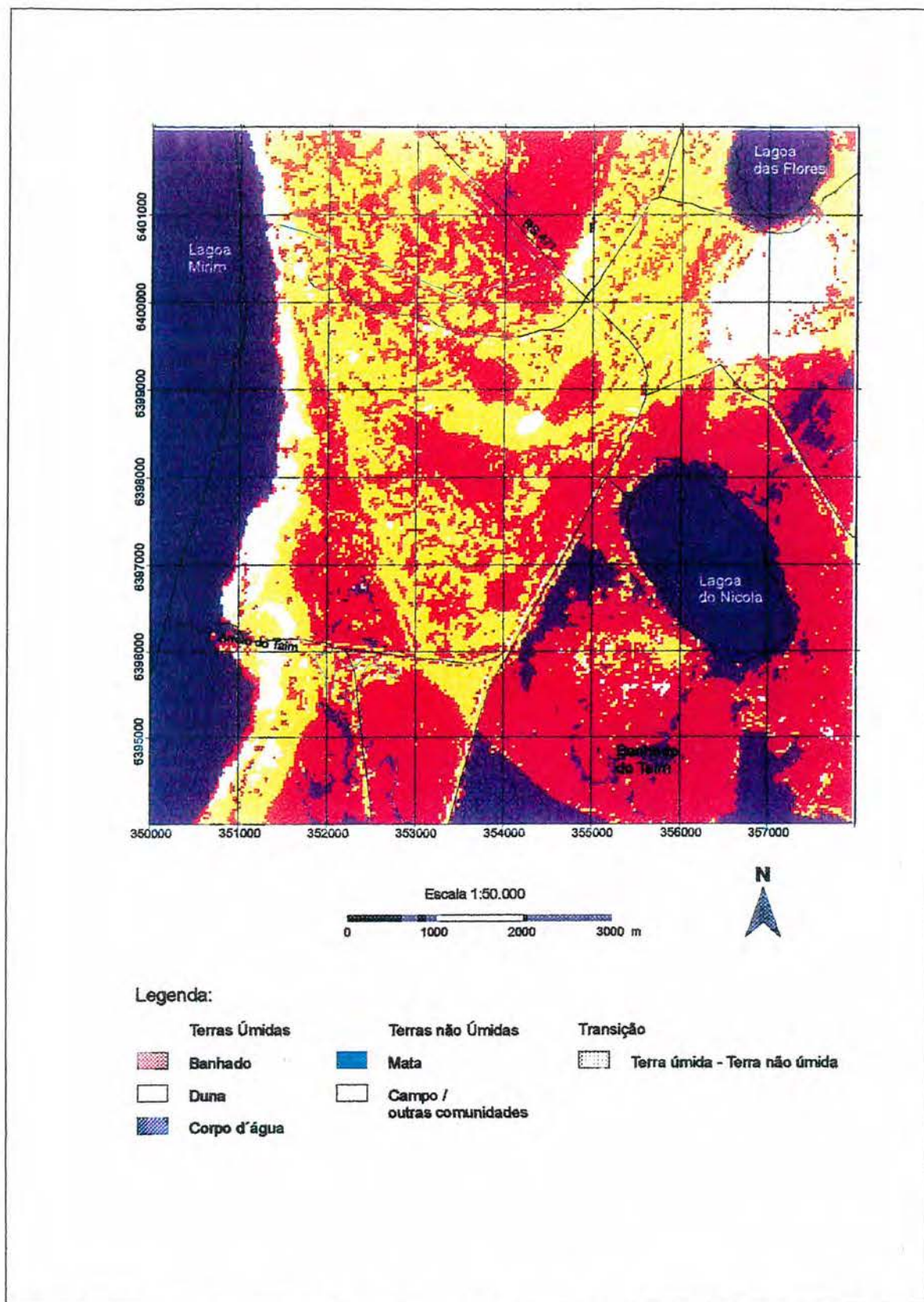


Figura 5.11 – Classes de cobertura de solos durante a época úmida, Banhado do Taim, em 17 de setembro de 1999

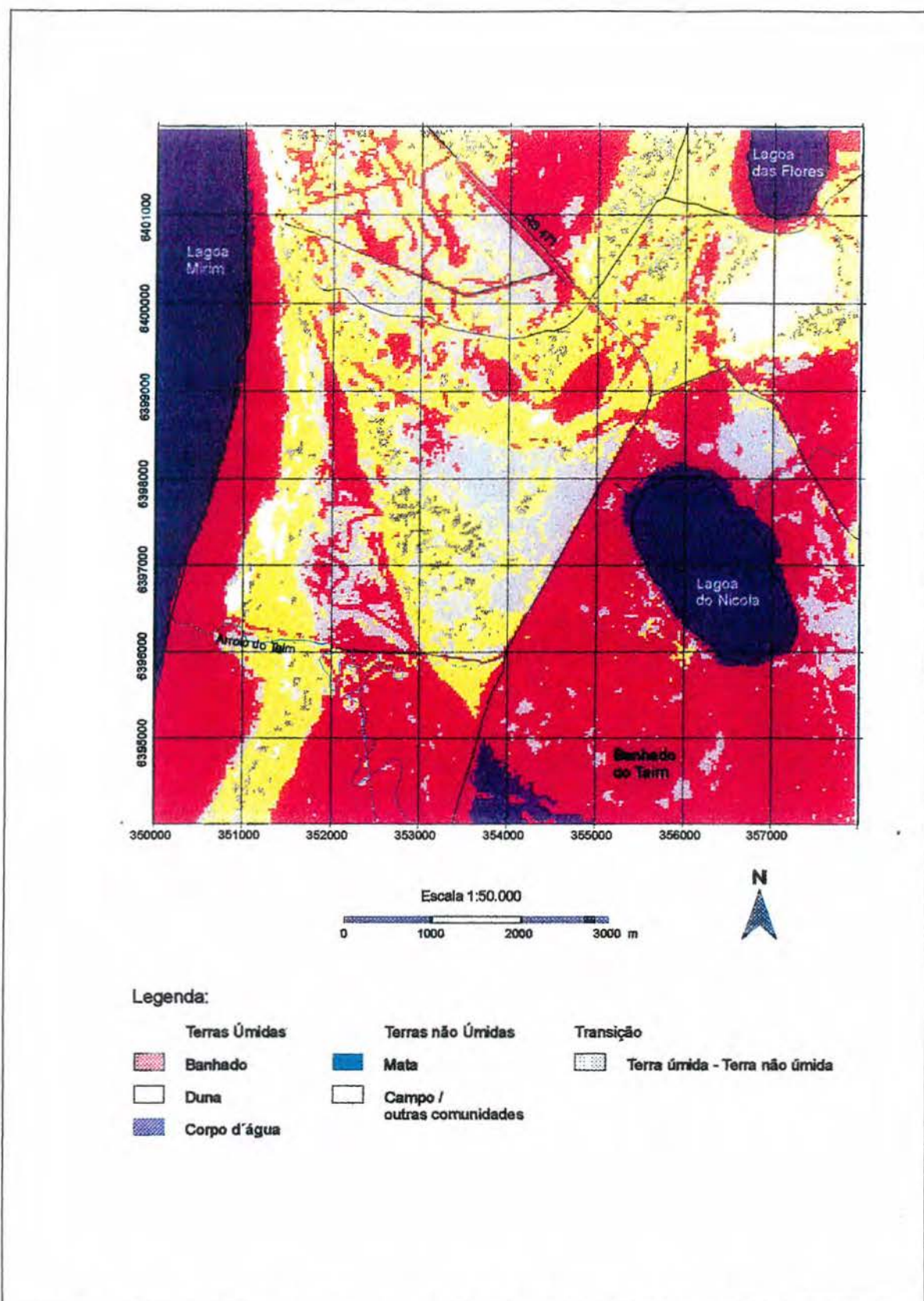


Figura 5.12 – Classes de cobertura de solos na interação época seca/época úmida, Banhado do Taim

As áreas em hectares de cada classe e suas variações variaram conforme a época (tabela 5.8).

Tabela 5.8 - Variação das áreas delineadas na época seca, na época úmida e na sobreposição das mesmas, no Banhado do Taim

classe	área na época seca		área na época úmida		área na sobreposição	
	ha	%	ha	%	ha	%
campo	2.741,13	42,88	1.715,85	26,84	1.511,01	22,86
banhado	2.312,19	36,17	2.630,42	41,15	3.007,57	45,50
água	915,39	14,32	1.672,11	26,16	910,89	13,78
duna	423,27	6,62	373,59	5,84	171,09	2,59
transição	-	-	-	-	1.008,54	15,26

No verão a cobertura vegetal identificada como campo (comunidade mista de *Paspalum* sp., *Axonopus* sp., *Baccharis trimera* e outras espécies em menor cobertura) está em fase de florescimento e/ou frutificação (tabela 3.2), tendo seus teores de umidade menores, maior teores de fibras no tecido e com as inflorescências e frutificações expostas. Essas alterações morfológicas temporárias, aliadas ao próprio estado hídrico da vegetação (os tecidos estão mais secos em função de estiagem) causam modificação na resposta espectral.

Durante o inverno, estas plantas estão com o metabolismo muito aquém de sua capacidade devido às baixas temperaturas. Nos casos em que tenha havido a ocorrência de geada, a parte aérea dessas espécies morre, ficando com um aspecto de seca ou queimada (coloração amarelada ou acastanhada, respectivamente). Novamente altera-se a resposta espectral, que nesses casos confunde com dunas.

A maior parte da comunidade vegetal identificada como campo no período seco, passa à categoria de banhado no período úmido. Esses campos são muito bem cotados pelos pecuaristas, pois durante o período em que podem ser aproveitados pelo gado, apresentam pastagens de excelente qualidade (ARAÚJO, 1978). Tal qualidade é função da composição botânica da pastagem (*Paspalum* e *Axonopus* são forrageiras de composição boa para os animais) e de fertilização pelos sedimentos deixados quando do recuo das águas no final dos períodos de cheia.

A área de banhado aumentou da época seca para a úmida e ainda mais na sobreposição das mesmas. Esse aumento das áreas de banhado é devido à diminuição das áreas de campo, principalmente (tabela 5.8).

Sendo uma planície existe a tendência que ao final de um período de chuvas haja um acúmulo de águas em toda a região que demora a escoar em função do relevo e da hidrografia local. Assim, as áreas que estavam como campo no período seco, são alagadas, modificando a resposta espectral em função da presença de lâmina d'água, o que as leva à classificação como banhado. Obviamente a cobertura com água aumenta da época seca para a época úmida, em função do transbordamento dos leitos de arroios e das lagoas existentes, além da própria circulação de águas sobre campos, dunas e banhados, nessas ocasiões.

A cobertura com dunas, diminuiu da época seca para a época úmida, provavelmente, em função do aumento da cobertura por água. Isso ocorreu pois as dunas estão, nas imagens analisadas, situadas nas orlas dos corpos d'água de maior porte (Lagoa Nicola e Lagoa Jacaré), que extravasam durante o período úmido. As dunas têm a resposta espectral mais facilmente caracterizada, portanto, são facilmente identificadas.

A transição (área indefinida) representou 15,26% da imagem. Essa é a área que envolve a dificuldade de classificar e estabelecer o limite da terra úmida para terra não úmida. No caso de, politicamente se optar por um critério conservador (que vise a preservação ambiental antes de qualquer outro uso), se elegeriam essas áreas (transição) como banhado. Assim, a linha de delineamento passaria a ser a fronteira do classificado como banhado na época úmida. Caso se optasse por um critério de delineamento menos conservador (que viesse a permitir o avanço da agricultura e outras atividades sobre os banhados) se estabeleceriam as fronteiras das terras úmidas no limite dos banhados obtidos na imagem de época seca.

Para efeitos jurídicos seria uma questão de definição política. Estabelecer um critério e torna-lo lei seria relativamente fácil. Porém, para efeitos científicos nenhum desses dois critérios seria suficiente, visto que, talvez (e muito provavelmente) nenhum deles demarcasse exatamente a fronteira das terras úmidas com as terras não-úmidas.

Desse modo, é necessário que seja, após essa primeira delimitação, feito um levantamento a campo para demarcar exatamente a fronteira entre os dois ambientes. O emprego de imagens de satélite reduz a necessidade de trabalho de

campo que poderá ser focado às áreas que permaneceram indefinidas. No caso do Taim, invés de se trabalhar em 100% da área, de acordo com os resultados obtidos, uma investigação a campo em 15,26% seria suficiente para enquadrar as áreas como terra úmida ou não-úmida.

Essa região, que já é contemplada com uma Reserva Ecológica (a ESEC Taim) de mais de 33.000 hectares e que teve sua área aumentada este ano para mais de 120.000 hectares, deve estabelecer seus limites, utilizando um critério científico. O critério poderia ser estabelecer o limite no ponto onde se verifique a extensão média do banhado (média entendida como a extensão eqüidistante do ponto de máximo recuo e o máximo avanço do mesmo). Tal critério permitirá que se defina, mesmo fora da área de Reserva Ecológica, o tipo de gerenciamento dos recursos naturais mais adequado.

5.5.2.2. Hulha Negra

O delineamento de Hulha Negra feito através de imagens obtidas por satélite, produziu os seguintes mapas temáticos, respectivamente, da época seca, época úmida e sobreposição de épocas (figuras 5.13, 5.14 e 5.15).

A área com mata aumentou da época seca em relação à época úmida. Isso se deveu às modificações no comportamento espectral desse tipo de cobertura em função do teor de umidade da folhagem e dos solos. As matas nessa região são, quando nativas, matas ribeirinhas. Outras formações classificadas como mata são florestamentos de Eucaliptos.

Como a área com mata diminui na sobreposição das épocas, é provável que as áreas de mata ribeirinha tenham sido confundidas na resposta espectral com banhados e/ou água.

A área de campo modificou-se pouco de uma época para outra, sugerindo que são áreas menos sujeitas a alagamento. De fato isso ocorre, pois os banhados dessa região ocorrem exclusivamente ou nas várzeas dos rios de maior porte (no caso o Rio Negro) ou nas canchadas (depressões entre as coxilhas) sendo as coxilhas cobertas por campo.

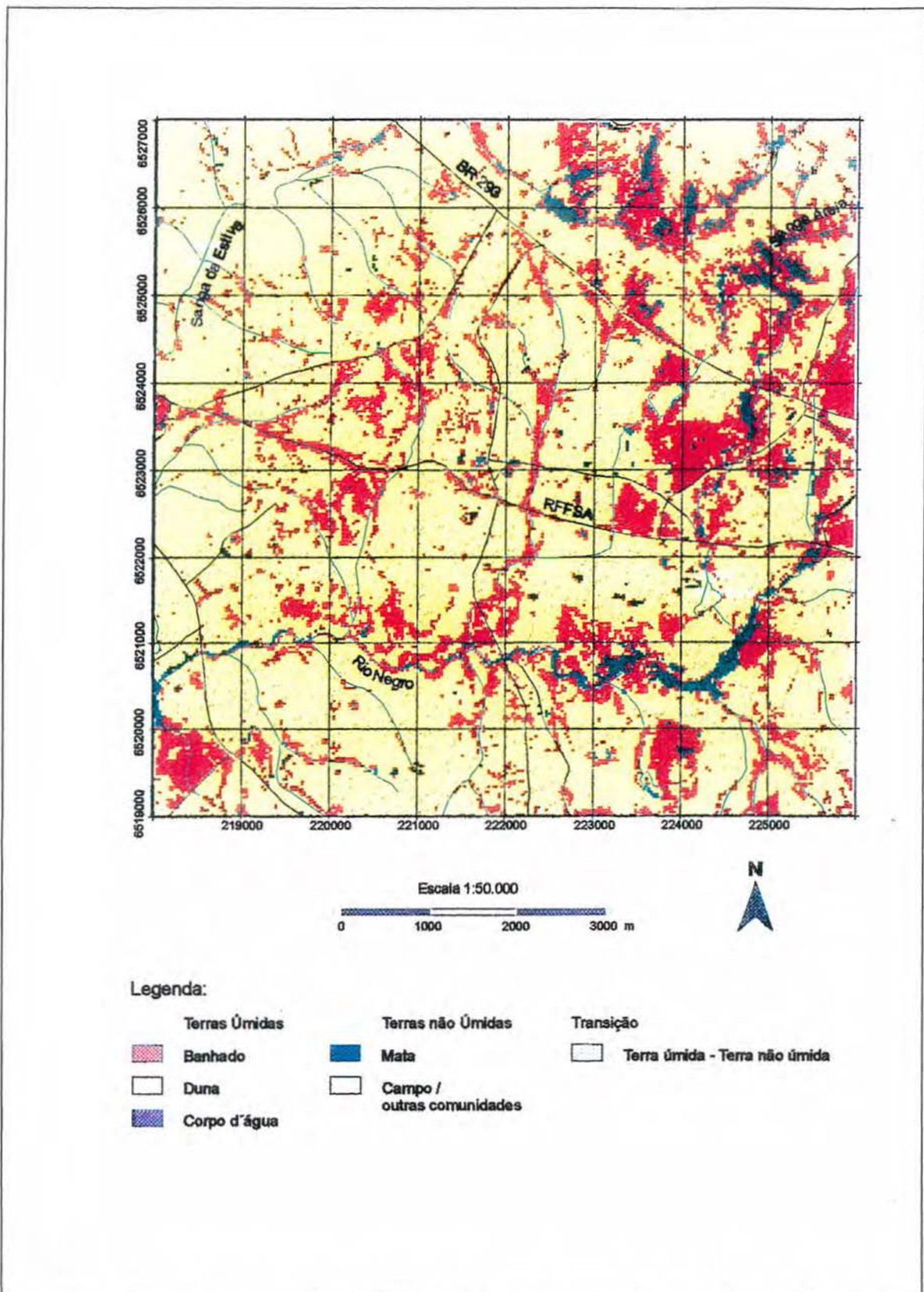


Figura 5.13 – Classes de cobertura de solos durante a época seca, Hulha Negra, em 21 de dezembro de 1999

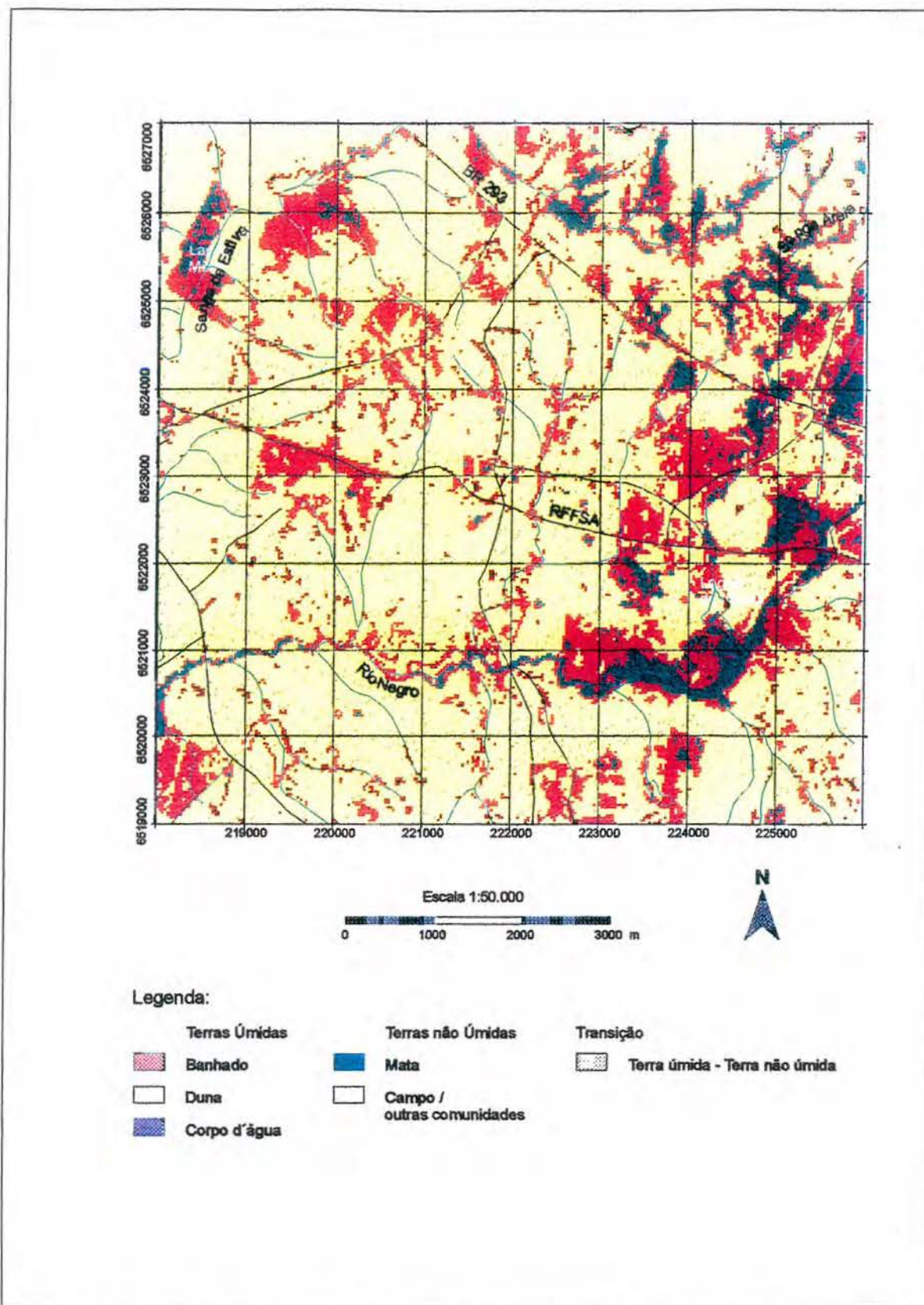


Figura 5.14 – Classes de cobertura de solos durante a época úmida, Hulha Negra, em 11 de novembro de 1999

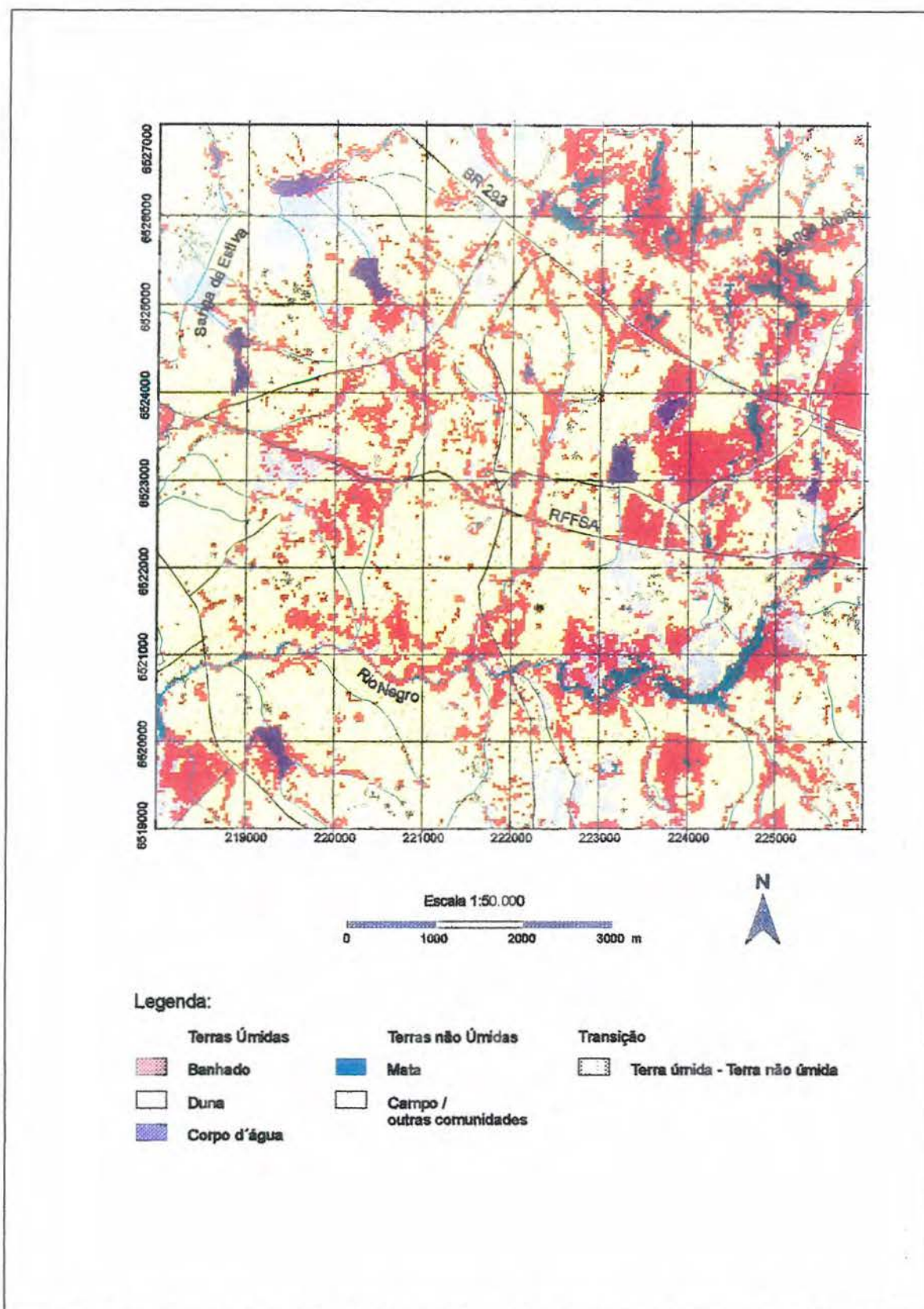


Figura 5.15 – Classes de cobertura de solos na interação época seca/época úmida, Hulha Negra

Tabela 5.9 - Variação das áreas delimitadas na época seca, na época úmida e na sobreposição das mesmas, em Hulha Negra

classe	área na época seca		área na época úmida		área na sobreposição	
	ha	%	ha	%	ha	%
mata	193,88	3,02	325,53	5,07	134,91	2,10
campo	4.727,70	73,69	4.633,83	72,21	4.109,67	64,05
banhado	1.410,30	21,98	1.381,94	21,53	1.476,72	23,02
água	84,15	1,31	75,51	1,18	72,36	1,13
transição	-	-	-	-	622,35	9,70

A área de banhado modificou-se pouco de uma época para outra, tendo um comportamento similar ao que ocorreu com a cobertura campo. O motivo é o mesmo apontado para aquele caso. Como os banhados ocupam exclusivamente a várzea do Rio Negro e as canhadas (pontos mais baixos no relevo entre uma e outra coxilha), somente eventos de precipitação extremamente exagerados poderiam propiciar a expansão do banhado sobre o campo nas coxilhas.

