**Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**

Relações pedologia-geomorfologia-sedimentologia no Pantanal Norte

Alexandre Ferreira do Nascimento

Tese apresentada para obtenção do título de Doutor
em Ciências. Área de concentração: Solos e Nutrição
de Plantas

**Piracicaba
2012**

Alexandre Ferreira do Nascimento
Engenheiro Agrônomo

Relações pedologia-geomorfologia-sedimentologia no Pantanal Norte
versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011

Orientador:
Prof. Dr. **PABLO VIDAL TORRADO**

Tese apresentada para obtenção do título de Doutor
em Ciências. Área de concentração: Solos e Nutrição
de Plantas

Piracicaba
2012

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
DIVISÃO DE BIBLIOTECA - ESALQ/USP**

Nascimento, Alexandre Ferreira do

Relações pedologia-geomorfologia-sedimentologia no Pantanal Norte / Alexandre
Ferreira do Nascimento. - - versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de
2011. - - Piracicaba, 2012.
200 p: il.

Tese (Doutorado) - - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2012.

1. Leques aluviais 2. Plintossolos 3. Relação solo-paisagem 4. Solo hidromórfico
5. Solo sódico 6. Solos de zona úmidas I. Título

CDD 631.4
N244r

"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor"

Aos meus pais que sempre incentivam meus sonhos.

Aos meus irmãos pelo carinho e amizade.

O que tenho e o que sou devo a vocês!

À querida Mariana pelo carinho e companheirismo!

AGRADECIMENTOS

Esse trabalho foi desenvolvido com o apoio de instituições, colegas, amigos, orientadores, profissionais e conselheiros abaixo elencados, registrando aqui meus agradecimentos. Da mesma forma agradeço àqueles não citados abaixo, mas que mesmo em silêncio e distantes sempre acreditaram, torceram e apoiaram durante esse período.

À Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ-USP), pela oportunidade.

Ao orientador Prof. Pablo Vidal Torrado pela compreensão, confiança, apoio e conhecimentos valiosos para o desenvolvimento do trabalho.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa no início do doutorado.

À Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pela bolsa de doutorado (processo 2009/50422-3) e pelo projeto de auxílio para estudo do Pantanal Norte (processo 2009/54372-0).

Ao Serviço Social do Comércio (SESC), Estância Ecológica SESC Pantanal, e todas as pessoas que permitiram e contribuíram para o desenvolvimento da pesquisa neste local: Sr. Maron Abi-Abib, Sr. Leopoldo Brandão, Sr. Waldir Valutky, Sra. Silvia Kataoka, à equipe de guarda-parque, da brigada, de serviços gerais e funcionários temporários da RPPN SESC Pantanal.

À Sheila A.C. Furquim, Prof. da Universidade Federal de São Paulo, pela ajuda indispensável em todo o trabalho, desde a escrita do projeto até a leitura dos primeiros manuscritos da tese.

Ao Prof. Mario L. Assine pelas contribuições valiosas nas disciplinas, no campo, no manuscrito e na defesa da tese.

Ao Prof. Peter Buurman pelas sugestões na qualificação e no campo, apoiando e aconselhando o melhor caminho para o desenvolvimento do trabalho.

Ao Prof. Miguel Cooper pelo auxílio nas análises micromorfológicas e sugestões na qualificação e defesa da tese.

Ao Prof. Antonio Carlos pelo auxílio e disponibilidade do laboratório para as análises mineralógicas.

Ao Prof. Robert C. Graham da University of California-Riverside (UCR) pelo apoio e disponibilidade dos laboratórios durante o estágio no exterior.

Ao Ph.D. Krassimir Bozhilov pela ajuda e colaboração nas análises realizadas na UCR.

Aos demais professores das disciplinas que cursei, pelos conhecimentos transmitidos em especial ao Prof. Francisco Ladeira (UNICAMP) e ao pesquisador Virlei Oliveira (IBGE) por contribuírem durante a defesa da tese.

Ao Prof. João C. Ker da Universidade Federal de Viçosa que sempre me apoiou e sem a sua ajuda não estaria aqui.

Ao Prof. Eduardo Couto da Universidade Federal de Mato Grosso pela colaboração e ajuda.

Ao Prof. Antonio Roque Dechen pela colaboração durante o doutorado.

A Prof. Rúbia R. Viana da Universidade Federal do Mato Grosso por disponibilizar o uso da Fluorescência de Raio-X.

Ao Prof. Plínio B. de Camargo do Centro Nuclear na Agricultura (CENA) por disponibilizar o laboratório para análise do carbono.

Aos Profs. Célia, Márcio e Max da UFG por permitirem a utilização do granulômetro a laser

À todos os laboratoristas e profissionais do departamento de Ciência do Solo da ESALQ que me ajudaram nos laboratórios e no campo, em especial: Dorival, José Vicente, Leandro, Luis Silva, Marcos, Rossi e Sônia.

Às pessoas que dividiram moradia, em especial ao Gabriel Andrade, pela confiança, conversas, amizade e boa convivência ao longo desse tempo.

À todos colegas e amigos de pós-graduação da ESALQ: Adriano Guerra, Anderson Braz, Bruna Botin, Carolina Brandani, Diana Signor, Diego Vale, Fabrício Terra, Luíza Lorentz, Luiz Francisco, Magnus Deon, Maisa Belizario, Mariana Delgado, Mariana Gabos, Marina Reia, Osmar Bazaglia, Osvaldo Guedes, Rafael Otto, Raul Toma, Raul Alfonso, Rodnei Rizzo, Rodrigo Coqui, Suzana Araújo; e aos amigos da salinha: Fernando Ferreira, Flávio Marques, Gabriel Andrade, Ingrid Terra, Jairo Júnior, José Ricardo, Josiane Milani, Márcia Calegari, Maurício Coelho, Raphael Beirigo, Rodrigo Macedo e Vanda Moreira.

Aos colegas que me ajudaram e tornou o estágio em Riverside mais agradável: Aapris Frisbie; Alfonso e Rebeca Brotons; Ben Bahrani; Cesar e Flávia Vilar; Eduardo Hilário; Judy Turk; Miroslava Kaymakanova; Rafael Ferreira e Eliane Natale; Regis Oliveira; Rubens Morita e Cinthia Hatadani.

Aos estagiários de graduação que ajudaram em algum momento no laboratório: André (ESALQ), Bruna (UNIFESP), Ellen (ESALQ), Hana (UNIFESP), Maitê (UNIFESP), Pâmela (UniPinhal), Renata (UNIFESP) e Vinícius (ESALQ).

Aos pós-graduandos da UNESP-Rio Claro, Fabiana e Fabiano, que ajudaram quando foram ao campo.

Aos meus pais pelo apoio incondicional, conselhos, conversas e exemplo de vida.

Aos meus irmãos pelo incentivo, amizade e preocupação ao longo desse período.

À querida Mariana pelo amor, compreensão, paciência, apoio e disponibilidade em ler o trabalho.

Àqueles que ajudaram direta e indiretamente para execução desta pesquisa.

Os meus sinceros agradecimentos!

SUMÁRIO

RESUMO	9
ABSTRACT	11
LISTA DE FIGURAS	13
LISTA DE TABELAS	17
1 INTRODUÇÃO	19
2 DESENVOLVIMENTO	23
2.1 Revisão Bibliográfica	23
2.1.1 Geologia e Geomorfologia	23
2.1.2 Leques aluviais	28
2.1.3 Pedologia	30
2.1.3.1 Gradiente textural	33
2.1.3.2 Acúmulo de sódio	35
2.1.3.3 Mosqueamento e Nódulos	37
2.2 Material e Métodos	39
2.2.1 Área de estudo	39
2.2.2 Identificação dos elementos da paisagem	41
2.2.2.1 Sensoriamento remoto	41
2.2.3 Sedimentologia	44
2.2.4 Sistemas pedológicos	46
2.2.5 Análises mineralógicas	48
2.3 Resultados e Discussão	51
2.3.1 Geomorfologia e sedimentologia	51
2.3.1.1 Resultados	51
2.3.1.1.1 Dados preliminares para análise geomorfológica	51
2.3.1.1.2 Compartimentação Geomorfológica e Sedimentologia	59
2.3.1.1.2.1 Planície fluvial do rio Cuiabá	61
2.3.1.1.2.2 Leque aluvial do São Lourenço	63
2.3.1.1.2.2.1 Unidade 2A.1 e 2B.1	64
2.3.1.1.2.2.2 Unidade 2A.2	67
2.3.1.1.2.2.3 Unidade 2A.3 e 2B.2	67
2.3.1.1.2.2.4 Unidade 2A.4 e 2B.3	70
2.3.1.1.2.2.5 Unidade 2B.4	74
2.3.1.1.2.2.6 Unidade 2A.5 e 2B.5	74
2.3.1.1.2.3 Lagoas	77
2.3.1.2 Discussão	78

2.3.1.3 Modelo de evolução.....	81
2.3.1.3.1 Sedimentologia dos lóbulos.....	86
2.3.1.3.1.1 Arquitetura sedimentar - lóbulo inicial.....	86
2.3.1.3.1.2 Arquitetura sedimentar – segunda etapa.....	90
2.3.1.3.1.3 Arquitetura sedimentar – terceira etapa.....	92
2.3.1.3.1.4 Arquitetura sedimentar – quarta etapa.....	94
2.3.1.4 Discussão Geral.....	96
2.3.2 Pedologia.....	100
2.3.2.1 Sistema pedológico 1.....	101
2.3.2.2 Sistema pedológico 2.....	111
2.3.2.3 Sistema pedológico 3.....	119
2.3.2.4 Discussão geral.....	126
2.3.2.4.1 Acúmulo de sódio.....	127
2.3.2.4.2 Gradientes texturais.....	133
2.3.2.4.3 Mosqueamento.....	135
2.3.2.4.4 Nódulos.....	136
3 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	139
REFERÊNCIAS.....	141
ANEXOS.....	153
APÊNDICES.....	169

RESUMO

Relações pedologia-geomorfologia-sedimentologia no Pantanal Norte

As relações entre os solos, material de origem e feições geomórficas são importantes para a compreensão da distribuição dos solos na paisagem e o entendimento de sua variabilidade espacial, sobretudo em ambientes úmidos (*wetlands*) de natureza sedimentar complexa. Procurou-se descrever e caracterizar os ambientes deposicionais de uma área de estudo, a Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) SESC Pantanal, buscando na sedimentologia e na geomorfologia que sistemas deposicionais e/ou erosivos formaram a paisagem e dessa forma interpretar as alterações ocorridas no relevo e nos sedimentos responsáveis pela gênese dos solos nesta parte do Pantanal Norte. Primeiramente foram realizados os estudos geomorfológicos com auxílio de ferramentas de sensoriamento remoto, expedições ao campo e sobrevoo da área. Nos compartimentos identificados foram realizadas tradagens mecanizadas profundas para se observar a arquitetura e a distribuição dos sedimentos. Os solos de 3 transeções representativas da área foram descritos, coletados e analisados, de forma a se determinar a configuração lateral e vertical dos horizontes e camadas, assim como a classificação pedológica e as evidências de processos pedogenéticos e sedimentares. A paisagem da RPPN SESC Pantanal foi modelada desde o Pleistoceno superior pela atividade de sistemas deposicionais distributários dominados por rios, caracterizados pela sucessiva construção e abandono de lóbulos deposicionais. O leque aluvial do rio São Lourenço é responsável pela maior parte dos depósitos e das formas do relevo observadas na área de estudo, enquanto que a planície do rio Cuiabá tem menor contribuição e se restringe à parte oeste. De maneira geral, os solos de canais antigos são Neossolos Quartzarênicos, de planície aluvial são Gleissolos, Plintossolos ou Neossolos/Cambissolos flúvicos, de diques e Murundus são Planossolos. Os nódulos de ferro e manganês podem ocorrer nos solos das porções elevadas e baixas (canais, diques e planícies antigas). Os mosqueados são mais contrastantes nas porções baixas (planícies antigas) e progressivamente se tornam menos evidentes à medida que se caminha para as porções elevadas (diques). Os contrastes e gradientes texturais são observados em todos os solos que possuem textura média ou mais fina, independente da porção do relevo, resultado da combinação de processos pedogenéticos e sedimentares. A argiluviação é evidente em todos os solos, porém com intensidade variável. A elevada porcentagem de sódio trocável ocorre com maior frequência nos solos das porções elevadas que não sofrem inundação (diques e murundus), contudo, é observado também em locais com ligeira influência de lâmina d'água. Dessa forma, por meio da abordagem solo x paisagem é possível identificar o controle geológico na distribuição e formação dos solos, como é o caso da presença de Neossolos Quartzarênicos nos canais antigos e a formação de contrastes texturais, e o controle pedogenético condicionado pelo relevo, como vem a ser o acúmulo de sódio. A abordagem integradora entre geomorfologia, sedimentologia e pedologia é indispensável para o entendimento da distribuição, variabilidade espacial e gênese de solos no Pantanal. Fora dessa ótica se torna difícil entender e estabelecer o papel efetivo da geogênese e da pedogênese nesse ambiente.

Palavras-chave: Solo-paisagem; Solos hidromórficos; Gradiente textural; Plintossolos; Solos sódicos; Leques aluviais; Avulsão

ABSTRACT

Relationships pedology-geomorphology-sedimentology in the Pantanal North

Relationships between soils, parent material and geomorphic features are important to understand the distribution of soils in the landscape. This approach gains more importance when the landscape in study is too complex, e.g., wetlands constructed by depositional systems. Hence, the goal of this work was describe and characterize depositional environments of an unit of fauna and flora preservation (RPPN SESC Pantanal - nonprofits), searching for sedimentary and geomorphology evidences to know which depositional and/or erosional systems have shaped the landscape and then, to set up its relationship with weathering and changes in the system due to pedogenesis. Preliminary geomorphologic studies were developed using remote sensorial tools, fieldworks and flights over the studied area. In each Geomorphic features identified were done drilling procedures to assess the architecture and distribution of their sediments. Three representative soil sequences were described, sampled and analyzed to determine the lateral and vertical boundaries of horizons and layers, as well to find evidences of pedologic and sedimentological processes. Since late Pleistocene the landscape of the RPPN SESC Pantanal has been shaped by distributaries fluvial systems in which rivers were actives. The alluvial fan of the São Lourenço River was responsible by the most shapes and sediments observed in the studied area, while floodplain of the Cuiabá River had minor contribution and it is restricted to western part. Overall, the soils in the paleochannels are Arenosols; in paleofloodplains are Gleysols, Plinthosols or Fluvisols; in paleolevee and Murundus are Planosols. The mottles are common in the low portion of the relief (paleo-foodplain) and become progressively less apparent in the higher portions (paleo-levees). The textural horizons and vertical textural contrasts are observed in the soils of all geomorphic features that have loamy or finer textures, formed by pedogenic and geological processes. The clay illuviation is present in all those soils with textural horizons but in different intensities. The high levels of exchangeable sodium are observed in the soils located in the relief nonflooded (paleo-levee and murundus features). However, it can be also found in places with low flood. Therefore, the approach soil-landscape allows understanding the geological processes controlling the soil genesis and its distribution, as Arenosols in the paleochannels and the formation of textural contrasts. Moreover, it is possible to assess factors of soil formation (relief and whether) controlling the sodium accumulation. Thus the integration of geomorphology, sedimentology and pedology is needful to understand the distribution, spatial variability and genesis of soils in the Pantanal. Without this approach it seems hard to understand and establish the role of pedogenic and geological processes in this environment.

Keywords: Soil-landscape; Hydromorphic soils; Textural horizons; Plinthosols; Sodic soils; Alluvial fan; Avulsion.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1– Mapa geológico da bacia hidrográfica do rio Cuiabá.	24
Figura 2 – Mapa geológico da bacia hidrográfica do rio São Lourenço.....	26
Figura 3 – Principais feições morfológicas e arquitetura de depósitos de rios meandantes...	28
Figura 4 – Diferenças entre argiluviação com orientação forte contínua, iluviação de argila e silte sem orientação e fracamente orientada e superfície de compressão	35
Figura 5 – Localização da área de estudo no norte do Pantanal	39
Figura 6 – Pontos de tradagens na área estudada.....	45
Figura 7 - Imagens LandSat 5 da RPPN SESC Pantanal no período de vazante e inundação; e MDE	52
Figura 8 - Observações gerais feitas durante o sobrevoo	53
Figura 9 – Perfis topográficos no sentido do fluxo de paleocanais e perpendicular extraídos do MDE e dados de campos.....	55
Figura 10 – Canais abandonados do megaleque fluvial do São Lourenço e da planície fluvial do rio Cuiabá	56
Figura 11 – Transeção traçada desde a nascente de um afluente do rio Cuiabá, que nasce no planalto dos Guimarães, até o rio chegar a Formação Pantanal	57
Figura 12 – Transeção traçada desde a nascente de um afluente do rio São Lourenço, que nasce no planalto dos Guimarães, até o rio chegar a Formação Pantanal	58
Figura 13 - Mapa das feições geomórficas da RPPN Sesc Pantanal.	60
Figura 14 – Lagoa de canal abandonado, paleocanal, paleodique e lagoa intermitente observada na planície fluvial do rio Cuiabá.....	61
Figura 15 – Perfil sedimentar e relação $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ e $\text{TiO}_2/\text{ZrO}_2$ e teor de Fe_2O_3 da terra fina da tradagem AT22 referente à planície do rio Cuiabá.....	62
Figura 16 – Paleocanais e paleoplanícies observados nas unidades 2A.1 e 2B.1.....	64
Figura 17 - Perfil sedimentar da tradagem AT7, AT13, T21 e T22 referentes à unidade 2A.1 e 2B.1	66
Figura 18 - Perfil sedimentar da tradagem AT15 referente à unidade 2A.2	67
Figura 19 – Ilustração do paleocanal e dique da unidade 2A.3, planície aluvial da unidade 2B.2 e localização das tradagens.....	68
Figura 20 – Perfil sedimentar e relação e teor de Fe_2O_3 da terra fina da tradagem T19 e perfil sedimentar da T6 referentes à unidade 2A.3.....	69
Figura 21 – Elementos do sistema deposicional observado na unidade 2A.4 e 2B.3.....	71
Figura 22 – Modelo conceitual de sistemas deposicionais com avulsões frequentes e sobreposição de canais construídos em épocas diferentes	71
Figura 23 – Perfil sedimentar da tradagem T17 referente à unidade 2A.4 e perfil sedimentar, relação $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$, $\text{TiO}_2/\text{ZrO}_2$ e teor de Fe_2O_3 da terra fina da tradagem T25 referente à unidade 2B.3.....	72
Figura 24 – Perfil sedimentar, relação $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$, $\text{TiO}_2/\text{ZrO}_2$ e teor de Fe_2O_3 da terra fina da tradagem T1 referente à unidade 2A.4 e perfil sedimentar da tradagem T2 referente à unidade 2B.3.....	73
Figura 25 – Murundus distribuídos ordenadamente e aleatoriamente	75
Figura 26– Formas observadas na unidade 2A.5, 2B.4 e 2B.5	76
Figura 27 – Perfil sedimentar da tradagem AT5 referente à unidade 2A.5 e perfil sedimentar, relação $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$, $\text{TiO}_2/\text{ZrO}_2$ e teor de Fe_2O_3 da terra fina da tradagem AT3 referente à unidade 2B.5.....	77
Figura 28 - Etapas da evolução dos leques do rio São Lourenço e Cuiabá influenciando na paisagem da RPPN.....	82

Figura 29 – Ilustração de três áreas com formas do relevo reliquias possivelmente relacionadas ao lóbulo de deposição inicial do leque do São Lourenço	83
Figura 30 – Rios relacionados com a evolução da paisagem da RPPN, com a presença de rio retilíneos, intermediários e meandantes	85
Figura 31 – Transeção sedimentar no lobo sedimentar inicial da RPPN.....	87
Figura 32 – Representação do paleocanal com depósitos arenosos e murundu na transeção..	89
Figura 33 – Micrografia dos horizontes da trincheira descrita no murundu	90
Figura 34 – Transeção sedimentar no segundo lóbulo responsável pelo preenchimento e conformação da paisagem da RPPN	91
Figura 35 – Transeção sedimentar no terceiro lóbulo responsável pelo preenchimento e conformação da paisagem da RPPN	93
Figura 36 – Transeção sedimentar na quarta etapa do preenchimento e conformação da paisagem da RPPN.	95
Figura 37 – Micrografia de horizontes de solos com a presença de areias em poros abertos por raízes.....	99
Figura 38 – Variação do $\delta^{13}\text{C}$ no perfil AP5 e AP8 do lóbulo inicial de deposição	99
Figura 39 – Localização dos sistemas pedológicos estudados na RPPN SESC Pantanal	101
Figura 40 – Distribuição dos solos, tradagens, vegetação e dos horizontes no sistema pedológico 1, localizado na unidade 1 e unidade 2A.2 da Figura 13.....	102
Figura 41 – Relação $\text{TiO}_2/\text{ZrO}_2$ e $\delta^{13}\text{C}$ dos perfis AP1, AP2, AP3 e AP4 do sistema pedológico 1	103
Figura 42 – Micrografia geral e em detalhe dos perfis AP1 e AP4 que mostra o contato entre sedimentos grossos sobre sedimentos mais finos, evidenciando a descontinuidade litológica	104
Figura 43 - Difratograma da argila fina dos horizontes Btg e 2Cgf2 do perfil AP1, mostrando maior presença de minerais 2:1 na argila fina dos horizontes acima da camada arenosa	105
Figura 44 – Micrografia do perfil AP4 e AP3 mostrando a segregação de ferro próximo aos poros causada pelo hidromorfismo	106
Figura 45 – Teor de Fe_2O_3 e MnO da terra fina dos perfis AP1, AP2, AP3 e AP4 do sistema pedológico 1	107
Figura 46 – Micrografias dos perfis AP2 e AP1 mostrando a morfologia dos nódulos do solo de canal e planície.....	108
Figura 47 – Micrografia de um horizonte sobrejacente ao Bt do perfil AP3, mostrando que os horizontes sobrejacentes apresentam areias diferentes do Bt.....	109
Figura 48 – Micrografia do AP3, AP1 e AP4 mostrando a presença de ferri-argilã com e sem orientação.....	110
Figura 49 - Distribuição dos solos, das tradagens e dos horizontes no sistema pedológico 2, localizado nas unidades 2A.5 e 2B.5 da Figura 13.....	112
Figura 50 – $\delta^{13}\text{C}$ e relação $\text{TiO}_2/\text{ZrO}_2$ dos perfis AP5 e AP8 do sistema pedológico 2.....	113
Figura 51 – Teor de Fe_2O_3 e MnO da terra fina dos perfis AP5 e AP8 do sistema pedológico 2	115
Figura 52 – Micrografia dos perfis AP6 e AP7 mostrando a morfologia dos nódulos da porção elevada e inundável.....	116
Figura 53 – Micrografia dos perfis AP6 e AP7 mostrando a presença de argiluviação com orientação e sem orientação.....	116
Figura 54 – Micrografia do perfil AP7 com a presença de argiluviação possivelmente fossilizada	117
Figura 55 – Micrografia do perfil do murundu AP6.....	118

