

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel
Programa de pós-graduação em
Manejo e Conservação do Solo e da Água



DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

CARACTERIZAÇÃO E DELINEAMENTO DE BANHADOS:
ESTUDO DE CASO NO BANHADO DO TAIM

MARCELO GOÑI BRAGA

Pelotas (RS) Brasil
Junho de 2016

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel
Programa de pós-graduação em
Manejo e Conservação do Solo e da Água

CARACTERIZAÇÃO E DELINEAMENTO DE BANHADOS:

ESTUDO DE CASO NO BANHADO DO TAIM

Marcelo Goñi Braga

Engenheiro Agrônomo (FAEM/UFPEL, 1988)

Mestre em Educação (FAE/UFPEL, 2006)

Dissertação apresentada ao PPG MACSA - Programa de Pós-Graduação em Manejo e Conservação do Solo e da Água, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas/RS, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciência do Solo e da Água.

Orientador: Prof. Dr. Luiz Fernando Spinelli Pinto

Coorientador: Prof. Dr. Pablo Miguel

Pelotas (RS) Brasil

Junho de 2016

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas
Catalogação na Publicação

G573c Goñi, Braga, Marcelo

Caracterização e delineamento de banhados: estudo de caso no Banhado do Taim / Braga, Marcelo Goñi ; Luiz Fernando Spinelli Pinto, orientador ; Pablo Miguel, coorientador. — Pelotas, 2016.

162 f. : il.

Dissertação (Mestrado) — Programa de Pós-Graduação em Manejo e Conservação do Solo e da Água, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, 2016.

1. Zonas úmidas. 2. Esec do Taim. 3. Caracterização e delineamento de banhados.. I. Pinto, Luiz Fernando Spinelli, orient. II. Miguel, Pablo, coorient. III. Título.

CDD : 631.4

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Luiz Fernando Spinelli Pinto (orientador)
Doutor em Ciência do Solo pela UFRGS (1997)

Prof. Dr. Pablo Miguel (coorientador)
Doutor em ciência do solo pela UFSM (2013)

Prof^a. Dr^a. Tânia Beatriz Gamboa Araújo Morselli
Doutora em Agronomia pela FAEM/UFPEL (2001)

Eng.^a Florestal Ingrid Horák Terra
Doutora em Ciências - Solos e Nutrição de Plantas
pela ESALQ/ USP (2014)

DEDICATÓRIA

Aos meus familiares, especialmente ao meu avô e minha avó maternos *in memoriam*:
Ramón Genaro Gelós Goñi e Maria Elisa Rocha Goñi, e à minha filha Luiza *pendant
les temps déjà perdu quand elle était juste une petite-fille et j'étais son héros...*

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Pelotas que possibilitou meus estudos e formação acadêmica nestes últimos anos e ao Programa de Pós-Graduação em Manejo e Conservação do Solo e da Água pela oportunidade de realização deste curso de Mestrado.

Ao Professor Dr. Luiz Fernando Spinelli Pinto pela dedicação, amizade, profissionalismo e conhecimentos transmitidos como orientador na minha formação de pesquisador e estudioso da ciência do solo nesses três últimos anos.

Ao professor Dr. Pablo Miguel pela dedicação, amizade, profissionalismo e conhecimentos transmitidos como coorientador e prestimosa ajuda para confecção deste trabalho. Também aos demais professores do Departamento de Solos pela competência, amizade, respeito e ensinamentos transmitidos.

Aos professores do Instituto de Biologia da UFPEL pelas preciosas informações prestadas direta ou indiretamente, no meu transcurso acadêmico, a respeito da flora e fauna dos banhados; ao pesquisador da EMBRAPA Noel Gomes da Cunha pelos valorosos comentários iniciais acerca do banhado do Taim e seus solos, à Eng.^a Florestal Dra. Ingrid Horak pelas preciosas informações prestadas e prestimosa ajuda nas análises do Organossolo do Taim bem como à colega doutoranda Renata Albert pela valiosa e prestimosa ajuda nas análises químicas finais.

A todos os colegas do programa PPG MACSA que trilharam esse caminho juntos, profissionais de diversas áreas do conhecimento, pelos momentos de descontração, amizade, ensinamentos compartilhados e troca de experiências.

Aos estudantes de graduação de Agronomia, estagiários e voluntários do Departamento de Solos, pela ajuda nas coletas e nos laboratórios (em especial à Sabrina Rehbein, Emílio Mattos, Afonso Finkenauer, Jeferson Diego Leidemer)

Ao ICMBio pela concessão de autorização para realização dos meus estudos na ESEC Taim e Parque Nacional da Lagoa do Peixe.

A todos os funcionários do Departamento de Solos da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, em especial ao Sr. Paulo Antunes e à Sra. Rosane Guidotti dos Laboratórios de Física e Química do Solo pelas muitas dicas e ajudas;

Aos colegas e amigos do COMPAM (Conselho Municipal de Proteção Ambiental de Pelotas/RS) e SQA (Secretaria Municipal de Qualidade Ambiental de Pelotas/RS) que direta ou indiretamente me instigaram no tema dos banhados, seja nas suas palestras, intervenções nas plenárias ou em conversas individuais: Palica, Salada, Morevy Cheffe e Soler entre outros;

Às professoras convidadas para a banca de defesa que avaliaram e instigaram as discussões acerca do assunto na defesa desta dissertação, meu agradecimento mais do que especial;

Um agradecimento especial à minha *AmorAninha* pela ajuda em todos os momentos e pela sua infinita paciência, carinho, amor, companheirismo e compreensão durante esses difíceis anos de estudo, mas também prósperos e felizes ao seu lado.

Finalmente, ao amigo e professor Marcos Villela Pereira, doutor em Educação pela PUC/SP em 1996, a quem muito devo no plano acadêmico pela brilhante e competente orientação no Mestrado em Educação que conclui em 2003 (FAE/UFPEL) e a todos que, de alguma forma, contribuíram para a concretização desse trabalho, minha mais profunda gratidão.

« Soil is the hidden, secret friend, which is the root domain of lively darkness and
silence. »

(F.D. Hole, Emeritus professor of Soil Science)

« L'incroyable diversité des états de transition entre la terre et l'eau, l'ancienneté et la
permanence des actions anthropiques dans les espaces humides, rendent
extrêmement complexes les démarches d'analyses préalables à des interventions ».

Document méthodologique de synthèse en vue de la constitution d'un atlas des zones humides du
Cantal - DDEA Cantal - Alter Eco – mai 2000, mise à jour mars 2009

« Soil is one of our most precious natural resources. It is the foundation of our whole
ecosystem. It is the basis of all plant growth providing us food, clothing and other
materials. Soil filters water, decomposes waste, stores heat and exchanges gases ».

"Don't Call it Dirt: A Passion for Soil"

« Esqueci a palavra que pretendia dizer e meu pensamento, privado de sua
substância, volta ao reino das sombras ».

Trecho de um poema de O. Mandelstam

RESUMO

BRAGA, Marcelo Goñi. **Caracterização e delineamento de banhados: estudo de caso no Banhado do Taim**. 2016. 162f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Programa de Pós-Graduação em Manejo e Conservação do Solo e da Água, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2016.

Diversas são as questões relevantes na temática das zonas úmidas. Em função das especificidades de seus ecossistemas, sabe-se que prestam diversos e importantes serviços ambientais e possuem importantes funções a serem preservadas. Não obstante, são considerados os ambientes mais ameaçados do planeta, com a situação do Estado do Rio Grande do Sul se destacando nesse aspecto, uma vez que mais de 10% de seu território se encontra em zonas úmidas e muitas desaparecidas ou degradadas. Para disciplinar o uso antrópico das mesmas, quando possível ocupá-las, é necessário que se faça - em termos de defesa ou de simples proibição de seu uso - estudos técnicos utilizando-se de critérios metodológicos específicos baseados em dados científicos envolvendo solo, vegetação e regime hidrológico para a sua caracterização e delineamento. Isso poderia evitar confundir banhados, considerados áreas de preservação permanente no Estado, com outras fisionomias de zonas úmidas, evitando conflitos, por exemplo, com a tradicional cultura do arroz irrigado. O objetivo principal deste estudo foi o de enfatizar que o conhecimento e a distinção técnica de banhados dentro das zonas úmidas do Estado (caracterização e delineamento) é de vital importância tanto para a sua conservação, pois esse tipo de área úmida é das mais frágeis, quanto para o uso do seu entorno. Temos por hipótese que os indicadores de solo são fundamentais para isso que se propõe. O estudo do caso do Taim revelou que a reserva apresenta uma variedade de situações de zonas úmidas, onde do ponto de vista pedológico nem todas poderiam ser enquadradas como banhado. Nas situações analisadas, ficaram evidentes as alterações antrópicas havidas e que vieram alterar o regime hídrico original, e também que deve ser levado em conta o uso da área como unidade de conservação.

Palavras-chaves: zonas úmidas, Esec do Taim, caracterização e delineamento de banhados.

ABSTRACT

BRAGA, Marcelo Goñi. **Characterization and delineation of marshes: a case study in Taim Ecological Station**. 2016. 162f. Dissertation (Masters in Agronomy) - Graduate Program in Management and Conservation of Soil and Water, Eliseu Maciel Faculty of Agronomy, Federal University of Pelotas, Pelotas, 2016.

There are several important issues concerning the theme of wetlands. Due to the specifics of their ecosystems, it is known to provide several important environmental services as well as important functions that need to be preserved. Nevertheless, they are considered the most threatened environments on the planet, with the state situation of Rio Grande do Sul highlighting this aspect, since over 10% of its territory is in wetlands and many are degraded or have already disappeared. To discipline their anthropic use it is necessary of them where possible occupy them, it is necessary to - in terms of preservation or even prohibition - technical studies using specific methodological criteria based on scientific data involving soil, vegetation and hydrological regime for its characterization and delineation. This could avoid misinterpretation of marshes, considered permanent preservation areas in the state, with other types of wetlands, avoiding conflicts, for example, with the traditional culture of irrigated rice. The main objective of this study was to emphasize that the knowledge and the technical distinction of marshes within the state's wetlands (characterization and delineation) is of vital importance for their conservation, considering the fragile situation of this type of wetland and the use of their surroundings. We have as hypothesis that soil indicators are central to what is proposed. The Taim Ecological Station case study revealed that its area has a variety of situations of wetlands that from the pedological point of view could not all be classified as marshes. From the studied areas it became evident that anthropogenic use changed the original water regime, what has to be taken into account to consider the use of the area as a conservation unit.

Keywords: wetlands, characterization and delineation of marshes, Taim Ecological Station.

Sumário

1 – INTRODUÇÃO	13
2 – OBJETIVOS.....	18
3 – HIPÓTESE.....	19
4 – CAPÍTULO 1 - ECOSISTEMAS DE ZONAS ÚMIDAS: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	20
4.1 - Definição: o que são as áreas, terras ou zonas úmidas?.....	22
4.2 – Critérios de definição de Zonas Úmidas	26
4.3 – Algumas definições de zonas úmidas utilizadas internacionalmente	26
4.3.1 - A Convenção de Ramsar e a definição e classificação de zonas úmidas	32
4.3.1.1 - Definição de Zonas Úmidas dada pela Convenção de Ramsar (1971)	32
4.3.1.2 - Classificação de Zonas Úmidas dada pela Convenção de Ramsar (1971)	34
4.3.1.2.1 - Zonas Úmidas Marinhas e Costeiras	34
4.3.1.2.2 - Zonas Úmidas Interiores.....	35
4.3.1.2.3 - Zonas Úmidas Construídas pelo Homem	36
4.4 – Outras Tipologias e Classificações de áreas úmidas no Brasil e no mundo.....	37
4.5 – Legislação: aplicação para as zonas úmidas.....	42
4.6 – Características dos solos das zonas úmidas	45
4.6.1 - Características físicas de solos alagados	46
4.6.1.1 - Saturação por água (ou encharcamento) e Hidromorfia.....	46
4.6.2 – Características ou transformações químicas de solos alagados	47
4.6.3 Características biológicas de solos alagados.....	47
4.7 – Os serviços ecossistêmicos: funções e valores (ou serviços) prestados pelas Zonas Úmidas	48
4.7.1 - Funções Físicas / Hidrológicas das zonas úmidas:.....	50
4.7.1.1 - O ciclo da água e as zonas úmidas.....	51
4.7.1.2- Controle de Inundações: Regulação de débitos de inundação e estiagem	52
4.7.1.3 - Melhoria da qualidade da água	52
4.7.1.4 - Retenção de sedimentos ou materiais em suspensão: a dinâmica do fluxo, retenção e de transferência de sedimentos.....	53
4.7.1.5 - A função de Recarga do Lençol Freático	54
4.7.1.6 – A função de proteção costeira contra a erosão hídrica.....	55
4.7.2 - Funções biogeoquímicas: depuração da água, ciclagem dos elementos e nutrientes em zonas úmidas.....	55

4.7.2.1 - Dinâmica do nitrogênio em zonas úmidas: Retenção e remoção do nitrogênio/ desnitrificação.....	56
4.7.2.2 - Dinâmica do Carbono em zonas úmidas: Emissões de metano, o sequestro de carbono e exportações de carbono orgânico dissolvido	57
4.7.2.3 - Dinâmica do metano: emissões de metano a partir de comunidades de plantas de zonas úmidas	60
4.7.2.4 - Dinâmica do fósforo em zonas úmidas	60
4.7.2.5 - Dinâmica do enxofre em zonas úmidas	62
4.7.3 – Outras funções importantes de zonas úmidas.....	63
4.7.3.1 - Função de regulação do clima: as zonas úmidas e o equilíbrio atmosférico	63
4.7.3.2 - Retenção e destino dos micropoluentes: biodegradação de micro-poluentes ..	64
4.7.3.3 - Funções de preservação da biodiversidade:	64
4.7.3.4 - Valor sócio-cultural (recreação e patrimônio natural) e paisagístico das zonas úmidas	65
4.7.3.5 - Função de reconstrução de paleoambientes	66
4.8 - Consequências da perda ou degradação de zonas úmidas.....	66
4.9 – DELINEAMENTO DE ZONAS ÚMIDAS: CRITÉRIOS PARA CARACTERIZAÇÃO/REGULAMENTAÇÃO	68
4.9.1 - O critério hidrológico para delimitação de zonas úmidas	70
4.9.1.1 - Definição de Regime Hidrológico	71
4.9.1.2 - Fatores a considerar: profundidade da água, a extensão da inundação, período de inundação/hidroperíodo ou tempo de residência e pulso de inundação.	71
4.9.1.3 – Indicadores de Hidrologia	74
4.9.2 – O critério biótico para delimitação de zonas úmidas.....	75
4.9.2.1 - Vegetação hidrofítica em zonas úmidas e suas características.....	75
4.9.2.2 - Adaptações comuns em hidrófitas	76
4.9.2.3 - Tipos dominantes com relação ao solo e saturação hídrica.....	77
4.9.2.4 - Delimitação das zonas úmidas com vegetação.....	77
4.9.2.5 – Fauna em zonas úmidas: animais do banhado.....	78
4.9.3 – O critério pedológico para delimitação de zonas úmidas.....	79
4.9.3.1- Os solos orgânicos e os solos minerais	80
4.9.3.2- Solos hidromórficos (ou solos hídricos)	81
4.9.3.3- Definição de solos hídricos ou solos hidromórficos	82
4.9.3.4- Morfologia de solos hidromórficos: características químicas e físicas.....	84
4.9.3.5– Processos de formação de solos hidromórficos.....	87
4.9.3.6 - Principais classes de solos de zonas úmidas	90

4.10- Conclusões.....	95
5 – CAPÍTULO 2: ESTUDO DE CASO NO BANHADO DO TAIM	98
5.1 – Introdução.....	98
5.2 – Revisão da literatura	99
5.2.1 - Formações Quaternárias da Planície Costeira do Rio Grande do Sul/ influência de transgressões e regressões marinhas.....	99
5.2.2 – O Banhado do Taim na atual conformação da Planície Costeira do Rio Grande do Sul.....	102
5.2.3 – Os banhados no Sul do Brasil	105
5.2.4 – Os banhados quanto a sua localização.....	111
5.2.5 – Os <i>humedales</i> e os <i>bañados</i> no Uruguai	112
5.2.6 - Águas e Regime Hidrológico da ESEC Taim	114
5.3 – Material e métodos	115
5.3.1 Localização da área de estudo, aspectos geológicos e pedológicos	115
5.3.2 – Descrição e coleta de solos	115
5.3.3 - Análises químicas	116
5.3.4 - Análise granulométrica e densidade do solo.....	119
5.3.5 – Caracterização dos Organossolos.....	119
5.4 – Resultados e discussão	119
5.4.1 Caracterização da transecção junto à Lagoa Nicola.....	119
5.4.2 - Características da transecção junto ao canal da Lagoa do Jacaré.....	125
5.4.3 - Caracterização dos Materiais Orgânicos e dos Organossolos.....	129
6 – CONSIDERAÇÕES FINAIS	135
7 – REFERÊNCIAS	138
Apêndice 1. Caracterização do perfil 1	150
ANEXOS – Perfis levantamento de solos Cunha et al. (1996).....	154

1 – INTRODUÇÃO

As zonas úmidas ou terras úmidas ou ainda áreas úmidas, *wetlands* em inglês, *des zones humides* na língua francesa e *humedales* em espanhol, são áreas que tanto possuem diversas e importantes funções e valoração para nós humanos quanto são importantes para a conservação da biodiversidade bem como possuem características próprias que as distinguem nos aspectos geomorfológicos, hidrológicos, bióticos, edáficos e climáticos e que as fazem distintas e merecedoras de aprofundados estudos que as melhor compreendam e se possa consolidar a necessidade de sua preservação.

Pode-se observar que para os humanos a questão das zonas úmidas envolve direta ou indiretamente a da água: seu uso sustentável, sua qualidade e disponibilidade e mesmo a sua falta ou em apenas uma palavra, sua gestão. Na França, nas palavras de Virginie Dahinger, num estudo de caso, relata que de fato as zonas úmidas oferecem diversos serviços, nomeadamente no domínio da gestão da água. No entanto, as políticas públicas ainda são ineficazes em preservá-las (DAHINGER et al., 2012), fator este que é também observado no Brasil, embora existam algumas leis de proteção.

Se nos detivéssemos apenas nisso, sendo esta crucial nos dias de hoje, já aí teríamos uma justificativa bastante plausível para o aprofundamento de quaisquer aspectos dessa questão. Entretanto, pode-se muito ainda ressaltar, pois são consideradas mundialmente importantes tanto do ponto de vista agrícola (no interesse econômico e alimentar) como fornecedoras de enormes quantidades de animais ou plantas consumíveis (peixes, crustáceos, caracóis, raízes, etc.) quanto do ponto de vista ambiental por se distinguirem em suas importantes funções ecológicas. Possuem ainda um valor bastante considerável no aspecto sociocultural: valor paisagístico, lúdico, navegação, pesca, etc. (MEDDE, GIS Sol. 2013).

Não obstante, por vários estudos publicados de renomados especialistas, sabe-se que são consideradas as zonas mais ameaçadas do planeta, tendo inclusive desaparecido grande parte das mesmas em vários países nas últimas décadas.

No Rio Grande do Sul, as zonas úmidas são consideradas o tipo de ambiente mais ameaçado (MALTCHIK et al., 2003, FONTANA et al., 2003), e dentre essas, os banhados, ecossistemas de transição entre o ambiente terrestre e aquático, mesmo sendo dos mais produtivos em biomassa e ricos em diversidade de vida constituem-se em ambientes muito vulneráveis às perturbações ambientais e fortemente ameaçados pelas atividades humanas (CARVALHO & OSÓRIO, 2007). Os ecossistemas de banhados no Rio Grande do Sul estão sofrendo rápidas modificações e reduções de área significativas, devido a atividades antrópicas, das quais se destacam as atividades agrícolas, a pecuária, os aterros, a urbanização, o despejo de lixo e esgoto doméstico (CARVALHO & OSÓRIO, 2007). Estima-se que no Brasil tenhamos 20% do território pertencendo a esses ecossistemas (JUNK et al., 2011). Embora não se tenha dados precisos, alguns pesquisadores estimam que na região sul do Brasil, cerca de 90% das áreas úmidas desapareceram¹ no último século (MALTCHIK et al., 2004; GUADAGNIN, 1999; GUADAGNIN et al., 2005; ROLON e MALTCHIK, 2006; STENERT et al., 2008 e VOLCAN et al., 2010).

Em alguns países, a causa disso tem sido principalmente a produção de arroz irrigado (RICHARDSON & TAYLOR, 2003). As lavouras de arroz instaladas em regiões de difícil drenagem são, em sua maioria, áreas úmidas naturais que foram modificadas para a produção de grãos (FERNANDO, 1993 apud WINCKLER SOSINSKI & PERERA, 2011). Porém, apesar de representarem uma antropização desse ecossistema, os arrozais

¹ Os autores não distinguem se as áreas úmidas “desapareceram” ou foram impactadas, ou ainda, qual seria o conceito de desaparecer neste sentido. Poderíamos supor que de certa forma perderam a sua condição de zona úmida, porém o que se discute é se haveria possibilidade de sua restauração à condição original ou próxima disso. Esse fator é importante para a questão de recuperação das áreas degradadas e dentre elas, os banhados. Segundo o site do Ministério do Meio Ambiente, isso está intimamente ligado à ciência da restauração ecológica. Restauração ecológica é o processo de auxílio ao restabelecimento de um ecossistema que foi degradado, danificado ou destruído. Um ecossistema é considerado recuperado – e restaurado – quando contém recursos bióticos e abióticos suficientes para continuar seu desenvolvimento sem auxílio ou subsídios adicionais. A Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000, em seu art. 2º, distingue, para seus fins, um ecossistema “recuperado” de um “restaurado”, da seguinte forma:

Art. 2º Para os fins previstos nesta Lei, entende-se por:

[...]

XIII - **recuperação**: restituição de um ecossistema ou de uma população silvestre degradada a uma condição não degradada, que pode ser diferente de sua condição original;

XIV - **restauração**: restituição de um ecossistema ou de uma população silvestre degradada o mais próximo possível da sua condição original; Fonte: <http://www.mma.gov.br/destaques/item/8705-recupera%C3%A7%C3%A3o-de-%C3%A1reas-degradadas>, acesso em maio de 2016.

também podem servir de refúgio para diversos organismos aquáticos, oferecendo alimentos ou abrigo (MALTCHIK et al., 2007 apud WINCKLER SOSINSKI & PERERA, 2011) e de certa forma, embora ambientes não-naturais, hoje em dia a Convenção RAMSAR² os considera como uma das tipologias de zonas úmidas.

Pode-se considerar que um dos passos importantes para a proteção das zonas úmidas ainda existentes ou mesmo a recuperação desses ambientes desaparecidos e/ou degradados seria o seu reconhecimento, ou seja, inventariá-los utilizando-se de critérios e metodologia científicos primeiro através de técnicas de georreferenciamento para um macro reconhecimento e concomitantemente aplicar alguma metodologia para seu delineamento e caracterização *in loco* que posteriormente complementadas por técnicas de análise de solos em laboratório, no final poderiam subsidiar um sistema de classificação brasileiro para as zonas úmidas. Os solos hidromórficos, neste aspecto, são um importante e fundamental fator a ser considerado. Porém, inventários com base científica, necessários para a classificação das áreas úmidas brasileiras, são escassos (DIEGUES 1994; JUNK, 2011) mesmo tendo o país, por suas dimensões, uma grande variedade de áreas úmidas importantes e tendo assinado a Convenção de Ramsar em setembro de 1993, ratificando-a três anos depois.

Nesse mesma linha de pensamento, num texto do INAU – Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em áreas úmidas, abordando também primariamente o tema e escrito por especialistas de alto nível constituindo o chamado “Grupo de Peritos em Áreas Úmidas (AUs) Brasileiras” pode-se ler que não existem levantamentos exatos de áreas úmidas para todas as regiões brasileiras por falta de critérios para sua definição e delimitação. Continuando, explicita-se que embora se podendo estimar que grande parte do território nacional seja de áreas úmidas, não existe ainda esforços suficientes para definição e classificação das mesmas com uma base científica adequada que possa servir para efetivar uma política de proteção e manejo sustentável sob uma legislação específica para estes importantes ambientes que prestam serviços ambientais de suma importância (JUNK, 2011). Na mesma linha de raciocínio, um estudo da Fundação Zoobotânica RS afirma que a dinâmica dos ecossistemas de banhados, tem recebido pouca atenção (BURGER et al, 1999) e que de um modo geral, sabe-se que os banhados, ainda, são

² A Convenção Ramsar (Irã, 1907) será abordada mais adiante neste trabalho.

insuficientemente conhecidos, fato que pode estar relacionado a pouca atenção dada a estes sistemas mediante sua grande importância ecológica (CARVALHO & OSÓRIO, 2007).

No entanto, essa é uma tarefa que de alguma forma vem sendo realizada por diversos especialistas em áreas úmidas abordando os seus diferentes aspectos ou diferentes linhas de pesquisa propondo estratégias de inventariamentos, zoneamento e conservação para estes ecossistemas (KURTZ et al., 2001; FUNDAÇÃO ZOOBOTÂNICA, 2002; MALTCHIK, 2003b; MALTCHIK E CALLISTO, 2004; CARVALHO & OSÓRIO, 2007), pois os proprietários de terras, desenvolvedores e administradores de terras públicas precisam saber onde estão localizadas as zonas úmidas, a fim de delimitar a extensão da jurisdição do governo, baseando-se na legislação existente (TINER, 1993) ou que ainda possa ser aprimorada. Sendo assim, há uma necessidade muito atual de estudo das características das zonas úmidas para as quais a falta de informação dificulta a identificação e delimitação das mesmas (LEWIS et al, 1995). Vários métodos foram desenvolvidos para identificar e delimitar as zonas úmidas para fins de regulamentação nos Estados Unidos (TINER, 1993), mas no Brasil, a falta de marcos regulatórios específicos, apesar de algumas leis que abordam o tema, deixa também margem para divergentes interpretações, o que desfavorece as tomadas de decisões por parte de agentes públicos em processos de Licenciamento Ambiental no RS, por exemplo, visando medidas de preservação e/ou o uso sustentável dessas áreas em grande parte hoje ocupadas pela orizicultura.

Finalmente, sabe-se que as zonas úmidas são ecossistemas altamente produtivos, proporcionando uma série de diversas e importantes funções (produtos e serviços) que são úteis e de valor para as pessoas (MITSCH & GOSSELINK, 2009; BRANDER et al., 2003). A gama de serviços prestados pelas mesmas está parcialmente relacionada com processos geofísicos diretos como a retenção de sedimentos e a capacidade tampão em tempestades e inundações tendo elas influência sobre o regime e a qualidade das águas, sobre as suas forças erosivas, são habitats para a preservação da biodiversidade, gerando efeitos internos sobre o meio úmido e efeitos externos sobre o ambiente do meio úmido (LARSON et al. 1989; BARBIER 1991, 1997; BROUWER et al., 1999; WOODWARD e WUI 2001 citados por BRANDER et al., 2003; AUBID & GAUBERT, *Études & documents* n°23, juin 2010; AUBID & GAUBERT,

Études & documents n°62, septembre 2010), incluindo os impactos locais e globais, alterações climáticas e de estabilização do clima.

Assim, com o tema proposto “caracterização e delineamento de banhados - estudo de caso no banhado do Taim”, e baseado na hipótese de que os indicadores pedológicos de solos hidromórficos são importantes parâmetros para delimitação de zonas úmidas do tipo “banhado”, pretendeu-se desenvolver neste trabalho a teorização sobre “zonas úmidas” e em especial os banhados no Rio Grande do Sul abordando um estudo de caso que teve no seu objetivo analisar com base científica, principalmente no aspecto solo, o estudo de uma zona úmida específica. Assim, este trabalho deteve-se num estudo de caso no banhado do Taim tido como um “banhado típico” destacando-se que a ESEC-Taim é uma unidade de conservação que possui, nos seus limites, vários ecossistemas interligados como lagoas, campos, matas e dentre eles os banhados.

Para tanto, considerando dois grandes tópicos do desenvolvimento deste trabalho, primeiro fez-se uma abordagem geral do ecossistema de zonas úmidas como uma grande revisão bibliográfica tentando uma aproximação da questão dos solos de zonas úmidas e no seguimento apresentou-se um estudo de caso desenvolvido na Estação Ecológica do Taim complementando teoricamente a questão dos banhados no Sul, um dos seus tipos, abordando o delineamento baseado no indicador de solos: o teor de carbono dos Organossolos.

2 – OBJETIVOS

2.1 - Objetivo geral

Neste trabalho, levando em conta critérios pedológicos ou complementares tais como zoneamento climático, localização geográfica dentro de regiões e bacias hidrográficas (banhado como componente de um regime hídrico específico), e demais critérios como vegetação e fauna, buscamos estudar as características específicas de solos das zonas úmidas mais popularmente conhecidas como banhados, no sul do Rio Grande do Sul, na Unidade de Conservação ESEC-Taim, sob o enfoque edáfico e/ou geomorfológicos que os possam identificar, caracterizar e delimitar como unidades específicas dentro da existente classificação brasileira, dada a relevância e importância de seu estudo e preservação e verificar através de uma revisão bibliográfica como tudo isso se processa em alguns países.

2.2 - Objetivos específicos

- 1) Fazer uma revisão bibliográfica sobre o tema Zonas Úmidas buscando conhecer sua conceituação, tipologias, funções e serviços prestados bem como sua caracterização em alguns países como EUA, França e outros;
- 2) Realizar análises químicas e físicas em amostras de solo coletadas ao longo de transecções efetuadas na Estação Ecológica do Taim com o objetivo de caracterização dos solos do banhado e seu entorno;
- 3) Caracterizar materiais orgânicos de Organossolos da Estação Ecológica do Taim/RS conforme critérios estabelecidos pelo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SibCS);
- 4) Caracterizar os solos do entorno da área alagada dos banhados da Estação Ecológica do Taim/RS conforme critérios estabelecidos pelo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SibCS);

3 – HIPÓTESE

Os solos hidromórficos são um importante parâmetro para caracterização e delimitação de zonas úmidas do tipo “banhado”, sendo o teor de carbono dos Organossolos um indicador pedológico bastante destacado neste aspecto.

4 – CAPÍTULO 1 - ECOSISTEMAS DE ZONAS ÚMIDAS: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

As zonas úmidas possuem ampla heterogeneidade espacial sendo encontradas em todas as zonas climáticas que vão desde trópicos à tundra (exceto a Antártida), ocupando cerca de 5% da área terrestre do planeta (ADHIKARI et. al., 2009). Geograficamente, cerca de 44% das zonas úmidas globais ocorrem nas altas latitudes do norte (OCDE, 1996 apud MELTON, J. R. et al., 2013), onde podem ser influenciadas por controles do *permafrost*³ sobre a hidrologia (WOO e WINTER, 1993; WOO e YOUNG, 2006 apud MELTON, J. R. et al., 2013). O restante das zonas úmidas é principalmente global, localizadas nas regiões tropicais e subtropicais úmidas; Dessas, cerca de 30% ocorrem em áreas áridas e sub-áridas (OECD, 1996 apud MELTON, J. R. et al., 2013).

As zonas úmidas são ecossistemas dinâmicos e estão entre os mais importantes e produtivos recursos naturais do planeta (WIDHOLZER, 1986; HAILS, 1996; BARBIER et al, 1997;. TINER, 1999; MALTCHIK et al., 2004). Elas foram descritas como "ambos os rins da paisagem", devido às funções que desempenham nos ciclos químicos e hidrológicos e como "supermercados biológicos" por causa das extensas cadeias alimentares e rica biodiversidade que elas suportam (MITSCH & GOSSELINK, 1993; RAMSAR CONVENTION BUREAU, 1997) tendo altas taxas de produtividade primária considerada ideal para o desenvolvimento de organismos que formam a base da cadeia alimentar. Elas podem produzir mais vegetal e animal que florestas ou pradarias de mesmo tamanho (UNL WATER HOME PAGE, 2014).

No entanto, elas mantiveram por muito tempo uma reputação muito ruim nascida de medos medievais, muitas vezes sendo destruídas e esse pensamento está grandemente presente ainda no século XXI (DAHINGER et al., 2012). Tempos pretéritos houve em que se consideravam as zonas úmidas como lugares inúteis ou mesmo insalubres e pútridos, intransitáveis até, justificando-as como lugares perigosos sob os mais diversos aspectos assim como pela emissão de gases tóxicos maléficos para a saúde. Ao longo da história humana, as zonas úmidas conjuraram para muitas pessoas um pântano cheio de criaturas viscosas, abrigando doenças

³ O solo pode ficar congelado continuamente por mais de dois anos, chamando-se a isso de *permafrost* e somente acontece em ambientes extremos: o *permafrost* é encontrado principalmente perto dos pólos e em altas montanhas. No entanto, no hemisfério norte, onde ele foi mais estudado, o *permafrost* cobre 20% da área continental. – ver mais em: <http://www.scienceinschool.org/node/2990#sthash.b4hVt16L.dpuf>, acesso em outubro de 2015.

como malária e esquistossomose (RAMSAR CONVENTION BUREAU, 1997). As pessoas eram recomendadas a não circular nestes ambientes. Mais tarde e até muito recentemente, tanto no Brasil⁴ quanto nos Estados Unidos da América (EUA), por exemplo, as políticas do governo federal tinham a intenção de incentivar ou subsidiar a conversão de zonas úmidas para terras inundadas ou drenadas que poderiam ser usadas para a agricultura ou para outros fins que não compatíveis com a sua existência (LEWIS et al, 1995). Nos EUA, estas políticas federais, além de amplos esforços privados de natureza semelhante, reduziram a sua área total, assim como no Brasil e outros países.

Sabe-se hoje que enquanto esta conversão de zonas úmidas produziu grandes quantidades de novas terras cultiváveis que reforçou o potencial agrícola, e eliminou alguns dos incômodos socioeconômicos associados a elas, também reduziu muitos dos seus atributos valiosos, incluindo o apoio às aves aquáticas e manutenção de qualidade da água (LEWIS et al, 1995). Além disso, por sua capacidade de estocar carbono, o uso hortícola de turfas no mundo desenvolvido é um erro ecológico tão grande como a destruição das florestas tropicais (MOORE, 2008) Hoje, os EUA são um dos países mais ativos envolvidos na criação de zonas úmidas e sua restauração (NEIFF, 1997) e as áreas úmidas são os únicos ecossistemas exaustivamente regulados em todos os terrenos públicos e privados dentro dos Estados Unidos (LEWIS et al, 1995).

Por tudo isso, hoje em dia, elas devem ser reconhecidas ambientes insubstituíveis e constituem um patrimônio natural excepcional sendo caracterizadas pela diversidade biológica extrema, ambientes de muitas espécies de animais e plantas trazendo benefícios de toda a sorte para bacia hidrográfica a que pertencem. (GUIDE TECHNIQUE INTERAGENCES, 2002). Por isso se comemora internacionalmente no dia 02 de fevereiro o Dia Mundial das Zonas Úmidas⁵, instituído pela Convenção Internacional das Zonas Úmidas RAMSAR, órgão ligado a UNESCO, com sede na Suíça.

⁴ O Programa de Aproveitamento Racional das Várzeas Irrigáveis (PROVÁRZEAS) foi elaborado em 1978, pelo governo João Figueiredo e oficializado através do Decreto n. 86. 146 de 23 de junho de 1981[2]. O programa visava à utilização econômica das várzeas em todos os Estados brasileiros através do saneamento agrícola, drenagem e irrigação. Propunha obter maior produtividade agrícola, como alternativa para continuar o processo de modernização “agro” em todo o país. Fonte: <http://www.historiaehistoria.com.br/materia.cfm?tb=alunos&id=340>, acesso em março de 2015.

⁵ Fonte: http://www.fzb.rs.gov.br/conteudo/4897/?Dia_internacional_das_Zonas_%C3%9Amidas, acesso em março de 2015.

4.1 - Definição: o que são as áreas, terras ou zonas úmidas?

Na revisão do referencial teórico sobre o tema, encontramos no mínimo essas três denominações: áreas úmidas, terras úmidas ou zonas úmidas que nos parecem remeter primordialmente a uma questão geográfica. Seriam, portanto territórios na paisagem que geograficamente estão delimitados num espaço da Terra. Esses espaços não são apenas bidimensionais na paisagem. Veremos que as zonas úmidas têm influência tanto na superfície quanto no subsolo e mesmo na atmosfera do planeta. E pensando em termos de delimitação desses territórios, é preciso conhecê-los intrinsecamente e nas suas relações com as suas interfaces na paisagem para melhor caracterizá-los e então poder diferenciá-los em classificações. Assim, o conhecimento das áreas úmidas, seja para quaisquer fins, é de uma complexidade que envolve diversas áreas do conhecimento e generalizações conceituais, embora necessárias, costumam trazer problemas controversos.

Em diversos trabalhos publicados sobre o tema encontra-se a mesma discussão acerca deste problema. Num deles, transcrito aqui, pode-se ler que o conceito de áreas úmidas encontra em vários países diferentes formas de se expressar, para elaborar definições que dêem conta das peculiaridades e complexidade existente nas diferentes regiões do planeta onde foram estudadas e sistematizadas. Além disso, existem diferentes denominações para expressar o conceito de semelhantes áreas de acordo com as peculiaridades regionais indicando uma multiplicidade de termos atribuídos a um mesmo ecossistema: brejo, alagado, charco, banhado (CRIPPA L.B., 2011).

Quanto ao termo *wetlands*, em um livro de 2009 intitulado: “Manual de Zonas Úmidas” (Wetlands Handbook – vol.2), nos EUA, os autores lembram que o termo “wetland” teve uma entrada relativamente nova nos dicionários, mesmo nos Estados Unidos, onde seu uso mais técnico originou, provavelmente na década de 1950 em publicações como um inventário de habitats de zonas úmidas dos animais selvagens por Shaw e Fredine em 1956 (MALTBY & BARKER, 2009).

Num texto da Fundação Zoobotânica (BURGER, 1999) publicado no RS, abordando sucintamente conceituação, caracterização e delineamento de áreas úmidas e banhados e que por sua vez é uma compilação ou uma citação dos

demais estudos produzidos no meio acadêmico até então tratando de temas correlatos como fauna e flora características desses ambientes, pode-se ler que as definições e os termos relacionados às áreas úmidas são muitos e, em sua maioria, confusos (SCHÄFER et al., 1980 E GOMES et al., 1987 CITADOS POR BURGER, 1999). O texto conclui, entre outras coisas, que como as características das zonas úmidas situam-se num contínuum entre as de ambientes aquáticos e terrestres, as definições tendem a ser arbitrárias (MITSCH & GOSELINK, 1986 apud BURGER, 1999). As próprias publicações RAMSAR admitem que alguma definição de zona úmida que pretenda ser precisa na verdade poderá conter em si controvérsias e dificuldades, por causa da enorme variedade de tipos de zonas úmidas e os problemas de definição das suas fronteiras (RAMSAR CONVENTION BUREAU, 1997).

Na língua espanhola também encontramos certa imprecisão na definição para o termo *humedales*: são sistemas que não são verdadeiramente nem terrestres e nem aquáticos, pois podem ser ambas as coisas ao mesmo tempo, ou ser estacionalmente aquáticos ou terrestres. Esse caráter dinâmico dos *humedales* afeta as comunidades da flora e fauna até o ponto que os *humedales* são hábitats completamente diferentes dos hábitats aquáticos e terrestres (STOLK et al., 2006).

O Uruguai, país vizinho que possui a fisionomia do Bioma Pampa assim como parte do Rio Grande do Sul, através de um projeto do SNAP⁶ na confecção de seu “Guia de Humedales de Santa Lucía y su entorno”, esclarece que o conceito de *humedal* é relativamente novo e identifica um ecossistema conhecido por uma grande quantidade de termos como banhado, turfeira, ciénaga⁷, pântano, etc. Em termos gerais os humedales são ecossistemas onde a inundação temporal ou permanente é o fator determinante do tipo de comunidade biológica. Portanto, a água (doce ou salgada) é o agente principal em criar condições particulares para as plantas e animais. (GUÍA HUMEDALES DE SANTA LUCÍA Y SU ENTORNO, 2006)

Apesar disso, para o Brasil, sob a coordenação de Wolfgang Junk, foi elaborada por um grupo de peritos do Brasil a seguinte definição para Áreas Úmidas

⁶ SNAP - Sistema Nacional de Áreas Protegidas, disponível em <http://www.mvotma.gub.uy/snap> , acesso em março de 2015.

⁷ *Ciénaga* (ou *ciénega*) pode referir-se a: *ciénaga* ou pântano; grande massa de água estagnada e pouco profunda na qual cresce uma vegetação aquática às vezes muito densa. A *ciénaga* ou *humedal*; zona de terras, geralmente planas, cuja superfície se inunda de maneira permanente ou intermitente.

(AUs) brasileiras: Áreas Úmidas são ecossistemas na interface entre ambientes terrestres e aquáticos, continentais ou costeiros, naturais ou artificiais, permanentemente ou periodicamente inundados por águas rasas ou com solos encharcados, doces, salobras ou salgadas, com comunidades de plantas e animais adaptadas à sua dinâmica hídrica (JUNK, 2013).

Essa diversidade de tipologias de zonas úmidas evidencia-se também quando os corpos d'água ou espelhos d'água tanto naturais quanto artificiais mais profundos, diferentemente dos solos rasos de água dos banhados, são também considerados zonas úmidas pela Convenção Ramsar. Assim, em meio a essa grande diversidade é difícil basear-se em um conceito geral sem controvérsias, não obstante, provisoriamente pode-se afirmar que as zonas úmidas são espaços naturais sensíveis, particularmente ameaçados e de transição ou interfaces entre a terra e as águas superficiais e marinhas havendo nelas e por causa disso, características particulares que as distinguem das demais áreas da Terra.

Tais espaços especialmente situados nessa transição entre a terra e a água são de grande interesse para a flora e fauna, pois juntos cada um deles empresta certas características que não são as mesmas em separado, para assim formar um biótopo original. Este meio é o que chamamos de um ecótono⁸ e toda essa complexidade é a fonte de sua riqueza (DAHINGER et al., 2012), com uma biodiversidade tal que encontramos neles organismos pertencentes aos próprios ecossistemas em contato ou ainda pode ocorrer de existirem espécies endêmicas do próprio ecótono em si e por si só constituem um patrimônio excepcional devido a essa riqueza biológica e às diversas funções benéficas que desempenham (GUÍA DE EDUCACIÓN AMBIENTAL - Humedales de Santa Lucia y su entorno, 2006).

Para NEIFF (2003), referindo-se às planícies de inundação (não aos banhados), tomando por referência no Brasil o sistema do Pantanal Matogrossense, se estes sistemas são ou não ecótonos não é apenas um problema semântico, mas sim essencial, que tem implicações quanto à delimitação do sistema, à análise dos

⁸ **Ecótonos** (do grego: oikos: casa e tonus: tensão) consistem em áreas de transição ambiental, onde comunidades ecológicas diferentes entram em contato. Podem ser mudanças bruscas na vegetação em diferentes gradientes ecológicos, e assim são considerados potenciais indicadores de respostas a mudanças climáticas e reguladores de fluxos nos ambientes (GRAVES Rose, 2010; KARK, S. et. al., 2006; MALANSON, G.P., 1997; SMITH, 1997). Para NEIFF (1994), **ecotonia** (por defeito: ecótono) é uma palavra de origem grega, composta por "tonia, tono" que significa "tensão" e que, com o prefixo "eco" significa área ou zona de tensão. É um termo criado por CLEMENTS (1905) para "uma associação de transição produzida por outras duas, por invasão mútua".

fluxos biogeoquímicos, ao funcionamento e estabilidade, aos critérios de manejo, à norma legal e à estratégia de conservação a adotar. Ainda para o autor, a grande maioria das grandes áreas úmidas da América do Sul não são ecótonos ou interfaces entre ecossistemas aquáticos e terrestres como foi apresentado como o conceito geral para *wetlands* por Holland, 1988 (FIDE: MAB Digest 4, UNESCO, 1991 apud NEIFF, 2003). O autor e outros em outro trabalho propõem a seguinte definição operacional para as grandes áreas úmidas da América do Sul:

Sistemas de extensão sub-regionais em que a presença espacial e temporal de uma inundação variável de água provoca fluxos biogeoquímicos característicos, solos de hidromorfismo acentuado, e uma biota cuja estrutura e dinâmica são bem adaptados para uma ampla gama de disponibilidade de água, Eles podem ser considerados macrossistemas cuja complexidade cresce com variabilidade hidrosedimentológica e extensão geográfica (NEIFF et al, 1994; NEIFF, 2003).

Ainda acerca de conceituação, muito embora alguns autores sejam consensuais na questão das dificuldades de sua definição ou que as definições seriam arbitrárias, as zonas úmidas que mais particularmente nos interessam aqui: os banhados no Rio Grande do Sul, certamente são meios ambivalentes que se situam na interface de características de meios aquáticos e de meios terrestres, localizadas tanto em zonas costeiras quanto em áreas continentais e que, portanto, podem ser formadas por água doce, salobras ou salgadas. Entende-se que é possível identificar algumas características comuns existentes nessa tipologia de zonas úmidas como a presença de água rasa ou solo saturado de água, o acúmulo de material orgânico (portanto de carbono) proveniente da lenta decomposição da vegetação e restos orgânicos em condições de anoxia e a presença de plantas e animais adaptados à vida aquática e nesse sentido seriam ecótonos. Pode-se inferir que a chave principal para o entendimento das zonas úmidas e, portanto, dos banhados, é a presença de água no sistema durante um período de tempo significativo do ano, o que altera os solos, os microrganismos e as comunidades vegetais e animais de tal forma que as suas funções apresentam-se de uma forma diferente de um meio totalmente aquático ou um habitat totalmente seco. Sendo assim, o solo alterado possuirá características próprias que o distinguirá dos demais. Esse conceito nos remete aos chamados solos hidromórficos e organossolos: foco principal deste trabalho.

4.2 – Critérios de definição de Zonas Úmidas

Lewis sustenta que deve haver uma definição científica isenta que ele denomina *definição de referência*, diz ele que é útil manter uma definição de referência de zonas úmidas que esteja fora do âmbito de qualquer órgão especial, político ou regulamentar. Isso amplia o quadro para práticas de regulamentação e põe as definições regulatórias em perspectiva e a seleção de critérios e indicadores para fins de regulamentação. A definição regulamentar, ao contrário, pode refletir em diferentes graus a política de regulação ou legislação que restringe ou estende a jurisdição regulamentar de forma que difiram da definição de referência (LEWIS et al., 1995).

Em seu texto de 1995, o autor apresentava a sua definição de referência: uma zona úmida é um ecossistema que depende constante ou recorrentemente de uma inundação rasa ou saturação de água na ou perto da superfície do substrato. As características mínimas essenciais de uma zona úmida, para LEWIS et al. (1995) são recorrentes: inundação prolongada ou saturação de água na ou perto da superfície e presença de características físicas, químicas e biológicas reflexivas de repetição. Sendo assim, os recursos mais comuns para o diagnóstico de zonas úmidas são solos hídricos (ou solos hidromórficos) e vegetação hidrofítica (ou higrófila). Esses recursos irão estar presentes, exceto onde o meio físico específico, biótico, ou fatores antropogênicos removê-los ou impedirem o seu desenvolvimento (LEWIS et al., 1995). Assim como este autor, outros apresentam algumas definições, como a apresentar a seguir.

4.3 – Algumas definições de zonas úmidas utilizadas internacionalmente

Definição da Conferência Internacional de Saintes-Maries-de-la-Mer (1964)

"Todas as áreas pantanosas e todos os corpos d'água com menos de seis metros de profundidade, sejam doces ou salgados, temporários ou permanentes, estanques ou correntes. (apud CAIGNEC et al - Eaux & Rivières de Bretagne, 2004)."