Também a cobertura água pouco variou em função da época. Como não há nenhum corpo d'água de maior porte na área avaliada, o pequeno aumento verificado se deve quase que exclusivamente ao acúmulo de águas nos inúmeros açudes que existem na região.

A área de transição (ecótono) representou 9,7% da imagem. Isso indica uma facilidade maior de se estabelecer a fronteira terra úmida - terra não-úmida. Nessa região não há grandes conflitos entre conservação ambiental e agricultura visto que a atividade predominante é a pecuária. Existem lavouras de arroz nas várzeas do Rio Negro e dos arroios. Nos banhados menores (esses que ficam nas canhadas das coxilhas) não há condições de se introduzir a cultura do arroz pois são áreas pequenas e dispersas, e de difícil drenagem, tomando muito alto o investimento para fazer a lavoura. Nas coxilhas há lavouras de trigo no inverno, e soja ou milho no verão. Também essas lavouras não ameaçam diretamente os banhados, pois essas culturas não toleram encharcamento do solo nem por períodos curtos.

Desse modo o estabelecimento da fronteira terra úmida/terra não-úmida ficaria bem mais fácil de ser feito.

5.6. Correlações Espécies/Solos

Não foram verificadas correlações significativas entre as características de solo (argila, pH, P, K, matéria orgânica, Al, Ca, Mg, Al + H, Capacidade de Troca de Cátions, % da saturação da capacidade de troca de cátions com bases, % da saturação da capacidade de troca de cátions com Al + H, S, Zn, Cu, B, Mn, Fe e Na) com as espécies vegetais dominantes.

5.6. Proposta de Método para o Delineamento de Terras Úmidas do Rio Grande do Sul

Com base nas informações obtidas propõem-se dois métodos para delinear as terras úmidas no Estado do Rio Grande do Sul. Esses métodos são complementares e devem ser empregados em seqüência.

5.6.1. Nível de Mesorregião (Delineamento com Uso de Sensoriamento Remoto)

1. Obter imagens de satélite, nas bandas 3, 4, 5 (com a máxima resolução possível) e fazer uma imagem composta;
2. Recolher cenas das órbitas-pontos desejadas, com as seguintes características: (a) momento de cheia no local (observar a imagem com o máximo de água, podendo utilizar a banda do infravermelho) para servir como período úmido; (b) momento de seca no local (observar a imagem com o mínimo de água, podendo utilizar a banda do infravermelho) para servir como período seco;
3. Georeferenciar as imagens com o auxílio das cartas da Diretoria do Serviço Cartográfico do Ministério do Exército, na menor escala disponível;
4. Processar as imagens utilizando programa de sistema de informações geográficas que possa ser corretamente operado pelo investigador (Idrisi, Spring, ou outros);
5. Fazer classificações supervisionadas paramétricas, empregando o método de Máxima Verossimilhança Gaussiana ("Maxver"), seguindo os três passos básicos do

mesmo: (i) treinamento - onde são identificadas as áreas de cobertura conhecidas (amostras), identificadas nas cartas do exército, o mais homogêneas possível, que são utilizadas para compilar uma chave de interpretação que descreve as características espectrais de cada classe. Devem ser utilizadas pelo menos 100 "pixels" por amostra; (ii) classificação - o pixel é classificado em função de suas características se assemelharem ou não a alguma classe; (iii) obtenção de um mapa temático para cada imagem processada.

6. Agrupar em tantas classes forem necessárias, em um primeiro momento, as áreas similares, obtendo um mapa temático;

7. Após a obtenção do mapa temático com tais classes, reagrupa-las em 5 classes: (i) água, (ii) duna, (iii) mata, (iv) campo ou outra comunidade e (v) banhado.

8. Obter duas imagens classificadas para cada local investigado (uma em período seco e outra em período úmido), conforme definido no item (2);

9. Propor uma terceira classificação das imagens, a partir das duas originais. As imagens classificadas serão sobrepostas observando-se o quanto de cada classe permaneceu na mesma classe ou se alterou.

10. Delinear as terras úmidas, estabelecendo seu limite máximo na linha divisória entre a classe "banhado" com as demais classes, obtida no mapa temático feito com a imagem de tempo úmido;

11. Delinear as terras úmidas, estabelecendo seu limite mínimo na linha divisória entre a classe "banhado" com as demais classes, obtida no mapa temático feito com a imagem de tempo seco;

12. As áreas identificadas como dunas, matas ribeirinhas e "habitats" aquáticos, poderão ser ou não somadas às áreas de "banhado", dependendo do enfoque a ser dado pelo sistema de classificação;

13. As áreas intermediárias entre a delimitação estabelecida em tempo úmido e tempo seco, ficarão sujeitas à avaliação a campo, mais detalhada para ser ou não enquadrada como terra úmida.

14. Apresentar os resultados em forma de mapas temáticos em escala 1:50.000.

5.6.2. Nível de Microrregião (Delineamento a campo)

As áreas identificadas como transição (item 13 da classificação em nível de mesorregião) ficarão sujeitas à avaliação a campo. O procedimento proposto para tanto é o que segue:

1. Inspeccionar o local e separar em unidades de acordo com a vegetação;

2. Em cada unidade, elaborar listas de espécies por estrato (rasteiras, cipós, arbustos, arvoretas e árvores), estimando a cobertura percentual de cada uma (área basal relativa para as árvores) e identificar as dominantes (quando uma ou mais espécies representem 50% do seu respectivo estrato);

3. Determinar se o local sofreu alterações em sua hidrologia. Caso negativo e havendo uma ou mais espécies dominantes do tipo hidrófita, a área é terra úmida. Se não foi alterada a hidrologia e uma ou mais espécies de terras secas são dominantes, a área não é terra úmida. Em outras situações, prosseguir para o passo seguinte.

4. Examinar o solo e a hidrologia. Verificar a presença ou ausência de solo hidromórfico. Se presente, então procurar indicadores de hidroperíodo de terras úmidas. É necessário evidências de que o solo fique saturado ou inundado por, no mínimo, uma semana do ano. Se uma ou mais espécies hidrófitas são dominantes e não for possível demonstrar alteração na hidrologia local, então a condição de terra úmida pode ser verificada pela presença de ao menos um indicador hidrológico. Se as espécies vegetais não forem específicas de terras úmidas nem de terras secas, é necessário que existam indicadores de solos hidromórficos e hidrologia.

5. Repetir o procedimento para cada unidade separada no passo 1.

6. Delinear a fronteira terra úmida – terra seca. Se possível estabelecer por meio da presença de plantas hidrófitas. Não sendo possível, utilizar também critérios de solo e de hidrologia.

6. Conclusões e Recomendações

6.1. Conclusões

6.1.1. Identificação das terras úmidas

As terras úmidas avaliadas podem ser identificadas pelo sistema proposto pela Convenção de Ramsar, com o emprego de fichas descritivas.

6.1.2. Classificação das terras úmidas

A classificação das terras úmidas avaliadas pôde ser feita com qualquer dos quatro métodos avaliados.

6.1.3. Caracterização de Solos

Os solos dos banhados estudados apresentam características que os distinguem dos solos das terras não-úmidas, podendo ser identificados (discriminados).

6.1.4. Caracterização da Vegetação

A vegetação das terras úmidas apresenta características que as distinguem das comunidades vegetais das áreas não-úmidas, podendo ser identificadas como tal e usada para delinear a terra úmida.

6.1.5. Delineamento

Não foi possível obter um delineamento definitivo dos banhados avaliados com as imagens de satélite empregadas. No banhado do Taim 15,26% da área permaneceram como transição (indefinida). No banhado de Hulha Negra 9,70% permaneceram como transição (indefinida).

A identificação das coberturas do solo é dependente da época do ano, aumentando a área identificada como banhado no período úmido. Portanto, é necessário que se empreguem imagens e se façam as avaliações a campo em mais de uma estação do ano, quando haja diferença de umidade nos solos investigados.

No delineamento a campo, foi possível estabelecer a fronteira da terra úmida, que no entanto, permanece sujeito a modificações. O critério para identificar as espécies como obrigatória ou facultativa de terra úmida e obrigatória ou facultativa de terra não-úmida ainda é subjetivo, não existindo uma lista oficial enquadrando as espécies nessas classes.

6.1.6. Proposta de método de delineamento de terras úmidas

É necessário que se empregue um método que utilize as duas abordagens, a campo e com imagens de satélite, para que se obtenha um correto delineamento das terras úmidas do Rio Grande do Sul.

6.2. Recomendações

6.2.1. Lista de Plantas – Flora Ilustrada

Recomenda-se que uma equipe de Botânica e Ecologia, elabore uma lista, nos moldes das que são empregadas nos trabalhos de delineamento de terras úmidas dos Estados Unidos da América.

A lista deverá organizar as plantas dentro de suas famílias botânicas, organizando-as pelo nome científico e popular (quando houver), indicando suas características ecológicas (se obrigatória de terra úmida, facultativa de terra úmida, facultativa de terra alta, ou obrigatória de terra alta). Para que fique mais fácil seu manuseio e emprego por profissionais (biólogos, engenheiros agrônomos, engenheiros florestais e outros) não especializados em Botânica, seria útil que essa lista fosse ilustrada com fotografias e com a descrição botânica, bem como contivesse informações sobre a auto-ecologia de cada espécie.

Uma lista provisória, a título de sugestão, retirada de informações de bibliografia, está contida no Anexo A3.

6.2.2. Rede de Banhados Testemunhas (ou de referência)

Recomenda-se a instalação de uma rede de banhados testemunhas (de referência) que abranja as diversas regiões ecoclimáticas e biogeográficas do Estado do Rio Grande do Sul.

Tal rede poderia ser composta por áreas de banhados que existam dentro de estações experimentais do governo do Estado, pertencentes à Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária (FEPAGRO). Essas áreas seriam classificadas e delimitadas de acordo com as metodologias empregadas nesse trabalho, e afastadas da interferência humana. Seria necessário prover uma zona tampão (podendo ser simplesmente aplicado o critério estabelecido em legislação federal), para reduzir as influências das áreas adjacentes sobre o banhado a ser preservado.

A função dessas áreas será a de servir como testemunha e/ou referência para comparações futuras e como padrão para auxiliar em julgamentos e avaliações que venham a surgir com o passar do tempo.

Obviamente essas áreas, mesmo que não submetidas ao gerenciamento humano, tendem a se modificar devido aos diversos fatores naturais que atuam sobre elas. Mudanças climáticas, variações climáticas locais (excesso ou escassez de precipitação, eventos acidentais como fogo, granizo, etc), condicionariam a sucessão vegetal. Desse modo, tais banhados de referência teriam um valor relativo, pois com o passar do tempo, provavelmente teriam que ser reclassificados devido às alterações que seriam produzidas nas comunidades vegetais.

O órgão estadual tem 22 áreas possíveis, na maior parte dos quais existem áreas de banhados, nos seguintes municípios: Caxias do Sul, Dom Pedrito, Eldorado do Sul, Encruzilhada do Sul, Erechim, Hulha Negra, Ijuí, Júlio de Castilhos, Maquiné, Rio Grande, Santana do Livramento, Santa Maria, Santa Rosa, São Borja, São Gabriel, Taquari, Terra de Areia, Tupanciretã, Uruguaiana, Vacaria, Veranópolis e Viamão.

6.2.3. Glossário

Foi elaborado um glossário de termos referentes às terras úmidas (Anexo A2) que, no entanto, poderá ser melhorado e/ou acrescido de mais termos, informações e definições.

6.2.4. Emprego de Imagens de Maior Resolução

Outros trabalhos que venham a ser feitos poderão obter resultados muito mais detalhados com o uso de imagens do satélite Ikonos, cuja resolução é de 1 m. Cada pixel representa 1 m², portanto, será possível obter-se estimativas de áreas de terras úmidas e limites de fronteiras com uma precisão, provavelmente igual à obtida com determinações a campo.

O custo dessas imagens é maior do que o do Landsat. Mas, devido à importância desse tipo de trabalho, é um investimento que não se pode deixar de fazer.

6.2.5. Obtenção de Assinatura Espectral das Áreas Úmidas e Constituição de Banco de Dados

Tendo em vista que a resposta espectral dos alvos é variável em função das características da folhagem da cobertura vegetal (forma, cor, densidade, estado hídrico, etc.), do estado hídrico do solo e também em função da época do ano, recomenda-se que sejam tomadas leituras em cada área que se pretenda avaliar.

Tais leituras se constituirão de tomadas de reflectância com espectro-radiômetro, a uma altura padronizada, sobre a vegetação ou sobre o solo, que constituirão as "assinaturas espectrais" de cada local. Essas tomadas deverão ser feitas em datas de importância, por exemplo, nos solstícios de inverno e verão, e nos equinócios de primavera e outono. Assim serão obtidas respostas que permitirão comparar as áreas a partir de imagens de qualquer época do ano.

Com essa informação se poderá montar um banco de dados de muito valor, indicando a espécie dominante, o local, a data e o estado hídrico.

6.2.6. Emprego de GPS geodésico

Para reduzir a margem de erro no posicionamento das áreas investigadas, sugere-se o emprego de GPS geodésico, o que aumentará a precisão da localização das coordenadas geográficas.

6.2.7. Emprego de Cartas Geográficas de Escala Menor

O uso de cartas de escala 1:50.000 é o que se tem disponível para a maior parte do Brasil. Ao se fazer o georeferenciamento das imagens, o ideal seria o emprego de cartas de escala 1:25.000, disponíveis no caso do Rio Grande do Sul, para todas as fronteiras internacionais.

6.2.8. Criação de um Manual de Identificação de Solos Hidromórficos para o Rio Grande do Sul

Do mesmo modo que existe nos E.U.A. deveria ser criado um manual prático, dando as características morfológicas que permitam identificar um solo como hidromórfico ou não. Esse manual, poderia ser utilizado por qualquer pesquisador, após um pequeno treinamento e familiarização com os procedimentos.

Esse manual deverá ser elaborado por equipe de pesquisadores com formação em pedologia e/ou edafologia.

6.2.9. Elaboração de Mapas de Solos em Nível de Município

Apesar de já existirem vários mapas de solo em nível estadual, esses não existem em escala suficiente para serem utilizados em nível de município. Seria extremamente útil que fossem disponibilizados tais mapas de solos por município, o que permitiria ao pesquisador de terras úmidas ter, já no início do trabalho, uma noção boa (talvez não definitiva) do tipo de solo onde está trabalhando.

Tais mapas deverão se elaborados em conjunto pelos institutos oficiais que atuam nessa área (Embrapa Solos, Faculdades de Agronomia, unidades de pesquisa regionais da Embrapa e da Fepagro, Emater e etc.).

7. Referências Bibliográficas

ADAMS, D.A.; BUFORD, M.A.; DUMOND, D.M. In search of the wetland boundary. **Wetlands**, n.7, p.59-70, 1987.

ADAMUS, P.R.; BATIE, S.; NARDELL, R.; FAMDUS, N.; HYNSON, J. SHABMAN, L.; WILLIAMS, P. **A method for wetland functional assessment: volume II. FWSA assessment method**. Washington: US Department of Transportation, 1983. 134p.

ADAMUS, P.R.; CLAIRIN, E.J.; SMITH, R.D.; YOUNG, R.E. **Wetland evaluation technique**. Washington: US Department of Transportation, 1987. 206p.

ALLEN, A. Are wetlands getting smaller – multiparameter delineation in Massachusetts. **Wetlands Bulletin**, v.16, n.2, p.10-11, 1999.

ALLEN, H.H.; PIERCE, G.J.; VAN WORMERE, R. Considerations and techniques for vegetation establishment in constructed wetlands. In: HAMMER, D.A. (ed.). **Constructed wetlands for wastewater treatment**. London: Lewis, 1989. p.405-415.

ANGELIDIS, M.O.; MARKANTONATOS, P.G.; BACALIS, N.C. Impact of human activities on the quality of river water – the case of Evrotas River catchment basin, Greece. **Environmental Monitoring and Assessment**, v.35, n.2, p.137-153, 1995.

ARAÚJO, A.A. **Melhoramento das pastagens**. Porto Alegre: Sulina, 1978. 209p.

ARAÚJO, A.A. **Principais gramíneas do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Sulina, 1979. 255p.

ARECHAVALETA, J. **Las gramíneas uruguayas**. Montevideo: Oriental, 1894. 552p.

ATKINSONS, R.B.; PERRY, J.E.; SMITH, E.; CAIRNS, J. Jr. Use of created wetland delineation and weighted averages as a component of assessment. **Wetlands**, v.13, n.3, p.185-193, 1993.

BACCHUS, S.T. Importance of ecological factors in successful restoration and creation of wetlands. In: PROCEEDINGS OF THE 18TH CONFERENCE ON WETLANDS RESTORATION AND CREATION. Hillsborough, Institute of Florida Studies, p.198-229, 1991.

BAGHDADI, N.; BERNIER, M.; GAUTHIER, R.; NEESON, I. Evaluation of C-band SAR data for wetlands mapping. **International Journal of Remote Sensing**, v.22, n.1, p.71-88, 2001.

BANRISUL. **Provarzeasul**. Programa de sistematização das várzeas. Extraído de _____, em agosto de 2001.

- BARBIER, E.B., ACREMAN, M., KNOWLER, D. Economic valuation of wetlands: a guide for policy makers and planners. **Ramsar Convention Bureau**, Switzerland, 1997. Extraído de em agosto de 2001.
- BARKER, J.R.; BAUMGARDNER, G.A.; TURNER, D.P.; LEE, J.J. Carbon dynamics of the conservation and wetland reserve programs. **Journal of Soil and Water Conservation**, v.51, n.4, p.340-346, 1996.
- BARRETE, J.; AUGUST, P.; GOLET, F. Accuracy assessment of wetland boundary delineation using aerial photography and digital orthophotography. **Photogrammetric Engineering and Remote Sensing**, v.66, n.4, p.409-416, 2000.
- BARROS, M. Las ciperaceas del Estado de Santa Catalina. **Sellowia – anais botânicos**, v.12, n.12, 1960. 450p.
- BEESON, C.E.; DOYLE, P.F. Comparasion of bank erosion at vegetated and non-vegetated channel bends. **Water Resources Bulletin**, v.31, n.6, p.983-990, 1995.
- BELTRAME, L.F.S.; LOUZADA, J.A.S. **Caracterização físico-hídrica dos solos formadores da várzea arroeira do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Instituto de Pesquisas Hidráulicas/Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1996. 31p. (Recursos Hídricos, 32).
- BENHART, J.E.; MARGIN, A. **Wetlands: science, politics and geographical relationships**. Washington: The National Council for Geographical Education, 1994. 100p.
- BEST, G.R.; SEGAL, D.S.; WOLFE, C. **Soil vegetation correlations in selected wetlands and uplands of North-central Florida**. Washington: US Department of Interior/FWS, 1990. 48p. (Biological Report, 90-9).
- BOTTCHER, D.; RHUE, D. **Fertilizer management – key to a sound water quality program**. Gainesville: University of Florida – Institute of Food and Agricultural Science, 1997. 16p.
- BOTTS, P.S.; McCOY, E.D. Delineation of spatial boundaries in a wetland habitat. **Biodiversity and Conservation**, v.2, n.4, p.351-358, 1993.
- BRASIL Ministério da Agricultura. **Levantamento de reconhecimento dos solos do estado do Rio Grande do Sul**. Recife: /Departamento Nacional de Pesquisa Agropecuária/Divisão de Pesquisa Pedológica, 1973. 431p.
- BRASKERUD, B.C. Factors affecting nitrogen retention in small constructed wetlands treating agricultural non-point source pollution. **Ecological Engineering**, v. 18, p.351-370, 2002.
- BRAUN-BLANQUET, J. **Fitosociología - bases para el estudio de las comunidades vegetales**. Madrid: Blume, 1979. 820p.

BRINSON, M.M. **A hydrogeomorphic classification for wetlands, reference wetlands, and functional indices.** Vicksburg: US Army Engineers Waterways Experiment Station, 1993. 175p.

BROWMER, K.H.; BALES, M.; ROBERTS, J. **Effect of aquatic plants on water quality in irrigation drains: a feasibility study for the Murray Darling Basin Commission.** Griffith: CSIRO, 1992. 53p. (Consultancy Report, 92/17).