Figura 56– Localização do sistema pedológico 3 que foi escolhido por possuir evidências de um canal em imagens de satélite.....	119
Figura 57 - Distribuição dos solos, das tradagens e dos horizontes no sistema pedológico 3, localizado nas unidades 2A.1e 2B.1 da Figura 12.....	120
Figura 58 – $\delta^{13}\text{C}$ e relação $\text{TiO}_2/\text{ZrO}_2$ dos perfis AP9, AP10, AP11 e AP12 do sistema pedológico 3	122
Figura 59 – Micrografia dos perfis AP9 e AP11	123
Figura 60 – Micrografia dos perfis do sistema pedológico 3.....	125
Figura 61 – Difratoograma da fração areia e silte do perfil AP9 que representa a mineralogia dos horizontes com elevada porcentagem de sódio trocável.	130
Figura 62 – Difratoogramas da argila fina de horizontes do AP3 e AP9 que possuem elevada porcentagem de sódio trocável.....	131

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Geologia da área fonte de sedimentos transportados pelo Rio Cuiabá e seus afluentes	25
Tabela 2 - Geologia da área fonte de sedimentos transportados pelo Rio São Lourenço e seus afluentes	26
Tabela 3 – Precipitação pluvial, evapotranspiração e altura de inundação no ano de 2007 em área de cambarazal na RPPN SESC Pantanal.....	41
Tabela 4 – pH, condutividade elétrica (CE), teor de sódio e razão de adsorção de sódio (RAS) do extrato da pasta saturada de amostras dos sistemas pedológicos com elevada porcentagem de sódio trocável (PST).	128

1 INTRODUÇÃO

O Pantanal Mato-Grossense se localiza na região Centro-Oeste do Brasil, abrange os Estados do Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, ocupando uma área de aproximadamente 140.000 km² e é parte integrante da bacia do Alto Paraguai, que possui uma área de 500.000 km² (GODOI FILHO, 1984). Apesar da denominação *pantanal* ser derivação de pântano, essa região se caracteriza como uma planície inundável (*wetland*) que experimenta extensas e prolongadas inundações sazonais que ocorrem de janeiro a julho, com picos de inundação em meses distintos, a depender do compartimento geográfico da planície (ASSINE, 2003).

Os ambientes deposicionais, como do Pantanal, são considerados sistemas naturais autorreguladores, ou seja, reagem às alterações das variáveis macroambientais na tentativa de retornar às condições de equilíbrio (BURKETT; KUSLER, 2000; WINTER, 2000). Por isso, uma atenção maior é dispensada a essa região, pelo fato de quaisquer mudanças no clima serem refletidas em ambientes dessa natureza (BURKETT; KUSLER, 2000; WINTER, 2000), sobretudo recentemente, em que as mudanças ambientais têm sido alvo de estudos pela comunidade científica (SOARES; SOARES; ASSINE, 2003). Contudo, as pesquisas e discussões se concentram nos fenômenos que operam em curto prazo (décadas ou menos) nessas planícies inundáveis, especialmente os estudos relacionados à fauna e a flora, como alteração nos ciclos dos peixes e ecologia das aves e das plantas (CAPON; BROCK, 2006; DEIL, 2005). Pouca ênfase tem sido dada aos impactos que podem alterar a médio e longo prazo a hidrologia, a geomorfologia, a sedimentologia, os solos, elementos que refletem as mudanças ambientais naturais ou antrópicas que alteram toda a dinâmica dessa planície (TOOTH et al., 2009).

A descrição e caracterização desses ambientes é o ponto inicial para se conhecer os impactos que estes podem sofrer a partir das mudanças no macroambiente (BURKETT; KUSLER, 2000; WINTER, 2000). Dessa forma, vários pesquisadores têm se esforçado para esse fim, com pesquisas que objetivem compreender melhor os componentes abióticos e sua relação com os diferentes ecossistemas dessa complexa região úmida (ASSINE, 2003; ASSINE; SILVA, 2009; ASSINE; SOARES, 2004; BARBIÉRO et al., 2002; BEIRIGO, 2008; BEIRIGO et al., 2011; CORRADINI, 2011; CORRADINI et al., 2009; COUTO; OLIVEIRA, 2010; FURQUIM et al., 2010a; NUNES DA CUNHA; JUNK, 2010; SILVA et al., 2006; ZANI, 2008; ZANI et al., 2009). Os resultados dessas pesquisas podem ser utilizados como comparativo para se analisar as mudanças futuras. Além disso, esses conhecimentos podem contribuir para responder algumas questões básicas importantes para a

interpretação das mudanças na reconfiguração desses sistemas: qual a idade do ambiente inundável e quanto tempo levou para a configuração atual? O quão sensíveis (frágeis) são esses ambientes às mudanças? Qual é o caminho natural de evolução dessas planícies inundáveis? (TOOTH et al., 2009). As respostas para essas questões podem indicar qual a contribuição real da intervenção humana nas mudanças ambientais refletidas nesses ambientes (TOOTH; MCCARTHY, 2007).

As pesquisas citadas acima são relativamente recentes, entretanto, os resultados trazem avanços significativos para a caracterização desses ambientes, sobretudo aqueles relacionados à geomorfologia e sedimentologia (ASSINE, 2003; ASSINE; SILVA, 2009; ASSINE; SOARES, 2004; CORRADINI, 2011; CORRADINI et al., 2009; SILVA et al., 2006; ZANI, 2008; ZANI et al., 2009). Da mesma forma, as pesquisas relacionadas aos solos no Pantanal avançaram significativamente nos últimos anos (BEIRIGO, 2008; BEIRIGO et al., 2011; CORINGA et al., 2012; COUTO; OLIVEIRA, 2010; FURQUIM et al., 2010a; FURQUIM et al., 2010b; SOUSA, 2003), contudo, pouco se tem feito a respeito da relação entre o solo e a paisagem, integrando as informações de geomorfologia e sedimentologia com a gênese dos solos dessa grande planície inundável.

De maneira geral, os processos responsáveis pela formação dos solos e das suas respectivas superfícies resultam numa associação solo-feição geomórfica (RUHE, 1956). Assim, determinados solos estão associados a formas específicas do relevo e, para melhor compreensão da sua distribuição espacial e dinâmica interna, é necessária a integração dos estudos pedológicos com outras áreas do conhecimento, destacando a geologia e a geomorfologia (QUEIROZ NETO, 2011; VIDAL-TORRADO; LEPSCH; CASTRO, 2005). Os trabalhos que incorporam estes ramos da ciência envolvem três dos principais aspectos a serem considerados na abordagem solo x paisagem: a identificação da coluna estratigráfica e material de origem dos solos; a identificação das superfícies geomórficas; e o relacionamento entre atributos do solo e do relevo, integrando os dois itens anteriores (DANIELS; GAMBLE; CADY, 1971; GERRARD, 1993; VIDAL-TORRADO; LEPSCH; CASTRO, 2005). Portanto, as relações entre solos, geologia (estratigrafia) e superfícies geomórficas são importantes para a compreensão da distribuição dos solos na paisagem (DANIELS; GAMBLE; CADY, 1971).

A abordagem solo x paisagem em ambientes deposicionais é pouco utilizada devido a sua natureza complexa (NICHOLS; FISHER, 2007), que exige trabalhos em escala muito grande que incorporem outras áreas do conhecimento em uma abordagem interdisciplinar (QUEIROZ NETO, 2011; VIDAL-TORRADO; LEPSCH; CASTRO, 2005). Dessa forma, estes trabalhos em ambientes como os do Pantanal tomam tempo e requerem investimentos

elevados em pessoal e pesquisa, além das condições dos trabalhos no campo serem desgastantes, exigindo um enorme apoio logístico e financeiro.

Sobretudo no Pantanal, o estudo sedimentar e geomorfológico é indispensável por servir como ponto de referência para responder duas questões básicas referentes à formação dos solos: em que e como se alterou o material de origem (sedimentos) para formar o solo como observado atualmente (BREEMEN; BUURMAN, 2002). A conformação inicial dos sedimentos (sedimentologia), bem como a sua distribuição no relevo (geomorfologia), auxiliam na procura de indícios para se diferenciar as características e propriedades observadas no solo que podem ser atribuídas à pedogênese ou à geogênese (BREEMEN; BUURMAN, 2002; PHILLIPS, 2004). Além disso, essa abordagem permite uma aproximação mais estreita entre a pesquisa e os fatores de formação do solo: ao se estudar a estratigrafia aprofunda-se o conhecimento sobre o material de origem (1º fator); ao se estudar geomorfologia aprofunda-se o conhecimento sobre o relevo (2º fator), o tempo (3º fator) e indiretamente o clima (4º fator) e organismos (5º fator), inferidos por meio da morfogênese do relevo, tendo em vista que neste estudo é possível se conhecer a hidrologia pretérita (clima) que condiciona a vegetação e outros organismos. Assim, a abordagem solo x paisagem é uma ferramenta importante para elucidação da gênese de solos de natureza complexa, como no Pantanal.

Os solos do Pantanal, especificamente no norte, provavelmente tem sua gênese associada ao sistema deposicional atual e pretérito responsável pela modelagem da paisagem e pela dinâmica de inundação. Assim, determinados atributos e feições dos solos resultam da associação entre feições do sistema deposicional e o solo. Nesse sentido, o presente trabalho tem por objetivo descrever e caracterizar os ambientes deposicionais da RPPN SESC Pantanal, buscando na sedimentologia e geomorfologia quais foram os sistemas responsáveis pela formação da paisagem, para se aproximar da conformação inicial e, dessa forma, observar as alterações ocorridas no relevo e nos sedimentos responsáveis pela gênese dos solos nesta grande planície.

Para esse fim, o presente trabalho está estruturado de modo a buscar as relações entre o solo e a evolução da paisagem. Na revisão bibliográfica são apresentados alguns aspectos geológicos gerais, os sistemas deposicionais e os solos observados no Pantanal. O resultados e discussão está dividido em duas grandes partes: geomorfologia-sedimentologia e pedologia. No primeiro item são apresentados os aspectos geomorfológicos e sedimentológicos, com a apresentação de perfis e transeções sedimentares e do modelo simplificado da atividade dos lóbulos responsáveis pelo preenchimento sedimentar. No item pedologia são descritos três

sistemas pedológicos representativos, tendo em vista elucidar a gênese do solo e a evolução dessas vertentes. No resultados e discussão procurou-se descrever primeiramente os resultados da pesquisa com posterior discussão dos dados, sendo essa abordagem realizada para os itens geomorfologia-sedimentologia e pedologia separadamente.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 Revisão Bibliográfica

2.1.1 Geologia e Geomorfologia

A origem da Bacia Sedimentar do Pantanal (BPT) foi relativamente pouco estudada quando comparada à formação de outras bacias sedimentares de grande porte e, portanto, há muito para ser esclarecido (ASSINE, 2003). Todavia, estima-se sua origem durante o último evento compressivo no orógeno andino em ~2.5 Ma, devido a esforços distensionais no arco flexural da bacia antepaís do Chaco (SHIRAIWA, 1994; USSAMI; SHIRAIWA; DOMINGUEZ, 1999). Depois dos eventos de soerguimento dos Andes, soerguimento e desmantelamento da superfície sul-americana e subsidência tectônica da região do Pantanal, provavelmente se deu início o preenchimento sedimentar dessa grande bacia (ASSINE, 2003).

A BPT ainda é considerada como tectonicamente ativa e, por isso, estima-se que os processos atuais de sedimentação são, de certa forma, reflexos dessas ligeiras movimentações tectônicas, resultando em um trato de sistemas deposicionais (ASSINE, 2003). Este trato de sistemas deposicionais do Pantanal tem sua área fonte, zona de erosão ou produção, nos planaltos que o circundam, sendo estes: planalto de Maracaju-Campo Grande e Taquari-Itiquira a leste; Guimarães e Parecis a norte; Urucu-Amolar a oeste; e Bodoquena a sul (ASSINE, 2003). Contudo, especificamente no Pantanal Norte, há uma influência maior do planalto dos Guimarães e do extremo norte do planalto Taquari-Itiquira, constituindo as áreas fonte atuais de sedimentos dessa área (FRANCO; PINHEIRO, 1982; ROSS; SANTOS, 1982).

As bacias hidrográficas dos rios Cuiabá e São Lourenço são responsáveis pela drenagem e pelo transporte atual dos sedimentos dos planaltos dos Guimarães e do Taquari-Itiquira. A bacia do rio Cuiabá, com cerca de 39.000 km² (estimativa feita por meio de dados vetoriais extraídos da ANA), tem 38% de sua área com substrato de rochas do Grupo Cuiabá, 24% com sedimentos da Formação Pantanal, 7% com rochas do Grupo Bauru, 4% com rochas da Formação Diamantino, 4% da Formação Botucatu, 4% da Formação Araras, 4% da Formação Raizama e 4% de Depósitos Aluvionares (Figura 1). Os demais substratos (Cachoeirinha, Granito São Vicente, Rio Ivaí, Furnas, Ponta Grossa, Cobertura Dentrito-Laterítica, Bauxi, Puga e Vulcânicas Mimoso) cobrem 11% da área. Ressalta-se que as rochas do Grupo Cuiabá compõem o substrato com maior ocorrência na área de erosão da bacia seguida pelos arenitos. O resumo das principais rochas que ocorrem na bacia do rio Cuiabá,

com apresentação das propriedades/características, idade e origem, pode ser observado na Tabela1.

Figura 1— Mapa geológico da bacia hidrográfica do rio Cuiabá. Dados extraídos da CPRM em escala de 1:1.000.000

Tabela 1 - Geologia da área fonte de sedimentos transportados pelo Rio Cuiabá e seus afluentes

Grupo	Formação	Propriedades/características - Idade	Origem
Bauru	-	Arenitos róseos, médios e grossos, localmente silicificados, por vezes calcíferos, mal classificados, com ângulos e seixos esparsos. Níveis de silexites e presença de conglomerados basal com seixos de basalto. Cretácio.	Sedimentar-fluvial continental com caráter lacustrino
São Bento	Botucatu	Arenitos avermelhados, finos e médios, com lentes conglomeráticas. Estratificação cruzadas de grande porte. Jurássico Cretácio.	Sedimentar-eólico
Paraná	Furnas	Arenitos, ortoquartzíticos, médios a grosso, feldspáticos, lentes conglomeráticas e intercalações siltico-argilosas, micáceos e conglomerado basal. Siluriano-Devoniano.	Sedimentar-marinhos costeiros ou fluvial continental
	Ponta Grossa	Intercalações de siltitos e arenitos finos, argilosos, finamente laminados, cinza a cinza-esverdeado, micáceos e folhelhos fossilíferos. Devoniano	Sedimentar-marinho
-	Granito São Vicente	Granitos e ademelitos pós-tectônicos, róseos e cinza-róseo, médios a grossos. Intrusivos em rochas do Grupo Cuiabá. Apresentam auréolas de metamorfismo térmico. Cambriano-ordoviciano.	Magmática
Alto Paraguai	Araras	Tranção basal – calcário calcítico, róseo, microcristalinos e calcíticos. Tranção média e topo – dolomitos cinza-claro, microcristalinos; estruturas algais (estromatólitos) e oólitos. Pré-cambriano superior.	Sedimentar – marinho raso
	Raizama	Arenitos, granulação final e média, níveis com areia grossa, seixos e grânulos, estratificação cruzada; composição quartzo-feldpática, mal classificadas. Pré-cambriano superior.	Sedimentar – marinho costeiro
Cuiabá	-	Rochas com grau incipiente de metamorfismo: metaconglomerados polimíticos, matriz siltico-arenosa; metarenitos, quartzitos, metarcóseos, metassiltitos, metargilitos, filitos, filitos conglomeráticos, microconglomerados e calcário. Pré-cambriano superior.	Metamórfica

- = sem enquadramento em grupo ou formação. Ordenação realizada de acordo com a idade de cada formação ou grupo – mais recente acima e mais antiga abaixo na tabela. Fonte: Barros et al. (1982).

A bacia hidrográfica do rio São Lourenço, com cerca de 27.000 km², é menor do que a do rio Cuiabá (39.000 km²), e sua geologia é composta, em grande parte, por arenitos (Figura 2). A formação Ponta Grossa ocorre em 25% da bacia, Aquidauana em 24%, Furnas em 12%, Cachoeirinha em 11%, formação Pantanal em 11%, Grupo Bauru em 4% e formação Botucatu também 4%. As demais formações e grupos geológicos ocorrem em 9% da bacia (Depósitos Aluvionares, Rio Ivaí, Palermo e Grupo Cuiabá). Como observado, o rio São Lourenço, que drena as bacias do planalto de Taquari-Itiquira e transporta os sedimentos, percorre várias formações geológicas, sendo as principais descritas na Tabela 2.

Figura 2 – Mapa geológico da bacia hidrográfica do rio São Lourenço. Dados extraídos da CPRM em escala de 1:1.000.000

Tabela 2 - Geologia da área fonte de sedimentos transportados pelo Rio São Lourenço e seus afluentes

Grupo	Formação	Propriedades/características - Idade	Origem
-	Cachoeirinha	Sedimentos inconsolidados, areno-argiloso, vermelho, parcialmente laterizado. Localmente arenito amarelado, argiloso, médio a grosso, lentes de conglomerados; argilito cinza esverdeado com grãos de areia esparsos. Neógeno.	Sedimentar - bacia continental
-	Bauru	Arenitos róseos, médios e grossos, localmente silicificados, por vezes calcíferos, mal classificados, com ângulos e seixos esparsos. Níveis de sílexitos e presença de conglomerados basal com seixos de basalto. Cretáceo.	Sedimentar – fluvial continental com caráter lacustrino
São Bento	Botucatu	Arenitos avermelhados, finos e médios, com lentes conglomeráticas. Estratificação cruzadas de grande porte. Jurássico-Cretáceo.	Sedimentar - eólico
-	Formação Aquidauana	Variação faciológica predominantemente arenosa com três níveis: inferior com arenitos avermelhados com lentes de diamictitos, intercalações com argilitos, arenitos grossos, arcóseos e conglomerado basal; médio ocorrem arenitos finos a muito finos, estratificação plano-paralela e intercalações com siltitos, folhelhos e diamictitos; superior por arenitos com estratificação cruzada e siltitos vermelho-tijolo finamente estratificados. Carbonífero-permiano.	Sedimentar – fluvial e lacustre continental; contribuição glacial.
Paraná	Furnas	Arenitos, ortoquartzíticos, médios a grosso, feldspáticos, lentes conglomeráticas e intercalações siltico-argilosas, micáceos e conglomerado basal. Siluriano-Devoniano.	Sedimentar – marinhos costeiros ou fluvial continental
	Ponta Grossa	Intercalações de siltitos e arenitos finos, argilosos, finamente laminados, cinza a cinza-esverdeado, micáceos e folhelhos fossilíferos. Devoniano	Sedimentar - marinho

- = sem enquadramento em grupo ou formação. Ordenação realizada de acordo com a idade de cada formação ou grupo - mais recente acima e mais antiga abaixo na tabela. Fonte: Del' Arco et al., 1982.

Além de ser o agente de transporte atual de sedimentos, salienta-se que os rios também trazem com eles águas de drenagem, influenciadas pela geologia da bacia de captação. Assim, analisando as tabelas e os mapas acima, observa-se que o rio Cuiabá, diferentemente do São Lourenço, percorre maiores trechos sobre rochas do grupo Cuiabá, com litologia diversificada, que pode ter influência sobre a geoquímica das águas e dos sedimentos do rio e, consequentemente, nos solos derivados destes. Os resultados de Rezende Filho (2011) indicam o forte controle geológico na composição química das águas desses dois rios do Pantanal norte, em que se observa a presença de polos químicos com maior influência de elementos alcalinos bivalentes (cálcio e magnésio) na bacia do rio Cuiabá e alcalinos monovalentes (sódio e potássio) na bacia do rio São Lourenço, determinados pela geologia da área fonte.

O Pantanal, de maneira geral, atualmente possui ambientes e planícies fluviais meandrantas (ASSINE, 2003; ASSINE; SILVA, 2009; ASSINE; SOARES, 2004; CORRADINI, 2011; CORRADINI et al., 2009; SILVA et al., 2006; ZANI, 2008). Seguindo a regra, o rio São Lourenço possui a forma meandrente na zona deposicional, mantendo-a até desaguar no rio Cuiabá (CORRADINI, 2011). Da mesma maneira, analisando imagens de satélite, observa-se que o rio Cuiabá possui a forma meandrente quando adentra na bacia sedimentar e a mantém até desaguar no rio principal, o Paraguai.