Definição Jouanin (em Penn ar Bed 1979)

"As zonas úmidas são áreas onde a terra e a água estão em contato próximo, onde há intercâmbio entre esses diferentes ecossistemas e onde a luz penetre através da sua espessura inteira, dando-se o desenvolvimento da fotossíntese e, conseqüentemente, dos componentes da flora e fauna (apud CAIGNEC et al., Eaux & Rivières de Bretagne, 2004).

"Definição de IUCN, União Internacional para a Conservação da Natureza e dos Recursos Naturais (1973)

"Os ambientes aquáticos, tanto marinhos quanto costeiros ou continentais, desde que sejam de profundidades superficiais, partindo de terras temporariamente inundadas e pântanos alagados, sem superfície de água permanente, indo para os lagos e lagoas numa profundidade não superior a seis metros (apud CAIGNEC et al., Eaux & Rivières de Bretagne, 2004)."

Definição de grupo "zona úmida" Programa Biológico Internacional (MAB da UNESCO, 1974)

"Uma zona úmida é uma zona dominada por plantas herbáceas particulares, cuja produção está localizada, principalmente, acima do nível da água, sendo que tais plantas podem receber esta quantidade de água que seria excessiva para a maior parte dos vegetais superiores que apresentam órgãos aéreos (apud CAIGNEC et al., Eaux & Rivières de Bretagne, 2004)."

Definição da Unesco, após o PBI (1975)

"Qualquer zona de transição entre os sistemas terrestres e aquáticos, onde o lençol freático é próximo à superfície, ou em que a superfície é coberta por águas rasas, de maneira permanente ou temporária (apud CAIGNEC et al., Eaux & Rivières de Bretagne, 2004)."

Definição do canadense Wetland Registro (1979)

"A zona úmida é definida como a terra que tem o solo com o lençol freático perto da superfície ou saturado por um período longo o suficiente para permitir o desenvolvimento de processos característicos de zonas úmidas ou aquáticas, resultando na presença de solos hidromórficos, vegetação hidrofítica e atividades

biológicas variadas adaptadas às condições de umidade (apud CAIGNEC et al., Eaux & Rivières de Bretagne, 2004).”

Definição do Serviço de Conservação da Natureza Europeia (1979)

A expressão “zonas úmidas” designa globalmente os meios tanto costeiros quanto continentais, onde a água inunda o solo ou lhe recobre numa espessura de menos de seis metros: lodaçais salgados às margens do mar e estuários, pântanos, lagoas, margens de lagos, braços mortos e áreas de várzeas de rios de planícies e bosques inundáveis⁹ (CAIGNEC et al., Eaux & Rivières de Bretagne, 2004).”

Definição e Manaud Monbet, França (1980)

“Zonas úmidas marítimas ocupam as áreas estuarinas ou lagunares abrigadas, periodicamente recobertas pela maré; elas evoluem geralmente em pântanos salgados (marismas) pelo fechamento natural dos cordões de barreira litorâneos. Zonas úmidas de água doce incluem: planícies aluviais, planícies situadas na bordadura de cursos d’água, periodicamente inundadas por enchentes, no componente arbóreo dominadas por choupos e salgueiros; os pântanos que ocupam depressões mal drenados em que se acumulam detritos vegetais como turfa e a superfície flutua num tapete de cobertura vegetal¹⁰ (CAIGNEC et al., Eaux & Rivières de Bretagne, 2004).”

Dicionário Essencial da ecologia (Touffet , 1982)

"Todos os meios onde o plano de água se situa ao nível da superfície do solo ou na sua proximidade. Elas se encontram assim saturadas com água de forma permanente ou temporária, correntes ou stagnadas, salobras, doces ou salgadas. Desenvolve-se ali uma vegetação adaptada à saturação mais ou menos permanente. São zonas úmidas: áreas halofílicas e salobras, pântanos costeiros, situados detrás do litoral ou continentais, as turfeiras, as bordaduras de lagoas e dos

⁹ No original: vasières salées des rivages marins, et des estuaires, marais, tourbières, étangs, marges des lacs, bras morts et zones de faible courant des rivières de plaine et boisements inondables.

¹⁰ No original: les lits majeurs, zones basses situées en bordure des cours d'eau, périodiquement inondées par les crues, à boisement dominé par le peuplier et le saule ; les marécages occupant des dépressions mal drainées dans lesquelles les débris végétaux s'accumulent sous forme de tourbe et à la surface desquels flotte un tapis végétal.

cursos de água correntes, os prados, charnecas e bosques úmidos estabelecidos em solos hidromórficos¹¹ (CAIGNEC et al., Eaux & Rivières de Bretagne, 2004).”

Definição do Grupo de Trabalho ECAT (1986)

"Chamaremos aqui zona úmida um meio ou conjunto de ambientes em que a abundância de água se traduz por um interesse do ponto de vista ambiental e/ou por dificuldades específicas de desenvolvimento rural (CAIGNEC et al., Eaux & Rivières de Bretagne, 2004).”

Definição do Comitê Canadense de Ecologia e Classificação (1987)

"Terras saturadas com água o suficiente para favorecer os processos de meios úmidos ou aquáticos: solos mal drenados, vegetação hidroffítica e várias formas de atividades adaptadas a este ambiente (CAIGNEC et al., Eaux & Rivières de Bretagne, 2004).”

Definição científica francesa Barnaud et al. (1990)

"Zonas úmidas são caracterizadas pela presença, permanente ou temporária, em superfície ou em profundidade rasa, de água disponível sobre a forma doce, salobra ou salgada. Muitas vezes, em uma posição de interface, de transição, entre os meios terrestres ou aquáticos propriamente ditos, elas se distinguem por águas rasas, solos hidromórficos ou não ainda evoluídos e/ou vegetação dominante de plantas higrófilas por pelo menos uma parte do ano. Finalmente, elas alimentam e/ou abrigam, de forma contínua ou momentânea, espécies animais limitadas a esses espaços. As zonas úmidas correspondem aos pântanos, brejos, prados úmidos, pântanos agrícolas, charnecas e florestas aluviais bem como florestas ribeirinhas pantanosas incluindo as lagoas temporárias, braços mortos, lodaçais, salinas, sapais, arrozais, mangues, etc¹². Eles estão localizados à beira de nascentes, córregos, rios, lagos, junto ao mar, mar, baías e estuários, deltas, nas depressões de vales ou em áreas de infiltração na encosta de colinas (BARNAUD, 1991 apud MEDDE - Le projet EXPLORE 2070, 2012).”

¹¹ No original: les zones halophiles et saumâtres, les marais arrière-littoraux, les marais continentaux, les tourbières, les bordures d'étangs et les berges des eaux courantes, les prairies, landes et bois humides établis sur des sols hydromorphes

¹² No original temos que “Les zones humides correspondent au marais, marécages, fondrières, fagnes, pannes, roselières, tourbières, prairies humides, marais agricoles, landes et bois marécageux, forêts alluviales et ripisylves marécageuses, mares y compris les temporaires, étangs, bras morts, grèves à émerision saisonnière, vasières, lagunes, prés salés, marais salicoles, sansouires, rizières, mangroves, etc.”

Dicionário Enciclopédico de Ecologia (Ramade, 1993)

“Um termo geral para todos os habitats aquáticos lagoas pantanosas ou continentais. Estes últimos são particularmente ameaçados pela drenagem e secamento para o seu cultivo. A conservação destes ecossistemas é um grande problema para a proteção da natureza, na maioria dos países desenvolvidos e hoje mesmo terceiro mundo (CAIGNEC et al., Eaux & Rivières de Bretagne, 2004).”

Quanto às suas aplicações e os textos mais usados na França, poderíamos acrescentar que segundo CAIGNEC et al. (Eaux & Rivières de Bretagne, 2004) as definições acima foram escritas por atores de diferentes áreas (ambiental, direito...) e diferentes países. Elas não têm uma aparência formal. Além disso, o seu âmbito é variável de acordo com o uso que se quer fazer. Internacionalmente a definição de referência continua a ser a definição proposta pela Convenção Ramsar, reconhecida por um grande número de países que a ratificaram. Ela serve como uma base para a proteção das zonas úmidas notáveis existentes em todo o mundo. Continuam os autores argumentando que todos esses textos, como já comentado por eles, possuem pontos fortes e fracos, algumas vezes apontam um fator apenas, sendo definições curtas e gerais não precisas o suficiente para estabelecer identificações rigorosas. Complementam dizendo que a dificuldade dessas definições é estabelecer listas que possam atender a todos os cenários existentes no mundo.

Mas a vantagem da falta de detalhe, por outro lado, é que elas podem corresponder a um grande número de áreas no globo. Ainda, continuam os autores, que algumas definições se concentram em alguns fatores considerados mais importantes, principalmente a água, se bem que as definições de Saintes-Maries-de-la-Mer, IUCN e Grupo da UNESCO, por exemplo, levam em conta no elemento água a especificação da altura do lençol freático e a natureza temporária do afloramento correspondente. A definição de Ramsar faz o mesmo, considerando alguma vegetação. Com relação ainda à água, a IUCN (International Union for Conservation of Nature) e a definição Ramsar fornecem uma medição precisa: colocam um limite máximo de seis metros de profundidade, incluindo a zona costeira marinha. Muitas definições fornecem uma lista de zonas úmidas, muitas vezes com base em formações vegetais que refletem as características do biótopo considerado.

Outro fator considerado seria o seu funcionamento e utilização. JOUANIN (1972, apud CAIGNEC et al., *Eaux & Rivières de Bretagne*, 2004) leva em conta os aspectos químicos e biológicos funcionais de zonas úmidas, enfatizando a sua produtividade ecológica. Ramade (1993, apud CAIGNEC et al., *Eaux & Rivières de Bretagne*, 2004), as ameaças que se aplicam às áreas úmidas. A definição legal canadense invoca consequências biológicas diretas da presença de água em toda a altura do chão. Manaud e Monbet (apud CAIGNEC et al., *Eaux & Rivières de Bretagne*, 2004) enfatizam o seu aspecto funcional. Há as definições do campo científico e/ou regulamentares nos diversos países. A definição TOUFFET (1982, apud CAIGNEC et al., *Eaux & Rivières de Bretagne*, 2004) leva em conta a água, a mudança no tempo e vegetação tentando compilar uma lista de zonas úmidas. Na França, esta definição científica parece ser a mais completa atualmente no que se refere à água e a sua variação, o solo, e a biota. Ela também produziu uma lista de zonas úmidas e suas localizações em relação à rede hidrográfica. Atualmente, a definição dada na lei francesa sobre a água parece ser a mais utilizada. Na verdade, é uma ferramenta legal que determina os usos e razões de defesa das zonas úmidas levando em conta também as preocupações atuais sobre a qualidade da água e poluição na França, que possui uma definição científica utilizada por várias agências¹³ para estabelecer inventários de zonas úmidas em nível local.

A Lei da Água na França (1992), por exemplo, tem os aspectos habituais, presença de água, tipo de vegetação, manejo e proteção. Pode-se ler nessa lei que as zonas úmidas são as terras, exploradas ou não, habitualmente inundadas ou saturadas de água doce, salgadas ou salobras de maneira temporária ou permanente. A vegetação, quando existente, é dominada por plantas higrófilas durante ao menos uma parte do ano. Concluem os autores que essas definições são precisas o suficiente. Eles podem ser utilizados em uma estrutura científica e de regulamentação (CAIGNEC et al., *Eaux & Rivières de Bretagne*, 2004).

¹³ A França possui agências para a gestão da água (e das zonas úmidas) ligadas às grandes bacias hidrográficas.

4.3.1 - A Convenção de Ramsar e a definição e classificação de zonas úmidas

Segundo o Ministério do Meio Ambiente brasileiro (transcrição da HOMEPAGE de 19/03/2015), a Convenção sobre Zonas Úmidas de Importância Internacional, mais conhecida como Convenção de Ramsar, é um tratado intergovernamental que estabelece marcos para ações nacionais e para a cooperação entre países com o objetivo de promover a conservação e o uso racional de zonas úmidas no mundo. Essas ações estão fundamentadas no reconhecimento, pelos países signatários da Convenção, da importância ecológica e do valor social, econômico, cultural, científico e recreativo de tais áreas. Estabelecida em 02 de fevereiro de 1971, na cidade iraniana de Ramsar, a Convenção de Ramsar está em vigor desde 21 de dezembro de 1975, e seu tempo de vigência é indeterminado. No âmbito da Convenção, os países membros são denominados "partes contratantes"; até janeiro de 2010, a Convenção contabilizava 159 adesões.

O Brasil - que, por suas dimensões, acolhe uma grande variedade de zonas úmidas importantes - assinou a Convenção de Ramsar em setembro de 1993, ratificando-a três anos depois. Essa decisão possibilita ao país ter acesso a benefícios como cooperação técnica e apoio financeiro para promover a utilização dos recursos naturais das zonas úmidas de forma sustentável, favorecendo a implantação, em tais áreas, de um modelo de desenvolvimento que proporcione qualidade de vida aos seus habitantes (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, HOMEPAGE DE 19/03/2015).

A missão da Convenção de Ramsar (RAMSAR, 1996) é "a utilização de conservação e racional das zonas úmidas por ação nacional e cooperação internacional como um meio para alcançar o desenvolvimento sustentável em todo o mundo" (RAMSAR CONVENTION BUREAU, 1997).

4.3.1.1 - Definição de Zonas Úmidas dada pela Convenção de Ramsar (1971)

Segundo a *Ramsar Definition of a Wetland Definition Under the Convention on Wetlands* (Ramsar, Iran, 1971), pode-se ler no seu artigo primeiro que as zonas

úmidas¹⁴ “são áreas de pântano, charco, turfa ou água natural ou artificial, permanente ou temporária, com água estagnada ou corrente, doce, salobra ou salgada, incluindo áreas de água marítima cuja profundidade na maré baixa não exceda a seis metros.” Vale observar que na tradução de *marsh*, aqui vertida para *pântano*, muitos autores, como WIDHOLZER et al. (1986), por exemplo, e a Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul (no 2º Colóquio Rio-Grandense de Conservação em Zonas Úmidas ocorrido de 25 a 28 de março de 2015 em Porto Alegre/RS), consideram que o correspondente na língua inglesa para os banhados no sul sejam *marshes*, exatamente *marsh* no singular.

O artigo 2º versa sobre a delimitação das zonas úmidas selecionadas pelos países contratantes para integrar a Lista de Zonas Úmidas de Importância Internacional da Convenção: “os limites de cada zona úmida devem ser precisamente descritos e plotados em um mapa e eles podem incorporar áreas ciliares (zona ripária ou regiões ribeirinhas) e áreas costeiras adjacentes bem como ilhas ou em extensões de águas marinha adentrando as zonas úmidas costeiras, com até seis metros de profundidade na maré baixa, especialmente quando essas áreas, ilhas ou corpos de água são importantes como habitat para aves aquáticas¹⁵.”

O conceito de zonas úmidas adotado pela Convenção de Ramsar é abrangente, compreendendo, além de diversos ambientes úmidos naturais, também áreas artificiais tais como: lagoas (para criação de peixe e camarão), açudes agrícolas, também para aquicultura ou uso nas terras agrícolas irrigadas, locais de exploração de recursos hídricos como as de armazenamento de água (açudes, barragens, reservatórios a céu aberto, ou represas), cascalheiras (minerações de cascalho), locais de tratamento de águas servidas (ETE's) e os canais de irrigação bem como os de drenagem de lavouras. Os próprios arrozais, as salinas, as lagoas de oxidação e tratamento de água. Enfim, a inclusão de áreas artificiais decorre do fato de que, originalmente, a Convenção se destinava a proteger ambientes

¹⁴ No original: “For the purpose of this Convention wetlands are areas of **marsh, fen, peatland or water**, whether natural or artificial, permanent or temporary, with water that is static or flowing, fresh, brackish or salt, including areas of marine water the depth of which at low tide does not exceed six metres.”

¹⁵ No original: ‘wetlands’ are defined by Articles 1.1 and 2.1 as shown below: Article 2.1 provides that wetlands: ‘may incorporate riparian and coastal zones adjacent to the wetlands, and islands or bodies of marine water deeper than six metres at low tide lying within the wetlands’. Disponível em: <http://www.lrm.nt.gov.au/__data/assets/pdf_file/0013/10462/appendix7.pdf>, acesso em outubro de 2014.

utilizados por aves aquáticas migratórias (Ministério do Meio Ambiente, homepage de 19/03/2015) e esta definição foi se ampliando na medida em que a própria compreensão da caracterização e importância das zonas úmidas se deu de forma mais abrangente, como o é hoje em dia.

4.3.1.2 - Classificação de Zonas Úmidas dada pela Convenção de Ramsar (1971)

A Convenção de Ramsar (*Ramsar Classification System for Wetland Type*) adota uma classificação que compreende 42 tipos de zonas úmidas agrupadas em três categorias¹⁶: zonas úmidas marinhas e costeiras, zonas úmidas continentais e zonas úmidas artificiais¹⁷.

4.3.1.2.1 - Zonas Úmidas Marinhas e Costeiras

- a) Águas rasas marinhas permanentes com menos de seis metros de profundidade na maré baixa; inclui baías marítimas e estreitos;
- b) Camas aquáticas de submarés; inclui leitos de algas, pradarias de ervas marinhas, prados marinhos tropicais;
- c) Recifes de coral;
- d) A costa marinha;
- e) Costas rochosas; incluem ilhas rochosas, falésias;
- f) Praias de areia, cascalho ou seixos; incluem barras e ilhotas arenosas; inclui sistemas de dunas;
- g) Águas de estuários; água permanente de estuários e deltas de sistemas estuarinos;
- h) Lamas intermarés, planícies salinas ou arenosas;

¹⁶ Verificar no original em *Ramsar Classification System for Wetland Type*. Disponível em: <http://www.fao.org/docrep/003/x6611e/x6611e03d.htm>, Acesso em outubro de 2014.

¹⁷ A Classificação de Ramsar Tipos Lezíria inclui 42 tipos de zonas úmidas, que pertencem a uma das três grandes categorias (Convenção de Ramsar Secretaria de 2011): Disponível em: Wetlands Classification System <http://www.water.ncsu.edu/watershedss/info/wetlands/class.html>, Cowardin/ U.S. Fish and Wildlife Service/ Wetland Classification System. Acesso em outubro de 2014.

- i) Pântanos (ou banhados) Intermarés; incluem restingas, campos salinos, salinas, restingas salinas elevadas; inclui pântanos (ou banhados) de maré de água salobra e de água doce;
- j) Zonas úmidas florestadas de intermarés; incluem manguezais, pântanos *Nipah* e florestas pantanosas de marés de água doce¹⁸;
- k) Lagoas salobras costeiras / salinas; lagoas salobras à salinas lagoas com pelo menos uma ligação relativamente estreita para o mar;
- l) Lagoas costeiras de água doce; inclui lagoas de água doce deltaicas.

4.3.1.2.2 - Zonas Úmidas Interiores

- a) Deltas interiores permanentes;
- b) Rios permanentes, córregos e angras; inclui cachoeiras. N. Sazonal/ irregulares rios / córregos / angras intermitentes;
- c) Lagos de água doce permanente (com mais de 8ha); inclui grandes lagoas marginais;
- d) Sazonais / lagos de água doce intermitentes (com mais de 8ha); inclui lagos de várzea;
- e) Lagos permanentes salinos/de águas salobras/alcalinas;
- f) Sazonal / salinas intermitentes / salobra / lagos alcalinos*
- g) Salinas permanentes / água salobra / pântanos (ou banhados) alcalinos / piscinas permanentes;
- h) Sazonais / intermitentes soro fisiológico / água salobra / pântanos alcalinas / piscinas;*
- i) Pântanos de água doce permanentes / piscinas; lagoas (abaixo de 8ha), pântanos e brejos em solos inorgânicos; com vegetação emergente e água registrados por pelo menos a maior parte do período de crescimento
- j) Sazonais / pântanos de água doce intermitentes / piscinas em solo inorgânico; inclui *sloughs*, buracos, prados sazonalmente inundados, pântanos de carriço;*
- k) Turfeiras não-florestais; inclui as arbustivas ou pântanos abertos, brejos, pântanos;

¹⁸ Traduzidos de: Intertidal forested wetlands; includes mangrove swamps, nipah swamps and tidal freshwater swamp forests.

- l) Pântanos alpinos; incluindo os prados alpinos, águas temporárias de neve derretida;
- m) Tundras; incluem piscinas na tundra, águas temporárias de neve derretida;
- n) Zonas úmidas dominadas por arbustos; pântanos arbustivos; pântanos de água doce dominadas por vegetação arbustiva, arbusto *carr*¹⁹, matagais de amieiro; em solos inorgânicos*;
- o) Água doce, zonas úmidas dominadas por árvores; inclui florestas de pântano de água doce, florestas sazonalmente inundadas, pântanos arbóreos; em solos inorgânicos
- p) Turfeiras arborizadas; floresta de pântanos turfáceos*;
- q) Fontes de água doce; oásis;
- r) Zonas úmidas geotermais;
- s) Cavernas subterrâneas com água e sistemas hidrológicos em cavernas.

*Como apropriado, inclui: as zonas úmidas de várzea, como campos inundados sazonalmente (incluindo campos úmidos naturais), matagais, bosques ou florestas.

4.3.1.2.3 - Zonas Úmidas Construídas pelo Homem

- a) Aquicultura (por exemplo, peixe/camarão) lagoas;
- b) Lagoas; incluindo tanques de cultivo, lagoas de estoques de água (açudes), pequenos tanques; (geralmente abaixo de 8 ha);
- c) As terras irrigadas; incluindo canais de irrigação e campos de arroz;
- d) Terras agrícolas inundadas sazonalmente**;
- e) Os sítios de exploração sal; salinas, salinas, etc;
- f) Áreas de armazenamento de água: Reservatórios/barragens/represas/represamentos geralmente com mais de 8ha;
- g) Escavações; cavas de cascalheiras / saibro / argila; poços ou piscinas de minas;
- h) Áreas de tratamento de águas residuais; fazendas de tratamento de esgoto, tanques de decantação, bacias de oxidação, etc.;

¹⁹ No original: *shrub carr*

- i) Canais comuns e de drenagem, valas;

*** Inclui manejo ou pastejo intensivo em campo úmido ou pastagem.*

4.4 – Outras Tipologias e Classificações de áreas úmidas no Brasil e no mundo

As classificações, de maneira geral, são tentativas de representação simples de uma complexidade espacial e temporal (KINGSFORD et al., 2004 apud CLAUS et al., 2011). Há um grande número de sistemas de classificação em uso ao redor do mundo (ver Tabela 01) e muitos têm diferentes princípios, objetivos e usos. O processo e os métodos utilizados para a classificação das zonas úmidas pode influenciar as percepções e precisão de informações sobre as mesmas (PRESSEY & ADAM, 1995 apud CLAUS et al., 2011). Muitos métodos diferentes, e que se relacionam com os objetivos da classificação, têm sido utilizados para descrever e classificar as zonas úmidas em tipos: **Vegetação** (KEITH, 2004 apud CLAUS et al., 2011), **geomorfologia** (SEMENIUK & SEMENIUK, 1995 apud CLAUS et al., 2011), **Hidrogeomorfologia** (BRINSON, 1993 apud CLAUS et al., 2011), **atributos físicos e geográficos** (JACOBS inédito segundo CLAUS et al., 2011). Uma combinação destes métodos pode também ser usada, como em GREEN (1997) apud CLAUS et al., 2011. A classificação²⁰ de zonas úmidas, segundo CLAUS et al. (2011) transcrita aqui, requer o agrupamento de zonas úmidas por características específicas do tipo: vegetação, hidrologia, solos, espécies de animais presentes, função, valor, etc. Dependendo dos objetivos específicos que queremos atender, pode-se fazer uma classificação para o mapeamento, planejamento, aquisição, regulamentação jurídica e/ou outros fins. Nos EUA, os autores ressaltam que um exemplo de uma classificação científica seria o Sistema Nacional de Classificação de zonas úmidas que tem sido utilizado naquele país para classificar e mapear zonas úmidas ao longo de grande parte da nação.

²⁰ No original: *Structure of the classification system* (CLAUS et al. 2011), disponível em: <http://www.aswm.org/pdf/lib/12_classification_6_26_06.pdf>, acesso em outubro de 2014.

Tabela 01: Uma visão geral de alguns dos sistemas de classificação de zonas úmidas utilizado em todo o mundo

Nome	Princípios da Classificação	Detalhes	Link
Worldwide			
Ramsar	Fornecer uma ampla estrutura para identificação dos principais tipos de zonas úmidas.	42 tipos de zonas úmidas identificadas nas categorias de zonas marinhas e costeiras, zonas úmidas continentais, e construídas pelo homem.	www.ramsar.org
Overseas (outside of Australia)			
Cowardin et al. (1979) (US)	Hierárquica com sistema, subsistema e classes. Modificadores (como a química da água) são aplicados no nível de classe.	Cinco sistemas de áreas úmidas (marinhos, estuarinos, fluvial, lacustre, palustres), 11 subsistemas e 56 classes.	www.des.state.nh.us/Wetlands/pdf/Cowardin.pdf
Brinson (1993) (US)	Baseado em Hidrogeomorfologia com três componentes: configuração geomorfológica, fonte de água e de transportes, e hidrodinâmica.	Aplicado como necessário.	http://el.erdc.usace.army.mil/wetlands/pdfs/wrpde4.pdf
Canadian Wetland classification system	Três níveis hierárquicos com base na classe, forma e tipo.	Cinco classes de áreas úmidas gerais (bog, fen, marsh, swamp and shallow water) que são depois repartidos por forma e tipo.	www.qc.ec.gc.ca/faune/atlasterreshumides/html/classification_e.html or: www.portofentry.com/Wetlands.pdf
South African System (Dini et al. 1998)	Com base em Cowardin et al. (1979) e adaptado para atender a África do Sul.	Seis sistemas de áreas úmidas (marinho, estuarino, fluvial, lacustre, palustre e <i>endorheic</i>), 16 subsistemas e 49 classes.	www.environment.gov.au/ssd/publications/ssr/pubs/south-africa-ssr161.pdf
New Zealand Framework (Johnson & Gerbeaux 2004)	Salienta aspectos funcionais de zonas úmidas em um sistema semi-hierárquico.	Nove hidrossistemas com amplas zonas úmidas (marinhas, sistemas estuarinos, fluviais, lacustres, palustres, salinas interiores, plutônicos, geotérmicos, nival), com modificadores: Regime de água, substrato e vegetação.	www.doc.govt.nz/upload/documents/science-and-technical/WetlandsBW.pdf

Tabela 01: continuação

Nome	Princípios da Classificação	Detalhes	Link
Australia			
Directory of Important Wetlands in Australia (DIWA)	Baseado na classificação Ramsar com algumas alterações.	40 tipos de zonas úmidas nas mesmas categorias como Ramsar (costeira e marinha, fluvial e feito pelo homem).	www.environment.gov.au/water/publications/environmental/wetlands/directory.html
Queensland Department of Environment and Resource Management (QLD DERM)	Com base em uma ferramenta nacional de descrição de áreas úmidas usando atributos (por exemplo, regime água, clima, tipo de água, topologia) em escalas cada vez mais específicos (não-hierárquica).	Dois sistemas principais (lacustres e palustres) e 45 tipos de zonas úmidas.	
(2011b)			
Jacobs (1983) (Australia)	Com base em características geográficas e físicas.	Seis grandes tipos (costeiros, a montanha ou de sequeiro, lagos e pântanos, rios navegáveis, lagos, nascentes de montículo, armazenamentos provocadas pelo homem), 14 classes.	
Name	Principles Classification	Details	Link (if available)
Semeniuk & Semeniuk (1995)	Classificação geomórfica das zonas úmidas interiores baseado em relevo de acolhimento e grau de umidade.	13 tipos de zonas úmidas primárias, pode ser ainda modificado pela vegetação, química da água, etc.	
Wetlands of the Arid Northern Territory (Duguid et al. 2005)	Usa um conjunto semi-hierárquico de atributos com relevo como o principal atributo de nível superior.	Seis grandes grupos de paisagem (bacias, flats, canais, springs, subterrâneos, artificial) com 71 tipos de zonas úmidas.	http://www.nt.gov.au/nreta/wildlife/nature/aridwetlands.html
Victorian Index of Wetland Condition	Baseado em Corrick & Norman (1980).	Noves categorias com base na profundidade da água, permanência e salinidade da água.	http://www.dse.vic.gov.au/DSE/nrence.nsf/LinkView/3EA5B6AEFB53EE3DCA25708B00145F44522C816829EBF3F7CA25700C00240E63

Tabela 01: continuação

<i>Nome</i>	<i>Princípios da Classificação</i>	<i>Detalhes</i>	<i>Link</i>
New South Wales			
Green (1997) (NSW)	Com base na região geográfica (litoral, planalto, interior) e fontes de água (estuarinas, rio ou escoamento/chuva). Mais distante descrito por vegetação e geomorfologia.	19 tipos de zonas úmidas.	
Kingsford & Porter (1999) Paroo River, QLD	Baseado na vegetação, geomorfologia, salinidade e hidrologia.	Sete categorias de zonas úmidas.	
Kingsford et al. (2004) (NSW)	Broad classification of wetland types.	Seis tipos: o lago de água doce, pantanal de várzea, áreas estuarinas, lago salino, lagoas costeiras e lagos, reservatórios.	http://www.nationalparks.nsw.gov.au/npws.nsf/Content/Distribution+of+wetlands+in+NSW_new
Keith (2004) (NSW & ACT)	Baseado na comunidade de vegetação dominante.	15 tipos de zonas úmidas de acordo com as comunidades de vegetação.	http://www.nationalparks.nsw.gov.au/npws.nsf/Content/wetland_plants_animals

Para a região Neotropical, numa tentativa de categorizar o vasto leque de áreas úmidas abrangidos pela definição de Ramsar, SCOTT e CARBONELL (1986) definiram 30 grupos de zonas úmidas naturais e nove provocados pelo homem. No entanto, para fins ilustrativos, é possível identificar cinco sistemas de zonas úmidas gerais²¹: Zonas Úmidas Marinhas: zonas úmidas costeiras compreendendo as lagoas costeiras, os bancos rochosos e os recifes de corais; Zonas Úmidas Estuarinas: compreendem os deltas, as marismas e mangues, com salinidade intermediária entre água salgada e doce; Zonas Úmidas Lacustres: zonas úmidas associadas aos lagos naturais; Zonas Úmidas Ribeirinhas: zonas úmidas que margeiam rios e cursos d'água e Zonas Úmidas Palustres que significam "Pantanosas" - pântanos, mangues.

Para o vizinho país do Pampa, as diferentes classificações de zonas úmidas se baseiam em agrupamentos segundo um ou mais atributos que definem estes tipos de ambiente. Assim, estão as classificações que fazem ênfase nos aspectos hidrológicos, profundidade, permanência ou alternância da inundação ou características físico-químicas da água. Outras fazem ênfase nos tipos de solos subjacentes e outras nas comunidades de plantas dominantes do sistema. Em termos gerais, as comunidades vegetais naturais refletem com boa precisão as condições físicas do entorno e, portanto, são uma representação integral dos componentes subjacentes da paisagem (EVIA G., 2011).

Quanto ao Brasil, o INAU - Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Áreas Úmidas da Universidade Federal do Mato Grosso - UFMT, leva em consideração as principais definições e classificações internacionais, entre elas aquelas da Convenção de Ramsar e do Fish and Wildlife Service dos Estados Unidos (COWARDIN et al. 1979), para manter, dentro do possível, a compatibilidade do sistema brasileiro com outros sistemas utilizados fora do Brasil.

Para o Rio Grande do Sul, MAUHS (2006) e outros relatam que DELANEY (1965) apud JUSTUS et al. (1986) propuseram um dos primeiros sistemas de classificação para as lagoas litorâneas, segundo critérios de tamanho e características

²¹No original verificar em Types of wetland, disponível em: <<http://www.ramsar.org/pdf/lib/manual6-2013-fr.pdf>>, verificar "**marine** – not influenced by river flows (e.g., shorelines and coral reefs); "**estuaries** – where rivers meet the sea and salinity is intermediate between salt and freshwater (e.g., deltas, mudflats, salt marshes); "**riverine** – land periodically inundated by river overtopping (e.g., water meadows, flooded forests, oxbow lakes); "**palustrine** – where there is more or less permanent water (e.g., papyrus swamp, marshes, fen); "**lacustrine** – areas of permanent water with little flow (e.g., ponds, kettle lakes, volcanic crater lakes), acesso em outubro de 2014..

geomorfológicas. IRGANG (1999), numa síntese de anos de observação sistemática na mesma região, propôs uma classificação com base nas plantas dominantes em cada área úmida. Recentemente, MALTCHIK et al. (2004) combinaram aspectos hidrogeomorfológicos e a cobertura vegetal para propor um sistema de classificação para as áreas úmidas do Rio Grande do Sul (MAUHS et. al., 2006).

4.5 – Legislação: aplicação para as zonas úmidas

Nos EUA considera-se principalmente a Seção 404 da Lei da Água Limpa (CWA)²² e Lei de Segurança Alimentar de 1985²³, alterada pela Lei de Alimentação, Agricultura, Conservação e Comércio de 1990²⁴ e Lei Federal de Melhoramento da Agricultura e Reforma 1996 (FSA)²⁵ para aplicação em solos hidromórficos e por conseguinte, em zonas úmidas (HURT and CARLISLE, 2001). O sistema francês considera a lei de 24 de junho de 2008 modificada em 1º de outubro de 2009 que explicita os critérios de definição e de delimitação das zonas úmidas. A circular de 18 de janeiro de 2010, relativa à delimitação das zonas úmidas na aplicação dos artigos L.21471 e R.211108 do código ambiental, em modalidades precisas de execução. A legislação propõe, então, os critérios relativamente objetivos, utilizáveis em geral, mesmo que não haja um pouco de vegetação natural. (MEDDE, GIS Sol. 2013). No Brasil, a Lei Estadual 11.520 de 03 de agosto de 2000, conhecida como Código Estadual de Meio Ambiente do Rio Grande do Sul, estabeleceu que os banhados devessem ser considerados como APP - Áreas de Preservação Permanente. Tal *status* de preservação remete ao mesmo rigor jurídico e administrativo as intervenções nestes ecossistemas àqueles discriminados no Código Florestal Federal (Lei 12.651/2012). No contexto do novo Código Florestal Brasileiro, Lei 12.651/2012 que teve incisos acrescentados pela Medida Provisória nº 571, de 25/5/2012 e que posteriormente foi convertida na Lei nº 12.727, de 17/10/2012, encontramos uma delimitação conceitual e legal para “áreas úmidas” como sendo áreas reservadas como APP’s (Áreas de Preservação Permanente). Mas é preciso, para isso, que haja ainda outra decisão vinculada ao Chefe do Poder

²² Section 404 of the Clean Water Act (CWA)

²³ Food Security Act of 1985

²⁴ Food, Agriculture, Conservation, and Trade Act of 1990

²⁵ Federal Agriculture Improvement and Reform Act of 1996 (FSA)

Executivo, segundo o artigo 6º da citada lei. Mas veja-se primeiro as definições legais:

No Art. 3º do Código Florestal Brasileiro pode-se ler “para os efeitos desta Lei entende-se por:

II - Área de Preservação Permanente - APP: área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas;

XXV - áreas úmidas: pantanais e superfícies terrestres cobertas de forma periódica por águas, cobertas originalmente por florestas ou outras formas de vegetação adaptadas à inundação; (Inciso acrescido pela Medida Provisória nº 571, de 25/5/2012, convertida na Lei nº 12.727, de 17/10/2012”.

Seguindo na leitura do código, temos o capítulo II reservado às APP’s, especialmente na sua delimitação. Tal artigo elenca diversos casos considerados Áreas de Preservação Permanente, em zonas rurais ou urbanas, para os efeitos da Lei e, mais adiante, no seu art. 6º, encontra-se o seguinte regramento legal: “consideram-se, ainda, de preservação permanente, quando declaradas de interesse social por ato do Chefe do Poder Executivo, as áreas cobertas com florestas ou outras formas de vegetação destinadas a uma ou mais das seguintes finalidades: (...) **IX - proteger áreas úmidas**, especialmente as de importância internacional. (Inciso acrescido pela Medida Provisória nº 571, de 25/5/2012, convertida na Lei nº 12.727, de 17/10/2012)”.

Ou seja, as áreas úmidas figuram como passíveis de preservação. Também no Código Estadual do Meio Ambiente do Rio Grande do Sul, Lei nº 11.520, de 03 de agosto de 2000, encontramos outras definições de interesse aqui sendo que especialmente no seu artigo 14 os banhados, considerados como um tipo especial de zonas úmidas situadas no Sul do rio Grande do Sul, fazendo parte de modo bastante peculiar devido às suas características intrínsecas nesta classificação das zonas úmidas de forma geral: Art. 14 - Para os fins previstos nesta Lei entende-se por:

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

IX - **áreas de preservação permanente**: áreas de expressiva significação ecológica amparadas por legislação ambiental vigente, considerando-se totalmente privadas a qualquer regime de exploração direta ou indireta dos Recursos Naturais, sendo sua supressão apenas admitida com prévia autorização do órgão ambiental competente quando for necessária à execução de obras, planos, atividades, ou projetos de utilidade pública ou interesse social, após a realização de Estudo Prévio de Impacto Ambiental (EIA) e Relatório de Impacto Ambiental (RIMA);

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

E mais adiante, no mesmo dispositivo legal, no Capítulo VII – que versa sobre as áreas de uso especial no seu artigo 51 pode-se ler nas áreas de uso especial e protegidas, o seguinte: “além das áreas integrantes do Sistema Estadual de Unidades de Conservação, são também objeto de especial proteção: VII - os estuários, as lagunas, os **banhados** e a planície costeira”.

Para as áreas úmidas e banhados no sul, sendo áreas de preservação, deve-se considerar também a RESOLUÇÃO CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005, publicada no DOU nº 53, de 18 de março de 2005, Seção 1, páginas 58-63 (Correlações: Revoga a Resolução CONAMA no 20/86; Alterada pela Resolução CONAMA no 370/06 (prorroga o prazo previsto no art. 44); Alterada pela Resolução CONAMA no 397/08 (alteração do inciso II do § 4º e da Tabela X do § 5º do art. 34 e inserção dos § 6º e 7º); Complementada pela Resolução CONAMA nº 393/07 quanto aos padrões de descarte de óleos e graxas em água de processo ou de produção em plataformas marítimas de petróleo e gás natural) que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. A RESOLUÇÃO CONAMA nº 303, de 20 de março de 2002, (publicada no DOU nº 90, de 13 de maio de 2002, Seção 1, página 68 - Correlações: Complementada pela Resolução no 302/02; Alterada pela Resolução nº 341/03 que acrescenta novos considerandos e Revoga a Resolução no 4/85) dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente. Nessa linha,

para estabelecer regramento com relação às intervenções em APP temos no Brasil a RESOLUÇÃO CONAMA nº 369, de 28 de março de 2006, publicada no DOU nº 61, de 29 de março de 2006, Seção 1, páginas 150 – 151 (Correlações: em atendimento à Lei 4.771, de 15 de setembro de 1965, altera pela MP 2.166/2001) que dispõe sobre os casos excepcionais, de utilidade pública, interesse social ou baixo impacto ambiental, que possibilitam a intervenção ou supressão de vegetação em Área de Preservação Permanente-APP.

Finalmente, o Decreto Estadual nº 52.431, de 23 de junho de 2015 (publicado no DOE n.º 118, de 24 de junho de 2015), que dispõe sobre a implementação do Cadastro Ambiental Rural – CAR e define conceitos e procedimentos para a aplicação da Lei Federal nº 12.651, de 25 de maio de 2012, no Estado do Rio Grande do Sul, conceitua legalmente os banhados no seu Art. 6º, aqui transcrito: "para fins de cadastramento dos imóveis rurais no CAR, consideram-se Banhados (inc. XIV do art. 14, inc. VII do art. 51 e inc. VI do art. 155, todos da Lei nº 11.520, de 3 de agosto de 2000) as extensões de terra que apresentem de forma simultânea as seguintes características: I - solos naturalmente alagados ou saturados de água (...) II – ocorrência espontânea de no mínimo uma das espécies de flora típica (citadas no texto) e no parágrafo único: a ocorrência regular de uma ou mais das espécies da fauna citadas no texto do decreto, sendo esta a definição legal mais próxima dos banhados que temos à disposição como regramento no Rio Grande do Sul e a que devemos seguir. Mais adiante serão discutidos os seus pontos.

4.6 – Características dos solos das zonas úmidas

As características desses meios ou sistemas podem ser agrupadas e estudadas em **componentes, funções e atributos**. Os componentes do sistema são os recursos bióticos e não bióticos, que incluem o solo, água, plantas e animais. As interações entre os componentes se expressam como funções, incluindo a ciclagem de nutrientes e troca de água entre a superfície e águas subterrâneas e na interface com a atmosfera. O sistema também tem atributos, tais como a diversidade de espécies (RAMSAR Convention Bureau, 1997).

4.6.1 - Características físicas de solos alagados

4.6.1.1 - Saturação por água (ou encharcamento) e Hidromorfia

Não se pode confundir a saturação ou o encharcamento por água com a hidromorfia de um solo. A **saturação ou encharcamento** se define pela ocupação da totalidade de seus poros por água. Assim que é saturado, um horizonte estará em sua umidade máxima na qual ultrapassará largamente sua capacidade de campo. Isso traz duas consequências (MEDDE, GIS Sol. 2013):

- a macroporosidade do horizonte superficial do solo é ocupada por água que se encontra “livre”. Esta água é capaz de circular verticalmente ou lateralmente e rapidamente no solo se as condições se prestarem, mas ela pode também estagnar. (MEDDE, GIS Sol. 2013);
- A água ocupa a porosidade do solo. O meio que devém disso é então asfíxiante e redutor (MEDDE, GIS Sol. 2013).

A saturação de um horizonte do solo pode ser constatada diretamente através de um trado ou um piezômetro, de preferência durante a passagem de um período úmido ou de passagens repetidas diversas vezes por um mesmo local. Uma inundação temporária pode corresponder a uma inundação frequente, mas por um curto período de tempo (por exemplo, o ritmo de chuvas no inverno e primavera aqui referidas na França e/ou Europa, conforme o texto original); Uma inundação permanente pode corresponder, por exemplo, a uma saturação por oito meses, sem interrupção (MEDDE, GIS Sol. 2013).

A **hidromorfia**, por sua vez, é a manifestação morfológica da saturação por água de um solo: o principal traço da hidromorfia é a cor acinzentada. Também pode-se observar mosqueados e nódulos (que podem não ocorrer) sob a forma de manchas, segregações, manchas ou descolorações de nódulos resultantes da dinâmica dos óxidos de ferro e manganês (ambos são elementos coloridos) e, em seguida, reoxidados, reduzindo alternadamente o ambiente. Sob a forma de uma acumulação de matéria orgânica (solo turfoso) a hidromorfia corresponderá então a traços morfológicos específicos que em conjunto com as cores e mosqueados e nódulos são denominados **traços de hidromorfia**. Esses traços são a maior parte do tempo observáveis. Eles podem persistir durante os períodos úmidos e secos o

que lhes rende serem particularmente interessantes para a identificação de solos de zonas úmidas (MEDDE, GIS Sol. 2013).

4.6.2 – Características ou transformações químicas de solos alagados

As reações químicas que ocorrem nos solos das zonas úmidas são através de um intercâmbio complicado entre as fases sólida, líquida e gasosa e, em grande parte mediada por processos biológicos. Em tais solos há um acúmulo muito grande de matéria orgânica, sendo isso um instrumento útil para delimitarmos esse tipo de solo estudar os teores de carbono orgânico. (KIRK, 2004). A participação nos processos que envolvem água, carbono, nitrogênio e outros nutrientes influenciam diretamente os recursos hídricos e o desenvolvimento da biota sendo por isso que as zonas úmidas foram descritas como "ambos os rins da paisagem" como já citado anteriormente. Esse assunto será retomado e complementarmente abordado mais adiante em "Funções biogeoquímicas das zonas úmidas" e também em "Morfologia de solos hidromórficos: características químicas e físicas".

4.6.3 Características biológicas de solos alagados

As zonas úmidas possuem uma flora e uma fauna especializada, possuindo seguidamente uma biodiversidade remarcável (peixes, pássaros, répteis, invertebrados...) bem como plantas adaptadas.

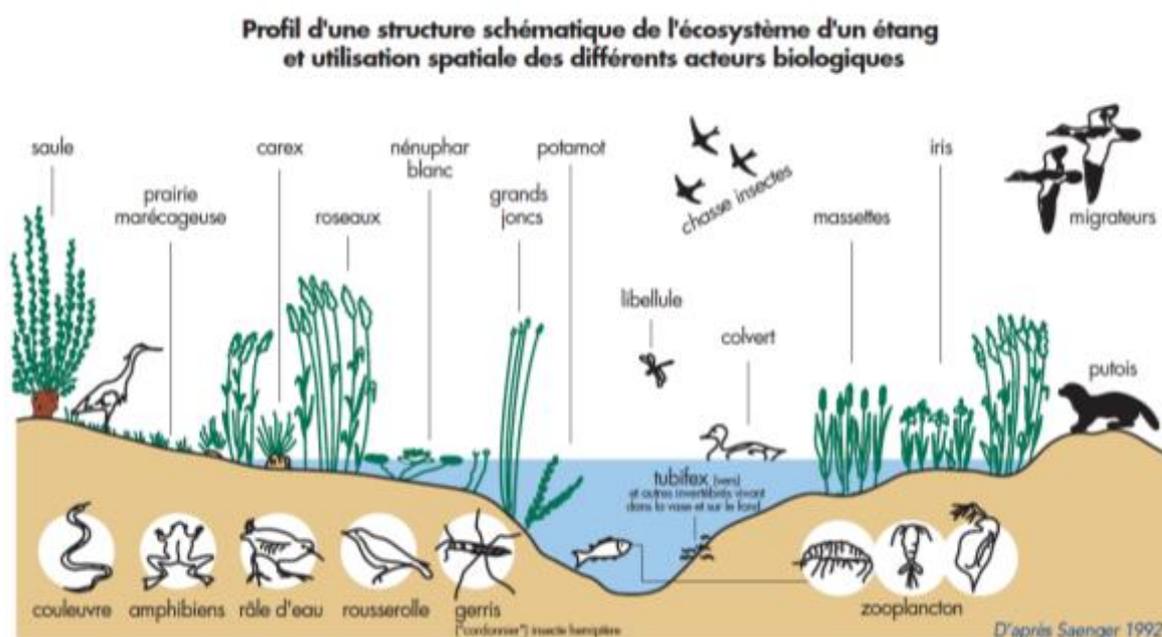


Figura 01 – Perfil de uma estrutura esquemática de um ecossistema de uma lagoa e utilização espacial dos diferentes atores biológicos. (Adaptado de SAENGER, 1992 apud GUIDE TECHNIQUE INTERAGENCES, 2002).