BROWN, D.E. Southwestern wetlands – their classification and characterization. In: National Riparian Ecosystems Symposium, Callaway Gardens, **Proceedings**, 1978, p.269-282.

BRUNET, R.C.; ASTIN, K.B. Spatio-temporal variation in some physical and chemical parameters over a 25-year period in the catchment of the river Adour. **Journal of Hydrology**, v.220, n.3-4, p.209-221, 1999.

BUCHMANN, F.S.C. **Banhado do Taim e Lagoa Mangueira: evolução holocênica da paleoembocadura da Lagoa Mirim.** Porto Alegre: Curso de Pós-graduação em Geociências UFRGS, 1997. 155p. (Dissertação de Mestrado).

CARTER, V. An overview of the hydrologic concerns related to wetlands in the United States. **Canadian Journal of Botany**, v.64, p.364-374, 1986.

CARTER, V.; GARRETT, M.K.; GAMMON, P.T. Wetland boundary determination in the Great Dismal Swamp using weighted averages. **Water Resources Bulletin**, v.24, n.2, p.297-306, 1988.

CLAWSON, R.G.; LOCKABY, B.G. RUMMER, R.B. Harvest influences on floodwater properties in a forested floodplain. **Journal of the American Water Resources Association**, v.35, n.5, p.1081-1088, 1999.

COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO RS/SC. **Manual de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina.** Passo Fundo: SBCS-Núcleo Regional Sul, 1995. 224p.

COOK, C.D.K.; GUT, B.J.; RIX, E.M.; SCHNELLER, J.; SEITZ, M. **Water plants of the world - a manual for the identification of the genera of freshwater macrophytes.** The Hague: W.Junk, 1974. 561p.

CORBETT, E.S.; LYNCH, J.A. Management of streamside zones on municipal watersheds. In: USDA. **Riparian ecosystems and their management.** USDA: Forest Service, 1985. p.187-190 (General Technical Report, R-120).

CORDAZZO, C.V.; SEELIGER, U. **Guia ilustrado da vegetação costeira no extremo sul do Brasil.** Rio Grande: Fundação Universidade do Rio Grande, 1995. 275p.

CORREA, J.C. Alguns aspectos sobre a cultura de *Pinus*. **Trigo e soja**, n.50, p.11-19, 1980.

- COWARDIN, L.M.; CARTER, V.; GOLET, F.C.; LAROE, E.T. **Classification of wetlands and deepwater habitats of the United States**. Washington: US Fish and Wildlife Service, 1979. 131p.
- COWARDIN, L.M.; GOLET, F.C. US fish and wildlife service 1979 wetland classification: a review. **Vegetatio**, v.118, n.1-2, p.139-152, 1995.
- CRONAN, C.S.; PIAMPIANO, J.T.; PATTERSON, H.H. Influence of land use and hydrology on exports of carbon and nitrogen in a Maine river basin. **Journal of Environmental Quality**, v.28, n.3, p.953-961, 1999.
- DANSEREAU, P. Vascular aquatic plant communities of southern Quebec. A preliminary analysis. **Transaction of the Northeast Wildlife Conference**, v.10, p.27-54, 1959.
- DAVIS, M.M.; SPRECHER, S.W.; WAKELEY, J.S.; BEST, G.R. Environment gradients and identification of wetlands in north-central Florida. **Wetlands**, v.16, n.4, p. 512-523, 1996.
- DE DATTA, S.K. **Principles and practice of rice production**. New York: J.Wiley, 1981. 618p.
- DIÁRIO OFICIAL DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL. Classifica as águas do Estado. Lei 30191. 15 de junho de 1981. Porto Alegre: Imprensa Oficial, 1981.
- DIÁRIO OFICIAL DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL. Estabelece política florestal. Lei 9519. 21 de janeiro de 1992. Porto Alegre: Imprensa Oficial, 1992.
- DIÁRIO OFICIAL DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL. Dispõe sobre a preservação do solo agrícola. Lei 9474. 20 de dezembro de 1991. Porto Alegre: Imprensa Oficial, 1991.
- DIÁRIO OFICIAL DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL. Institui o sistema estadual de recursos hídricos. Lei 10350. 30 de dezembro de 1994. Porto Alegre: Imprensa Oficial, 1994.
- DIÁRIO OFICIAL DA UNIÃO. Código Florestal. Lei 4771. 15 de setembro de 1965. Brasília: Imprensa Oficial, 1965.
- DIÁRIO OFICIAL DA UNIÃO. Resolução CONAMA 004. 18 de setembro de 1985. Brasília: Imprensa Oficial, 1985.
- DIÁRIO OFICIAL DA UNIÃO. Política Nacional de Irrigação. Lei 6662 . 25 de junho de 1979. Brasília: Imprensa Oficial, 1979.
- DIÁRIO OFICIAL DA UNIÃO. Política Nacional de Meio Ambiente. Lei 6938. 31 de agosto de 1981. Brasília: Imprensa Oficial, 1981.
- EDWARDS, R. The ecological basis for the management of water quality. In: HARPER, D.M.; FERGUSON, A.J.D. (eds.). **The ecological basis for river management**. Chichester: J.Wiley, 1984. p.134-146.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: Embrapa, 1999. 412p.

ENVIRONMENTAL LABORATORY. **Corps of engineers wetlands delineation manual**. Vicksburg: US Army Corps of Engineers Waterways Experiment Station, 1987. 100p.

EPAGRI. **Normas técnicas do cultivo do vime**. Florianópolis: Epagri, 1998. 20p (Sistemas de Produção, 31).

ERNST, T.L.; LEIBOWITZ, N.C.; ROOSE, D.; STEHMAN, S.; SCOTT URQUHART, N. Evaluation of US EPA environment monitoring and assessment program's EMAP) wetland sampling design and classification. **Environmental Management**, v.19, n.1, p.99-113, 1995.

ESTEVEZ, F. de A. **Fundamentos da limnologia**. Rio de Janeiro: Interciência, 1998. 602p.

EVERARD, M. Development of a British wetland strategy. **Aquatic conservation: marine and freshwater ecosystems**, v.7, n.3, p.223-238, 1997.

EYRE, B.; TWIGG, C. Nutrient behaviour during post-flood recovery of the Richmond River Estuary northern NSW, Australia. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v.44, n.3, p.311-326, 1997.

FEDERAL INTERAGENCY COMMITTEE FOR WETLAND DELINEATION. **Federal manual for identifying and delineating jurisdictional wetlands**. Washington: U.S. Corps of Engineers/U.S. Environmental Protection Agency/ U.S. Fish and Wildlife Service/ U.S.D.A. Soil Conservation Service, 1989. 76p.

FEE – FUNDAÇÃO DE ECONOMIA E ESTATÍSTICA. **Plano integrado de desenvolvimento para o litoral norte do Rio Grande do Sul – cobertura vegetal e uso dos solos**. Porto Alegre: FEE, 1977. 47p.

FEE - FUNDAÇÃO DE ECONOMIA E ESTATÍSTICA. **Plano integrado para o desenvolvimento do litoral norte do Rio Grande do Sul – Pedologia, capacidade e uso atual dos solos**. Porto Alegre: FEE, 1979. 238p. (anexo da obra Adequação de uso do solo).

FENESEY, M.S.; CRONK, J.K. The effectiveness and restoration potential of riparian ecotones for the management of nonpoint source pollution, particularly nitrate. **Critical Reviews in Environmental Science and technology**, v.27, n.4, p.285-317, 1997.

FENG, K.; MOLZ, F.J. A 2-d diffusion-based, wetland flow model. **Journal of Hydrology**, n.196, p.230-250, 1997.

FERRI, M.G. **Botânica – morfologia externa das plantas (organografia)**. São Paulo: Melhoramentos: 1978. 149p.

FINLAYSON, C.M.; VAN DER VALK, A.G. Wetland classification and inventory: a summary. **Vegetatio**, v.118, n.1-2, p.171-184, 1995.

FORTIN, M.J.; OLSON, R.J.; FERSON, S.; IVERSON, L.; HUNSAKER, C.; EDWARDS, G.; LEVINE, D.; BUTERA, K.; KLEMAS, V. Issues related to the detection of boundaries. **Landscape Ecology**, v.15, n.5, p.453-466, 2000.

GATES, D.M. **Biophysical ecology**. New York: Springer-Verlag, 1980. 611p.

GERAKIS, A.; KALBURTJI, K. Agricultural activities affecting the functions and values of Ramsar wetland sites of Greece. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, n.70, p.119-128, 1998.

GERHARDT, K.; LEONARD, S.; STAIDL, G.; PRICHARD, D. **Riparian and wetland classification review**. Denver: US Department of Interior – Bureau of Land Management, 1990. 56p.

GILBERT, K.M.; TOBE, J.D.; CANTRELL, R.W. SWEELEY, M.E.; COOPER, J.R. **The Florida wetlands delineation manual**. Tallahassee: The Florida Department of Environmental Protection, 1999. 195p.

GILLIAM, J.W. Riparian wetlands and water quality. **Journal of Environmental Quality**, v. 23, p.896-900, 1994.

GILMAN, K. **Hydrology and wetland conservation**. Chichester: J.Wiley, 1994. 101p.

GIOVANNINI, E.; MOTTA MARQUES, D.M.L. da. Sistemas de classificação de terras úmidas baseado em hidrologia, geomorfologia e comunidades de macrófitas aquáticas. In: MOTTA MARQUES, D.M.L. da (coord.) **Site 7 – Sistema hidrológico do Taim – Relatório**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul/Fundação Universidade de Rio Grande/Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul, 2001. p.219-279.

GLOOSCHENKO, V. Development of an evaluation system for wetlands in southern Ontario. **Wetlands**, v.3, p.192-200, 1983.

GOSSELINK, J.G.; TURNER, R.E. The role of hydrology in freshwater wetland system. In: GOOD, R.E.; WHIGHAM, D.F.; SIMPSON, R.L. (eds.). **Freshwater wetlands: ecological processes and management potential**. San Diego: Academic Press, 1977. p.63-78.

HACHMOLLER, B.; MATTEWS, R.A.; BRAKKE, D.F. Effects of riparian community structure, sediment size, and water-quality on the macroinvertebrate communities in a small, suburban stream. **Northwest Science**, v.65, n.3, p.125-132, 1991.

HAMMER, D. **Creating freshwater wetlands**. Boca Raton: Lewis, 1996. 406p.

HARPER, D.; MEKOTOVA, J.; HULME, S.; WHITE, J. HALL. J. Habitat heterogeneity and aquatic invertebrate diversity in floodplain forests. **Global Ecology and Biogeography Letters**, v.6, n.3-4, p.275-285, 1997.

HEFTING, M.M.; KLEIN, J.J. M. de. Nitrogen removal in buffer strips along a lowland stream in the Netherlands: a pilot study. In: HOEK, K.W. van der; ERISMAN, J.W.; SMEULDERS, S.; WISNIEWSKI, J.R.; WISNIEWSKI, J. (eds.). First International Nitrogen Conference, Noordwijkerhout, **Proceedings**, p. 521-526, 1998.

HEJNÝ, S.; SEGAL, S. General ecology of wetlands. In: WESTLAKE, D.F.; KVET, J.; SZCZEPANSKI, A. (eds.). **The production ecology of wetlands**. Cambridge: Cambridge University Press, 1998. p.1-77.

HENDERSON, J.E., LAWRENCE, L.R. Environmental effects of dredging technical notes. **US Army Engineer Waterways Experiment Station**, Vicksburg, 1989, 7p.

HOWLAND, R.A. Conducting wetlands delineation. **Land Water**, v.41, n.3, p.11-13, 1997.

HRUBY, T. Assessments of wetland functions: what they are and what they are not. **Environmental Management**, v.23, n.1, p.75-85, 1999.

HRUBY, T.; CESANEK, W.E.; MILLER, K.E. Estimating relative wetland values for regional planning. **Wetlands**, v.15, n.2, p.93-107, 1995.

HUBBARD, R.K.; LOWRANCE, R.R. Riparian forested buffer system research at the coastal plain experiment station, Tifton, GA. **Wetlands of the Interior Southeastern United States**, v.77, n.3-4, p.409-432, 1994.

IRGA. **Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o sul do Brasil**. Cachoeirinha: IRGA, 1996. 88p.

IRGA. **Informe econômico segmento arroz**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura e Abastecimento/IRGA, 1997. 4p.

IRGA. Suprimento mundial de arroz. **Informativo**. Porto Alegre: Instituto Rio Grandense do Arroz, v.8, n.2, p.1-4, 2000.

IRGANG, B.E. **Comunidades de macrófitas aquáticas da Planície Costeira do Rio Grande do Sul – Brasil: um sistema de classificação**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul/Programa de Pós-graduação em Botânica, 1999. 149 p. (Tese de Doutorado).

IRGANG, B.E.; GASTAL Jr., C.V. de S. **Macrófitas aquáticas da planície costeira do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: edição dos autores, 1996. 290p.

IRGANG, B.E.; GASTAL Jr., C.V. de S. Problemas taxonômicos e distribuição geográfica de macrófitas aquáticas do sul do Brasil. In: THOMAZ, S.M. & BINI, L.M. (eds.). **Ecologia e manejo de macrófitas aquáticas**. Maringá: Universidade Estadual de Maringá, 2003. p.163-169.

IRGANG, B.E.; PEDRALLI, G.; WAECHTER, J.L. Macrófitos aquáticos da estação ecológica do Taim. **Roessléria**, v.6, n.1, p.395-404, 1984.

- JENSEN, J.R.; CHRISTENSEN, E.J.; SHARITZ, R. Nontidal wetland mapping in South Carolina using airborne multispectral scanner data. **Remote Sensing of Environment**, v.16, p.1-12, 1984.
- JOHNSTON, R.M.; BARSON, M.M. Remote sensing of Australian wetlands: an evaluation of landsat TM data for inventory and classification. **Australian Journal of Marshes and Freshwater Research**, v.44, n.2, p.235-252, 1993.
- KADLEC, R.H.; KNIGHT, R.L. **Treatment wetlands**. Boca Raton: Lewis, 1996. 893p.
- KEDDY, P.A. **Wetland ecology – principles and conservation**. Cambridge: Cambridge University Press, 2000. 614p.
- KENT, M.; COKER, P. **Vegetation description and analysis – a practical approach**. Chichester: John Wiley and Sons, 2000. 363p.
- KING, D.M.; WAINGER, L.A.; BARTOLDUS, C.C.; WAKELEY, J.S. **Expanding wetland assessment procedures: linking indices of wetland function with services and values**. Washington: US Corps of Engineers/Environmental Laboratory, 2000. 51p. (Technical Report, 00-17).
- KLAMT, E.; KÄMPF, N.; SCHNEIDER, P. **Solos de várzea no estado do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul/Faculdade de Agronomia/Departamento de Solos, 1985. 42p.
- KLEMAS, V.V. Remote sensing of landscape-level coastal environmental indicators. **Environmental management**, v.27, n.1, p.47-57, 2001.
- KOVALCHIK, B.L. **Riparian zone association: Deschutes, Ochoco, Fremont and Winema National Forests**. Portland: USDA Forest Service – region 6, 1987. 171p.
- KRAUS, M. A comparison of wetland classification systems currently used in wetland regulatory programs. **Wetland Journal**, v.6, n.1, p.7-8, 1994.
- KREBS, C.J. **Ecological methodology**. New York: HarperCollins, 1989. 654p.
- KRONGVANG, B.; HOFFMANN, C.C.; SVENDSEN, L.M.; WINDOLF, J.; JENSEN, J.P.; DOERGE, J. Retention of nutrients in river basins. **Aquatic Ecology**, v.33, n.1, p.29-40, 1999.
- KUSLER, J. (ed.). **State perspectives on wetland classification (categorization) for regulatory purposes**. New York: The association of state wetland managers, 1992. 56p.
- LANNA, A.E. Impacto pela cobrança pelo uso de água na atividade orizicola no Sul do Brasil. **Lavoura Arrozeira**, v.50, n.432, p.20-23, 1997.
- LEE, K.H.; LUNETTA, R.S. Wetlands detection methods. In: LYON, J.G.; McCARTHY, J. (eds.). **Wetland and environmental applications of GIS**. Boca Raton: Lewis, 1995. p.249-284.

- LEIBOWITZ, N.; SQUIRES, L.; BAKER, J. **Research plan for monitoring wetland ecosystems**. Corvallis: US EPA, 1991. 157p.
- LELAND, H.V. Distribution of phytobenthos in the Yakima River basin, Washington, in relation to geology, land-use, and other environmental factors. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, v.52, n.5, p.1108-1129, 1995.
- LEWIS Jr., W.M. (coord.). **Wetlands: characteristics and boundaries**. Washington: National Academy of Sciences, 1995. 307p.
- LILLESAND, T.M.; KIEFER, R.W. **Remote sensing and image interpretation**. New York: J.Wiley, 1994.
- LOMBARDO, A. **Flora montevidensis – tomo III monocotiledóneas**. Montevideo: Intendencia Municipal de Montevideo, 1984. 465p.
- LORENZI, H. **Manual de identificação e controle de plantas daninhas**. Nova Odessa: Nova Plantarum, 1990. 276p.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras – manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Nova Plantarum, 2000a. 368p. v.1.
- LORENZI, H. **Plantas daninhas do Brasil –terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas**. Nova Odessa: Nova Plantarum, 2000b. 639p.
- LUDWIG, J.A.; REYNOLDS, J.F. **Statistical ecology - a primer on methods and computing**. New York: J.Wiley, 1988.337p.
- LUEDERITZ, V.; ECKERT, E.; LANGE-WEBER, M.; LANGE, A.; GERSBERG, R.M. Nutrient removal efficiency and resource economics of vertical flow and horizontal flow constructed wetland. **Ecological Engineering**, v.18, p.157-171, 2001.
- LUNETTA, R.S.; BALOGH, M.E. Application of multi-temporal Landsat 5 TM imagery for wetland identification. **Photogrammetric Engineering and Remote Sensing**, v.65, n.11, p.1303-1310, 1999.
- LYON, J.G. **Practical handbook for wetland identification and delineation**. Boca Raton: Lewis, 1993. 157p.
- MACEDO, W. **Levantamento de reconhecimento dos solos do município de Bagé, RS**. Bagé: Embrapa/Uepae de Bagé, 1984. 69p. (Documentos, 1).
- MALTBY, E. Wetlands and their values. In: FINLAYSON, M. & MOSER, M. (eds.). **Wetlands**. New York: Facts on file, 1991. p.8-26.
- MAIXNER, A.E.; BRONDANI, E.J. **Bosques e quebra-ventos em estabelecimentos rurais**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, 1978. 35p.

MARBLE, A.D. **A guide to wetland functional design**. Boca Raton: Lewis, 1992. 222p.

MELACK, J.M.; HESS, L.L. Recent advances in remote sensing of wetlands. In: AMBASHT, R.S. **Modern trends in ecology and environment**. Leiden: Backhuys, 1998. p.155-169.

MEURER, E.J. **Fertilidade do solo – manejo da água e a fertilidade**. Porto Alegre: Faculdade de Agronomia UFRGS, 1979. 21p.

MILLAR, J.B. **Wetland classification in western Canada: a guide to marshes and shallow open water wetlands in the grasslands and parklands of the prairies provinces**. Ottawa: Canadian Wildlife Service, 1976. 37p.

MILTNER, R.J.; RANKIN, E.T. Primary nutrients and the biotic integrity of rivers and streams. **Freshwater Biology**, v.40, n.1, p.145-158, 1998.

MITSCH, W.J.; GOSELINK, J.G. **Wetlands**. New York: Van Nostrand Reinhold, 1993. 722p.

MITSCH, W.J.; GOSELINK, J.G. **Wetlands**. New York: John Wiley, 2000a. 920p.

MITSCH, W.J.; GOSELINK, J.G. The value of wetlands: importance of scale and landscape setting. **Ecological Economics**, v.35, p.25-33, 2000b.

MOTTA MARQUES, D.M.L. da; IRGANG, B.E. Hidroperíodo e comportamento biológico do banhado do Taim. In: TUCCI, C.E.M. (coord.). **Comportamento hidrológico do banhado do Taim**. Porto Alegre: Instituto de Pesquisas Hidráulicas/Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1996. p.50-81.

MOTTA MARQUES, D.M.L. da; TUCCI, C.E.M.; CALAZANS, D.; CALLEGARO, V.L.M.; VILLANUEVA, A.O.N. O sistema hidrológico do Taim – site 7. In: SEELIGER, U.; CORDAZZO, C.; BARBOSA, F. (eds.). **Os sites e o programa brasileiro de pesquisas ecológicas de longa duração**. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais/Fundação Universidade do Rio Grande, 2002. p.125-141.

MOTTA MARQUES, D.M.L. da; VILLANUEVA, A.O.N. Regime hidrológico de banhados e sua conservação. **Caderno de Pesquisa da Série Biologia**, Santa Cruz do Sul, v.13, n.1, p.63-79, 2001.

NARUMALANI, S.; ZHOU, Y.C.; JENSEN, J.R. Application of remote sensing and geographic information systems to the delineation and analysis of riparian buffer zones. **Aquatic Botany**, v.58, n.3-4, p.393-409, 1997.

NICHOLSON, B.J. The wetlands of Elk Island National Park: vegetation classification, water chemistry, and hydrotopographic relationships. **Wetlands**, v.15, n.2, p.119-133, 1995.

NOVITZKI, R.P. Emap-wetlands: a sampling design with global application. **Vegetatio**, v.118, n.1-2, p.171-184, 1995.

- NOVO, E.M.L. de M. **Sensoreamento remoto - princípios e aplicações**. São Paulo: Edgar Blücher, 1989. 308p.
- ODUM, E.P. **Fundamentos da Ecologia**. Lisboa: Calouste-Gulbekian, 1959. 595p.
- OLIVEIRA, M.L.A.A. de; PORTO, M.L. Ecologia de paisagem do Parque Estadual do Delta do Jacuí, Rio Grande do Sul, Brasil: mapa de cobertura do solo e da vegetação, a partir de imagem do Landsat TM5. **Iheringia**, Porto Alegre, n.52, p.145-162, 1999.
- PATIENTE, N.; KLEMAS, V. **Wetland functional health assessment using remote sensing and other techniques: literature search**. Beaufort: US National Marine and Fisheries Service, 1993. 116p.
- PEARSELL, G.; MULAMOOTTIL, G. Wetland boundary and land-use planning in southern Ontario, Canada. **Environmental Management**, v.18, n.6, p.865-870, 1994.
- PERERA, N.P. Ecological considerations in the management of the wetlands of Zambia. In: GOPAL, B.; TURNER, R.E.; WETZEL, R.G.; WHIGHAM, D.F. (eds.). **Wetlands ecology and management**. New Delhi: National Institute of Ecology and International Scientific Publications, 1982. p.21-20
- PETERKEN, G.F.; HUGHES, F.M.R. Restoration of floodplain forests in Britain. **Forestry**, v.68, n.3, p.187-202, 1995.
- PEVERLY, J.H. Element accumulation and release by macrophytes in a wetland stream. **Journal of Environmental Quality**, v.14, n.1, p.137-143, 1985.
- PFADENHAUER, J.; MARIATH, J.E. de A.; RAMOS, R.F.; OLIVEIRA, P.L. de; MIOTTO, S.T.S.; PORTO, M.L. **Seqüência da vegetação da praia na margem oriental da Lagoa Mirim, Banhado do Taim, RGS**. Porto Alegre: UFRGS/Instituto de Biociências, 1979. 21p. (Série Taim, 1).
- PHILLIPS, J.D. A saturation-based model of relative wetness for wetland identification. **Water Resources Bulletin**, v.26, n.2, p.333-342, 1990.
- PINDER, L.; ROSSO, S. Classification and ordination of plant formations in the Pantanal of Brazil. **Plant Ecology**, v.136, n.2, p.151-165, 1998.
- PINTO, L.F.S.; PAULETTO, E.A.; GOMES, A.da S.; SOUSA, R.O.de. Caracterização de solos de várzea. In: GOMES, A.da S.; PAULETTO, E.A. (eds.). **Manejo do solo e da água em áreas de várzea**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 1999. p.11-36.
- PLATTS, W.; JENSEN, S.; SMITH, F. **Preliminary classification and inventory of riverine riparian habitats livestock/fisheries study areas, Nevada**. Elko: Nevada Department of Wildlife, 1988. 127p.