Esses rios, Cuiabá e São Lourenço, podem ter deixado várias formas reliquiais na paisagem pantaneira do Pantanal Norte devido as várias feições do ambiente fluvial meandrente que se sucederam (Figura 3). Apesar da possibilidade de existir vários sistemas fluviais pretéritos, a paisagem do Pantanal Norte expressa atualmente muitas formas de ambientes fluviais dominados por rios meandrantas.

Figura 3 – Principais feições morfológicas e arquitetura de depósitos de rios meandранtes

Fonte: adaptado de Nichols (2009).

2.1.2 Leques aluviais

O Pantanal consiste em um trato de sistemas com predomínio de leques aluviais (ASSINE, 2003), e pode ser classificado segundo Stanistreet e McCarthy (1993) como leques aluviais dominados por rios meandранtes. Este tipo de leque caracteriza-se pelo gradiente topográfico muito baixo, predominando em sua parte superior cinturões meandранtes ativos, planícies de inundação pantanosas e diques marginais com vegetação; na porção média do leque os rios possuem baixa sinuosidade com diques marginais vegetados; e na parte inferior o leque pode exibir rios com baixa sinuosidade com seus canais pouco confinados (STANISTREET; MCCARTHY, 1993).

Leques aluviais são ambientes distributários evoluídos pela construção e pelo abandono de lobos devido ao fluxo de água e sedimentos provenientes das zonas de erosão adjacentes (ASSINE, 2003; DENNY, 1967). O preenchimento sedimentar nestes ambientes, de acordo com Denny (1967), acontece por abandonos sucessivos de lobos, sendo os lobos

mais velhos entrincheirados pelos cursos dos rios dos lobos mais novos, o que gera processo de progradação e agradação sedimentar nas partes baixas adjacentes. Ainda segundo esse autor, nas feições abandonadas há mais tempo, portanto mais antigas, predominam processos erosivos e, nas feições com sedimentação atual ativa ocorrem os processos de agradação/progradação sedimentar.

A deposição de sedimentos em leques aluviais é controlada pela disponibilidade de água, quantidade e tipo de sedimentos carregado, e pelo espaço de acomodação (NICHOLS, 2009). Os dois primeiros fatores, a disponibilidade de água e a quantidade e tipo de sedimentos, são determinados basicamente pelo clima e por características da área fonte. Contudo, no espaço de acomodação há vários fatores interferindo, classificados como fatores alogênicos e autogênicos (STOUTHAMER; BERENDSEN, 2007), que têm influência no nível de base e que desencadeiam processos de progradação e agradação sedimentar (DENNY, 1967).

O nível de base constitui o nível horizontal imaginário abaixo do qual predominam processos de sedimentação (espaço de acomodação) (SCHUMM, 1993). O espaço de acomodação está diretamente relacionado com o preenchimento sedimentar, pois o fluxo de água tende a se deslocar para estes locais, mudando, em caso extremo, o curso do rio. De acordo com Assine (2003), o canal fluvial de leques tem sua dinâmica constituída pela mudança brusca no curso do rio que ocorre devido ao suprimento sedimentar pela zona de erosão, assoreando o rio concomitantemente à construção vertical dos diques marginais. Com o tempo o complexo canal/dique fica mais alto que a planície adjacente, dissipando o fluxo, o que conduz ao rompimento dos diques marginais (STOUTHAMER; BERENDSEN, 2007; TÖRNQVIST; BRIDGE, 2002). Esta mudança na drenagem das águas e dos sedimentos do rio principal é chamada de avulsão, causando o espraiamento e progradação sobre a planície aluvial (BRYANT; FALK; PAOLA, 1995; STOUTHAMER; BERENDSEN, 2007).

O rompimento de diques marginais e a mudança no curso dos rios, que caracterizam a avulsão, constituem a força que torna a paisagem do Pantanal mutante (ASSINE, 2003). A avulsão consiste em um processo que pode ser desencadeado por fatores alogênicos e autogênicos (STOUTHAMER; BERENDSEN, 2007). Variação no nível do mar, os movimentos tectônicos, as mudanças climáticas e a variação na descarga do rio e sedimentos são exemplos dos fatores alogênicos que podem influenciar nos processos de avulsão. Os fatores autogênicos dizem respeito àqueles relacionados à evolução normal do sistema fluvial, sem interferência externa. Isto pode ser observado, indiretamente, a partir do período de atividade do canal, período de interavulsão, sequência e frequência de avulsão. Por exemplo,

uma sequência de avulsão que ocorre com certa periodicidade, em intervalos de tempo semelhantes, pode indicar que a avulsão é controlada por processos autigênicos somente (STOUTHAMER; BERENDSEN, 2007). Por outro lado, uma sequência de avulsão que ocorre em intervalos irregulares pode indicar a influência de processos alogênicos.

Para que a avulsão ocorra é necessário atingir vários requisitos, sobretudo relacionados à inclinação do dique e ao longo do curso do rio, tal como descrito por Slingerland e Smith (1998) e Törnqvist e Bridge (2002). Contudo, Phillips (2011) dividiu em fatores globais, ou universais, e fatores locais, que influenciam na avulsão, devendo haver uma abordagem sistemática desses dois fatores no estudo da avulsão. Dessa forma, estes processos evolutivos dos leques aluviais deixam marcas na paisagem e na estratigrafia, sendo possível observar características típicas de elementos desse sistema, como paleodique, paleocanal, paleoplanície, bem como suas características sedimentares típicas (NICHOLS, 2009).

A sedimentação nos ambientes pantaneiros é determinada pelo regime das cheias, que pode variar de acordo com as características geomorfológicas de cada subregião (ASSINE, 2003; FRANCO; PINHEIRO, 1982; ROSS; SANTOS, 1982). De maneira geral, observa-se que durante o período de inundação as águas dos rios principais cobrem todas as suas planícies e canais abandonados, tornando as vazantes ativas e o nível freático alto, o que caracteriza e configura a paisagem pantaneira. Contudo, dos rios que influenciam a paisagem do Pantanal Norte somente o rio Cuiabá possui essa característica típica dos rios do pantanal, sendo que o leito do São Lourenço corre em nível mais baixo que sua planície (ASSINE, 2003), com seus corixos contribuindo com a inundação de áreas adjacentes aos diques do rio.

Pelo fato da paisagem da área de estudo ter sido moldada, em sua maioria, pela influência de leques aluviais do rio Cuiabá e São Lourenço (CORRADINI, 2011), essa abordagem dos leques aluviais torna-se premente para estudos geomorfológicos e estratigráficos. Contudo, há discussões e controvérsias relacionadas ao possível papel desempenhado pelos ambientes eólicos nesta paisagem. Dessa maneira, com este estudo busca-se aprofundar um pouco mais esta questão, buscando indícios dos modeladores da paisagem e qual o grau de influência de cada ambiente.

2.1.3 Pedologia

Os processos responsáveis pela formação dos solos e das suas respectivas superfícies resultam numa associação solo-feição geomórfica, assim, determinados solos estão associados a formas de relevo específicas e os seus padrões de distribuição espacial podem ser repetitivos

e predizíveis (RUHE, 1956). Diversos autores relacionam solos com o relevo, mapeando inicialmente superfícies geomórficas segundo esses critérios e sem primeiro se preocupar em examinar e identificar os seus respectivos solos (VIDAL-TORRADO; LEPSCH; CASTRO, 2005). Vários estudos têm mostrado que as conclusões sobre a gênese dos solos baseada na análise e considerações convencionais frequentemente são mais acertadas quando se inclui as informações sobre a estratigrafia e a geomorfologia (DANIELS; GAMBLE; CADY, 1971).

Esta abordagem interdisciplinar pouco é utilizada para o entendimento entre o solo e os componentes da paisagem por demandar alto custo e o domínio de várias áreas do conhecimento, sobretudo em ambientes onde a paisagem está em intensa mudança, como em planícies inundáveis que sofrem constantes mutações (ASSINE, 2003). Dessa forma, o entendimento da formação, dinâmica e compartimentação da paisagem em ambientes com essas características, como o Pantanal, é uma ferramenta indispensável para compreensão da gênese e dinâmica dos solos.

Além disso, devido a natureza complexa desse ambiente outra abordagem deve ser inserida para ajudar na elucidação da gênese dos solos, na qual se busca estudar o sistema pedológico (BOULET, 1993; RUELLAN, 2005). O sistema pedológico é definido como um conjunto de volumes (e.g. horizontes) ao longo de uma sequência que se relacionam pela dinâmica evolutiva em comum (RUELLAN, 2005). Segundo Daniels et al. (1984 apud VIDAL-TORRADO; LEPSCH; CASTRO, 2005) o sistema pedológico, chamado por eles de “sistema-solo”, é um grupamento recorrente de solos que ocupam a paisagem desde o divisor de águas até o curso d’água, onde os solos que o compõem ocupam posições específicas, resultado do ambiente interno do solo produzidos por interações estratigráficas, geomorfológicas, climatológicas e hidrológicas. Dessa forma, essa abordagem de maior detalhe auxilia no estudo da relação entre o solo e paisagem, em que é possível se observar as mudanças laterais condicionadas pelo relevo e pelo material de origem e as transformações laterais que influenciam na gênese dos solos (BOULET, 1993; RUELLAN, 2005).

Pelo fato dessa abordagem exigir mais detalhe na descrição do relevo, ela permite inferir sobre as trocas de energia e matéria (BUOL et al., 2011), uma vez que se entende melhor a hidrologia com essas informações. Nesse sentido, com esses estudos é possível se ponderar com maior acurácia quais feições foram formadas devido à pedo ou geogênese (PHILLIPS, 2004).

No sul do Pantanal, mais precisamente na região da Nhecolândia, Furquim et al. (2010a) inseriram a abordagem de sistema pedológico para se conhecer a gênese dos solos observados nas bordas das lagoas salinas dessa região, obtendo resultados mais precisos

relacionados ao tema. Além disso, outros pesquisadores (BARBIERO et al., 2002; BARBIERO, et al., 2008; FURQUIM et al., 2010b) chegaram a avanços significativos considerando a relação entre os solos, os sedimentos e as formas do relevo, em uma abordagem detalhada por meio dos sistemas pedológicos.

Em todo o Pantanal as feições pedogenéticas estão estreitamente associadas à sua dinâmica de inundação, bem como aos seus processos sedimentares que configuraram todo o sistema. Assim, as principais feições pedológicas observadas nesta grande planície são os mosqueados, os gradientes texturais, os nódulos de ferro e manganês e o acúmulo de sódio (BARBIERO et al., 2008; BEIRIGO, 2008; FAO, 1988; FERNANDES et al., 2007; FURQUIM et al., 2010a; ORIOLI; AMARAL FILHO; OLIVEIRA, 1982; SANTOS et al., 1997; SOUSA, 2003), todos eles possivelmente associados a sazonalidade de inundação e/ou ao sistema deposicional responsável pela configuração dos sedimentos. Além disso, evidências indicam que os solos dos murundus, presentes nessa planície, foram formados devido à atividade biológica que se configurou às condições de inundação peculiares desses ambientes (RESENDE et al., 2002).

Os solos que recebem influência direta da inundação apresentam feições redoximórficas, com mosqueados e nódulos, por outro lado, os solos que não estão sob influência da inundação apresentam acúmulo de sódio e também podem ser observados nódulos em alguns horizontes (BARBIERO et al., 2008; BEIRIGO, 2008; BEIRIGO, 2011; CORINGA et al., 2012; COUTO; OLIVEIRA, 2010; FURQUIM et al., 2010b; SOUSA, 2003). Os contrastes texturais laterais e verticais podem ser observados em vários solos, com a presença de mudanças abruptas de textura, incremento de argila com a profundidade, alternância de textura entre horizontes e camadas e a presença de horizontes argilosos sobrejacente a arenosos (BEIRIGO, 2008; BEIRIGO et al., 2011; FERREIRA JÚNIOR, 2009; SOUSA, 2003; ZEILHOFER; SCHESSL, 1999).

Com base nos estudos feitos no Pantanal norte observa-se a ocorrência de diversas ordens de solos, como Planossolos, Luvisolos, Plintossolos, Gleissolos, Vertissolos, Neossolos e Cambissolos (BEIRIGO, 2008; FAO, 1988; FERNANDES et al., 2007; FERREIRA JÚNIOR, 2009; ORIOLI; AMARAL FILHO; OLIVEIRA, 1982; SANTOS et al., 1997; SOUSA, 2003), que se distribuem associados a diferentes formas do relevo.

Pesquisadores trabalhando no norte do Pantanal identificaram e descreveram alguns sistemas pedológicos, os quais é possível fazer algumas inferências sobre a relação do solo e a paisagem. No Pantanal de Poconé, Zeilhofer e Schessl (1999), estudando a relação entre a vegetação e as condições do ambiente, observaram que o sistema pedológico é composto por

Planossolo, Gleissolo e Neossolo Flúvico, que ocorrem na cordilheira, baía e vazante, respectivamente. Sousa (2003), ainda no Pantanal de Poconé, observou um sistema pedológico composto por Luvisolo na cordilheira e Gleissolo no campo de inundação. Contrariamente, Beirigo (2008) descreveu no Pantanal Barão de Melgaço, precisamente na Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) do Serviço Social do Comércio (SESC), um sistema pedológico composto por Planossolo Nátrico na cordilheira e Plintossolos, com variação no segundo nível categórico, a medida que se caminha para o campo de inundação

De maneira geral, os Luvisolos e Planossolos têm registro de ocorrência nas porções mais elevadas do relevo (cordilheiras) (BEIRIGO, 2008; COUTO; OLIVEIRA, 2010; OLIVEIRA et al., 2006; SOUSA, 2003), sendo frequente a presença de caráter sódico ou solódico, principalmente nos Planossolos. Nas porções baixas, baías, vazantes e corixos, ocorrem os Plintossolos, Gleissolos, Vertissolos e Neossolos (BEIRIGO, 2008; FAO, 1988; FERNANDES et. al., 2007; FERREIRA JÚNIOR, 2009; ORIOLI; AMARAL FILHO; OLIVEIRA, 1982; SANTOS et. al., 1997; SOUSA, 2003), que possuem características de ambientes redoximórficos, por estarem numa posição na paisagem que é suscetível a saturação por água durante as cheias do Pantanal. Ainda ocorrem Cambissolos com caráter flúvico em feições da paisagem ainda não discriminadas.

Apesar desses pesquisadores terem observado ligeira relação entre o solo e a posição na paisagem, Ferreira Júnior (2009), estudando três sistemas pedológicos no Pantanal norte observou, em dois deles, a ocorrência de Plintossolos tanto na porção mais elevada quanto na porção baixa dos sistemas, e o terceiro com a presença somente de Neossolos Quartzarênicos. Portanto, considerando todas essas pesquisas observa-se que a distribuição dos solos no Pantanal não segue um padrão único, sendo necessária uma abordagem que insira outros estudos para se começar entender o mosaico complexo de solos moldado pela dinâmica e evolução dessa planície fluvial.

Abaixo são apresentadas as principais discussões relacionadas as feições pedogenéticas observadas no Pantanal.

2.1.3.1 Gradiente textural

O gradiente textural, que se caracteriza pelo incremento de argila com a profundidade (EMBRAPA, 2006), é um atributo pedogenético importante que ocorre em quase todos os solos do Pantanal (BEIRIGO et al., 2011; COUTO; OLIVEIRA, 2010), entretanto, tendo em

vista que essa região é uma planície sedimentar, muitas questões tem sido levantadas acerca da gênese desse atributo, se está ligada ao sistema deposicional ou à pedogênese.

A discussão do papel pedo e geogenético é muito frequente na formação dos gradientes texturais (PHILLIPS, 2001; PHILLIPS, 2004). De acordo com Phillips (2004), os processos geogenéticos são desencadeados pelos fatores geomórficos e geológicos externos ao solo, como a gravidade, vento, ou são inerentes ao material de origem. Dessa forma, os gradientes texturais formados pela erosão, deposição ou sedimentação são considerados geogenéticos (PHILLIPS, 2004). Por outro lado, fatores pedogenéticos ocorrem internamente nos solos e regolitos, formando os gradientes texturais, como por exemplo a argiluviação e a bioturbação (PHILLIPS, 2004). Pesquisas observaram a influência sedimentar na formação de gradiente textural (FAURE; VOLKOFF, 1998; KEMP; MCINTOSH, 1989), contudo, as observações amplamente aceitas estão relacionadas ao fatores pedogenéticos.

A explicação mais comum para formação dos gradientes texturais é baseada em uma visão pedológica, com a translocação de argila dos horizontes superficiais para subsuperficiais que envolvem os processos de eluviação e iluviação (BUOL et al., 2011; PHILLIPS, 2004). No entanto, vários pesquisadores colocam que a formação dessa feição pode estar relacionada aos processos erosivos, biológicos, hidrológicos, sedimentares ou ligados ao material de origem (BREEMEN; BUURMAN, 2002; BUOL et al., 2011; PHILLIPS, 2004). Phillips (2004) mostra que a formação dessa feição é relacionada a uma combinação de fenômenos e pode ser atribuída a pedogênese, geogênese, ou a ambos, que é mais provável e frequente. Toda essa discussão ganha mais importância no Pantanal por se tratar de um ambiente deposicional, onde os processos sedimentares são mais evidentes e isso alimenta ainda mais a discussão a cerca do papel geogenético na formação dos gradientes texturais.

De maneira geral, os solos com gradiente textural apresentam argiluviação com orientação forte contínua (Figura 4 a) formada pela deposição gradual de argila transportada pelo movimento descendente da água (BREWER, 1976; KÜHN; AGUILAR; MIEDEMA, 2010). Em ambiente sob a influência do hidromorfismo os solos podem apresentar feições de iluviação transparente, ou de coloração cinza ou esverdeada, que não possuem orientação devido à quantidade considerável de silte e matéria orgânica que são transportadas juntamente com a argila de horizontes sobrejacentes (Figura 4 b) (FEDOROFF, 1997; FERNANDEZ et al., 2004). Em solos inundados podem ser observadas também feições de iluviação não orientada, ou fracamente orientada, formadas por fluxos descendentes de água que conduz argila, silte e, em alguns casos areia fina, para horizontes subjacentes por meio de poros maiores (Figura 4 c e d) (KÜHN; AGUILAR; MIEDEMA, 2010; NETTLETON et al., 1994).

Além disso, em solos que possuem minerais 2:1 e hidromorfismo, como no Pantanal, podem ocorrer cutãs de pressão ou compressão (Figura 4 e) e cutãs de difusão (BREWER, 1976).

Figura 4 – Diferenças entre argiluviação com orientação forte contínua (a), iluviação de argila e silte sem orientação (b; setas vermelhas em c) e fracamente orientada (d) e superfície de compressão (e) (FERNANDEZ et al., 2004 – micrografia b e e; KÜHN; AGUILAR; MIEDEMA, 2010 – micrografia a, c e d)

2.1.3.2 Acúmulo de sódio

Os solos do Pantanal que não estão sob influência dos regimes de cheias apresentam, de maneira geral, elevada saturação por sódio no seu complexo de troca (OLIVEIRA et al.,

2006). Estima-se que cerca de 27% dos solos dessa planície sejam Planossolos que apresentam com frequência caráter sódico ou solódico (BEIRIGO et al., 2011; COUTO; OLIVEIRA, 2010; OLIVEIRA et al., 2006; SOUSA, 2003).

A evolução dos solos salinos, como apresentado por Chartres (1993), com a perda progressiva de cálcio e magnésio, resulta no acúmulo de sódio, em que se observa altos valores de pH em profundidade, como na base do horizonte B, e a frequente presença de estrutura colunar (CHARTRES, 1993; USSL, 1984). Dessa forma, dentro desse modelo reconhecidamente aplicável, o acúmulo de sódio (solonização-solodização) representa a última etapa de evolução de solos que sofreram o processo de salinização (BOCKHEIM; GENNADIYEV, 2000), onde se observa pH elevado e alta condutividade elétrica no solo (USSL, 1984).

A origem do sódio tem sido atribuída à climas pretéritos semiáridos, propícios para o acúmulo desse elemento (TRICART, 1982), e a processos atuais (BARBIERO et al., 2002; BARBIERO, et al., 2008). A evaporação e a evapotranspiração parecem estar associadas à origem do sódio em alguns solos da região sul do Pantanal (BARBIERO et al., 2002; BARBIERO, et al., 2008; FURQUIM et al., 2010a), apresentando a precipitação de sais e, principalmente carbonatos, que precipitam primeiro no processo de concentração (BARBIERO et al., 2002) e são responsáveis pelos valores elevados de pH nos solos presentes nas bordas das lagoas salinas (FURQUIM et al., 2010a; FURQUIM et al., 2010b). Por outro lado, os solos da região norte apresentam elevada saturação por sódio, pH ligeiramente abaixo de 7 e baixa condutividade elétrica (BEIRIGO et al., 2011; SOUSA, 2003), sugerindo que o acúmulo desse elemento esteja associado ao complexo de troca do solo e não ao acúmulo de sais.

A mineralogia dos solos do Pantanal é majoritariamente caulinítica, com a presença minoritária de minerais 2:1, esmectita e mica (CORINGA et al., 2012; COUTO; OLIVEIRA, 2010; FURQUIM et al., 2010b; SOUSA, 2003). Provavelmente algum componente da fase mineral esteja relacionado ao acúmulo de sódio, formados devido às peculiaridades observadas no Pantanal. Contudo, muito deve ser feito para esclarecer os processos que culminam nos altos níveis de sódio observados nos solos do Pantanal norte, o qual possuem características sedimentares e hidrológicas específicas.