4.7 – Os serviços ecossistêmicos: funções e valores (ou serviços) prestados pelas Zonas Úmidas

As **funções** incluem a melhoria da qualidade da água, armazenamento temporário das enchentes, produção de peixes e habitat para os animais selvagens, estética (paisagem) e produtividade biológica. (EPA/USA September, 2001). Num trabalho de 1995, no Guia Técnico Interinstitucional de Zonas Úmidas e Recursos Hídricos da França²⁶, com o intuito de versar sobre as funções das zonas úmidas, relacionaram oito delas com diferentes tipos de zonas úmidas. Essas funções diziam respeito à regulação hidráulica, melhoria da qualidade da água e manutenção de ecossistemas de grande biodiversidade. (GUIDE TECHNIQUE INTERAGENCES, 2002). Já o **valor** (ou **serviço**) de uma zona úmida é uma estimativa da importância ou valor econômico de uma ou mais de suas funções para a sociedade (EPA/USA September, 2001) e podem ser categorizadas em componentes distintos do valor econômico total de acordo com o tipo de uso. Valores de uso direto são derivados das utilizações dos recursos e serviços de uma dada zona úmida, por exemplo, madeira para

²⁶ Fonte: **Guide technique interagences les zones humides et la ressource en eau fonctions des zones humides.** Disponível em: http://www.eau-loire-bretagne.fr/espace_documentaire/documents_en_ligne/guides_zones_humides/fiches%20F.pdf, acesso em março de 2015.

energia ou construção, água para irrigação e o ambiente natural para a recreação (BRANDER et al., 2003). Temos como outro exemplo que um valor pode ser determinado pela receita gerada a partir da venda de peixes e renda dada pelo turismo, ou ainda pelo apoio público para a proteção de peixes e animais selvagens (EPA/USA September, 2001). Serviços prestados, **Serviços Ambientais**, Serviços Ecosistêmicos ou "Valores", portanto, são correspondentes aos benefícios econômicos das zonas úmidas.

No passado, as zonas úmidas foram subestimadas, porque muitos desses serviços que elas podem nos fornecer não podem ser comprados e vendidos de forma direta e, portanto, sendo difícil de atribuir-lhes um preço (RAMSAR Convention Bureau, 1997). Sendo assim, a fim de tomar melhores decisões sobre o uso e manejo dos ecossistemas das zonas úmidas e para estimar sua importância para a sociedade, o "valor" dos ecossistemas deve ser visto e expresso de forma diferente em diferentes disciplinas, conceitos culturais, visões filosóficas e escolas de pensamento (RAMSAR - Relatório Técnico nº 3, 2007). Para citarmos mais um exemplo, se pensarmos não diretamente na venda de um produto – como peixe ou crustáceos, mas numa das mais importantes funções das zonas úmidas que é o “tratamento” da água, poderíamos calcular o quanto de valor seria gasto para que esta mesma função (não sendo exercida por uma zona úmida seja pela sua degradação ou outro fator) poderia custar caso tivéssemos que construir obras de engenharia e aplicar conhecimento e tecnologia bem como materiais, conhecimentos e produtos químicos para tratar a mesma água. Paradoxalmente então, a destruição de zonas úmidas ou as consequências de sua perda ou degradação serviu muitas vezes para revelar seus papéis ambientais (BARNAUD, 2000) e levaram os pesquisadores a identificar e definir essas "funções" desempenhadas por áreas úmidas. Estas funções, diretamente deduzidas de suas características e funcionamento ecológico, puderam então ser traduzidas nos seus serviços prestados atribuindo-lhes "valores". Hoje em dia, as zonas úmidas e seus serviços ecosistêmicos são consideradas extremamente valiosas para todos os povos do mundo: é uma das principais conclusões da Avaliação Ecosistêmica do Milênio (ME) do seu relatório à Convenção de Ramsar (2005): “Ecossistemas e Bem-Estar Humano: Zonas Úmidas e Água” e as mensagens importantes do *Groupe*

d'évaluation scientifique et technique (GEST) de Ramsar que emanam do EM (Rapport technique Ramsar nº 3, 2007).

Atualmente pode-se considerar uma divisão desses serviços ecossistêmicos separando-os em **funções físicas hidrológicas** do sistema, **funções biogeoquímicas** relacionando ciclo dos elementos químicos (como o carbono, fósforo, enxofre e nitrogênio) com os microrganismos, **funções da biodiversidade** mais especificamente relacionadas à biota macro como animais e plantas macrófitas aquáticas e finalmente o uma função relacionada ao **valor sócio-cultural** que as zonas úmidas proporcionam.

4.7.1 - Funções Físicas / Hidrológicas das zonas úmidas:

As zonas úmidas desempenham um papel vital em recursos hídricos: elas funcionam como zona tampão e também como reservatório, contribuindo naturalmente para a depuração e regulação ou controle da água. Elas se comportam como uma grande esponja que retém a água quando está em excesso nas cheias ou inundações (no eventual extravasamento da calha ou leito regular de rios, arroios ou sangas na época das chuvas intensas) e retorna assim que se esgota no meio quando há débito de água nos períodos de estiagens. Este fenômeno, que ocorre durante todo o ano, dependendo da estação, é especialmente pronunciado durante os períodos de cheias naturais (enchentes) e inundações²⁷ ou de seca. Assim, elas contribuem para a preservação dos recursos hídricos, tanto qualitativa (autopurificação das águas de superfície, filtragem do escoamento e da água que alimenta os aquíferos) quanto quantitativamente (controle de enchentes e inundações). Estes serviços ambientais prestados são tanto mais valiosos quanto também são gratuitos (mediante uma gestão e manutenção adequadas), porém, em caso de degradação ou destruição de zonas úmidas, muito difíceis de compensar. (GUIDE SDAGE Rhin et Meuse, 2014; CAIGNEC et al., *Eaux & Rivières de Bretagne*, 2004).

²⁷ Existe uma distinção conceitual entre os termos *enchente* e *inundação*: a diferença fundamental é que o primeiro termo refere-se a uma ocorrência natural, que normalmente não afeta diretamente a população, tendo em vista sua ciclicidade. Já as inundações são decorrentes de modificações no uso do solo e podem provocar danos de grandes proporções. Fonte: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Inunda%C3%A7%C3%A3o>, acesso em março de 2015.

4.7.1.1 - O ciclo da água e as zonas úmidas

Num texto buscado de RUSSI et al. (2013), o autor discorre que a água se move em torno da Terra por meio do ciclo da água e zonas úmidas são uma parte crucial do mesmo. O ciclo da água é influenciado por fatores físicos (por exemplo, topografia, geologia) e ecológicos (por exemplo, transpiração das plantas, os efeitos da cobertura do solo sobre os fluxos de água). O ciclo da água também está subjacente e é influenciado por ciclo dos nutrientes (que influencia a qualidade da água) e ciclo Carbono (que influencia cobertura da terra e de carbono orgânico no solo, inclusive em ecossistemas de carbono elevados, como as turfeiras, que também influenciam os fluxos de água). Este funcionamento suporta a entrega de todos os serviços dos ecossistemas da terra (incluindo os de zonas úmidas) e influencia bastante às propostas entregues em ecossistemas costeiros (RUSSI et al., 2013) .

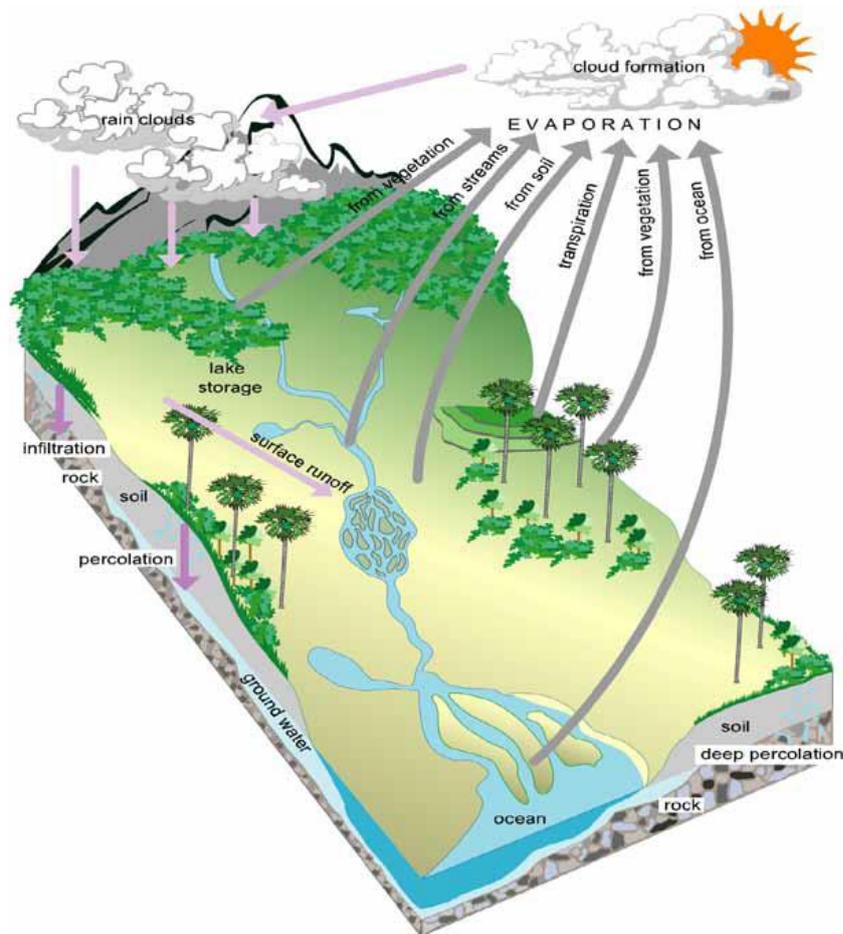


Figura 02 – A figura acima ilustra esse ciclo e apenas destaca alguns dos serviços relacionados com a água e água de ecossistemas dependentes em jogo. (Adaptado de RUSSI et al., 2013)

4.7.1.2- Controle de Inundações: Regulação de débitos de inundação e estiagem

As zonas úmidas estando ligadas integralmente a toda a bacia hidrográfica e graças ao volume de água que podem armazenar são verdadeiros reservatórios de água e seu funcionamento hidrológico é perfeitamente comparado ao de uma esponja. Com efeito, elas estocam a água em certos períodos para restituí-la em outros. Elas são assim as reguladoras das bacias hidrográficas (DAHINGER et al., 2012). Utilizando-se desse mecanismo que pode ser denominado de “efeito esponja”, qualquer depressão na paisagem, como os ambientes de zonas úmidas, por exemplo, são suscetíveis de armazenar certo volume de água de escoamento de superfície e, em menor grau, por infiltração no solo ou sedimentos subjacentes. (GUIDE TECHNIQUE INTERAGENCES, 2002; GUIDE SDAGE Rhin et Meuse, 2014). Também, as zonas úmidas que margeiam os cursos d’água, funcionam como tampões para as flutuações dos fluxos do rio (SAGE de la Nappe de Beauce, 2013).

Assim, esses ambientes são importantes na mitigação das inundações protegendo contra enchentes (evitando uma sobre-elevação de linhas de águas de inundação a jusante) e na regulação dos fluxos de baixas concentrações de água em situações de estiagem:

- durante tempestades e possíveis inundações, eles podem evitá-las armazenando o excesso de água e servindo zona de expansão para amenizar o impacto da cheia;
- durante a estiagem, nos períodos de baixo fluxo de água, eles restituem progressivamente a água armazenada no curso d’água ou no aquífero aluvial (recarga) sustentando assim os débitos de estiagem. (GUIDE TECHNIQUE INTERAGENCES, 2002; GUIDE SDAGE Rhin et Meuse, 2014;)

4.7.1.3 - Melhoria da qualidade da água

As condições físico-químicas de uma zona úmida, nomeadamente as relacionadas com as variações do estado da água, permitem a retenção e/ou eliminação de solutos e aprisionamento de matéria em suspensão (orgânica, inorgânica) processo favorável para a melhoria da qualidade da água (BÉNÉDICTE, 2002). Desta forma, as zonas úmidas são muitas vezes reconhecidas por seu

impacto positivo sobre a qualidade da água através da criação de uma zona tampão entre a terra e cursos de água adjacentes. Elas fazem a interceptação do escoamento superficial antes de chegar aos rios ou aquíferos. A vegetação desses ambientes pode reter poluentes (nitratos, fosfatos, metais pesados, pesticidas, etc) que serão então absorvidos ou degradados. Durante os episódios de chuvas fortes, as águas que contêm partículas em suspensão são retardadas pela vegetação provocando então a sedimentação desses materiais (GUIDE TECHNIQUE INTERAGENCES, 2002).

4.7.1.4 - Retenção de sedimentos ou materiais em suspensão: a dinâmica do fluxo, retenção e de transferência de sedimentos

A retenção de sólidos numa zona úmida é uma função das mais eficazes. O Guia técnico de 2002 da Agência de Água Loire-Bretagne, na França, num trabalho intitulado “As funções das zonas úmidas – Síntese bibliográfica” demonstrou a síntese de vários estudos em pequenas bacias hidrográficas da América do Norte (1995) e produziram as seguintes conclusões: Uma proporção de 10 a 20% das zonas úmidas espalhadas em uma bacia foram suficientes para assegurar uma retenção significativa de sólidos em suspensão, a eficácia máxima (cerca de 90%) foi conseguida com uma proporção de 40% em superfície (FUSTEC & FROCHOT, 1995; GUIDE TECHNIQUE INTERAGENCES, 2002).

Para a interceptação ou retenção de materiais em suspensão existem três mecanismos que atuam:

- a) A **sedimentação**,
- b) A **floculação** e
- c) A **precipitação**

Os sólidos suspensos, mobilizados pela erosão, são transportados pela enxurrada e córregos durante tempestades e inundações. Ao atravessar uma zona úmida, a **sedimentação** provoca retenção de parte dos sólidos em suspensão. No seio da zona úmida a sedimentação é o principal processo que intervém nesse processo. Ela é induzida por uma corrente lenta relacionada com a propagação da lâmina de água e a vegetação. Este processo natural é responsável pela fertilização de várzeas e ambientes de desenvolvimento pioneiros. Ela desempenha um papel vital na regeneração das zonas úmidas, mas em última análise, induz à **colmatação**

de ambientes (lagos, pântanos, lagoas, e mesmo os banhados, etc). Esta interceptação de sólidos suspensos ajuda a reduzir os efeitos nocivos da sobrecarga de água, tanto o funcionamento ecológico dos ecossistemas aquáticos para os diversos usos da água. Além disso, promove o armazenamento de interceptação e vários elementos associados com partículas poluentes. (GUIDE TECHNIQUE INTERAGENCES, 2002). Na interface de água doce e salgada, a **floculação** de certas argilas pode levar ao seu depósito no fundo. Este processo pode ser facilitado através do estabelecimento de associações entre as argilas e moléculas orgânicas. Fenômenos de **precipitação** de óxidos, hidróxidos e complexos de carbonato se manifestam igualmente nesses setores (GUIDE TECHNIQUE INTERAGENCES, 2002).

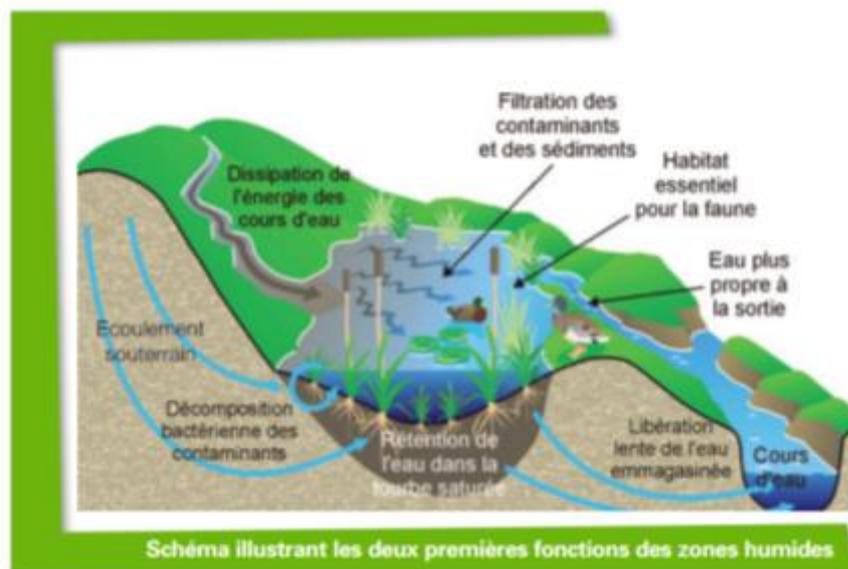


Figura 03 – Funções primárias das zonas úmidas. Fonte: SAGE de la Nappe de Beauce, (2013).

4.7.1.5 - A função de Recarga do Lençol Freático

As zonas úmidas fazem a recarga de águas subterrâneas (e também dos cursos d'água adjacentes) durante o período de estiagem. A sua grande capacidade de armazenamento de água em grande quantidade (efeito esponja) lhes dá essa função de reservatório. Com efeito, a água que se acumulou anteriormente durante o tempo de menor ou maior disponibilidade será gradualmente restaurada, permitindo recarga da subsuperfície por infiltração (SAGE de la Nappe de Beauce, 2013). Esse fato é particularmente notável nos banhados do sul, em que o grande aporte de matéria orgânica neles acumulada retém água para restaurar os fluxos quando necessário.

4.7.1.6 – A função de proteção costeira contra a erosão hídrica

As zonas úmidas também atuam como *buffers* eficazes para a proteção costeira durante uma tempestade. Estudos concluíram que a vegetação dos pântanos costeiros, manguezais e outros estuários, dissipam mais de metade da energia das ondas dentro dos primeiros 3 metros. A natureza erosiva das marés também é atenuada pelas plantas de zonas úmidas, pois suas raízes seguram o solo no lugar e seus caules reduzem a energia destrutiva das ondas e do vento (SAGE de la Nappe de Beauce, 2013).

4.7.2 - Funções biogeoquímicas: depuração da água, ciclagem dos elementos e nutrientes em zonas úmidas.

A emissão e absorção de gases de efeito estufa e a produção e transporte de matéria orgânica dissolvida em diferentes comunidades vegetais, são as principais funções que determinam dois importantes serviços ambientais, **regulação do clima** e **ciclagem de nutrientes** (BETANCUR, 2014). Sendo assim, as zonas úmidas podem ser consideradas um bem porque elas armazenam, processam ou podem eliminar alguns elementos. Elas também podem ser fontes de elementos seja para as águas subterrâneas, para a água de superfície, ou para a atmosfera. Devemos distinguir a função **purificadora**: desnitrificação e biodegradação de micro-poluentes da função **tampão**: interceptação e retenção temporária de fósforo, metais, patógenos e pesticidas (CAIGNEC et al - Eaux & Rivières de Bretagne, 2004).

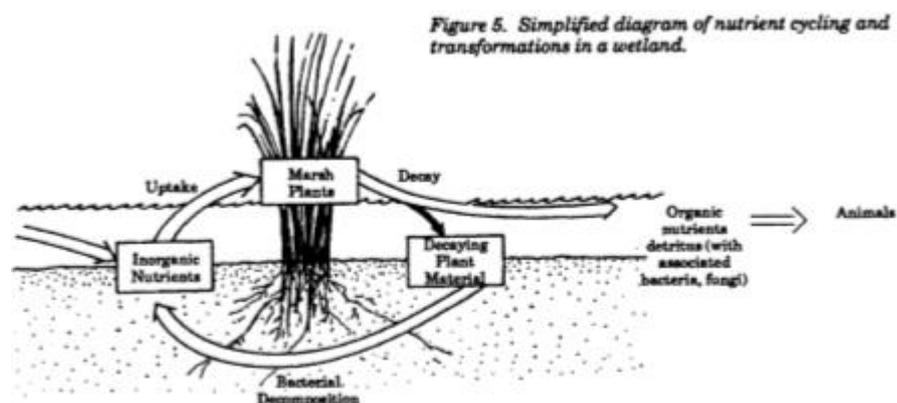


Figura 04 – Diagrama simplificado do ciclo e transformação de nutrientes numa zona úmida. Adaptado de WOHLGEMUTH (1991).

Em se tratando de biogeoquímica de solos submersos, neles a energia entra no sistema através do processo de fotossíntese pelas plantas higrófilas e a matéria inorgânica entra com a percolação de água e de trocas gasosas. Os nutrientes são os elementos minerais nutritivos indispensáveis para a fisiologia dos organismos autotróficos. Os fosfatos, nitratos, os sais de potássio e de cálcio constituem os nutrientes das plantas verdes terrestres e aquáticas e também do fitoplâncton (GUIDE TECHNIQUE INTERAGENCES, 2002). A produtividade primária líquida (PPL) é a taxa bruta de fixação de carbono na fotossíntese menos a taxa de perda de respiração da planta. Os principais fatores que regem a PPL são a radiação solar, a temperatura, a água, os nutrientes e as toxinas. Assim, para um dado tipo de zona úmida, a PPL tende a aumentar a partir da região polar para as regiões tropicais com o aumento da radiação incidente e aumento de duração do dia; nutrientes e temperatura, correspondentemente, tornam-se cada vez mais limitativas (KIRK, 2004).

4.7.2.1 - Dinâmica do nitrogênio em zonas úmidas: Retenção e remoção do nitrogênio/ desnitrificação

O nitrogênio ocorre em vários estados de oxidação sob condições da superfície da Terra, variando de +5 para -3, e sua fixação e perda para a atmosfera depende de transformações entre estes estados. As zonas úmidas são o principal sistema de redução dessas características biogeoquímicas possibilitando manter a mais ampla gama de condições redox do que qualquer outro ecossistema, tendo assim um papel central no ciclo de nitrogênio global (KIRK, 2004). Conforme alguns autores, os ciclos biogeoquímicos do N em solos inundados envolvem um conjunto complexo de transformações de N biótico e abiótico entre compostos orgânicos e inorgânicos que regulam a sua disponibilidade para muitos processos ecológicos. Nos ecossistemas de zonas úmidas, as principais vias de transformação de N incluem a fixação de N_2 , amonificação, volatilização de NH_3 , adsorção e dessorção de NH_4^+ , desnitrificação, oxidação anaeróbia do amônio NH_4^+ (*anammox*), nitrificação, redução dissimilatória de NO_3^- para NH_4^+ (DNRA) e assimilação de N inorgânico pelas plantas ou pela biomassa microbiana (imobilização) (HUYGENS D. et al., 2013). O nitrogênio é o componente essencial dos aminoácidos e dos ácidos nucleicos, vitais para os seres vivos. Porém, os fertilizantes nitrogenados são uma poderosa fonte de contaminação do solo e das águas. O ciclo do nitrogênio nas zonas úmidas é caracterizado principalmente pela sua absorção pelas plantas e

desnitrificação. Estes processos variam no tempo e no espaço (CAIGNEC et al - Eaux & Rivières de Bretagne, 2004).

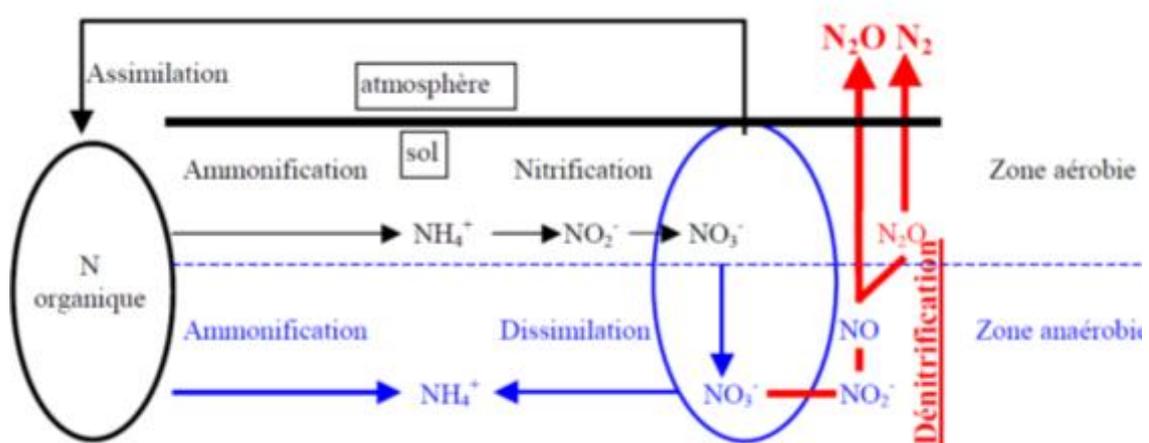


Figura 05 - O ciclo do nitrogênio num solo de zona úmida com condições aeróbicas e anaeróbicas (de acordo com PINAY e TRÉMOLIÈRE, 2000 citados por BÉNÉDICTE, 2002).

Formas de nitrogênio: O nitrato é a forma oxidada de nitrogênio mais comum na água. Algumas condições biogeoquímicas permitem a conversão em outras formas mais reduzidas, algumas gasosas (gás nitrogênio, gás amônia) que são eliminadas ou dissolvidas e algumas tóxicas (amônia ou nitritos) sendo que os nitritos são instáveis (GUIDE TECHNIQUE INTERAGENCES, 2002). O nitrogênio pode estar presente na água em diferentes formas: sólida, gás orgânico dissolvido e oxidado (nitritos) ou reduzido (amoníaco). A transferência de nitrogênio em bacias hidrográficas ocorre principalmente em sua forma dissolvida oxidada (nitrato), que é muito pouco retida pelo solo (CAIGNEC et al., Eaux & Rivières de Bretagne, 2004). A desnitrificação (eliminação de nitratos) melhora a qualidade da água para o uso humano (CICEANA/IBUNAM).

4.7.2.2 - Dinâmica do Carbono em zonas úmidas: Emissões de metano, o sequestro de carbono e exportações de carbono orgânico dissolvido

Nos últimos anos, tem havido um interesse crescente no ciclo global do carbono, principalmente por causa de preocupação com o equilíbrio de dióxido de carbono na atmosfera e a necessidade de saber que fatores podem controlá-lo (MOORE, 2008). Devido à sua alta frequência, produtividade biológica e baixas taxas de decomposição sob anoxia, as zonas úmidas seqüestram este que é o

principal gás de efeito estufa, o dióxido de carbono (CO_2), a partir da atmosfera, como C orgânico na matéria orgânica do solo, sendo este, talvez, dos maiores sumidouros de carbono entre os ecossistemas do solo. (ESWARAN et al., 1995; CHOI & WANG, 2004; KIRK, 2004).

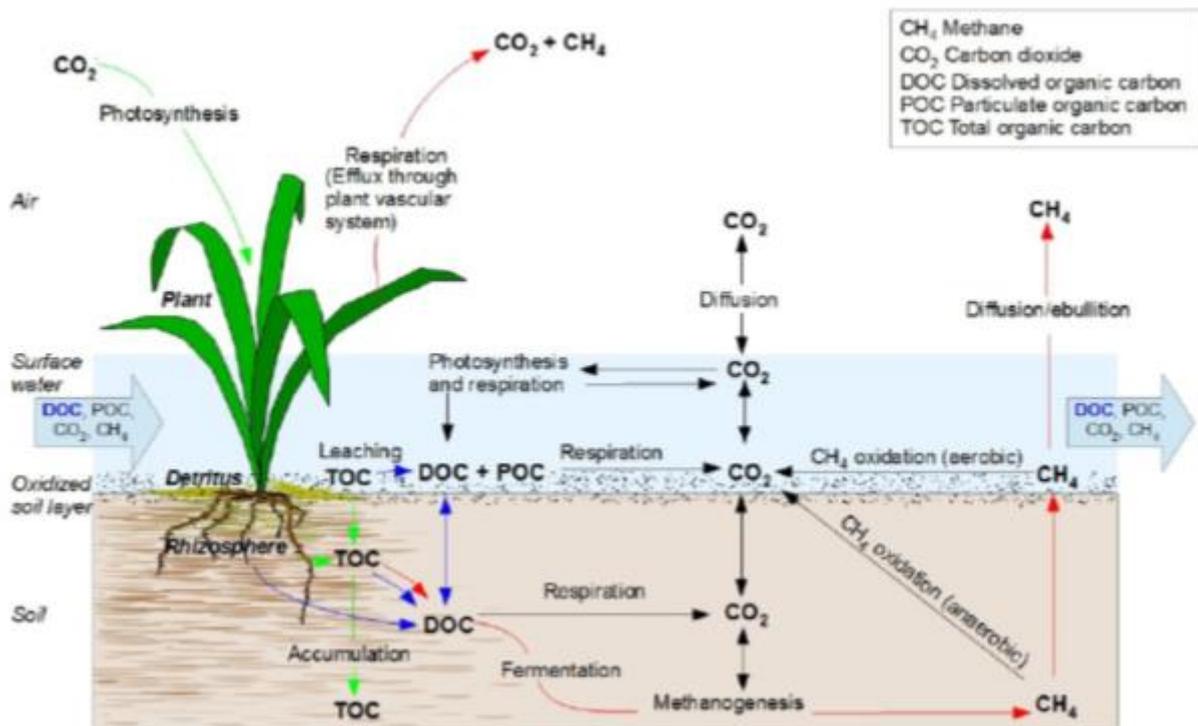


Figura 06 - O ciclo do carbono em zonas úmidas que caracterizam os caminhos para o sequestro de C (verde), as emissões de CH_4 (vermelho) e produção de DOC e transporte (azul). Adaptado por BETANCUR (2014) de MITSCH E GOSELINK (2007).

A taxa de decomposição da matéria orgânica do solo é uma função do clima (temperatura e umidade = aumento da atividade microbiana) e qualidade (composição) de entrada da mesma no sistema (SCHLESINGER, 1997 apud ADHIKARI et. al., 2009). Em geral, no entanto, as características das zonas úmidas conduzem à acumulação de matéria orgânica no solo e sedimentos servindo como sumidouros de carbono, tornando-os, como já dito, um dos ecossistemas mais eficazes para armazenar carbono no solo (SCHLESINGER, 1997 apud ADHIKARI et. al., 2009). Estimou-se que diferentes tipos de zonas úmidas podem conter 350-535Gt C, correspondendo a 20-25% do carbono orgânico do solo do mundo (GORHAM 1998; apud ADHIKARI et. al., 2009). Segundo Eswaran e outros, estima-se que a quantidade de carbono armazenado nos solos das zonas úmidas seja de 498 Pg (ESWARAN et al., 1995). Se estas estimativas estiverem corretas, as turfeiras poderiam conter cerca

de dois terços de carbono da atmosfera e quase tanto quanto toda a biomassa viva do planeta. Isto significa que as turfeiras desempenham um papel muito importante no ciclo global do carbono e que a sua manutenção futura, gestão e possível perda poderia ter um grande impacto sobre o equilíbrio dos diversos reservatórios de carbono (MOORE, 2008). No entanto, devemos observar que existem grandes diferenças desse tipo de emissão entre os diversos tipos de zonas úmidas (KIRK, 2004). Como a tendência é que os níveis atmosféricos de dióxido de carbono estejam aumentando, por isso mesmo os ambientalistas precisam saber exatamente onde as atuais reservas de carbono estão e se elas são grandes (MOORE, 2008). Essas reservas são mostradas na ilustração abaixo.

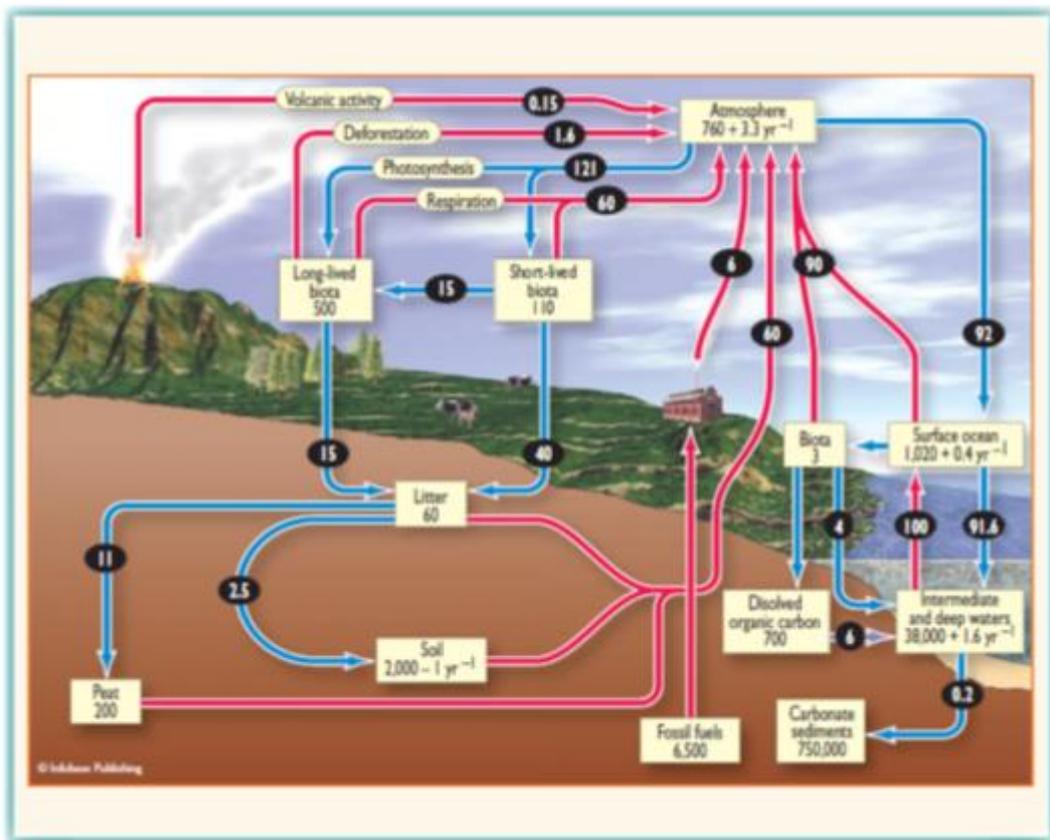


Figura 07 – O ciclo do carbono em zonas úmidas: as zonas úmidas também representam um sumidouro de carbono; isto é, um sistema que absorve e armazena carbono da atmosfera. A este respeito, elas são duplamente valiosas, não só proporcionar um reservatório para o carbono, mas também um meio de removê-lo de circulação (MOORE, 2008).

Por outro lado, as zonas úmidas (com exceção das costeiras) emitem grandes quantidades do segundo mais importante gás de efeito estufa, o gás metano CH₄ (MOORE e KNOWLES, 1987, 1989; GORHAM, 1991; CHANTON et. al., 1995; CHOI & WANG,

2004), pois contrariando seu valor como sumidouro de carbono, as zonas úmidas são também a maior fonte de contabilidade de metano atmosférico em quase 50% das emissões globais (KIRK, 2004). Devemos considerar também que a drenagem para fins agrícolas e outros efeitos, em muitas partes do mundo, trazem como resultado um processo inverso que está se tornando uma fonte significativa de CO₂ atmosférico (CHOI & WANG, 2004). Por tudo isso, pode-se afirmar que as zonas úmidas influem na regulação do clima sendo que este tema será mais bem abordado em “Outras funções importantes de zonas úmidas” neste trabalho.

4.7.2.3 - Dinâmica do metano: emissões de metano a partir de comunidades de plantas de zonas úmidas

Enquanto a vegetação de uma zona úmida absorve e armazena carbono, a sua decomposição libera dióxido de carbono (CO₂) e metano (CH₄). A produção de metano é promovida pela saturação do solo ou condições inundadas em zonas úmidas que levam a uma limitada disponibilidade de oxigênio aos micróbios do solo predominando a decomposição anaeróbica (WHITICAR, 1999 apud MELTON, J. R. et al., 2013). Cerca de 25% (ou seja, $190 \pm 39 \text{ Tg CH}_4 \text{ ano}^{-1}$) das emissões globais de metano (CH₄) na atmosfera vêm de zonas úmidas, a maior fonte natural única (MELTON J.R. et al., 2013), com a maioria deste CH₄ (ie 52-58%), sendo produzido em zonas úmidas tropicais (BLOOM et al, 2010; BETANCUR, 2014). BETANCUR (2014), medindo os fluxos de CH₄ a partir de cinco comunidades características de plantas de zonas úmidas do sudoeste da Flórida concluiu que a maior parte do metano (CH₄), emitida a partir de zonas úmidas vem de zonas tropicais e subtropicais. Em uma escala global, a variabilidade dessas emissões tinha sido atribuída a variações do lençol freático; no entanto, em escalas da paisagem essa variabilidade é mal compreendida. Todos os habitats de zonas úmidas estudados por ele agiram como sumidouros temporários de CH₄, mas no geral foram fontes de CH₄ líquido (BETANCUR, 2014).

4.7.2.4 - Dinâmica do fósforo em zonas úmidas

O fósforo é, junto com o nitrogênio e o potássio, um dos três nutrientes essenciais para o crescimento das plantas (LE POINT SUR n°14 juin 2009). Além

disso, o fósforo constitui-se numa proporção significativa de ácidos nucleicos, membranas lipídicas, proteínas fosforiladas e intermediários metabólicos (RAGHOTHAMA e KARTHIKEYAN, 2005 apud CHEESMAN et al., 2014). Portanto, é um nutriente essencial para a geração de biomassa e a produtividade primária em água doce e zonas úmidas costeiras e demais ecossistemas aquáticos (REDDY et al. 2005; VERHOEVEN et al., 2006; SUNDARESHWAR et al., 2003;. TURNER et al., 2003 apud CHEESMAN et al., 2014). Concentrando-se na porção da superfície solo, na forma inorgânica ou orgânica e decorrente da desagregação das rochas, o fósforo mineral é altamente relacionado com carbonatos de cálcio em solos calcários ou compostos de alumínio ou de ferro em solos ácidos (LE POINT SUR n°14 juin 2009).

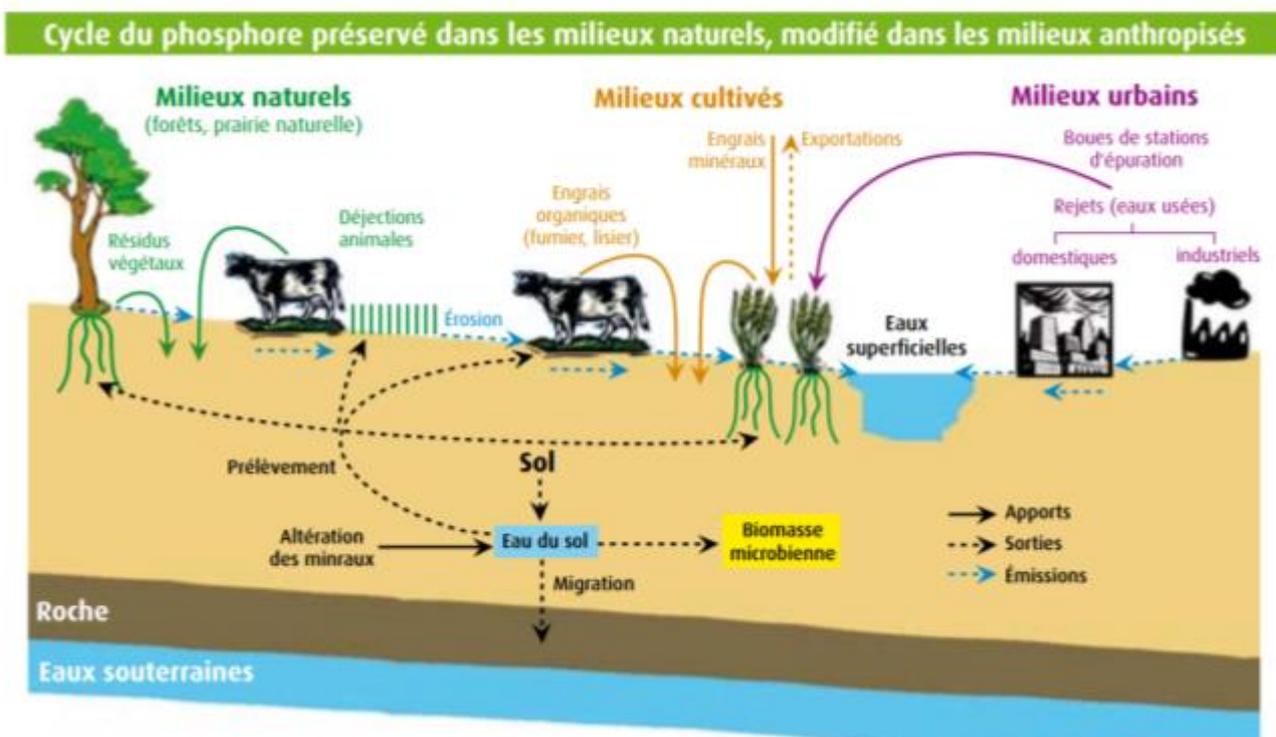


Figura 08 – Ciclo do fósforo preservado nos meios naturais e modificado nos meios antropizados. Fonte: LE POINT SUR n°14 juin 2009 adaptado de SOES, 2009 depois de PELLERIN et. al, 2005). Disponível em: <http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/spipwwwmedad/pdf/Le_point_sur_14_cle2b73dd.pdf>, acesso em março de 2015. OBS: Biodisponível: possibilidade por uma substância de ser absorvda por uma planta no sol.

Um excesso de fósforo pode aparecer em ambientes aquáticos dissolvido na água (levado principalmente pela água de escoamento ou enxurrada) ou ligado às partículas do solo, havendo assim uma sedimentação das partículas de fósforo. Combinado com os nitratos em excesso, este afluxo ajudou a desenvolver, a partir

dos anos 60 nos EUA (com o aumento do uso de fertilizantes químicos nas lavouras), fenômenos d'eutrofização das águas de superfície, levando a grande florescimento de plantas (algas) em sistemas lacustres, fluviais ou estuarinos. A decomposição destas plantas por certas bactérias diminui os níveis de oxigênio e, portanto, a qualidade e biodiversidade da água. Apenas algumas espécies que podem suportar tal degradação ambiental. Espécies tóxicas para a saúde humana ou animal podem desenvolver-se, resultando em aumento dos custos de purificação de água. Há assim acumulação de material orgânico não degradado pela falta de oxigênio enchendo leitos de rios e lagos (LE POINT SUR n°14 juin 2009).

As zonas úmidas podem reter mais ou menos fósforo dependendo da sua origem, status, micrositos do solo, sazonalidade dos fluxos, capacidade de retenção e absorção do solo. Esta retenção também depende do fato da área molhada ser atravessada por um grande fluxo de água (onde poderá haver 5 a 90% do fósforo sendo retido) ou com muito pouco movimento da água (com significativa e crescente entrada de partículas de fósforo) (EAU & RIVIÈRES de BRETAGNE, 2004 apud FARDEAU et DORIOZ, 2000).

Os organismos vivos (plantas, algas e microrganismos) são fósforo-acumuladores. Este último é libertado para o ambiente durante a decomposição dos seus tecidos. Mas isso só é possível quando o fósforo está no estado de íon fosfato (dissolvido). Existe um equilíbrio entre a fase adsorvida às partículas do solo e a fase dissolvida em solução. Quando a concentração de fósforo dissolvido diminui, o fósforo adsorvido é liberado na solução do solo e novamente pode ser desfrutado pelos organismos vivos, ou seguirá para fora da zona úmida em rios, lagos e, eventualmente, o mar (EAU & RIVIÈRES de BRETAGNE, 2004 apud FARDEAU et DORIOZ, 2000).

4.7.2.5 - Dinâmica do enxofre em zonas úmidas

Solos submersos são importantes para o resgate de enxofre atmosférico (HOWARTH et al., 1992 apud KIRK G., 2004). O sulfato lavado nas zonas úmidas ou depositado da atmosfera é em grande parte reduzido para sulfureto por bactérias redutoras de sulfato. A subsequente precipitação em metais, especialmente como FeS, resulta mais ou menos na remoção permanente do S do ciclo global (KIRK G., 2004). O enxofre é um elemento ubíquo. Vários compostos de enxofre estão

presentes na atmosfera, nos minerais, nos solos, tecido vegetal, tecido animal, biomassa microbiana e nos sedimentos (INGLETT, P.W., 2008).

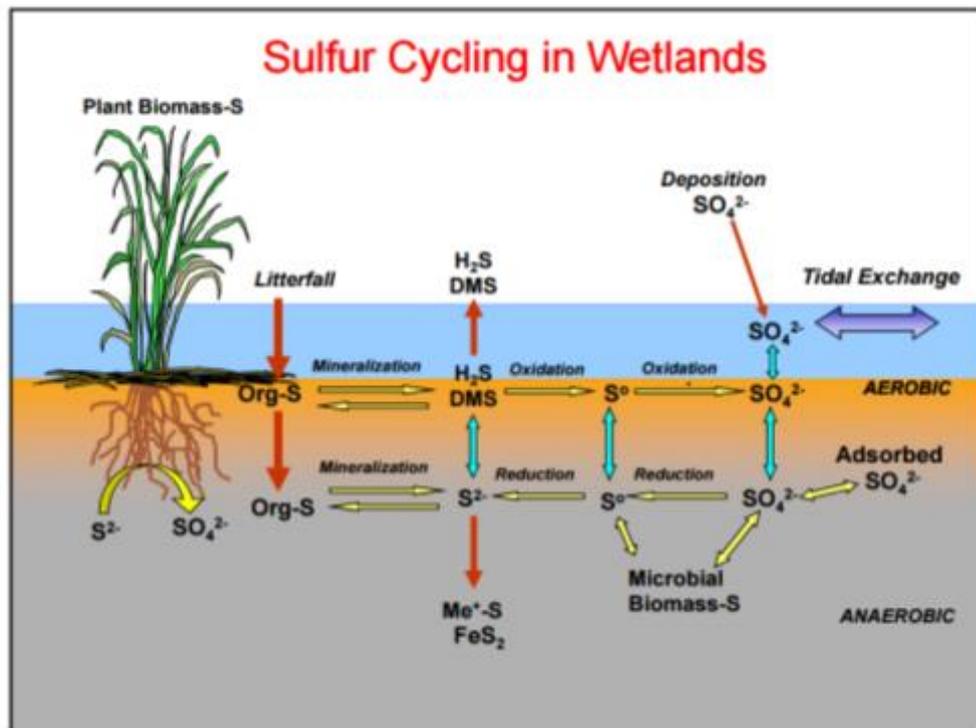


Figura 09 – Ciclo do enxofre em zonas úmidas mostrando a mineralização, oxidação e redução. Disponível em: < <https://soils.ifas.ufl.edu/wetlands/teaching/Biogeo-PDF-files/Lecture-10-Sulfur%20cycling-Inglett%20%5BCompatibility%20Mode%5D.pdf>>, Conforme INGLETT, P.W. (2008) Biogeochemistry of Wetlands: Science and Applications.

4.7.3 – Outras funções importantes de zonas úmidas

4.7.3.1 - Função de regulação do clima: as zonas úmidas e o equilíbrio atmosférico

A atmosfera é um envelope gasoso envolto em torno da Terra. Os gases do que a compõem se tornam mais finos e mais difusos com altitude acima da superfície da Terra. A maior parte do gás atmosférico, no entanto, encontra-se dentro do volume limitado por uma altura de cerca de 60 milhas (100km) da superfície da Terra. A parte mais baixa da atmosfera é chamada Troposfera, e isso se estende a uma altura de apenas cerca de nove milhas (5km). Esta camada contém todas as montanhas do mundo, e representa o limite aproximado da biosfera, a zona dentro da qual os seres vivos podem se manter. Portanto, é a Troposfera que interage mais fortemente com os organismos vivos da Terra e seus habitats, incluindo zonas úmidas (MOORE, 2008).

4.7.3.2 - Retenção e destino dos micropoluentes: biodegradação de micropoluentes

As zonas úmidas fazem a retenção de substâncias tóxicas (metais pesados e micropoluentes). WALKER e HURL (2002) estudando o comportamento de metais pesados e o papel da matéria orgânica e fazendo a monitorização das concentrações de sedimentos de cinco zonas úmidas (formadas por armazenamento de água da chuva), obtiveram os seguintes resultados: diminuições de Zn (57%), Pb (71%), Cu (48%) e aumentos de As (150%) (WALKER e HURL, 2002 apud BARNAUD, G., 2009). Os principais mecanismos para reter os metais pesados são: sedimentação, absorção, concentração pelas plantas, porém com a liberação de sedimentos na decomposição. Quanto aos micro-poluentes orgânicos (fungicidas, herbicidas, inseticidas) os principais mecanismos são: caça com armadilhas, degradação, liberação (BARNAUD, G., 2009).