PONNAMPERUMA, F.N. The biochemistry of submerged soils. **Advances in Agronomy**, v.24, p. 29-96, 1972.

PRIMAVESI, A. **Manejo ecológico do solo**. São Paulo: Nobel, 1980. 541p.

QUINN, J.M.; COOPER, A.B.; DAVIES-COLLEY, R.J.; RUTHERFORD, J.C.; WILLIAMSON, R.B. Land use effects on habitat, water quality, periphyton, and benthic invertebrates in Waikato, New Zealand, hill-country streams. **New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research**, v.31, n.5, p.579-597, 1997.

RAMSAR. The Ramsar Library. **Wetland functions and values**. Gland: The Ramsar Convention Bureau, 2001. (Booklet).

RAMSAR. The Ramsar Library. **Information Sheet on Ramsar wetlands**. Gland: The Ramsar Convention Bureau, 1971.

RAMSEY, V. **Aquatic plant identification deck**. Gainesville: IFAS/University of Florida, 1995. 69p.

RAMSEY, V. (coord.). **Grasses, sedges and rushes of wetlands – identification deck with notes about wildlife use**. Gainesville: IFAS/University of Florida, 1999. 86p.

REDDY, K.R.; D'ANGELO, E.M.; HARRIS, W.G. Biochemistry of wetlands. In: SUMNER, M.E. (ed.). **Handbook of soil science**. Boca Raton: CRC, 2000. p.89-119.

REICHARDT, K. Relações água-solo-planta em mata ciliar. In: BARBOSA, L.M. (coord.). **Simpósio sobre mata ciliar**. Campinas: Cargill, 1989. p.20-24.

REITZ, R.; KLEIN, R.M.; REIS, A. **Projeto madeira do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura e Abastecimento/Superintendência do Desenvolvimento da Região Sul/Herbário Barbosa Rodrigues, 1988. 325p.

RICHARDS, J.A.; JIA, X. **Remote sensing digital image analysis**. New York: Springer, 1999. 363p.

RIO GRANDE DO SUL. **Código estadual do meio ambiente**. Porto Alegre: Governo do Estado do Rio Grande do Sul/Secretaria do Meio Ambiente, 2000. 108p.

RIO GRANDE DO SUL. **Macrozoneamento agroecológico e econômico do estado do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura e Abastecimento/Centro Nacional de Pesquisa do Trigo, 1994. 2 v. 307p.

RIO GRANDE DO SUL. **Manual de conservação do solo e água**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura do Estado do Rio Grande do Sul, 1983. 227p.

ROBACH, F.; HAJNSEK, I.; EGLIN, I.; TREMOLIERES, M. Phosphorus sources for aquatic macrophytes in running waters: water or sediment. **Acta Botanica Gallica**, v.142, n.6, p.719-731, 1995.

RUFFINONI, C.; BALENT, G. Contribution des ripisylves au contrôle des flux d'azote en milieu fluvial. **La Forêt Paysanne dans l'Espace Rural. Biodiversité, Paysages, Produits**. Versailles: INRA, 1996. p.115-137.

RUTCHEY, K; WILCHEK, L. Air photointerpretation and satellite imagery analysis techniques for mapping cattail coverage in a northern Everglades impoundment. **Photogrammetric Engineering and Remote Sensing**, v.65, n.2, p.185-191, 1999.

SANTOS, M.W. dos. A cultura do eucalipto. **Trigo e soja**, n.50, p.3-10, 1980.

SCARSBROOK, M.R.; HALLIDAY, J. Transition from pasture to native forest land-use along stream continua: effects on stream ecosystems and implications for restoration. **New Zealand Journal of Marine and Freshwater research**, v.33, n.2, p.293-310, 1999.

SCHIEMER, F.; ZALEWSKI, M. The importance of riparian ecotones for diversity and productivity of riverine fish communities. **Netherlands Journal of Zoology**, v.42, n.2-3, p.323-335, 1992.

SCHMIDT, K.S.; SKIDMORE, A.K. Spectral determination of vegetation types in a coastal wetland. **Remote sensing of environment**, n.85, p.92-108, 2003.

SCOTT, D.A. JONES, T.A. Classification and inventory of wetlands: a global overview. **Vegetatio**, v.118, n.1-2, p.3-16, 1995.

SCOTT, M.L.; SLAUSON, W.L.; SEGELQUIST, C.A.; AUBLE, G.E. Correspondence between vegetation and soils in wetlands and nearby uplands. **Wetlands**, v.9, n.1, p.41-60, 1989.

SEMENIUK, C.A.; SEMENIUK, V. A geomorphic approach to global classification for inland wetlands. **Vegetatio**, v.118, n.1-2, p.103-124, 1995.

SHALER, N.S. **General account of the freshwater morasses of the United States, with a description of the Dismal Swamp District of Virginia and North Carolina**. Washington: U.S. Geological Survey, 1890. (10th Annual Report 1888-1889). p.255-339.

SIMPSON, R.L.; GOOD, R.E.; WALKER, R.; FRASCO, B.R. The role of Delaware river freshwater tidal wetlands in the retention of nutrients and heavy metals. **Journal of Environmental Quality**, v.12, n.1, p.41-48, 1983.

SIPPLE, W.S. **Wetland identification and delineation manual**. Volume II – field methodology. Washington: USEPA/Office of Wetland Protection, 1988.

SMITH, R.D. **A conceptual framework for assessing the functions of wetlands**. Vicksburg: US Army Engineer Waterway Experiment Station, 1993. 27p.

SMITH, R.D.; AMMANN, A.; BARTOLDUS, C.; BRINSON, M.M. **An approach for assessing wetland functions using hydrogeomorphic classification, reference wetlands, and functional indices**. Vicksburg: US Army Engineer Waterway Experiment Station, 1995. 72p.

SOUSA, R.; CAMARGO, F.A.O.; VAHL, L.C. Solos alagados. In: MEURER, E.J. (ed.). **Fundamentos de química do solo**. Porto Alegre: Gênese, 2000. p.127-149.

SPINK, A.; SPARKS, R.E.; VAN OORSCHOT, M.; VERHOEVEN, J.T.A. Nutrient dynamics of large river floodplains. **Regulated Rivers Research and Management**, v.14, n.2, p.203-216, 1998.

STAUFFER, J.C.; GOLDSTEIN, R.M.; NEWMAN, R.M. Relationship of wooded riparian zones and runoff potential to fish community composition in agricultural streams. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, Ottawa, v.57, n.2, p.307-316, 2000.

STEINBLUNS, I.J.; FROELICH, H.A.; LYONS, J.K. Designing stable buffer strips for stream protection. **Journal of Forestry**, v.82, n.1, p.49-52, 1984.

SWANSON, S.; MILES, R.; LEONARD, S.; GENZ, K. Classifying rangeland riparian areas: the Nevada task force approach. **Journal of Soil and Water Conservation**, v.43, n.3, 1988.

TABACCHI, E.; CORRELL, D.L.; HAUER, R.; PINAY, G.; PLANTY-TABACCHI, A.M.; WISSMAR, R.C. Development, maintenance and role of riparian vegetation in the river landscape. **Freshwater Biology**, v.40, n.3, p.497-516, 1998.

TABACCHI, E.; LAMBS, L.; GUILLOY, H.; PLANTY TABACCHI, A.M.; MULLER, E.; DECAMPS, H. Impacts of riparian vegetation on hydrological processes. **Hydrological Processes**, v.14, n.16/17, p.2959-2976, 2000.

TARNOCAI, C.; ZOLTAI, S.C. Wetlands of Arctic Canada. **National wetlands working group, wetlands of Canada**. Ottawa: Sustainable Environment Branch – Environment Canada, 1988. p.27-53.

TEDESCO, M.J. Acidez e calagem. In: (TEDESCO, M.J.) ed. **Princípios básicos de fertilidade do solo**. Porto Alegre: Faculdade de Agronomia/Departamento de Solos, 1979. 24p.

TEDESCO, M.J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C.A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S.J. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. Porto Alegre: Departamento de Solos/Faculdade de Agronomia/UFRGS, 1995. 174p.

TINER, R.W. The primary indicators method – a practical approach to wetland recognition and delineation in the United States. **Wetlands**, v.13, n.1, 50-64, 1993.

TINER, R.W. **Wetland indicators: a guide to wetland identification, delineation, classification, and mapping**. Boca Ratón: Lewis, 1999. 322p.

TINER, R.W. Wetlands are ecotones: reality or myth. In: GOPAL, B.; HILLBRICHT, A.; WETZEL, R.G. (eds.). **Wetlands and ecotones**. New Delhi: National Institute of Ecology, 1993. p.1-15.

- TINER, R.W.; BURKE, D.G. **Wetlands of Maryland**. Annapolis: U.S. Fish and Wildlife Service – region 5/Maryland Department of Natural Resources, 1995.
- TOBE, J.D.; BURKS, K.C.; CANTRELL, R.W.; GARLAND, M.A.; SWEELEY, M.E.; HALL, D.W.; WALLACE, P.; ANGLIN, G.; NELSON, G.; COOPER, J.R.; BICKNER, D.; GILBERT, K.; AYMOND, N.; GREENWOOD, K.; RAYMOND, N. **Florida wetland plants – an identification manual**. Tallahassee: Department of Environmental Protection, 1998. 598p.
- TOWNSEND, P.A. Mapping seasonal flooding in forested wetlands using multi-temporal radarsat SAR. **Photogrammetric engineering and remote sensing**, v.67, n.7, p.857-864, 2001.
- USDA/NRCS DEPARTMENT OF AGRICULTURE/NATURAL RESOURCES CONSERVATION SERVICE. **Field indicators of hydric soils in the United States. a guide for identifying and delineating hydric soils, version 4.0 (march 1998)**. HURT, G.W.; WHITED, P.M.; PRINGLE, R.F. (eds.). Fort Worth: USDA/NRCS, 1998. 30p.
- VILLANUEVA, A.O.N. **Simulação de áreas de inundação dinâmicas: canais compostos e wetlands**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul/Instituto de Pesquisas Hidráulicas, 1997.125p. (Tese de Doutorado).
- VOLKWEISS, S.J. Solos alagados. In: TEDESCO, M.J. (coord.). **Princípios básicos de fertilidade do solo**. Porto Alegre: Departamento de Solos/UFRGS, 1979. p.9/1-9/5.
- WADE, H. The management of riverine vegetation. In: HARPER, D.M.; FERGUSON, A.J.D. (eds.). **The ecological basis for river management**. Chichester: J.Wiley, 1984. p.307-313.
- WALTER, B.; KINZIG, A.; LANGRIDGE, J. Plant attribute diversity, resilience, and ecosystem functions: the nature and significance of dominant and minor species. **Ecosystems**, n.2, p.95-113, 1999.
- WATSON, L.; DALLWITZ, M.J. **The grass genera of the world**. Wallingford: CAB International, 1994. 1081p.
- WEAKELEY, J.S.; LICHVAR, R.W. Disagreements between plot-based prevalence indices and dominance ratios in evaluations of wetland vegetation. **Wetlands**, v.17, n.2, p.301-309, 1997.
- WEAKLEY, A.S.; SCHAFALE, M.P. Classification of pocosins of the Carolina coastal plain. **Wetlands**, v.11, n. special issue, p.355-376, 1991.
- WHITLOW, T.H.; HARRIS, R.W. **Flood tolerance in plants: a state-of-the-art review**. Vicksburg: U.S. Army Engineer Waterway Experiment Station Environmental Laboratory, 1987. 161p. (Technical Report, E-79-2).

WILDING, L.P.; REHAGE, J.A. Pedogenesis of soils with aquic moisture regimes. In: **WETLAND SOILS: CHARACTERIZATION, CLASSIFICATION, AND UTILIZATION**, 1984, Los Baños, **Proceedings...** Los Baños, International Rice Research Institute, 1985. p.139-157.

WINDELL, J.; WILLARD, B.; COOPER, D.; FOSTER, S.; KNUD-HANSEN, C.; RINK, L.; KILADIS, G. **An ecological characterization of Rocky Mountains montane and subalpine wetlands**. Washington: US Department of Interior, 1986. 298p.

WOO, M.; ROWSELL, R.D.; CLARK, R.G. **Hydrological classification of Canadian prairie wetlands and prediction of wetland inundation in response to climatic variability**. Ottawa: Canadian Wildlife Service, 1993. 24p.

WOODWARD, R.T., WUI, Y. The economic value of wetland services: a meta-analysis. **Ecological Economics**, v.37, p.257-270, 2001.

YOUNGBLOOD, A.P.; PADGETT, W.G.; WINWARD, A.H. **Riparian community type classification of eastern Idaho – western Wyoming**. Washington: USDA Forest Service, 1985. 78p.

ANEXO 1

FICHAS DE IDENTIFICAÇÃO DE TERRAS ÚMIDAS DE ACORDO COM A CONVENÇÃO DE RAMSAR

--	--

Número de referência do local

--	--

Número da sub-bacia

1. **Data em que esta ficha foi preenchida:**

2. **Nome e endereço completo do compilador desta ficha:**

Ficha de Informação sobre Zonas Úmidas:

(Revisado em 6 Outubro de 1999 a partir do "Information Sheet on Ramsar Wetlands" of the Ramsar Convention, 1971.)

(Itens sublinhados estão incluídos originalmente no Ramsar Information Sheet.)

3. **Nome da zona úmida:**

4. **Coordenadas geográficas:** (breve descrição das principais características da Zona Úmida, sem exeder este espaço)

Latitude:

Longitude:

5. **Altitude:** (média e/ou máxima e mínima)

6. **Área** (em hectares)

7. **Descrição resumida da Zona: Caracterização:** (resumo geral, em duas ou três frases, sobre as principais características físicas e ecológicas da área e os valores e benefícios mais significativos)

8. **Tipo de Zona Úmida:** (Favor classificar os tipos de zonas úmidas, listando-os do mais predominante.)

Mais Predominante

Menos Predominante

Costeiro

E – Litoral de areia, seixo ou cascalho; inclui bancos de areia, ilhotas de areia de arena; inclui sistemas.

F – Águas estuarinas; águas permanentes de estuário e sistemas estuarinos de deltas.

G – Lodo, areia ou planícies salinas entre marés.

H – Pântanos entre marés; inclui marismas e zonas inundadas com água salada; inclui pântanos de água doce e salobra influenciados pela maré.

I – Zonas úmidas de florestas entre marés, inclui mangues e florestas de pântanos de água doce influenciados pela maré.

J – Lagunas costeiras salobras / salgadas; lagunas de água entre salobra e salgada com pelo menos uma ligação relativamente estreita com o mar.

K – Lagunas costeiras de água doce; inclusive lagunas de delta de água doce.

Terrestre

- L – Deltas interiores (permanentes).
- M – Rios / arroios permanentes; inclusive cascatas e cataratas.
- N – Rios / arroios sazonais / intermitentes / irregulares.
- O – Lagos permanentes de água doce (acima de 8 ha)
- P – Lagos de água doce sazonais / intermitentes (acima de 8 ha); inclui lagos sujeitos à enchente.
- Q – Lagos permanentes salinos / salobres / alcalinos.
- R – Lagos e zonas inundadas sazonais / intermitentes salinos / salobres / alcalinos.
- Sp – Pântanos / açudes / charcos permanentes salinos / salobres / alcalinos.
- Ss – Pântanos / açudes / charcos sazonais / intermitentes salinos / salobres / alcalinos.
- Tp – Pântanos / açudes / charcos permanentes de água doce; charcos (com menos de 8 há), pântanos e açudes sobre solos inorgânicos; com vegetação emergente em água pelo menos durante a maior parte do período de crescimento.
- Ts – Pântanos / açudes / charcos sazonais / intermitentes de água doce sobre solos inorgânicos; inclui depressões inundadas (lagunas de carga e recarga), "caldeirões", inundados sazonalmente.
- W – Zonas úmidas com vegetação arbustiva; inclui pântanos e açudes de água doce dominados por vegetação arbustiva sobre solos inorgânicos.
- Xf – Zonas úmidas com predominância de árvores, inclui bosques pantanosos de água doce, bosques inundados sazonalmente, sobre solos inorgânicos.

Antrópico

- 1 – Açudes para piscicultura (peixes / camarão)
- 2 - Açudes agrícola artificiais; inclui tanques de granjas, tanques pequenos (geralmente com menos de 8 há).
- 3 – Solo irrigado; inclui canais de irrigação e arrozais.
- 4 – Solo agrícola inundadas sazonalmente; inclui pastagem inundada utilizadas de maneira intensiva.
- 6 – Áreas de armazenamento de água; barragens, represas, reservatórios, diques (geralmente acima de 8 há).
- 7 – Escavações de areia, cascalho, resíduos minerais.
- 8 – Áreas de tratamento de águas servidas; fazendas com sistema de esgoto, açudes de sedimentação, bacias de oxidação.
- 9 – Canais de transporte e de drenagem, valas.

9. Importância Ecológica: (favor especificar os critérios aplicados)

1 • 2 • 3 • 4 • 5 • 6 • 7 • 8

- 1 – É um exemplo representativo, raro ou único de zona úmida natural ou quase natural.
- 2 – Mantém espécies ameaçadas de extinção, vulneráveis ou comunidades ecológicas ameaçadas.
- 3 – Mantém populações de espécies de plantas e/ou animais importantes para a manutenção da biodiversidade de uma determinada região biogeográfica.
- 4 – Mantém espécies de plantas e/ou animais em fase crítica de seu ciclo biológico, ou serve como refúgio durante condições adversas.
- 5 – Mantém regularmente 20.000 ou mais aves aquáticas.
- 6 – Mantém regularmente 1% de indivíduos de uma população, de uma espécie ou subespécies de aves aquáticas.
- 7 – Mantém uma proporção significativa de subespécie, espécie ou família de peixe nativo.
- 8 – É uma importante fonte de alimento para peixes, local de desova, criação e/ou caminho migração, do qual depende os estoques de peixes dentro ou fora da zona úmida.

10. Encontra-se incluído mapa e ou foto do sítio?

() Sim

() Não

11. Localização geral: (incluir a cidade mais próxima)**12. Características físicas / hidrologia:**

Geologia, geomorfologia

Origens – natural ou artificial

Tipo(s) de solo(s)

Qualidade da água (vários parâmetros incluindo turbidez, status trófico e salinidade)

Profundidade
 Permanente (tempo de residência) da água
 Flutuações sazonais do nível da água
 Variações da maré
 Área de captação
 Fluxo e refluxo dos rios
Outras observações:

13. Valores hidrológicos:

Recarga do aquífero ,
 Controle da vazão,
 Retenção de sedimentos,
 Estabilização da linha de costa,
Outras observações:

14. Características ecológicas gerais:

Principais "habitats" (mamíferos, aves, répteis, anfíbios, peixes, insetos e invertebrados aquáticos)

Tipos de vegetação:

15. Destaque para a flora:

Espécies / comunidades únicas, o biogeograficamente importantes
 Espécies / comunidades raras, ameaçadas
Bons exemplos das colônias vegetais nativas
Tendência em mudanças de longo prazo da flora (incluindo espécies exóticas)
Outras observações:

16. Destaque para a fauna:

Espécies únicas ou biogeograficamente importantes (população, se possível),
 Espécies / comunidades raras, ameaçadas (população, se possível),
 Espécies que ocorrem em número internacionalmente significativos,
Tendência em mudanças de longo prazo da fauna (incluindo espécies exóticas)
Outras observações:

17. Valores sociais e culturais:

Valores sociais

Produção pesqueira
 Florestal
Turismo
Recreação externa
Educação
Pesquisa científica
Produção agrícola
Pastagem
Suprimento de água (Irrigação, Atividades Urbanas, Indústria)
Outras observações:

Valores culturais:

Importância histórica
 Importância religiosa
 Sítios arqueológicos
Outras observações:

18. Domínio da terra / proprietário do: (se particular, municipal, estadual ou federal)

- (a) zona úmida
 (b) áreas vizinhas

19. **Uso e ocupação atual do solo ao redor da área:** (comentários descritivos. Se possível, anexe um mapa de uso e ocupação do solo feito à mão.)

Área urbana
Arroz irrigado
Pastagem
Floresta natural
Área silvícola- Floresta artificial (plantação)
Charco
Dunas
Águas de superfície
Outras observações:

20. **Fatores (passado, presente ou potencial) que afetam adversamente as características ecológicas locais, e áreas vizinhas.**

Densidade populacional aproximada na área
Mudança no uso do solo
Projetos de desenvolvimento (incluindo aqueles em estágio de planejamento)
Diversificação do suprimento de água
Assoreamento
Drenagem
Recuperação
Poluição (urbana, industrial e agrícola)
Pastagem excessiva
Interferência humana excessiva
Pesca e caça excessiva
Sucessão natural da vegetação
Invasão de espécies exóticas (quando e por quê)
Outras observações

21. **Medidas conservacionistas adotadas:** (efetivação de cada medida, se possível)

Existência de plano de manejo aprovado oficialmente
Existência de área protegida (data de criação e tamanho da área)
Restrições ao desenvolvimento
Restrições à preservação da vida selvagem
Restrições ao uso da água
Outras medidas de preservação
Plano de monitoramento (vida selvagem, hidrologia, etc.)
Outras observações:

22. **Medidas conservacionistas propostas porém não implementadas até o presente:** (por ex: plano de manejo em preparação, etc.)

23. **Pesquisas científicas e infra-estrutura:** (ex.: detalhes dos projetos em desenvolvimento, existência de laboratórios, etc.)

24. Medidas educativas para conservação: (ex.: projetos de educação / conscientização, centro de visitantes, folhetos informativos, instalações para visitas de escolas, etc.)

25. Recreação e turismo:
Indicar se a Zona Úmida é utilizada para recreação / turismo
Em caso afirmativo, número anual e sazonalidade dos visitantes
Instalações para recreação / turismo
Condições de acesso (como chegar até a Zona Úmida)

26. Jurisdição:
(a) territorial (estado / município)
(b) funcional (Ministério / Secretaria de Agricultura / Secretaria do Meio Ambiente, etc.)