2.1.3.3 Mosqueamento e Nódulos

Os mosqueados, uma feição de oxi-redução muito frequente no Pantanal, se desenvolve devido ao hidromorfismo condicionado pela alternância de cheias e secas dessa planície. Essa feição é relatada em inúmeros trabalhos, ocorrendo em quase todas as classes de solos presente no Pantanal (COUTO; OLIVEIRA, 2010; OLIVEIRA et al., 2006).

Para expressão dessa feição, além do hidromorfismo, é necessário ainda a presença de matéria orgânica (carbono), fonte de energia para a atividade biológica (BREEMEN; BUURMAN, 2002). Os microrganismos adaptados a esses ambientes hidromórficos utilizam alguns elementos (entre eles o ferro e o manganês) como aceptor final de elétrons durante a oxidação da matéria orgânica para obtenção de energia (LI et al., 2008; MIN et al., 2007; REDDY; DELAUNE, 2008). Dessa forma, esses elementos têm o seu estado de oxidação alterado o que os tornam solúveis e passam a participar das trocas e reações no solo (BREEMEN; BUURMAN, 2002; BUOL et al., 2011). Embora no processo de redução seja necessária a atividade dos microrganismos, esses elementos se oxidam com a mínima presença de oxigênio (LINDSAY, 1979), implicando na precipitação desses elementos quando a água, com esses elementos dissolvidos, encontram poros do solo oxigenados (REDDY; DELAUNE, 2008).

Isso gera uma matriz do solo com cores pálidas (com valor alto e croma baixo) e regiões amarelo-avermelhadas (geralmente com valor e croma alto), onde o ferro e manganês se concentram, que são os mosqueados, sendo esse processo chamado de gleização (BREEMEN; BUURMAN, 2002; BUOL et al., 2011). A quantidade, tamanho e contraste dos mosqueados variam de acordo com a intensidade do hidromorfismo, condicionada pela duração sazonal e o tempo que esse processo atua no solo (BREEMEN; BUURMAN, 2002; BUOL et al., 2011; SANTOS et al., 2005). Dessa forma, alguns solos com hidromorfismo menos intenso podem apresentar horizontes com redução incipiente, predominando cores com croma elevado, ao passo que quanto maior a intensidade do hidromorfismo maior a contribuição de cores pálidas e contraste com os mosqueados (BREEMEN; BUURMAN, 2002).

Alguns solos sob o processo de gleização apresentam estrutura com mosqueamento intra-agregado e gleização entre-agregados, sendo esses solos chamados de pseudogley por apresentarem esses atributos morfológicos (BOUMA; DER PLAS, 1971; BREEMEN; BUURMAN, 2002; PIPUJOL; BUURMAN, 1994). De acordo com Pipujol e Buurman

(1994), o pseudogley se forma devido ao hidromorfismo condicionado por águas superficiais que promovem saturação temporária do solo (dias ou meses).

Os ciclos repetitivos e alternados de hidromorfismo e ambiente oxidante que promovem a segregação do ferro e do manganês resultam na formação dos nódulos (TARDY et al., 1993). Da mesma forma como os mosqueados, os nódulos são comuns nos solos do Pantanal, ocorrendo nos Plintossolos e em menor quantidade nos demais solos, como Gleissolos, Cambissolos, Neossolos Quartzarênicos (BEIRIGO et al., 2011; COUTO; OLIVEIRA, 2010; OLIVEIRA et al., 2006). A presença de nódulos nos Neossolos Quartzarênicos traz uma questão muito importante relacionada à sua origem, uma vez que por se tratar de área sedimentar esses nódulos podem ter sido formados em outros locais, erodidos e depositados na planície (LINDBO; STOLT; VEPRASKAS, 2010). Dessa forma, uma questão importante a ser respondida no Pantanal está relacionada se os nódulos se formaram *in situ* ou se foram transportados de locais à montante.

A identificação dos nódulos formados *in situ* ou de origem sedimentar é muitas vezes problemática e duvidosa, necessitando a combinação de dados micromorfológicos, granulométricos e morfológicos relacionados ao perfil do solo (LINDBO; STOLT; VEPRASKAS, 2010). Nesse sentido, a forma e o contraste dos limites dos nódulos com a matriz do solo têm sido estudados como evidência (COSTANTINI; PRIORI, 2007; MAY; VEIT, 2009; MCCARTHY; MARTINI; LECKIE, 1998; TUCKER, DREES; WILDING, 1994;). Segundo essas pesquisas, os nódulos arredondados que apresentam limites abruptos com a matriz do solo provavelmente são de origem sedimentar (MCCARTHY; MARTINI; LECKIE, 1998; MAY; VEIT, 2009), por outro lado, os nódulos mais angulares e com limites difusos provavelmente são formados *in situ* (COSTANTINI; PRIORI, 2007; TUCKER, DREES; WILDING, 1994). Além disso, outros atributos como tamanho de grãos internos e da matriz do solo podem ser utilizados como critério para se inferir sobre a origem nódulos.

2.2 Material e Métodos

2.2.1 Área de estudo

O estudo foi desenvolvido na RPPN SESC Pantanal, situada entre as coordenadas $16^{\circ}32' - 16^{\circ}49'S$ e $56^{\circ}03' - 56^{\circ}26'W$, pertencente ao município de Barão de Melgaço – Mato Grosso – ao norte do Pantanal (Figura 5). Barão de Melgaço está a cerca de 130 km ao sudeste da capital do Estado de Mato Grosso, Cuiabá.

Figura 5 – Localização da área de estudo no norte do Pantanal

A área foi escolhida por sofrer a influência atual de dois grandes rios do Pantanal norte, Cuiabá e São Lourenço, os quais possuem características e atributos diferentes relacionados ao sistema fluvial, geomorfologia, hidrologia, dinâmica de inundação e da área fonte, a qual

condiciona diferenças na química das águas (REZENDE FILHO, 2011). Além disso, isso se juntou à logística disponibilizada pela administração do SESC Pantanal para os trabalhos de campo.

A RPPN SESC Pantanal tem aproximadamente 106.000 ha, com seus limites nos rios Cuiabá e São Lourenço a oeste e a leste, respectivamente. Esta reserva, criada em 1998 pelo SESC com a finalidade de obter um local de preservação com possibilidade de aproveitamento turístico, se constitui em uma das zonas-núcleo da Reserva da Biosfera reconhecida pela UNESCO e o primeiro Sítio Ramsar brasileiro em área privada.

O clima da região onde se encontra a área de estudo é classificado como Aw-tropical úmido (Koppen), precipitação média anual de aproximadamente 1200 mm, com verão chuvoso, inverno seco e temperaturas médias que oscilam entre 22 e 32 °C. As características climáticas associadas ao meio físico, principalmente sua geomorfologia, condicionam a dinâmica do regime de inundação (AMARAL FILHO, 1986). As inundações no Pantanal norte coincidem com o verão, período chuvoso, enquanto que o período de vazante ocorre no outono, período seco (NUNES DA CUNHA; JUNK, 2004; JUNK; NUNES DA CUNHA, 2005). O pulso de inundação, de acordo com Resende (2008), atua como agente nas trocas laterais entre o rio e sua planície de inundação, bem como nas trocas entre a fase terrestre (seca) e aquática (cheia).

No estudo desenvolvido por Fraga (2009) e Sanches et al. (2010) em uma área com a presença abundante de cambará (*Vochysia divergens*) na RPPN SESC Pantanal, foram avaliadas algumas variáveis relacionadas com a precipitação, evapotranspiração real e inundação, as quais estão resumidas na Tabela 3. Na RPPN se observa que em oito meses, de março a outubro, a evapotranspiração excede a precipitação e em três meses, março-abril-maio, a evapotranspiração está associada à presença de lâmina de inundação. Além disso, há alta umidade no solo até o início de julho, tendo em vista que as expedições de campo para pesquisa se iniciam somente na última quinzena de julho, uma vez que se torna possível transitar pela área com automóvel.

Na RPPN SESC Pantanal são observadas quatro comunidades vegetais arbóreas, seguindo o Sistema de Classificação da Vegetação Brasileira, que se distribuem de acordo com o gradiente de inundação e gradiente pedogeomorfológico: Floresta Estacional Decidual Submontana, Savana Florestada, Savana Arborizada e Floresta Estacional Semidecidual Submontana (VELOSO; RANGEL FILHO; LIMA, 1991; FERREIRA JÚNIOR, 2009).

Tabela 3 – Precipitação pluvial, evapotranspiração real e altura de inundação no ano de 2007 em área de cambarazal na RPPN SESC Pantanal

Mês	Precipitação pluvial (mm d⁻¹)	Evapotranspiração real (mm d⁻¹)	Altura de inundação (m)
Janeiro	7,9	4,4	0,4
Fevereiro	6,5	4,7	0,59
Março	2,2	5,2	0,62
Abril	4,2	4,7	0,58
Maio	1,3	3,2	0,19
Junho	0	2,7	0
Julho	1,3	2,7	0
Agosto	0	3,4	0
Setembro	0	2,7	0
Outubro	0,6	3,7	0
Novembro	10,6	4,3	0
Dezembro	12,7	5,2	0

Fonte: Fraga (2009); Sanches et al. (2010).

2.2.2 Identificação dos elementos da paisagem

A identificação dos elementos da paisagem foi realizada por meio de imagens de sensoriamento remoto associadas ao controle de campo para verificação *in loco* dos elementos identificados e sobrevoo da área. Além disso, foi utilizado o mapa fitofisionômico da RPPN elaborado por Cordeiro (2004) para a confirmação das informações obtidas sobre a vegetação.

Expedições de campo foram realizadas para coleta de pontos georreferenciados e informações das formas do relevo em cada ponto, para fins de controle entre as imagens de sensoriamento remoto e a realidade observada *in loco*. O sobrevoo, portanto, foi útil para observações gerais e confirmação de algumas informações coletadas *in loco* e por imagens de satélite.

2.2.2.1 Sensoriamento remoto

Para a identificação dos principais elementos na paisagem da RPPN SESC Pantanal foram utilizadas imagens de satélite: MDE, Imagens LandSat, CBERS e SPOT. A manipulação das imagens até chegar à elaboração do mapa resume-se em 4 etapas (FERNANDES, 2007): pré-processamentos das imagens; processamento de imagem; integração dos dados coletados e imagem classificada; elaboração do documento final. Devido às diferenças nos tratamentos e procedimentos exigidos para cada dado orbital, será descrito a seguir o que foi realizado de acordo com o tipo de dado orbital.

Com imagens de satélite LandSat os elementos da paisagem foram diferenciados quanto às suas cores e formas e, dessa maneira, identificados e mapeados para sua análise morfológica e espacial. Quando necessário, foi utilizado o programa ENVI para observação do comportamento espectral do alvo em dúvida, para se conseguir uma diferenciação precisa.

Foram utilizados dados orbitais do LandSat ETM+ bandas 7, 4, 2 (R7G4B2) e LandSat 5 TM bandas 5, 4, 3 (R5G4B3). A imagem LandSat ETM+ corresponde ao produto Geocover 2000, possuindo um pixel com tamanho de 14,25 m, e foi adquirida gratuitamente na página da “National Aeronautics and Space Administration” dos Estados Unidos (NASA). As bandas 2, 4 e 7 podem ser utilizadas para: Banda 2 – Permite medir o pico de reflectância da vegetação, podendo ser útil para diferenciar e avaliar o vigor das plantas; Banda 4 – Permite a discriminação de corpos d’água e umidade do solo, é útil na determinação do tipo de vegetação, vigor e teor de biomassa, além de apresentar sensibilidade à morfologia do terreno, podendo ser obtidas informações geomorfológicas; Banda 7 – Sensível a umidade da vegetação e à morfologia do terreno, permitindo separar também tipos de rochas e minerais (LILLESAND; KIEFER; CHIPMAN, 2004; MOREIRA, 2001; SABINS, 1997). As imagens Geocover, por estarem disponíveis já com a composição das bandas (R7G4B2), não precisaram passar pelas etapas que as imagens LandSat 5 foram submetidas.

As imagens LandSat 5 TM, com resolução espacial de 30 m, foram adquiridas gratuitamente na página do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), sendo uma do período de inundação (cheia – abril de 1995) e uma do período de vazante (seca – novembro de 2009). A imagem do período de inundação, de 1995, foi escolhida por registrar uma das três maiores cheias no Pantanal e a imagem do período seco, de 2009, foi selecionada por ter sido a única que apresentou menor cobertura de nuvens na estação, facilitando a visualização de alvos. Assim, com imagens da cheia e seca foi possível identificar locais que inundam e locais que não inundam. Todas as imagens foram armazenadas em banco de dados (SIG) e registradas no mesmo *datum* WGS-84.

No pré-processamento destas imagens foi escolhido o satélite, o sensor e as três bandas que melhor representam os elementos da paisagem, de modo a permitir sua identificação e classificação. Não obstante, essa escolha também foi realizada levando em consideração a disponibilidade dos dados na rede mundial de computadores. Dessa forma, as bandas escolhidas para montagem da composição foram 5, 4 e 3, com base nas potencialidades de aplicação de cada banda para identificação de alvos (LILLESAND; KIEFER; CHIPMAN, 2004; MOREIRA, 2001; SABINS, 1997). Tais bandas foram utilizadas com sucesso por Fernandes (2007) em estudo da organização espacial dos componentes da

paisagem da Nhecolândia, constituindo: Banda 3 – Permite contraste entre tipos de cobertura vegetal, pela alta absorção desse comprimento de onda (0,63-0,69 μm) pela clorofila; Banda 4 – Permite a discriminação de corpos d'água e umidade do solo, útil na determinação do tipo de vegetação, vigor e teor de biomassa, além de apresentar sensibilidade à morfologia do terreno, podendo ser obtidas informações geomorfológicas; Banda 5 – Sensível a umidade da vegetação, o que pode ser útil para distinguir plantas com deficiência hídrica e diferenciar campos secos e úmidos (LILLESAND; KIEFER; CHIPMAN, 2004; MOREIRA, 2001; SABINS, 1997).

O processamento constou da correção das imagens, montagem das composições de bandas, segmentação e classificação dos elementos da paisagem. Na correção das imagens, feita banda por banda, foi utilizado um programa na base DOS com os seguintes parâmetros: mês, dia e ano de aquisição da imagem; hora universal de aquisição da imagem (12,5); latitude e longitude do centro da imagem; modelo atmosférico tropical; modelo aerossol continental; concentração dos aerossóis a partir da espessura ótica; e espessura do aerossol de 0,3.

Posteriormente, com as imagens corrigidas banda a banda, foi montada a composição de bandas com auxílio do ARCMAP, na composição R5G4B3. Esta composição de bandas foi montada para as duas imagens (cheia e seca).

A segmentação das imagens constitui-se na definição de regiões da imagem com a mesma propriedade, de modo a separá-las para posterior classificação. Estas etapas, de segmentação e classificação, foram realizadas manualmente, observando-se conjuntamente o MDE, a imagem Geocover, o LandSat 5, o mapa das fitofisionomias e o controle de campo, utilizando-se da ferramenta de sobreposição no ARCMAP. Não obstante, no ENVI foi utilizado o gráfico do comportamento espectral do alvo para auxiliar esta etapa de segmentação e classificação.

O MDE utilizado foi do “Shuttle Radar Topographic Mission” (SRTM), adquiridas gratuitamente no Banco de Dados Geomorfométrico do Brasil (TOPODATA-INPE). Este MDE, horizontalmente, possui resolução espacial original de aproximadamente 90 m, corrigida para 30 m por meio de krigagem e sua resolução vertical é de 1 m. Embora existam questionamentos a respeito da utilização desse MDE para relevos planos, com baixa variação altimétrica, como do Pantanal, este tem sido utilizado com sucesso para estudos geomorfológicos e sedimentares nesta região (ANDRADES FILHO; ZANI; GRADELLA, 2009; CORRADINI, 2011; CORRADINI et al., 2009; ZANI, 2008; ZANI et al., 2009).

O geoprocessamento aplicado no MDE para o presente estudo foi o “density slice”, no programa ENVI. Esta ferramenta permite separar verticalmente diferenças altimétricas do relevo, sendo redefinida para diferenciação vertical a cada 1 m. Realizada esta etapa, estes dados foram transformados para vetor e exportados como “shapefile” para serem trabalhados no ARCMAP, onde foram realizadas todas as etapas de elaboração e edições para apresentação do mapa.

Dados do MDE do SRTM também foram utilizados para elaboração do perfil topográfico de alguns elementos da paisagem. No perfil topográfico foram tomados os devidos cuidados para sua elaboração devido ao fato dos dados desse MDE trazer a altimetria do dossel e não do solo. De acordo com Corradini, Fachini e Stevaux (2006), o efeito do dossel nas imagens do MDE SRTM contribui para realçar a geomorfologia da área, considerando que a vegetação é, geralmente, inversamente proporcional à permanência de água na planície.

As imagens CBERS foram adquiridas gratuitamente do INPE, sendo obtidas do satélite 2B, portando câmera pancromática de alta resolução (HRC – *High Resolution Camera*), com resolução espacial de 2,7 x 2,7 m (NOVO, 2008). Por possuir alta resolução espacial, estas imagens foram utilizadas para separação dos paleocanais e para ilustração de formas reliquiais dos ambientes sedimentares pretéritos. Para isso, foi utilizado o ARCMAP para a montagem de um mosaico com as imagens disponíveis que cobrem a RPPN e, para a separação manual das formas e elementos desejados.

Imagens SPOT, fornecidas pela secretaria de planejamento do Estado de Mato Grosso (SEPLAN-MT), foram utilizadas para o refinamento da compartimentação do relevo, tendo em vista a alta resolução espacial (2,5 m).

2.2.3 Sedimentologia

Para os estudos sedimentares foram realizadas tradagens profundas com auxílio do trado mecanizado. As observações e coletas das tradagens foram feitas a cada 15-20 cm até atingir o lençol freático. Camadas e horizontes similares foram agrupados de acordo com seus atributos: cor, textura, presença de nódulos, concreções etc. Estas tradagens foram realizadas somente até atingir o lençol freático, uma vez que a presença de água dificulta a penetração do copo do trado e mistura os sedimentos, o que impossibilita distingui-los quanto as suas características e propriedades utilizadas para o seu agrupamento e a sua diferenciação.

As 47 tradagens realizadas nos compartimentos da paisagem (Figura 6), identificados nos trabalhos prévios de geomorfologia, foram utilizadas para a elaboração de figuras que ilustram perfis sedimentares verticais, possibilitando a obtenção de um perfil para cada unidade sem os limites laterais dos pacotes sedimentares. Também foram realizadas tradagens em transeções representativas das feições geomórficas existentes, de modo a representar os limites laterais das camadas, o que facilita o entendimento dos processos sedimentares, seguindo o que tem sido observado na literatura (FARRELL, 2001; GOUW; AUTIN, 2008; MAKASKE; SMITH; BERENDSEN, 2002; STOUTHAMER, 2001).

Figura 6 – Pontos de tradagens na área estudada. Pela proximidade de alguns pontos estes estão sobrepostos

No campo, as camadas e os horizontes foram descritos de acordo com Santos et al. (2005), quanto a cor, textura, consistência molhado (plasticidade e pegajosidade), mosqueamento (quantidade, tamanho e contraste), nódulos e concreções (quantidade, forma, tamanho e dureza) e a ocorrência e o tamanho de raízes. Além destas características e propriedades serem importantes para observação de processos pedogenéticos, elas ajudam a descrever os pacotes sedimentares.

As amostras coletadas nas tradagens foram secas ao ar e passadas em peneira com abertura de malha de 2 mm, obtendo assim a terra fina seca ao ar. Essas amostras foram submetidas à análise granulométrica pelo método do densímetro (EMBRAPA, 1997) e as areias fracionadas em cinco frações (areia muito grossa 2-1 mm; areia grossa 1-0,5 mm; areia

média 0,5-0,250; areia fina 0,25-0,10 mm e; areia muito fina 0,10-0,05 mm). O programa ANASED® foi utilizado para analisar estatisticamente a distribuição granulométrica das areias.

2.2.4 Sistemas pedológicos

Após o estudo geomorfológico-sedimentar preliminar os sistemas pedológicos estudados foram escolhidos considerando sua representatividade na área. Para isso foram utilizadas imagens de satélites e todo o trabalho prévio realizado de compartimentação geomorfológica para escolha dos locais exatos de descrição.

No total foram escolhidos três sistemas e para descrevê-los foi utilizado o método preconizado por Boulet (1993), com algumas adaptações. Dessa forma, tradagens manuais foram feitas para alocar as trincheiras utilizadas para descrição e coleta dos solos, de acordo com Santos et al. (2005), assim como para a identificação e representação vertical e lateral dos horizontes ao longo da transeção. No total foram abertas de 4 a 6 trincheiras por sistema pedológico, alocadas nas transições dos solos e sedimentos do ambiente deposicional.

Além das tradagens manuais e descrição de trincheiras, foram realizadas tradagens profundas para caracterizar os sedimentos que ocorrem abaixo da transeção de controle (2 m). Estas foram realizadas até se atingir o lençol freático e os sedimentos foram agrupados por similaridade de atributos usando os critérios descritos no item anterior (sedimentologia).

Todos os sistemas pedológicos começaram a ser descritos das porções mais elevadas do relevo para as mais baixas. Os perfis topográficos foram medidos por meio de nível de mangueira. Amostras dos horizontes e camadas sedimentares foram colocadas em pequenas caixas (4 x 4 cm), que por sua vez foram acondicionadas de maneira ordenada em uma caixa de madeira maior, denominada pedocomparador (BOULET, 1993). Isto permitiu observar a distribuição e estabelecer os limites laterais dos horizontes e camadas presentes no sistema pedológico.