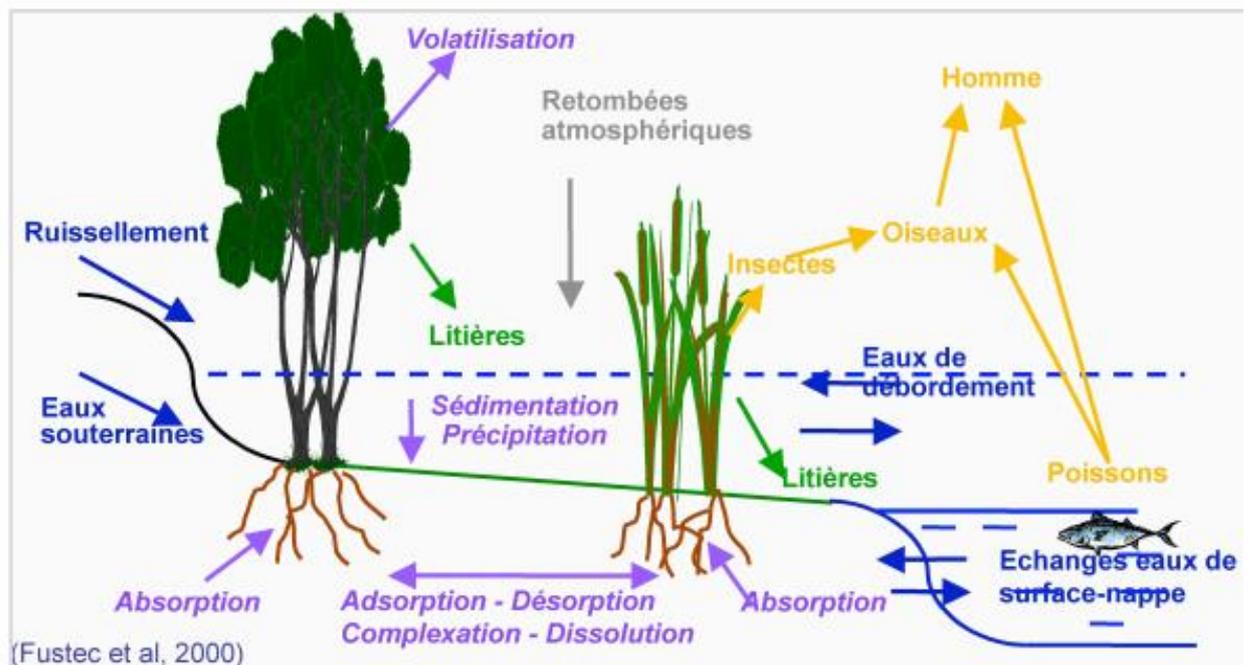


Figura 10 - Aporte, retenção e circulação de metais potencialmente tóxicos em uma zona úmida aberta (BARNAUD, G., 2009)

4.7.3.3 - Funções de preservação da biodiversidade:

As zonas úmidas possuem um patrimônio natural excepcional, sendo importantes reservatórios de biodiversidade. Trata-se de um habitat quase exclusivo

para um grande número de espécies animais e vegetais raras e ameaçadas (GUIDE TECHNIQUE INTERAGENCES, 2002). Essa biodiversidade é o suporte da cadeia de alimentação e do ciclo dos nutrientes apresentados anteriormente. Segundo o CICEANA/IBUNAM²⁸ (Centro de Información y Comunicación Ambiental de Norte América, A. C.), isso inclui a produção primária por parte das plantas que lá se desenvolvem e os seus diversos consumidores (animais herbívoros ou detritívoros que fazem a decomposição da matéria e exportam materiais ao ambiente terrestre bem como fazem a assimilação dos mesmos). Esse critério funcional pode ser utilizado em tomadas de decisões para uma subdivisão das zonas úmidas, as mais diretamente "produtivas", e aquelas que devem ou razoavelmente poderiam tornar-se parte de uma rede de sítios protegidos (MALTBY & BARKER, 2009). Da mesma forma, na França encontramos o mesmo pensamento: as zonas úmidas naturalmente podem ser subdivididas (GUIDE SDAGE Rhin et Meuse, 2014), em *zonas úmidas remarcáveis* que abrigariam uma condição de biodiversidade excepcional florística e faunística recebendo proteção jurídica ou em *zonas úmidas ordinárias* (ou comuns) que ainda assim manteriam nobres e essenciais funções hidrológicas, biogeoquímicas e ecológicas, porém tendo um uso sustentável, seria, por isso mesmo, essencial manter a sua preservação.

4.7.3.4 - Valor sócio-cultural (recreação e patrimônio natural) e paisagístico das zonas úmidas

As zonas úmidas são parte do patrimônio paisagístico e natural e têm um importante valor para o turismo recreativo por seu apelo da paisagem e riqueza da flora e da fauna. Muitas atividades recreativas e educacionais podem nelas se desenvolver: pesca, caça, observação da vida selvagem, canoagem, vela, natação, educação ambiental, atividades de lazer naturalistas, atividades de descoberta, etc (SAGE de la Nappe de Beauce, 2013). O ponto de vista da conservação não pode ignorar o papel muito mais amplo de zonas úmidas como parte das paisagens humanas e sócio-económicas complexas, em que é essencial considerar ecologia e economia juntas em uma abordagem mais coerente para a tomada de decisões, em vez de serem separadas e em conflito (MALTBY & BARKER, 2009). A perspectiva, neste sentido, mais recente, é funcional, considerando as zonas úmidas como "máquinas

²⁸ In: Funciones y Valores de los Humedales. México, D.F. Disponível em: <http://www.ciceana.org.mx/contenido.php?cont=239>, acesso em março de 2015.

vivas que prestam serviços para os seres humanos" (KEDDY, 2000 CITADO POR MALTBY & BARKER, 2009).

4.7.3.5 - Função de reconstrução de paleoambientes

Por seu alto grau de sedimentação (matéria orgânica sedimentar), as zonas úmidas possuem também a função de serem importantes fontes para reconstrução de paleoambientes e documentar mudanças paleoambientais (Ingrid Horák na defesa da dissertação).

4.8 - Consequências da perda ou degradação de zonas úmidas

Considerando que poucas áreas na Terra possam ainda ser consideradas não ocupadas ou de algum modo sem interferência antrópica, verifica-se que muitos desses ecossistemas encontram-se não apenas diminuídos em sua extensão, mas também muitos dos que restam ainda não desaparecidos, encontram-se degradados, necessitando de imediata recuperação através de planos de ação governamentais baseados em legislação específica que definitivamente os reconheçam e os preservem, pois tais ambientes, muito frágeis, são os ecossistemas mais ameaçados do planeta (JUNK et al., 2011). Se houvesse uma destruição da vegetação do mundo, em seguida, uma considerável carga adicional de carbono seria deslocada para a atmosfera (cerca de 500 Gt). O mesmo princípio aplica-se aos sedimentos de zonas úmidas. Se estes fossem totalmente oxidados (por drenagem e decomposição natural ou por extração de turfa e queima), em seguida, o impacto sobre o ambiente seria quase tão grande como a causada pela destruição de toda a vegetação do mundo (MOORE, 2008). Muito embora exista uma legislação europeia para a gestão das águas²⁹ que dirige estes aspectos e as reservas naturais estejam no site Natura 2000 e nos sites RAMSAR, na França, por exemplo, em uma publicação SAGE³⁰, a recente tomada de consciência da importância desses ambientes é acompanhada por um fato doloroso: em menos de

²⁹ La Directive-cadre Européenne sur l'Eau. Disponível em: http://www.gesteau.eaufrance.fr/sites/default/files/15923_1_fr_original.pdf, acesso em outubro de 2014.

³⁰ SAGE: Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux, du bassin versant de la Mayenne.

50 anos, mais de metade das zonas úmidas do território francês desapareceu. (GUIDE SAGE, MAYENNE 2009). Neste país é estimado que dois terços das zonas úmidas desapareceram no curso do século 20. Estes fenômenos de destruição perduram ainda hoje (SAGE RANSE, 2014). Talvez não fosse demasiado afirmar que no restante da Europa tenhamos muitas situações semelhantes, assim como nos EUA e também no restante do mundo, pois ainda hoje em dia, as zonas úmidas continuam a ser ameaçadas e atacadas (GUIDE TECHNIQUE INTERAGENCES, 2002) por uma variedade de atividades impactantes tais como:

- Drenagem (por sistema de esgotos ou valas) com retiradas excessivas de água para implantação e/ou irrigação de lavouras;
- A sedimentação excessiva ou a colmatação;
- O enchimento ou a construção de barragens para acúmulo de água para irrigação de lavouras inundando total ou em grande parte as plantas e impedindo nidificação de espécies de aves, por exemplo;
- O corte do fluxo de água de rios através de barragens para produção de energia e/ou irrigação;
- transformação da água;
- Impermeabilização devido à urbanização;
- Rugosidade da superfície
- A poluição pontual e a eutrofização
- Os fluxos artificiais
- Extração ilegal de plantas (ou de materiais) como o capim santa-fé utilizado no Sul para confecção de cobertura de galpões ou extração de plantas sem licenciamento para confecção de lagoas artificiais de tratamento de efluentes;
- O cultivo intensivo causado pelo mau uso tendo efeitos na conservação dos solos ou o abandono de atividades tradicionais e a intensificação do uso do solo
- O plantio de culturas inadequadas (ausência de planejamento e uso sustentável do solo respeitando a capacidade de uso das terras)

- proliferação de espécies de animais e de plantas exóticas prejudiciais ao ecossistema local;
- extração de materiais (mineração ilegal) sem projetos de recuperação de áreas degradadas;

4.9 – DELINEAMENTO DE ZONAS ÚMIDAS: CRITÉRIOS PARA CARACTERIZAÇÃO/REGULAMENTAÇÃO

Nos EUA, assim como em alguns outros países, há abordagens e métodos científicos para identificar e delinear zonas úmidas. Para serem regulamentadas, as mesmas devem ser previamente identificadas e delineadas, devendo-se observar três componentes essenciais: (1) a vegetação hidrofítica, (2) os solos hídricos, e (3) a hidrologia das zonas úmidas (US Army Corps of Engineers - EUA 1987; COWARDIN et al. 1979, TINER & BURKE, 1995; HURT and CARLISLE, 2001). Para fins de implementação legal, Hurt e Carlisle projetaram um método para ajudar os leitores a fazer determinações de zonas úmidas e delimitações usando solos hídricos como o parâmetro primário de escolha (HURT and CARLISLE, 2001). Para os EUA, por exemplo, a definição de regulamentação de zonas úmidas e os procedimentos pelos quais as zonas úmidas são identificadas e delimitadas são de grande interesse prático por causa da sua regulamentação nacional. Se porventura definições ou procedimentos falhos levarem a uma identificação errônea, onde não existam zonas úmidas, os proprietários de terras irão injustificadamente perder a flexibilidade para desenvolver a terra para a agricultura ou para outros fins (LEWIS et al., 1995). Ainda considerando os EUA, a promulgação de leis e regulamentos de zonas úmidas desde os anos 1960 criou a necessidade de definir com precisão os limites das zonas úmidas em todos os Estados Unidos. Os métodos de delineamento, nessas décadas eram centrados sobre o uso de espécies vegetais como indicadores de zonas úmidas. Porém, desde os anos 1980, a *Federal Wetland Regulatory Agencies* têm utilizado um método baseado em **três parâmetros para identificação** e delimitação de zonas úmidas, que envolve encontrar "indicadores positivos" de **vegetação hidrofítica, solos hídricos e hidrologia** (TINER, 1993; LEWIS et al., 1995).

São necessários métodos padronizados para garantir a identificação precisa das zonas úmidas e dos seus limites. Segundo TNER (1993), esses métodos devem ser:

- a) Tecnicamente sólidos, fazendo uso dos conhecimentos científicos atuais para identificar com precisão as zonas úmidas, bem como ser legalmente defensáveis;
- b) Precisam produzir resultados reproduzíveis para que diferentes pesquisadores identifiquem essencialmente o mesmo limite para uma determinada zona úmida, independentemente da época do ano de inspeção de campo;
- c) Práticos e fáceis de usar, com ênfase em características relativa e facilmente observáveis que possam ser reconhecidas por generalistas nas principais ciências físicas e biológicas;
- d) Eficientes, por exemplo, exigindo apenas o mínimo esforço para identificar as zonas úmidas;
- e) Capazes de produzir a maioria das determinações em uma única inspeção no local;
- f) Capazes de permitir a identificação de zonas úmidas ao longo do ano (Na Europa e EUA, o autor lembra que exceto, talvez, quando o solo está congelado e a área é coberta de neve);
- g) Suficientes no escopo para incluir a variação regional em zonas úmidas em todo o território nacional e ou regional e
- h) Flexíveis o suficiente para permitir julgamentos nas situações difíceis ou de confusão.

Sem métodos padronizados e pessoal bem treinado para empregá-los, a identificação e delimitação de zonas úmidas seria extremamente variada entre os indivíduos envolvidos em tais tarefas. Isso representaria um problema de consistência tanto para os reguladores quanto a comunidade regulamentada (TNER, 1993).

Para as zonas úmidas da França, Chambaud esclarece que o uso de chaves de diagnóstico para o solo e/ou vegetação permite aos profissionais uma caracterização e delimitação das zonas úmidas segundo os critérios definidos pelo Decreto Ministerial de 2009/01/10. Note-se também que, em certos casos, os inventários

identificam as zonas úmidas com solos que apresentam **traços de hidromorfismo**, enquanto eles ainda não são referenciados por decreto ministerial (referindo-se à França, o autor ressalta os chamados «histosols leptiques», por exemplo). Neste contexto, em caso de dúvida a vegetação deverá remover a indeterminação (CHAMBAUD, et al, 2012).

4.9.1 - O critério hidrológico para delimitação de zonas úmidas

Dos três fatores escolhidos e que caracterizam as zonas úmidas, a água tem um estatuto especial porque nem os substratos e nem a biota característica poderiam se desenvolver em ausência de condições hidrológicas específicas (LEWIS et al., 1995). O fluxo, ou a dinâmica dos fluxos de entradas e saídas de água, é o elemento essencial da formação e evolução desses ambientes sendo que a hidrologia da maioria das zonas úmidas palustres é afetada por precipitação, escoamento superficial de água e descarga de águas subterrâneas, em diferentes combinações. (DAHINGER et al., 2012). As propriedades, distribuição e circulação da água são comumente referidas como hidrologia. O termo “hidrologia de zonas úmidas” se refere ao movimento da água dentro e através das mesmas. Recursos hidrológicos, tais como a frequência, tempo, profundidade e duração da inundação, flutuações do lençol freático, e o movimento das águas subterrâneas e superficiais são as forças de condução por trás de todos os sistemas de zonas úmidas (SCOTT J., 1995). No texto do INAU – Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em áreas úmidas, resumindo a definição para a extensão das áreas úmidas brasileiras pode-se transcrever o seguinte: “(...) a extensão de uma área úmida é determinada pelo limite da inundação rasa ou do encharcamento permanente ou periódico, ou no caso de áreas sujeitas aos pulsos de inundação, pelo limite da influência das inundações médias máximas, incluindo-se aí, se existentes, áreas permanentemente secas em seu interior, habitats vitais para a manutenção da integridade funcional e da biodiversidade das mesmas. Os limites externos são indicados pelo solo hidromórfico, e/ou pela presença permanente ou periódica de hidrófitas e/ou de espécies lenhosas adaptadas a solos periodicamente encharcados”. (JUNK et. al 2011). No entanto, esse critério nos parece mais adequado às inundações descritas por NEIFF (2001) para as planícies de inundação, como no exemplo estudado do

Pantanal Matogrossense. Portanto, julgamos ser procedente fazer uma releitura para o caso dos banhados no Sul.

4.9.1.1 - Definição de Regime Hidrológico

Os registros de fluxo de um curso d'água (ou de uma zona úmida) durante uma longa série de anos mostram variações sazonais sistemáticas (posição de água de alta e baixa) com base nos principais fatores que influenciam o fluxo: os padrões de chuva, a natureza da bacia hidrográfica, a sua localização, a infiltração, etc. O regime hidrológico pois, resume todas as suas características hidrológicas e modo de variação³¹. O regime hidrológico é utilizado como fator de subdivisão: as zonas úmidas, de acordo com o seu próprio regime hidrológico, se subdividem em (a) zonas úmidas de maré e (b) zonas úmidas não-ligadas à marés, admitindo variações de tipos pela exposição permanente ou temporária à saturação de água, sendo essa exposição de forma regular ou irregular, temporária ou sazonal e assim por diante até as artificialmente alagadas.

4.9.1.2 - Fatores a considerar: profundidade da água, a extensão da inundação, período de inundação/hidroperíodo ou tempo de residência e pulso de inundação.

O hidroperíodo, balanço de entradas e saídas de água do sistema (MITSCH E GOSSELINK, 1986) é importante e tem a ver com a **profundidade** (profundidade da água desde a superfície), a **duração** (montante médio ou total de tempo de repouso em que existe água durante um evento de inundação) e a **frequência** da inundação (número médio de vezes em que uma zona úmida tem água parada por ano). A assinatura hidrológica de um banhado (que pode ser demonstrada por um gráfico) é definida como a ocorrência periódica ou regular de inundação ou condições de solo saturado (frequência, duração) a qual depende do balanço hídrico, da topografia e das condições subsuperficiais. As funções de um banhado podem ser modificadas por alterações desse hidroperíodo, ocasionando mudanças significativas, no padrão das comunidades, na produtividade e no habitat. As alterações podem ser atribuídas

³¹ Fonte: (LABORATORY OF ECOHYDROLOGY ECHO, 2015). Disponível em: <<http://echo2.epfl.ch/e-drologie/chapitres/chapitre9/chapitre9.html>>, acesso em novembro de 2015.

a eventos naturais, sazonalidade, ou ações antrópicas, como o uso do recurso água para drenagens e irrigações (MARQUES et al., 2000; CARVALHO & OZORIO, 2007).

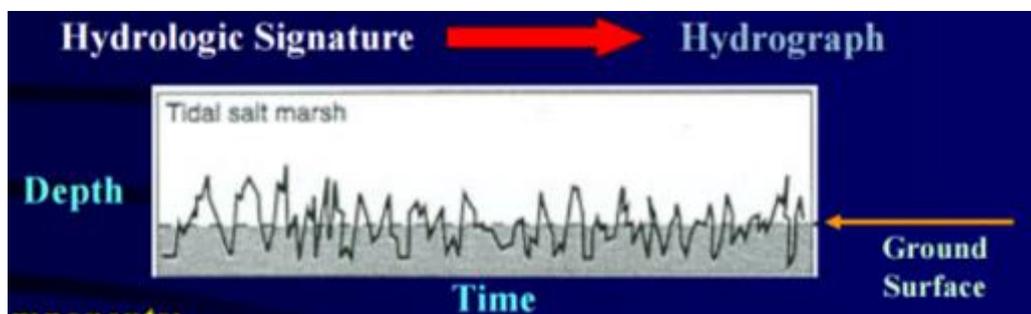


Figura 11 – Assinatura hidrológica de uma zona úmida (tidal salt marsh = marismas) considerando a profundidade, tempo (duração) e frequência de um período de inundação. Adaptação de Matthew J. Gray in: **Wetland Hydrology** (University of Tennessee), disponível em: <http://wfw.ag.utk.edu/mgray/wfs560/Wetland_Hydrology.pdf>, acesso em novembro de 2015.

Segundo DAHINGER et al. (2012) e EPA/USA (2008) existem três ou quatro possíveis fontes de entrada de fluxos de água:

- a) **Entradas e saídas atmosféricas:** precipitação, neve, evaporação e transpiração. Durante a chuva ou quando há fusão da água com o tapete de neve (nos climas gelados onde cai neve) é parcialmente imposta por evaporação física e evapotranspiração. A água que se precipita vai se infiltrar alimentando as águas subterrâneas, ou se a superfície do solo está saturada irá alimentar as zonas úmidas. Os fluxos de entrada são dependentes da natureza da bacia e também a natureza de precipitação (importância do clima na região em questão);
- b) **Interação com águas superficiais:** o segundo modo de alimentação é chamado de água de superfície, que inclui rios, lagos e escoamento superficial. Este fluxo depende de toda a bacia hidrográfica. A natureza do solo afeta grandemente o coeficiente de escoamento, consoante a menor ou maior impermeabilidade ou a permeabilidade do substrato.
- d) **Entradas e saídas de subsuperfície:** zonas úmidas são por vezes localizadas acima de um lençol freático de água subterrânea. Neste caso, quando a atinge o seu fluxo máximo, as zonas úmidas podem servir como

"estravasamento" e lentamente diminuir as inundações (DAHINGER et al., 2012).

- d) **Troca em sistemas marinhos:** um último tipo de troca ocorre em sistemas marinhos que respondam às variações de marés (EPA/USA, 2008).

Na Europa (ou países de clima gelado onde cai neve), a análise hidrológica direta requer, no mínimo, informações sobre três elementos relacionados: a **duração da saturação** e sua relação com a **estação de crescimento das plantas**, a **profundidade crítica para saturação**, bem como a **frequência de saturação**.

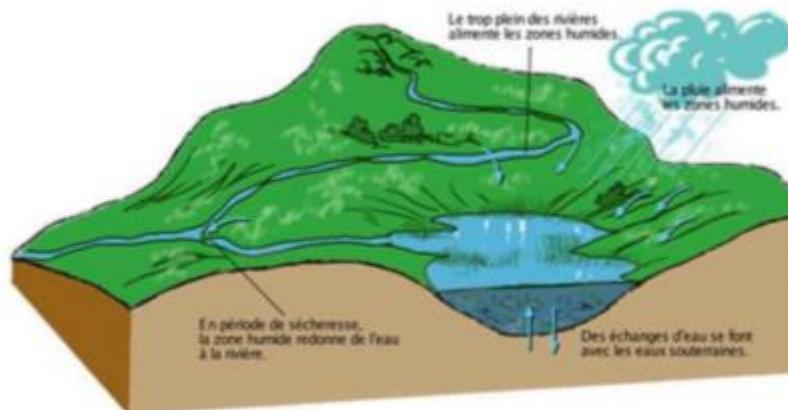
Também segundo DAHINGER et al. (2012) e EPA/USA (2008), se as zonas úmidas se beneficiam com aporte de água, elas estão também são submetidas a perdas. O fluxo da água que sai do sistema pode ser o resultado de três situações:

- a) **Transferências para a atmosfera:** como em todos os ambientes, as zonas úmidas perdem água pelo fenômeno de evaporação e evapotranspiração.
- b) **Transferências superficiais** podem se realizar quando a capacidade de estocagem de água está saturada. Neste caso, o excesso de água é perdido por escoamento para os exutórios, tais como planícies de inundação.
- c) As **transferências subterrâneas** ocorrem quando as chuvas são escassas e a evaporação tem taxas altas. Com efeito, o substrato não fica mais saturado, o nível do lençol freático é então rebaixado e a água da zona úmida se infiltra e alimenta o reservatório subterrâneo. O funcionamento hidrológico das zonas úmidas é o resultado de um equilíbrio sempre precário entre os fluxos de entrada e de saída (DAHINGER et al., 2012). Abaixo pode-se visualizar o funcionamento hidrológico de uma zona úmida (Figura 12).

O **tempo de residência hidrológico**, apropriado apenas para certas condições tais como: um fluxo constante, locais únicos de entrada e saída; e trocas não atmosféricas ou com a água do solo (Himmelblau e Bischoff 1968 apud EPA/USA 2008), ou seja, não apropriado para múltiplos influxos e/ou trocas ocorrendo em diferentes pontos, é utilizado para avaliar o tempo necessário que uma entrada hidrológica passa através de uma zona úmida. O tempo de residência 'T' para um sistema com volume constante e taxa de fluxo será simplesmente a

relação entre o volume de água no interior da zona úmida, V , para a taxa de fluxo, Q , ou, $t' = V / Q$ (EPA/USA, 2008).

Figure 1 : Le fonctionnement hydrologique d'une zone humide.



Source : Agence de l'eau

Figura 12 – O funcionamento hidrológico de uma zona úmida. Fonte: Agência de Água, Adaptado de (DAHINGER et al., 2012), disponível em: <http://wecan-interregio.eu/documents/content/WP1MasterstudyPilotWetMeadows.pdf>, acesso em setembro de 2015.

No RS, segundo o DECRETO Nº 52.431, DE 23 DE JUNHO DE 2015 que regulariza o CAR – Cadastro Ambiental Rural no Rio Grande do Sul para definição de banhados quando estabelece que se deva considerar que os mesmos possuem “solos naturalmente alagados ou saturados de água por período não inferior a 150 dias ao ano, contínuos ou alternados, excluídas as situações efêmeras, as quais se caracterizam pelo alagamento ou saturação do solo por água apenas durante ou imediatamente após os períodos de precipitação” está colocando um peso considerável na questão do tempo de residência hidrológica para a definição dos banhados no Sul.

4.9.1.3 – Indicadores de Hidrologia

Segundo SCOTT J. (1995), embora a água seja a força motriz por trás das zonas úmidas, nem sempre é possível diretamente observar a hidrologia ou usá-la para delinear as fronteiras de uma zona úmida. Condições inundadas ou saturadas

só podem estar presentes por um curto período de tempo durante o ano³², e mesmo este padrão estará sujeito às condições climáticas que podem produzir anos muito úmidos ou muito secos. Mesmo que a hidrologia seja monitorada em uma área qualquer, pode ser de difícil detecção equiparar padrões de inundação ou saturação com a presença ou ausência de condições anaeróbias. Assim, as características do solo e comunidades de plantas geralmente estão presentes em todo o ano e são os indicadores mais confiáveis de condições hidrológicas.

Os indicadores de hidrologia, a presença de plantas (hidrófitas) e solos de zonas úmidas (solos hídricos), são os indicadores mais confiáveis da hidrologia de uma área úmida. Assim, em condições naturais eles são mais úteis para delinear as suas fronteiras do que a própria hidrologia. Outros indicadores poderiam ser citados como marcas de água em árvores e folhas manchadas de água. Estes são, no entanto, de difícil determinação quanto à duração ou frequência de saturação dada apenas por estes indicadores sendo recomendado que todas as informações disponíveis devem ser utilizadas quando se avalia a questão hidrologia (SCOTT J., 1995).

4.9.2 – O critério biótico para delimitação de zonas úmidas

4.9.2.1 - Vegetação hidrofítica em zonas úmidas e suas características

Os processos químicos que ocorrem e que fazem o solo ficar numa condição de anaerobiose, requer adaptações especiais em certas plantas para que possam sobreviver em um ambiente úmido (HURT et al., 1998 apud RICHARDSON, J. L.; VEPRASKAS, M. J., 2001). As zonas úmidas funcionais, caracterizadas por tais condições físico-químicas específicas, são reconhecidas pela presença dessa vegetação adaptada a uma inundação mais ou menos comum do solo: são as espécies vegetais agrupadas pelo nome de espécies de plantas higrófilas ou hidrofíticas. A observação dessa vegetação é uma ferramenta valiosa para a identificação e delimitação desses ambientes (GUIDE SAGE MAYENNE, 2009). Tais plantas são capazes de sobreviver em condições de solo saturado, porque elas

³² Devemos considerar que o autor se refere principalmente às condições europeias e nos EUA ou Canadá, para citar alguns países onde cai neve.

podem transportar oxigênio às suas raízes (WISCONSIN COASTAL MANAGEMENT PROGRAM, 1995). Tal vegetação está relacionada com as condições anaeróbias no solo, ao contrário de condições de redução do mesmo, e a duração de tempo em que um solo permanece ativo durante o período de saturação e de crescimento das plantas. (RICHARDSON & VEPRASCAS, 2001)

4.9.2.2 - Adaptações comuns em hidrófitas

As raízes das plantas precisam de oxigênio para sobreviver. Em solos inundados e saturados, a microbiota muda. Em solos inundados periodicamente as bactérias aeróbias esgotam rapidamente o oxigênio existente para fazer a redução do substrato de que se alimentam utilizando-o como acceptor final de elétrons na cadeia respiratória (ou cadeia transportadora de elétrons). Com a inundação, o ambiente vai ficando com muito menos oxigênio, assim vão se desenvolvendo os microrganismos anaeróbicos. Em solos inundados permanentemente o ambiente   anóxico também de forma permanente. As plantas sem as necessárias adapta es para regular a ingestão de água e / ou tolerar solos deficientes em oxigênio não conseguiriam sobreviver em zonas  midas. Hidr fitas desenvolveram mecanismos, ou adapta es, que as permitem regular a quantidade de água que entra em suas células aumentando a tolerância das raízes em solos com falta de oxigênio (WISCONSIN COASTAL MANAGEMENT PROGRAM, 1995). Assim, algumas formas e estruturas observáveis que as plantas que crescem em zonas úmidas desenvolveram em resposta aos solos deficientes de oxigênio incluem: troncos de árvores com sapopemas ou raízes tabulares (como as do g nero *Ficus* existentes no Rio Grande do Sul e outras regiões: são raízes achatadas que lembram uma tábua, encontradas em árvores de grande porte para ajudar na sustenta o. Possuem poros que permitem a entrada do oxigênio), sistemas de raízes rasas, caules do tipo hastes flutuantes, folhas flutuantes, inflacionadas ou polimórficas, raízes com pneumatóforos (raízes respiratórias), aerênquimas (tecido cheio de ar), caules com lenticelas hipertrofiadas (em espécies arbóreas), etc (WISCONSIN COASTAL MANAGEMENT PROGRAM, 1995).

4.9.2.3 - Tipos dominantes com relação ao solo e saturação hídrica

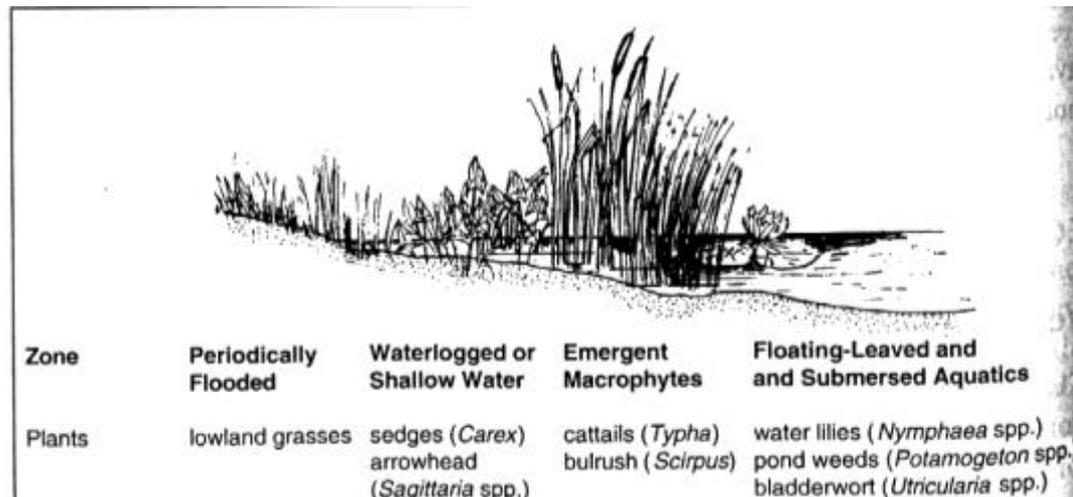


Figura 13 - Seção transversal através de um banhado de água doce (*freshwater marsh*) indicando as zonas de plantas de acordo com a profundidade da água e plantas típicas encontradas em cada uma das zonas, adaptado de MITSCH and GOSELINK (1993). OBS: Alguns gêneros, como *Scirpus*, *Typha* e *Sagittaria* também são encontradas nos nossos banhados, uma vez que são cosmopolitas. Sendo assim, por sua vez, as zonas úmidas são muito afetadas por introdução de "espécies exóticas" de outros lugares.

4.9.2.4 - Delimitação das zonas úmidas com vegetação

Assim, considerando estas espécies de plantas que normalmente ocorrem nessas condições físico-químicas particulares, geralmente boas indicadoras de hidrologia no sistema e são também consideradas "plantas indicadoras de zonas úmidas" (SCOTT J., 1995; SAGE de la Nappe de Beauce, 2013). Os EUA possuem uma lista nacional produzida pela *U.S. Fish and Wildlife Service's National List of Plant* com espécies que ocorrem em *wetlands* (REED, 1988 apud SCOTT J., 1995). É uma lista abrangente que foi montada por cientistas da *US Fish and Wildlife Service* (USFWS), Agência de Proteção Ambiental (*Environmental Protection Agency* - EPA), *Army Corps of Engineers* (COE), e dos Serviço de Conservação dos Recursos Naturais (*Natural Resources Conservation Service* - NRCS), com a ajuda de botânicos e ecologistas regionais (SCOTT J., 1995).

De acordo com BARNAUD (2009), na França pode ser utilizada uma lista de 775 espécies de plantas e 26 subespécies para delimitação de zonas úmidas para a implementação dos artigos L. 214-7-1 e R. 211-108 do Código Ambiental e Lei da Água (decreto de 24/06/08).

No Brasil, para o RS, segundo o DECRETO Nº 52.431, DE 23 DE JUNHO DE 2015 que regulariza o CAR – Cadastro Ambiental Rural no Rio Grande do Sul, temos o seguinte critério considerando tais plantas indicadoras: Art. 6º Para fins de cadastramento dos imóveis rurais no CAR, consideram-se Banhados (inc. XIV do art. 14, inc. VII do art. 51 e inc. VI do art. 155, todos da Lei nº 11.520, de 3 de agosto de 2000) as extensões de terra que apresentem de forma simultânea as seguintes características: I – Solos (...) II – ocorrência espontânea de no mínimo uma das espécies de **flora típica relacionadas** tais como: a) Junco (*Schoenoplectus* spp., *Juncus* spp.); b) Aguapé (*Eichhornia* spp.); c) Erva-de-Santa-Luzia ou marrequinha (*Pistia stratiotes*); d) Marrequinha-do-Banhado (*Salvinia* sp.); e) Gravatá ou caraguatá-de-banhados (*Eryngium pandanifolium*); f) Tiririca ou palha-cortadeira (*Cyperus giganteus*); g) Papiro (*Cyperus papyrus*); h) Pinheirinho-da-água (*Myriophyllum brasiliensis*); i) Soldadela-da-água (*Nymphoides indica*); j) Taboa (*Typha domingensis*); k) Chapéu-de-couro (*Sagittaria montevidensis*); e l) Rainha-das-lagoas (*Pontederia lanceolata*). III – Fauna (...)

4.9.2.5 – Fauna em zonas úmidas: animais do banhado

A Fauna característica desses ambientes geralmente vem associada a essas condições aqui elencadas, mas a utilização desse critério, não aprofundada neste trabalho, deve ser utilizada quando ocorrer no local estudado uma variedade de espécies e que existam, por exemplo, espécies endêmicas que possam caracterizar especificamente um ambiente e não outro. Para a classificação de zonas úmidas de especial interesse para a conservação esse seria, assim, do nosso ponto de vista, um critério decisivo. Várias unidades de conservação no Estado do Rio Grande do Sul foram criadas baseadas no fato de abrigarem espécies de aves (e outras) que são ameaçadas em algum grau de risco e devendo ser resguardadas em regimes legais especiais.

Para as áreas particulares, sendo os banhados considerados áreas de preservação permanente, segundo o DECRETO Nº 52.431, DE 23 DE JUNHO DE 2015 que regulariza o CAR – Cadastro Ambiental Rural no Rio Grande do Sul, no mesmo artigo 6º no seu parágrafo único consideram-se Banhados as extensões de terra que apresentem de forma simultânea as seguintes características: I – Solos (...) II – Flora

(...) III – **Fauna:** A ocorrência regular de uma ou mais das espécies da fauna abaixo relacionadas auxilia na caracterização de banhados: a) Jacaré-de-papo-amarelo (*Caiman latirostris*); b) Tachã (*Chauna torquata*); c) Garça-branca-grande (*Ardea alba*); d) Frango-d'água (*Gallinula* spp.); e) Caramujo ou aruá-do-banhado (*Pomacea canaliculata*); f) Gavião-caramujeiro (*Rostrhamus sociabilis*); g) Jaçanã (*Jacana jacana*); h) Marreca-de-pé-vermelho (*Amazonetta brasiliensis*); i) Cardeal-do-banhado (*Amblyramphus holosericeus*); j) João-grande (*Ciconia maguari*); k) Nútria ou ratão-do-banhado (*Myocastor coypus*); e l) Capivara (*Hydrochoerus hydrocoerus*).

4.9.3 – O critério pedológico para delimitação de zonas úmidas

O critério pedológico é preponderante para a caracterização de uma zona úmida e conseqüentemente sua delimitação. Na França, por exemplo, segundo guia francês para reconhecimento de zonas úmidas que trata da compreensão e aplicação do critério pedológico da lei francesa de 24 de junho de 2008, aplicável na França metropolitana e Córsega, é preciso os dois critérios de definição e delimitação de zonas úmidas: a partir do solo e também da vegetação (ou do habitat). No entanto, na ausência de vegetação ou de habitats naturais, a identificação das zonas úmidas a partir dos solos é crucial (MEDDE, GIS Sol. 2013). Isso é bastante útil nos casos de degradação destas áreas (como, por exemplo, onde possa ter ocorrido um crime ambiental de drenagem e supressão de vegetação em banhados) onde não existe mais a vegetação (e por conseqüência, nem os animais). Também, ao contrário disso, para ajudar a discernir os demais casos em que há um acúmulo de água por antropização, como, por exemplo, beiras de estradas ou outros ambientes antropizados: canais de irrigação ou mesmo de drenagem urbana ou rural, e que abrigam vegetação hidrofítica e alguns animais característicos de zonas úmidas (e no nosso caso, de banhados) causando dúvida quanto a sua origem, se banhados naturais ou possam ser classificados de outra forma, pois seriam áreas que acumulariam água e propiciariam aparecimento dessas espécies hidrofíticas e até mesmo alguns animais.

4.9.3.1- Os solos orgânicos e os solos minerais

Existem duas grandes categorias de solos: **solos orgânicos** e **solos minerais**, que diferem entre si. Solos orgânicos são formados a partir do acúmulo de restos de plantas. Estes solos são encontrados em solos de zonas úmidas porque os detritos vegetais se decompõem menos rapidamente em ambientes muito úmidos, ou seja, a taxa de acúmulo é maior que a taxa de mineralização. Solos orgânicos são muito pretos, porosos e leves em peso, e são muitas vezes referidos como "turfa" ou "mucks" (SPRECHER, 2001). No geral, as zonas úmidas orgânicas são simplesmente chamadas de turfeiras (*tourbières* em francês e *peatlands* na língua inglesa). No Canadá, para serem consideradas assim, devem conter uma acumulação de 40cm de turfa (WARNER, B.G. & RUBEC, 1997). Este limite de profundidade é estabelecido conforme as normas de classificação estabelecidas pelo *Comité canadien d'inventaire des sols* (1978). No Brasil existem regras específicas dadas atualmente pelo SIBCS (EMBRAPA SOLOS, 2013) para Organossolos (e não para turfeiras). Solos minerais, por outro lado, formaram-se a partir do intemperismo de rochas ou materiais transportados pelo vento, água, deslizamento de terra, ou gelo. Conseqüentemente, os materiais do solo mineral são compostos de diferentes quantidades de areia, silte e argila, e constituem a grande maioria dos solos do mundo. Eles ocorrem tanto dentro como fora das zonas úmidas (SPRECHER, 2001). Há, assim, conhecimentos gerais em pedologia indispensáveis para reconhecimento e intervenção nos diferentes domínios de pedologia aplicada para as zonas úmidas (MEDDE, GIS Sol. 2013).

Em zonas úmidas minerais de países mais frios, como no caso do Canadá exemplificado aqui, os solos minerais se encontram num setor onde um excesso de água se acumula na superfície (habitualmente de menos de 2m de profundidade) e que não produzem mais que um pouco ou nenhuma matéria orgânica ou turfa por razões geomórficas, hidrológicas, bióticas, edáficas ou climáticas. Os gleissolos (*gleysols*, na língua inglesa) são típicos destes ambientes. Em algumas zonas úmidas, a vegetação pode estar ausente, devido às mudanças frequentes e radicais no nível de água, a ação das ondas, a circulação da água, turbidez ou uma alta concentração de sais ou outras substâncias tóxicas presentes na água ou no solo (WARNER, B.G. & RUBEC, 1997). Distinguir entre materiais orgânicos e minerais é

importante, porque as duas categorias são descritas e designadas de forma diferente. Na prática, os solos minerais e solos orgânicos são separados com base no teor de carbono orgânico (SPRECHER, 2001). O Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA SOLOS - SiBCS, 2013) atualmente reconhece como orgânico materiais com teores de carbono orgânico iguais ou maiores que 80 g kg^{-1} , avaliados na fração terra fina seca ao ar (TFSA). Quanto ao grau de decomposição do material orgânico os seguintes atributos são distinguidos: material orgânico-fíbrico, material orgânico-sáprico e material orgânico-hêmico (EMBRAPA SOLOS – SIBCS, 2013). Esses critérios de diferenciação são baseados na percentagem de fibras vegetais visíveis observáveis a campo. Na prática, segundo SPRECHER (2001), pode-se utilizar uma lente de mão esfregando-se uma vez e também depois de esfregar entre o polegar e os dedos 10 vezes. Como o sistema brasileiro é baseado no sistema americano, temos que "sáprico", "hêmico" e "fíbrico" (da classificação de Organossolos em 4º nível categórico pelo SIBCS (EMBRAPA SOLOS, 2013) correspondem, aproximadamente, aos termos do sistema americano "muck", "mucky peat" e "peat", respectivamente (SPRECHER, 2001).

4.9.3.2- Solos hidromórficos (ou solos hídricos)

Existem diferentes relações entre os fatores e os processos de formação dos solos (JENNY, 1941) que levam à formação de diferentes tipos de solos no mundo. Uma zona úmida se caracteriza por um tipo particular de solo denominado "solo hidromórfico" ou "solo hídrico". Para RICHARDSON & VEPRASKAS (2001), as zonas úmidas são amplamente reconhecidas como constituídas por três componentes principais: solos hídricos, vegetação hidrofítica e por sua hidrologia, porém afirmam que os solos hídricos são o componente mais importante dos três e o motivo disso seria que mesmo tendo uma área sido degradada em toda a sua vegetação é ainda possível identificar uma zona úmida, pois alguns aspectos morfológicos dos solos hídricos são permanentes por um longo período e visíveis por observações a campo sendo que se deverá corroborar as constatações através dos indicadores químicos e físicos, em análises laboratoriais posteriores. Em outros países (como EUA, por exemplo) já existem manuais de campo para reconhecimento de solos hídricos, mas não no Brasil. Além disso, os solos hídricos podem ser utilizados para avaliar a hidrologia local. Os autores citam o observado por COWARDIN et al. (1979), os solos

são indicadores de longo prazo das condições de existência de uma zona úmida. Eles podem ser facilmente observados a campo, e ao contrário da hidrologia, suas características permanecem relativamente constantes ao longo do curso de um ano (COWARDIN et al., 1979; RICHARDSON & VEPRASKAS, 2001). Também para o sistema francês, na ausência marcada de vegetação higrófila, as características do solo são muito bons indicadores para a identificação e delimitação de zonas úmidas funcionais. Na verdade, nessas áreas, o alagamento mais ou menos prolongado resulta em caracteres hidromórficos mais duradouros. (GUIDE SAGE-MAYENNE, 2009).

4.9.3.3- Definição de solos hídricos ou solos hidromórficos

"Solo inundado" é um termo empírico utilizado para qualquer tipo de solo encontrado em uma área úmida. O termo "solo hídrico" (*hydric soil*) foi introduzido por COWARDIN et al. (1979) para solos inundados. Nos EUA, os solos hídricos foram redefinidos para fins jurisdicionais pelo Comitê Técnico da USDA (*United States Department of Agriculture*) e pelo NRCS (*Natural Resources Conservation Service*) como sendo "solos que se formam em condições de saturação, inundações, ou encharcamento por tempo suficiente durante o período de crescimento para desenvolver condições anaeróbias na parte superior" (HURT et al., 1998 apud RICHARDSON, J. L.; VEPRASKAS, M. J., 2001; USDA & NRCS, 2010). A primeira publicação desse órgão saiu em 1985 para definição de solo hídrico (e os critérios de reconhecimento) definiu-o como um solo que na sua condição não-drenada está saturado, inundado, ou encharcado durante um período prolongado de tempo suficientemente para desenvolver condições anaeróbias que favoreçam o crescimento de uma vegetação hidrofítica. (RICHARDSON & VEPRASKAS, 2001; HURT and CARLISLE, 2001). Este critério varia, nos EUA, de acordo com a agência reguladora em questão sendo que para as suas condições, é levada em conta a estação de crescimento das plantas, pois o clima é geralmente muito frio e há um período estacionário, muitas vezes com neve, bastante característico e muito mais pronunciado que o clima dos banhados do Rio Grande do Sul. No Sistema Brasileiro, solo hidromórfico é o solo que em condições naturais se encontra saturado por água de forma permanente ou em determinado período do ano, independente de sua drenagem atual e que, em virtude do processo de sua

formação, apresenta, comumente, dentro de 50cm (cinquenta centímetros) a partir da superfície, cores acinzentadas, azuladas ou esverdeadas e/ou cores pretas resultantes do acúmulo de matéria orgânica (EMBRAPA SOLOS, 2013). Para chegar-se a essas definições, devemos considerar que os solos hidromórficos, em largo senso, comportam os horizontes onde certas características são atribuídas a um excesso de água (FAVROT et VIZIER, 1988). Essa condição de saturação em água de seus poros (de maneira temporária ou permanente), limitando assim as trocas gasosas entre o solo e a atmosfera, resulta num déficit mais ou menos prolongado em oxigênio que modifica a atividade biológica do solo e retarda a mineralização da matéria orgânica (anaerobiose). O excesso de água leva a uma saturação dos horizontes por água, ou seja, toda ocupação do espaço poroso acessível do solo. Assim, o solo pode assumir diferentes formas seguindo a porosidade dos horizontes: ligados à água (imobilização capilar) naqueles desprovidos de poros grosseiros, mas também de água livre (água, superficial ou subterrânea, livre ou cativa) quando há uma boa macroporosidade. A saturação por água é mais ou menos durável durante o ano. Isso pode afetar parte ou a totalidade do solo (FAVROT & VIZIER, 1988). SILVA NETO (2010) citando PONNAMPERUMA (1972) e KAMPF (1987), afirma que solos com menor grau de hidromorfismo podem apresentar maior desenvolvimento pedogenético, o qual pode ser constatado pela maior diferenciação de horizontes, maior desenvolvimento de estruturas em blocos ou prismática e participação de outros processos pedogenéticos como a lessivagem (PONNAMPERUMA, 1972; KAMPF, 1987 e SILVA NETO, 2010). Continua o autor que em solos com hidromorfismo permanente, ou naqueles com lençol freático oscilante, a redução dos compostos de ferro tem sido considerada a mais importante alteração química, em virtude do aumento da atividade deste elemento na solução do solo (ABREU et al, 2007 apud SILVA NETO, 2010), com influência na interação com outros nutrientes (como o fósforo) e no surgimento e variações das feições morfológicas dos solos. No pedoambiente hidromórfico, a oxidação do ferro e do manganês em consequência da drenagem, resulta num aumento da acidez que é proporcional ao teor destes elementos, especialmente o ferro.