27. Autoridade administrativa: (nome e endereço da agência local diretamente responsável pelo manejo da zona úmida)

28. Referências bibliográficas: (não limitada a documentos científicos)

29. Maneiras possíveis de participação da comunidade local na conservação da Zona Úmida.
(Se possível, indicar os nomes das organizações, ex.: ONGs e associações que devem estar no monitoramento, preservação e gerenciamento da Zona Úmida)

30. Comentários adicionais:

ANEXO 2

GLOSSÁRIO DE TERMOS EMPREGADOS NOS ESTUDOS DE TERRAS ÚMIDAS E "HABITATS" AQUÁTICOS

Glossário

Esse glossário foi elaborado a partir de termos utilizados nas seguintes obras, citadas nas referências bibliográficas: BENHART & MARGIN (1994); COWARDIN et al. (1979); ENVIRONMENTAL LABORATORY (1987); HAMMER (1996); KADLEC & KNIGHT (1995); LEWIS et al. (1995) USDA/NRCS/WSISD (1998); RIO GRANDE DO SUL (2000)

Abiótico – não vivo (usualmente se refere a substâncias ou fatores ambientais).

Absorção – movimento de produto químico dissolvido através da membrana semi-permeável para dentro de um ser vivo.

Ácido(a) – substância química que pode liberar prótons em excesso (íons hidrogênio). Termo aplicado à água com pH inferior a 5,5.

Adaptação – modificação de uma espécie que a torna mais apta para a existência sob as condições de seu ambiente. Tais modificações são resultantes de processos de seleção genética.

Adaptação fisiológica – característica das atividades químicas e físicas básicas que ocorrem nas células e tecidos das espécies, as quais resultam em maior adaptação ao ambiente (por ex. capacidade de absorver nutrientes em condições de baixa tensão de oxigênio).

Adaptação morfológica – característica de uma estrutura e forma que ajuda no ajustamento de uma espécie ao seu particular ambiente.

Adaptação reprodutiva – característica do mecanismo reprodutivo de uma espécie que resulta em melhor adequação ao ambiente (por ex. capacidade de sementes em germinarem dentro d'água).

Adsorção – aderência de um gás, líquido ou elemento químico dissolvido à superfície de um sólido.

Aeração – adição de ar à água, usualmente com o propósito de fornecer mais altas concentrações de oxigênio para os processos de tratamento químicos e biológicos.

Aerênquima – tecido com numerosos e grandes espaços intercelulares. Comum nas raízes e brotos das plantas aquáticas e de terras úmidas. Facilita a oxigenação das raízes e permite às plantas sobreviverem em solos saturados ou inundados. Um tipo de tecido vegetal no qual as células são normalmente grandes e arrançadas de um modo que resulta em muitos espaços no órgão. Tais tecidos são freqüentemente chamados esponjosos e auxiliam na capacidade de boiar ou flutuar para as plantas.

Aeróbio – relativo à presença de oxigênio elementar. Que cresce ou procedente de ambientes onde haja oxigênio livre, como no caso de respiração aeróbia. Que é

vivo, ativo ou ocorre somente na presença de oxigênio. Situação na qual o oxigênio molecular faz parte do ambiente.

Afilhamento ou perfilhamanto (“stooling”) – forma de reprodução assexual na qual novos brotos são produzidos na base do ramos ou do caule senescente, freqüentemente resultando em hábito de crescimento de multi-caules.

Água de superfície (“surface water”) – água presente acima da superfície do solo ou do substrato.

Água do solo (“ground water”) – a porção da água que está abaixo da superfície do solo e que está sob pressão maior do que pressão atmosférica.

Água subterrânea – a porção da precipitação total que penetra no solo ou subsolo e fica livre para mover-se sob influência da gravidade.

Água superficial – um corpo d’água permanente ou semi-permanente que flui ou não localizado na superfície, excluindo o escoamento superficial (“runoff”).

Águas salobras – águas que contêm teores de sais inferiores aos dos mares, geralmente ocorrendo nos locais onde as águas doces chegam aos mares; levemente salinas. Relativo à água superficial ou subterrânea que contenha mais do que 0,5 partes por mil de sais. Refere-se às águas Marinhas e Estuariais com salinidade Mixohalina. O termo não deve ser aplicado às águas não costeiras.

Alagamento (“ponding”) – água parada em uma depressão fechada, que é removida somente por percolação, evaporação ou transpiração, por período maior do que sete dias.

Alcalinidade – medida da capacidade da água em neutralizar ácidos devido à presença de uma ou mais das seguintes bases: carbonatos, bicarbonatos, hidróxidos, boratos, silicatos ou fosfatos.

Alcalino(a) – termo aplicado à água com pH superior a 7,4.

Alga – grupo de vegetais autotróficos uni ou pluri-celulares que crescem tipicamente em ambientes úmidos ou na água.

Alóctone (“allocthonous”) – refere-se a substâncias (normalmente carbono orgânico) produzido fora e transportado para dentro de um ecossistema aquático ou de terra úmida.

Aluvial – referente aos depósitos de areia, silte e argila formados por ação da água corrente.

Aluvião – sedimentos depositados pela água corrente, tais como leitos de rios, planícies de inundação ou deltas.

Ambiente redutor – ambiente que conduz à remoção de oxigênio e redução química dos íons do solo.

Ameaçada – classificação de espécies ou subespécies em perigo de extinção.

Amonificação – decomposição bacteriana do nitrogênio orgânico em amônia.

Amplitude (“range”) – área geográfica de dispersão de uma espécie.

Anaeróbio – que cresce na ausência de oxigênio molecular, como nas bactérias aeróbias. Que ocorre na ausência de oxigênio molecular, como em processos bioquímicos. Condição na qual o oxigênio molecular está ausente (ou efetivamente ausente) do ambiente. Referente à ausência de oxigênio livre.

Ânion – íon carregado negativamente.

Anóxico – ausência de oxigênio molecular. Relativo à ausência de todas as formas de oxigênio (tanto o livre como o quimicamente ligado).

Aquacultura – propagação e manutenção de plantas e animais pelo homem em ambientes aquáticos e de terras úmidas.

Aquático – refere-se a ambientes inundados. Do ponto de vista hidrológico, o ambiente aquático é a área em direção à água, a partir das terras úmidas emergentes, caracterizada pelo crescimento de plantas flutuantes ou submersas.

Área basal – refere-se à área da seção de um tronco de árvore medida à 1,5 m acima do nível do solo.

Área de cobertura (“areal cover”) – medida de dominância que define o grau no qual as porções aéreas das plantas (não limitando-se àquelas enraizadas dentro da área de amostragem) cobrem a superfície do solo. É possível que a área de cobertura de uma comunidade vegetal exceda aos 100% pois (a) a maioria das comunidades vegetais consistem de mais de um estrato de vegetação; (b) a cobertura é estimada por camada de vegetação; (c) pode haver sobreposição de folhagem dentro de uma camada.

Área perturbada – nos estudos de terras úmidas se refere aos locais onde as atividades humanas ou eventos naturais tenham alterado os indicadores de uma ou mais das características (vegetação, solo e hidrologia) e tornem difícil o reconhecimento dos critérios para enquadrar o local como terra úmida.

Áreas alagadiças - áreas ou terrenos que encontram-se temporariamente saturadas de água decorrente das chuvas, devido à má drenagem.

Áreas em criação (“accreting areas”) – posições na paisagem onde o material de solo se acumula por meio de depósitos vindos de pontos mais altos ou à montante, mais rapidamente do que é perdido por erosão.

Áreas sujeitas à inundação - áreas equivalentes às várzeas, vão até a cota máxima de extravasamento de um corpo d’água em ocorrência de máxima vazão em virtude de grande pluviosidade.

Árvores – planta lenhosa com mais de 10 cm (3 polegadas) de diâmetro a altura do peito, seja qual for sua altura (exceto para lianas).

Árvores novas/arbustos (“sapling/shrub”) – camada (ou estrato) da vegetação composta por plantas lenhosas com menos de 10 cm (3 polegadas) de diâmetro a altura do peito, mas com mais de 1 metro de altura (3,2 pés), excluindo as lianas lenhosas.

Associação de plantas de terras úmidas – qualquer agrupamento de espécies de plantas que se repete toda a vez que determinadas condições de terra úmida ocorram.

Autóctone – relativo às substâncias (geralmente carbono orgânico) produzido dentro de um ambiente aquático ou de terras úmidas.

Autotrófico – produção de carbono orgânico a partir de compostos químicos inorgânicos. A fotossíntese é um exemplo de processo autotrófico.

Bacia hidrográfica (“watershed”) – área de drenagem superficial que contribui para o abastecimento de um corpo d’água.

Bactéria – organismos microscópicos unicelulares desprovidos de clorofila. A maioria é heterotrófica (algumas são quimio-autotróficas). Muitas são responsáveis por processos importantes nos ciclos de nutrientes.

Balço de água (“water budget”) – balanço entre as entradas e saídas de água.

Banco de canal (“channel bank”) – a área declivosa que limita o canal, suas barrancas.

Banhado florestado ou terra úmida florestada (“wooded wetland”) – terra úmida dominada por árvores.

Banhado mareal (“tidal marsh”) – terra úmida de águas salinas ou salobras dominada por vegetação herbácea, sujeita à influência das marés. Podem ser inundada regularmente (local baixo o bastante para ser atingido em praticamente todas as marés) ou irregularmente (muito isolada para ser atingida em todas as marés).

Banhados - extensões de terras normalmente saturadas de água onde se desenvolvem fauna e flora típicas.

Barra ou Barra de areia (“sand bar”) – forma de terra alongada constituída por areia depositada por meio de ondas e correntes, normalmente paralela à costa, e com água em ambos os lados.

Bêntico – relativo à ocorrência sobre ou nos sedimentos do fundo de ecossistemas aquáticos ou de terras úmidas.

Bianual – que ocorre a cada dois anos.

“Billabong” – tipo de terra úmida do interior da Austrália, que seca nos períodos de estiagem e se torna em lago no período de chuvas.

Bioensaio – uso de plantas ou animais para testar a qualidade da água. Frequentemente se refere ao emprego de seres vivos para testar a toxicidade de águas residuárias.

Biomassa – a massa total de tecidos vivos (vegetal e animal).

“Bog” – terra úmida pobre em nutrientes, formada por acúmulo de turfa ácida. São as turfeiras pobres. Constituída por água doce, ácida, dominada por musgos. Tipo de terra úmida caracterizada por uma grossa camada de turfa e que não apresenta uma entrada e/ou saída regular de água.

Botânica – ramo da Biologia que investiga a vida vegetal.

“Bottomland” – terra úmida de bacia de inundação tipicamente dominada por árvores.

Briófitas – plantas não vasculares, compostas por musgos e hepáticas. Normalmente presentes em locais úmidos e sombrios. Algumas dessas espécies são dominantes nos “bogs” e turfeiras pobres.

“Buttress” – a base de caules de árvores que fica fora da água e apresenta alargamento anormal, em resposta às condições de inundação prolongada.

Caducifólias de folhas largas (“broad-leaved deciduous”) – angiospermas lenhosas (árvores ou arbustos) com folhas relativamente largas, chatas e relativamente longas, que caem durante a estação fria ou seca.

Calcário (“calcareous”) – formado por carbonato de cálcio ou de magnésio pela deposição biológica ou precipitação inorgânica em quantidades suficientes para efervescer dióxido de carbono visivelmente quando tratado com ácido clorídrico frio a 0,1 N. Areias calcárias normalmente são formadas de uma mistura de fragmentos de conchas de moluscos, esqueletos de equinodermas e outras formas de vida, como corais, foraminíferas e placas de algas.

Camada capilar (“capillary fringe”) – região no solo, acima do nível freático, onde a água é conduzida para a superfície por força da ação capilar.

Camada do dossel (“canopy layer”) – parte mais externa do dossel vegetativo (camada de folhas) de uma comunidade vegetal.

Camada dura orgânica (“organic pan”) – camada que usualmente ocorre dentre 36 e 90 cm de profundidade do solo, nos solos de textura grosseira, onde a matéria orgânica e o alumínio (com ou sem ferro) acumulam-se no ponto onde a parte superior do lençol freático mais frequentemente ocorre. Esta camada tem sua permeabilidade levemente reduzida por aglomeração da matéria orgânica.

Camada ou estrato herbáceo (“herbaceous layer”) – qualquer estrato de vegetação de uma comunidade vegetal composto predominantemente por ervas.

Camadas (“layers”) – um horizonte ou subhorizonte ou combinação desses que partilham de características similares.

Campo úmido sujo (“wet meadow”) – qualquer tipo de terra úmida dominada por vegetação herbácea de juncos (superando às gramíneas) e com o lençol freático próximo à superfície, mas na maior parte do ano sem aflorar.

Canal – porção mais funda de um fluxo de água, que tem corrente e fluxo mais rápido. Conduto aberto natural ou artificialmente que contem água fluindo periodicamente ou constantemente, ou que forma uma conexão entre dois corpos de águas paradas.

Canalização – criação de canal ou canais resultando em fluxo d’água mais rápido, redução no tempo de residência hidráulico e menos contato entre a água e as superfícies sólidas dentro do corpo d’água.

Capacidade de campo – percentagem de água que permanece no solo após o mesmo ter sido saturado e depois de que a drenagem livre seja negligenciável.

Caráter de relict (“relict features”) – características morfológicas de um solo que não refletem as condições recentes de hidrologia de saturação e anaerobiose.

Características redoximórficas – formadas pelo processo de redução, translocação e/ou oxidação dos óxidos de Fe e Mn.

Carbonato – composto químico inorgânico que contem um átomo de carbono e três de oxigênio.

Carbonato de cálcio – fórmula química do CaCO_3 . Torna-se efervescente quando em contato com ácido hidrocloreto frio.

Carnívoro(a) – planta ou animal que se alimenta de animais vivos.

Cascalho (“cobbles”) – fragmentos de rocha de diâmetro inferior a 7,6 cm.

Categorizar – enquadrar em classes fundamentais e distintas as entidades e conceitos em avaliação.

Cátion – íon carregado positivamente.

Ciência do solo (Pedologia) – ciência que se ocupa do estudo dos solos.

“Cienega” – tipo de terra úmida do sudoeste dos E.U.A. formada e alimentada por cursos d’água ou descarga de águas subterrâneas.

Classificar – atribuir categorias.

Coberto, encapado ou mascarado (“covered, coated, masked”) – termos usados para descrever todos os processos redoximórficos pelos quais as partículas de solo são escondidas pelo material orgânico, silicatos de argila, ferro, alumínio ou alguma combinação destes.

Codominante – quando duas ou mais espécies ocupam partes aproximadamente iguais em um ambiente e juntas o controlam.

Comunidade vegetal – todas as populações de plantas que ocorrem em um “habitat” ou ambiente compartilhado.

Conceito pulso-subsídio (“pulse-subsidy concept”) – a adição de nutrientes em curtos intervalos ao longo do período de inundação.

Concentrações redox – corpos de acumulação aparente de óxidos de Fe e Mn. Incluem as linhas de poros, as concreções, os nódulos e as massas suaves de solo.

Concreções – concentração local de compostos químicos (por ex. carbonato de cálcio, óxido de ferro) na forma de grão ou nódulo de tamanho, dureza e cor variáveis. Nos solos hidromórficos geralmente são óxidos de ferro e/ou manganês que ocorrem próximos à superfície do solo, que se desenvolveram sob condições de saturação prolongada.

Concreções de Fe/Mn – pedaços de solo de firmes a extremamente firmes, de forma irregular com limites de súbitos a difusos. Quando quebrados ao meio, mostram camadas concêntricas.

Condição aquíca (“aquic condition”) – condição no solo representada por: profundidade de saturação, ocorrência de redução e características redoximórficas.

Condição de solo hidromórfico ou hídrico (“hydric soil condition”) – situação na qual existem características que estão associadas ao desenvolvimento do solo sob condições de redução.

Condições de solo saturado – condição na qual todos os espaços vazios (poros) entre as partículas do solo na zona de raízes estão temporariamente ou permanentemente preenchidos com água da superfície do solo em pressões maiores do que a atmosférica.

Contorno – linha imaginária de elevação constante na superfície do solo. No mapa é chamada “linha de contorno”.

Critérios – padrões, regras ou textos nos quais as decisões e julgamentos se embasam. Necessidade ou padrão técnico. Decisões geralmente são tomadas com base em vários critérios.

Croma ou intensidade de saturação – A intensidade de brilho em relação à opacidade. Pureza relativa ou saturação de uma cor; uma das três variáveis relativas à cor.

CTC (capacidade de troca de cátions) – medida da capacidade de um solo de permutar íons de carga positiva.

Custo de oportunidade – em Economia, o custo da oportunidade perdida ou flexibilidade de investir um recurso (geralmente capital) em um particular instrumento ou projeto, deste modo tornando o recurso não disponível para outros fins.

Decomposição – a quebra química da vegetação morta, por meio de atividade de bactérias e fungos, principalmente.

Delimitar – fixar ou marcar os limites de; demarcar.

Delineamento – o processo de determinar os limites físicos de uma terra úmida.

Densidade – número de indivíduos de uma espécie por área.

Densidade (“bulk density”) – medida de massa de um solo ocupando determinado volume.

Densidade relativa – descritor quantitativo, expresso em percentagem, do número relativo de indivíduos de uma espécie em uma área, calculado por: (número de indivíduos da espécie A /número total de indivíduos de todas as espécies) x 100.

Depleções de redox – corpos de baixo croma (2 ou menos), tendo valor 4 ou mais onde os óxidos de Fe e Mn tenham sido retirados ou além deles também a argila tenha sido retirada. As depleções redox contrastam proeminentemente com a matriz.

Depressão fechada – uma área de terras baixas envolvida por terras mais altas sem saída de água ou drenagem superficial.

Descontinuidade litológica – ocorre em um solo que se desenvolveu sobre mais de um tipo de rocha matriz. Normalmente identificada pela mudança abrupta no tamanho de partícula, textura, mineralogia ou outras.

Determinação abrangente de terra úmida (“comprehensive wetland determination”) – tipo de determinação baseada nas evidências mais fortes possíveis, requerendo uma coleta de dados quantitativos.

Determinação de terra úmida de rotina – tipo de determinação de terra úmida na qual, com dados obtidos no escritório ou dados de campo relativamente simples, aplicados rapidamente com métodos “in loco”, se determina se uma área é ou não terra úmida. A maioria das determinações de terras úmidas são desse tipo, não requerendo coleta de dados quantitativos.

Determinação de terras úmidas – processo ou procedimento pelo qual se determina se uma área é terra úmida ou não úmida.

Detrito – fragmentos minúsculos de partes de plantas encontrados na superfície do solo. Quando fundidos por algas ou partículas de solo, é um indicador de que água superficial esteve recentemente presente.

Diâmetro à altura do peito (DAP) – diâmetro do caule de uma planta medido a 1,5 m do solo.

Dique (“levee”) – banco (normalmente de terra) construído para controlar ou confinar água. Barreira projetada pelo homem, com o objetivo de obstruir o fluxo d’água criando uma área de terra a partir da terra úmida. Dispositivo natural ou artificial usado para restringir o movimento da água em uma área.

Distinto(a) – prontamente visível mas contrastando apenas moderadamente com a cor a qual se compara. Uma classe de contraste intermediária entre fraco e proeminente.

Diversidade biológica (biodiversidade) – a condição de ter maior variedade de formas de vida em uma área do que a média naquele ecótono ou ecossistema.

Dominância – descritor de vegetação relacionado à biomassa em uma área. Normalmente medido por altura, área de cobertura ou área basal (para árvores).

Dominância relativa – descritor quantitativo, expresso em percentagem, do tamanho relativo ou da cobertura de indivíduos de uma espécie em uma área, calculado por: $(\text{quantidade da espécie } A / \text{quantidade total de espécies}) \times 100$. A quantidade de uma espécie pode ser baseada no percentual de cobertura da área, área de base ou altura.

Dominante – a espécie que controla o ambiente e dá as características fisionômicas à paisagem.

Drenado(a) – condição na qual a água da superfície ou do subsolo foi reduzida ou eliminada da área por meios artificiais.

Drenagem artificial – remoção da água livre do solo, por meio de obras de engenharia, sejam canais, drenos subterrâneos ou outras técnicas, que resultam em rebaixamento do lençol freático. Uso de esforços humanos e seus dispositivos para remover a água livre do solo e do subsolo, ou para impedir que estas águas atinjam o solo.

Duração (da inundação ou da saturação do solo) – tempo durante o qual a água permanece na ou acima da superfície do solo, ou durante o qual o solo está saturado.

Ecologia – ramo da Biologia que investiga as inter-relações entre os seres vivos e seu ambiente.

Ecorregião – região ecológica que apresenta vastas semelhanças com outras no que diz respeito a solo, relevo e vegetação dominante.

Ecossistema – conjunto de comunidades que fazem intercâmbio de componentes e, portanto, são dependentes umas das outras; uma unidade ecológica.

Ecossistema ribeirinho (ou ripário) (“riparian ecosystem”) – ecossistema que tem o lençol freático alto (próximo à superfície) por causa de sua proximidade a um ecossistema aquático ou água subsuperficial. Geralmente ocorre como um ecótono entre ecossistemas aquáticos e terras altas, mas com solo e vegetação próprias e características. Aridez, características topográficas e de relevo e a presença de solos de origem sedimentar fortemente influenciam a extensão do lençol freático alto e, da conseqüente, vegetação característica. São representados pelas matas de galeria ou ciliares, principalmente. Caracterizam-se por uma combinação rica de espécies, com grande diversidade e produtividade. Interações contínuas ocorrem entre os ecossistemas ribeirinhos,

aquáticos e os de terras altas, por meio de trocas de nutrientes, energia e espécies.

Ecótipo (ecotipo) – população geneticamente distinta dentro de uma espécie que está adaptada a condições específicas de um local.

Ecótono – zona de transição entre dois ecossistemas.

Ecoturismo – ramo da indústria do turismo especializado em organizar visitas a áreas geográficas de interesse ecológico, especialmente com propósitos de prazer ou educativo.

Edáfico – relativo às características físicas e químicas do solo, não incluindo o clima.

Eluvial – é o removido do material de solo em suspensão de uma ou mais camadas do solo.

Empoçado (“ponded”) – condição na qual a água permanece em uma depressão fechada, sendo retirada somente por percolação, evaporação e/ou transpiração.

Enchente por escoamento de água (“headwater flooding”) – situação na qual um local é inundado diretamente pela água do escoamento da superfície de áreas mais altas circunvizinhas.

Entissol – solo mineral de desenvolvimento recente ou incompleto. Uma ordem do sistema de taxonomia de solos do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA).

EPA (“US Environmental Protection Agency”) – agência de proteção ambiental dos Estados Unidos da América.

Epipedon – horizonte de solo formado à sua superfície, usado para classificação de solos. Horizonte que se desenvolveu na superfície do solo.

Epipedon hístico (“histic epipedon”) – horizonte de um solo espesso (20 a 60 cm) orgânico que é saturado com água em algum período do ano a menos que seja artificialmente drenado, ou esteja à ou próximo à superfície de um solo mineral. Camada de solo de 3 a 6 cm na superfície ou próximo a ela, que é saturada por água durante 30 ou mais dias consecutivos na estação de crescimento e que contém no mínimo 20% de matéria orgânica no caso de não haver argila, ou no mínimo 30% de matéria orgânica no caso de haver 60% ou mais de argila. Geralmente é uma camada fina de turfa ou musgos em áreas não aradas; uma camada superficial fina demais para ser considerada um histosolo.

Epipedon húmbrico (“humbric epipedon”) – horizonte mineral superficial espesso com saturação de bases inferior a 50%.

Epipedon mólico (“mollic epipedon”) – horizonte superficial mineral relativamente espesso, de cor escura, rico em húmus e de alta saturação de bases.