Amostras indeformadas para estudo micromorfológico foram coletadas em alguns horizontes pedogenéticos e em suas transições. Estas amostras foram coletadas, preparadas, descritas e interpretadas segundo Brewer (1976), Bullock et al. (1985) e Castro et al. (2003). Pelo fato dos solos do Pantanal possuírem argila de atividade alta, as amostras coletadas para estudos micromorfológicos foram submetidas a troca inicial da água, que contém naturalmente nas amostras, pela acetona, o que impede a perda da amostra no momento da impregnação.

Para o estudo da evolução do sistema pedológico relacionado à mudança na vegetação ou ao ambiente de sedimentação foi realizada a análise do carbono total (C), ^{13}C , ^{15}N e N, no laboratório de ecologia isotópica do CENA/USP, utilizando um analisador elementar de combustão seca (LECO® CN-2000) acoplado ao espectrômetro de massa (Carlo Elba®, Delta Plus). Para isso foram coletadas amostras nas trincheiras em intervalos de 5 cm até 20 cm de profundidade e, a partir de 20 cm, as amostragens foram feitas por horizontes.

Em horizontes arenosos, especialmente aqueles situados na base das trincheiras, foram coletadas amostras indeformadas em tubos de PVC de 50 mm de diâmetro e 200 mm de comprimento, identificados e embalados seguindo as recomendações de Sallun et al. (2007), e encaminhadas para datação por luminescência opticamente estimulada (LOE), para se obter assim a idade absoluta dos pacotes sedimentares. As amostras foram encaminhadas para o Laboratório de Datação, Comércio e Prestação de Serviços LTDA em São Paulo.

As amostras de solo e sedimentos coletadas nas trincheiras e tradagens foram secas ao ar, se necessário destorroadas com um martelo de borracha e passadas em peneira com malha de 2 mm, obtendo a fração terra fina seca (TFSA) ao ar, onde foram realizadas as análises químicas, mineralógicas e granulométrica. A análise granulométrica foi realizada pelo método do densímetro (EMBRAPA, 1997). O pH foi determinado em água (potenciômetro), utilizando para tal relação solo:solução 1:2,5 após agitação e repouso de 1 hora. Os teores de alumínio trocável (Al^{3+}) e a capacidade de troca de cátions (T) foram obtidos segundo EMBRAPA (1997). O valor de T corresponde à soma dos cátions Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ e Na^+ , juntamente com $\text{H}^+ + \text{Al}^{3+}$. O cálcio, Mg^{2+} e Al^{3+} foram extraídos com solução de KCl 1 mol L^{-1} ; P, K^+ e Na^+ com H_2SO_4 0,0125 M + HCl 0,05 M; $\text{H}^+ + \text{Al}^{3+}$ com acetato de cálcio 0,5 M a pH 7,0. Os teores de Ca^{2+} e Mg^{2+} foram determinados por espectroscopia de absorção atômica; K^+ e Na^+ por fotometria de chama; Al^{3+} e $\text{H}^+ + \text{Al}^{3+}$ por titulometria e P por colorimetria. Outros valores calculados são: soma de bases (SB) que corresponde à soma dos valores de Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ e Na^+ ; saturação por bases (V), calculado pela equação $\text{SB} \times 100 / \text{T}$; saturação por alumínio (m), obtida pela equação $\text{Al}^{3+} \times 100 / \text{SB} + \text{Al}^{3+}$ e saturação por sódio (PST), calculada pela equação $\text{Na}^+ \times 100 / \text{T}$ (EMBRAPA, 1997). As análises mineralógicas são descritas abaixo, por possuir mais detalhes.

Em algumas amostras de solos e tradagens que apresentaram alta concentração de sódio foi obtido o extrato da pasta saturada, como descrito por Pansu e Gautheyrou (2006), e foram determinados o pH, condutividade elétrica (CE), os teores de Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ e K^+ da mesma forma como descrito acima. Com os teores de Ca^{2+} , Mg^{2+} e Na^+ em $\text{mmol}_c \text{L}^{-1}$ calculou-se a relação de adsorção de sódio (RAS) pela equação $\text{Na}^+ / \sqrt{[(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})/2]}$.

Em algumas amostras de solos e tradagens foi realizada análise elementar quantitativa total da fração terra fina seca ao ar para se observar diferenças relacionadas ao sistema deposicional. Para isso foi utilizada a Espectrometria de raio-x por energia dispersiva (EDX - Shimadzu EDX700HS) no Laboratório Multi-Usuário em Técnicas Analíticas (LAMUTA), Instituto de Ciências Exatas e da Terra da Universidade Federal de Mato Grosso. As amostras foram pulverizadas em moinho de panela (AMEF), de modo a homogeneizar o tamanho de partícula para confecção de pastilhas para leitura. A cada 16 amostras o aparelho foi recalibrado com um padrão interno de rotina Quali-Quanti FP.

2.2.5 Análises mineralógicas

Amostras de 30 horizontes foram submetidas a análises mineralógicas. Cerca de 30 g foram pesadas e preparadas (JACKSON, 1979). Para se conseguir uma amostra sem a interferência de matéria orgânica e óxidos de Fe, estas foram submetidas primeiramente à adição de Peróxido de Hidrogênio (H_2O_2) a quente, até cessar a emissão de CO_2 , para se eliminar os constituintes orgânicos do solo. Depois dessa etapa as amostras foram submetidas à adição de 3 g de ditionito de sódio associado a $0,3 \text{ mol L}^{-1}$ de citrato de sódio + bicarbonato de sódio (DCB) a $80^\circ C$ para se eliminar óxidos de ferro. A adição dessas soluções para a eliminação dos óxidos de ferro foi repetida até o sobrenadante não mais apresentar a cor parda.

As amostras foram então passadas em peneira de 0,053 mm de abertura de malha para se separar a areia do silte+argila. A separação do silte e da argila foi feita por sifonação baseada na lei de Stokes (Equação 1) (JACKSON, 1979), utilizando-se recipientes de polietileno de 2 L e $0,1 \text{ g L}^{-1}$ de carbonato de sódio (Na_2CO_3) a pH 9 para fazer a dispersão da argila.

$$V = \frac{g (S_p - S_l) D^2}{18n} \quad \text{Equação 1}$$

Em que, V = velocidade de sedimentação em cm s^{-1} ; g = constante gravitacional (980 cm cm s^{-1}); S_p = peso específico da partícula de silicato ($2,653 \text{ g cm}^{-3}$); S_l = peso específico da água ($1,0 \text{ g cm}^{-3}$); D = diâmetro da partícula (cm); e n = a viscosidade do meio em poyses, na temperatura ambiente.

A fração silte separada foi seca, acondicionada em recipientes e mantida na geladeira. As amostras contendo argilas foram divididas em 2 e tiveram suas entre-camadas saturadas

K^+ e Mg^{2+} , utilizando KCl 1 mol L^{-1} e $MgCl_2$ 1 mol L^{-1} , respectivamente. As amostras, depois de saturadas, foram submetidas a uma lavagem com acetona e várias lavagens com álcool etílico (C_2H_5OH) para serem eliminados sais contendo cloro.

Para cada amostra foram confeccionadas duas lâminas orientadas, uma saturada com K^+ e outra com Mg^{2+} , para identificação dos filossilicatos no plano cristalográfico d_{001} . As lâminas orientadas foram submetidas aos seguintes tratamentos: Mg^{2+} na temperatura ambiente ($25^\circ C$); Mg^{2+} solvatada com etilenoglicol (EG); K^+ na temperatura ambiente ($25^\circ C$); K^+ aquecida a $300^\circ C$; K^+ aquecida a $500^\circ C$.

As lâminas orientadas de argila total e seus respectivos tratamentos foram lidas no intervalo de leitura de 3 a $35^\circ 2\theta$ ao passo de $0,02^\circ 2\theta$, e tempo de leitura de 1 segundo, na tensão de 35 kV e corrente de 15 mA . As amostras de argilas em pó de silte foram lidas de 3 a $70^\circ 2\theta$, ao mesmo passo, tempo de leitura, tensão e amperagem supracitados. O aparelho de Raio-X utilizado foi um Rigaku MiniFlex II, com tubo de Cobre (Cu) e monocromador de grafite.

Além da argila total, também foram realizados estudos mineralógicos da argila fina ($<0,2 \mu m$). A separação da argila fina foi realizada por centrifugação repetitivas por 23 minutos a 4.100 rpm (centrífuga refrigerada Sorvall com tubos de 750 mL), onde o sobrenadante foi coletado até o mesmo permanecer límpido, indicando a ausência de minerais menores que $0,2 \mu m$ em suspensão. Para o cálculo do tempo necessário para obtenção do sobrenadante contendo argila fina foi utilizada a Equação 2.

$$t = \frac{[(63 \times 10^8) \times n \times \log R/S]}{N^2 \times d \times \Delta S} \quad \text{Equação 2}$$

Em que: t = tempo em minutos; n = a viscosidade do meio em poyses; R = raio do centro da centrífuga à extremidade inferior do tubo em posição horizontal (em cm); S = raio do centro da centrífuga à extremidade superior do tubo em posição horizontal (em cm); N = a rotação da centrífuga (em rpm); d = o diâmetro máximo das partículas que devem estar em suspensão ($0,2 \mu m$); ΔS = diferença do peso específico do material (silicatos $2,653 \text{ g cm}^{-3}$ aproximadamente) e o do líquido (água $1,0 \text{ g cm}^{-3}$) (JACKSON, 1979). Depois de separada a argila fina esta foi submetida aos procedimentos descritos para argila total.

A fração silte e areia de algumas amostras em pó foi determinada no intervalo de leitura de 5 a $70^\circ 2\theta$, com o passo e tempo de leitura igual ao especificado para a argila. Para isso as amostras foram pulverizadas em almofariz e passadas em peneira de $0,05 \text{ mm}$ e confeccionadas lâminas.

Todas essas etapas para as análises mineralógicas foram realizadas no laboratório de mineralogia do solo da ESALQ/USP.

Em algumas amostras de argila fina foram realizadas as análises em microscópio eletrônico de transmissão que possui uma sonda de energia dispersiva (MET-SED) para se observar a forma e fazer a análise elementar dos minerais das amostras. Esta análise foi realizada no centro para microscopia e microanálises avançadas da Universidade da Califórnia – Riverside (UCR) nos EUA.

2.3 Resultados e Discussão

2.3.1 Geomorfologia e sedimentologia

2.3.1.1 Resultados

2.3.1.1.1 Dados preliminares para análise geomorfológica

A composição de bandas com imagens LandSat 5 TM (R5G4B3) da área de estudo foi montada do período de vazante e inundação possibilitando, assim, observar compartimentos na paisagem que sofrem inundação periódica e permanente (Figura 7). Além disso, com esta composição de bandas, devido as diferenças de reflectância dos alvos, o contraste entre a imagem da inundação e a imagem da vazante permitiu distinguir diferenças no tipo de vegetação, indispensável para a abordagem geomorfológica (Figura 7 a e b). Na Figura 7 b, imagem LandSat do período de inundação, alvos em tons verde-amarelados correspondem às vegetações de locais na paisagem com menor disponibilidade de água e os tons de verde puro correspondem às vegetações sob maior influência de água, provavelmente na presença de lâmina d'água. Na imagem do período de vazante (Figura 7) esse contraste entre as vegetações é menos evidente, indicando a ausência de lâmina d'água influenciando a vegetação. Dessa forma, observa-se na imagem do período de vazante tons mais homogêneos de verde.

Em ambas as imagens, dos períodos de vazante e inundação, tons em magenta indicam vegetações arbustivas/herbáceas e/ou solo descoberto. Na composição de banda montada, o solo descoberto exibe-se em tons de magenta mais claro, algumas vezes confundindo-se com o branco, cores essas observadas nas estradas e próximo aos retiros existentes dentro da RPPN. Os locais de ocorrência da vegetação arbustiva/herbácea nestas imagens exibem-se em tons de magenta mais puros. Contrastando as duas imagens é possível observar que no período de inundação grande parte dos locais em tons de magenta recebe a influência de lâminas d'água, passando a ter tons azulados.

Figura 7 - Imagens LandSat 5 TM na composição R5G4B3 da RPPN SESC Pantanal no período de vazante (a - 11/2009) e inundação (b - 05/1995); e MDE da RPPN

Além disso, o MDE (Figura 7 c) permitiu a distinção do dossel existente na área, auxiliando na diferenciação de elementos na paisagem. As alturas de dossel variaram de 115 a 150 m em relação ao nível médio do mar (nmm), onde áreas em tons de verde são mais baixas e áreas mais amareladas e avermelhadas indicam dossel mais elevado. Ressalta-se que essa variação de elevação é em grande parte devido a mudança do porte vegetal, e não ao desnível existente no relevo. O relevo de todo o Pantanal é descrito como plano, com variação de elevação de 80 a 150 m e declividade regional inexpressiva (ALHO; GONÇALVES, 2005; FRANCO; PINHEIRO, 1982).

Essas informações somadas às fotografias obtidas no sobrevoo mostram as formas presentes na área em estudo, onde se observa a planície do rio Cuiabá, paleodiques e paleocanais, bem como a presença do canal atual do rio São Lourenço (Figura 8).

Figura 8 - Observações gerais feitas durante o sobrevoo. (a) Planície fluvial do rio Cuiabá; (b) Paleodique+Paleocanal; paleoplanície aluvial e murundus; (c) Paleocanal; (d) canal ativo do rio São Lourenço

Dessa forma, a interpretação conjunta das imagens de satélite e dos trabalhos de campo indica que a maior parte da área da RPPN Sesc Pantanal está inserida dentro do leque aluvial do São Lourenço, embora a parte oeste pertença à planície fluvial do rio Cuiabá. O leque aluvial do São Lourenço é um grande corpo sedimentar que possui área de 10^4 km^2 com

distinção de lobos antigos e um lobo distributário atual (CORRADINI et al., 2009; HORTON; DECELLES, 2001). As imagens de satélite interpretadas no presente trabalho mostram grande número de paleocanais distribuídos nos dois lóbulos de deposição que ocorrem na RPPN e na planície fluvial do rio Cuiabá, os quais formam uma rede característica dos leques aluviais (ASSINE, 2003; ASSINE et al., 2005; NICHOLS, 2009; NICHOLS; FISHER, 2007).

Por meio de perfis topográficos traçados com orientação NE/SW (perfil topográfico na Figura 9 e localização dos perfis em planta na Figura 7 c) observa-se uma ligeira declividade para sudoeste (perfil A-A'; B-B'; C-C'), confirmando o sentido do fluxo pretérito dos rios que modelaram essa paisagem. O relevo é ligeiramente côncavo no sentido do paleofluxo, típico dos leques aluviais (NICHOLS; FISHER, 2007; WHIPPLE et al., 1998). O ponto mais elevado do relevo, próximo ao rio São Lourenço, e o mais baixo, planície do rio Cuiabá, foram observados no perfil topográfico mais longo (B-B', cerca de 40 km), com cotas entre 140 e 120 m. Todos esses atributos geomorfológicos condicionaram a dinâmica hídrica atual da RPPN, ou seja, a morfodinâmica da paisagem, modelando-a e condicionando a sua pedogênese.

Com o perfil topográfico perpendicular ao fluxo pretérito dos rios (perfil D-D') observa-se o relevo predominantemente plano, com variação altimétrica entre 125 e 129 m, o que não corrobora as observações realizadas em outros leques, nos quais o perfil topográfico perpendicular ao paleofluxo tende a ser convexo (ASSINE, 2003; CHAKRABORTY; GHOSH, 2010).

Dados coletados à montante da área da RPPN, correspondente à vazão do rio Cuiabá (média histórica de 36 anos) e São Lourenço (média histórica de 33 anos), mostram que a menor vazão destes rios ocorre no mês de agosto e a maior no mês de março (<http://hidroweb.ana.gov.br>). Na cidade de Barão de Melgaço a vazão do rio Cuiabá em março é de $832 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$, e a do rio São Lourenço, na estação chamada de Córrego Grande (a montante da RPPN), é de $571 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$. Por outro lado, no mês de agosto, a vazão do rio Cuiabá e São Lourenço é diminuída para 132 e $155 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$, respectivamente (<http://hidroweb.ana.gov.br>). Observa-se que o rio Cuiabá possui uma amplitude maior na vazão que o rio São Lourenço, o que pode ter implicações atuais na geomorfologia, sedimentologia, hidrologia e, conseqüentemente, na pedogênese dentro da área de trabalho.

Figura 9 – Perfis topográficos no sentido do fluxo de paleocanais (A-A'; B-B'; C-C') e perpendicular (D-D') extraídos do MDE e dados de campos. Ilustração do traçado percorrido pelo perfil pode ser observada na Figura 6

Em imagens de satélite foi possível identificar feições reliquiais de rios meandantes e de baixa sinuosidade (Figura 10). Na planície do rio Cuiabá (Figura 10 b) é possível observar feições de rios meandantes abandonadas recentemente, deixando formas na paisagem como lagos de “*oxbow*” e “*scroll bars*” devido a sua evolução natural (NICHOLS, 2009). Na

paisagem (Figura 10 a e c) é possível observar canais abandonados com baixa sinuosidade. Apesar de somente esses tipos de rios terem sido observados, não se descarta a possibilidade de que outros tipos tenham atuado na modelagem da paisagem da RPPN, tais como o entrelaçado (“*braided*”) ou o anastomosado (“*anastomosing*” – “*anabranching*”) (CHARLTON, 2008; NICHOLS, 2009), uma vez que os seus registros geomorfológicos podem ter sido retrabalhados por ambientes deposicionais posteriores e pela pedogênese.

Figura 10 – Canais abandonados do megaleque fluvial do São Lourenço e da planície fluvial do rio Cuiabá (imagens de satélite - CBERS-2B HRC)

Tendo em vista a melhor identificação das áreas fonte de sedimentos, foi feito um perfil topográfico desde a nascente (planalto dos Guimarães) de um dos afluentes do rio Cuiabá até a área de deposição da Formação Pantanal (Figura 11). Nesse perfil observa-se a variação altimétrica da área fonte (cerca de 600 m) para a área de deposição (cerca de 100 m), indicando a existência de uma área de transferência a cerca de 200 m de elevação em relação ao nmm. Nas áreas mais elevadas é mais frequente a ocorrência de arenitos e calcários (Grupo Alto Paraguai e Paraná, Formação Bauru, Botucatu) (BARROS et al., 1982), os quais constituem as principais fontes de sedimento e soluções. No compartimento mais baixo, variando de 150 a 100 m de elevação, ocorrem os sedimentos genericamente chamados de formação Pantanal, e é onde ocorre a sedimentação atual (BARROS et al., 1982). O perfil, juntamente com o mapa geológico, permite também observar que dentro dessa área com elevações variando em torno de 300 a 200 m, o rio Cuiabá corre sobre a formação Cuiabá (BARROS et al., 1982). Uma implicação disso é que atualmente essa área pode não mais servir como área fonte de sedimentos, entretanto, é indiscutível sua contribuição para soluções que alimentam o rio Cuiabá e, por conseguinte, a área de deposição dessa bacia.

Figura 11 – Transeção traçada desde a nascente de um afluente do rio Cuiabá, que nasce no planalto dos Guimarães, até o rio chegar a Formação Pantanal. Perfil retirado do modelo digital de elevação do SRTM

Da mesma forma, também foi traçado um perfil topográfico desde a nascente do rio São Lourenço até a área de deposição da Formação Pantanal (Figura 12). No início do perfil,

a extremo norte do planalto de Taquari-Itiquira, próximo ao limite com a bacia do Araguaia, verifica-se variações altimétricas da área fonte (cerca de 600 m) para a zona de sedimentação (em torno de 100 m). Nas áreas mais elevadas ocorrem formações e grupos com presença de arenitos (Grupo Bauru e Fm Aquidauana), além da cobertura formação Cachoeirinha que se assemelha a detrítico-laterítica amplamente conhecida; e nas partes mais baixas ocorrem os sedimentos da formação Pantanal (DEL'ARCO et al., 1982). Na zona de transferência (200 – 250 m) ocorrem as formações acima citadas (Funas, Ponta Grossa).

Ambos os perfis topográficos, do rio Cuiabá e São Lourenço, possuem similaridades quanto à altimetria, evidenciando a existência das três zonas: área de erosão (fonte), transferência e deposição. Apesar das similaridades quanto à altimetria, o tamanho da transeção é diferente, sendo o perfil do rio Cuiabá mais longo (391 km) que a transeção do rio São Lourenço (274 km). Além disso, ressalta-se a diferenciação geológica ao longo do percurso dos rios, com o leito do rio Cuiabá percorrendo áreas mais complexas geologicamente. Portanto, as áreas fonte dos sedimentos e águas que chegam ao solo onde se encontra a Formação Pantanal possuem similaridades, apesar de haver diferenças condicionadas pela geologia, por conseguinte pelo solo, e tamanho da área fonte, peculiaridades essas importantes para estudos do meio físico.

Figura 12 – Transeção traçada desde a nascente de um afluente do rio São Lourenço, que nasce no planalto dos Guimarães, até o rio chegar a Formação Pantanal. Perfil retirado do modelo digital de elevação do SRTM

2.3.1.1.2 Compartimentação Geomorfológica e Sedimentologia

Os dados coletados em campo (pontos georreferenciados, sobrevoo e amostras de tradagens profundas e perfis) e laboratório (análise granulométrica) somados aos dados e às imagens trabalhadas em escritório indicam que a RPPN SESC Pantanal teve sua paisagem modelada majoritariamente pelos elementos que constituem o leque aluvial do São Lourenço (CORRADINI, 2011). Para melhor compreensão dos elementos que compõem a paisagem da área em estudo e de seus sedimentos, esta foi compartimentada segundo dois sistemas deposicionais distintos: 1) planície fluvial do rio Cuiabá e 2) leque aluvial do São Lourenço (Figura 13). As formas construídas pelo megaleque fluvial foram divididas em unidades.