4.9.3.4- Morfologia de solos hidromórficos: características químicas e físicas

Quando um solo está submerso em água, o ar é dele excluído pelo preenchimento de seus poros e o mesmo rapidamente fica com déficit de oxigênio pelo fato de que a difusão do O₂ na água é menor do que na atmosfera devido à sua baixa difusão na água (cerca de 10.000 vezes mais lenta do que no ar). Um solo submerso é, portanto, um sistema químico aberto, anóxico, rodeado por sistemas redox com características muito diferenciadas (HURT et al., 1998 apud RICHARDSON, J. L.; VEPRASKAS, M. J., 2001). No caso dos solos hídricos, essas condições podem ser identificadas no campo por exibirem características morfológicas específicas que resultam de períodos repetidos de saturação e/ou inundação por água por mais do que alguns dias. Isso pode ser devido a uma falta de permeabilidade de algum horizonte impedindo a infiltração das precipitações no solo ou resultar da concentração advinda de fluxos de origem exterior como uma inundação, o escoamento superficial, as transferências laterais, a elevação das águas subterrâneas, etc (FAVROT et VIZIER, 1988). Assim, solos de zonas úmidas, sujeitos a essas condições, irão desenvolver processos químicos de oxi-redução podendo-se observar neles traços ou características de hidromorfismo (na língua inglesa são estudados como *redoximorphic features* e na língua francesa como *des traits rédoxiques*). A alternância de períodos saturados é a origem dos fenômenos de óxido-redução que caracterizam os solos hidromórficos. Nessas condições, há um aumento da atividade microbiológica que resulta em uma depleção de oxigênio (FAVROT et VIZIER, 1988). Além dos microrganismos, o esgotamento constante de oxigênio em solos saturados também é causado por raízes de plantas e outros organismos do solo. Muitas vezes, estes levam à completa perda de oxigênio e, em alguns casos, a acumulação substancial de substâncias reduzidas (LEWIS et al, 1995). A anaerobiose resultante promove processos bioquímicos tais como a acumulação de matéria orgânica e a redução, a translocação e/ou acumulação de ferro e outros elementos redutíveis (HURT and CARLISLE, 2001). A microflora anaeróbia do solo, por sua vez, retira sua energia da redução de elementos como ferro e manganês (FAVROT et VIZIER, 1988) reduzindo ferro férrico (Fe³⁺) para a forma ferrosa (Fe²⁺) e manganês do mangânico (Mn⁴⁺) à forma de manganês (Mn²⁺). Das duas, a evidência de redução de ferro é a mais comumente observada em solos (USDA & NRCS, 2010).



Figura 14 - Solo apresentando traços ou características de hidromorfismo no perfil (na língua inglesa *redoximorphic features* e na língua francesa *des traits rédoxiques*). Conforme Medde GIS (2013) adaptado de Agrocampus Ouest.

Estes dois processos (saturação por água causando uma depleção de oxigênio que por sua vez causa a redução do ferro) vão dar cores particulares ao solo permitindo a sua identificação (SAGE de la Nappe de Beauce, 2013) sendo as mesmas um indicador muito bom do estado do ambiente redox estando relacionadas com a duração da saturação e as condições de redução (RICHARDSON & VEPRASKAS, 2001). Assim, áreas que perderam ferro, irão desenvolver uma coloração cinza característica ou cores cinza-avermelhadas sendo conhecidas como **depleções redox**. Por outro lado, se um solo reverter para um estado aeróbico irá concentrar ferro oxidado, que aparecerá em manchas e massas ao longo de canais radiculares e outros poros. Estas áreas de ferro oxidado são chamadas de **concentrações redox** (USDA & NRCS, 2010). Assim, isso vai ser expresso na constituição de um perfil heterogêneo com toques de diferentes cores. O ferro oxidado (Fe^{3+} = ferro férrico) é insolúvel enquanto que o ferro reduzido (Fe^{2+} = ferro ferroso) é solúvel e móvel no solo, podendo ser movido para outro local ou translocado para outras áreas do solo (USDA & NRCS, 2010). Uma anoxia temporária traduz-se morfologicamente no solo pela presença de pontos brilhantes esmaecidos em manchas de ferrugem enriquecidas com ferro oxidado (ou pode-se dizer: uma cor de ferrugem-brilhante, pela oxidação do ferro) (FAVROT et VIZIER, 1988). Assim, a presença de ferro é refletida no solo pela presença de cores brilhantes quando está na forma oxidada (Fe^{3+}) e por outro lado, na ausência de oxigênio (saturação de água) o ferro

apresenta-se na forma reduzida (F^{2+}) (SAGE de la Nappe de Beauce, 2013). Essa dinâmica do ferro, em função dos fenômenos de óxido-redução, mudando a cor do solo, marca a sua morfologia e constitui-se num indicador colorimétrico de seu funcionamento (FAVROT et VIZIER, 1988). Quanto mais a água de inundação perdurar, mais o solo evoluirá para uma cor uniforme que vai se apresentando num tom cinza-azulado ou cinza-esverdeado correspondendo a um horizonte reduzido (SAGE de la Nappe de Beauce, 2013). Finalmente, uma anoxia permanente confere ao solo uma coloração cinzento-azulado devido à presença do ferro reduzido solúvel, que mudou de cor na ausência de oxigênio (FAVROT et VIZIER, 1988). Porém, certas características do solo são susceptíveis de mudança ou mascaram a expressão desses fenômenos:

- a) A tendência de acumulação de matéria orgânica e sua coloração escura que distorce a observação de manchas de ferrugem;
- b) A presença de calcário ativo (verificável pela efervescência de terra fina submetida à ação de ácido clorídrico) que bloqueia a dinâmica do ferro e mascara a expressão dos fenômenos de óxido-redução;
- c) Os solos fortemente afetados pela coloração do material parental (xistos azuis, argilitos vermelhos, etc) que interferem na observação do fenômeno de óxido-redução.



Figura 15 – Característica de coloração do solo muito mal drenado do Taim descrito como **Gleissolo Melânico**, após a tradagem do perfil com trado holandês e sua classificação, apresentando traços ou características de hidromorfismo com acumulação de matéria orgânica e sua coloração escura que distorce a observação de manchas de ferrugem. Imagem do banco de dados do autor, Taim/RS em 26 de maio de 2014.



Figura 16 – Característica de coloração do solo continuamente saturado do Taim descrito como **Organossolo**, apresentando traços ou características de hidromorfismo com acumulação de matéria orgânica e sua coloração escura que não contém manchas de ferrugem. Imagem do banco de dados do autor, Taim/RS em 26 de agosto de 2015.

Tais fenômenos de obstrução de expressão ou mascaramento conduzem os solos hidromórficos à expressão de caracteres ou traços hísticos, redutivos ou redóxidos que perduram no tempo. Pode-se agrupá-los então, segundo FAVROT et VIZIER (1988), baseados nessa morfologia, caracterizados pela presença de uma ou mais das seguintes características hidromórficas: traços redóxicos; horizontes redutivos; horizontes hísticos. Os diferentes graus de hidromorfismo destes solos podem ser expressos por análises laboratoriais e pode dar um norte para uma classificação pedogenética e entendimento da dinâmica desses solos para o seu reconhecimento (FAVROT et VIZIER, 1988). Essas características são diretamente significativas como indicadoras de solos hídricos; elas também são significativas nessas mesmas condições que excluem muitas espécies vegetais de sequeiro que são intolerantes às condições que acompanham a perda de oxigênio. (LEWIS et al., 1995).

4.9.3.5– Processos de formação de solos hidromórficos

Simonson (1958) apud *Department of Soil Science (University of Saskatchewan)* propôs que a formação do solo poderia ser considerada com duas etapas principais:

- a) A acumulação do material de origem;

- b) A diferenciação dos horizontes dentro do perfil do solo por processos de formação do solo, que podem ser classificados como: adições, mudanças, transferências ou translocações de materiais e transformações.

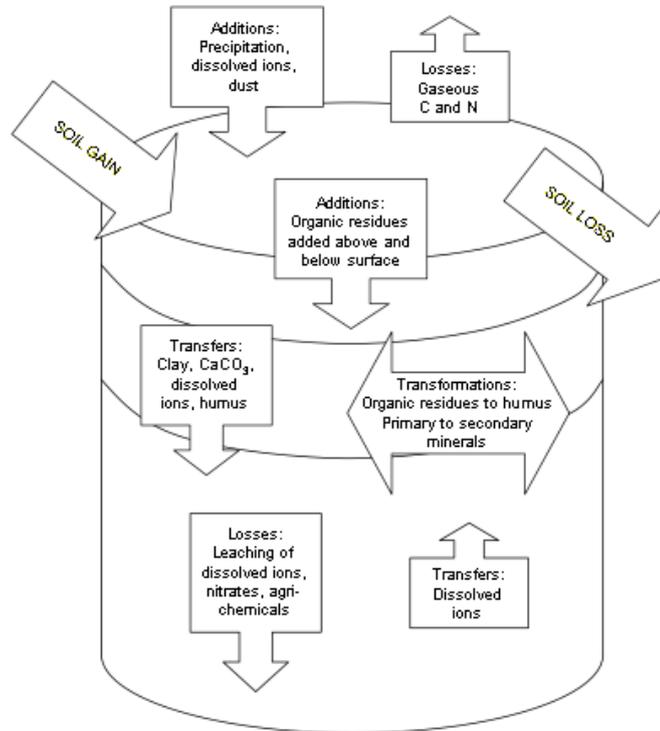


Figura 17 - Todos os processos acima estão ativos em algum grau em todos os solos. O equilíbrio entre a combinação de processos determina a natureza fundamental do perfil do solo. Adaptado de BUOL et al., 1980. **Soil Génesis e classificação**. O Iowa State University Press, Ames/EUA. Disponível em: <http://www.soilsofcanada.ca/soil_formation/processes.php>, acesso em novembro de 2015.

Como exemplificação de alguns dos processos em que há acumulação de matéria orgânica pode-se citar a acumulação de liteira, a humificação, a decomposição e em especial, o que nos interessará no processo de formação dos banhados: a paludização. A **paludização** é um processo pedogenético de transferência que se refere à acumulação de materiais orgânicos (detritos vegetais, como turfa por exemplo) na camada superficial alagada de florestas pantanosas, pântanos, charcos e banhados mantidos em condições anaeróbicas. No Canadá, por exemplo, a taxa de subsidência e acúmulo de turfa lenhosas é entre 0,5 milímetros e 1 milímetro por ano (ROGOBETE & GROZAV, 2013).

Se a espessura que vai sendo formada pelo acúmulo de vegetação em decomposição for suficiente para atender o sistema de classificação, verifica-se a formação de Organossolos. A distinção desse processo é feita na classificação dos

Gleissolos, variando desde o Gleissolo Háplico, passando pelo Gleissolo Melânico com A proeminente ou húmico e com A hístico, até chegar ao Organossolo (PINTO, 2013).

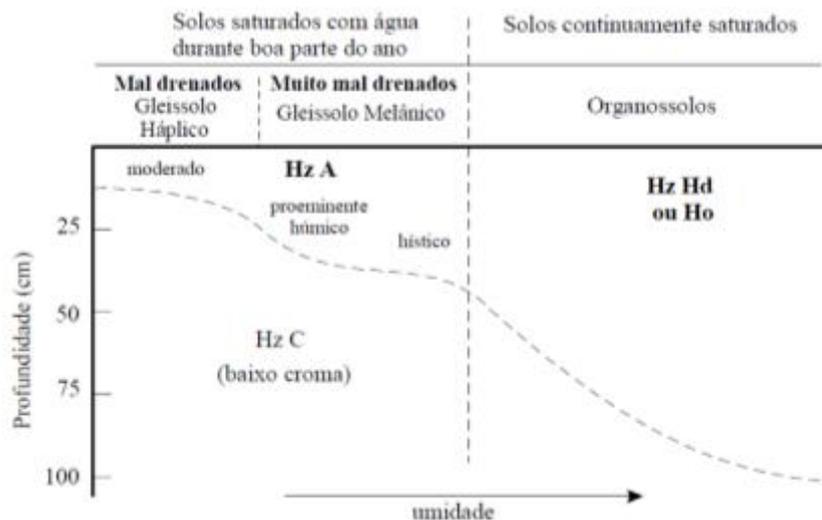


Figura 18 – Gráfico apresentado a sequência de formação de solos hidromórficos em relação ao aumento de umidade no perfil. Observa-se que há a formação de organossolos para solos continuamente saturados (adaptado de FANNING, 1989 apud PINTO L. F., 2013).

HYDROMORPHISM

[Reddy *et al.* 1986]

Reaction	ΔG^0 (kcal/mol)
1.- $C_6H_{12}O_6 + 6 O_2 \rightarrow 6CO_2 + H_2O$	-686.4
2.- $5C_6H_{12}O_6 + 24NO_3^- + 24 H^+ \rightarrow 30CO_2 + 12N_2 + 42 H_2O$	-646.0
3.- $C_6H_{12}O_6 + 12 MnO_2 + 24 H^+ \rightarrow 6 CO_2 + 12 Mn^{2+} + 12 H_2O$	-457.8
4.- $C_6H_{12}O_6 + 24 Fe(OH)_3 + 48 H^+ \rightarrow 6CO_2 + 24 Fe^{2+} + 66 H_2O$	-100.0
5.- $C_6H_{12}O_6 + 3 SO_4^{2-} \rightarrow 6 CO_2 + 3 S^{2-} + 6 H_2O$	-91.0

Gleization

Sulfidation

S.O.M. dynamic

(Paludization)

Figura 19 – Reações ocorridas no processo pedogenético de paludização (gleização e sulfidação) segundo EDDY *et al.* (1986) apud FERREIRA (2014).

4.9.3.6 - Principais classes de solos de zonas úmidas

Na classificação francesa, por exemplo, temos a seguinte divisão para solos hidromórficos:

A. Solos com processos de óxido-redução bem remarcados: presença de água.

Hidromorfia temporária em superfície: solos pouco humificados, óxido-redução parcial do ferro reduzido para Fe^{+2} em manchas de ferrugem e concreções: **PSEUDOGLEY**. Hidromorfia superficial subpermanente: solos humificados, redução e eliminação do ferro reduzido para Fe^{+2} , desprovido de concreções: **STAGNOGLEY**. Hidromorfia profunda e permanente: Horizonte G caracterizado pela redução completa do ferro (descolorido ou esverdeado): **GLEY**. Hidromorfia total, permanente: **TOURBES** (neutros ou ácidos).

B. Solos relacionados, óxido-redução atenuada, imobilização capilar de um material argiloso, empobrecimento superficial.

Material argiloso pouco evoluído: **PÉLOSOLS**.

No Sistema Brasileiro de Classificação de Solos, no primeiro nível categórico (ordens) são encontrados solos hidromórficos nas seguintes classes: GLEISSOLOS, ORGANOSSOLOS, PLANOSSOLOS e NEOSSOLOS (N. Quartzarênicos Hidromórficos), além de ESPODOSSOLOS (E.Hidromórficos), PLINTOSSOLOS (P. Gleissólicos) e VERTISSOLOS (V. Hidromórficos). Comumente, compreendem solos derivados de sedimentos do Holoceno formados sob condições de hidromorfismo, em ambientes de redução, apresentando em comum limitações de drenagem no perfil (EMBRAPA SOLOS, 2013). A seguir são conceituadas as principais classes de solos hidromórficos encontrados no Estado do Rio Grande do Sul.

ORGANOSSOLOS: Conceito - Compreendem solos pouco evoluídos, com preponderância de características devidas ao material orgânico³³, de coloração preta, cinzenta muito escura ou brunada, resultantes de acumulação de restos vegetais, em graus variáveis de decomposição, em condições de drenagem restrita (ambientes mal a muito mal drenados), ou em ambientes úmidos e frios de altitudes

³³ Segundo o SiBCS (EMBRAPA SOLOS, 2013), a definição de “material orgânico” utiliza apenas o limite para o teor de carbono orgânico (maior ou igual a $80g\ Kg^{-1}$), avaliado na fração TFSA, tendo por base o método adotado pela EMBRAPA SOLOS e segundo a contribuição da tese de doutorado de Valladares (2003).

elevadas, saturados com água por apenas poucos dias durante o período chuvoso (EMBRAPA SOLOS, 2013).

Ainda segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos, temos que estes solos são formados de material orgânico em locais cujo clima varia desde tropical e com hidromorfia, na região costeira e em deltas e ambientes lacustres, até frio e úmido e com vegetação alto-montana. Podem apresentar horizonte hístico formado em condições que favorecem a anaerobiose (horizonte H) ou ser de drenagem livre (horizonte O). O material de origem desses solos é composto por resíduos vegetais em vários estádios de decomposição, geralmente em mistura com materiais minerais de granulometria variável (EMBRAPA SOLOS, 2013)..

Em ambientes sujeitos a forte hidromorfismo, pelo fato de o lençol freático permanecer elevado durante grande parte do ano, as condições anaeróbicas restringem os processos de mineralização da matéria orgânica e limitam o desenvolvimento pedogenético, conduzindo à acumulação expressiva de restos vegetais. Em ambientes de clima úmido, frio e de vegetação alto-montana, as condições de baixa temperatura favorecem o acúmulo de material orgânico pela redução da atividade biológica (EMBRAPA SOLOS, 2013).

Nesses ambientes, as condições de distrofismo e elevada acidez podem também restringir a transformação da matéria orgânica sendo que esta classe engloba solos com horizontes de constituição orgânica (H ou O), com grande proporção de resíduos vegetais em grau variado de decomposição, que podem se sobrepor ou estar entremeados por horizontes ou camadas minerais de espessuras variáveis (EMBRAPA SOLOS, 2013).

Usualmente, são solos fortemente ácidos, apresentando alta capacidade de troca de cátions e baixa saturação por bases (distróficos) com esporádicas ocorrências de saturação média ou alta (eutróficos). Podem apresentar horizonte sulfúrico, materiais sulfídricos, caráter sálico e propriedade sódica ou solódica, podendo estar recobertos por deposição pouco espessa (< 40 cm de espessura) de uma camada de material mineral (EMBRAPA SOLOS, 2013).

No caso que interessa para a produção agrícola no RS, muito embora os banhados no Sul sejam considerados APP atualmente, outrora muitos foram drenados para fins agrícolas (ou outros) e segundo o SiBCS, embora a

mineralização da matéria orgânica e a transformação dos resíduos vegetais sejam lentas em condições naturais, a drenagem desses solos conduz ao processo de subsidência e acelera a decomposição da matéria orgânica, promovendo a sua degradação. A composição do material vegetal, a espessura dos materiais orgânicos depositados, as condições de clima e hidromorfismo e a intensidade de manejo para fins agrícolas – drenagem, calagem e adubação – determinam a intensidade de degradação dos Organossolos (EMBRAPA SOLOS, 2013).

Finalmente, ainda segundo o SiBCS, temos que esses solos ocorrem normalmente em áreas baixas de várzeas, depressões e locais de surgentes, sob vegetação hidrófila (ou higrófila), quer do tipo campestre, quer do florestal. Ocorrem também em áreas que estão saturadas com água por poucos dias (menos de 30 dias consecutivos) no período das chuvas situadas em regiões de altitude elevadas, de clima úmido, frio e de vegetação alto-montana, neste caso, estando normalmente assentes diretamente sobre rochas não fraturadas, horizonte C ou ainda horizonte B pouco desenvolvido (EMBRAPA SOLOS, 2013).

Quanto ao grau de decomposição do material orgânico, o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos considera os seguintes atributos utilizados nos organossolos:

- **material orgânico-fibrico** - material orgânico, constituído de fibras³⁴, facilmente identificável como de origem vegetal. Tem 40% ou mais de fibras esfregadas³⁵, por volume, e índice do pirofosfato igual a cinco ou maior. Se o conteúdo de fibras for igual ou superior a 75% por volume, o critério do pirofosfato não se aplica. O material fibrico é usualmente classificado na escala de decomposição de Von Post nas classes 1 a 4 segundo o Anexo B do SiBCS. Apresenta cores, pelo pirofosfato de sódio, com valores e cromas segundo MUNSELL soil color charts (1994) 7/1, 7/2, 8/1, 8/2 ou 8/3 (EMBRAPA SOLOS –, 2013).
- **material orgânico-hêmico** - material orgânico em estágio de decomposição intermediário entre fibrico e sáprico. O material é parcialmente alterado por ação

³⁴ Segundo o SiBCS, “**fibra**” é definida como material orgânico que mostra evidências de restos de plantas, excluídas as partes vivas, retido em peneira de abertura 100 *mesh* (0,149mm de diâmetro). Excetuam-se os fragmentos lenhosos que não podem ser amassados com os dedos e são maiores que 2cm na menor dimensão (EMBRAPA SOLOS – SiBCS, 2013).

³⁵ Segundo o SiBCS, “**fibra esfregada**” refere-se à fibra que permanece na peneira de 100 *mesh* após esfregar cerca de dez vezes uma amostra de material orgânico entre o polegar e o indicador (EMBRAPA SOLOS – SiBCS, 2013).

física e bioquímica. Não satisfaz aos requisitos para material fibrico ou sáprico. O teor de fibra esfregada varia de 17 a 40% por volume. O material hêmico é usualmente classificado na escala de decomposição de Von Post na classe cinco ou seis segundo o Anexo B do SIBCS (EMBRAPA SOLOS – SIBCS, 2013).

- **material orgânico-sáprico** - material orgânico em estágio avançado de decomposição. Normalmente, tem o menor teor de fibras, a mais alta densidade e a mais baixa capacidade de retenção de água no estado de saturação, dentre os três tipos de materiais orgânicos. É muito estável, física e quimicamente, alterando-se muito pouco no decorrer do tempo, a menos que o solo alagado seja drenado. O teor de fibra esfregada é menor que 17%, por volume, e o índice do pirofosfato é igual a 3 ou menor. O material sáprico é usualmente classificado na escala de decomposição de Von Post, na classe sete ou mais alta (Anexo B do SibCS). Apresenta cores, pelo pirofosfato de sódio, avaliadas na página do matiz 10YR com valores menores que sete, exceto as combinações de valor e croma de 5/1, 6/1, 6/2, 7/1, 7/2, ou 7/3 segundo Munsell soil color charts (1994) sendo esse critério derivado de Estados Unidos (1998) (EMBRAPA SOLOS – SIBCS, 2013).

ESPODOSSOLOS: Conceito – compreendem solos constituídos por material mineral com horizonte B espódico subjacente a horizonte eluvial E (álbico ou não), a horizonte A, que pode ser de qualquer tipo, ou ainda a horizonte hístico com espessura insuficiente para definir a classe dos Organossolos. Esses solos apresentam, usualmente, sequência de horizontes A, E, B espódico, C, com nítida diferenciação de horizontes (EMBRAPA SOLOS – SIBCS, 2013).

Esses solos são desenvolvidos principalmente de materiais arenoquartzosos sob condições de umidade elevada, em clima tropical e subtropical, em relevo plano, suave ondulado, áreas de surgente, abaciamentos e depressões, podendo, entretanto, ocorrer em relevo mais movimentado, em ambientes de clima frio, úmido e de vegetação alto-montana (DIAS et al.,2003 apud EMBRAPA SOLOS – SIBCS, 2013). Nas regiões costeiras, em geral, estão associados à vegetação genericamente denominada de Restinga (EMBRAPA SOLOS – SIBCS, 2013).

PLANOSSOLOS: Conceito - compreende solos minerais imperfeitamente ou mal drenados, com horizonte superficial ou subsuperficial eluvial, de textura mais leve, que contrasta abruptamente com o horizonte B imediatamente subjacente,

adensado, geralmente de acentuada concentração de argila, permeabilidade lenta ou muito lenta, constituindo, por vezes, um horizonte pã, responsável pela formação de lençol d'água sobreposto (suspenso), de existência periódica e presença variável durante o ano (EMBRAPA SOLOS – SIBCS, 2013)..

Os solos desta classe ocorrem preferencialmente em áreas de relevo plano ou suave ondulado, onde as condições ambientais e do próprio solo favorecem vigência periódica anual de excesso de água, mesmo que de curta duração, especialmente em regiões sujeitas à estiagem prolongada e até mesmo sob condições de clima semiárido. Nas baixadas, várzeas e depressões, sob condições de clima úmido, estes solos são verdadeiramente hidromórficos, com horizonte plânico que apresenta coincidentemente características de horizonte glei, embora, em zonas semiáridas e mesmo em áreas onde o solo está sujeito apenas a um excesso de água por curto período, principalmente sob condições de relevo suave ondulado, não cheguem a ser propriamente solos hidromórficos (EMBRAPA SOLOS, 2013).

NEOSSOLOS: Conceito - compreendem solos constituídos por material mineral, ou por material orgânico pouco espesso, que não apresentam alterações expressivas em relação ao material originário devido à baixa intensidade de atuação dos processos pedogenéticos, seja em razão de características inerentes ao próprio material de origem (como maior resistência ao intemperismo ou composição químico-mineralógica), seja em razão da influência dos demais fatores de formação (clima, relevo ou tempo), que podem impedir ou limitar a evolução dos solos (EMBRAPA SOLOS, 2013).

Quanto aos Neossolos Quartzarênicos Hidromórficos (Classe de terceiro nível categórico), são os sujeitos a um lençol freático elevado durante grande parte do ano, na maioria dos anos, imperfeitamente ou mal drenados e apresentando alguns requisitos como apresentando horizonte hístico, saturação com água permanente dentro de 150cm da superfície do solo, dentre outros, dados pelo SiBCS (EMBRAPA SOLOS, 2013).

GLEISSOLOS: Conceito - compreendem solos minerais, hidromórficos, que apresentam horizonte glei dentro de 50cm a partir da superfície ou a profundidades entre 50 e 150cm desde que imediatamente abaixo de horizontes A ou E (com ou

sem gleização³⁶) ou de horizonte hístico com espessura insuficiente para definir a classe dos Organossolos. Não apresentam textura exclusivamente arenosa em todos os horizontes dentro dos primeiros 150 cm da superfície do solo ou até um contato lítico, tampouco horizonte vértico, ou horizonte B plânico acima ou coincidente com horizonte glei ou qualquer outro tipo de horizonte B diagnóstico acima do horizonte glei. Horizonte plíntico, se presente, deve estar à profundidade superior a 200 cm da superfície do solo (SiBCS EMBRAPA SOLOS, 2013).

4.10- Conclusões

Com relação à fragilidade do ecossistema de zonas úmidas exposto anteriormente, poderíamos adotar como medida protetiva alguns modelos de gestão que já estão em andamento em outros lugares do mundo. Na França, por exemplo, orientando a prioritária preservação das zonas úmidas quer sejam ordinárias ou remarcáveis, podem-se verificar as orientações seguintes em matéria de ações prioritárias sobre esses meios: melhorar o conhecimento sobre as zonas úmidas; parar a degradação e a perda das zonas úmidas; desenvolver ações de restauração dessas zonas e fazer a sua gestão de maneira correta (SDAGE Rhin et Meuse 2009-2015). As ações para efetivação disso, na França e nos EUA, através de guias metodológicos (ou em andamento) seriam: inventariar as zonas úmidas existentes (mais precisamente as identificar, as delimitar e as caracterizar); identificar as zonas úmidas desaparecidas; hierarquizar estas zonas, mais precisamente para determinar quais seriam as zonas úmidas prioritárias.

Pode-se observar que no Brasil, nas discussões anteriores, há vontade do legislador em proteger estas áreas. Porém, mesmo que os critérios de fauna e flora sejam expressos de maneira bastante razoável em diversos trabalhos esparsos publicados, mas não para fins de delineamento, os critérios pedológicos praticamente inexistem. É preciso então articular, segundo um critério científico que dê subsídios para o sistema de legislação, a compreensão do que seja o nosso *banhado* baseado nos diferentes estudos efetuados até aqui sobre fauna e flora considerando o sistema solo. Em outras palavras, é preciso saber, para diversos

³⁶ O processo de gleização implica na manifestação de cores acinzentadas, azuladas ou esverdeadas, devido à redução e solubilização do ferro, permitindo a expressão das cores neutras dos minerais de argila, ou ainda precipitação de compostos ferrosos (SiBCS EMBRAPA, 2013).

fins, como caracterizar para fins de delineamento, de um ponto de vista hidrológico, faunístico, florístico e pedológico um banhado e/ou uma área úmida.

Ou seja, deve-se estudar os critérios científicos que apoiem o sistema jurídico de proteção (através de uma definição científica de referência) ou mesmo de concessão de uso sustentável. Ou ainda, é preciso saber-se distinguir ou delimitar uma zona úmida para poder orientar os tomadores de decisão em processos de licenciamento ambiental.

De tudo isso, na verdade, talvez se possa concluir que para uma caracterização adequada das zonas úmidas de maneira geral, deve-se, a partir do conceito genérico sobre zonas úmidas. Esse deve ser elaborado por diversas instituições reconhecidas internacionalmente (como o é a própria Convenção Ramsar que ocorre periodicamente), ou as definições mais próximas elaboradas por teóricos da América do Sul, de maneira mais específica para as zonas úmidas do Bioma Pampa, em especial os que estudam as zonas úmidas no Uruguai, com feições semelhantes ou mesmo idênticas às nossas, devido à continuidade do Bioma Pampa naquele território. Porém, para uma caracterização de uma determinada tipologia de zona úmida (pensando no caso dos banhados do Sul do RS, por exemplo), precisa-se em qualquer circunstância analisar aspectos intrínsecos ao próprio sistema e que de algum modo ou metodologia possam ser comprovados cientificamente. Para este trabalho, analisaram-se teoricamente no mínimo três aspectos (ou três critérios) para elaborar uma caracterização dos banhados no Sul: julgando-os muito relevantes para a sua própria condição específica de banhado e que são o substrato (solo), a vegetação ocorrente e o regime hidrológico do sistema. Porém, em termos experimentais, o trabalho deteve-se mais especificamente, na questão dos solos dos banhados do Bioma Pampa, mais especificamente no caso do Banhado do Taim, não talvez para elaborar conceitos e conclusões definitivas senão, também, para levantar questionamentos que porventura estão colocados nesta problemática. Se porventura, como já se discutiu anteriormente, ao se constatar que a biota e que a água tenham sido suprimidas de algum sistema em particular (por algum efeito catastrófico ou de antropização), poderemos avaliar através do substrato solo, se tal ou tal região se constitui numa zona úmida, devendo para isso, também considerar a possível subsidência da matéria orgânica constituinte quando se tratar dos Organossolos (em

casos de drenagem para fins agrícolas ou outros) e mesmo considerar que estes solos podem ocorrer em outros ambientes que não apenas os dos banhados. Para isso, deve-se compreender que devem haver parâmetros mais abrangentes obtidos por dados que extrapolariam este trabalho, não pretendeu-se, portanto, um fechamento por completo desta questão. O próprio SiBCS recomenda que é importante para esta classe de solos que haja o desenvolvimento de métodos e a identificação de atributos que permitam avaliar o potencial de subsidência dos solos diante do manejo agrícola ou para fins de Engenharia e Geotecnia, em especial devido à prática de drenagem (SiBCS EMBRAPA, 2013). Isso seria possível, por exemplo, na avaliação e caracterização de áreas úmidas degradadas de mesmo tipo para obter-se parâmetros comparáveis.

Por outro lado, a identificação e delimitação de zonas úmidas, e no caso específico aqui dos banhados, está no cerne da mesma problemática que cerca a discussão que se deu em torno do Novo Código Florestal³⁷ e a ampliação das terras cultiváveis sobre as áreas de preservação permanente (APP's) uma vez que os banhados são áreas de mesmo estatuto e o avanço da agricultura sobre eles precisa ser reavaliado. Em outros países há o desenvolvimento de questões muito semelhantes. Há uma grande polêmica no entorno do assunto, porém grande parte da controvérsia sobre o reconhecimento, caracterização e delimitação de um banhado pode ser reduzida a uma única pergunta: quais características podem ser utilizadas para identificar os ecossistemas de banhados e distingui-los de outros ecossistemas? Cada um dos três critérios ressaltados por Lewis como hidrologia, substrato/solo e biota, deve ser interpretado em termos de indicadores que podem ser documentados em condições de campo (LEWIS et al., 1995). Porém, pode-se destacar que mais especificamente, a capacidade de identificar solos submersos ou inundados está no cerne de delimitação de zonas úmidas e que o conceito de solos hídricos foi se desenvolvendo ao longo do tempo e continua a se desenvolver na medida em que se aprende mais sobre os processos que levam à formação de solos inundados (RICHARDSON & VEPRASKAS, 2001), sendo assim, pode-se considerar que todo o levantamento destas questões poderá servir de alguma forma para a ampliação, ao menos em parte, do conhecimento dos banhados situados no sul do RS (Bioma Pampa).

³⁷ O Novo Código Florestal Brasileiro (Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012 e alterações posteriores)

5 – CAPÍTULO 2: ESTUDO DE CASO NO BANHADO DO TAIM

5.1 – Introdução

As zonas úmidas costeiras são uma categoria que engloba vários ecossistemas, como lagoas de água doce e salobra com ou sem influência marinha; savanas, campos e florestas de inundação temporária ou permanentemente e os banhados (BURGER et al., 1999). A região costeira do RS onde se situa a Estação Ecológica do TAIM possui feições geológicas, pedológicas, geomorfológicas, ecológicas e recursos hídricos bastante peculiares, sendo um macrossistema complexo com uma significativa e singular biodiversidade e que possui na sua conformação uma diversidade de subsistemas como lagoas, dunas, campos alagáveis, banhados, matas paludosas, etc., ou seja, todo o sistema é composto por zonas úmidas permanentes e sazonais, e também regiões de sequeiro. Criada em 1986, a Estação Ecológica do Taim é uma Unidade de Conservação Federal sendo uma área reconhecida mundialmente como uma das mais importantes para a conservação de ambientes úmidos (ILHA, 2015), embora nos pareça contraditório que tenhamos no RS apenas a unidade de conservação do Parque Nacional da Lagoa do Peixe inscrita na Convenção Ramsar. Em meio a esses complexos ecossistemas situam-se os banhados marginais que alimentam o sistema hidrológico da Lagoa Mirim (cujas águas são internacionalmente compartilhadas com o Uruguai), declarados inicialmente como área de preservação pelo governo federal em 1978, sendo a ESEC-Taim situada na porção mais ao norte da Lagoa Mangueira.

Nesta parte do trabalho discutiu-se um estudo de caso desenvolvido na ESEC-TAIM entre os anos de 2013 a 2015 onde, em uma das abordagens, foi feita uma caracterização de um perfil completo e coleta de amostras de solo em diversos pontos, de 0 a 10cm e de 10 a 20cm, através do percorrimto de uma transecção linear para investigar o comportamento do solo desde uma cota levemente mais elevada em relação a uma mais baixa até as margens alagadas de um dos corpos lagunares: Lagoa Nicola (Figura 32). Nestas, foram realizadas análises químicas e físicas em laboratório, com objetivo de obter os dados necessários à caracterização da área, classe de solo, condições de formação geológica e pedológica e finalmente obter subsídios para discutir-se a questão do delineamento de banhados a partir do conhecimento dos solos e teoricamente as suas possíveis correlações com clima,

regime hidrológico e vegetação local. Em uma segunda etapa, foram amostrados três pontos de coleta de organossolos na área inundada, adjacente à parte colmatada da Lagoa Mangueira onde há vegetação típica de banhados. De forma mais detalhada, a metodologia e resultados foram descritos e discutidos a seguir.

5.2 – Revisão da literatura

5.2.1 - Formações Quaternárias da Planície Costeira do Rio Grande do Sul/ influência de transgressões e regressões marinhas

O Rio Grande do Sul tem sua localização geográfica abaixo do Trópico de Capricórnio e suas características são de clima subtropical úmido, com uma área de 282,184 km², quatro províncias geomorfológicas e 11 regiões fisiográficas e com um relatório anual de precipitação variando entre 1200-1800mm relativamente bem distribuídos ao longo do ano, sem um período seco (Cf - classificação climática de Koeppen), a temperatura média do RS varia entre 15 e 18°C sendo a temperatura mínima inferior a 10°C no inverno e a temperatura máxima é superior a 32°C no verão (RADAMBRASIL, 1986). Essa especial localização e esse clima influenciam na formação e conformação dos nossos banhados no sul. Assim, as zonas úmidas no Rio Grande do Sul, o Estado mais meridional do Brasil, são bastante heterogêneas, tanto quanto o tamanho e características, como à localização, mas as regiões da Planície Costeira e Depressão Central reúnem a maior parte das zonas úmidas naturais do Estado (MALTCHIK et al., 2003^a; MAUHS et. al., 2006) sendo que o Rio Grande do Sul tem 620 km de extensão no seu litoral. A área de estudo em questão situa-se no contexto geológico e geomorfológico da Província Costeira do Rio Grande do Sul, uma bacia marginal da Plataforma Sul Americana, desenvolvida em resposta aos processos que levaram à ruptura do Supercontinente Gondwana e subsequente abertura do Oceano Atlântico Sul³⁸. Essa província pode ser dividida em Terras Altas e Terras Baixas. As Terras Baixas são representadas pelas porções emersas e submersas da Bacia de Pelotas³⁹ (VILLWOCK, 1972). A porção emersa se

³⁸ Fonte: <https://www.inf.pucrs.br/~linatural/corporas/geologia/txt/Txts62.txt>, acesso em março de 2015.

³⁹ A evolução geodinâmica da Bacia de Pelotas, iniciada no Neo-Jurássico / Paleo-Cretáceo, tem seu máximo evolutivo no Mioceno, quando uma extensiva denudação na área continental propiciou um máximo de sedimentação. Os registros diretamente relacionados à Província Costeira do Rio Grande do Sul correspondem à seqüência superior desta Bacia, cujas idades estimadas são do Plioceno ao

expressa superficialmente por uma extensa planície costeira,⁴⁰ a Planície Costeira do Rio Grande do Sul, formada como resultado do retrabalhamento dos sedimentos da porção superior da Bacia de Pelotas expostos pelas oscilações glácio-eustáticas ao longo do Neógeno. Ela é principalmente formada pela justaposição lateral de depósitos sedimentares de sistemas deposicionais do tipo barreira-laguna, no contexto de uma costa dominada por ondas (LOPES et al., 2008). A atual linha de costa do Rio Grande do Sul, praticamente retilínea, possui uma orientação NE-SW e estende-se por uma distância de cerca de 620 km, desde Torres, ao norte, até a desembocadura do Arroio Chuí, ao sul (BARBOZA et.al., 2009).



Figura 20 - Mapa Geomorfológico do Rio Grande do Sul: a Planície Costeira corresponde à porção emersa da Bacia de Pelotas, o Embasamento Cristalino ocupa o centro do estado e o Planalto Basáltico e a Depressão Periférica correspondem à Bacia do Paraná. Fonte: <<http://www.ufrgs.br/paleotocas/GeomorfologiaRS.jpg>>, acesso em março de 2015.

Recente. Fonte: <<https://www.inf.pucrs.br/~linatural/corporas/geologia/txt/Txts62.txt>>, acesso em março de 2015.

⁴⁰ As planícies costeiras são superfícies geomorfológicas deposicionais de baixo gradiente, formadas por sedimentação predominantemente subaquosa, que margeiam corpos de água de grandes dimensões, como o mar ou oceano, representadas comumente por faixas de terrenos recentemente (em termos geológicos) emersos e compostos por sedimentos marinhos, continentais, fluviomarinhos, lagunares, paludiais, etc., em geral de idade quaternária. Fonte: SUGUIO, K., 2003. Disponível em: <http://papegeo.igc.usp.br/scielo.php?pid=S1677-75492003000100001&script=sci_arttext>, acesso em março de 2015.

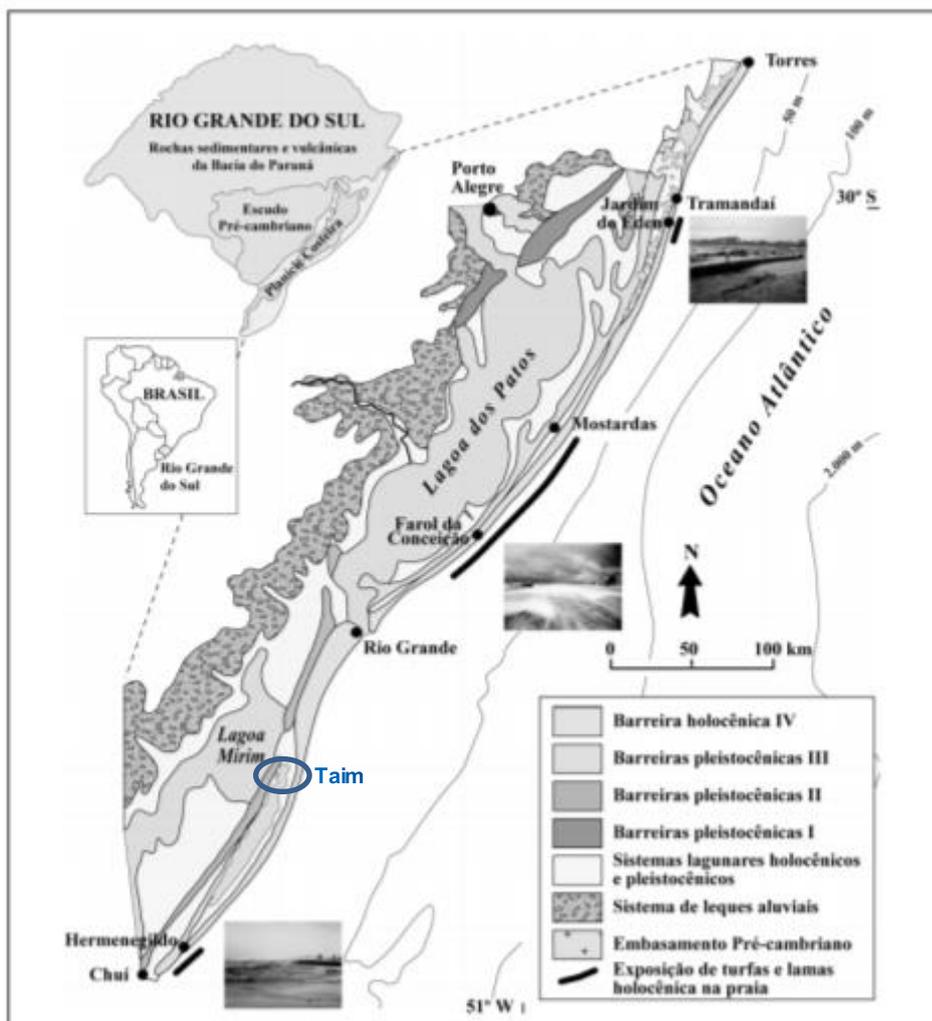


Figura 21 - Mapa Geológico simplificado da Planície Costeira do Rio Grande do Sul (modificado de Tomazelli & Villwock, 1996 apud BARBOZA et al., 2009).

A combinação dos ciclos de transgressão/regressão do nível do mar e as características físicas da costa gaúcha resultaram na estruturação da Planície Costeira em um sistema de leques aluviais e quatro sistemas deposicionais do tipo **laguna-barreira**. Os depósitos sedimentares dos sistemas barreira-laguna I, II e III são de idades Pleistocênicas, enquanto que os depósitos do sistema IV formaram-se no Holoceno, isto é, nos últimos 10.000 anos. (TRAVESSAS, F. de A. et al., 2005; LOPES et al., 2008;).

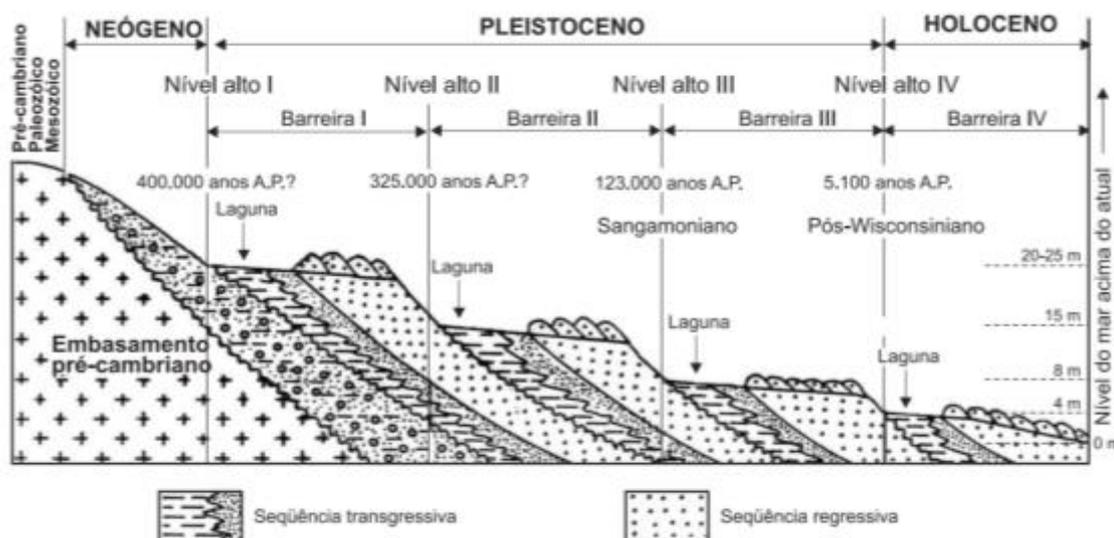


Figura 22 - Quatro sistemas de ilhas barreira – lagunas registradas na planície costeira do Rio Grande do Sul, testemunhando fases de ascensão ao nível relativo do mar acima do atual no Quaternário (Villwock et al., 1986; SUGUIO, K., 2003). Fonte: <http://ppegeo.igc.usp.br/pdf/guspsd/v2/did2.pdf>, acesso em março de 2015.

Os sistemas deposicionais são controlados pela dinâmica global e pela dinâmica costeira. Segundo VILLWOCK & TOMAZELLI (1995) os fatores controladores da dinâmica global são a Tectônica de Placas, o clima e os Ciclos de Milankovich, responsáveis pelas variações do nível do mar. Os fatores da dinâmica costeira manifestam-se através da ação das ondas, marés, correntes, ventos e pela deriva litorânea de sedimentos (ROSA, IGEO/UFRGS, 2009).