Equivalente em carbonato de cálcio – é a capacidade de um solo ácido em neutralizar, expressa em percentagem de peso de CaCO_3 (peso molecular 100).

Erva ou herbácea (“herb”) – indivíduo não lenhoso de uma espécie de macrófita. Também consideram-se os indivíduos jovens de espécies lenhosas.

Escorrimento (“runoff”) – precipitação que drena da superfície para corpos d’água também de superfície.

Espaço de ar intercelular (“intercellular air space”) – cavidades entre as células nos tecidos vegetais, resultantes da variação de forma e arranjo das mesmas. O tecido aerênquima (adaptação morfológica encontrada na maioria das hidrófitas) freqüentemente tem vastos espaços de ar intercelular.

Espaço poroso do solo – espaço do solo não ocupado por partículas sólidas.

Espécie – a maior subdivisão de gênero ou subgênero, a mais básica classificação dos seres vivos. Grupo de seres vivos similares entre si e que não conseguem se reproduzir com membros de outras espécies.

Espécie ameaçada – classificação de uma espécie ou subespécie que está por tornar-se rara em parte ou todo de um determinado “habitat”.

Espécie dominante – espécie que exerce uma influência controladora sobre o ambiente ou define a característica da comunidade.

Espécie facultativa – espécie vegetal que nem sempre ocorre nas terras úmidas. Uma das cinco categorias de indicadores usadas para determinar se a vegetação de um determinado sítio é ou não hidrófita. Espécies facultativas (FAC) tem uma probabilidade similar de ocorrerem em locais tanto de terras úmidas como de terras não úmidas. Espécies facultativas de terras úmidas (FACW) têm maior probabilidade de ocorrerem em terras úmidas do que em terras não úmidas. Espécies facultativas de terras altas (FACU) têm maior probabilidade de ocorrerem em terras não úmidas do que em terras úmidas.

Espécies de águas doces – organismo que vive em águas com salinidade inferior a 0,5 partes por mil (ppm).

Espécies introduzidas – não nativas; liberadas por acidente ou seja intencionalmente ou não pelos seres humanos.

Esposossolo (“spodosol”) – solo mineral que tem um horizonte espódico. Uma das ordens da taxonomia de solos do USDA.

Estação de crescimento – porção do ano no qual as temperaturas do solo a uma profundidade de próximo a 50 cm (19,7 polegadas) estão acima do zero biológico (5°C). Para uma determinação aproximada deste período pode-se usar o número de dias livres de geada. Na prática para o Brasil esse conceito não faz muito sentido, pois em muito poucas áreas e em raros anos, os solos atingirão tais temperaturas. Para as localidades com clima de savanas (os cerrados do Brasil Central) se poderia criar um conceito similar, tendo por base a estação seca.

Estratigrafia – parte da geologia que lida com a origem, composição, distribuição e sucessão das camadas geológicas.

Estrato (ou camada) de vegetação (“vegetation layer”) – uma sub-unidade de uma comunidade vegetal na qual todas as espécies componentes exibem o mesmo hábito de crescimento (por ex. árvores, arbustos, ervas).

Estratos de vegetação (“strata”) – camadas de vegetação usadas para determinar a espécie dominante em uma comunidade vegetal (ex. árvores, arbustos, trepadeiras lenhosas, vegetação herbácea).

Estratos geológicos (“strata”) – camadas de material que são paralelas a grosso modo e localizadas umas sobre as outras.

Estrutura do solo – combinação ou arranjo das partículas primárias do solo em partículas secundárias, unidades ou “peds”.

Estuário – um corpo d’água costeiro semi-fechado que apresenta um gradiente de salinidade da sua própria água até a entrada no mar.

Eutrofização – processo pelo qual um corpo d’água torna-se altamente produtivo seja naturalmente ou por enriquecimento devido à poluição das águas por nutrientes dissolvidos (como os fosfatos). Lagos eutrofizados, freqüentemente, são rasos, com deficiência sazonal de oxigênio. A eutrofização de um corpo d’água é caracterizada pela abundante acumulação de nutrientes que sustentam grande crescimento de vida vegetal e animal, cuja decomposição exaure o oxigênio das águas rasas durante a estação de crescimento.

Evapotranspiração – Perda de água do solo tanto por evaporação como por transpiração dos vegetais que crescem sobre o mesmo.

Extensão de área – toda a superfície de um lugar ou região, seja marcada em um mapa ou em uma localização física, que tenha alguma característica conceitual única que permita diferencia-la da área que a envolve (ex. uma floresta, ou fronteiras políticas).

Fase de solo – uma subdivisão de uma série de solos ou outra unidade de classificação que tenha características que afetam o uso ou o manejo do mesmo, mas que não o tornam suficientemente diferente para separá-lo em uma nova série. Uma variação em uma propriedade ou característica.

“Fen” – terra úmida formada pelo acúmulo de turfa. Inclui todas as turfeiras que recebem águas que tiveram contato com solos minerais, ao contrário dos “bogs” cuja origem da água é principalmente da chuva. Podem se constituir em turfeiras pobres (ácidas) ou ricas (alcalinas) e sustentar tipos muito diversos de vegetação. Uma terra úmida que tem um desaguador definido e é mantida por água subterrânea rica em minerais que aflora à superfície.

Fisionomia – termo usado para descrever uma comunidade vegetal com base no hábito de crescimento (por ex. árvores, arbustos, ervas ou lianas) da espécie dominante.

Fixação de nitrogênio – o processo de combinar nitrogênio atmosférico com outros elementos por ação de bactérias no solo, que gera várias formas de nitrogênio utilizáveis no metabolismo vegetal.

Flora – lista de espécies vegetais que ocorrem em uma área.

Folista (“folist”) – histossolo derivado de resíduos de folhas.

Fonte difusa (“non-point source”) de contaminação – poluição originária de múltiplas localizações, tais como áreas agrícolas tratadas com produtos químicos.

Fonte pontual de poluição – poluição do ar ou água que se origina de uma localização específica, tal como um tanque que se rompe.

Fraco (“faint”) – evidente somente após exame detalhado (aproximando-se do objeto observado).

Freatófita (“phreatophyte”) – planta que tem um sistema radical bem desenvolvido, que lhe permite obter água diretamente do região saturada do lençol freático.

Freqüência (de inundação ou de saturação) – periodicidade de cobertura de uma área com água ou de saturação do solo. Normalmente expressa em número de anos (ex. 50 anos) nos quais um solo é alagado ou saturado pelo menos uma vez dentro da estação de crescimento em cada 100 anos.

Freqüência (vegetação) – distribuição de indivíduos de uma espécie em uma área. Quantitativamente expressa como: $(\text{número de amostras contendo a espécie A}) / (\text{número total de amostras}) \times 100$. Mais de uma espécie pode ter uma freqüência percentual superior a 100, dentro da mesma área.

Freqüência de inundação – uma classificação de inundação, na qual se indica a possibilidade de ocorrer a inundação, sob condições climáticas normais, com determinada freqüência (ex. 50 por cento de chances durante qualquer ano).

Freqüência relativa – descritor quantitativo, expresso em percentagem, da distribuição relativa de indivíduos de uma espécie em uma área, calculado por: $(\text{freqüência da espécie A} / \text{freqüência total de todas as espécies}) \times 100$.

Freqüentemente inundado – classe de inundação na qual a mesma ocorre freqüentemente em condições meteorológicas normais (mais do que 50% de chance de inundação em qualquer ano ou mais de 50 vezes em um período de 100 anos).

Gênero – a maior subdivisão da família ou subfamília na classificação de animais e plantas, geralmente consistindo de uma ou mais espécies.

Geografia – o estudo das relações espaciais dentre pessoas, lugares e ambientes.

Geomorfologia – estudos das características, origem e desenvolvimento das formas da terra.

Glaucônítico (“glaucónitic”) – agregado mineral que contém mineral de mica que resulta em uma característica coloração verde azulada.

Gleização – um processo que afeta o desenvolvimento dos solos, tal como nas condições de saturação, onde o íon ferro é reduzido quimicamente, formando concreções dentro do solo.

Gleizado (“gleyed”) – condição de solo resultante de prolongada inundação, que se manifesta pela presença de cores azuladas ou esverdeados dentro da massa do solo ou em manchas ou pedaços, dentro das outras cores. A “gleização” ocorre sob condições de redução do solo devida à saturação, pela qual o íon ferro é reduzido predominantemente para o estado ferroso.

Gradiente hidrológico – o fluxo da água do modo que é influenciado pelo grau e direção dos declives.

“Habitat” – ambiente nativo de um animal ou planta. O ambiente ocupado por indivíduos de uma particular espécie, população ou comunidade.

“Habitat” de águas profundas (“deepwater aquatic habitat”) - qualquer área de águas abertas que tenha uma profundidade superior a 2 m (6,6 pés) na maré baixa, onde não haja solo e/ou não seja vegetado ou tenha apenas macrófitas flutuantes ou submersas.

Hidrófita (“hydrophyte”) – qualquer macrófita que ocorra na água ou em substrato que seja pelo menos periodicamente deficiente em oxigênio como resultado de excessivo conteúdo de água. Plantas encontradas tipicamente em “habitats” úmidos.

Hidrófitas emergentes – angiospermas herbáceas, eretas, enraizadas que podem estar temporariamente ou permanentemente inundadas na sua base mas que não toleram prolongada submersão da planta inteira.

Hidrogeomorfologia – pertencente à síntese do cenário geomórfico, à origem da água e seu transporte, e à hidrodinâmica.

Hidrologia – ciência que investiga as propriedades, distribuição e circulação das águas.

Hidrologia de terra úmida – soma do total de características de umidade nas áreas que são inundadas ou tenham solos saturados.

Hidromórfico – características do solo causadas ou formadas pela água.

Hidroperíodo – duração de saturação ou inundação de uma terra úmida, na qual são integrados todos os aspectos de sua economia hidrológica (entradas e saídas de água). Subentende os fatores periodicidade de ocorrência, volume e duração das inundações.

Histossolo – (“histosol”) – Formam-se quase que exclusivamente nas terras úmidas. Ordem na classificação de solos americana, que engloba solos

orgânicos tais como as turfeiras. Solo orgânico que tem materiais orgânicos em mais de 50% de sua camada superficial (80 cm) ou em qualquer espessura quando está diretamente sobre a rocha ou fragmentos de rocha, cujos espaços sejam preenchidos por material orgânico.

Horizonte A – horizonte mineral que se forma na superfície ou abaixo do horizonte O (horizonte orgânico) onde está havendo acúmulo de matéria orgânica.

Horizonte cálcico (“calcic horizon”) – horizonte aluvial no qual os carbonatos tenham se acumulado em quantidades significativas.

Horizonte do solo – camada de solo aproximadamente paralela à superfície que difere da camada adjacente quanto às propriedades físicas, ou químicas, ou biológicas ou características como cor, textura, declive, grau de erosão, conteúdo de pedras, devido aos processos de formação de solos.

Horizonte E – horizonte mineral no qual o principal e dominante processo é a perda de silicatos de argila, ferro e/ou alumínio, deixando uma concentração alta de silte e argila.

Horizonte espódico (“spodic horizon”) – horizonte de solo mineral caracterizado pela acumulação iluvial de materiais amorfos compostos por alumínio e carbono orgânico com ou sem ferro.

Indicador – evento, entidade ou condição que tipicamente caracteriza um situação ambiental descrita. Os indicadores determinam ou auxiliam na determinação de se as condições que se afirmam na descrição ocorrem ou não.

Indicador positivo de terra úmida – (“positive wetland indicator”) – qualquer evidência da presença de vegetação, solo hídrico ou hidroperíodo de terra úmida em uma área.

Índice de prevalência – média ponderada. Um único valor numérico que sumariza dados quantitativos a respeito de um grande número de espécies dentro de uma comunidade da pesos à contribuição de cada espécie ao número final em termos de valor atribuído.

Intramareal – a área do litoral ou de uma terra úmida costeira entre as linhas médias das marés alta e baixa.

Inundação – condição na qual a água, seja ela de que origem for, cobre temporariamente ou permanentemente a superfície de terras.

Inundação além das barrancas (“overbank flooding”) – situação na qual a inundação ocorre como resultado do nível da água de um curso d’água subir além da cota superior da sua barranca.

Inundação de duração muito longa – inundação que de uma única vez, exceda a um mês.

Inundação de longa duração – classificação de uma inundação na qual a água permanece em uma área por período entre uma semana e um mês.

Inundado(a) – condição na qual a superfície do solo está temporariamente coberta com água de qualquer origem.

Lago eutrofizado (“eutrophic lake”) – lagos que têm alta concentração de nutrientes como nitrogênio e fósforo.

Lago “playa” (“playa lake”) – depressão rasa similar a um “prairie pothole”, abundante no Texas e Novo México (E.U.A.), caracterizado por ciclos anuais ou plurianuais de seca e cheia.

Latitude – distância angular Norte ou Sul do Equador de um ponto na superfície terrestre, medida no meridiano daquele ponto.

Lençol freático (“water table”) – nível no qual o solo está saturado onde a pressão hidráulica é zero. Parte superior da zona de saturação de um solo a partir da sua superfície.

Lenticelas hipertrofiadas – poros de tamanho exagerado na superfície de ramos ou brotos de uma espécie lenhosa através dos quais ocorrem trocas gasosas entre a planta e a atmosfera. Servem como mecanismo para aumentar o oxigênio fornecido às raízes durante períodos de inundação ou de saturação do solo.

Liana – camada (ou estrato) de vegetação em uma comunidade florestal que consiste de cipós ou trepadeiras (“vines”) lenhosas.

Limite (ou fronteira) de terra úmida (“wetland boundary”) – ponto no solo no qual ocorre a mudança de terra úmida para terra não úmida ou para ambiente aquático. Esses limites usualmente seguem contornos.

Limite de atividade biológica – com relação aos solos, é a zona abaixo da qual as condições impedem o crescimento dos seres vivos do solo. Área onde a temperatura restringe os processos metabólicos dos seres vivos a um nível negligenciável.

Linha base – uma linha, geralmente uma estrada ou qualquer característica evidente, a partir da qual os transectos de amostragem partem para dentro da área de estudo.

Linha de acúmulo ou de depósito (“drift line”) – linha onde se acumulam restos de materiais carreados pela água ao longo ou contornando a base da vegetação, fornecendo evidência de uma inundação anterior. Linha de deposição, acúmulo de restos ao longo de um contorno (paralelo ao fluxo d’água) que representa a altura de um evento de inundação.

Linhas de poros (“pore linings”) – zonas de acumulação que podem ser tanto coberturas na superfície dos poros do solo como impregnações na matriz adjacente aos poros.

Lodo ativado – uma variedade complexa de microrganismos que cresce no lodo nas bacias de tratamento de águas residuárias. Após a sedimentação, uma porção desta mistura de micróbios e lodo é reciclada no sistema influente de

tratamento, onde os micróbios continuam a crescer. O resíduo de lodo ativado é removido do sistema e tratado por diferentes processos.

Longitude – distância angular a Leste ou Oeste na superfície terrestre, medida pelo ângulo contido entre o meridiano de um lugar em particular e um meridiano de origem, como o de Greenwich, Inglaterra, expresso em graus.

Macrófita – qualquer espécie vegetal que possa ser prontamente vista a olho nu. Inclui todas as espécies vasculares e musgos (*Sphagnum* spp.), bem como as algas de porte grande (por ex. *Chara*).

Macrofítica – termo referente às espécies vegetais que são macrófitas.

Marca da água (“watermark”) – linha em uma árvore ou outra estrutura vertical que representa o nível estático máximo atingido durante um evento de inundação.

Marco (“bench mark”) – marcas referenciais permanentes instaladas em pontos ou objetos, cuja altitude seja conhecida.

Mareal (“tidal”) – relativo às marés. Situação na qual o nível da água periodicamente oscila por influência das forças de gravidade do Sol e da Lua, e devido ao movimento de rotação terrestre.

Marga (“marl”) – depósito de terra consistindo principalmente de carbonato de cálcio, misturado com argila em proporções aproximadamente iguais. Formado especialmente em condições de águas doces lacustres.

“Marsh” – tipo de terra úmida emergente com entrada e saída de águas regulares.

Massas suaves de solo (“soft masses”) – concentração de redox, que não são duras, freqüentemente dentro da matriz, de formato variável.

Matacão (ou seixo rolado) (“boulders”) – fragmentos de rocha com diâmetro superior a 60 cm.

Matéria orgânica – resíduos vegetais e/ou animais no solo em vários estágios de decomposição.

Material de origem (“parental material”) – material não consolidado e mais ou menos intemperizado composto de matéria mineral e orgânica a partir dos quais um perfil de solo se desenvolve.

Material de origem não consolidado (“unconsolidated parent material”) – material a partir do qual um solo se desenvolve, normalmente formado por intemperização de uma rocha matriz ou material depositado na área por alguma força natural (por ex. vento, água, gravidade).

Material para enchimento ou entulho (“fill material”) – qualquer material posto em um local com a intenção de aumentar a elevação daquela superfície.

Matriz (“matrix”) – o volume de solo dominante que é contínuo em aparência e envolve microssítios. Quando houverem três cores, tal como quando uma matriz,

depleção e concentração estejam presentes, a matriz pode representar 50% do volume total do solo.

Matriz depletada (“depleted matrix”) – refere-se ao volume de um horizonte ou subhorizonte de solo onde o ferro tenha sido removido ou transformado por processos de redução e translocação para criar cores de baixo croma e alto valor. Horizontes A, E e cálcico podem ter baixos cromas e altos valores e portanto, serem confundidos com matrizes depletadas. Entretanto, são excluídos deste conceito a menos que sejam comuns e em grande quantidade, e que apresentem concentrações distintas e proeminentes de redox na forma de massas de solo macio e linhas de poros. Em alguns casos a matriz depletada pode mudar de cor ao ser exposta ao ar.

Matriz do solo (“soil matrix”) – a porção de um determinado solo que tem a cor dominante. Na maioria dos casos é a porção do solo que tem mais de 50% da mesma cor.

Matriz reduzida (“reduced matrix”) – matrizes de solo que tenham baixo croma e alto valor, mas que modificam-se ao contato com o ar.

Meridiano – qualquer grande círculo imaginário da Terra, que passe pelos pólos.

Meridiano primário – meridiano a partir do qual a longitude (Leste ou Oeste) é indicada, geralmente usado como referência a localidade Greenwich, Inglaterra como meridiano 0°.

Mesófito (“mesophytic”) – qualquer espécie vegetal crescendo onde as condições de umidade e aeração situem-se entre extremos. Normalmente são espécies que se encontram em condições médias de umidade, ou seja, nem ambientes secos nem úmidos.

Metabolismo – a soma dos processos físicos e químicos pelos quais os seres vivos produzem, mantêm e destroem a matéria viva dentro de suas células (protoplasma) e pelo qual a energia se torna disponível.

Método – procedimento determinado ou conjunto de procedimentos a ser seguido.

Método de determinação “in loco” (“onsite determination method”) – técnica para fazer a determinação da terra úmida no campo.

“Mire” – uma seção de terra molhada, úmida, pantanosa; “bog” ou “marsh”.

Mitigação de terra úmida (“wetland mitigation”) – a prática de permitir a perda inevitável de uma terra úmida, exigindo em troca a implantação de outra em outro local.

Molissolo (“mollisol”) – solo que tem um horizonte mólico.

Mosqueado (“Mottled”) – coloração dispersa em manchas ou pingos dentro de uma coloração dominante.

Mosqueados (“mottles”) – pontos ou manchas de cores diferentes ou sombras de cores misturadas dentro da coloração dominante de uma camada de solo, normalmente resultante da presença de condições periódicas de redução no solo.

“Muck” (≈ sujeira ou lixo) – material orgânico no qual todos os componentes estão decompostos a ponto de ser impossível identificar sua origem. Solo orgânico onde a matéria orgânica está bem decomposta.

“Mud flat” (planície lamacenta ou barrenta) – área freqüentemente inundada, geralmente paralela à linha litorânea, mas separada da costa por água, composta por sedimentos não consolidados, geralmente silte e argila (lama barrenta) ou areia. Normalmente desprovida de vegetação.

Muito longa duração (inundação) (“very long duration flooding”) – classe de duração de inundação que dura mais de um mês.

Muito mal drenado – solos que estão molhados até à superfície na maior parte do tempo. Esses solos não permitem o cultivo de plantas agrícolas (exceto arroz) a menos que sejam drenados.

Muito pobremente drenado (“very poorly drained”) – condição na qual a água é removida do solo tão lentamente que a água livre permanece à superfície pela maior parte da estação de crescimento.

Multitronco ou multicaule – situação na qual um único indivíduo de uma espécie lenhosa desenvolve diversos ramos ou galhos na sua base.

Musgos emergentes (“emergent mosses”) – musgos que ocorrem nas terras úmidas, mas que geralmente não ficam cobertos por água.

Não mareal (“non-tidal”) – área não influenciada pelo ciclo das marés.

Nascentes - ponto ou área no solo ou numa rocha de onde a água flui naturalmente para a superfície do terreno ou para a massa de água.

Nível médio do mar – um “datum” ou plano zero de elevação. Estabelecido pela média de todos os estágios das marés dentro de um período de 19 anos (uma “época”).

“Non-wetland” – área que não é terra úmida, podendo ser “habitat” de águas profundas ou terra alta.

Nuança ou matiz ou cor (“hue”) – característica que denota uma cor em relação ao vermelho, amarelo, azul e etc. Uma das três variáveis da cor. Cada tabela de cor do “Munsell Color Book (MUNSELL COLOR, 1975) consiste de uma específica nuance. Corresponde ao espectro dominante e está relacionado ao comprimento de onda da luz. Uma característica da cor relacionada a uma das principais cores do espectro, ou a várias combinações dessas cores principais (vermelho, amarelo, verde, azul e púrpura).

Nutriente – composto ou elemento necessário aos seres vivos para seu crescimento e reprodução.

Odor de sulfito de hidrogênio – odor de H_2S , que é similar ao de ovo podre.

Orgânico – qualquer composto que contenha o elemento carbono.

Óxido – oxigenado.

Oxissolo (“oxisol”) – solo espesso, intemperizado encontrado nos trópicos úmidos, grandemente exaurido em compostos minerais responsáveis pela fertilidade. Uma ordem da taxonomia de solos do USDA.

Paisagem côncava – uma forma da paisagem onde os declives se curvam para baixo.

Paludificação – (“paludification”) – fenômeno da paisagem relativo ao acúmulo de matéria orgânica em um solo mineral, formando desse modo um Histossolo. Processo pelo qual uma turfeira se forma através da inundação de “habitats” anteriormente secos ou terras altas.

Pancromático – sensível à luz de todas as cores do espectro visível.

Pântano (“swamp”) – terra úmida arbustiva ou florestada que tenha entrada e saída de água regulares.

Parâmetro – componente característico de uma unidade que pode ser definido. Vegetação, solo e hidrologia são três parâmetros que podem ser usados para definir as terras úmidas. Termo originalmente de matemática, empregado vastamente em outras ciências. Assume o sentido de quantidade ou uma constante cujo valor varia com as circunstâncias de sua aplicação (ex. raio de um círculo), ou um conjunto de propriedades (geralmente físicas) cujo valor determina as características ou comportamento de alguma coisa (ex. parâmetros atmosféricos, ou parâmetros de terra úmida).

Parcela amostral (“sample plot”) – área de terra usada para medir ou observar condições existentes.