Tendo em vista a melhor compreensão e unificação na nomenclatura ao longo do texto, tornam-se necessários alguns comentários. O termo planície fluvial indica um local que recebe influência atual de um rio durante os pulsos de cheias. Segundo Huggett (2007), planícies fluviais em regiões de relevo plano podem coalescer, formando assim as planícies aluviais. Dessa forma, o termo planície aluvial foi empregado para indicar a coalescência de planícies fluviais. Além disso, pelo fato de algumas áreas não receberem a influência direta dos pulsos dos rios, não caracterizando uma planície aluvial ativa, foi empregado o termo *paleo*, eliminando assim o paradoxo em argumentar que a “planície está em degradação”.

As denominações e termos utilizados localmente até então, tais como, cordilheira, corixo, vazante, lagoa e baía não serão empregadas. Quando possível será feita apenas uma correlação entre as denominações locais e as empregadas neste estudo. O termo cordilheira, que é utilizada para designar locais elevados que não sofrem influência dos pulsos de inundação, aqui serão chamados de paleocanais e paleodiques. Os corixos, as vazantes, as baías e as lagoas intermitentes estão inseridos nas paleoplanícies aluviais com diferentes estádios de erosão e serão abordados ao longo do texto, definindo suas características e sua função na dinâmica atual.

Figura 13 - Mapa das feições geomórficas da RPPN Sesc Pantanal.

2.3.1.1.2.1 Planície fluvial do rio Cuiabá

A planície fluvial do rio Cuiabá compreende cerca de 36% da RPPN, com altura de inundação maior que 4 m e várias fitofisionomias. Estudos feitos durante 4 anos por Girard et al. (2010) apontam que esta planície fluvial pode permanecer por até 160 dias com águas de inundação, podendo chegar a uma lâmina d'água de 4,8 m. Em média (4 anos), cerca de 140 dias do ano esta área permanece inundada, com elevação de 4,5 m das águas do rio Cuiabá (GIRARD et al., 2010).

Dentro da planície fluvial do rio Cuiabá podem ser observadas formas deixadas pelos sistemas deposicionais que atuaram na modelagem da planície: lagoas de canal abandonado, paleocanais e paleodiques (Figura 14). Essas formas foram construídas, na maioria dos casos, por um sistema fluvial anterior ao atual do Cuiabá, com formas indicando fluxo para sudoeste. Imagens de satélite do leque aluvial Cuiabá indicam que o sistema tem sua dinâmica de preenchimento do norte para o sul, ou seja, as formas inseridas atualmente na planície do rio não foram construídas pelo seu sistema. Assim, o leque aluvial do São Lourenço parece ter construído todas essas formas que atualmente estão sendo erodidas, remodeladas e sobrepostas pelos sedimentos trazidos pelas águas do rio Cuiabá.

Figura 14 – Lagoa de canal abandonado, paleocanal, paleodique e lagoa intermitente observada na planície fluvial do rio Cuiabá (Imagens SPOT)

As formas do relevo finas no limite entre a planície do rio Cuiabá e o leque aluvial do São Lourenço (Figura 13 – no limite entre as unidades 1 e 2A.2) apontam que a planície está se expandindo à medida que o rio Cuiabá eleva seu canal e diques, erodindo essas feições e tendendo a deixá-las mais finas. Com o avanço da erosão (retrabalhamento local) aliada aos materiais finos trazidos pela planície do rio, as formas com fluxo para SW, oriundas provavelmente do momento em que o rio São Lourenço tinha um lóbulo ativo do seu leque aluvial nesta região (CORRADINI, 2011), tende a sumir e serem recobertas por sedimentos da planície.

Os sedimentos dessa planície, de maneira geral, tendem a ser predominantemente argilosos quanto mais próximos do canal atual do rio Cuiabá, com algumas exceções, principalmente em paleodiques e paleocanais inseridos atualmente na planície. A medida que aumenta a distância do canal atual do rio observa-se uma maior heterogeneidade nos sedimentos, com o aparecimento de pacotes arenosos com maior frequência.

Dentre as tradagens realizadas nesta planície a mais característica mostrou sedimentos argilosos ou argilosos-siltosos até 350 cm de profundidade com argila escura e com mosqueamento vermelho e amarelo em todo o perfil (Figura 15). Até 2 m de profundidade os sedimentos foram mais argilosos e, abaixo disso, os sedimentos foram argilo-siltosos. A partir de 350 cm foi observada areia, coletada e enviada para datação.

Figura 15 – Perfil sedimentar e relação $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ e $\text{TiO}_2/\text{ZrO}_2$ e teor de Fe_2O da terra fina da tradagem AT22 referente à planície do rio Cuiabá

A variação observada na relação $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ e $\text{TiO}_2/\text{ZrO}_2$ e o teor de Fe_2O_3 na terra fina da tradagem AT22 até 200 cm de profundidade está relacionada à mudança sedimentar, sem a presença de variações abruptas.

Dentro da planície do rio Cuiabá observam-se locais com vegetação predominantemente arbustiva, com a presença de várias espécies desse porte (esse local é chamada regionalmente de bamburro).

Nessa planície ocorre uma feição chamada localmente de Riozinho, que durante o período seco funciona como uma lagoa por não ter ligação com o rio, principalmente para fornecimento ou vazão de água e, no período de cheias, funciona como um rio. Essa feição foi, aparentemente, construída pelo rio Cuiabá ou por um braço antigo, uma vez que a montante da feição observa-se uma ligação (um corixo) que alimenta esse curso durante a cheia.

Salienta-se que, devido à escala de trabalho, algumas formas do relevo não foram isoladas dentro da planície, podendo estas serem separadas em trabalhos geomorfológicos e sedimentológicos mais detalhados.

2.3.1.1.2.2 Leque aluvial do São Lourenço

As formas construídas pelo leque aluvial do São Lourenço perfazem 64% da área (Figura 13). Essas formas foram separadas de acordo com sua dinâmica atual de inundação, morfometria e morfologia, em porções elevadas e baixas que refletem a geomorfologia e sedimentologia da área.

Basicamente foram separadas cinco unidades elevadas que não recebem água de inundação e cinco unidades baixas que recebem água de inundação. As unidades aparentemente mais jovens foram organizadas na porção superior da legenda, assim, a unidade 2A.1 tem depósitos mais jovens que os da unidade 2A.5. Da mesma forma, os depósitos das unidades baixas 2B.1 são mais jovens que os depósitos da unidade 2B.5. Essa hierarquização foi feita com base nos poucos dados de datação, altimetria, bibliografia e dados levantados de geomorfologia (CORRADINI, 2011) que podem dar um indicativo da idade do depósito. Datações realizadas em algumas amostras de sedimentos indicam que as formas de relevo são resultados da atividade de sistemas deposicionais que tiveram atividade no Pleistoceno superior, contudo, pelo fato do número baixo de amostras datadas, as idades das unidades não serão abordadas. Pela ocorrência de unidades contíguas, em que uma faz

limite com a outra, sempre que possível essas foram descritas conjuntamente, as quais muitas vezes possuem relações genéticas entre si.

2.3.1.1.2.2.1 Unidade 2A.1 e 2B.1

A unidade 2A.1 é constituída por formas elevadas e contínuas, com vários quilômetros de extensão que não recebem lâmina d'água de inundação, contudo, sofrem encharcamento devido às águas das chuvas, que são escoadas por locais preferenciais (Figura 16). Com auxílio de imagens de satélite é possível observar, nesta subunidade, a presença de paleocanais que provavelmente drenam o excesso das águas das chuvas após a saturação do solo. A vegetação predominante na subunidade é floresta subcaducifólia com Acuri. Nesta unidade são observados paleodiques, paleocanais e paleoplanícies fluviais, provavelmente com atividade mais recente na área.

Figura 16 – Paleocanais e paleoplanícies observados nas unidades 2A.1 e 2B.1

Esta unidade (2A.1) é a mais elevada da área estudada, com cerca de 140 m em relação ao nível do mar. Por esse fato, mesmo com áreas próximas ao rio São Lourenço, ela não recebe influência direta dos pulsos de cheias do rio, sendo suas áreas rebaixadas inundadas devido, principalmente, às precipitações pluviométricas.

A unidade 2B.1, contígua com a unidade 2A.1, é constituída por depressões fechadas, locais esses com desníveis muito pequenos em relação aos locais mais elevados (80 – 100 cm de desnível em relação à unidade 2A.1). Apresentam polimorfia, não possuem uma uniformidade no tamanho, e algumas formas atingem até 1.200 m de diâmetro. A inundação observada nesta subunidade variou entre 60-80 cm com vegetação predominante de gramíneas, plantas arbustivas e cambarás isolados. Provavelmente essas porções são paleoplanícies aluviais que sofrem inundação em função das chuvas e não drenam rapidamente, o que conduziu a adaptação das plantas supracitadas a esse ambiente.

Os sedimentos da unidade 2A.1 são variáveis, com sedimentos arenosos e sedimentos finos, argilosos e siltosos, de cor escura e mosqueamento abundante. Os sedimentos arenosos em profundidade se restringem a pequenas linhas (Figura 17 a). Na profundidade de 540-580 cm há sedimentos arenosos moderadamente selecionados, distribuição mesocúrtica aproximadamente simétrica. De 270 a 540 cm foram observados sedimentos com quantidade similares de areia, silte e argila. Na profundidade de 250 cm ocorrem sedimentos arenosos moderadamente selecionados em uma camada de 20-30 cm. A partir dessa profundidade até a superfície ocorrem sedimentos finos que engrossam para o topo. A arquitetura sedimentar da unidade 2B.1 é semelhante a 2A.1 (Figura 17 b), contudo, a camada arenosa ocorre na profundidade de 200 cm e os sedimentos mais argilosos são abundantes a partir de 200 cm para a superfície.

Salienta-se que, por se tratar de uma planície aluvial, a arquitetura sedimentar pode mudar em poucos metros de distância (BABONNEAU et al, 2010). Portanto, não é de se surpreender se outras tradagens revelarem arquiteturas sedimentares diferentes da supracitada, como é o caso das tradagens seguintes feitas nas mesmas unidades (Figura 17 c e d).

Na tradagem T21, realizada na unidade 2A.1 (Figura 17 c), os sedimentos arenosos são mais frequentes, com porcentagens maiores quando comparados às tradagens anteriores. De 500 a 600 cm ocorre um pacote arenoso. De 320 a 500 cm ocorrem sedimentos com areia, silte e argila em iguais proporções, tornando a ser arenosos de 180-320 cm. De 150 a 180 cm ocorre uma pequena camada de sedimentos ligeiramente mais finos que engrossam para o topo. Na tradagem T22, referente à unidade 2B.1 (Figura 17 d), ocorrem sedimentos grossos na base que afinam para o topo, apresentando uma interrupção no afinamento com o aparecimento de uma pequena camada arenosa em 125 cm de profundidade.

A estatística aplicada na distribuição da fração areia dos perfis descritos acima mostra, de maneira geral, grãos moderada a pobremente selecionados e distribuição variando de mesocúrtica a leptocúrtica.

Figura 17 - Perfil sedimentar da tradagem AT7 (a), AT13 (b), T21 (c) e T22 (d) referentes à unidade 2A.1 (a e c) e 2B.1 (b e d)

2.3.1.1.2.2.2 Unidade 2A.2

A unidade 2A.2 é constituída por porções elevadas, alongadas e contínuas, com largura de até 1.500 m, não inundável (apesar de sofrerem encharcamento), com elevação de 136 m em relação ao nmm, e vegetação arbórea subcaducifólia. Nesta unidade se observar claramente em imagens de satélite evidências de paleocanais e paleodiques.

De maneira geral, os depósitos observados nessa unidade são arenosos e com quantidades proporcionais de argila, silte e areia na base, arenosos de 375 a 600 cm, compostos (areia, silte e argila) de 350 a 375 cm, voltando a ser arenoso até 250 cm, e a partir dessa profundidade ocorre afinamento para a superfície (Figura 18).

Figura 18 - Perfil sedimentar da tradagem AT15 referente à unidade 2A.2

2.3.1.1.2.2.3 Unidade 2A.3 e 2B.2

As unidades 2A.3 e 2B.2 são similares às unidades 2A.1 e 2B.1. A unidade 2A.3 é composta de porções elevadas e contínuas, extensas e não inundáveis, com elevação de 133 m, com vegetação predominantemente arbórea e com a peculiaridade da presença de bambus

no sub-bosque, sendo essa região chamada regionalmente como tabocal. A unidade 2A.3 se difere da 2A.1 pela presença de paleocanais mais evidentes no relevo quando se percorre a área, e com desníveis elevados (cerca de 3 m). O talude do paleocanal se apresenta em uma porção mais baixa em relação à forma de relevo adjacente, indicando a atividade de um sistema fluvial diferenciado (Figura 19).

A unidade 2B.2 é constituída por depressões fechadas com ligeiro desnível em relação à unidade 2A.3, sem um predomínio de formas e de vários tamanhos, com largura de até 1.000 m predominantemente isoladas e com vegetação graminóide (Figura 19). Essa unidade atualmente recebem água de chuvas com altura de inundação semelhante à unidade 2B.1.

Figura 19 – Ilustração do paleocanal e dique da unidade 2A.3, planície aluvial da unidade 2B.2 e localização das tradagens

As tradagens para estudos sedimentares foram realizadas somente nas porções elevadas referentes à unidade 2A.3 (Figura 19). A arquitetura sedimentar se mostrou variável, com a alternância entre pacotes arenosos e sedimentos finos, argila e silte (Figura 20). A tradagem 19 apresenta na base sedimentos arenosos que se afinam em 775 cm, aparecendo uma camada arenosa a 675 cm, que progressivamente afinam até 400 cm (Figura 20 a), onde ocorre uma mudança abrupta para sedimentos arenosos novamente. A partir de 300 cm para a superfície ocorre novamente o progressivo incremento de sedimentos finos com a presença de

um pequena camada arenosa em 170-200 cm. Na tradagem 6 a arquitetura sedimentar é mais complexa (Figura 20 b), com a alternância entre pacotes arenosos e finos mais frequentes. Os dois perfis evidenciam a variabilidade de pacotes sedimentares em uma mesma unidade, não sendo possível assim, estabelecer um padrão sedimentar para cada unidade geomorfológica.

Figura 20 – Perfil sedimentar e relação e teor de Fe_2O_3 da terra fina da tradagem T19 (a) e perfil sedimentar da T6 (b) referentes à unidade 2A.3

Da mesma forma que foi observada até agora, a estatística da distribuição da fração areia indica a presença de sedimentos moderada a pobremente selecionados com distribuição predominantemente mesocúrtica.

A variação nos dados geoquímicos da tradagem T19, o teor de Fe_2O_3 , e a relação $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ e $\text{TiO}_2/\text{ZrO}_2$ da terra fina, reflete apenas as mudanças sedimentares ao longo do perfil. Contudo, abaixo de 700 cm observa-se uma variação muito alta na relação $\text{TiO}_2/\text{ZrO}_2$, o que pode indicar alguma mudança na fonte dos sedimentos (MAY; VEIT, 2009). Não obstante, o teor de Fe_2O_3 da profundidade de 450 a 600 cm aumenta mesmo com as relações $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ e $\text{TiO}_2/\text{ZrO}_2$ constantes, indicando que o acúmulo de ferro está associado a outros fatores que não à processos sedimentares.

2.3.1.1.2.2.4 Unidade 2A.4 e 2B.3

A unidade 2A.4 é constituída por formas elevadas, alongadas, contínuas, por vezes estreitas, podendo ter largura de até 1.200 m, elevação variando entre 133 e 138 m que não inundam e possuem vegetação arbórea subcaducifólia. Em imagens de satélite é possível observar a presença de canais antigos vegetados e não vegetados em vários estádios de erosão (Figura 21). Muitos deles podem escoar água de chuvas e cheias, sendo estes locais chamados regionalmente de corixos.

A quantidade de paleocanais e paleodiques na unidade 2A.4 evidencia que a paisagem foi modelada basicamente por um sistema deposicional distributário dominado por rios com avulsões frequentes, como ilustram Berendsen e Stouthamer (2000) e Stouthamer (2001). Verifica-se que a sobreposição de canais se torna mais evidente nesta unidade, assemelhando-se aos modelos encontrados na literatura que ilustram a arquitetura e as formas que os sistemas construídos por rios deixam na paisagem (Figura 22) (BERENDSEN; STOUTHAMER, 2000; STOUTHAMER, 2001), onde os paleocanais e seus diques são construídos mais altos, deixando espaços rebaixados entre eles, possivelmente antigas planícies.

Figura 21 – Elementos do sistema deposicional observado na unidade 2A.4 e 2B.3

A unidade 2B.3 é constituída por locais polimórficos rebaixados cerca de 1 m em relação à unidade 2A.4, isolados e/ou não, com largura de até 1.000 m, recebem influência de água de inundação de até 80 cm (Figura 21) e possui vegetação de campo graminoso, ocorrendo também ciperáceas (pirizais). Quando isoladas, as áreas apresentam inundação de até 80 cm, podendo chegar a 1 m e, quando ligadas às outras paleoplanícies, a altura de inundação se aproxima de 20 cm. As áreas isoladas, chamadas localmente de lagoas, são circundadas por áreas mais elevadas que impedem o escoamento da água das chuvas ou da ascensão do lençol freático, mantendo-a confinada nesses locais por um período maior.

Figura 22 – Modelo conceitual de sistemas deposicionais com avulsões frequentes (a) (adaptado de Stouthamer, 2001) e sobreposição de canais construídos em épocas diferentes (b) (adaptado de BERENDSEN; STOUTHAMER, 2000)

Assim como para a unidade 2A.1 e 2B.1, as unidades 2A.4 e 2B.3 apresentam variação em sua arquitetura sedimentar (Figura 23). Na primeira arquitetura sedimentar da unidade 2A.4 (T17) os sedimentos são predominantemente finos ou com as 3 frações em diferentes quantidades (areia, silte e argila) de 150-660 cm, com o aparecimento de sedimentos mais grossos a partir de 150 cm até a superfície (Figura 23 a). Os sedimentos da unidade 2B.3 (T25) apresentam um afinamento da base para a superfície, sem a interrupção abrupta nesse afinamento até chegar aos 20 cm (Figura 23 b).

Figura 23 – Perfil sedimentar da tradagem T17 referente à unidade 2A.4 (a) e perfil sedimentar, relação $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$, $\text{TiO}_2/\text{ZrO}_2$ e teor de Fe_2O_3 da terra fina da tradagem T25 referente à unidade 2B.3 (b)

Na outra tradagem feita na unidade 2A.4 foi observada (T1) uma variação maior entre pacotes arenosos e finos (Figura 24 a). De 500-570 cm os sedimentos finos compõem 50% do

pacote; de 400-500 cm os sedimentos são ligeiramente mais arenosos e afinam novamente de 250-400 cm; de 125-250 cm os sedimentos são predominantemente arenosos; afinam novamente de 40-125 cm e para a superfície tornam a ser sedimentos arenosos. A arquitetura sedimentar da unidade 2B.3, referente à paleoplanície, de maneira geral é composta por um afinamento da base para a superfície, com uma interrupção por materiais arenosos de 200-225 cm; sedimentos finos são observados de 200 cm até a superfície (Figura 24 b).

Figura 24 – Perfil sedimentar, relação $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$, $\text{TiO}_2/\text{ZrO}_2$ e teor de Fe_2O_3 da terra fina da tradagem T1 referente à unidade 2A.4 (a) e perfil sedimentar da tradagem T2 referente à unidade 2B.3 (b).

Assim como nas unidades 2A.1 e 2B.1, em tradagens realizadas em dois locais na mesma unidade foram observadas arquiteturas sedimentares distintas, impostas pela dinâmica dos sistemas deposicionais fluviais.

As mudanças na relação $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$, $\text{TiO}_2/\text{ZrO}_2$ e no teor de Fe_2O_3 observadas na tradagem T25 referente à planície, e na tradagem T1, referente ao local não inundado, parecem estar relacionadas às diferenças sedimentares, não se observando variação relacionada à mudança da área fonte.

2.3.1.1.2.2.5 Unidade 2B.4

A unidade 2B.4 é constituída por áreas rebaixadas e contínuas, com largura de até 4.000 m e lâmina de inundação de até 3 m, como exemplo o sul dessa unidade, em que se observa indícios de inundação que chegam a 3 m de profundidade em troncos de árvores. Contudo, em média a altura de inundação é de 60 cm. Esses locais inundam com as primeiras chuvas, são os últimos a drenar e aparentemente a água possui maior energia. A vegetação predominante nesta subunidade é o cambará e a pimenteira, que são espécies adaptadas às condições de inundação. Paleocanais, paleodiques e paleoplanícies aluviais são observados nesta unidade.

Esta unidade é rebaixada e onde as águas de inundação possuem maior velocidade por concentrar águas das porções adjacentes. Parece que em algumas porções, especialmente nas mais estreitas, a drenagem tributária foi imposta à paleocanais distributários, constituindo assim nas principais vias e canais que drenam as águas de inundação. Por essas peculiaridades que esta unidade foi isolada das demais.

2.3.1.1.2.2.6 Unidade 2A.5 e 2B.5

A unidade 2A.5 é constituída por áreas elevadas, contínuas e/ou isoladas, majoritariamente estreitas, elevação de 130 m, não inundável, ligeiramente elevadas em relação à paleoplanície aluvial e possui vegetação de cerrado. Aparentemente são paleocanais com depósitos antigos em estado avançado de degradação.