5.2.2 – O Banhado do Taim na atual conformação da Planície Costeira do Rio Grande do Sul

Vários fatores em conjunto contribuíram para a formação do que hoje chamamos “Banhado do Taim”. A configuração do mesmo indica tratar-se de uma feição desenvolvida a partir da evolução da Lagoa da Mangueira, correspondendo atualmente à área emersa desse corpo lagunar (GREHS, 2008). Nesta região, as barreiras pleistocênicas encontram-se segmentadas. Essa segmentação foi atribuída por VILLWOCK & TOMAZELLI (1995) e por TOMAZELLI et.al. (2008) à presença de um paleovale inciso, conforme mostrado na Figura 23 abaixo:

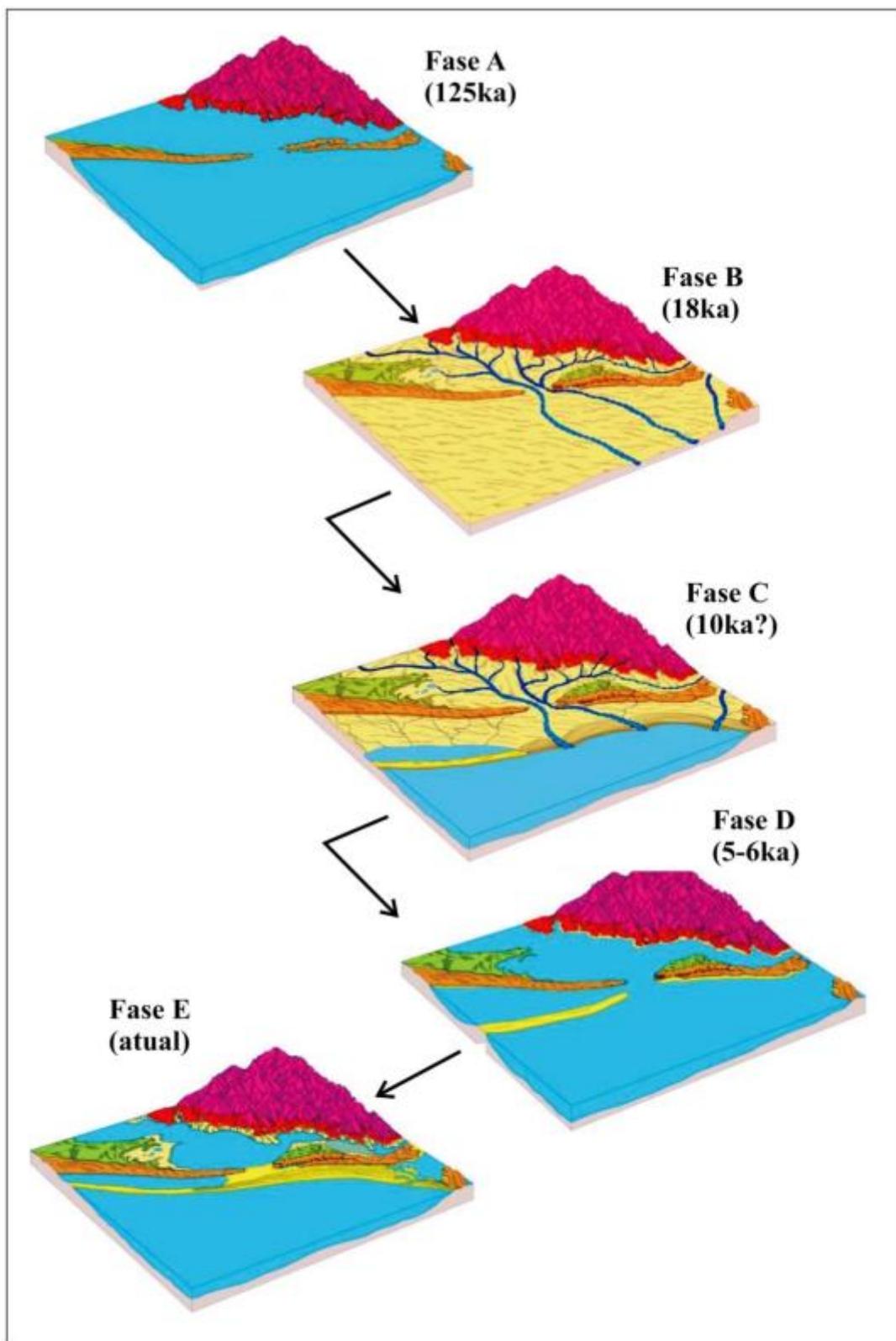


Figura 23 – Modelo evolutivo proposto por Tomazelli et.al. (2008) no qual se verifica a ocorrência de uma segmentação nas barreiras pleistocênicas junto à área do Banhado do Taim. Nessa região paleocanais estariam presentes o último evento regressivo (Fase B) (Adaptado de ROSA, IGEO/UFRGS, 2009).

O último ciclo regressivo-transgressivo teve início durante a regressão pleistocênica, que atingiu seu máximo em torno de 17,5 a 18 Ka (CORRÊA, 1995; apud ROSA, IGEO/UFRGS, 2009). Nesse evento, canais fluviais estariam presentes na região do Banhado do Taim, que se comportaria como um vale inciso (TOMAZELLI et.al., 2008 apud ROSA, IGEO/UFRGS, 2009). Entre 7,7 e 6,9 Ka o nível do mar ultrapassou o nível atual (MARTIN et. al., 2003; ÂNGULO et.al., 2006 apud ROSA, IGEO/UFRGS, 2009) atingindo seu máximo entre 7 e 5 Ka (ÂNGULO et.al., 2006 apud ROSA, IGEO/UFRGS, 2009). Com esta elevação, os canais teriam sido preenchidos e a região se comportaria como um estuário (BARBOZA et.al., 2007; TOMAZELLI et.al., 2008 apud ROSA, IGEO/UFRGS, 2009). Posteriormente, a conexão entre a Lagoa Mirim e Mangueira com o Oceano Atlântico foi fechada pela progradação de cordões litorâneos regressivos (Figura 23, fase E).

Através de imagens de satélite, AYUP-ZOUAIN et.al.(2003) identificaram três terraços junto às bordas da segmentação do Banhado do Taim. Esses terraços foram associados a condições distintas de estabilização do nível de base. Através de modelagem tridimensional do terreno, essa mesma feição foi verificada por ROSA et.al., (2006), conforme mostrado na Figura 24.

Por outro lado, GREHS (2008), através de investigações fotogeológicas, argumenta que as mesmas possibilitaram revelar evidências de paleocanais de drenagem inseridos nos domínios do Banhado do Taim e padrões de drenagem atual retilíneos segundo direções nordeste e noroeste, que coincidem com as orientações da maior dimensão da Lagoa do Nicola e Lagoa das Flores. Tais características, visualizadas no contexto mais amplo da região costeira do Rio Grande do Sul, sugerem prováveis efeitos de neotectônica, que devem ter influenciado na gênese do Banhado do Taim.

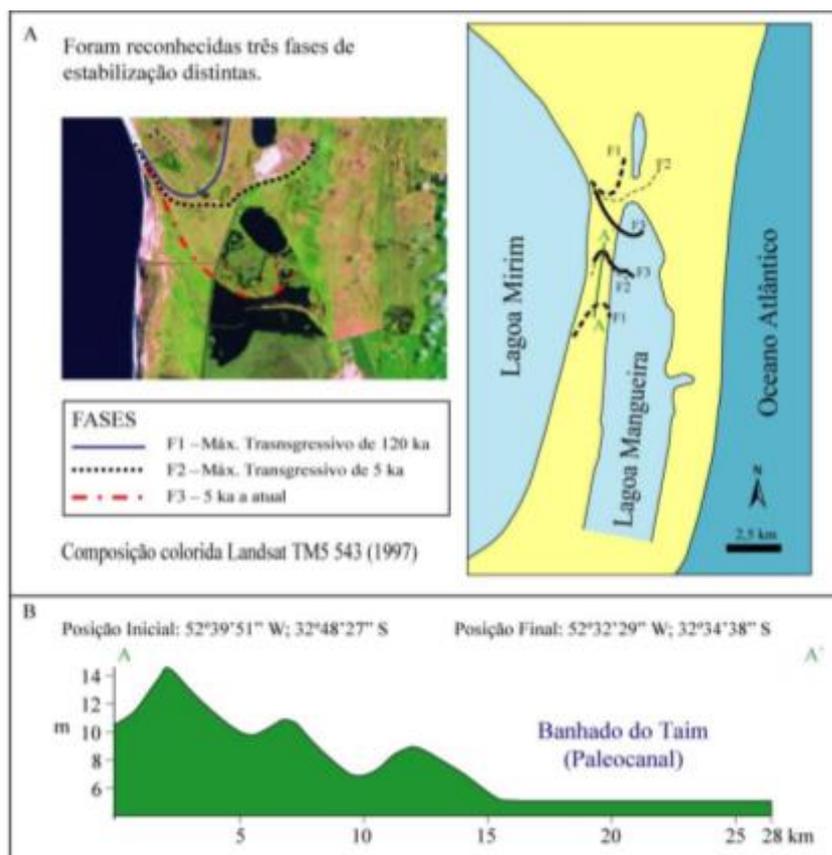


Figura 24 – Fases de estabilização definidas através de interpretação de imagens de satélite na área da segmentação do Banhado do Taim (AYUP-ZOUAIN et.al., 2003 adaptado por ROSA, IGEO/UFRGS, 2009). B) Perfil transversal com os terraços gerados nestas fases, e que hoje são marcados por escarpas e linhas de árvores, observadas no modelo digital de elevação do terreno SRTM/NASA (ROSA et.al., 2006 adaptado por ROSA, IGEO/UFRGS, 2009). Fonte: <<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/15952/000694867.pdf>>, acesso em março de 2015.

5.2.3 – Os banhados no Sul do Brasil

Chama-se **banhado**, como indica o nome, aos terrenos banhados por uma pequena quantidade d'água que, às vezes, se esco. Neles crescem, ordinariamente, grandes ervas; são menos lamacentos que os pântanos propriamente ditos, e podem ser considerados como espécie de transição entre os pântanos e os lagos. (...) É fácil calcular, de resto, que o comprimento e a profundidade dos banhados devem variar segundo a estação e, mesmo, conforme a quantidade d'água pluvial de cada estação. **Auguste de Saint-Hilaire** (Viagem ao Rio Grande do Sul – 23 de setembro de 1820)

Os banhados aos quais este texto reporta-se estão situados principalmente no Bioma Pampa⁴¹, com suas peculiaridades de clima, vegetação, formação geológica e pedológica e situados na zona de formação costeira. Segundo a

⁴¹ Existem os banhados situados nos Campos de Cima da Serra, numa região onde também ocorrem as matas com araucárias, etc, não tratados aqui neste texto e os banhados interioranos, nas várzeas de grandes rios do RS bem como banhados existentes em outras feições aqui não tratadas.

Fundação Zoobotânica, a terminologia *banhado*, oriunda de influência platina de língua espanhola, discriminada na lei estadual, tem provocado algumas discussões técnicas que necessitam ser esclarecidas⁴². Com relação à nomenclatura e conceituação, sabe-se que a palavra *banhado* é utilizada principalmente no Rio Grande do Sul, onde estes ecossistemas são formações comuns na paisagem pampeana (INSTITUTO SOCIOAMBIENTAL, 2004). Ela tem sua nomenclatura cunhada regionalizadamente vinda do termo *bañados*, das culturas adjacentes dos países do Prata. Os banhados devem ser considerados como uma classe, um tipo ou uma tipologia dentro da classificação geral de zonas úmidas, e ocupam (ou ocupavam) grandes extensões da Região Fisiográfica da Planície Costeira (ou Litorânea) do Rio Grande do Sul (BURGER, 1999) onde também se encontram os maiores corpos d'água do país, como as Lagunas dos Patos e Mirim, bem como um grande número de lagoas menores (MAUHS et. al., 2006) ocupando também as regiões mais internas do Estado (BURGER, 1999). Segundo Burger M. I. (Fundação Zoobotânica - 1999) os banhados são áreas alagadas de forma permanente ou temporária, conhecidos na maior parte do país como brejos. São também denominados de pântanos, pantanal, charcos, varjões e alagados, entre outros. Ainda segundo a autora, é necessário esclarecer que, na literatura consultada, o termo *banhado* corresponde a apenas um dos tipos de ambientes incluídos na categoria de zonas úmidas. O limnólogo argentino Raúl A. Ringuelet refere-se ao termo *bañados* como correspondente à palavra *marshes* do idioma inglês (RINGUELET, 1962 apud BURGUER, 1999). *Marshes* são definidas como zonas úmidas freqüente ou continuamente inundadas, caracterizadas por vegetação emergente adaptada às condições de solo saturado. Segundo a US - FISH AND WILDLIFE SERVICE (1979), esta comunidade ecológica tem uma gama de formas de águas doces e marinhas existindo muitos tipos diferentes de *marshes*: as que se situam do litoral para o interior, de água doce à água salgada, subdividindo-se em duas categorias principais: *marshes* que não são influenciadas pelas marés (*non tidal marshes*) e *marshes* de marés (*tidal marshes*) ou mais propriamente influenciadas pelas marés. Segundo o South Coast Conservation Program, as *marshes*, no sistema de classificação americano, canadense (e os demais países que o utilizam) são, provavelmente, das comunidades de zonas úmidas mais comumente reconhecidas e segundo a EPA/USA

⁴² Fonte: <http://www.fzb.rs.gov.br/conteudo/4897/?Dia_internacional_das_Zonas_%C3%9Amidas>, acesso em setembro de 2014.

(2007) são as zonas úmidas mais prevalentes e amplamente distribuídas na América do Norte. O termo equivalente para as zonas úmidas da zona costeira em inglês é *coastal wetlands*. Nesta tipologia, quanto às *tidal marshes*, subdividem-se ainda em: *tidal freshwater marshes* e *tidal saltwater marshes*. Para estes últimos, o termo equivalente em português do sul para estes banhados de água salobra seria *marismas*⁴³, sendo estas influenciadas pelas flutuações nos lençóis freáticos locais e as marés da zona costeira. As *tidal freshwater marshes* seriam, por sua vez, localizadas à montante das primeiras,



Figura 25 – Diferentes tipos quanto à sua localização na paisagem de *marshes* (ou banhados) situadas na zona costeira dos EUA. Disponível em: <http://www2.epa.gov/sites/production/files/2015-04/watershed_illustration-large.jpg>, acesso em dezembro de 2015.

As *non-tidal freshwater marshes* estariam localizadas acima de um ponto específico, à montante da zona de marés ou de sua influência.

⁴³As marismas constituem o ecossistema homólogo ao dos manguezais para a zona temperada. Porém, ocorrendo nestes locais uma vegetação herbácea específica. Fonte: <http://www.anp.gov.br/meio/guias/5round/refere/manguezal_marisma_apicum.pdf>, acesso em novembro de 2015.



Figura 26 – Na imagem acima, pode-se visualizar, segundo DAHL T.E. and STEDMAN S.M. (2013), uma *tidal saltmarsh* (banhados de água salgada ou salobra, denominadas marismas no RS) situada na costa dos EUA (Washington). Disponível em: <<http://www.fws.gov/wetlands/Documents/Status-and-Trends-of-Wetlands-In-the-Coastal-Watersheds-of-the-Conterminous-US-2004-to-2009.pdf>>, acesso em dezembro de 2015.

Segundo um estudo sobre manguezais, marismas e apicuns, as marismas são comunidades dominadas principalmente por vegetação herbácea perene ou “anual”, podendo estar ainda associada a alguns arbustos, contrastando com o manguezal que é dominado por espécies vegetais arbóreas (COSTA & DAVY, 1992 apud SCHAEFFER-NOVELLI, 1999). Quanto aos banhados de água doce, classificam-se dentro da nomenclatura americana em *non-tidal freshwater marshes*. Na natureza, os solos desses ambientes podem ser minerais ou turfosos bem-humificados. As respectivas comunidades vegetais são tipicamente espécies emergentes tolerantes à inundação rasa prolongada. A fauna e a flora de áreas litorâneas deste tipo, representam significativa fonte de alimentos para as populações humanas desde tempos antigos. A várzea e os banhados do entorno da Lagoa Mirim e seus afluentes era o refúgio natural do povo Minuano/Guenoa onde no seu nomadismo organizado, sendo caçadores-pescadores e coletores nos campos do Pampa, na busca por alimentação e outros afazeres, construíam cerritos⁴⁴ nestes locais para ali permanecerem por um período de tempo prolongado

⁴⁴ Segundo PEREIRA (2015), os aterros, também denominados cerritos, cerritos de índios, cômoros, estruturas monticulares, terremotos ou mounds, são sítios arqueológicos formados por pequenas elevações no terreno, resultado do acúmulo de material, de forma circular e cônica, basicamente com terra e sedimentos removidos das imediações, como terra de cupins depositados em sucessivas camadas, com uma camada de húmus bem caracterizada formada pela decomposição de materiais orgânicos utilizados como resultados da caça, da pesca, da coleta e de habitações, em uma construção em camadas por centenas e até “milhares” de anos, com aproximadamente 20 a 50m de

nos meses mais quentes (PEREIRA, 2015). Ainda de acordo com RINGUELET (1962), os banhados são definidos como corpos d'água permanentes ou temporários, sem uma bacia bem definida, de contorno ou perímetro indefinido e sem sedimentos próprios, apresentando vegetação emergente abundante e poucos espaços livres, podendo formar uma paisagem em mosaico, contendo vários outros habitats palustres em seu interior, sendo considerados macrohabitats (RINGUELET, 1962 apud CARVALHO & OZORIO, 2007). A definição de banhados utilizada pela FEPAM (Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Roessler), instituição responsável pelo licenciamento ambiental no Rio Grande do Sul, é de acordo com a definição de JUNK apud FEPAM (1998) para zonas que correspondam aos banhados e zonas úmidas. Estas são "zonas de transição terrestre-aquáticas que são periodicamente inundadas por reflexo lateral de rios e lagos e/ou pela precipitação direta ou pela água subterrânea e que resultam num ambiente físico-químico particular que leva a biota a responder com adaptações morfológicas, anatômicas, fisiológicas, fenológicas e/ou etológicas e a produzir estruturas de comunidades características para estes sistemas". No 2º Colóquio Rio-Grandense de Conservação em Zonas Úmidas, realizado na cidade de Porto Alegre/RS nos dias 25 a 28 de março de 2015, o autor teve a oportunidade de ser o relator para discussão acerca do tema "conceituação de banhados" e depois de muitas deliberações chegamos à seguinte proposição para o conceito: "os banhados são zonas úmidas que permanecem inundadas por tempo suficiente para o estabelecimento de solos hidromórficos e plantas e animais adaptados à sua dinâmica hídrica, predominantemente nativos, cujas águas sejam de regime natural ou artificial, permanentes ou temporárias, estagnadas ou correntes, doces, salobras ou salgadas." O conceito, aprovado no colóquio, deverá ser utilizado para fins de licenciamento ambiental, embora não coincida exatamente com o utilizado na resolução estadual que define os conceitos e procedimentos para o CAR no RS.

diâmetro de uma altura média que varia de 0,5 a 2,0m de altura, geralmente localizados em áreas baixas e alagadiças na Planície Litorânea na Região Sudeste e Sul do Rio Grande do Sul e do nordeste uruguaio e o conjunto deles pertencem a uma mesma ocupação de populações semelhantes, com um modo de vida e território partilhados.



Figura 27 – Dependências do Auditório do Palácio do Ministério Público do RS por ocasião do 2º Colóquio Sul-Rio-Grandense de Conservação em Zonas Úmidas. Realizado em Porto Alegre, de 25 a 28 de março de 2015, onde foi apresentado pelo autor ao grande grupo o conceito posto em discussão para banhados no Rio Grande do Sul.

Em todas estas definições, pode-se notar que o fator solo para caracterização (e conseqüentemente o delineamento) de banhados foi mais bem elaborado de forma científica neste colóquio, pois abriu a oportunidade para a introdução do fator *solo hidromórfico* associado à acumulação de matéria orgânica como uma das feições a ser utilizada para caracterização de banhados. Abaixo, pode-se visualizar uma toposequência proposta por PINTO (2013) demonstrando as relações solo/paisagem em relação a um determinado nível freático e a formação dos solos hidromórficos:



Figura 28 – Na toposequência do Litoral Sul, acima, pode-se notar os solos hidromórficos e sua elevação em relação a uma linha hipotética média do lençol freático no verão. Os solos de drenagem moderada a imperfeita vão evoluindo no seu hidromorfismo à medida que a cota vai baixando sofrendo uma diferenciação pedológica que vai formando então desde os Argissolos (ou Plintossolos) nas cotas mais elevadas passando por Planossolos, Chernossolos, Gleissolos e chegando ao Organossolo. Fonte: PINTO, L.F.S. (2013)

A situação acima é refletida na ESEC-Taim onde temos o entorno dos corpos d'água formados por Gleissolo chegando-se ao Organossolo que é o solo hidromórfico formado em condições de saturação permanente em lâminas d'água rasas, como é o caso dos corpos lagunares locais e mesmo as zonas repletas de vegetação de macrófitas aquáticas que não apresentam mais uma lâmina d'água exposta, conforme os pontos de coleta de Organossolo demonstrados neste trabalho. Cabe-se ressaltar que o processo não é estancado, havendo uma transição de Gleissolos Melânicos com horizonte húmico para Gleissolos Melânicos com horizonte A húmico (organossólicos). Os Organossolos são constituídos por deposições de resíduos vegetais em diferentes estádios de decomposição, fragmentos de carvão finamente divididos, substâncias húmicas, biomassa meso e microbiana e outros compostos orgânicos naturalmente presentes no solo, que podem estar associados ao material mineral em proporções variáveis, EBELING et al. (2013). A qualidade da matéria orgânica que é formada nestes Organossolos varia desde a vegetação (espécies vegetais, teor de celulose e lignina), passando pelos componentes da fração mineral (proporção das frações granulométricas areia, silte, e argila) sendo que sofre influência também do clima (úmido ou seco), da temperatura (alta ou baixa) e umidade (alta ou baixa), EBELING et al. (2013).



Figura 29 – Com alguma variação, na toposequência do Litoral Norte, acima, pode-se notar a semelhança com o Litoral Sul (Fig 28). Os solos hidromórficos e sua elevação em relação a uma linha de lençol freático em direção ao oceano, após a “lagoa” são muito semelhantes. Fonte: PINTO, L.F.S. (2013)

5.2.4 – Os banhados quanto a sua localização

Quanto a sua localização, segundo MALTCHIK et al. (2003a), alguns autores propõem que no Rio Grande do Sul as zonas úmidas palustres constituem grande percentagem de zonas úmidas no Sul do Brasil, em torno de 90%. Tais áreas incluem brejos, pântanos, lagos rasos e marginais e várzeas. Há um mapeamento destas áreas utilizado pela Fundação Zoobotânica e FEPAM para fins de

licenciamento ambiental, porém, precisa haver um refinamento desse material utilizado oficialmente que correlacione análises de imagens de satélite corroboradas com levantamentos de campo e de solos mais precisos, evitando erros de interpretação (CHOMENKO, 2015). Existem muitos banhados interioranos, grandes ou pequenos, situados junto às várzeas de grandes cursos d'água no RS como por exemplos o Rio Santa Maria, o Rio Ibicuí e Jacuí (PINTO, 2013) e vários outros assim como banhados existentes em unidades de conservação. Assim, no Bioma Pampa pode-se considerar várias áreas listadas pelo Ministério do Meio Ambiente como Áreas Prioritárias para Conservação, Uso Sustentável e Repartição dos Benefícios da Biodiversidade Brasileira que possuem zonas úmidas e/ou banhados como o Banhado do Maçarico e cordões litorâneos anexos bem como o Banhado do Taim, tais como o Sistema Arroio Del Rey, Banhado do Mundo Novo, Várzea Sistema Lagoa Pequena do Canal de São Gonçalo, Banhado de Estreito, Estuário da Laguna dos Patos, Sistema Bujuru, Ampliação do Parque Camaquã, Foz do Arroio Juncal e Jaguarão, Campos de Jaguarão, Mata Ciliar do Rio Piratini, Corredor Santa Maria, Butiazais de Tapes, Lagoa do Casamento e Ecossist. Associados bem como banhados entredunares são alguns dos exemplos bem como grandes banhados existentes na costa do Rio Jaguarão, Rio Santa Maria e Rio Ibicuí na Depressão Central. Segundo um texto do Ministério do Meio Ambiente intitulado "Biodiversidade dos campos do Planalto" os Campos de Cima da Serra são entrecortados por banhados, constituindo a típica paisagem serrana. Nas situações altimontana, no Bioma Mata Atlântica, também ocorrem organossolos, característicos de banhados.

A diferenciação dos Organossolos de banhados de várzeas e altimontana se dá pelo fato de que a deposição e acumulação de matéria orgânica ocorrem em condições de excesso de água (horizonte H) no primeiro caso ou de drenagem livre (horizonte O); nesse último caso, em geral, em ambiente de clima úmido e vegetação altimontana (SANTOS et al., 2006 apud EBELING et al., 2013).

5.2.5 – Os *humedales* e os *bañados* no Uruguai

Refere-se por *humedal* no Uruguai, uma zona de terras, geralmente planas, em que sua superfície se inunda permanente ou intermitentemente. Ao cobrir-se

regularmente de água, o solo se satura, ficando desprovido de oxigênio e dá lugar a ecossistemas puramente aquáticos e terrestres ao mesmo tempo. No Uruguai, esses sistemas se conhecem comumente como “bañados”. O Uruguai, país vizinho de intensa similaridade paisagística, cultural e social, é especial, pois a paisagem pampeana, onde mais estão localizados os nossos banhados, ali também encontra continuidade. Nossa terminologia de banhados derivou indubitavelmente deste termo de origem de fala espanhola fronteiriça e poderíamos refletir que “banhar-se” é algo que se faz periodicamente. Da mesma maneira, os banhados seriam porções de terra que receberiam então banhos de água periódicos, ficando inundados por um período de tempo durante uma estação do ano, geralmente a chuvosa.

No 2º colóquio sul-rio-grandense de conservação em zonas úmidas ocorrido na cidade de Porto Alegre do dia 25 a 28 de março de 2015, realizado no Palácio do Ministério Público do RS, e promovido pelo Departamento de Biodiversidade da SEMA e contando com o apoio da Fundação Zoobotânica e do projeto RS Biodiversidade, foram realizadas diversas palestras sobre a questão das zonas úmidas e dos banhados. Dentre elas, na sua palestra a pesquisadora da Fundação Zoobotânica, bióloga Dra. Luiza Chomenko, esclarece que, é interessante verificar que embora o RS tenha adotado do espanhol (de fronteira) a palavra *banhado* (=bañados, no Uruguai ou Argentina) como uma das tipologias de zonas úmidas, ou seja, banhados certamente são Zonas Úmidas, porém, nem todas as zonas úmidas são banhados. Quanto à palavra *várzea*, ocorreu um processo inverso no sentido da palavra adotada pelos uruguaios, por exemplo. Embora, no Brasil, esta palavra tenha um sentido mais amplo e variado, conforme se observou. O Uruguai adota a palavra *barches* ou *varges* como sinônimo de *humedales* (CHOMENKO, 2015). O Sr. Gerardo Evia, atual Diretor do Programa de Conservação da Biodiversidade e Desenvolvimento Sustentável das Zonas Úmidas de Leste, Uruguai (PROBIDES) dissertando sobre *bañados, estuários e barches* num capítulo sobre caracterização e importância das zonas úmidas, esclarece que *Los humedales* contam com uma ampla gama de definições (sendo que uma das mais comumente aceitas, diz ele, é a adotada pela Convenção RAMSAR). Os *Bañados* em termos gerais da expressão “bañados” referem-se a todas as formas de *humedales*, sendo um exemplo claro da expressão cunhada na terminologia geográfica, jurídica, administrativa e jornalística “Los Bañados de Rocha”. No departamento de Rocha, que tem a maior

representação mais original das zonas úmidas no seu território, a expressão ou nomes vernáculos dos diferentes tipos de zonas úmidas adota terminologia particular. Os Bañados de Rocha abarcam todos os tipos de *humedales* (zonas úmidas) presentes na região das Planícies no dito departamento (EVIA G., 2011). Portanto, o termo *bañados* (Uruguai) não corresponde exatamente à palavra “banhado” (RS).

5.2.6 - Águas e Regime Hidrológico da ESEC Taim

Localizada na Planície Costeira do Estado do Rio Grande do Sul, a Estação Ecológica do Taim (ESEC/TAIM) foi criada pelo Decreto nº 92.963 em 21 de Julho de 1986 e possui uma área de 33.995,00 ha (IBAMA, 1989). Há uma variabilidade geológica e pedológica, associada aos atuais processos biológicos atuantes na área estudada, indicando a presença de um complexo sistema lagunar (Lagoa do Jacaré, Lagoa do Nicola e das Flores), palustre e fluvial, que deve influenciar na distribuição da qualidade da água subterrânea e superficial (GREHS, 2008). Segundo o “Zoneamento Ambiental dos Banhados na Estação Ecológica do Taim (ESEC/TAIM), municípios de Rio Grande e Santa Vitória do Palmar/RS⁴⁵”, existem vários ecossistemas distintos de banhados que podem ser considerados: o do Banhado (ECO1 = Ecossistema Límico) e o da Planície Marítima (ECO2 = Ecossistema Planície Marítima). O terreno é de origem marinha recente ser de origem até a profundidade de 4m e que o nível atual dos banhados estaria 2,5m acima do atual nível do mar. (SENA SOBRINHO 1961, 1963), O Estudo Edafológico do Taim (MINISTÉRIO DO INTERIOR, 1969 apud GREHS, 2008), revelou que de acordo com os dados de 1968, as amostras de água superficial do Banhado do Taim são caracterizadas como não salinas ou levemente salinas. Menciona-se, ainda que a partir de 2m de profundidade as águas seriam salinas, devido ao fundo marinho arenoso, sotoposto a uma camada argilosa, que funcionaria como uma barreira impermeável em relação à água doce superficial. Cogita-se inclusive da existência de sulfatos que teriam originado acumulações de sulfetos em banhados (MINISTÉRIO DO INTERIOR, 1969 apud GREHS, 2008).

⁴⁵ KURTZ et al. Zoneamento ambiental dos banhados da Estação Ecológica do Taim, RS Ciência Rural, vol. 33, núm. 1, janeiro-fevereiro, 2003, pp. 77-83, Universidade Federal de Santa Maria - Brasil. Disponível em <http://www.scielo.br/pdf/cr/v33n1/14146.pdf>, acesso em março de 2014.

5.3 – Material e métodos

5.3.1 Localização da área de estudo, aspectos geológicos e pedológicos

As Figuras 30 e 31 apresentam a localização da área de estudo nos mapas geológicos e pedológicos, respectivamente. Nessas, se pode observar as transecções realizadas. A primeira no extremo norte da área da Estação Ecológica do Taim SEC/TAIM), com aproximadamente 1,22km de extensão, indo do limite em direção a Lagoa do Nicola. Nesta foram observados 11 pontos, desses foram amostrados um perfil completo e oito perfis parciais, amostrando-se duas ou três profundidades dependendo das características dos perfis; os dois últimos pontos não foram coletados, pois representavam apenas o leito arenoso da Lagoa Nicola que se apresentava raso na época da coleta (26 de maio de 2014). Na segunda transecção, com 3,65km de comprimento, acompanhando o canal que corta transversalmente a área em direção a Lagoa do Jacaré, não foram coletadas amostras, sendo apenas realizadas observações. A razão se deveu ao fato de na mesma ser observados apenas Gleissolos Háplicos, com teores de matéria orgânica relativamente baixos. Mais ao sul, junto a borda do banhado, partindo dos depósitos arenosos de origem eólica (Q4e) (Figura 30), que correspondem aos Neossolos Quartzarênicos Órticos (RQo) (Figura 31), foram coletados 3 perfis de organossolos (coordenadas UTM 358710m, 6383790m).

5.3.2 – Descrição e coleta de solos

Os solos para análise foram coletados em algumas áreas previamente escolhidas na ESEC-Taim. Todos os pontos de coleta ao longo de uma transecção são demonstrados a seguir sendo que a coleta do Organossolo foi feita em outro ponto devido à dificuldade de acesso às águas da Lagoa do Nicola que no ponto escolhido, ao final do transecto, só poderia ser acessada por embarcação. A coleta de solos foi realizada com trado holandês e a descrição seguiu as normas do Manual de Descrição e Coleta de Solo no Campo (SANTOS et al., 2013).

5.3.3 - Análises químicas

As análises necessárias foram realizadas de acordo com os métodos do Manual da EMBRAPA (2011). No laboratório foi determinado:

- a) Potencial hidrogênio-iônico (pH) em água e pH em KCl;
- b) Cálcio e Magnésio (Ca^{2+} , Mg^{2+}), extraídos com KCl 1N e determinados por titulação com EDTA ou com espectrofotômetro de absorção atômica;
- c) Sódio e Potássio (Na^+ , K^+), extraídos com HCl 0,05N e determinados por fotometria de chama;
- d) Fósforo (P), extraído com HCl 0,05N + H_2SO_4 0,025N e determinado por colorimetria (espectrofotometria UV-visível);
- e) Hidrogênio e Alumínio (H^+ + Al^{3+}), extraídos com $\text{Ca}(\text{OAc})_2$ 1N pH 7,0 e titulados com NaOH 0,0606N e fenolftaleína como indicador;
- f) Alumínio (Al^{3+}), extraído com KCl 1N e titulado com NaOH 0,025 N, e azul-bromotimol como indicador;
- g) Carbono orgânico, determinado por oxidação via úmida com $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 0,4N e titulação com FeSO_4 0,1N;

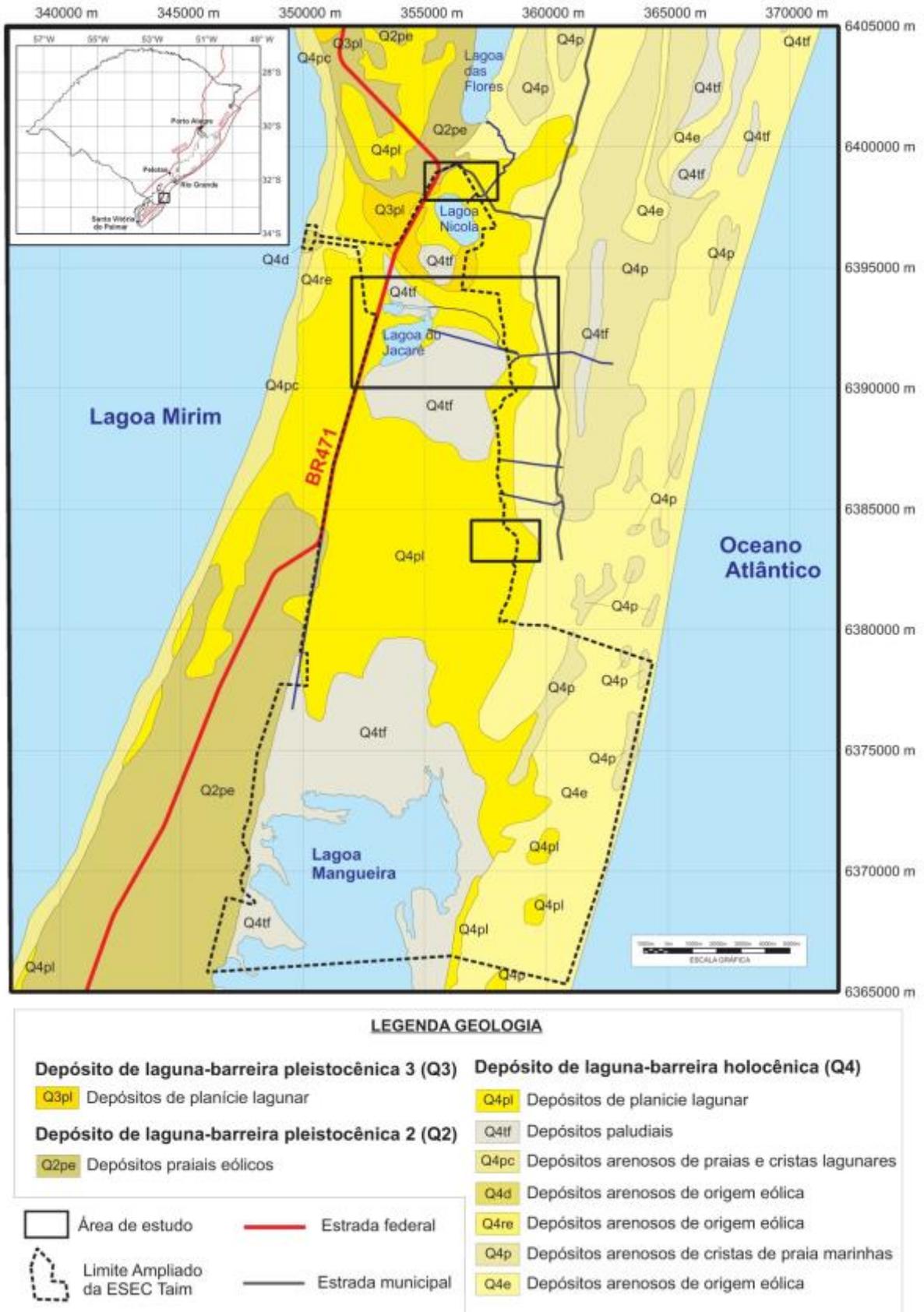


Figura 30 – Geologia da área de estudo e de seu entorno (adaptado de CPRM, 2000) e localização das áreas estudadas.

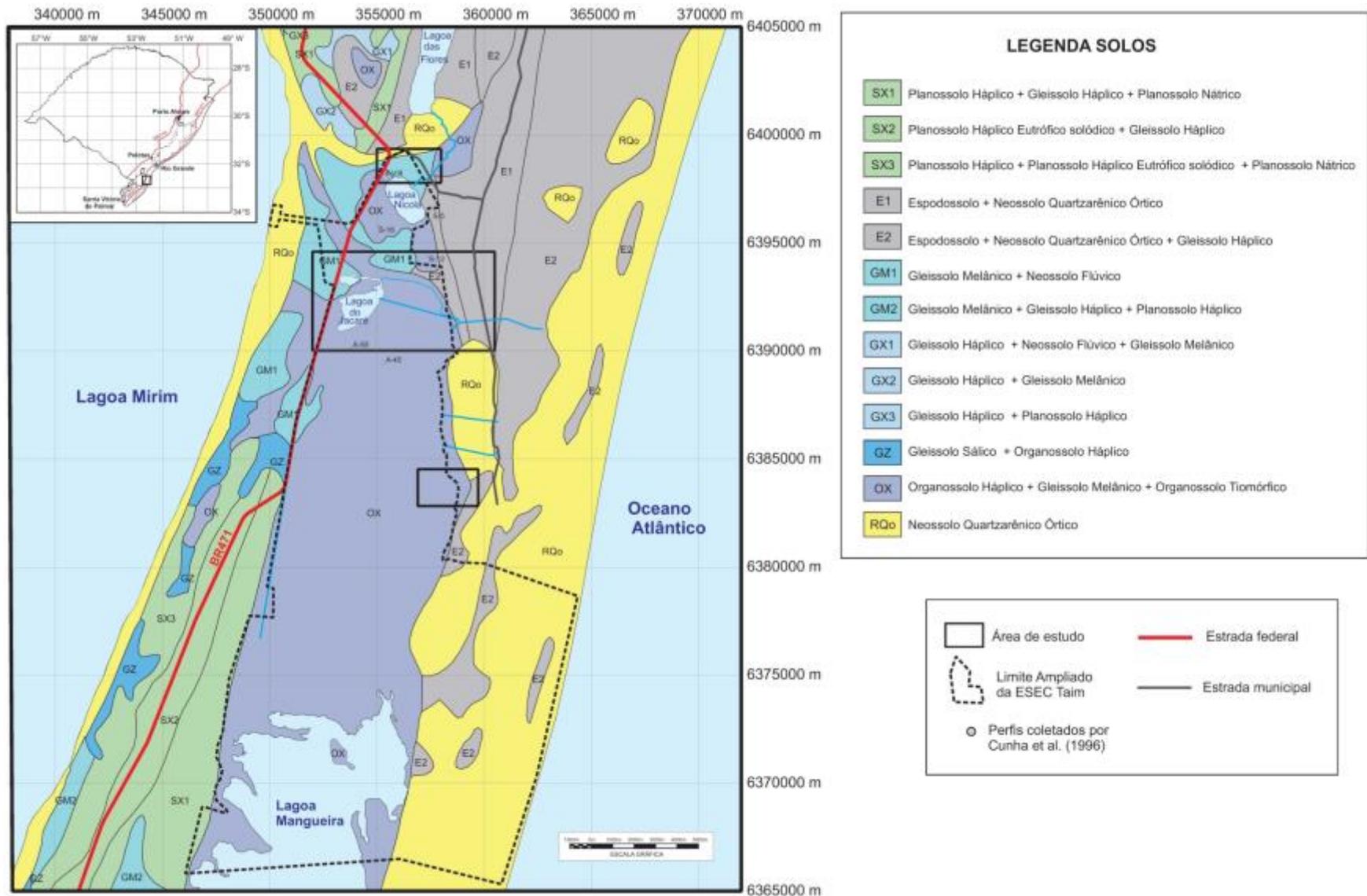


Figura 31 – Solos da área de estudo e de seu entorno (adaptado de Cunha et al., 1996) e localização das áreas estudadas (linha azul).

5.3.4 - Análise granulométrica e densidade do solo

As análises físicas foram realizadas seguindo a metodologia do Manual da Embrapa (2011). As análises granulométricas foram determinadas por dispersão em água com agente químico (NaOH) e agitação mecânica tipo vai-e-vem, sedimentação e determinação de argila por densimetria no sobrenadante, com areia grossa e areia fina separadas por peneiramento úmido e silte calculado por diferença, sendo empregado pré-tratamento para eliminação da matéria orgânica.. A densidade do solo foi determinada pelo método do anel volumétrico.

5.3.5 – Caracterização dos Organossolos

Os Organossolos foram caracterizados segundo LYN et al. (1974). As amostras foram transferidas para seringas de 2,5cm³. Estas foram utilizadas para determinar o pH, a densidade do solo e da matéria orgânica e a umidade gravimétrica. O conteúdo mineral e de matéria orgânica foram obtidos pelo método de combustão em mufla. A água intersticial dos organossolos foi extraída utilizando um kitasato e sucção por bomba de vácuo. Nessa determinou-se o pH, a condutividade elétrica e as concentrações de Ca, Mg, K e Na.

5.4 – Resultados e discussão

5.4.1 Caracterização da transecção junto à Lagoa Nicola

As Figuras 32 e 33 mostram a localização dos pontos de amostragem dos perfis ao longo da transecção junto a Lagoa Nicola, no extremo norte da reserva do Taim. No Apêndice 1 consta a descrição morfológica e a caracterização física e química do ponto (Perfil modal). No Apêndice 2 são mostrados as caracterizações químicas e físicas de horizontes selecionados dos pontos 2 a 9, bem como a caracterização da sequência de horizontes e a profundidade da camada arenosa nos perfis, além de observações acerca dos pontos 10 e 11. A Figura 33 esquematiza a localização desses perfis na paisagem e a relação desses com a Lagoa Nicola.

De acordo com as observações de campo (Apêndice 2) e conforme mostrado nas Figuras 32 e 33, na época de amostragem dos perfis (26 de maio de 2014), o nível da Lagoa Nicola estava baixo, muito próximo da época das fotos de 1975 utilizadas para a restituição da carta do exército do “Banhado do Taim”. Muito provavelmente a altitude do Ponto 8 representa o nível médio da Lagoa, representado na Figura 33. Nas épocas mais chuvosas, conforme pode ser visto na Figura 32, a área se inunda até praticamente o nível do perfil P3, aparentemente abastecida pelo canal natural da Lagoa das Flôres, que inunda a planície lagunar do sistema 4 (Q4pl) (Figuras 30 e 32).

A Figura 33 traz à tona algumas questões relativas a esse regime hídrico, a posição dos perfis nos terraços e a morfologia dos gleissolos. Conforme pode ser observado nessa figura, os perfis localizados no terraço mais baixo (P4 a P8), 1,5m a 2,0m abaixo dos perfis P1 a P3, tendem a apresentar uma sequência de horizontes A-AC-C, ao passo que os gleissolos que ocupam o terraço mais alto apresentam sequência de horizontes A-B-C.



Figura 32 – Transecção realizada na ESEC-Taim iniciando (ponto 01) numa área particular situada no entorno da Unidade de Conservação e adentrando na reserva até o ponto 11. Nesta imagem, observa-se um aumento do nível da água em relação à linha pontilhada demarcando a Lagoa Nicola e demonstrando a variação do regime hidrológico do banhado em relação à imagem da figura 33 abaixo.



Figura 33 – Transecção realizada na ESEC-Taim iniciando (ponto 01) numa área particular do entorno do Parque e adentrando na reserva até o ponto 11. Nesta imagem, observa-se uma diminuição do nível da água em relação à linha pontilhada demarcando a Lagoa Nicola e demonstrando a variação do regime hidrológico do banhado em relação à imagem da figura 32 acima.

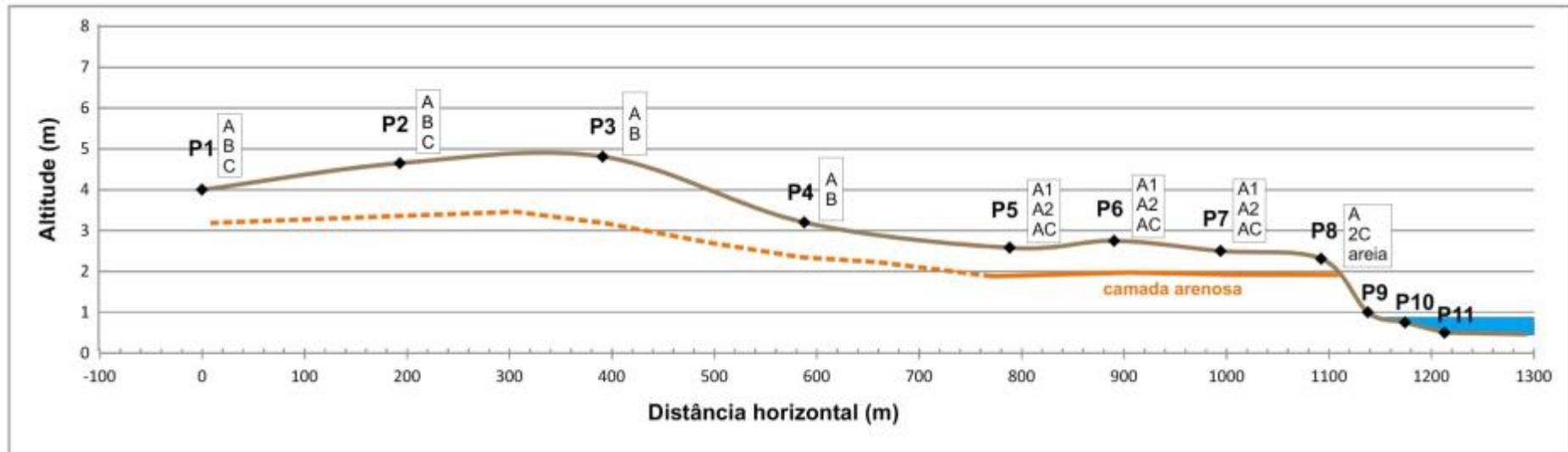


Figura 34. Transecção efetuada ao longo da linha P1 – P11 referente às figuras 32 e 33 na Lagoa Nicola (ESEC-Taim).

Em função de suas características o perfil P1, cujos horizontes foram completamente amostrados até 120cm de profundidade (Figura 35), se enquadra, conforme o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS EMBRAPA, 2013), em Gleissolo Melânico Ta Eutrófico luvissólico, pois apresenta horizonte Bt eutrófico com argila de atividade alta e sem mudança textural abrupta. Tal classificação, entretanto, deixa de fora uma característica muito importante desse gleissolo que é a presença de A do tipo chernozêmico. Chamou a atenção, na profundidade de 85cm, a existência de uma camada arenosa (horizonte 2C2 – Figura 35, Apêndice 1), que evidencia uma descontinuidade do material de origem desses gleissolos. A presença dessa camada arenosa passou a ser mais evidente a partir do perfil P4 (Figura 36), apresentando-se mais raso em direção a Lagoa Nicola (P4 – 85cm, P5 – 70cm, P6 – 60cm, P7 – 55cm, P8 – 35cm, Apêndice 2). No final, chegando a Lagoa Nicola só se tinha a camada arenosa, que compõe o material de fundo dessa Lagoa.

Em razão das características determinadas dos solos se verificou a seguinte sequência de gleissolos:

P1, P2, P3 e P4 - Gleissolo Melânico Ta Eutrófico luvissólico

P5, P6 e P7 - Gleissolo Melânico Ta Eutrófico chernossólico

P8 - Gleissolo Melânico Ta Eutrófico organossólico

P9 – tipo de terreno

A Tabela 2 apresenta a densidade do solo superficial e algumas características selecionadas que se pode associar com os solos e a paisagem. Como era de se esperar, a densidade do solo, sob campo nativo, e com relativamente alto teor de matéria orgânica (entre 33,95 e 50,82 g kg⁻¹ de carbono orgânico) resultaram em densidades relativamente baixas, entre 1,0 e 1,1 g cm⁻³, à exceção da amostra do P5. Por outro lado, a amostra do perfil localizado mais próximo à Lagoa Nicola apresentou horizonte hístico (> 8 g kg⁻¹ de C orgânico) e densidade abaixo de 0,72 g cm⁻³. A presença desse horizonte orgânico junto à lagoa indica um regime hídrico de prolongada saturação com água, indicando que o limite da Lagoa mostrado na Figura 33 provavelmente deve ser a média anual.