Partes por mil (ppm) – usada para descrever a concentração de sais em águas salobras ou marinhas; refere-se ao número de partes (gramas) de sal por mil partes (gramas) de água.

Ped (“ped”) – unidade de estrutura do solo (por ex. agregado, bloco, prisma ou grânulo) formado por processos naturais.

Percolação (de água no solo) – movimento do excesso de água dentro solo em direção às suas camadas mais profundas.

Perenifólias de folhas largas (“broad-leaved evergreen”) – angiospermas lenhosas (árvores ou arbustos) com folhas relativamente largas, chatas e relativamente longas, que geralmente permanecem verdes e são, normalmente persistentes por um ou mais anos.

Perfil do solo – seção vertical de um solo através de seus horizontes e que se estende até a rocha matriz.

Periodicamente – usado para detectar-se e definir-se repetições regulares de um evento.

Permanentemente inundado – condição na qual a água cobre a superfície do solo durante todo o ano e em todos os anos.

Permeabilidade (do solo) – característica de solo que permite à água mover-se através de seu perfil, medida em centímetro por hora que a água se move no solo saturado. A taxa na qual a água se mova mais lentamente através da camada menos permeável é a que regula (controla) a permeabilidade do solo. Facilidade com que gases e líquidos, ou raízes das plantas passam através de uma camada de solo.

pH (potencial de Hidrogênio) – o símbolo para o logaritmo da concentração do íon hidrogênio em átomo-grama por litro. Ex. pH 5 indica uma concentração de 0,00001 ou 10^{-5} átomos-grama de íon hidrogênio em um litro de solução. A escala varia de 0 a 14, sendo que 7 indica neutralidade.

Piscina vernal (“vernal pool”) – campo úmido alagado intermitentemente, ficando cheio de água no inverno e seco no verão.

Planície de inundação – são as terras baixas adjacentes aos corpos d’água, que podem ficar submersos durante os eventos de inundação.

Planta obrigatória de terras altas (“obligate upland plant” OBLUP) – plantas que ocorrem quase que exclusivamente em terras não úmidas (probabilidade estimada em 99%).

Planta obrigatória de terras úmidas (“obligate wetland plant” OBL) – plantas que ocorrem quase que exclusivamente em terras úmidas (probabilidade estimada em 99%).

Planta pioneira – planta anual herbácea ou plântula de espécie perene que coloniza por meio natural áreas nuas como um primeiro estágio em sucessões secundárias.

Plantas emergentes – vegetação ereta, enraizada que pode ser temporariamente ou permanentemente inundada na sua base, mas que não toleram inundação prolongada da planta inteira.

Plantas facultativas (“facultative species” FAC) – plantas que ocorrem tanto em terras úmidas como terras não úmidas (probabilidade estimada em 34 a 66%).

Plantas facultativas de terras altas (“facultative upland species” FACU) – usualmente ocorrem em terras não úmidas (probabilidade estimada em 67 a 99%), mas ocasionalmente ocorrem em terras úmidas.

Plantas facultativas de terras úmidas (“facultative wetland plants” FACW) – plantas que usualmente ocorrem em terras úmidas (probabilidade de 67 a 99%), mas ocasionalmente ocorrem em terras não úmidas.

Plintita (“plinthite”) – mistura de argila com quartzo e outros diluentes, altamente intemperizada, rica em sesqui-óxidos e pobre em húmus.

Pneumatóforo – raiz especializada formada em diversas espécies de plantas que ocorrem em locais freqüentemente inundados. A raiz é ereta e atinge a superfície do solo. Em algumas espécies promove a aeração das raízes nos “habitats” inundados.

Pobremente drenado – solos que são normalmente molhados na superfície ou próximo a ela durante parte suficiente do ano e onde não haja condições para agricultura. Tais condições podem ser causadas por zona saturada, camada com baixa condutividade hidráulica, lençol freático ou uma combinação desses fatores.

“Pocosin” – pântano de terras altas da região da planície costeira do sudeste dos E.U.A.

População – grupo de indivíduos da mesma espécie que vivem em uma mesma área.

Porção principal da zona de raízes (“major portion of the root zone”) – porção no perfil do solo onde mais de 50% das raízes dos vegetais ocorre. Nas terras úmidas, normalmente, corresponde aos primeiros 30 cm do perfil.

Poros do solo – área dentro do solo ocupado por ar ou água, resultante do arranjo das partículas individuais do solo.

Porosidade do solo – volume total de espaços do solo, geralmente expresso em percentagem do volume total do solo.

Potencial redox – medida de tendência de um sistema para doar ou aceitar elétrons, controlada pela natureza e proporções das substâncias oxidantes e redutoras contidas no sistema. Potencial de oxi-redução. Uma medida da pressão de elétrons (ou disponibilidade) em uma solução. Freqüentemente usada para quantificar o grau de redução eletroquímica de solos de terras úmidas sob condições anóxicas.

Pradaria úmida ou campo úmido limpo (“wet prairie”) – terra úmida herbácea dominada por gramíneas (superando os juncos) com lençol freático próximo à superfície, mas na maior parte do ano sem aflorar.

Praia – forma de terreno em declive a beira de um corpo d’água de grande porte, formado por ação das ondas e correntes, estendendo-se da água até uma quebra de continuidade da forma da paisagem, que pode ser um barranco, um rochedo, um penhasco e etc.

“Prairie pothole” – lago raso, pantanoso, encontrado em ambos Estados de Dakota (E.U.A.) e províncias do Canadá central.

Processo de oxidação e redução – complexo de reações bioquímicas no solo que influenciam a configuração dos elétrons (estado de valência) dos elementos químicos ou íons dentro do solo. Saturação prolongada de um solo conduz a uma situação anaeróbia na qual há uma mudança nas reações para condições de redução.

Processos metabólicos – complexo de reações químicas internas associado às funções vitais de um ser vivo.

Proeminente – contraste forte entre cores comparadas.

Propágulo – estrutura de um ser vivo envolvido na sua dispersão e reprodução, como as sementes ou esporos de plantas.

Próxima ao neutro – termo aplicado à água na qual o pH varia entre 5,5 e 7,4; nem muito ácido nem muito alcalino.

Quantitativo – medida precisa ou determinação expressa em valores numéricos.

Quimiossíntese – uso de energia reduzida quimicamente para o crescimento microbiano.

Raízes adventícias – raízes que crescem a partir dos ramos ou galhos ou caules de algumas plantas como resposta às condições de inundação. Isso ocorre quando as raízes normais estejam em situação de deficiência de oxigênio. Raízes que crescem de outras partes da planta que não as raízes primárias. Frequentemente se desenvolvem justamente acima da região anaeróbia quando as plantas são inundadas. Podem surgir em plantas engolfadas por sedimentos.

Raízes aquáticas – raízes que se desenvolvem nos ramos acima da posição normalmente ocupada pelas raízes, em resposta a condições de prolongada inundação.

Raízes arqueadas (“Stilted roots”) – raízes adventícias longas e arqueadas que, provavelmente, têm função de sustentação à planta (por ex. *Rhizophora mangle*) durante períodos de inundação prolongados.

Raro(a) – classificação de espécie ou subespécie que não é comum em determinada região.

Redução – para o propósito de indicadores, quando o potencial redox (Eh) está abaixo do limiar do ferro férrico-ferroso a pH ajustado. Nos solos hídricos quando a transformação do íon férrico (Fe^{+3}) para íon ferroso (Fe^{+2}) ocorre.

Redução química – processo pelo qual um composto ou íon age como doador de elétron. Nesse caso, o estado de valência do doador de elétrons decresce.

Região biogeográfica – qualquer região delimitada por suas características biológicas e geográficas.

Regime de umidade peraquício (“peraquic moisture regime”) – condição de solo na qual um ambiente redutor sempre ocorre devido à presença de água do solo à superfície ou próximo dessa.

Regime hidrológico (“hydrologic regime”) – a soma total de água que ocorre em uma determinada área, em média, durante um dado período.

Regionalizar – dividir em regiões ou distritos administrativos.

Relativamente mal drenado (“somewhat poorly drained”) – solos que estão molhados (úmidos) próximo o bastante da superfície ou por tempo suficiente a ponto de que as operações de plantio e colheita se tornem difíceis. Normalmente esses solos têm um horizonte com baixa condutividade hidráulica, condições molhadas no perfil, água que entra pelo lençol freático ou uma combinação desses fatores.

Relevo – configuração da superfície da Terra.

Respiração – soma total dos processos metabólicos associados à conversão de energia química armazenada em energia cinética (física) para uso pelo ser vivo.

Restauração – o retornar o ecossistema às condições muito próximas às anteriores à sua alteração.

Rizosfera – zona do solo na qual ocorrem as interações entre as raízes das plantas e os microrganismos.

Rizosfera oxidada – precipitação de compostos férricos de cor amarelo-avermelhada ao redor das raízes e rizomas das plantas que crescem em solos freqüentemente saturados e que, se não estivessem saturados, apresentariam cores reduzidas. É causada pelo transporte de oxigênio das folhas às raízes e rizomas através de um sistema de poros saturados de ar no tecido vegetal (aerênquima).

Rota do oxigênio (“oxygen pathway”) – seqüência de células, espaços intercelulares, tecidos e órgãos através dos quais o oxigênio é transportado nas plantas. Plantas que dispõem destas rotas até as raízes, normalmente, são adaptadas às condições de inundação ou saturação do solo.

Salinidade – medida dos sais dissolvidos na água, geralmente expresso em ppm.

Salino – relativo à água do mar (acima de 30 ppm), marinho.

Saturação – condição na qual todos os espaços porosos estão preenchidos com água excluindo do meio a fase gasosa. Quando a água do solo apresenta pressão zero ou positiva. A maioria dos poros está preenchida com água.

Saturado(a) – condição na qual todos os espaços porosos estão preenchidos com água.

Série de solos (“soil series”) – unidade básica na taxonomia de solos (unidade de mapeamento ou unidade taxonômica) que consiste de solos que sejam

essencialmente semelhantes em todas as principais características do perfil, exceto não necessariamente na textura da camada superficial.

Sistemas aquáticos flutuantes - relacionados a sistemas de tratamento natural que consistem em aplicações especiais de plantas flutuantes em lagoas de água residuária.

Sob circunstâncias normais (“under normal circumstances”) – usado para definir terras úmidas, nos casos em que a vegetação não tenha sido alterada por atividade humana.

Solo – material orgânico ou mineral não consolidado, que sustenta, ou é capaz de sustentar a vida vegetal, e que tem propriedades reconhecíveis devido à atuação conjunta de efeitos de clima e matéria viva sobre o material de origem, condicionado pelo relevo ao longo do tempo.

Solo aquíco (“aquic soil”) – solo que regularmente sofre contínua ou periódica saturação e redução. Sua presença é indicada por características redoximórficas e verificada por medidas de saturação e redução, exceto no caso de solos drenados artificialmente.

Solo de terra úmida – solo que tenha características de ter se desenvolvido em atmosfera reduzida, as quais existiram durante longos períodos de saturação e que resultaram em condições aeróbias. Solos hídricos que são suficientemente molhados (úmidos) para sustentar vegetação hidrófita, são solos de terras úmidas.

Solo enterrado – solo que tenha sido coberto por aluvião, silte ou outro depósito de origem mais recente.

Solo hidromórfico ou hídrico (“hydric soil”) – Solo formado ou que está saturado, inundado ou alagado por um período longo o bastante durante a estação de crescimento para desenvolver condições anaeróbias que favorecem o crescimento e a regeneração de vegetação hidrófita. Solos hídricos que ocorrem em áreas que têm indicadores positivos de vegetação hidrófita e hidroperíodo de terra úmida são solos de terras úmidas (“wetland soils”).

Solo levemente mal-drenado (“somewhat poorly-drained soil”) – condição na qual a água é removida lentamente o suficiente, de modo que o solo permanece molhado ou úmido por períodos significativos na estação de crescimento.

Solo mineral – qualquer solo constituído fundamentalmente por minerais (areia, silte e argila); o oposto a solo orgânico. solo que consiste predominantemente de, e tendo propriedades determinadas predominantemente por, matéria mineral, que normalmente contenha menos de 20% de matéria orgânica.

Solo não-hídrico (“non-hydric soil”) – solo que tenha sido formado sob condições aeróbias. Normalmente suportam espécies mesófitas ou xerófitas.

Solo orgânico – um solo é classificado como orgânico quando: (i) saturado por longos períodos (a menos que artificialmente drenado) e tenha mais do que 30% de matéria orgânica se a fração mineral contiver mais de 50% de argila, ou mais

de 20% de matéria orgânica se a fração mineral não apresentar argila; ou (ii) nunca saturado com água por mais de alguns dias e tendo mais de 34% de matéria orgânica. O oposto de solo mineral.

Solo pobremente drenado – condição na qual a água é removida do solo tão lentamente que o mesmo permanece úmido ou saturado por longos períodos durante a estação de crescimento.

“Status” de indicador (“indicator status”) – uma das categorias (por ex. OBL) que descreve uma probabilidade estimada de uma espécie vegetal ocorrer nas terras úmidas.

Subespécie – subdivisão de uma espécie.

Submareal (“subtidal”) – a zona na linha costeira e bacia de água abaixo da linha da maré baixa, que permanece sempre coberta por água.

Subsídio mareal (“tidal subsidy”) – aumento ou suporte ao lençol freático causado pelas flutuações das marés. Maneira pela qual os nutrientes são adicionados e os elementos tóxicos removidos de áreas de forte influência da energia das marés.

Substrato – a base ou substância na qual uma espécie se fixa para crescer. O material geológico imediatamente abaixo do solo. Não solo. As vezes se emprega para designar a todo o tipo de material, incluindo o próprio solo. Meio de crescimento e enraizamento para plantas.

Super enriquecimento (“over enrichment”) – excessiva carga de nutrientes (em especial nitrogênio e fósforo) em um corpo d’água que resulta em florescimento de algas (“algal blooms”) e na turbidez e na anoxia associadas a tal evento. Eutrofização.

Superfície do solo – limite superior do perfil do solo. Para solos minerais é o limite superior do horizonte mineral mais externo. Para solos orgânicos é o limite superior da matéria orgânica morta não decomposta.

Supramareal (“supratidal”) – a zona da linha costeira acima da maré alta.

“Swamp” – terra úmida emergente na qual o estrato superior da vegetação é composto principalmente por árvores.

Tampão – uma área de terra alta (“upland”) (não úmida) imediatamente adjacente à terra úmida.

Tempo de retenção – duração na qual um determinado volume total de água circula completamente em uma bacia.

Temporariamente inundado – condição na qual a água está presente por breves períodos durante a estação de crescimento, mas o lençol freático permanece bem abaixo da superfície do solo pela maior parte da estação de crescimento.

Terra alta (“upland”) – qualquer área que não possa ser qualificada como terra úmida por não apresentar regime hídrico suficientemente característico para

permitir o desenvolvimento de vegetação, solos ou características hidrológicas associados às terras úmidas. Quando tais áreas ocorrem dentro das terras úmidas, são mais apropriadamente chamadas “terras não úmidas”.

Terra não-úmida (“nonwetland”) – qualquer área que tenha condições secas o suficiente para que não estejam presentes os indicadores de vegetação, solo ou hidroperíodo de terras úmidas. Nesse caso são todas as áreas que não sejam terra úmida, nem, ambiente aquático, nem sítio aquático especial.

Terra úmida (“wetland”) – ver definições de terra úmida.

Terra úmida alterada – área afetada pela ação humana ou eventos naturais, de modo que um ou mais dos indicadores de terra úmida esteja ausente, obscuro, ou que não apresente mais as características da condição original.

Terra úmida arbustiva (“shrub-scrub wetland”) – terra úmida caracterizada por vegetação lenhosa de pequeno porte (arbustos) com menos de 6 m de altura.

Terra úmida artificial – banhado construído onde originalmente não havia um. Uma terra úmida criada por ação antrópica proposital.

Terra úmida construída - criada intencionalmente em locais originalmente secos com o propósito único de tratamento de águas residuárias ou de enxurradas.

Terra úmida criada - aquela intencionalmente implantada em locais originalmente secos para formar ou repor um “habitat” natural (por exemplo, projetos compensatórios de mitigação).

Terra úmida cultivada (“farmed wetland”) – áreas cultivadas nas quais as lavouras são compatíveis com o “status” de terra úmida.

Terra úmida de depressão (“depressional wetland”) – terra úmida que ocorre em uma depressão na paisagem de modo que a área para recolhimento de escoamento superficial é pequena.

Terra úmida de fundo não-consolidado (“unconsolidated bottom wetland”) – terra úmida caracterizada pela relativa ausência de uma superfície estável na qual a vegetação possa enraizar.

Terra úmida de fundo rochoso (“rock bottom wetland”) – terra úmida caracterizada pela cobertura de sua superfície por pedras, matacões ou leito rochoso em 75% ou mais da área e cobertura por vegetação inferior a 30%, sujeita a inundações relativamente freqüentes e consistentes.

Terra úmida de leito aquático – uma classe de terra úmida caracterizada pelo crescimento das plantas ao nível ou abaixo da superfície da água.

Terra úmida de leito de corpo d’água (“stream bed wetland”) – terra úmida caracterizada pela presença de canais que são inundados regularmente, irregularmente, sazonalmente ou intermíntentemente.

Terra úmida de litoral não-consolidado (“unconsolidated shore wetland”) – terra úmida caracterizada pela relativa ausência de uma superfície estável na qual a vegetação comum possa enraizar, fazendo exceção a isso as plantas pioneiras.

Terra úmida de litoral rochoso (“rocky shore wetland”) – terra úmida caracterizada pela mesma área de cobertura da classe “terra úmida de fundo rochoso”, diferindo daquela quanto ao regime hídrico que é menos freqüente e consistente.

Terra úmida de musgos e líquens – uma terra úmida caracterizada pelo crescimento de musgos e líquens em forma de turfeiras, normalmente chamada “bog”, comum nas altas latitudes do hemisfério Norte.

Terra úmida de orla marítima (“fringe wetland”) – terra úmida próxima a um corpo d’água de grande tamanho, que recebe freqüente e regular aportes de água nos sentidos de mar para a terra e vice-versa, devido ao efeito das marés e/ou de ventos.

Terra úmida de recifes (“reef wetland”) – uma classe de terra úmida caracterizada por estruturas em forma de recife, colonizadas por invertebrados sedentários (corais).

Terra úmida emergente – classe de terra úmida caracterizada pela presença de vegetação herbácea (não lenhosa), que persiste pela maior parte da estação de crescimento.

Terra úmida florestada – terra úmida caracterizada pela presença de vegetação lenhosa com altura superior a 6 m.

Terra úmida induzida pelo homem (“man-induced wetland”) – qualquer área que desenvolva características de terra úmida devido à interferência da atividade humana (por ex. irrigação).

Terra úmida restaurada - aquela que originalmente era um ecossistema terra úmida, mas que tenha sido alterado ou modificado por ação antrópica, e antes da restauração, não mais apresentasse as características próprias de terra úmida.

Terra úmida ribeirinha (“riverine wetland”) – sistema de terra úmida com menos de 0,5 ppm de sais, sujeita a regimes de fluxo canalizado. Categorizada de acordo com os regimes de fluxo tais como águas mareais, águas de movimentação lenta com planície de inundação bem desenvolvida, águas de movimentação rápida com pequena planície de inundação e sistema intermitente.

Terras úmidas (“wetlands”) – aquelas áreas que são inundadas ou saturadas por água em uma freqüência ou duração suficiente para sustentar, e sob condições normais suportam, uma predominância de vegetação tipicamente adaptada à vida em condições de solo saturado. Geralmente inclui banhados, várzeas, brejos, planícies de inundação, etc.

Textura do solo – proporção em peso das partículas de solo menores do que 2 mm. Proporção relativa dos vários tamanhos de partícula em um solo.

Tipicamente adaptado(a) – termo que se refere a espécies que se estão adaptadas a um dado conjunto de condições ambientais, devido a alguma característica morfológica, fisiológica ou de reprodução.

Típico – aquilo que ocorre normalmente, ou usualmente ou é comum.

Tolerância ecológica – a amplitude de condições ambientais na qual uma espécie vegetal pode crescer.

Topografia – configuração de uma superfície, incluindo seu relevo e a posição dos elementos naturais e/ou artificiais presentes na paisagem.

Transecto – uma linha sobre o solo ao longo da qual são estabelecidos pontos para amostragem e coleta de dados da vegetação, e em alguns casos, dados hidrológicos e de solo também.

Transição abrupta – se usa para descrever características redoximórficas que implicam em mudanças bruscas na coloração do solo. A zona de transição, normalmente é menos espessa do que 0,5 mm. Clara e gradual são empregados para descrever transições de coloração intermediárias entre a abrupta e a difusa.

Transição difusa – usada para descrever características redoximórficas que mudam gradualmente de uma cor para outra. Esta linha de transição, em geral, tem mais de 2 mm de espessura. Clara e gradual são usadas para descrever a transição intermediária entre abrupta e difusa.

Transpiração – processo pelo qual as plantas perdem água na forma de vapor, lançando-a ao ambiente gasoso, primordialmente através de seus estômatos.

Turbidez – oposto à limpidez. Opacidade das águas devido a algas, silte suspensa ou outras impurezas.

Turfa (“peat”) – depósito de material vegetal parcialmente e/ou não decomposto. Pode conter os restos de musgos e outros vegetais não vasculares, e plantas superiores. Acumula-se somente em locais suficientemente úmidos onde não ocorre decomposição da matéria orgânica na mesma velocidade de sua formação. Material orgânico de solo fibroso no qual ainda é possível identificar-se as formas vegetais que o originaram. Solo orgânico constituído em sua maior parte por matéria orgânica não decomposta ou apenas levemente decomposta, acumulada sob condições de muita umidade. Os tipos altamente orgânicos, quando secos, podem ser usados como combustível.

Turfeiras (“peatlands”) – termo genérico que se refere a todos os locais onde está havendo acumulação de turfa; “bogs” e “fens”.

Unidade de mapeamento – conjunto de solos que apresentam características que permitem identifica-los e isola-los dos demais. Também pode ser empregado com o sentido de características de solo, vegetação e hidrologia que são comuns e podem ser usados em uma escala para a elaboração de mapa condizente com o propósito do trabalho.

Valor ou tonalidade (“value”) (referente à cor do solo) – relativa luminosidade ou intensidade da cor, aproximadamente uma função da raiz quadrada do total de luz refletida por uma superfície. Uma das três variáveis da cor.

Valor de importância (“importance value”) – termo quantitativo que descreve a influência relativa de uma espécie vegetal na sua comunidade, obtido pela soma de qualquer combinação de: frequência relativa, densidade relativa e dominância relativa.

Várzea - terrenos baixos e mais ou menos planos que se encontram junto às margens de corpos d’água.

Vegetação – a soma total de macrófitas que ocorrem em uma determinada área.

Vegetação aquática submersa – plantas aquáticas que permanecem dentro da água.

Vegetação de terra úmida – soma total de macrófitas que ocorrem em áreas onde a frequência e a duração de inundação ou saturação do solo, produz solos permanentemente ou periodicamente saturados, de modo a exercer uma ação controladora sobre o desenvolvimento das espécies de plantas presentes. Quando ocorrer vegetação hidrófita ocorrer em área de solos hídricos e havendo regime hidrológico de terras úmidas, pode-se referir com propriedade a tal vegetação, como vegetação de terra úmida.