A unidade 2B.5 se constitui em áreas rebaixadas, contínuas e muito amplas, com inundação variando de 5-15 cm e predomínio de gramíneas. Por ser relativamente antiga, possivelmente essa unidade é constituída por paleoplanícies aluviais que se coalesceram, assim como paleodiques, devido aos ciclos erosivos. Esta subunidade possui algumas formas

chamadas de murundus, que são locais ligeiramente elevados (1 m em relação à área inundável), convexos com base arredondada de diâmetro muito variável (desde 2 m até 30 m), não inundáveis e vegetados por plantas arbóreas.

Em uma análise de imagens de satélite observam-se murundus com distribuição ordenada, em menor proporção, e aleatória, em maior proporção (Figura 25). A distribuição ordenada dos murundus, com o claro alinhamento das formas, indica que sua origem está associada à erosão avançada de paleodiques e paleocanais. Outro indicativo disso são os tamanhos dessas formas, que quando alinhadas apresentam o diâmetro de até 30 m. Entretanto, a maioria dos murundus observados na área distribui-se de maneira aleatória e pode ter sua origem atribuída às atividades de térmitas capazes de se instalar em locais submetidos ao hidromorfismo temporário (CORRÊA, 1989; RESENDE et al., 2002).

Figura 25 – Murundus distribuídos ordenadamente e aleatoriamente

Na unidade 2B.5, pelo fato da erosão ter atuado nessa unidade de maneira acentuada e por mais tempo, é plausível encontrar locais que indicam a presença de paleodiques e paleocanais, que por terem sido erodidos, suas formas não são mais visíveis por imagens de satélite. Não obstante, locais nestas paleoplanícies ligeiramente mais baixos podem acumular

água depois do escoamento das águas das cheias, sendo então chamadas de lagoas intermitentes (Figura 26).

Figura 26– Formas observadas na unidade 2A.5, 2B.4 e 2B.5

Os sedimentos da unidade 2A.5 são arenosos em todo o perfil, até 450 cm (Figura 27 a), sugerindo depósitos de rios, com a areia engrossando com a profundidade. A unidade 2B.5 apresenta uma arquitetura sedimentar mais complexa, com sedimentos arenosos a 550 cm, afinamento para a superfície, e a presença de sedimentos arenosos a 250 e 70 cm de profundidade.

De maneira geral, a variação geoquímica no perfil da tradagem AT3 acompanhou as mudanças sedimentares, não indicando variação geoquímica relacionada à mudança na composição dos sedimentos ou da área fonte.

Figura 27 – Perfil sedimentar da tradagem AT5 referente à unidade 2A.5 (a) e perfil sedimentar, relação $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$, $\text{TiO}_2/\text{ZrO}_2$ e teor de Fe_2O_3 da terra fina da tradagem AT3 referente à unidade 2B.5 (b)

2.3.1.1.2.3 Lagoas

As lagoas perenes, em azul no mapa, correspondem aos corpos com presença d'água todo o ano e ocupam apenas 1,5% da área total da reserva. Estes corpos d'água têm maior ocorrência na porção oeste da reserva, na planície fluvial do rio Cuiabá, e constituem

ambiente deposicional de baixa energia com predomínio de sedimentos mais finos, como silte e argila. Aparentemente, sua gênese ocorreu pelo acúmulo de água em paleocanais não preenchidos, uma vez que grande parte delas ainda guarda o formato de canais e meandros abandonados. Contudo, algumas lagoas na porção leste da RPPN aparentam ter se originado de paleoplanícies. No período chuvoso as lagoas aumentam seu volume podendo coalescer com lagoas vizinhas.

2.3.1.2 Discussão

O estudo geomorfológico aliado à sedimentologia mostrou a grande variabilidade espacial dos depósitos pertencentes a cada unidade geomorfológica, o que corrobora com outras pesquisas que descreveram perfis sedimentares em sistemas fluviais e aluviais atuais e pretéritos (BABONNEAU et al., 2010; BERENDSEN; STOUTHAMER, 2000; CHAKRABORTY; GHOSH, 2010; FARRELL, 2001; GRENFELL et al., 2010; JONES; HAJEK, 2007; MAKASKE; SMITH; BERENDSEN, 2002; MAY; ARGOLLO; VEIT, 2008; MAY; ZECH; VEIT, 2008; SMITH, 1996; STOUTHAMER, 2001). Contudo, as diferentes arquiteturas sedimentares observadas em uma mesma unidade mostra que a compartimentação geomorfológica em escala de maior detalhe precisa futuramente ser realizada, tendo em vista a dinâmica dos sistemas deposicionais fluviais (NICHOLS, 2009). Não obstante, além da utilização de escala de trabalho mais apropriada (maior) para compartimentação, outros fatores podem ter influenciado e devem ser considerados para se obter melhores produtos, como os tipos de ferramentas utilizadas (imagens mais detalhadas, levantamento hipsométrico detalhado, etc.), o tempo disponível para a pesquisa e a integração com profissionais de áreas relacionadas.

Embora os depósitos sedimentares sejam muito variáveis é possível observar algumas características gerais importantes. Nos depósitos em que há uma mudança abrupta no afinamento de grão da base para a superfície, com a presença de uma pequena camada arenosa, como é o caso das tradagens AT13, T22, T2, os sedimentos sobrejacentes a esses sedimentos arenosos são mais finos do que os subjacentes, assim como Farrell (2001) observou em alguns testemunhos. Na estatística da distribuição da fração areia, esses depósitos arenosos apresentaram grau moderado de seleção e curtose mesocúrtica, sugerindo um ambiente de média seleção de grãos. Assim, este tipo de depósito indica a atividade de um sistema fluvial deposicional com avulsões frequentes, onde o sistema se configurou com menor energia após o processo avulsivo (FARRELL, 2001). Essas pequenas camadas

arenosas podem ser referentes aos depósitos de crevasse splay, depositados logo após o rompimento do dique marginal do rio durante a avulsão, com espriamento das águas do rio e transporte de sedimentos de vários tamanhos (STOUTHAMER, 2001; NICHOLS; FISHER, 2007).

Por outro lado, em algumas tradagens, principalmente na T21, T19 e T6, pacotes arenosos são intercalados por sedimentos mais fino, o que também corrobora com testemunhos descritos por Farrell (2001) em sistemas fluviais antigos. Na estatística da distribuição da fração areia desses pacotes arenosos foi observado um grau de seleção moderado e curtose mesocúrtica, sugerindo um ambiente com baixa seleção de grãos. Isso indica que esses depósitos podem estar relacionados à atividade de um canal de rio, como suas barras ou bifurcação de canais (STOUTHAMER, 2001). Na arquitetura sedimentar observa-se também uma sucessão entre pacotes arenosos e pacotes finos, indicando um sistema fluvial com dinâmica mais ativa e complexa.

Ressalta-se que no primeiro caso, em que há uma interrupção no afinamento de grãos da base para a superfície por uma pequena camada arenosa, os depósitos continuam finos após os depósitos arenosos. Isto sugere que esses locais foram inicialmente ambientes de menor energia, provavelmente planícies, que posteriormente sofreram avulsão nas proximidades e, mesmo depois desse processo, continuaram a receber sedimentos finos, ou seja, continuaram sendo planícies. Provavelmente, esses locais que possuem uma pequena camada arenosa estavam perto o suficiente do ponto de avulsão para receberem os sedimentos, e longe o suficiente para não terem o novo curso do rio instalado sobre esses sedimentos (MACKEY; BRIDGE, 1995; PHILLIPS, 2011; TÖRNQVIST; BRIDGE, 2002; WHIPPLE et al., 1998).

No caso em que a arquitetura sedimentar apresentou pacotes arenosos alternados com pacotes finos, a conformação sugere que esse ambiente apresentou uma dinâmica fluvial mais complexa. A alternância de depósitos pode estar relacionada, por exemplo, com a evolução do curso de rios meandrantess, com suas barras, ou pode ser interpretado como canais rasos de antigos rios entrelaçados (MAY; ZECH; VEIT, 2008).

Na tradagem T25, que possui a arquitetura sedimentar diferente das descritas, foram observados sedimentos que progressivamente se afinam da base para a superfície, sem mudança considerável no afinamento. Isso evidencia a estabilidade desse local como planície aluvial, sem avulsão nas proximidades ou migração lateral de canais, recebendo sedimentos finos por um longo período (CHAKRABORTY; GHOSH, 2010). Contrariamente, a tradagem AT5 tem todo o perfil com sedimentos grossos, com mudança somente na distribuição da

areias, o que sugere a atividade de um paleocanal durante um longo tempo (BABONNEAU et al., 2010).

Em alguns casos, há afinamento textural da base até a porção intermediária, onde, a partir daí, os sedimentos progressivamente engrossam até a superfície, como nas tradagens T17 e AT1. Isso sugere que a conformação do sistema fluvial mudou próximo desses locais, de um ambiente de maior energia, na base, possivelmente paleocanal, para uma planície fluvial, com depósitos mais finos. A mudança progressiva para um ambiente de maior energia possibilitou essa conformação nos depósitos, com sedimentos grossos aumentando da porção intermediária até a superfície (FARRELL, 2001).

Apesar de dunas poderem apresentar curtose e grau de seleção semelhantes (KASPER-ZUBILLAGA; ZOLEZZI-RUIZ, 2007; KASPER-ZUBILLAGA, 2009) aos dados observados neste trabalho, de maneira geral, a conformação dos pacotes sedimentares, aliada à geoquímica, corrobora com a hipótese de que os depósitos tiveram origem fluvial. Além disso, a área fonte de sedimentos que alimentam essa bacia possuem rochas de origem eólica (BARROS et al., 1982; DEL'ARCO et al., 1982) ou seja, os depósitos apresentam distribuição de partícula similar à área fonte, mas esses sedimentos foram transportados por rios até a planície, o que parece mais coerente. Contudo, evidências eólicas, tal como o transporte e retrabalhamento de sedimentos em curta distância, podem ser encontradas em trabalhos de detalhes, assim como May, Zech e Veit (2008) observaram no Chaco boliviano.

A escolha dos dados para representar e ilustrar as evidências geoquímicas dos depósitos foi feita com base em análises preliminares da estatística de componentes principais que não mostraram variabilidade nos dados. Assim, seguindo alguns trabalhos que também trabalharam com geoquímicas em ambientes deposicionais (MAY; ARGOLLO; VEIT, 2008; MAY; VEIT, 2008), foram escolhidos a relação $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ e $\text{TiO}_2/\text{ZrO}_2$ e o teor de Fe_2O_3 . A variabilidade desses dados, de maneira geral, parece estar associada somente à mudança nos depósitos, ou seja, ao tamanho de grão (MAY; ARGOLLO; VEIT, 2008), indicando uma área fonte de sedimentos homogênea. Contudo, a tradagem T19 apresenta alta variação na relação Ti/Zr abaixo de 700 cm, indicando alguma mudança na área fonte, provavelmente associada à erosão e à evolução e reconfiguração da rede de drenagem (MAY; ARGOLLO; VEIT, 2008). Além disso, nas camadas que estão sobre e subjacente aos pacotes arenosos da grande maioria das tradagens, observa-se acréscimo nos teores de ferro (Tradagem T1 e T25), o que pode estar associado à configuração interna de drenagem, ou do lençol freático que permite o acúmulo desse elemento nas áreas onde ocorre a quebra da capilaridade, uma vez que o ferro está diluído nessas águas na forma ferrosa e se precipita quando encontra essas áreas oxidadas

(LINDSAY, 1979). Isso implica também no acúmulo de concreções ferruginosas que podem mascarar evidências sedimentares. Além disso, essas camadas com acréscimo de ferro podem representar processos pedogenéticos em antigas planícies ou na antiga zona de oscilação do lençol freático, o que proporciona o acúmulo desse elemento (BREEMEN; BUURMAN, 2002).

Ressalta-se que essas discussões, embora pertinentes, se restringem apenas para argumentação geral dos possíveis ambientes que se sucederam verticalmente, mas não permitem estabelecer a distribuição espacial desses depósitos na paisagem e, bem como, seus limites laterais. Dessa forma, tentativamente, o item que segue tem por objetivo iniciar esta abordagem mais sistemática, com 4 transeções sedimentares, estabelecendo seus limites laterais e a aproximação do modelo simplificado de evolução geomorfológica da paisagem da área em estudo.

2.3.1.3 Modelo de evolução

O modelo de evolução da paisagem da área em estudo passa pela evolução de todo o leque aluvial do São Lourenço e Cuiabá. Esses leques apresentam lóbulos de deposição atuais (ASSINE, 2003; CORRADINI, 2011), os quais contribuíram e estão influenciando na evolução dessa paisagem. Do ponto de vista da contribuição de cada um dos leques para a evolução da paisagem da RPPN, o leque do São Lourenço contribuiu em maior parte e, atualmente, a planície do rio Cuiabá está mais ativo dentro da área em estudo.

O modelo simplificado de evolução da paisagem da RPPN pode ser dividido em 4 etapas principais, cada uma com suas peculiaridades, especialmente relacionadas ao sistema fluvial e ao tipo de rio predominante em cada uma delas. Inicialmente, parece ter havido um lobo sedimentar com alguns lóbulos deposicionais que possuíam rios retilíneos ou com pequena migração lateral (Figura 28 a; e); um novo lóbulo se instalou a jusante do lobo inicial, com rios de fluxo mais lento e migração lateral mais acentuada (Figura 28 b; f); outro lóbulo se instalou a montante com atividade de rios meandantes sobre sedimentos do lobo inicial (Figura 28 c; g); evolução do leque aluvial do Cuiabá, com a instalação de sua planície fluvial sobre os depósitos e formas do relevo construídas pelo leque do São Lourenço (Figura 28 d; h). Como se observa, as 3 primeiras etapas estão relacionadas ao leque do São Lourenço e somente a última relacionada ao leque do Cuiabá e sua planície.

Figura 28 - Etapas da evolução dos leques do rio São Lourenço e Cuiabá influenciando na paisagem da RPPN: lóbulo deposicional inicial com rios (a) e localização na RPPN (e); novo lóbulo sedimentar se instala a jusante do lóbulo inicial (f) com rios com maior migração lateral (b); outro lóbulo se instala a montante (g) com atividade de rios meandantes (c); evolução no preenchimento do leque e planície do rio Cuiabá com atividade de rios meandantes (d), se instalando sobre os sedimentos dos lóbulos anteriores construído pelo leque do São Lourenço (h), conformando a paisagem atual da RPPN SESC Pantanal (i)

A evolução da paisagem se inicia somente com o leque do São Lourenço. O ponto de partida para a evolução dessa paisagem é um lobo pertencente a esse leque com alguns lóbulos deposicionais. Aparentemente, esse ambiente apresentava rios mais retilíneos e com pequena migração lateral do canal. Resquícios desse antigo lobo são observados em três regiões por meio de imagens de satélite (Figura 29), as quais evidenciam a presença de rios com as características supracitadas. As demais formas do relevo pertencentes a esse lobo foram erodidas ou sobrepostas pelos sedimentos dos lóbulos que o sucederam. Ressalta-se que esse momento representa o início do modelo de evolução da paisagem estabelecido para esta área.

Figura 29 – Ilustração de três áreas com formas do relevo reliquias possivelmente relacionadas ao lóbulo de deposição inicial do leque do São Lourenço

Embora as áreas observadas nas imagens pareçam diferentes, principalmente pela quantidade de canais, elas apresentam similaridades importantes relacionadas com a morfologia e morfometria. Por exemplo, os paleocanais apresentam largura similar e são

vegetados com plantas arbóreas (mais ou menos 5-10 m de altura), as paleoplanícies são amplas, com a ocorrência de gramíneas e murundus vegetados com plantas arbóreas.

Em uma segunda etapa, o lóbulo sedimentar se instalou a jusante do leque inicial. Neste lóbulo foram observados vários tipos de rios, contudo, observou-se o predomínio de rios que migraram mais lateralmente que os rios pertencentes ao lobo que o precedeu. Esse lóbulo sedimentar parece ter passado por momentos distintos de preenchimento, uma vez que ele apresenta paleocanais com características diferentes em suas zonas, apresentando na zona proximal paleocanais não aparentes no relevo e na zona média e distal um paleocanal (chamado localmente de Bebe) que não está preenchido, com aparente desnível (3 m) em relação às áreas adjacentes. Essa diferença nos paleocanais pode estar relacionada com a mudança no ambiente sedimentar em função dos fatores que influenciam no funcionamento do sistema fluvial, ou seja, todos os fatores relacionados ao nível de base do lóbulo (STOUTHAMER; BERENDSEN, 2007).

A montante desse último corpo sedimentar se instalou o lóbulo mais atual do leque do São Lourenço observado na RPPN, sobrepondo e retrabalhando os sedimentos do primeiro lobo sedimentar (em amarelo da Figura 28). Esse lóbulo possuía canais meandantes com grande migração lateral do rio, apresentando-se de maneira similar às características do canal atual do rio São Lourenço.

A última etapa que modelou a paisagem da área em estudo constituiu na evolução do leque aluvial do Cuiabá e de sua planície fluvial. O lóbulo atual desse leque se caracteriza pela dinâmica de preenchimento de norte para sul. Assim, os sedimentos depositados pelo leque do São Lourenço foram e estão sendo sobrepostos e retrabalhados paulatinamente pelo lóbulo atual do Cuiabá, o qual conduziu o rio com sua planície a se instalar e carrear seus sedimentos para esses locais construídos antes pelo leque do rio São Lourenço.

Dessa forma, devido às atividades sucessivas do leque aluvial do São Lourenço e do Cuiabá, a paisagem da RPPN Sesc Pantanal tal como observada atualmente, com sua complexidade em formas do relevo, reflete a influência dos ambientes pretéritos de sedimentação da planície (Figura 13).

A hierarquia dos lóbulos sedimentares apresentados acima foi estabelecida com base nos dados levantados por este estudo, somados aos dados coletados na literatura ligada ao leque do São Lourenço e Cuiabá (ASSINE, 2003; CORRADINI, 2011; CORRADINI et al., 2009). Contudo, essa ordem estabelecida pode ser modificada com o avanço de estudos com um maior nível de detalhe, principalmente relacionados a cronologia dos depósitos.

De maneira geral, caso pudesse ser estabelecida uma ordem dos tipos de rios para cada um dos lóbulos acima, essa seguiria o modelo descrito por Babonneu et al. (2010). Assim, no momento inicial do modelo, os rios do leque aluvial do São Lourenço tinham formato predominantemente retilíneo, provavelmente semelhante à Figura 30 a. O lóbulo posterior construído à jusante apresentava rios semelhantes ou intermediários entre os rios apresentados na Figura 30 b e c. O último lóbulo construído pelo leque do São Lourenço e o lóbulo atual do Cuiabá aparentemente apresentavam rios similares à Figura 30 c e d.

Figura 30 – Rios relacionados com a evolução da paisagem da RPPN, com a presença de rio retilíneos, intermediários e meandantes

(Adaptado de BABONNEU et al., 2010).

Apesar de ter sido apresentado o modelo com os tipos dos rios relacionados a cada um dos lóbulos, é importante ressaltar que esse representa um modelo geral. Por exemplo, em um mesmo lóbulo sedimentar é possível observar diferentes tipos de canais e até mesmo um único canal pode apresentar diferentes formatos no seu curso, como o canal atual do rio Cuiabá. Além disso, os leques aluviais possuem uma variação enorme de processos, os quais não foram representados no modelo de rios, como avulsão, sobreposição de feições, barra, etc (NICHOLS, 2009; NICHOLS; FISHER, 2007). Além disso, esta é uma sequência geral da atividades dos lóbulos, sendo que em porções localizadas de ambientes com frequentes avulsões pode ocorrer a atividade isolada de rios recentes que se instalam em antigos canais (PHILLIPS, 2011), gerando locais específicos com depósitos mais jovens dentro de um lóbulo mais antigo.

Para entender melhor como se deu a configuração desses ambientes pretéritos, foram elaborados transeções sedimentares de cada um dos lóbulos que modelaram a RPPN, estabelecendo os pacotes sedimentares e seus limites laterais, o que ajuda a compreender melhor esses ambientes fluviais.

2.3.1.3.1 Sedimentologia dos lóbulos

De maneira geral, as transeções escolhidas para representar a sedimentologia dos lóbulos apresentaram os seguintes elementos em sua arquitetura: depósitos de canais, depósitos de diques, depósitos de crevasse splay e depósitos de planície fluvial. Cada transeção apresenta um conjunto de elementos diferentes, com suas próprias características e composição de sedimentos descritos separadamente.

2.3.1.3.1.1 Arquitetura sedimentar - lóbulo inicial

A transeção sedimentar do lóbulo inicial, unidades 2A.5 e 2B.5 (Figura 13), elaborada a partir de dados extraídos de trincheiras e tradagens profundas (até o lençol freático), evidencia a presença de depósitos de canais e de planícies (Figura 31). Os depósitos de canais são compostos por areia em toda a transeção, com espessura de 5 m e largura de 45 m. Os depósitos de planície fluvial apresentam teores de argila, silte e areia em diferentes proporções. Estes depósitos se alongam horizontalmente e apresentam muitas mudanças verticalmente.

Os depósitos de canais foram datados a 2 m de profundidade com idades de 47 e 37,5 ka na base de duas trincheiras, confirmando a hipótese de que essa área representa o primeiro lóbulo do modelo de evolução da paisagem. Os rios, além de se apresentarem mais retilíneos, foram construídos com evolução predominantemente vertical e pequena migração lateral, sem a evidência de frequentes avulsões, como indica o perfil sedimentar.

Como se observa na Figura 30, os depósitos de canal começam na parte baixa do relevo e se estendem até a parte mais elevada, o qual, provavelmente no passado estava no mesmo nível topográfico, que devido à elevação do nível de base local (MUTO; STEEL, 2000), progressivamente essas áreas elevadas foram e estão sendo incorporadas às áreas inundáveis. À medida que ocorreu a configuração da hidrologia, ocorreu a adaptação da vegetação ao ambiente, tornando-se dominantes as gramíneas adaptadas ao hidromorfismo temporário do perfil AP8 até próximo a tradagem AT3, cerrado do perfil AP8 até a tradagem AT5, e plantas arbóreas indiscriminadas com algumas palmáceas no murundu.