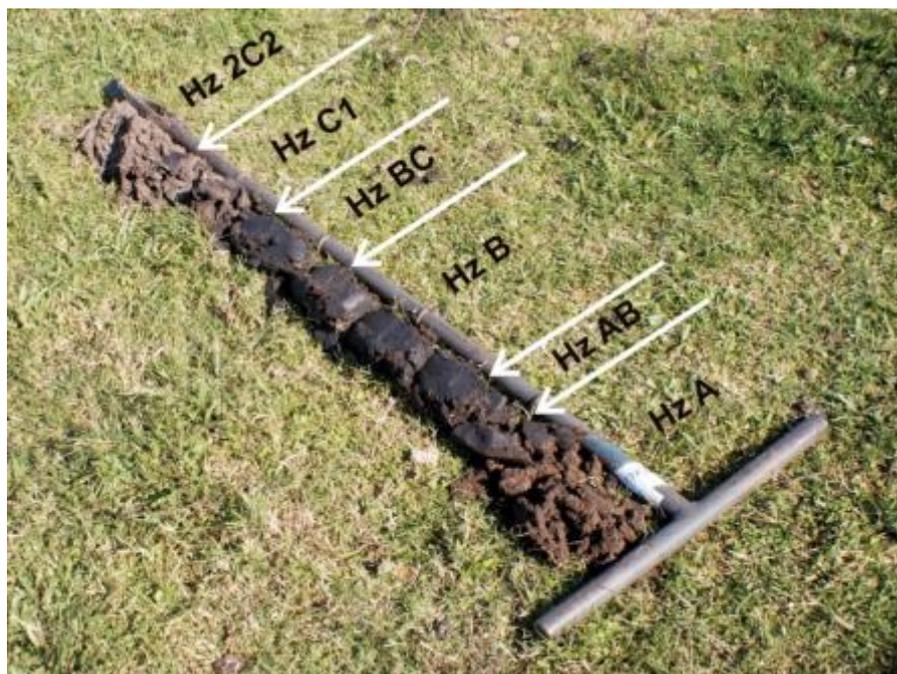


Figura 35. Perfil 1: seqüência de horizontes. ESEC-Taim, 26 de maio de 2014.



Figura 36. Perfil P4, com seqüência de horizontes A-B-C e camada arenosa a 85cm de profundidade. ESEC-Taim, 26 de maio de 2014.

O teor de argila (Tabela 2), mais alto no terraço mais elevado (entre 449 e 594 g kg⁻¹, contra alto 318 a 348 g kg⁻¹) indica um material de origem diferente, mais argiloso no terraço lagunar mais elevado. Por outro lado, os teores de matéria orgânica mais elevados no terraço mais baixo devem ser o resultado das inundações mais frequentes.

Tabela 2 – Algumas características dos horizontes superficiais dos solos da transecção junto à Lagoa Nicola, UFPEL, Pelotas, 2015.

	Distância	Altitude	Densidade do solo	Carbono orgânico	Argila	CTC	V
	m	m	g cm ⁻³	g kg ⁻¹	g kg ⁻¹	cmol _c kg ⁻¹	%
P1	0,0	4,0	1,01	33,95	563	27,60	72,43
P2	193,2	4,7	1,07	43,30	581	29,64	79,66
P3	391,1	4,8	1,10	35,65	449	35,89	80,58
P4	588,0	3,2	1,06	40,58	594	34,86	78,86
P5	788,6	2,6	1,31	49,27	329	39,66	77,66
P6	890,5	2,8	1,14	47,13	318	41,58	83,09
P7	994,5	2,5	1,15	50,82	348	31,98	85,24
P8	1092,6	2,3	0,72	107,8	346	44,61	64,80
P9	1138,2	1,0	0,67	16,72	18	8,05	52,67
P10	1174,6	0,8	-	-	-	-	-
P11	1213,1	0,5	-	-	-	-	-

Resultado de algumas análises químicas e densidade do solo dos pontos P1 a P11 da transecção junto à Lagoa Nicola, UFPEL, Pelotas, 2015.

5.4.2 - Características da transecção junto ao canal da Lagoa do Jacaré

O percorrimento transversal ao longo da área do “Banhado” do Taim (Figuras 37 e 38) junto à Lagoa do Jacaré mostrou que nessa faixa, à exceção da área contígua aos Neossolos Quartzarênicos (Figura 39), os solos eram constituídos por Gleissolos Háplicos de textura média em terreno relativamente seco (Figura 40). A vista do terreno em direção ao norte (para a Lagoa Nicola – Figura 40) aparentemente é de um campo, com algumas partes mais úmidas em alguns pontos, como as imagens do Google Earth sugerem.

A caracterização dos solos ao longo da transecção da Lagoa Nicola (item anterior) e os perfis caracterizados por Cunha et al. (1996) (Anexos), perfis 4-VIII (Gleissolo Melânico Ta Eutrófico chernossólico – textura argilosa), e Perfis S-5 e S-12 (Gleissolos Melânicos com textura superficial média) e Perfil S-16 (Gleissolo Melânico de textura argilosa), parecem confirmar essa suposição.



Figura 37. Pontos de observação transversalmente ao Banhado do Taim junto à Lagoa do Jacaré (imagem Google Earth 28/10/2013).

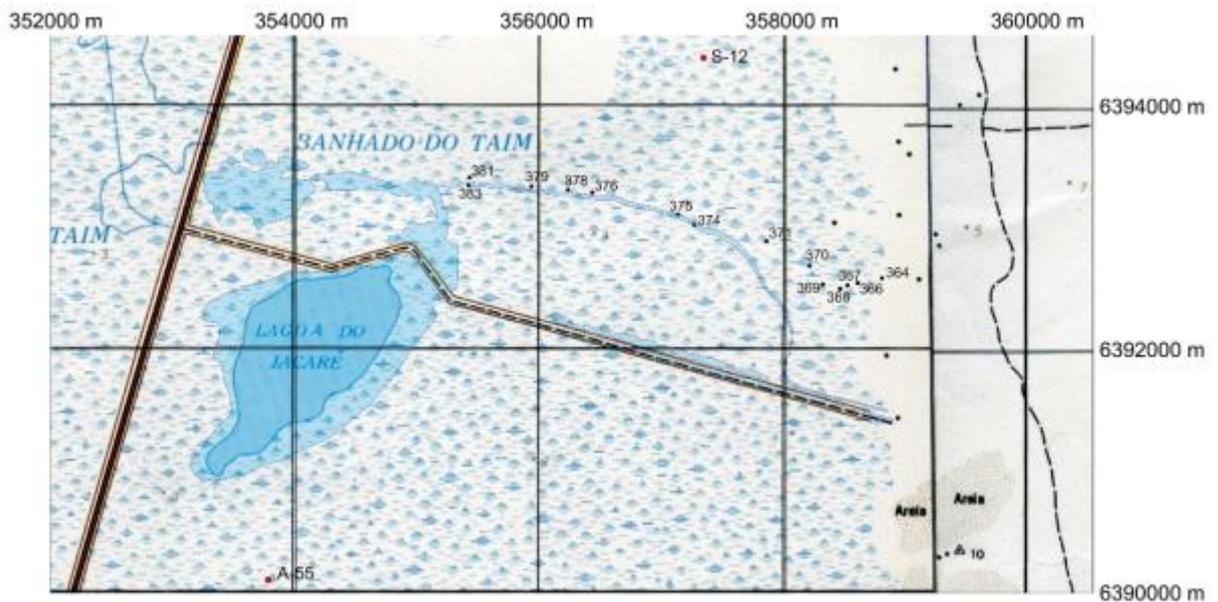


Figura 38. Superposição da imagem da área inundada de 18 de outubro de 2013 com a da carta do exército do “Banhado do Taim”, restituída com fotos de 1975.



Figura 39. Equipe de campo em dia de coleta de solos e estudos no início de área inundada junto aos depósitos eólicos (Q4e) – Neossolos Quartzarênicos Órticos (ao fundo). (Ponto GPS coletado por ETREX GARMIM Datum SIRGAS 2000: Latitude -32 35' 44,01742" e Longitude -52 30' 25,03507"), ESEC-Taim, 19 de junho de 2014.



Figura 40. Aspecto da paisagem na ESEC-Taim desde o ponto GPS coletado por ETREX GARMIM Datum SIRGAS 2000: Latitude 371 -32 35' 33,03588" e Longitude -52 30' 52,85145" ao ponto de Latitude -32 35' 16,97803" e Longitude -52 32' 06,57375": área seca na superfície com Gleissoloos Háplicos (A moderado). A vista da foto é S-N. Ao fundo nota-se pastoreio de gado vacum e cavalari, mostrando que, apesar de uma unidade de conservação, há bastante antropização da área. ESEC-Taim, 19 de junho de 2014.

Dessa forma, a área ao norte do canal secundário acima do canal principal da Lagoa do Jacaré parece caracterizar um campo úmido, com superfície heterogênea, que permite uma variedade de áreas menos e mais úmidas, dando origem a Gleissolos Háplicos e Melânicos, respectivamente. A existência de semi-banhados,

com Gleissolos com horizontes hísticos e eventualmente de Organossolos em áreas mais restritas, são muito prováveis, uma vez que nas imagens do Google earth muitas áreas densamente escuras aparecem.

Outro aspecto que as descrições dos perfis de Cunha et al. (1996) confirmam é a existência de uma descontinuidade litológica nos perfis dos gleissolos 4-VIII (areia a 100cm), Perfil S-5 (areia a 80), S-12 (areia 50cm) e Perfil S-16 (areia a 45cm), feições essas observadas nos perfis da transeção junto a Lagoa Nicola (Figura 33). Essas feições indicam uma área de dinâmica de sua sedimentologia muito recente, em conformidade com os estudos geológicos que fazem referência a idades de 5ka ou menos para a conformação atual da área do Banhado do Taim.

As Figuras 37 e 38 chamam a atenção para as alterações antrópicas, através da construção de canais de drenagem artificiais, modificarem o regime hídrico natural dos solos. Comparando os dados de 1975, da carta do exército do “Banhado do Taim”, com as imagens do Google Earth, de outubro de 2013, quando a área não se encontrava com nível de água particularmente elevado, nota-se que o segundo canal criou uma segunda lagoa acima da Lagoa do Jacaré, essa “provavelmente” natural. Muitos canais de drenagem foram construídos a partir da barreira IV para drenar os depósitos praias (Q4p), que constituem depressões que acumulam água.

A existência de vegetação mais típica de banhados ao sul do canal (Figuras 41 e 42), indicativas da presença de Organossolos, é confirmada pelas características dos perfis A-55 e A-45 de Cunha et al., (1996) (Apêndices). Nesses casos seria discutível o enquadramento do perfil A-55 como Organossolo, pois o horizonte hístico apresenta uma espessura de 50cm de material fíbrico, quando o requisito é de 60cm ou mais. No caso do perfil A-45, que possui horizonte hístico com 20cm, o enquadramento seria de Gleissolo organossólico. Os autores ainda apresentam alguns perfis (Anexos), cuja localização não foi indicada no mapa da sua publicação, que indicam a ocorrência de Organossolos (B-70, C-75 e C-5), além de Gleissolos organossólicos (B-25 e P4).



Figura 41. Canal acima do canal antigo da Lagoa do Jacaré, vista para o sul, mostrando vegetação típica de banhado. ESEC-Taim, 19 de junho de 2014.



Figura 42. Vista da área inundada acima da Lagoa do Jacaré (ponto GPS coletado por ETREX GARMIM Datum SIRGAS 2000: Latitude -32 35' 14,41740" e Longitude -52 32' 25,88625") com vegetação típica de área de banhado (macrófitas flutuantes, submersas e emergentes). ESEC-Taim, 19 de junho de 2014.

5.4.3 - Caracterização dos Materiais Orgânicos e dos Organossolos

A figura 43 mostra a localização de amostragem dos materiais orgânicos e dos Organossolos. A vegetação típica é mostrada na Figura 44. A localização geral da área dentro da reserva pode ser observada nas figuras 30 e 31.

Foram amostrados três pontos (O1, O2 e O3). A caracterização química das amostras é apresentada nas Tabelas 3 e 4. Na amostra O3, muito próxima da borda o acúmulo do material orgânico não foi suficiente para caracterizar um horizonte hístico (< 8% C orgânico), ao contrário das demais. Nesse caso, dado o caráter arenoso do substrato, o solo dessa borda poderia ser classificado como um Neossolo Quartzarênico Hidromórfico típico, que provavelmente transiciona para organossólico até atingir a espessura suficiente para Organossolo. Chama a atenção para a elevada saturação por bases desses materiais (V% entre 95 e 99%), notadamente os altos teores de Mg trocável (Tabela 4).

A densidade do solo é muito baixa (Tabela 5), compatível com a de solos de constituição orgânica, e a densidade da matéria orgânica é menor nos materiais sápricos (Tabela 8). A estimativa da matéria orgânica pela mufla subestimou os valores determinados pelo analisador elementar. A diferença poderia ser explicada pela eventual presença de carbonatos; no entanto, não foram observadas presença de conchas ou de concreções carbonáticas nos materiais.

A análise das fibras (Tabela 7) e do grau de decomposição do material orgânico permitiu classificar os materiais como fíbrico (solo O1 – Figura 44), hêmico (solo O2 camada 20-40cm, Figura 44) e sáprico (solo O2 camada 80-100cm e solo O3 camada 20-40cm). Em relação a classificação dos solos, o O1 pode ser classificado como Organossolo Háplico Fíbrico térrico e o O2 como Organossolo Háplico Sáprico típico.

Para verificar a possibilidade de caráter salínico ou sálico, foi extraída a água do solo saturado. As condutividades variaram entre 187 e 391 $\mu\text{S cm}^{-1}$, o que exclui a presença desse caráter. O cátion que grandemente predominou foi o Na, porém suas quantidades não são altas suficientes para caracterizar uma água salobra.



Figura 43. Imagem do Google Earth (outubro de 2013), mostrando a área de coleta dos materiais orgânicos coletados na ESEC-Taim em 26 de agosto de 2015. **O1** (ponto GPS coletado por ETREX GARMIM Datum SIRGAS 2000: Latitude -32 40' 29,91900" e Longitude -52 30' 24,15638"); **O2** (ponto GPS coletado por ETREX GARMIM Datum SIRGAS 2000: Latitude -32 40' 27,08317" e Longitude -52 30' 25,28341"); **O3** (ponto GPS coletado por ETREX GARMIM Datum SIRGAS 2000: Latitude -32 40' 26,43864" e Longitude -52 30' 24,95842").



Figura 44. Vegetação típica da área de acumulação de materiais orgânicos e de Organossolos. Saída de campo para coleta de Organossolos na ESEC-Taim em 26 de agosto de 2015. (ponto GPS coletado por ETREX GARMIM Datum SIRGAS 2000: -32 40' 29,75606" e Longitude -52 30' 23,18384").

Tabela 3 – Caracterização química do solo orgânico.

Amostra	Profund. (cm)	pH H ₂ O	Complexo sortido – cmol _c kg ⁻¹							
			Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Valor S	H + Al	Al ³⁺	CTC _{pH7}
O1	20-40	5,14	19,44	38,74	0,07	0,51	58,76	1,17	0,90	60,83
O2	20-40	4,92	12,89	23,23	0,04	0,44	36,60	1,07	0,75	38,42
	80-100	5,30	36,47	42,55	0,05	0,28	79,35	0,98	0,02	80,35
O3	20-40	6,13	41,35	41,6	0,24	0,36	83,55	0,26	0,20	84,01

Tabela 4 – Continuação da caracterização química do solo orgânico.

Amostra	Profundidade (cm)	Al	V	P assimilável	K assimilável	Carbono orgânico	Nitrogênio orgânico	Relação C/N
		%		mg.kg ⁻¹		g.kg ⁻¹		
O1	20-40	1,95	96,60	1,97	26,36	356,00	4,44	80,18
O2	20-40	2,84	95,26	2,34	17,58	269,70	4,04	66,76
	80-100	1,22	98,76	3,43	21,48	103,20	2,96	34,86
O3	20-40	0,31	99,45	2,05	95,69	43,57	2,77	15,73

Tabela 5 – Umidade gravimétrica, densidade do solo e da matéria orgânica

Amostra	Profundidade (cm)	Umidade gravimétrica	Densidade do Solo	Densidade da Matéria Orgânica
		%	g cm ⁻³	
O1	20-40	85,29	0,19	0,099
O2	20-40	74,05	0,30	0,086
	80-100	54,03	0,54	0,065
O3	20-40	46,86	0,67	0,047

Tabela 6 – Matéria mineral e matéria orgânica (mufla e analisador)

Amostra	Profundidade (cm)	Mufla			Analisador	
		Matéria Mineral	Matéria Orgânica	Carbono Orgânico	Matéria Orgânica	Carbono Orgânico
		%	%	%	%	%
O1	20-40	47,53	52,47	30,44	61,37	35,60
O2	20-40	69,04	30,96	17,96	46,50	26,97
	80-100	88,57	11,43	6,63	17,79	10,32
O3	20-40	93,44	6,56	3,80	7,51	4,36

Tabela 7 – Determinação das fibras

Amostra	Profundidade (cm)	Quantidade	Fibra não esfregada	Fibra Esfregada	%FNE	%FE
		cm ³				
O1	20-40	2,5	1,0	0,5	40	20
O2	20-40	2,5	0,7	0,3	28	12
	80-100	2,5	0,8	0,4	32	16
O3	20-40	2,5	0,7	0,6	28	24



Figura 45. Solo **O1** mostrando material orgânico com grande quantidade de fibras. **O1** (ponto GPS coletado por ETREX GARMIM Datum SIRGAS 2000: Latitude -32 40' 29,91900" e Longitude -52 30' 24,15638"). ESEC-Taim, em em 26 de agosto de 2015.

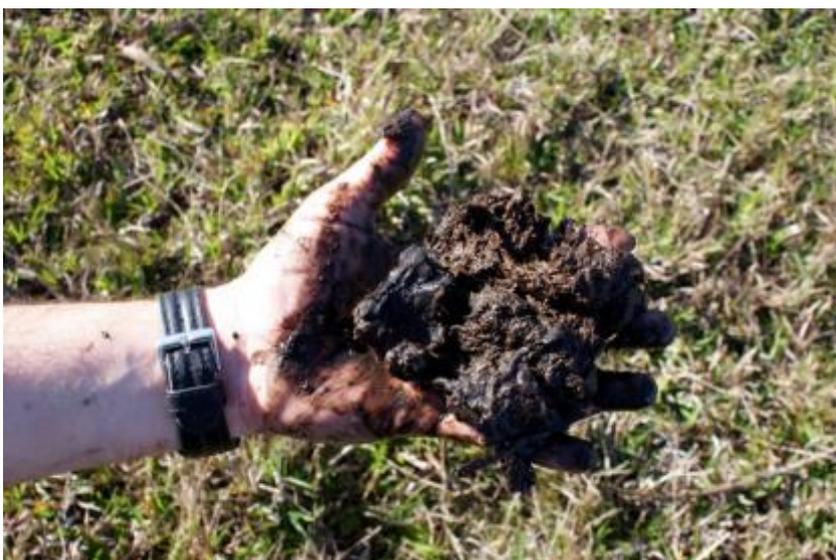


Figura 46. Solo **O2** com mistura de materiais fibrosos e mais decompostos. **O2** (ponto GPS coletado por ETREX GARMIM Datum SIRGAS 2000: Latitude -32 40' 27,08317" e Longitude -52 30' 25,28341"). ESEC-Taim, em em 26 de agosto de 2015.

Tabela 8 – Escala de decomposição de Von Post

Amostra	Prof. (cm)	Classe	Classificação
O1	20-40	4	Orgânico Fíbrico
O2	20-40	5	Orgânico Hêmico
	80-100	7	Orgânico Sáprico
O3	20-40	8	Orgânico Sáprico

Tabela 9 – Análise da água do extrato saturado dos solos orgânicos

Amostra	Prof.	pH	Condutividade elétrica	Ca	Mg	K	Na
	(cm)		$\mu\text{S cm}^{-1}$		mg dm^{-3}		
O1	20-40	8,45	391	6,38	2,30	4,54	79,99
O2	20-40	8,57	187	1,86	1,08	2,27	51,42
	80-100	8,35	265	3,96	1,36	3,06	61,14
O3	20-40	8,46	332	3,16	1,66	3,16	74,85

5.5 – Conclusões

Os Gleissolos estudados ao longo da transeção mostraram uma clara relação com a topografia da paisagem (terraços) e a proximidade com a Lagoa do Nicola, apresentando uma sequência Gleissolo Melânico Ta Eutrófico luvissólico - Gleissolo Melânico Ta Eutrófico chernossólico - Gleissolo Melânico Ta Eutrófico organossólico – tipo de terreno (areia do fundo da Lagoa), sem transicionar para Organossolos.

Apesar dos solos amostrados representarem uma pequena amostra dos organossolos que devem existir na a Estação Ecológica do Taim (ESEC/TAIM), esse estudo permitiu identificar Organossolos Háplicos Fíbricos e Sápricos e a ausência, na área amostrada, de caráter salino ou sálico.

6 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para uma definição científica dos banhados provou-se, teórica e através da metodologia empregada neste trabalho, ser estritamente necessária a caracterização dos seus solos. Mesmo que toda a vegetação e a fauna de um banhado tenham desaparecido, o solo, pelas condições de seu hidromorfismo, apresentará os indícios necessários para que ali se comprove a existência de uma zona úmida. A caracterização dos solos no entorno da lagoa do Jacaré na ESEC-Taim corroboram a toposequência descrita por PINTO (2013) em relação aos solos de banhado ou seu entorno no Taim. No entanto, pelas características de formação geológica e feições próprias do Litoral Sul onde a mesma se localiza, entendemos que há ainda diversas feições de um mesmo ecossistema onde a palavra *banhado* é muito frequentemente empregada onde ainda permanece uma lâmina rasa de água, muito embora se possa verificar em alguns autores estudados que os banhados possuam sua evolução própria dentro de uma sucessão ecológica (e talvez se possa afirmar de acordo com outros autores ligados à área de solos: pedológica) onde solo, vegetação hidrofítica e regime hidrológico vão evoluindo e se modificando. Assim, onde tínhamos, ao menos no presente caso em estudo, uma lagoa com águas mais profundas, embora não muito (Lagoa Mangueira), e que pela sua colmatação da porção Norte, devido ao aporte significativo ao longo de muitos anos de materiais carreados por erosão e formação de organossolos pelo estabelecimento e posterior decomposição de plantas macrófitas componentes destes ambientes, propiciou o estabelecimento de feições mais conhecidas como banhados. No entanto, dentro de um conceito mais amplo e pelo exposto, campos úmidos alagáveis caracterizados como gleissolos ou mesmo os planossolos utilizados no cultivo de arroz, poder-se-ia dizerem-se banhados, ou uma evolução posterior dos mesmos, assim como as matas paludosas que existem no seu entorno? Sendo assim, mais importante se torna uma definição jurídica que estabeleça qual feição atual deva ser considerada uma zona úmida passível de proteção permanente, as chamadas APP – Áreas de Preservação Permanente, como de fato o são considerados os banhados no RS. O entendimento tácito e mesmo jurídico têm sido o de que é necessário haver uma lâmina de água durante um período do ano, plantas características e solo hidromórfico. Nos países

estudados, estes estudos estão bem mais avançados, existindo manuais de campo onde técnicos podem avaliar as peculiaridades de uma determinada zona úmida e classificá-la, sendo estes estudos e manuais ainda insipientes ou não existentes no RS.

Os estudos empreendidos neste trabalho, no entanto, estão aquém de se ter um painel relevante da caracterização dos banhados em nível pedogeomorfológico, florístico e faunístico. Entendemos necessária a caracterização de outras áreas, como os banhados interioranos nas costas dos grandes rios do RS ou mesmo pequenas zonas úmidas que se formam em torno de nascentes, nas áreas campestres do Bioma Pampa ou mesmo nos campos de cima da Serra.

Assim, com relação à conceituação, haveria certa similaridade entre esse sistema de denominação de *bañados* no Uruguai e banhados no Rio Grande do Sul apenas em um dos casos, ou seja, *bañados* na denominação uruguaia refere-se a diversas tipologias de zonas úmidas enquanto que no Brasil, este termo estaria restrito ao Sul referindo-se apenas a uma tipologia. Porém, mesmo no nosso caso, se considerarmos estágios de sucessão ecológica para os banhados do Sul, verificamos que a tipologia de banhados deveria se referir a uma complexidade de ambientes aquáticos, uns tendendo mais para matas paludosas outros semelhantes a campos inundados, outros intermediários ainda numa diversidade que encontra mesmo referência na realidade que conhecemos. Pois no processo de sucessão, por ser um sistema não limnético em que a água circula, mesmo que lentamente, e que por isso mesmo há um acúmulo de materiais orgânicos e minerais, pode-se perceber uma colmatação progressiva e cumulativa do sistema que em dado momento evolutivo “resultará” em campos inundáveis (onde há o Gleissolo, por exemplo) e/ou Matas Paludosas sendo os nossos chamados banhados de água doce da zona costeira sistemas em permanente transição, mesmo que lenta. Em proporções de imagens de satélite, pode-se notar que toda a face mais ao Norte da Lagoa Mangueira, onde se localiza a ESEC-Taim vem sofrendo ao longo dos anos este processo de colmatação resultando nesta diversidade e complexidade de ambientes ou ecossistemas dentre os quais, alguns estão, digamos assim, na fase de banhados, outros já se diferenciaram. Concluindo, os banhados seriam assim uma fase ou tipologia dentro de um processo evolutivo considerando uma sucessão ecológica de um sistema mais complexo.

Entendemos que para uma caracterização mais precisa destes ambientes, muito mais dados deveriam ser coletados e estudados em diferentes localizações, em diferentes banhados, portanto, dentro do Estado, para que chegássemos a um resultado mais satisfatório. Seria necessário também verificar a evolução pedogenética de banhados tipicamente formados nos distintos Biomas, Mata Atlântica e Pampa. Pode-se concluir que os esforços empreendidos talvez tenham avançado no sentido de levantar ainda mais a complexidade de áreas do saber que cerca o entendimento desses complexos ambientes, o que retroalimenta ainda mais a ideia de que os estudos dessas áreas ainda são insipientes sendo o nosso estudo uma modesta abordagem do tema.

O objetivo final destes estudos seria talvez chegarmos a uma classificação (e conseqüentemente a sua nomeação ou definição) para o estabelecimento de marcos regulatórios legais que garantam gestão sustentável destas importantes áreas.

7 – REFERÊNCIAS

ADHIKARI, Shalu; BAJRACHARAYA, Roshan M. and SITAULA, Bishal K.. **A Review of Carbon Dynamics and Sequestration in Wetlands**. Journal of Wetlands Ecology, (2009) vol. 2, pp 42-46. Disponível em: <<file:///C:/Users/Marcelo/Downloads/1855-6826-2-PB.pdf>>, acesso em março de 2015.

AOUBID, Schéhérazade, & GAUBERT Hélène. **Evaluation économique des services rendus par les zones humides**. Service de l'économie, de l'évaluation et de l'intégration du développement durable (SEEIDD) du Commissariat Général au Développement Durable (CGDD), Collection: Etudes et documents, n°23 jun, 2010. Disponível em: <<http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/ED23c-2.pdf>>, acesso em março de 2015.

AOUBID, Schéhérazade, & GAUBERT Hélène. **L'évaluation économique des services rendus par les zones humides, un préalable à leur préservation**. Service de l'économie, de l'évaluation et de l'intégration du développement durable (SEEIDD) du Commissariat Général au Développement Durable (CGDD), Collection: Le Point sur n° n°62 septembre 2010. Disponível em: <<http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/LPS62.pdf>>, acesso em março de 2015.

BARBIER EB; ACREMAN M.C. and KNOWLER D. **Economic valuation of wetlands: a guide for policy makers and planners**. Ramsar Convention Bureau. Gland, Switzerland, (1997) 127 pp. Disponível em: <http://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/pdf/lib/lib_valuation_e.pdf>, acesso em março de 2014.

BARBOZA Eduardo Guimarães; TOMAZELLI, Luiz José; DILLENBURG, Sérgio Rebello; ROSA, Maria Luiza Correa da Câmara. **Planície Costeira do Rio Grande do Sul: erosão em longo período**. Sociedad Uruguaya de Geología - Revista SUG (2009) N° 15, 94-97.

BARNAUD, Geneviève. **Conservation des zones humides: concepts et méthodes appliquées à leur caractérisation**, ed. MNHN, 1998. 447p.

BARNAUD, Geneviève. **Entre terre et eaux, les fonctions écologiques des zones humides**. Séminaire technique «Zones Humides des Têtes de Bassin Versant» plate-forme « Eau, espaces, espèces». MNHN-Département Écologie et gestion de la biodiversité-SPN, France: Nedde/Limousin, juin 2009. Disponível em: <http://centrederesources-loirenature.com/mediatheque/PF3E/seminaire_TDB/mercredi/matin/FonctionZHTeteBassin_Genevieve_BARNAUD.pdf>, acesso em março de 2015.

BARNAUD, G. **Identifier et caractériser les zones humides : une variété de points de vue**. In: Dunod (Editor), Fonctions et valeurs des zones humides, Paris, 2000. pp. 1-16.

BÉNÉDICTE, Augéard. **Fonctionnement hydrologique d'une zone humide: Conséquences sur son potentiel épurateur**. Université Pierre et Marie Curie, Université Paris-Sud, École des Mines de Paris & École Nationale du Génie Rural des Eaux et des Forêts, Septembre 2002. Disponível em: <<http://www.sisyphe.jussieu.fr/~m2hh/arch/memoires2002/Augeard2002.pdf>>, acesso em março de 2015.

BETANCUR, Jorge Andres Villa. **Carbon Dynamics of Subtropical Wetland Communities in South Florida**. U.S.A. - The Ohio State University, Dissertation, 2014. 146p. Disponível em: <https://etd.ohiolink.edu/!etd.send_file?accession=osu1395368389&disposition=inline>, acesso em março de 2015.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Departamento Nacional de Pesquisa Agropecuária. Divisão de Pesquisa Pedológica. **Levantamento de Reconhecimento dos Solos do Estado do Rio Grande do Sul**. Recife, 1973.431p. (Boletim Técnico nº 30).

BRANDER L.M., FLORAX J.G.M. and VERMAT J.E. **The Empirics of Wetland Valuation: A Comprehensive Summary and a Meta-Analysis of the Literature**. Institute for Environmental Studies. Report number W-3/30, October 23, 2003. Disponível em:

<<https://www.cbd.int/doc/external/academic/wetland-bramder-2003-en.pdf>>, acesso em março de 2015.

BRETAGNE – Eau & Rivières. **Définitions des zones humides**. Disponível em: <<http://erb-zh.pagesperso-orange.fr/definitions.htm>>, acesso em setembro de 2013.

BUCHMANN, F.S.C. 1997. **Banhado do Taim e Lagoa Mangueira: Evolução holocênica da paleoembocadura da Lagoa Mirim, RS, Brasil**. Programa de Pós-Graduação em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Dissertação de Mestrado, 160p.

BURGER, Maria Inês. **Situação e ações prioritárias para a conservação de banhados e áreas úmidas da zona costeira**. Base de Dados Tropical. Porto Seguro, 1999. 60p. Disponível em: <[Http://www.anp.gov.br/guias_r8/perfuracao_r8/Áreas_Prioritárias/Banhados.pdf](http://www.anp.gov.br/guias_r8/perfuracao_r8/Áreas_Prioritárias/Banhados.pdf)>, acesso em setembro de 2013.

CAIGNEC, Ronan; COUSSEMENT, Christophe; HAMON, Jean-François; HÉRISSE, Alain le; LÉOST, Raymond; PY, Dominique; THULLIEZ, Pierre - Les zones humides en Bretagne (Fiches thématiques): **Les phénomènes physico-chimiques en zones humides**. Eaux & Rivières de Bretagne, 2004. Disponível em: <<http://erb-zh.pagesperso-orange.fr/physique.htm>>, acesso em março de 2015.

CAIGNEC, Ronan; COUSSEMENT, Christophe; HAMON, Jean-François; HÉRISSE, Alain le; LÉOST, Raymond; PY, Dominique; THULLIEZ, Pierre - Les zones humides en Bretagne (Fiches thématiques): **Définitions des zones humides**. Eaux & Rivières de Bretagne, 2004. Disponível em: <<http://erb-zh.pagesperso-orange.fr/definitions.htm>>, acesso em março de 2015.

CANEVARI, P.; D.E. BLANCO; G. CASTRO e I. DAVIDSON (Eds.). 1998. **Los Humedales de la Argentina, Clasificación, situación actual, conservación y legislación**. Wetlands International – Publication nº46, Buenos Aires, 208p.

CARVALHO, Aline Beatriz Pacheco; OZORIO, Carla Penna. **Avaliação sobre os Banhados do Rio Grande do Sul, Brasil**. Revista de Ciências Ambientais, Canoas/RS v.1, n.2, p.83-95, 2007. Disponível em: <http://ww1.unilasalle.edu.br/rbca/v2_06.pdf> , acesso em setembro de 2013.

CHAMBAUD, François; LUCAS, Jérôme & OBERTI, Dominique. **Guide pour la reconnaissance des zones humides du bassin Rhône – Méditerranée: Volume 1 - méthode et clés d'identification**. AGENCE DE L'EAU Rhône -- Méditerranée & Corse (2012): 138 pp + annexes. (CHAMBAUD et al., 2012). Disponível em: <<http://www.documentation.eaufrance.fr/entrepotsOAI/AERMC/R242/49.pdf>>, acesso em setembro de 2014.

CHANTON, J., J. Bauer, P. Glaser, D. Siegel, C. Kelley, S. Tyler, E. Romanowicz, and A. Lazrus (1995), **Radiocarbon evidence for the substrates supporting methane formation within northern Minnesota peatlands**, Geochim. Cosmochim. Acta, 59, 3663 – 3668. Disponível em: <https://aquaticbiogeochem.osu.edu/sites/aquaticbiogeochem.osu.edu/files/1995%20Chanton%20Bauer_Geochimica.pdf>, acesso em março de 2015.

CHEESMAN, A. W.; TURNER B. L., and REDDY K. R. **Forms of organic phosphorus in wetland soils**. Biogeosciences Discuss. Published by Copernicus Publications on behalf of the European Geosciences Union, 2014.

CHOI, Y., and Y. WANG (2004), **Dynamics of carbon sequestration in a coastal wetland using radiocarbon measurements**, Global Biogeochem. Cycles, 18, GB4016, doi: 10.1029/2004GB002261. Disponível em: <<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.210.7068&rep=rep1&type=pdf>>, acesso em março de 2015.

CHOMENKO, Luiza (Museu de Ciências Naturais-Fundação Zoobotânica- RS). **Zonas úmidas: Conceitos e classificações - 2º Colóquio Sul-Rio-Grandense de Conservação em zonas úmidas**. Porto Alegre: de 25 a 28.03.2015. E-mail : <luiza-chomenko@fzb.rs.gov.br>.

CICEANA/ IBUNAM (Centro de Información y Comunicación Ambiental de Norte América, A. C.). **Funciones y Valores de los Humedales**. México, D.F. Disponível em: <<http://www.ciceana.org.mx/contenido.php?cont=239>>, acesso em março de 2015.

CLAUS, Sonia. et al. **Assessing the extent and condition of wetlands in NSW**: Supporting report A – Conceptual framework, Monitoring, evaluation and reporting program, Technical report series, Office of Environment and Heritage, Sydney. September, 2011.

COWARDIN, L. M., V. CARTER, F. C. GOLET, and E. T. LaROE. **Classification of Wetlands and Deepwater Habitats of the United States**. Biological Services Program, FWS/OBS- 79/31, December 1979, Fish and Wildlife Service, U.S. Department of the Interior, Washington, 103 p.

CRIPPA, Liziane Bertotti. **O manejo da abertura da Barra influencia a comunidade de macroinvertebrados nas áreas úmidas do sul do Brasil? Um estudo de caso no Parque Nacional da Lagoa do Peixe**. (Dissertação de Mestrado) Unisinos: São Leopoldo/RS, 2011. Disponível em: <<http://biblioteca.asav.org.br/vinculos/tede/LizianeBertottiCrippa.pdf>>, acesso em setembro de 2014.

CUNHA, N. G. da.; PINTO, L. F. S; SILVEIRA, R. J. C. da.; MÜLLER, V; LIMA, A. C. R. de.; LIMA, C. L. R. de.; SANTOS, E. L. dos; MENDES, R. G; SILVA, M. G; PEREIRA, M. R; **Estudo dos solos do Banhado do Colégio**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2001. 68p. (Embrapa Clima Temperado. Circular Técnica, 29).

CUNHA, Noel Gomes da & SILVEIRA, Ruy José C. **Estudo dos solos do município de Pelotas**. Pelotas: EMBRAPA/CPACT, Ed. UFPel, 1996. 50 p.: il. (Documentos CPACT; 12/96).

DAHINGER, Virginie (Stagiaire); MOULIN, David ENRx (Tuteur de stage) & PETIT, Olivier (Maître de stage). **La préservation des zones humides: étude de cas sur les prairies humides du Parc Naturel Régional Scarpe-Escout**. Université d'Artois - Master Professionnel Développement des Territoires, Aménagement et Environnement, 2012. Disponível em: <<http://wecan-interregivb.eu/documents/content/WP1MasterstudyPilotWetMeadows.pdf>>, acesso em março de 2015.

DAHL T.E. and STEDMAN S.M. (2013). **Status and trends of wetlands in the coastal watersheds of the Conterminous United States 2004 to 2009**. U.S. Department of the Interior, Fish and Wildlife Service and National Oceanic and Atmospheric Administration, National Marine Fisheries Service. (46 p.). Disponível em: <<http://www.fws.gov/wetlands/Documents/Status-and-Trends-of-Wetlands-In-the-Coastal-Watersheds-of-the-Conterminous-US-2004-to-2009.pdf>>, acesso em dezembro de 2015.

DELANEY, P. (1965) **Fisiografia e Geología da superfície da Planície Costeira do RS (Brasil)** Geol. P. Alegre publ. Especial (6): 1-105

DIEGUES, A. C. S. (Coord.). 1990. **Inventário de Áreas Úmidas do Brasil: versão preliminar**. Progr. Pesq. e Cons. de Áreas Úmidas no Brasil. Pró-Reitoria de Pesquisa USP, IUCN, Fundação Ford. São Paulo. 446p.

DIEGUES, A.C.S. (1994): **An inventory of Brazilian wetlands**.- IUCN – The World Conservation Union, Gland, Switzerland: 216 pp.

DILLENBURG, Sérgio R., ESTEVES Luciana S. and TOMAZELLI. **A critical evaluation of coastal erosion in Rio Grande do Sul, Southern Brazil**. Anais da Academia Brasileira de Ciências (2004) 76(3): 611-623. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/aabc/v76n3/a14v76n3.pdf>>, acesso em março de 2015.

EAU & RIVIÈRES de BRETAGNE. **Fiches thématiques: Les phénomènes physico-chimiques en zones humides**. 2004. Disponível em <<http://erb-zh.pagesperso-orange.fr/physique.htm>>, acesso em maio de 2016.

EBELING, Adierson Gilvani et al. **Atributos físicos e matéria orgânica de organossolos háplicos em distintos ambientes no Brasil**. R. Bras. Ci. Solo, 37:763-774, 2013.

EMBRAPA (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA). Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. rev. atual. (Documentos 132) Rio de Janeiro, 2011. 230p.

EMBRAPA SOLOS. Centro Nacional de pesquisa de Solo. Sistema brasileiro de classificação de solos. 3. ed. ver. Ampl. – Brasília, DF: Embrapa, 2013. 353p.

EPA/USA - United States - Environmental Protection Agency. **Methods for Evaluating Wetland Condition: Wetland Hydrology**. Office of Water, U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC. EPA-822-R-08-024, 2008.

EPA/USA - United States - Environmental Protection Agency. **Functions and Values of Wetlands**. EPA 843-F-01-002c: September, 2001. Disponível em: <www.epa.gov/owow/wetlands>, acesso em setembro de 2014.

EPA/USA - United States - Environmental Protection Agency. (2007). **Non-tidal marsh**. Retrieved from <<http://www.eoearth.org/view/article/154870>>. Acesso em 02 de dezembro de 2015.

ESWARAN, H., E. van den Berg, P. Reich, and J. Kimble (1995), **Global soil carbon resources**, in *Soils and Global Change*, edited by R. Lal et al., pp. 27 – 43, CRC Lewis, Boca Raton, Fla.

EVIA, Gerardo. **Caracterización e importancia de los humedales: Bañados, esteros y barches**. In: VARGES: Una experiencia de restauración de humedales en ganadería familiar del norte de Rocha. Montevideo, Uruguay, diciembre de 2011. <<http://www.uy.undp.org/content/dam/uruguay/docs/MAYE/undp-uy-ppd-varges-2013.pdf>>, acesso em março de 2015.

EVIA G., y E. Gudynas. *Ecología del paisaje en Uruguay. Aportes para la conservación de la Diversidad Biológica*. MVOTMA, AECl y Junta de Andalucía, Sevilla.España, 2000. Disponível em: <http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/consolidado/publicacionesdigitales/40-559-ECOLOGIA_DEL_PAISAJE_EN_URUGUAY/40-559/0-ECOLOGIA_DEL_PAISAJE_EN_URUGUAY.PDF>, acesso em março de 2015.

FANNING, D.S.; FANNING, M.C.B. 1989. **Soil: morphology, genesis and classification**. New York, J. Wiley, 395p.

FAVROT J.C. et VIZIER J.F. **Les sols a caractere hydromorphe**. 7ème version modifiée par D.BAIZE, novembre 1988.

FARDEAU, J.C., DORIOZ, J.M. (2000). **La dynamique du phosphore dans les zones humides**. In: E. Fustec, J.C. Lefevre, *Fonctions et valeurs des zones humides* (p. 143-159). Paris, FRA: DUNOD. <<http://prodinra.inra.fr/record/61354>>

FEPAM. Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luis Roessler. **Mapa de Classificação dos Solos do Estado do Rio Grande do Sul quanto à Resistência a Impactos Ambientais**. Porto Alegre: FEPAM. 13 p. (n. publ.) Relatório final de consultoria elaborado por Nestor Kämpf. Mapa em meio digital. 2001.

FERREIRA, Tiago Osório. Palestra “Coastal wetland soils: pedogenetic processes and its environmental implications” proferida na EESALQ/USP, 2014. Disponível em: <http://thebluecarboninitiative.org/wp-content/uploads/PALESTRA-BC_V.Final_.pdf>. Acesso em setembro de 2015.

FONTANA, C. S.; BENCKE, G. A.; REIS, R. E. 2003. **Livro vermelho da fauna ameaçada de extinção no Rio Grande do Sul**. Edipuc RS, Porto Alegre, Brasil, 632pp.

FUSTEC E. et FROCHOT B. **Les fonctions des zones humides - Synthèse bibliographique**. AESN, Laboratoire de Géologie Appliquée, Univers. P. et M. Curie, Paris VI, Laboratoire d'Écologie, Université de Dijon, 1995. Disponível em <<http://www.eau-loire->

bretagne.fr/espace_documentaire/documents_en_ligne/guides_zones_humides/fiches%20F.pdf, Acesso em setembro de 2014.

FUSTEC Eliane, & LEFEUVRE, Jean-Claude. **Fonctions et valeurs des zones humides**. (Broché) Collection: Technique et ingénierie. Paris: Dunod, 2000. 426 pages

FUSTEC Eliane, & LEFEUVRE, Jean-Claude. **Fonctions et valeurs des zones humides**. In: Géomorphologie: relief, processus, environnement. Juillet-septembre, vol. 8, n°3, 2002. pp. 279-280. Disponível em: http://www.persee.fr/web/revues/home/prescript/article/morfo_1266-5304_2002_num_8_3_1151, acesso em março de 2015.

FUNDAÇÃO ZOOBOTÂNICA. **Dia internacional das Zonas Úmidas**. Porto Alegre/RS, Página da Web – Notícias de 02/02/2015. Disponível em: http://www.fzb.rs.gov.br/conteudo/4897/?Dia_internacional_das_Zonas_%C3%9Amidas, acesso em março de 2015.

GILLES, Arnaud-Fassetta, FORT, Monique. FUSTEC, Éliane, LEFEUVRE, Jean-Claude (Éd.) - **Fonctions et valeurs des zones humides**. In: Géomorphologie : relief, processus, environnement. Juillet-septembre, vol. 8, n°3. pp. 279-280. Disponível em http://www.persee.fr/web/revues/home/prescript/article/morfo_1266-5304_2002_num_8_3_1151, acesso em março de 2015.

GOMES, A., J.L.F. TRICART e J. TRAUTMANN. 1987. **Estudo ecodinâmico da Estação Ecológica do Taim e seus arredores**. Editora da UFRGS, Porto Alegre.

GORHAM, E. (1991). **Northern peatlands: Role in the carbon cycle and probable responses to climate warming**, Ecol. Appl., 1, 182 – 195.

GREHS, S. A. **Evidências de Neotectônica e Implicações Ambientais na Região do Banhado do Taim, Rio Grande do Sul, Brasil**. In: 12º Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia e Ambiental, ABGE, 2008, Porto de Galinhas. Recife: Itarget, 2008. p. 1-10.

GRAVES Rose; WANG Deane; HOGAN C Michael. "**Ecotone**." In: Encyclopedia of Earth. Eds. Cutler J. Cleveland (Washington, D.C.: Environmental Information Coalition, National Council for Science and the Environment). [First published in the Encyclopedia of Earth May 22, 2010; Last revised May 24, 2010; Retrieved August 24, 2010]. Disponível em <http://www.eoearth.org/article/Ecotone>, acesso em maio de 2016.

GUADAGNIN, D. L. **Diagnóstico da situação e ações prioritárias para a conservação da zona costeira da Região Sul** - Rio Grande do Sul e Santa Catarina. Porto Alegre, FEPAM, 1999. 54p.

GUADAGNIN, D. L.; Peter, A. S.; PERELLO, L. F. C.; MALTICHIK, L. 2005. **Spatial and temporal patterns of waterbird assemblages in fragmented wetlands of southern Brazil**. Waterbirds, 28 (3): 261- 272.

GUÍA de Educación Ambiental: Humedales de Santa Lucía y su entorno. Proyecto SNAP (Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Uruguay) Montevideo Uruguay, 2006. (GUÍA Humedales de Santa Lucía y su entorno, 2006)

GUIDE SAGE, Mayenne: Guide méthodologique - Identification des zones humides fonctionnelles à l'échelle locale. Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SAGE) du bassin versant de la Mayenne (Adopté par la commission locale de l'eau le 30 avril 2009). Site Internet du SAGE (<http://www.sagemayenne.org>), Disponível em: http://www.gesteau.eaufrance.fr/DOC/SAGE/upload/doc_SAGE04018-1242825745.pdf, acesso em setembro de 2014.

GUIDE SDAGE Rhin et Meuse: **Guide méthodologique d'inventaire et de hiérarchisation des zones humides pour le bassin Rhin Meuse**. Centre d'Etudes Géographiques de l'Université de

Metz (CEGUM) et l'Agence de l'Eau Rhin-Meuse, 2014. 93p. . Il peut être téléchargé sur Internet à l'adresse suivante: <http://www.eau-rhin-meuse.fr/zones_humides>. Disponível em: <http://www.gesteau.eaufrance.fr/sites/default/files/guide_inventaire_zh.pdf>, acesso em fevereiro de 2015.

GUIDE TECHNIQUE INTERAGENCES: Les Zones Humides et la Ressource en Eau – **Les Fonctions des Zones Humides**. Conception: Groupement BURGÉAP, Jean-Louis Michelot, ACER CAMPESTRE, Ars Médias. Études sur L'eau n° 89, 2002. Disponível em: <http://www.eau-loire-bretagne.fr/espace_documentaire/documents_en_ligne/guides_zones_humides/fiches%20F.pdf>, acesso em setembro de 2014.