Vegetação hidrófita (“hydrophytic vegetation”) – a soma total de macrófitas crescendo na água ou em um substrato que seja pelo menos periodicamente deficiente em oxigênio como resultado de excessivo conteúdo de água. Quando a vegetação hidrófita abrange uma comunidade onde os indicadores de solos hídricos e o hidroperíodo de terras úmidas também existam, a área tem vegetação de terra úmida.

Vegetação homogênea – situação na qual a mesma associação de espécies vegetais ocorre em toda uma área.

Vegetação predominante (“prevalent vegetation”) – a comunidade ou as comunidades que ocorrem em uma área durante um dado período. A vegetação predominante é caracterizada pela espécie de macrófita que domina a comunidade vegetal.

Vegetação ribeirinha (“riparian vegetation”) – vegetação que cresce perto o suficiente de um corpo d’água de modo que a sua evapotranspiração anual seja um fator no regime hídrico do mesmo.

Vegetação uniforme – situação na qual o mesmo grupo de espécies dominantes ocorre por toda uma área.

Vertissolo (“vertisol”) – solo mineral com 30% ou mais de argila em todas as camadas. Estes solos se expandem e contraem dependendo do teor de umidade, rachando. Solo rico em argila, que se fende profundamente em épocas de seca. Uma ordem na taxonomia de solos do USDA.

“Wetland” – literalmente terra molhada. Emprega-se o termo terra úmida. Equivale no Rio Grande do Sul a banhado. Uma área que tenha vegetação hidrófita, solos hídricos e hidroperíodo caracterizado por saturação em alguma época do ano.

Xerófita – espécies de plantas tipicamente adaptadas à vida em condições de falta ou limitação no suprimento de água. São espécies capazes de crescer em condições extremamente secas, devido a adaptações morfológicas, fisiológicas e/ou reprodutivas.

Zero biológico – a temperatura na qual o crescimento da planta cessa e predomina a dormência, normalmente abaixo dos 5°C.

Zona de raízes – porção do perfil do solo onde existem raízes de plantas.

Zona de raízes oxidada – a área imediatamente ao redor das raízes onde uma sutil, ainda que distinta, descoloração semelhante aos tons de ferrugem ocorre, como resposta de crescimento às condições de solos hídricos.

Zona hidrológica (“hydrologic zone”) – área que está inundada ou tenha solos saturados dentro de uma específica frequência e duração da inundação ou da saturação.

Zonação – estado ou condição de ser marcado em faixas, tais como cores ou textura. A vegetação de terras úmidas normalmente exhibe distintas zonas caracterizadas pelas comunidades compostas por plantas diferentes.

Zonas de transição - são áreas de passagem entre dois ou mais ecossistemas distintos, que se caracterizam por apresentarem características específicas no que se refere às comunidades que as compõem.

ANEXO 3

LISTA DE ESPÉCIES VEGETAIS DE TERRAS ÚMIDAS E "HABITATS" AQUÁTICOS DO RIO GRANDE DO SUL

Espécies Vegetais de Terras Úmidas e “Habitats” Aquáticos do Rio Grande do Sul

As espécies estão agrupadas em grupos funcionais, conforme proposto por IRGANG (1999), citando nome científico, nome comum (quando há) e família botânica.

A lista foi elaborada com informações coletadas das seguintes obras, citadas nas referências bibliográficas: ARECHAULETA (1894); BARROS (1960); ARAÚJO (1971); LOMBARDO (1984); REITZ et al. (1988); LORENZI (1990); WATSON & DALLWITZ (1994); CORDAZZO & SEELIGER, (1995); RAMSEY (1995); IRGANG & GASTAL (1996); TOBE et al. (1998); IRGANG (1999); RAMSEY (1999); LORENZI (2000a); LORENZI (2000b), IRGANG & GASTAL JR., 2003).

Esta lista é uma proposta inicial que deverá ser aperfeiçoada e complementada por meio de investigação conjunta por especialistas em Botânica Sistemática (Taxonomia) e Ecologia Vegetal (Fitossociologia). Em princípio, abrange as espécies que na classificação norte-americana seriam enquadradas como obrigatórias de terras úmidas (OBL) e facultativas de terras úmidas FACU). Além da vegetação arbórea, estão contempladas nessa lista as macrófitas aquáticas, conforme definido por IRGANG & GASTAL JR. (1996): "macrófitas aquáticas são os vegetais visíveis a olho nu, cujas partes fotossintetizantes ativas estão permanentemente, ou por diversos meses, todos os anos, total ou parcialmente submersas em água doce ou salobra, ou ainda flutuantes na mesma". Para que possa ser empregada com maior facilidade, deverá ser acrescida de ilustrações.

1 – Comunidades flutuantes livres

1.1 – Flutuantes abaixo da superfície

Ceratophyllum demersum L. “candelabro aquático” Ceratophyllaceae

Scirpus submersus C. Wright Cyperaceae

Utricularia foliosa L. "mururé" Lentibulariaceae
Utricularia gibba L. Lentibulariaceae
Utricularia inflata L. "utriculária" Lentibulariaceae
Utricularia praelonga L. Lentibulariaceae
Utricularia sp. Lentibulariaceae
Utricularia subulata L. Lentibulariaceae
Wolffiella lingulata (Hegelm.) Hegelm. Lemnaceae
Wolffiella oblonga (Phil.) Hegelm. Lemnaceae

1.2 – Flutuantes na superfície

Lemna aequinoctialis Welwitsch Lemnaceae
Lemna giba L. "lentilha d'água" Lemnaceae
Lemna valdiviana Phil. Lemnaceae
Riccia stenophylla Spruce Ricciaceae
Ricciocarpus natans (L.) Corda "lentilha d'água" Ricciaceae
Wolffia brasiliensis Wedell "lentilha d'água ou água verde" Lemnaceae
Wolffia columbiana Karsten Lemnaceae

1.3 - Flutuantes acima da superfície

Azolla caroliniana Willd. "murerê-rendado" Azollaceae
Azolla filiculoides Lam. Azollaceae
Eichhornia azurea (Sw.) Kunth "camalote ou aguapé" Pontederiaceae
Eichhornia crassipes (Mart.) Solms "camalote ou aguapé" Pontederiaceae
Hydrocotyle ranunculoides L. f. "erva-capitão" Apiaceae
Leersia hexandra Sw. "grama boiadeira" Poaceae
Lilaeopsis attenuata (Hook & Arn.) Fern Apiaceae
Limnobium laevigatum (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Heine Hydrocharitaceae
Luziola peruviana Gmelin "grama-boiadeira" Poaceae
Pistia stratiotes L. "alface d'água ou repolho d'água" Araceae
Salvinia herzogii De La Sota "salvinia ou carrapatinho" Salviniaceae

2 – Comunidades enraizadas no substrato

2.1 – Inteiramente submersas

- Alternanthera philoxeroides* (Mart.) Griseb. "perna-de-saracura" Amaranthaceae
- Cabomba caroliniana* A. Gray "cabomba" Cabombaceae
- Cabomba furcata* Schult. & Schult. "cabomba" Cabombaceae
- Callitriche deflexa* A. Br. Callitrichaceae
- Callitriche rimosa* Fasset. Callitrichaceae
- Ceratophyllum demersum* L. "candelabro aquático" Ceratophyllaceae
- Crinum americanum* L. Amaryllidaceae
- Drymaria cordata* (L.) Willd. "jaboticaá ou mastruço-do-brejo" Caryophyllaceae
- Echinochloa polystachya* (H.B.K.) Hitchec. "capim d'água" Poaceae
- Egeria densa* Planch. "elodea" Hydrocharitaceae
- Eichhornia azurea* (Sw.) Kunth "aguapé ou camalote" Pontederiaceae
- Eleocharis mínima* Kunth Cyperaceae
- Eleocharis radicans* (Poir.) Kunth. Cyperaceae
- Enhydra anagallis* Gardner Asteraceae
- Hymenachne amplexicaulis* (Rudge) Nees "canarana miúda" Poaceae
- Hymenachne donacifolia* (Raddi) Chase Poaceae
- Isoetes brasiliensis* H. P. Fuchs Isoetaceae
- Isoetes ekmanii* Weber Isoetaceae
- Leersia hexandra* Sw. "grama boiadeira" Poaceae
- Ludwigia* spp. "verdolenga ou cruz de malta" Onagraceae
- Luziola peruviana* Gmelin "grama-boiadeira" Poaceae
- Mayaca fluviatilis* Aubl. "maiaca" Mayacaceae
- Mayaca sellowiana* Kunth "maiaca" Mayacaceae
- Myriophyllum aquaticum* (Vell.) Verdcourt "pinheirinho d'água" Haloragaceae
- Myriophyllum elatioides* Gaudich Haloragaceae
- Panicum elephantipes* Nees "capim vermelho ou camalote" Poaceae
- Potamogeton ferrugineus* Hagstr. Potamogetonaceae
- Potamogeton gayi* A. Bennett "potamogeton" Potamogetonaceae
- Potamogeton illinoensis* Morong Potamogetonaceae

Potamogeton montevidensis A. Bennett "potamogeton" Potamogetonaceae
Potamogeton pectinatus L. Potamogetonaceae
Potamogeton pusillus L. Potamogetonaceae
Potamogeton spirilliformis Hagström Potamogetonaceae
Potamogeton striatus Ruiz & Pav. Potamogetonaceae
Proserpinaca palustris L. Haloragaceae
Ruppia marítima L. Ruppiaceae
Scirpus submersus C. Wright Cyperaceae
Zannichellia palustris L. Zannichelliaceae

2.2 – Com folhas flutuantes

Cabomba australis Speg. "cabomba" Cabombaceae
Hydrocleis nymphoides (Willd.) Buchenau Limnocharitaceae
Hydrocotyle ranunculoides L. f. "erva-capitão" Apiaceae
Ludwigia grandiflora (Michx.) Zard., Gu & Raven. "cruz de malta" Onagraceae
Ludwigia peploides (Kunth.) Raven "cruz de malta" Onagraceae
Marsilea cf. concinna Baker Marsileaceae
Nymphaea amazonum Mart. & Zucc. "lírio aquático" Nymphaeaceae
Nymphaea prolifera Wierseman Nymphaeaceae
Nymphoides indica (L.) Kuntze "soldanela ou estrela branca" Menyanthaceae
Potamogeton illinoensis Morong Potamogetonaceae
Potamogeton montevidensis A. Bennett Potamogetonaceae
Potamogeton spirilliformis Hagström Potamogetonaceae
Reussia subovata (Seub.) Solms Pontederiaceae

2.3 – Com caules flutuantes e folhas emergentes

Bidens laevis (L.) Britton, Sterns & Poggenb. Asteraceae
Eichhornia azurea (Sw.) Kunth "camalote ou aguapé" Pontederiaceae
Heteranthera reniformis Ruiz & Pavon "pavoa ou hortelã-do-brejo" Pontederiaceae
Hydrocotyle ranunculoides L. "erva-capitão" Apiaceae
Leersia hexandra Sw. "grama boiadeira" Poaceae

Limnobiium laevigatum (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Hein Hydrocharitaceae
Ludwigia sp. "camalote ou cruz de malta" Onagraceae
Luziola peruviana Gmelin "grama-boiadeira" Poaceae
Panicum elephantipes Ness Poaceae
Panicum repens L. "grama-de-ponta" Poaceae
Paspalidium paludivagum (Hitch & Chase) Parodi Poaceae
Polygonum acuminatum H. B. K. "erva-de-bicho" Polygonaceae
Polygonum ferrugineum Wedd. Polygonaceae
Polygonum portoricense Bertero. Polygonaceae
Reussia rotundifolia (L.f.) Castell "camalote" Pontederiaceae
Reussia subovata (Seub.) Solms Pontederiaceae

2.4 – Com caules e folhas emergentes

Alternanthera philoxeroides (Mart.) Griseb. Amaranthaceae
Bromelia antiacantha Bert. "ananás ou gravatá" Bromeliaceae
Canna glauca L. Cannaceae
Caperonia hystrix Pax & Hoffm. Euphorbiaceae
Cephalanthus glabratus (Spreng.) K. Schum. Rubiaceae
Cladium jamaicense Crantz "navalha" Cyperaceae
Cleome trachycarpa Klotsch ex Eichler Capparidaceae
Commelina diffusa Burm. F. "trapoeraba" Commelinaceae
Crinum americanum L. Amaryllidaceae
Cyperus celluloso-reticulatus Boeck. "tiririca" Cyperaceae
Cyperus giganteus Vahl "papiro" Cyperaceae
Cyperus haspan L. "tiririca" Cyperaceae
Cyperus prolixus H. B. K. "tiririca" Cyperaceae
Diodia alata Nees & Mart. "erva-de-lagarto ou poaia-do-brejo" Rubiaceae
Diodia saponariifolia (Cham. & Schltdl.) Michx. "poaia-do-brejo" Rubiaceae
Drosera brevifolia Pursh. Droseraceae
Echinocloa crusgalli (L.) Beauv. "capim arroz" Poaceae
Echinocloa polystachya (H.B.K.) Hitch. Poaceae

Echinodorus argentinensis Rataj Alismataceae
Echinodorus grandiflorus (Cham. & Schltldl.) Michx. Alismataceae
Echinodorus longiscapus Arechav. "chapéu-de-couro" Alismataceae
Echinodorus tenellus (Mart.) Buchenau Alismataceae
Eleocharis bonariensis Ness Cyperaceae
Eleocharis interstincta (Vahl) Roem. & Schult Cyperaceae
Eleocharis obtusa (Willd.) Schultes Cyperaceae
Enhydra anagallis Gardner. Asteraceae
Equisetum giganteum L. "cavalinha" Equisataceae
Eriocaulon modestum Kunth Eriocaulaceae
Eryngium pandanifolium Cham. & Schltldl. "caraguatá-do-banhado" Apiaceae
Fimbristylis autumnalis (L.) Roem. & Schult. "falso alecrim-da-praia" Cyperaceae
Fimbristylis spadicea (L.) Vahl Cyperaceae
Floscopa glabrata (Kunth) Hassk. Commelinaceae
Fuirena robusta Kunth Cyperaceae
Gymnocoronis spilanthoides (D. Don) DC. Asteraceae
Habenaria parviflora Lind. Orchidaceae
Hibiscus cisplatinus St.-Hil. Malvaceae
Hibiscus diversifolius Jacq. Malvaceae
Hydrocotyle bonariensis Lam. "erva-de-capitão" Apiaceae
Hydrolea spinosa L. Hydrophyllaceae
Hygrophylla brasiliensis (Spreng.) Lindau Acanthaceae
Hygrophylla guianensis Nees Acanthaceae
Hygrophylla helodes Nees Acanthaceae
Hymenachne amplexicaulis (Rudge) Nees "capim capivara" Poaceae
Hyptis lorentziana O. Hoffm. Lamiaceae
Hyptis tetracephala Bordig. Lamiaceae
Juncus acutus L. "junco" Juncaceae
Juncus microcephalus H.B.K. "junquinho" Juncaceae
Limonium brasiliense (Boiss.) O.Ktze. Plumbaginaceae
Ludwigia peploides (Kunth) P.H. Raven "cruz de malta" Onagraceae

Ludwigia peruviana (L.) H. Hara "cruz de malta" Onagraceae
Ludwigia uruguayensis (Cambess.) H. Hara "cruz de malta" Onagraceae
Myriophyllum aquaticum (Vell.) Verdcourt "pinheirinho d'água" Haloragaceae
Panicum aquaticum Poir. "grama do banhado" Poaceae
Panicum grumosum Nees "canivão" Poaceae
Panicum laxum Swartz. "capim-de-capivara" Poaceae
Panicum prionitis Nees "capim santa fé" Poaceae
Panicum sabulorum Lam. "canevão" Poaceae
Paspalidium paludivagum Hitch & Chase "capim-do-banhado" Poaceae
Pluchea sagittalis (Lam.) Cabr. "erva lucera" Compositae
Polygonum hydropiperoides Michx. "erva-de-bicho" Polygonaceae
Pontederia cordata L. "aguapé" Pontederiaceae
Rumex argentinus Rech. Polygonaceae
Sagittaria montevidensis Cham. & Schltld. "sagitária ou flecha" Alismataceae
Salicornia gaudichaudiana Mog. Chenopodiaceae
Scirpus americanus Pers. Cyperaceae
Scirpus californicus (C. A. Mey) Steud. "junco" Cyperaceae
Scirpus giganteus Kunth "capim-navalha" Cyperaceae
Scirpus maritimus L. Cyperaceae
Scirpus olneyi A. Gray Ciperaceae
Sebastiania schottiana Müll. Arg. "branquilha" Euphorbiaceae
Senecio bonariensis Hook & Arn. "margarida-do-banhado" Asteraceae
Senecio icoglossus DC. Asteraceae
Senecio jurgensii Mattf. "margarida" Asteraceae
Solanum glaucophyllum Desf. "espichadeira" Solanaceae
Spartina alterniflora Loiset et Deslang Poaceae
Spartina densiflora Brongn. Poaceae
Thalia geniculata L. "caeté" Marantaceae
Thalia multiflora Horkel ex Koern. Marantaceae
Triglochin striata Ruiz & Pav. Juncaginaceae
Typha dominguensis Pers. "taboa" Typhaceae

Typha latifolia L. "taboa" Typhaceae
Typha subulata Cresp. & Per-Mor. "taboa" Typhaceae
Utricularia tricolor St.-Hil. Lentibulariaceae
Vigna luteola (Jacq.) Benth. Fabaceae
Xyris jupicai L. C. Rich. Xyridaceae
Zizaniopsis bonariensis (Bal. & Poit) Speg. "espadana" Poaceae

2.5 – Anfibias

Acrostichum danaeifolium Langsd. & Fisch. Pteridaceae
Alternanthera philoxeroides (Mart.) Griseb. "erva-de-jacaré" Amaranthaceae
Baccharis spp. Asteraceae
Bacopa monnieri (L.) Penn. "bacopa" Scrophulariaceae
Bambusa trinii Nees "taquara" Poaceae
Boehmeria cylindrica (L.) Sw. Urticaceae
Bulbostylis spp. Cyperaceae
Callitriche deflexa A. Br. Callitrichaceae
Callitriche rimosa Fasset. Callitrichaceae
Canna glauca L. Cannaceae
Caperonia hystrix Pax & Hoffm. Euphorbiaceae
Cladium jamaicense Crantz "navalha" Cyperaceae
Commelina diffusa Burm. f. "trapoeraba" Commelinaceae
Crinum americanum L. Amaryllidaceae
Cyperus luzulae (L.) Retz. "capim-de-botão" Cyperaceae
Diodia alata Nees & Mart. "erva-de-lagarto ou poaia-do-brejo" Rubiaceae
Diodia saponariifolia (Cham. & Schltld.) Michx. "poaia-do-brejo" Rubiaceae
Dodonea viscosa (L.) Jacquin "vassoura vermelha" Sapindaceae
Drymaria cordata (L.) Willd. "jaboticaá" Caryophyllaceae
Echinocloa crusgalli (L.) Beauv. "capim arroz" Poaceae
Echinocloa polystachya (H.B.K.) Hitch. "canarana" Poaceae
Echinodorus argentinensis Rataj, Alismataceae
Echinodorus grandiflorus (Cham. & Schltld.) Michx. Alismataceae

Echinodorus longiscapus Arech. Alismataceae
Echinodorus tenellus (Mart.) Buchenau Alismataceae
Eleocharis fistulosa (Poir.) Link Cyperaceae
Eleocharis nodulosa (Roeth.) Schult. Cyperaceae
Eleocharis spp. Cyperaceae
Enhydra anagallis Gardner Asteraceae
Equisetum giganteum L. "cavalinha" Equisetaceae
Eryngium pandanifolium Cham & Schtdl. "caraguatá-de-banhado" Apiaceae
Erythrina crista-galli L. "corticeira-do-banhado" Fabaceae
Fimbristylis squarrosa Vahl Cyperaceae
Fuirena robusta Kunth Cyperaceae
Hedyotis salzmännii (DC.) Steud. Rubiaceae
Heteranthera reniformis Ruiz & Pavon "pavoa ou hortelã-do-brejo" Pontederiaceae
Hibiscus diversifolius Jacq. Malvaceae
Hibiscus selloi Gürke Malvaceae
Hydrolea spinosa L. Hydrophyllaceae
Hygrophila brasiliensis (Spreng.) Lindau Acanthaceae
Hygrophila guianensis Nees Acanthaceae
Hygrophila helodes Nees Acanthaceae
Hymenachne amplexicaulis (Rudge) Nees "capim capivara" Poaceae
Hyptis spp. Lamiaceae
Inga uruguensis Hook & Arn. "ingá" Fabaceae
Juncus spp. "junco" Juncaceae
Justicia laevilinguis (Nees) Lindau Acanthaceae
Lilaeopsis attenuata (Hook. & Arn.) Fernald Apiaceae
Lilaeopsis carolinensis Coulter. & Rose Apiaceae
Lilaeopsis tenuis A. W. Hill Apiaceae
Limonium brasiliense (Boiss.) Kuntze Plumbaginaceae
Ludwigia elegans (Cambess.) H. Hara "cruz de malta" Onagraceae
Ludwigia leptocarpa (Nutt.) H. Hara "cruz de malta" Onagraceae
Ludwigia spp. "verdolenga ou cruz de malta" Onagraceae

Marsilea cf. concinna Baker Marsileaceae
Mayaca fluviatilis Aubl. "maiaca" Mayacaceae
Mayaca sellowiana Kunth "maiaca" Mayacaceae
Mecardonia montevidensis (Spreng.) Pennell Scrophulariaceae
Micranthemum umbrosum (Walter) Blake Scrophulariaceae
Mimosa bimucronata (DC.) Kuntze "maricá" Fabaceae
Panicum grumosum Nees Poaceae
Panicum prionitis Ness "capim santa-fé" Poaceae
Paspalum pumilum Nees Poaceae
Phyllanthus sellowianus Müll. Arg. Euphorbiaceae
Polygonum acuminatum H.B. K. Polygonaceae
Polygonum punctatum Ell. Polygonaceae
Polygonum spp. "erva-de-bicho" Polygonaceae
Pontederia cordata L. Pontederiaceae
Pratia hederacea (Cham.) G. Don Campanulaceae
Psidium cattleianum Sabine "araçá" Myrtaceae
Regnellidium diphyllum Lindm. Marsileaceae
Rhynchospora corymbosa (L.) Britt. Cyperaceae
Sagittaria lancifolia L. Alismataceae
Sagittaria montevidensis Cham. & Schltld. "sagitária ou flecha" Alismataceae
Salix humboldtiana Willd. "salso ou salseiro" Salicaceae
Scirpus americanus Pers. Cyperaceae
Scirpus giganteus Kunth "tiriricão" Cyperaceae
Scleria hirtella Sw. Cyperaceae
Senecio bonariensis H. & A. Asteraceae
Senecio icoglossus DC. Asteraceae
Senecio jurgensii Mattf. "margarida" Asteraceae
Senna corymbosa (Lam.) Irwin & Barneby Fabaceae
Sesbania punicea (Cav.) Benth. Fabaceae
Sesbania virgata (Cav.) Pers. Fabaceae
Solanum glaucophyllum Desf. "espichadeira" Solanaceae

Spartina alterniflora Loiset et Deslang Poaceae

Spartina densiflora Brongn. Poaceae

Thalia geniculata L. Marantaceae

Thalia multiflora Horkel ex Koern. Marantaceae

IMPRESSÃO