GUIDE D'ORIENTATION MÉTHODOLOGIQUE pour l'**inventaire des zones humides sur le Bassin de la Vilaine**. J.C. Clément (org.) - SDAGE Loire-Bretagne et adaptés au Bassin de la Vilaine. Disponível em: <<http://www.eptb-vilaine.fr/site/telechargement/SAGE/Guide%20methodologique.pdf>>, acesso em setembro de 2014.

HAILS A.J. **Wetlands, biodiversity and Ramsar Convention: the role of the convention wetlands in the conservation and wise use of biodiversity**. Ramsar Convention Bureau. Gland, Switzerland, 1996. 196 pp.

HUYGENS, Dries. et al. **Biogeochemical Nitrogen Cycling in Wetland Ecosystems: Nitrogen-15 Isotope Technique**. In: DeLAUNE R.D.; REDDY, K.R.; RICHARDSON, C.J.; MEGONIGAL, J.P. (editors) **Methods in Biogeochemistry of Wetlands**. Soil Science Society of America Book Series no. 10. Inc., Madison, Wisconsin, USA, 2013 (Chapter 30 p. 553).

HURT, G. W. and V.W. CARLISLE. 2001. **Delineating hydric soils. In Wetland Soils: Their Genesis, Morphology, Hydrology, Landscapes and Classification**. J.L. Richardson and M.J. Vepraskas, (Eds.) Lewis Publishers, Boca Raton, FL.

IBAMA. Unidades de conservação do Brasil: Parques nacionais e reservas biológicas. Brasília, 1989. v. 1, 192p.

INGLETT, P.W. (2008) **Biogeochemistry of Wetlands: Science and Applications**. Wetland Biogeochemistry Laboratory - Soil and Water Science Department - University of Florida. Disponível em: <<https://soils.ifas.ufl.edu/wetlands/teaching/Biogeo-PDF-files/Lecture-10-Sulfur%20cycling-Inglett%20%5BCompatibility%20Mode%5D.pdf>>, acesso em setembro de 2015.

ILHA, Henrique (ICMBio - Diretor da ESEC-TAIM). Palestra - 2º Colóquio Rio-Grandense de Conservação em Zonas Úmidas. Porto Alegre/RS, 25 a 28 de março de 2015.

IRGANG, B. E. **Comunidades de Macrófitas Aquáticas da Planície Costeira – Um Sistema de Classificação**. 1999. 149f. Tese (Doutorado em Botânica), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

ISA – Instituto Sócio-Ambiental. Almanaque Brasil Sócio-Ambiental. Ed. ISA, 551p. Disponível em: <<http://www.socioambiental.org/sites/blog.socioambiental.org/files/publicacoes/10297.pdf>>, acesso em março de 2015.

JENNY, Hans. **Factors of Soil Formation - A System of Quantitative Pedology**. New York: McGraw-Hill, 1941. Impressão digital disponível em: <<http://www.soilandhealth.org/01aglibrary/010159.Jenny.pdf>>, Acesso em setembro de 2013.

JUNK, Wolfgang J. **Definição e Classificação das Áreas Úmidas (AUs) Brasileiras: Base Científica para uma Nova Política de Proteção e Manejo Sustentável**. Instituto Nacional de Pesquisa e Tecnologia em Áreas Úmidas (INCT-Áreas Úmidas ou INAU) - Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), Cuiabá/ MT, 2011.

JUNK, Wolfgang J. **Entrevista para o Instituto Humanitas – UNISINOS/RS** segunda, 29 de julho de 2013: Disponível em: <<http://www.ihu.unisinos.br/entrevistas/522230-entrevista-especial-com-wolfgang-junk>>, acesso em março de 2015.

JUSTUS, J.O.; MACHADO, M.L.A. & FRANCO, M.S.M. 1986. Geomorfologia. In: Levantamento dos Recursos Naturais: Folha SH.22 Porto Alegre e parte das Folhas SH.21 Uruguiana e SI.22 Lagoa Mirim. Vol. 33. IBGE, Rio de Janeiro.

KAMPF, N. **O ferro no solo**. IN: Reunião sobre ferro em solos inundados, 1987, [Brasília]. [Trabalhos apresentados]. Brasília (DF): Provárzeas Nacional: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 1987.

KIRK, Guy J. D. **The Biogeochemistry of Submerged Soils**. The Atrium, Southern Gate, Chichester, West Sussex PO19 8SQ, England: John Wiley & Sons Ltd, 2004.

KURTZ, F.C.; ROCHA, J.S.M. da.; KURTZ, S.M. de J.M. 2001. **Zoneamento ambiental em Pantanais (Banhados)**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. 5(2):308-312. LABORATORY OF ECOHYDROLOGY ECHO. **Capítulo 9 - regimes hidrológicos**. Versãoepa 2015 Disponível em: <<http://echo2.epfl.ch/e-drologie/chapitres/chapitre9/chapitre9.html>>, acesso em novembro de 2015.

LE POINT SUR n°14 juin 2009. **Le phosphore dans les sols nécessité agronomique, préoccupation environnementale**). Commissariat général au développement durable • Service de l'observation et des statistiques. Disponível em: <http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/spipwwwmedad/pdf/Le_point_sur_14_cle2b73dd.pdf>, acesso em março de 2015.

LEWIS, William M. Jr. et al. (12 authors; National Research Council U.S). Committee on Characterization of Wetlands: **Wetlands: Characteristics and Boundaries**. Washington/USA, D.C., National Academy of Sciences: 1995. 306p. Disponível em: <<http://www.nap.edu/catalog/4766.html>> ou <www.national-academies.org>, acesso em março de 2015.

LYNN, W.C.; MC KINZIE, W.E. & GROSSMAN, R.B. **Field laboratory tests for characterization of Histosols**. In: AANDAHL, A.R.; BUOL, S.W.; HILL, D.E.& BAILEY, H.H., eds. **Histosols their characteristics, classification, and use**. Madison, SSSA, 1974. p.11-20. (Special Publication, 6)

LOPES, Renato Pereira; UGRI, André; BUCHMANN, Francisco Sekiguchi de Carvalho. **Dunas do Albardão, RS - Bela paisagem eólica no extremo sul da costa brasileira. Site do SIGEP, 2008**. Disponível em: <http://sigep.cprm.gov.br/sitio003/sitio003_impresso.pdf>, acesso em março de 2015.

MALANSON, G.P. **Effects of feedbacks and seed rain on ecotone patterns**. Landscape Ecology, 1997. pp. 27-38 a 48.

MALTBY, Edward and BARKER Tom (Edited by). **The Wetlands Handbook, 2 Volume** Set. USA (the Americas, & the Caribbean): Blackwell Publishing Ltd., 2009. 800 pages

MALTCHIK, L.; CALLISTO, M. **The use of rapid assessment approach to discuss ecological theories in wetland systems, southern Brazil**. Interciencia, 2004. 29(4): 219-223. Disponível em <http://www.scielo.org.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442004000400010&lang=pt>, acesso em setembro de 2014.

MALTCHIK, L. **Áreas úmidas: importância, inventários e classificação**. Ed. São Leopoldo: Unisinos, 2003a. 79p.

MALTCHIK, L. **Three new wetlands inventories in Brazil**. Interciencia, 2003b. 28(7): 421-423.

MALTCHIK, L. **Áreas úmidas: importância, inventários e classificação** In: Maltchik, L. Biodiversidade e conservação de áreas úmidas da bacia do Rio dos Sinos. São Leopoldo: Ed. Unisinos, 2003c. 79p.

MALTCHIK, L.; ROLON, A. S.; GUADAGNIN, D.; STENERT, C. 2004. **Wetlands of the Rio Grande do Sul, Brazil: a classification with emphasis on their plant communities**. Acta Limnológica

Brasiliensis, 16 (2): 137-151. Disponível em: http://www.ablimno.org.br/acta/pdf/acta_limnologica_contents1602E_files/Art4_16%282%29.pdf, acesso em setembro de 2014.

MALTCHIK, L.; LACERDA, T.; ROLON, A.S. **Macrófitas aquáticas de um canal de irrigação de lavoura de arroz da planície costeira do Rio Grande do Sul**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 5, 2007, Pelotas. Anais... Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2007. p. 353-358.

MARQUES, D.M. et al. 2000. **O Sistema hidrológico do Taim**. Site 7. Disponível em: <http://www.peld.ufrgs.br/>. Acesso em: 01 nov. 2006.

MAUHS, Julian; MARCHIORETTO, Maria Salete & BUDKE, Jean Carlos. **Riqueza e biomassa de macrófitas aquáticas em Uma área úmida na planície costeira do Rio Grande do Sul, Brasil**. PESQUISAS, BOTÂNICA Nº 57: 289-302. São Leopoldo, Instituto Anchietano de Pesquisas, 2006. Disponível em: <http://www.anchietano.unisinos.br/publicacoes/botanica/botanica57/artigo14.pdf>, acesso em março de 2015.

MEDDE - Le projet EXPLORE 2070. Ministère De L'écologie, du Développement Durable, De L'énergie. **Vulnérabilité des milieux aquatiques et de leurs écosystèmes: Etude des zones humides**. République Française, Octobre 2012. Disponível em: http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/Etude_sur_les_zones_humides.pdf, acesso em novembro de 2015.

MEDDE, GIS Sol. 2013. **Guide pour l'identification et la délimitation des sols de zones humides**. Ministère de l'Écologie, du Développement Durable et de l'Énergie, Groupement d'Intérêt Scientifique Sol, 63 pages. Coordination: Emmanuel Thiry et Rédaction: Nathalie Schnebelen et Bertrand Laroche. (MEDDE, GIS Sol. 2013) Disponível em: www.developpement-durable.gouv.fr, acesso em setembro de 2013.

MELTON, J. R. et al. Present state of global wetland extent and wetland methane modelling: conclusions from a model inter-comparison Project (WETCHIMP). *Biogeosciences*, 10, 753–788, 2013. Disponível em: <http://www.biogeosciences.net/10/753/2013/bg-10-753-2013.pdf>, acesso em outubro de 2015.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Convenção de Ramsar**. Página da Web: Brasília, 19 de Março de 2015. Disponível em <http://www.mma.gov.br/biodiversidade/biodiversidade-aquatica/zonas-umidas-convencao-de-ramsar>, acesso em março de 2015. (Ministério do Meio Ambiente, homepage de 19/03/2015)

MITSCH, William J. & GOSSSELINK, James G. **Wetlands**. Van Nostrand Reinhold Co. New York, 1986. 539p.

MITSCH, William J. & GOSSSELINK, James G. **The value of wetlands: importance of scale and landscape setting**. Elsevier Science, *Ecological Economics* 35 (2000) 25–33.

MITSCH, W., J. GOSSSELINK, L. Zhang, and C. Anderson. 2009. **Wetland ecosystems**. New York, N.Y.: John Wiley.

MOORE, Peter D. **Wetlands**. Illustrations by Richard Garratt - Rev. ed. p. cm.- (Ecosystem). United States of America: Library of Congress, 2008. 289pp.

MOORE, T. R., and R. KNOWLES (1987), **Methane and carbon dioxide evolution from subarctic fens**, *Can. J. Soil Sci.*, 67, 77 – 81. Disponível em: <http://pubs.aic.ca/doi/pdf/10.4141/cjss87-007>, acesso em março de 2015.

MOORE, T. R., and R. KNOWLES (1989). **The influence of water table levels on methane and carbon dioxide emissions from peatland soils**, *Can. J. Soil Sci.* 69, 33 – 38. Disponível em: <http://pubs.aic.ca/doi/pdf/10.4141/cjss89-004>, acesso em março de 2015.

MUNSELL soil color charts. New Windsor: Kollmorgen Instruments – Macbeth Division, 1994.

NEIFF, J. J. IRIONDO, M. H. & CARIGNAN, R. **Large tropical South American wetlands: an overview**. Proc. Of the Internat. Workshop on the Ecology and Management of Aquatic-Terrestrial Ecotones, 1994. p: 156-165.

NEIFF, J. J. 1997. **Aspectos conceptuales para la evaluación ambiental de tierras húmedas de América del Sur**. Proc. VIII Sem. Regional de Ecología, Vol. VIII: 1-18. Brasil: UFSCAR.

NEIFF, J.J. **Humedales de la Argentina: sinopsis, problemas y perspectivas futuras**. In El Agua en Iberoamerica, Funciones de los humedales, calidad de agua y agua segura (A.F. Cirelli, ed.). CYTED, Argentina, 2001. p. 83-112.

NEIFF, J.J. **Planícies de inundação são ecótonos?** In: HENRY, R. (Org.). Ecótonos nas interfaces dos ecossistemas aquáticos. São Carlos: Ed. RiMa, 2003, p.29-45.

PEREIRA, Cláudio Corrêa. **80 Minuanos para Carlota Joaquina**. Porto Alegre: Evangraf, 2015.

PINTO, L. F. Spinelli. **Processos pedogenéticos** (Apostila de aula). Disciplina de Pedologia do Curso de Pós-Graduação PPGMACSA/ Faculdade de Agronomia da Universidade Federal de Pelotas, 2013.

PIVARI, M.; POTT, V. POTT, A. **Macrófitas aquáticas de ilhas flutuantes (bacieiros) nas sub-regiões do Abobral e Miranda, Pantanal, MS**, Brasil. Acta Botanica Brasilica, v.2, n.22, p.563-571, 2008.

PONNAMPERUMA, F.N. **The chemistry of submerged soils**. Adv. In Agron., New York, v.24, p.29-96, 1972.

RADAMBRASIL. **Levantamento de Recursos Naturais**. IBGE, Rio de Janeiro. v.33, 1986.790p

RAGHOTHAMA, K. G.; KARTHIKEYAN, A. S. **Phosphate acquisition**. Plant and Soil, The Hague, v. 274, p. 37-49, 2005.

RAMSAR Convention Bureau (By Edward B Barbier Mike Acreman and Duncan Knowler). **Economic valuation of wetlands: A guide for policy makers and planners**. Gland, Switzerland, 1997. Disponível em: <http://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/pdf/lib/lib_valuation_e.pdf>, acesso em março de 2015.

RAMSAR Rapport technique nº 3 (Série des publications techniques de la CBD nº 27). Org.: Rudolf de Groot; Mishka Stuij; Max Finlayson & Nick Davidson. **Évaluation des zones humides: Orientations sur l'estimation des avantages issus des services écosystémiques des zones humides**. Secrétariat de la Convention de Ramsar/. Gland, Suisse: June, 2007. Disponível em: <http://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/pdf/lib/lib_rtr03_f.pdf>, acesso em março de 2015.

REDDY, K. R., WETZEL, R. G., and KADLEC, R. H.: **Biogeochemistry of phosphorus in wetlands**, in: Phosphorus: Agriculture and the Environment, edited by: Sims, J. T. and Sharpley, A. N., American Society of Agronomy, Madison, WI, 263–316, 2005.

RICHARDSON J. L.; VEPRASKAS Michael J.; **WETLAND SOILS: Genesis, Hydrology, Landscapes, and Classification**. USA/United States of America: Lewis Publishers, 2001. (RICHARDSON & VEPRASKAS, 2001)

RICHARDSON, A.J. ;TAYLOR, I.R. **Are rice fields in southeastern Australia an adequate substitute for natural wetlands as foraging areas for egrets?** Waterbirds, v.26. p.353-363, 2003. (RICHARDSON & TAYLOR, 2003)

RINGUELET, R.A. 1962. **Ecología acuática continental**. Buenos Aires: EUDEBA, 138 p.

ROGOBETE, Gh. & GROZAV, Adia. **Soil genesis and problematic soils**. Research Journal of Agricultural Science, 45 (2), 2013.

ROLON, A. S.; MALTCHIK, L. 2006. **Environmental factors as predictors of aquatic macrophyte richness and composition in wetlands of southern Brazil**. Hidrobiologia, 556: 221-231.

ROSA, C. M. et al. **Teor e qualidade de substâncias húmicas de planossolo sob diferentes sistemas de cultivo**. Cienc. Rural, Santa Maria, v. 38, n. 6, 2008.

ROSA, Maria Luiza Correa da Camara. **Análise gravimétrica e magnetométrica da Região Sul da Província Costeira do Rio Grande do Sul, setor sudoeste da Bacia de Pelotas**. Porto Alegre: IGEO/UFRGS, 2009. [79f.].

RUSSI D., ten Brink P., Farmer A., Badura T., Coates D., Förster J., Kumar R. and Davidson N. (2013). **The Economics of Ecosystems and Biodiversity for Water and Wetlands**. IEEP, London and Brussels; Ramsar Secretariat, Gland. (RUSSI et al., 2013)

SAGE (Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux) Rance, Frémur, Baie de Beausseis - **Vademecum sur les zones humides à l'usage des collectivités (Restauration de zones humides)**. Réalisé par la Commission Locale de l'eau du SAGE Rance Frémur baie de Beausseis (Comité de Bassin: Loire-Bretagne) France, janvier 2014. (SAGE Rance, Frémur, Baie de Beausseis, 2014)

SAGE (Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux). **Guide d'orientation méthodologique pour l'inventaire des zones humides sur le Bassin de la Vilaine**. France: Bassin de la Vilaine,

SAGE (Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux) de la Nappe de Beauce et de ses milieux aquatiques associés. **Guide méthodologique pour l'inventaire communal des zones humides**. Pays Beauce Gâtinais Pithiverais - Bassins: Loire Bretagne et Seine Normandie, 11 juin 2013.

Disponível em: <http://www.gesteau.eaufrance.fr/DOC/SAGE/upload/doc_SAGE04021-1292945471.pdf>, acesso em março de 2015.

SAGE de la Nappe de Beauce (Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux de la nappe de Beauce). Disponível em: <http://www.gesteau.eaufrance.fr/DOC/SAGE/upload/doc_SAGE04021-1292945471.pdf>, 2013.

SAINT-HILAIRE, A. de. **Viagem ao Rio Grande do Sul: 1820-1821**. Belo Horizonte: Itatiaia, 1974. 215p.

SANTOS, R.D.; LEMOS, R.C.; SANTOS, H.G.; KER, J.C.; ANJOS, L. H.C. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 6.ed. Viçosa, MG : SBSC/SNLCS, 2013.

SCHAEFFER-NOVELLI, Yara. **Grupo de ecossistemas: manguezal, marisma e apicum**. São Paulo/SP, 1999. 119 p. (Programa Nacional da Diversidade Biológica – Pronabio. Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira – Probio. Subprojeto Avaliação e Ações Prioritárias para a Conservação da Biodiversidade da Zona Costeira e Marinha.). Disponível em: <http://www.anp.gov.br/meio/guias/5round/refere/manguezal_marisma_apicum.pdf>, acesso em novembro de 2015.

SCOTT, Jackson. **Delineating Bordering Vegetated Wetlands** - Under the Massachusetts Wetlands Protection Act. EUA: University of Massachusetts (Department of Forestry and Wildlife Management), 1995. Disponível em: <http://ag.umass.edu/sites/ag.umass.edu/files/interest-topics/pdfs/bwmanua_0.pdf>, acesso em setembro de 2014.

SENA SOBRINHO, M. (1963). Reconhecimento geológico nos banhados do Taim. Grupo de Planejamento da Baixada Sul Riograndense. Porto Alegre, 17 p.

SOTT, D.A. and CARBONELL, M. A. **Directory of Neotropical Wetlands**. IUCN – International Union for Conservation of Nature and Natural Resources, Gland and Cambridge, 684pp. (January 1986).

SECRÉTARIAT DE LA CONVENTION DE RAMSAR, 2013. Le Manuel de la Convention de Ramsar: Guide de la Convention sur les zones humides (Ramsar, Iran, 1971), 6e édition. Secrétariat de la Convention de Ramsar, Gland, Suisse.

SILVA NETO, Luis de França da. **Pedogênese e matéria orgânica de solos hidromórficos da região metropolitana de Porto Alegre**. Tese de Doutorado em Ciência do Solo. Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. (109 p.) Setembro, 2010.

SIMONSON R.W., 1959. **Outline of a Generalized Theory of Soil Genesis**. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 23: 152-156.

SMITH, Thomas B., WAYNE Robert K., GIRMAN Derek J. and BRUFORD Michael W. **A role for ecotones in generating rainforest biodiversity**. Science, 1997. pp. 276, 1855-1857.

SPRECHER S. W. **Basic Concepts of Soil Science**. In: RICHARDSON J. L.; VEPRASKAS Michael J.; **WETLAND SOILS: Genesis, Hydrology, Landscapes, and Classification**. USA/United States of America: Lewis Publishers, 2001.

STOLK, M. E., P. A. VERWEIJ, M. Stuip, C. J. Baker and W. Oosterberg. **Valoración Socioeconómica de los Humedales en América Latina y el Caribe**. Wetlands International. Los Países Bajos, 2006.

SUGUIO, Kenitiro. Tópicos de Geociências para o Desenvolvimento Sustentável: **As Regiões Litorâneas**. Geologia USP, Série didática. [online]. 2003, vol.2, pp. 1-40. ISSN 1677-7549. Disponível em: <<http://ppegeo.igc.usp.br/pdf/guspsd/v2/did2.pdf>>, acesso em março de 2015.

SUNDARESHWAR, P. V., MORRIS, J. T., KOEPLER, E. K., and FORNWALT, B.: **Phosphorus limitation of coastal ecosystem processes**, Science, 299, 563–565, 2003.

TINER, Ralph W. **The primary indicators method - A practical approach to wetland recognition and delineation in the united states**. U.S. Fish and Wildlife Service - Region 5 . The Society of Wetlands Scientists: WETLANDS, VoL 13, No. 1, March 1993, pp. 50... 64. Disponível em: <<http://www.fws.gov/wetlands/Documents%5C%5CThe-Primary-Indicators-Method-A-Practical-Approach-to-Wetland-Recognition-and-Delineation-in-the-United-States.pdf>>, Acesso em março de 2015.

TINER, Ralph W. **Wetland indicators**. Lewis. New York, USA, 1999. 392 pp. (Tiner R. W., 1999)

TINER, Ralph W., BURKE, David Grinnell. **Wetlands of Maryland**. U.S. Fish and Wildlife Service. Region 5, Maryland. Department of Natural Resources, National Wetlands Inventory (U.S.). The Service, 1995. 193 pp.

TOMAZELLI, L.J.; BARBOZA, E.G.; DILLENBURG,S.R.; ROSA,M.L.C.C;CARON,F. 7 LIMA, L.G. 2008. **Implantação, preenchimento e desenvolvimento de vales incisos na porção sul da Planície Costeira do Rio Grande do Sul**. Projeto PETROBRAS. Relatório Interno. 102p.

TRAVESSAS, Felipe de Almeida; DILLENBURG, Sérgio Rebello; CLEROT, Luiz Carlos Pinheiro. **Estratigrafia e evolução da barreira holocênica do rio grande do sul no trecho tramandaí-cidreira**. Boletim Paranaense de Geociências, n. 57, p. 57-73, 2005. Editora UFPR. Disponível em: <<http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs/index.php/geociencias/article/viewFile/6043/7154>>, Acesso em março de 2015.

TURNER, R. E., NANCY, N. N., JUSTIC, D., and DORTCH, Q.: **Future aquatic nutrient limitations**, Mar. Pollut. Bull., 46, 1032–1034, 2003.

UFPEL – Universidade Federal de Pelotas/RS. Manual para elaboração de Trabalhos Acadêmicos (2013). Disponível em: <http://sisbi.ufpel.edu.br/arquivos/PDF/Manual_Normas_UFPel_trabalhos_acad%C3%AAmicos.pdf>, acesso em março de 2014.

UNL Water - University of Nebraska/Lincoln. **Dynamics of Wetlands**. Página da Web, 2014. Disponível em: <<http://water.unl.edu/wetlands/dynamics>>, acesso março de 2015.

US Army Corps of Engineers. **Corps of Engineers Wetlands Delineation Manual**. Wetlands Research Program Technical Report Y-87-1 (on-line edition), 1987. Disponível em: <<http://www.cpe.rutgers.edu/Wetlands/1987-Army-Corps-Wetlands-Delineation-Manual.pdf>>, acesso em setembro de 2015.

UNITED STATES, Fish and Wildlife Service. **Classification of wetlands and deepwater habitats of the United States**. Biological services program: FWS/OBS-79/3, december 1979 (Reprinted 1992) Disponível em: <<http://www.fws.gov/wetlands/documents/classification-of-wetlands-and-deepwater-habitats-of-the-united-states.pdf>>, acesso em dezembro de 2015.

UNITED STATES - Environmental Protection Agency (EPA). 2008. **Methods for Evaluating Wetland Condition: Wetland Hydrology**. Office of Water, U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC. EPA-822-R-08-024. Disponível em: <http://www2.epa.gov/sites/production/files/documents/wetlands_20hydrology.pdf>, acesso em novembro de 2015.

USDA - United States Department of Agriculture, NRCS - Natural Resources Conservation Service. 2010. **Field Indicators of Hydric Soils in the United States**, Version 7.0. L.M. Vasilas, G.W. Hurt, and C.V. Noble (eds.). USDA, NRCS, in cooperation with the National Technical Committee for Hydric Soils. Disponível em: <http://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE_DOCUMENTS/nrcs142p2_050723.pdf>, acesso em outubro de 2015.

VERHOEVEN, J. T. A., ARHEIMER, B., Yin, C., and HEFTING, M. M.: **Regional and global concerns over wetlands and water quality**, Trends Ecol. Evol., 21, 96–103, 2006.

VILLWOCK, J.A.; TOMAZELLI, L.J. 1995. **Geologia Costeira do RS**. Notas Técnicas, 08: 27-29.

WARNER, B.G. & RUBEC C.D.A. (Éditeurs). **Système de classification des terres humides du Canada**. Waterloo (Ontario): Université de Waterloo/Centre de recherche sur les terres humides, 1997 (Deuxième édition). Disponível em: <http://www.gret-perg.ulaval.ca/fileadmin/fichiers/fichiersGRET/pdf/Doc_generale/frenchWetlands.pdf>, acesso em novembro de 2015.

WIDHOLZER, F. L. (fotografia de MARIGO, L. C. e poesia de & CESAR, G.) **Banhados Rio Grande do Sul/Brasil - Marshes**. Rio de Janeiro: Riocell S.A., 1986. 80 p.

WINCKLER SOSINSKI, Lilian Terezinha & PERERA, Mariana Brauner. **Levantamento da Comunidade de Macroinvertebrados Bentônicos em Lavouras de Arroz Irrigado**. Embrapa Clima Temperado - Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 148. Pelotas, RS 2011. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/67320/1/Boletim-148-corrigido.pdf>, acesso em outubro de 2015. (WINCKLER SOSINSKI & PERERA, 2011)

WISCONSIN COASTAL MANAGEMENT PROGRAM (1995). **Basic Guide to Wisconsin's Wetlands and Their Boundaries**. EUA/Wisconsin Department of Administration, Madison, WI. 88 pp. Disponível em: <ftp://doaftp1380.wi.gov/doadocs/Guide%20to%20Wisconsin%20Wetlands.pdf>, Acesso em outubro de 2014.

WOHLGEMUTH, Maryann. **Nontidal wetlands, functions and values** (Technical Report Special Edition) Virginia Institute of Marine Science. Wetlands Program, 1991. Disponível em: <http://ccrm.vims.edu/publications/wetlands_technical_reports/91A.pdf>, acesso em dezembro de 2015.

Apêndice 1. Caracterização do perfil 1

Data: 26 de maio de 2014

Classificação: Gleissolo Melânico Ta Eutrófico luvissólico (ou chernossólico?)

Unidade de mapeamento:

Localização: Estação Ecológica do Taim e adjacências (municípios: Rio Grande e Santa Vitória do Palmar/RS)

Coordenada geográfica: 32°32'13.36" S; 52°31'37.19"W (SIRGAS 2000)

Litologia: sedimentos argilo-siltosos

Formação geológica: Depósitos de planície lagunar do Sistema Laguna-Barreira IV

Pedregosidade: não pedregoso

Rochosidade: não rochoso

Relevo local: plano

Relevo regional: plano

Erosão: não aparente

Drenagem: muito mal drenado

Vegetação primária: campos nativos (pág 294 – Floresta Subtropical Hidrófila de Várzea)

Uso atual: parte área particular utilizada em pastejo de gado bovino e equino e parte reserva ecológica

Clima segundo classificação köppen: cfa

Descrito e coletado por: Marcelo Goñi Braga, Luiz Fernando Spinelli Pinto e Pablo Miguel

Descrição Morfológica

A	0 – 20 cm; preto (2,5Y 2,5/1 úmida) cinzento muito escuro (2,5Y 3/1 seca); argila; moderada, pequena a média, blocos angulares; extremamente dura, firme a muito firme, muito plástica e muito pegajosa.
AB	20 – 30 cm; preto esverdeado (10Y 2,5/1 úmida) preto esverdeado (10Y 2,5/1 seca); argila; extremamente dura, muito firme, muito plástica e muito pegajosa.
B	30 – 50 cm; preto esverdeado (10Y 2,5/1 úmida) e preto esverdeado (10Y 2,5/1 seca); argila; extremamente dura, muito firme, muito plástica e muito pegajosa.
BC	50 – 65 cm; preto esverdeado (10Y 2,5/1 úmida) e preto esverdeado (10Y 2,5/1 seca); argila; extremamente dura, firme a muito firme, muito plástica e pegajosa a muito pegajosa.
C1	65 – 85 cm; preto (5Y 2,5/1 úmida) e cinzento-oliváceo-escuro (5Y 3/2 seca); franco-arenosa; dura a muito dura, firme a friável, pegajosa e muito plástica.
2C2	85 – 120 + cm; cinzento-oliváceo (2,5Y 5/2 úmida) e cinzento-oliváceo-claro (2,5Y 6/2 seca); areia franca; dura a ligeiramente dura, friável, não pegajosa e ligeiramente plástica.

OBSERVAÇÕES: Apresenta poucos mosqueados no Hz BC (sem possibilidade de definir a cor). Hz C1 apresenta bolsas de areia na cor 2,5Y 6/4. Foi feita apenas a descrição da estrutura do horizonte A pois a coleta com trado holandês alterou a estrutura dos demais horizontes.

Análise Granulométrica

Hor.	Prof. (cm)	Composição granulométrica g kg ⁻¹			Relação silte/argila
		Areia	Silte	Argila	
A	0 – 20	56	381	563	0,68
AB	20 – 30	164	403	433	0,93
B	30 – 50	233	151	615	0,25
BC	50 – 65	424	172	404	0,43
C1	65 – 85	619	199	182	1,09
2C2	85 – 120 +	875	94	31	3,06

Análise Química

Horizontes	pH H ₂ O	pH CaCl ₂	pH KCl	Complexo sortivo – cmol _c kg ⁻¹							
				Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Valor S	H ⁺	Al ³⁺	CTC
A	5,26	4,87	4,39	16,18	3,26	0,24	0,31	19,99	7,00	0,61	27,60
AB	5,10	4,68	4,21	15,01	3,06	0,29	0,18	18,54	6,16	0,63	25,33
B	4,71	4,48	3,92	13,03	3,22	0,48	0,09	16,82	4,99	1,83	23,64
BC	4,65	4,37	3,80	10,36	2,73	0,55	0,07	13,71	4,38	1,68	19,77
C1	4,80	4,18	4,01	5,29	1,50	0,36	0,03	7,18	2,13	0,85	10,16
2C2	5,48	5,11	4,95	2,03	0,63	0,10	0,01	2,77	0,52	0,18	3,47

Horizontes	Al	Valor V	P Assimilável	K Assimilável	C orgânico
	%		mg kg ⁻¹		g kg ⁻¹
A	2,96	72,43	1,0	122,5	33,95
AB	3,29	73,19	0,4	68,5	25,70
B	9,81	71,15	0,3	36,0	16,94
BC	10,92	69,35	0,3	27,5	12,89
C1	10,59	70,67	0,4	10,5	4,79
2C2	6,10	79,83	0,5	2,0	1,18

Apêndice 2 - Caracterização dos solos da transecção junto a Lagoa do Nicola

Tabela 1 – Caracterização química

Amostra	Hori-zonte	pH H ₂ O	pH Ca Cl ₂	pH KCl	Complexo sortido – cmol _c kg ⁻¹							
					Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Valor S	H ⁺	Al ³⁺	CTC pH7
P2	A	5,52	4,63	4,27	19,71	3,57	0,25	0,08	23,61	5,56	0,47	29,64
	B	5,44	4,70	4,17	20,24	4,36	0,40	0,04	25,04	6,94	0,67	32,65
	C	6,15	5,48	5,04	23,71	2,74	0,28	0,03	26,76	1,96	0,20	28,92
P3	A	5,70	4,97	4,44	24,04	4,63	0,19	0,06	28,92	6,58	0,39	35,89
	B	5,09	4,78	4,20	25,96	5,61	0,31	0,03	31,91	8,02	0,48	40,41
P4	A	5,76	4,96	4,41	22,97	4,32	0,15	0,05	27,49	6,98	0,39	34,86
	B	5,51	4,76	3,96	25,32	5,22	0,36	0,04	30,94	8,89	0,61	40,44
P5	A1	5,83	4,94	4,30	26,17	4,32	0,23	0,08	30,8	8,34	0,52	39,66
	A2	5,75	4,89	4,21	25,74	4,97	0,34	0,04	31,09	7,52	0,49	39,10
	AC	5,69	4,70	4,06	18,80	3,98	0,32	0,03	23,13	6,55	0,61	30,29
P6	A	5,59	5,01	4,61	30,77	3,51	0,19	0,08	34,55	6,66	0,37	41,58
	AC	5,39	4,64	4,04	22,86	3,78	0,32	0,03	26,99	6,68	0,93	34,72
	C	5,44	4,57	4,03	11,48	2,42	0,34	0,07	14,31	4,38	0,92	19,61
P7	A1	5,89	5,51	5,14	22,59	4,10	0,30	0,27	27,26	4,50	0,22	31,98
	A2	6,24	5,53	5,01	23,88	6,04	0,52	0,23	30,67	4,58	0,20	35,45
	AC	6,24	5,57	5,09	15,49	4,76	0,16	0,21	20,62	2,47	0,18	23,27
P8	A	5,47	5,18	4,69	27,40	4,69	0,72	0,08	32,89	11,52	0,20	44,61
	2C	6,50	5,79	5,66	9,29	0,63	0,10	0,07	10,09	1,39	0,22	11,70
	substrato	5,83	5,18	5,02	3,10	0,32	0,03	0,03	3,48	1,72	0,17	5,37
P9	substrato	4,88	4,20	4,27	3,04	0,83	0,30	0,07	4,24	2,31	1,50	8,05

Tabela 2 – Continuação da caracterização química do transecto.

Amostra	Horizonte	Al	V	P Assimilável	K Assimilável	C Orgânico
P2	A	1,95	79,66	0,7	32,0	43,30
	B	2,61	76,69	0,4	17,0	24,82
	C	0,74	92,53	0,3	10,5	9,87
P3	A	1,33	80,58	0,8	22,5	35,65
	B	1,48	78,97	22,0	12,5	27,84
P4	A	1,40	78,86	0,7	21,5	40,58
	B	1,93	76,51	0,4	14,5	25,56
P5	A1	1,66	77,66	0,7	32,5	49,27
	A2	1,55	79,51	0,6	14,0	33,29
	AC	2,57	76,36	0,4	12,5	19,52
P6	A	1,06	83,09	0,8	33,0	47,13
	AC	3,33	77,74	0,4	12,5	23,13
	C	6,04	72,97	0,3	26,5	10,09
P7	A1	0,80	85,24	1,0	104,5	50,82
	A2	0,65	86,52	0,6	89,0	37,78
	AC	0,87	88,61	0,8	82,5	21,00

P8	A	4,66	64,80	0,8	11,5	107,8
	2C	2,13	86,24	0,9	29,0	16,42
	substrato	0,60	73,73	0,6	32,5	10,50
P9	substrato	26,13	52,67	1,0	29,0	16,72

Tabela 3 – Caracterização granulométrica da transecção.

Amostra	Horizonte	Areia	Silte	Argila	Silte/Argila	Profundidade camada arenosa
		g kg ⁻¹				
P2	A	51	368	581	0,63	
	B	30	188	782	0,24	
	C	487	219	294	0,74	-
P3	A	36	514	449	1,14	
	B	2	341	657	0,52	-
P4	A	84	322	594	0,54	
	B	7	288	705	0,41	85cm
P5	A1	23	648	329	1,97	
	A2	24	624	353	1,77	
	AC	95	604	301	2,01	70cm
P6	A1	83	599	318	1,89	
	A2	113	602	286	2,11	
	AC	226	545	230	2,37	60cm
P7	A1	62	590	348	1,69	
	A2	3	643	354	1,82	
	AC	142	594	264	2,25	55cm
P8	A	36	618	346	1,79	
	2C	736	209	55	3,80	
	substrato	877	110	13	8,50	35cm
P9	substrato	852	131	18	7,37	

P10 – Areia superficial com pouca matéria orgânica, já com lâmina de água e vegetação rala – ponto não amostrado

P11 – Lâmina de água com pouca vegetação. Percorrendo mais 20m a vegetação se extingue, ficando apenas o espelho de água sobre a areia - ponto não amostrado

ANEXOS – Perfis levantamento de solos Cunha et al. (1996)

TABELA 33 - Informações do perfil 4 VIII (Jacaré) da unidade Bli.

a) Classificação: SBCS - Gleis húmicos eutróficos, A chernozêmico, Ta, tex. argilosa, rel. plano, fase veg. aquática; Soil Taxonomy - Vertic Cumulic Humaquept. b) Localização: banhado do Taim, próximo ao canal. c) Geologia regional: sedimentos holocênicos. d) Material de origem: sedimentos argilosos. e) Geomorfologia: banhados de borda da lagoa. f) Drenagem: muito mal drenado. g) Erosão: não há. h) Pedregosidade: não há. i) Rochosidade: não há. j) Vegetação: aquática. p) Descrição do perfil:

A11	0-40	Preto (10 YR 2/1, úmido); argila pesada; muito pegajoso e muito plástico; transição clara e plana.
A12	40-60	Preto (N 2/ , úmido); argila pesada; cerosidade forte e abundante dando a impressão de se tratar de <i>slikenside</i> ; muito pegajoso e muito plástico; transição abrupta e plana.
IIC1g	60-100	Cinza escuro (N 4/ , úmido); argila pesada; muito pegajoso e muito plástico; transição abrupta e plana.
IIC2g	100-110	Bruno-acinzentado (10 YR 5/2, úmido); areia; não pegajoso e não plástico.

Fonte: CNPS.

TABELA 34 - Resultado das análises do perfil 4 VIII (Jacaré) da unidade Bli.

Fatores	Horizontes			
	A11	A12	IIC1g	IIC2g
Espessura (cm)	0-40	40-60	60-100	100-110
C orgânico %	6.81	7.92	1.33	--
N total %	0.75	0.45	0.12	--
C/N	9	18	0.12	--
P (ppm)	1	0,5	--	--
pH (H ₂ O)	4,8	4,9	5,3	--
pH (KCl)	4,4	4,5	4,7	--
Ca me/100g	27,7	57,4	21,8	--
Mg "	27,1	22,6	9,3	--
K "	0,70	0,32	0,42	--
Na "	0,89	1,01	0,89	--
S "	56,4	81,3	32,4	--
Al "	0,3	0,2	0	--
H "	18,8	21,5	4,1	--
T "	75,5	103,0	36,5	--
V %	75	79	89	--
Cascalho %	--	--	--	--
Silte %	26	19	26	--
Argila %	74	81	74	--
Arg. natural %	16	26	62	--
Agregação %	78	68	16	--
Textura	C	C	C	--
Ds. real	1,8	2,0	2,2	--
SiO ₂ %	27,6	9,7	36,5	--
Al ₂ O ₃ %	16,6	17,0	12,5	--
Fe ₂ O ₃ %	6,1	6,2	5,5	--
TiO ₂ %	0,45	0,52	0,59	--
K1	2,76	0,97	4,82	--
Kr	2,24	0,79	3,78	--

Fonte: CNPS.

TABELA 62 - Descrição e resultados analíticos do perfil B-25 do subgrupo Hydric Haplaquent.

a) Descrição:

Hz	Esp. (cm)	Descrição
O	0-20	Argila escura, com grande abundância de raízes e matéria orgânica. pH 5,3.
IIC1	20-80	Argila escura. Raízes finas e médias abundantes. pH 6,8.
IIC2	50-220	Argila cinzenta-azulada. Raízes finas e muito abundantes que diminuem com a profundidade. pH 6,8. Aos 2 metros nota-se um pouco do cheiro de SH ₂ .
IIIC3	220-250	Areia a franco-arenoso. Sem raízes com forte cheiro de SH ₂ . pH úmido 6,8. pH 2,3, depois do tratamento com H ₂ O ₂ .

b) Resultados analíticos:

Fatores	Horizontes			
	O	IIC1	IIC2	IIIC3
M. O. %	15,86	1,38	2,15	0,86
pH	5,30	6,80	6,80	6,80
A. grossa %	0,0	0,0	0,4	1
A. fina %	-	15	18	89
Silte %	-	17	15	2
Argila %	-	68	67	8
Ca me/100g	20,00	17,80	20,50	2,00
Mg "	11,50	13,30	11,80	1,70
K "	0,70	0,90	0,90	0,10
Na "	6,10	7,00	8,20	2,40
S "	38,30	39,00	41,40	6,20
H "	16,2	1,2	0,9	1,8
Al "	0,3	0,0	0,0	0,0
S "	15,5	19,5	15,0	1,5
T "	31,7	20,7	24,0	3,3
V %	49	94	63	45

Fonte: Brasil, (1970).

TABELA 63 - Descrição e resultados analíticos do perfil A-55 do subgrupo Euleptistic Hydraquent.

a) Descrição:

Hz	Esp. (cm)	Descrição
O	0-50	Matéria orgânica do tipo fibrico que, com a profundidade, apresenta-se mais decomposta. pH 5,7 úmido, depois de tratar com H ₂ O ₂ . pH 3,0.
IIC1	50-120	Argila pesada escura, com raízes finas e abundantes, pH 7,6.
IIIC2	120-180	Areia branca muito saturada e apresenta ligeiro odor de SH ₂ . pH 6,4 úmido.

Continuação Tabela 63

b) Resultados analíticos:

Fatores	Horizontes		
	O	IIC1	IIIC2
M. O. %	16,21	2,41	0,51
pH	5,70	7,60	6,40
A. grossa %	-	0,2	2
A. fina %	-	2	90
Silte %	-	12	2
Argila %	-	86	6
Ca me/100g	19,1	21,70	3,10
Mg "	11,60	13,50	1,60
K "	1,50	2,20	0,20
Na "	5,00	4,80	0,90
S "	37,20	42,20	5,80
H "	6,0	1,1	1,0
Al "	0	0	0
S "	3,0	22,0	16,0
T "	9,0	23,1	17,0
V %	33	95	94

Fonte: Brasil, (1970).

TABELA 64 - Descrição e resultados analíticos do perfil A-45 do subgrupo Dysleptic Hydraquent.

a) Descrição:

Hz	Esp. (cm)	Descrição
O	0-20	Solo turfoso, com alto teor de matéria orgânica. pH 6,3 úmido.
IIC1	20-120	Argila cinzenta. Raízes finas e freqüentes. pH 6,5 úmido.
IIIC2	120-160	Areia cinzenta saturada. Sem raízes. pH 5,2 úmido e depois do ataque com H ₂ O ₂ , pH 3,8.

b) Resultados analíticos:

Fatores	Horizontes		
	O	IIC1	IIIC2
M. O. %	22,5	2,76	0,43
pH	6,30	6,50	5,20
A. grossa %	-	0,4	1
A. fina %	-	1	91
Silte %	-	12	2
Argila %	-	87	2
Ca me/100g	20,20	21,20	2,10
Mg "	13,00	13,50	1,00
K "	1,30	1,50	0,10
Na "	4,90	5,40	0,80
S "	39,40	41,60	4,00
H "	6,0	1,8	1,3
Al "	0	0	0,2
S "	9,5	20,5	4,0
T "	15,5	22,5	5,3
V %	61	92	76

Fonte: Brasil, (1970).

TABELA 65 - Descrição e resultados analíticos do perfil B-70 do subgrupo Fibric Euleptist.

a) Descrição:

Hz	Esp. (cm)	Descrição
O	0-80	Solo turfoso, com alto teor de matéria orgânica e grande abundância de raízes. pH 6,2 úmido.
IIC1	80-150	Franco-argilo-arenoso muito escuro. Raízes finas e freqüentes. pH 6,1 úmido.
IIIC2	150-370	Areia cinzenta saturada. Sem raízes. Apresenta ligeiro odor de SH ₂ pH 6,6 úmido. Nos 280 cm, há areia mais grossa.

Continuação Tabela 65

b) Resultados analíticos:

Fatores	Horizontes		
	O	IIC1	IIIC2
M. O. %	37,06	6,20	0,58
pH	6,20	6,10	6,60
A. grossa %	-	2	3
A. fina %	-	51	91
Silte %	-	16	2
Argila %	-	31	4
Ca me/100g	16,60	13,70	5,40
Mg "	15,40	9,40	1,20
K "	1,20	1,20	0,20
Na "	6,90	2,00	0,50
S "	40,10	26,30	7,30
H "	8,7	6,5	1,7
Al "	0,9	0	0
S "	14,5	11,5	3,5
T "	23,2	18,0	5,2
V %	63	64	67

Fonte: Brasil, (1970).

TABELA 66 - Descrição e resultados analíticos do perfil C-75 do subgrupo Typic Dysfibrist.

a) Descrição:

Hz	Esp. (cm)	Descrição
O	0-150	Solo turfoso. pH 5,7 úmido.
C1	150-170	Argila escura, com raízes finas e muito abundantes pH 5,7 úmido.
IIC2	170-220	Areia cinzenta, sem raízes, pH 4,8 úmido, depois do ataque de H ₂ O ₂ . pH 2,2.
IIIC3	220-260	Franco-arenoso, com presença de conchas dilaceradas.

b) Resultados analíticos:

Fatores	Horizontes			
	O	C1	IIC2	IIIC3
M. O. %	40,51	-	0,40	0,61
pH	5,70	-	4,80	7,20
A. grossa %	-	-	11	7
A. fina %	-	-	85	57
Silte %	-	-	2	6
Argila %	-	-	2	30
Ca me/100g	30,20	-	1,20	18,30
Mg "	17,90	-	0,70	9,50
K "	0,60	-	0,10	0,90
Na "	9,40	-	0,60	2,00
S "	58,10	-	2,60	29,70
H "	8,2	-	1,2	0,8
Al "	0	-	0	0
S "	6,5	-	2,5	13,0
T "	14,7	-	3,7	13,8
V %	44	-	68	94

Fonte: Brasil, (1970).

TABELA 67 - Descrição e resultados analíticos do perfil C-5 do subgrupo Fibric Dysleptist.

a) Descrição:

Hz	Esp. (cm)	Descrição
O	0-70	Solo turfoso, com grande abundância de raízes e matéria orgânica; em profundidade, é mais argiloso, pH 5,3 úmido.
C1	70-80	Argila escura, com raízes médias, pH 5,8 úmido.
IIC2	80-220	Areia cinzenta, sem raízes e com ligeiro odor de SH ₂ . pH 5,0 úmido, depois do ataque com H ₂ O ₂ pH 3,0.

Continuação Tabela 67

b) Resultados analíticos.

Fatores	Horizontes		
	O	C1	IIC2
M. O. %	26,89	6,89	0,40
pH	5,30	5,80	5,00
A. grossa %	-	0,2	5
A. fina %	-	24	89
Silte %	-	16	4
Argila %	-	60	2
Ca me/100g	19,70	19,10	1,10
Mg "	10,60	9,30	0,50
K "	0,70	0,10	0,10
Na "	4,00	1,80	0,40
S "	35,00	30,30	2,10
H "	2,9	4,7	1,3
Al "	0,4	0,0	0,0
S "	14,0	4,0	1,0
T "	16,9	8,7	2,3
V %	83	46	44

Fonte: Brasil, (1970).