Figura 30 – Transeção sedimentar no lobo sedimentar inicial da RPPN

AT = Tradagens mecanizadas. AP = Perfil descritos e analisados.

★ = Amostras coletadas para datação por Luminescência opticamente estimulada. ⊥ = Final da tradagem mecanizada.

As linhas horizontais e verticais presentes na representação dos depósitos de planície limitam pacotes que possuem a contribuição da fração argila, silte e areia, mas com diferentes proporções. Assim, observa-se que nestes depósitos ocorrem variações ligeiras, possivelmente influenciadas pelas tênues mudanças na configuração dos ambientes pretéritos. Para se entender melhor e se tentar estabelecer a configuração dos ambientes que originaram esses depósitos, somente a retirada de testemunhos sedimentares possibilitaria a precisão necessária. Além disso, esses testemunhos seriam importantes para interpretar a presença das três frações juntas, uma vez que elas se depositam em ambientes com nível energético diferente (NICHOLS, 2009). Isto ajudaria a esclarecer se estas planícies sofreram retrabalhamento ao longo do tempo, seja pela atividade dos sistemas fluviais que se sucederam ou pela forte pedogênese à medida que os sedimentos se depositaram.

Nesta transeção também foi observada, no lado oposto aos depósitos de canal, outra porção elevada do relevo chamada de murundu, que possui elevação de até 1 m em relação à área inundável, comum neste lóbulo sedimentar. A gênese dos murundus pode estar associada a fatores biológicos e geogenéticos, contudo, especificamente nesta transeção, o murundu é de origem biológica, devido ao contexto pedológico-sedimentar.

O murundu, com seus depósitos areno-siltosos e areno-argilo-siltosos, na mesma cota topográfica dos depósitos de canal, pode indicar que sua gênese também está associada a algum canal ou dique antigo. No entanto, do ponto de vista sedimentar desse lóbulo, os sedimentos do murundu somente se originariam após os depósitos arenosos de canal, uma vez que o ambiente estaria mais preenchido e permitiria a deposição de material mais fino (NICHOLS; FISHER, 2007). Partindo dessa premissa, se os sedimentos dos murundus foram depositados depois, por que suas formas não se apresentam continuamente, tal como o paleocanal na porção alta com depósitos arenosos (Figura 32)?. Se os murundus são resquícios de paleodiques erodidos, a erosão deveria também ter atuado em outras formas do relevo na paisagem e os murundus seriam maiores. Nesta linha de raciocínio de que os sedimentos mais finos se depositam em ambiente de menor energia (NICHOLS, 2009), pressupõe-se que os murundus deveriam estar em uma cota topográfica mais elevada do que o paleocanal com depósitos arenosos se realmente fossem de origem sedimentar. Soma-se a isso o fato de não serem observadas evidências sedimentares em profundidade que confirmem a ocorrência de paleocanal ou paleodique no murundu.

Figura 32 – Representação do paleocanal com depósitos arenosos e murundu na transeção

Na trincheira descrita no murundu foram observadas pequenas camadas de argila em meio a textura areno-argilo-siltosa. Lâminas delgadas dessas pequenas camadas, sem a evidência de argiluviação, indicam origem sedimentar a essas camadas argilosas (Figura 33 a), contudo, em uma visão lateral observa-se uma orientação inclinada dos grãos (Figura 33 b). A inclinação dos grãos pode ser um indicativo de que essas camadas argilosas se originaram a partir dos sucessivos ciclos erosivos de termiteiros, que corrobora uma das hipóteses para a formação dos murundus (CORRÊA, 1989; RESENDE at., 2002), sendo essa alternância de camadas muito pequena de material fino e material grosso uma evidência desse processo. Além disso, evidências da atividade biológica foram observadas em lâminas delgadas do solo descrito no murundu, o que corrobora ainda mais o importante papel biológico na formação dessa feição do relevo (Figura 33 c e d).

Figura 33 – Micrografia dos horizontes da trincheira descrita no murundu. a-Detalhe da camada argilosa em microscópio com nicóis cruzados de amostra frontal; b – visão ampla em lupa da orientação dos grãos de amostra lateral, com camadas de material grosso e fino alternados; c e d – evidências da atividade biológica, com túbulos e restos vegetais, respectivamente

2.3.1.3.1.2 Arquitetura sedimentar – segunda etapa

Os depósitos de canais neste lóbulo, unidade 2A.3 (Figura 13), se apresentam menos espessos e mais largos, com espessura de 2-3 m e largura de 50-60 m (Figura 34), indicando um sistema fluvial com rios possuindo migração lateral e, provavelmente, avulsões mais frequentes do que no lóbulo anterior.

Os depósitos de planícies foram predominantemente areno-siltosos, sendo a maioria na arquitetura sedimentar desse lóbulo. Abaixo dos depósitos associados ao canal antigo, observou-se um pacote sedimentar com a presença de argila, silte e areia em proporções iguais, o que pode indicar uma superfície antiga que sofreu pedogênese ou retrabalhamento e, posteriormente, em decorrência da atividade do sistema fluvial, foi sobreposta por sedimentos dos ambientes que a sucederam. Em parte da porção superior da transeção foram observados depósitos predominantemente finos, silte e argila, sugerindo a presença de ambientes pretéritos de menor energia que proporcionaram esses depósitos (NICHOLS, 2009).

Figura 33 – Transeção sedimentar no segundo lóbulo responsável pelo preenchimento e conformação da paisagem da RPPN. AT = Tradagens profundas mecanizadas.
└= Final da tradagem mecanizada

Uma análise no arranjo dos sedimentos associada ao grande desnível observado neste perfil indica que os sedimentos foram cortados e erodidos pela atividade de um rio que sucedeu os depósitos. Isso pode ocorrer quando se tem uma mudança no nível de base local onde o rio, no seu balanço, passou mais a escavar do que depositar sedimentos (NICHOLS, 2009). A avulsão, por exemplo, pode modificar a dinâmica do rio a montante do ponto de avulsão, passando essa porção do rio a carregar mais sedimentos do que depositar (STHOUTHAMER; BERENDSEN, 2007).

O grande desnível observado nesta transeção indica que houve uma mudança abrupta no curso do rio em que as águas foram conduzidas à outra direção, deixando essa feição no relevo sem preenchimento. Quando a mudança no curso do rio ocorre progressivamente, como observado por Stouthamer (2001) e Stouthamer e Berendsen (2000), os canais tendem a ficar preenchidos por sedimentos que se afinam da base do canal para o topo.

2.3.1.3.1.3 Arquitetura sedimentar – terceira etapa

A arquitetura sedimentar da transeção da terceira etapa, construída pelo leque aluvial do São Lourenço, unidades 2A.1 e 2B.1, apresenta sedimentos de planície fluvial, de crevasse splay e de diques. Os sedimentos de planície próximos à base do perfil apresentam argila, silte e areia em diferentes proporções e próximos à superfície apresentam sedimentos predominantemente argilosos. Os sedimentos da crevasse splay são arenosos e dos diques contêm proporções diferentes de areia, silte e argila (Figura 35).

Nesta transeção parece ter ocorrido um sistema fluvial com baixa mudança no curso do rio e maior migração lateral, indicando um ambiente mais preenchido e espaço de acomodação menor (MUTO; STEEL, 2000; NICHOLS; FISHER, 2007). A configuração dos sedimentos sugere a presença de planície que, após uma avulsão próxima, se configurou com menor energia, depositando sedimentos mais finos e predominantemente argilosos.

A parte mais elevada da transeção provavelmente se formou pela atividade de um dique responsável pelos sedimentos estratificados, alternando camadas pequenas que possuem proporções diferentes da fração argila, silte e areia, o que sugere uma gênese majoritariamente associada ao ambiente fluvial e, em menor grau, à pedogênese. Essa conformação de sedimentos de diques também foi observada por vários estudos realizados em leques aluviais na Holanda (BERENDSEN; STOUTHAMER, 2000; STOUTHAMER, 2001; STOUTHAMER; BERENDSEN, 2007; TÖRNQVIST, 1993; TÖRNQVIST; VAN REE; FAESSEN, 1993). Os sedimentos datados mostram que na profundidade de 65 cm eles receberam luz solar pela última vez há cerca de 7,5 ka, ou seja, eles estão todo esse tempo sofrendo com os ciclos de inundação e seca e, certamente, a pedogênese atuou nesses pacotes alterando a conformação inicial dos depósitos.

Os depósitos de crevasse splay ocorrem de 20-50 cm de espessura e em todo o perfil na forma de folha, predominantemente arenosos, corroborando com outros estudos (FARRELL, 2001; SMITH et al., 1989; STOUTHMER, 2001). Contudo, os mesmos trabalhos mostram que a granulometria pode ser muito variável, com a presença de sedimentos fino, argila e silte, até areia, a depender do sistema fluvial, do tamanho da crevasse e da sua distância do ponto de avulsão (FARRELL, 2001; SMITH et al., 1989; STOUTHMER, 2001).

2.3.1.3.1.4 Arquitetura sedimentar – quarta etapa

Essa transeção sedimentar está inserida atualmente dentro da planície do rio Cuiabá, contudo, seus sedimentos foram depositados pela atividade do lóbulo do leque do São Lourenço, correspondendo às unidades 1 e 2A.2 (Figura 13). Pelo fato de estar muito longe do canal atual do rio Cuiabá, esses sedimentos provavelmente receberam pequena contribuição deste rio e, dessa forma, sua arquitetura sedimentar está diretamente relacionada ao lóbulo mais recente observado na área em estudo e construído pelo leque do São Lourenço. À medida que se aproxima do canal atual do rio Cuiabá observa-se a maior contribuição do rio na paisagem e nos sedimentos, como camadas mais espessa de finos.

A transeção possui sedimentos de canal, dique, planície e de crevasse splay (Figura 36). Os depósitos de canal e crevasse splay são predominantemente arenosos. Os depósitos de dique diferem dos depósitos de planície na distribuição das frações argila, silte e areia e os depósitos de planície predominantemente mais finos em superfície.

Figura 36 – Transeção sedimentar na quarta etapa do preenchimento e conformação da paisagem da RPPN. AT = Tradagens profundas mecanizadas. AP = Perfil descritos e analisados

★ = Amostras coletadas para datação por Luminescência opticamente estimulada. ⊥ = Final da tradagem mecanizada.

Os depósitos de canal se distribuem em três níveis, sugerindo a atividade de paleocanais em épocas diferentes e um sistema fluvial com maior frequência de avulsão do que os anteriores com menor migração lateral do canal (STHOUTHAMER; BERENDSEN, 2007). A espessura desses depósitos varia entre 1-3 m e possui largura maior que 45 m, sugerindo rios com curto período de atividade e menores do que os canais atuais de rios próximos (STHOUTHAMER; BERENDSEN, 2007). Datações realizadas na base das trincheiras (2 m de profundidade) abertas no canal superficial indicam que esses depósitos receberam luz solar há cerca de 20 ka, sugerindo uma prolongada ação da pedogênese.

A argila, silte e areia ocorrem em quantidades similares nos depósitos de planície observados nas partes inferior e média da transeção, enquanto que na parte superior, depois dos depósitos de crevasse, os sedimentos apresentam silte e argila em maior proporção. O sistema fluvial, após a avulsão, se configurou com menor energia, sugerida pela presença de uma pequena camada de sedimentos arenosos, proporcionando a deposição de sedimentos mais finos.

Os depósitos de dique apresentam as frações argila, silte e areia, muitas vezes em diferentes proporções, e foram identificados na porção superficial do perfil sedimentar. Em profundidade, esses depósitos correlatos a diques são difíceis de encontrar pelo fato de possuírem granulometria semelhante aos depósitos de planície.

Uma pequena camada arenosa observada na parte superior da transeção sedimentar entremeio a horizontes mais argilosos, sobre um horizonte A antigo com distribuição diferente da areia, sugere que estes sedimentos sejam oriundos de uma crevasse splay. A última vez que esses depósitos receberam luz foi há cerca de 12 mil anos, indicando a construção desses depósitos é relativamente antiga.

2.3.1.4 Discussão Geral

A sedimentação resultante da atividade do leque aluvial do São Lourenço, com seus diques, canais e planícies fluviais, e da planície do rio Cuiabá, se deu de modo a haver uma sobreposição dessas feições à medida que o espaço de acomodação foi criado (MUTO; STEEL, 2000). Assim, partes atualmente menos elevadas foram em algum momento pretérito canais, diques, planícies fluviais, lagoas, entre várias outras formas derivadas dessas, sobrepostas por sedimentos, e moldando, assim, o mosaico complexo de feições fluviais que formam a paisagem da RPPN (SMITH, 1996).

As formas do relevo construídas pelos sistemas deposicionais, como descrito acima, foram remodeladas e retrabalhadas por pedogênese e ou processos erosivos condicionados pela hidrologia que se alterou desde o Pleistoceno superior devido às oscilações climáticas (BERTAUX et al., 2002; CLARK et al., 2009; STEVAUX, 2000) e às mudanças nos lóbulos deposicionais, resultando na conformação atual das formas apresentadas na Figura 13.

As unidades 2A.5, 2B.5 e parte da unidade 2B.4 foram construídas pelo sistema deposicional na primeira etapa do modelo. As formas, como vistas atualmente, foram resultado da evolução hidrológica local, onde provavelmente o nível de inundação foi mais elevado, uma vez que parte do paleocanal, que foi erodido ou retrabalhado pelas frentes de inundação, possui gramíneas adaptadas ao hidromorfismo e não coincidem com o nível de inundação atual. Isso resultou nessas formas que são alongadas a nordeste e devido ao ligeiro desnível em direção do paleofluxo, sudoeste, tornam-se mais estreitas com o aparecimento de algumas formas isoladas.

O nível de inundação mais elevado a pretérito nesta unidade provavelmente se relaciona com a configuração e evolução geomorfológica do megaleque do São Lourenço. Como descrito acima, após a atividade do lóbulo responsável pela formação das unidades 2A.5, 2B.5 e parte da unidade 2B.4, se instalou um lóbulo a jusante que precedeu o lóbulo a montante. Provavelmente, quando o lóbulo da terceira etapa foi ativo, este fornecia mais água de inundação para o lóbulo da primeira etapa do que atualmente, contudo, o lóbulo da segunda etapa obstruiu a drenagem da água, tal como se observa hoje, fazendo com que a inundação atingisse níveis mais elevados responsáveis pela evolução das formas descritas acima.

Além de fornecer mais água de inundação do que atualmente, o lóbulo da terceira etapa construiu a parte distal do seu corpo sedimentar muito próximo do lóbulo da segunda etapa (Figura 27), obstruindo ainda mais o fluxo de água, o que pode ter resultado no aumento do nível de inundação, mesmo com condições climáticas com menor abundância de água. Atualmente o lóbulo da segunda etapa juntamente com a planície do rio Cuiabá, represam a água de fluxo nordeste-sudoeste na confluência do lóbulo inicial, lóbulo da segunda etapa e planície do Cuiabá, resultando em níveis de inundação de até 3 m e plantas adaptadas à inundação que se proliferam nestes locais, pimenteira e cambará.

O conjunto de unidades 2A.1-2B.1 e 2A.3-2B.2 talvez represente uma etapa inicial ou intermediária de ação da erosão para o conjunto 2A.4-2B.3. A evolução dessas unidades até a

conformação atual, provavelmente está relacionada a mudança na hidrologia ao passo que o lóbulo construiu seu dique, seu canal e sua planície em um patamar ligeiramente mais elevado (NICHOLS; FISHER, 2007), fazendo com que as áreas adjacentes sofressem inundações maiores uma vez que o nível de base local se alterou (MUTO; STEEL, 2000). Assim, áreas rebaixadas como as unidades 2B.1 2B.2 e 2B.3, tendem a se expandir em função da alteração hidrológica, incorporando áreas anteriormente elevadas nessas unidades pela erosão das frentes de inundação e podendo chegar, assim, na conformação da unidade 2B.5, provavelmente uma coalescência de planícies, incorporando os outros elementos do sistema fluvial (SMITH, 1996).

A unidade 2A.2 não apresenta a mesma morfologia das demais unidades pelo fato de limitar a planície do rio Cuiabá e as águas de inundação que chegam do outro lado, provavelmente de chuvas ou de algum corixo alimentado pelo rio São Lourenço. Desse mesmo lado, esta unidade impede o fluxo da água de NE/SW, o qual aumenta a altura de inundação e condiciona o crescimento de plantas adaptadas a esses ambientes, cambará e pimenteira. A unidade, como “divisora de água”, tem suas antigas planícies muito claramente adaptadas a hidrologia local, que supostamente estão se expandindo a medida da evolução da planície do rio Cuiabá, com tendência a ser sobreposta pelos sedimentos dessa planície.

Na base de todos os perfis sedimentares foi observada a presença de pacotes sedimentares arenosos, corroborando com vários outros trabalhos (CHAKRABORTY; GHOSH, 2010; SMITH, 1996; STOUTHAMER, 2001). De maneira geral, lóbulos mais antigos apresentam sedimentos mais grossos (NICHOLS; FISHER, 2007), assim, esses sedimentos arenosos podem representar a superfície de lóbulos sedimentares antigos que foram sobrepostos por sedimentos de lóbulos recentes. Não obstante, a dinâmica de sobreposição dos elementos, seus lóbulos e sistemas fluviais, um após o outro, representa a essência dessa planície e revela a sua complexidade (FARRELL, 2001).

Na grande maioria das transeções os sedimentos de planícies fluviais subsuperficiais apresentaram variações nas proporções de argila, silte e areia. Ressalta-se que, embora outras pesquisas também tenham observado sedimentos similares em planícies (CHAKRABORTY; GHOSH, 2010; FARRELL, 2001), esses sedimentos podem ter sido originados do retrabalhamento proporcionado pela atividade de um sistema deposicional posterior (STOUTHAMER, 2001) e/ou, de processos pedogenéticos, tais como a bioturbação, eluviação/iluviação, etc (BUOL et al., 2011), como mostram micrografias, onde areias preenchem canais em matriz de sedimentos finos (Figura 37).

Figura 37 – Micrografia de horizontes de solos com a presença de areias em poros abertos por raízes

Em todos os perfis descritos não foram observadas evidências de depósitos de origem eólica. Não obstante, nos AP5 e AP8, perfis pertencentes ao primeiro lóbulo, foram realizados o fracionamento isotópico do carbono para se inferir sobre as mudanças na vegetação, que podem estar associadas às condições paleoclimáticas ou hidrológicas. Pelo fato de ser a datação mais antiga, com cerca de 50 mil anos, essa porção do relevo passou pelas evoluções climáticas ocorridas desde o final do Pleistoceno, servindo assim como registro dessas oscilações. O fracionamento isotópico evidencia que a vegetação dessa porção do relevo não sofreu mudança significativa, possuindo o sinal isotópico que indica a mistura de plantas C3 e C4 desde 1,2 m de profundidade até a superfície (Figura 38).

Figura 38 – Variação do $\delta^{13}\text{C}$ no perfil AP5 e AP8 do lóbulo inicial de deposição

Apesar dos dados de fracionamento isotópico não evidenciarem mudanças na vegetação possivelmente associada às mudanças climáticas, não há dúvidas com relação as oscilações climáticas desde o final do Pleistoceno na região atualmente tropical (BERTAUX et al., 2002; CLARK et al., 2009; LEDRU et al., 1996; STEVAUX, 2000; ZECH et al., 2009). Assim, o clima no Pantanal, mais especificamente na área de estudo, certamente oscilou, contudo, não em tempo suficiente ou em condições extremas para levar a mudança na vegetação e, por conseguinte, na configuração de ambientes diferenciados como o eólico (COLINVAUX; OLIVEIRA; BUSH, 2000).

Ressalta-se que os quatro perfis sedimentares estudados apresentam arquitetura sedimentar diferentes que reflete os ambientes nos quais foram depositados. O perfil sedimentar do primeiro lóbulo provavelmente apresentava rios com pequena migração lateral e um desenvolvimento verticalizado; o perfil sedimentar do segundo lóbulo apresentava rios com baixa avulsão e alta migração lateral, ou rios entrelaçados com canais rasos; o terceiro lóbulo aparentemente apresentava rios meandantes e com baixa avulsão; o perfil sedimentar dentro da planície do rio Cuiabá, embora não o represente pelo fato de ter sido construído pelo leque do São Lourenço, apresentava rios com frequentes avulsões e pequenos em tamanho.

A modelagem da paisagem exclusivamente pela atividade de sistemas deposicionais fluviais parece ser mais evidente, uma vez que indícios de sistemas deposicionais eólicos não foram encontrados na morfologia da paisagem e em tradagens profundas. Colinvaux, Oliveira e Bush (2000) revisaram vários textos que reportaram a presença de paleodunas no Pantanal e observaram que grande parte desses trabalhos foram realizados por meio de sensoriamento remoto e os trabalhos realizados no campo são inconclusivos. Ainda, segundo esses autores, não há dúvida da ocorrência de um clima árido ou semiárido, provavelmente durante o Pleistoceno Superior e Holoceno Inferior, contudo, não há resultado algum que prove a presença de dunas ativas durante esse período (COLINVAUX; OLIVEIRA; BUSH, 2000), principalmente no Pantanal norte.

2.3.2 Pedologia

Três sistemas pedológicos representativos foram estudados, distribuídos na porção central, leste e oeste da RPPN SESC Pantanal (Figura 39), escolhidos de modo a representar o conjunto de solos e compartimentos observados na área. Para o entendimento da distribuição dos solos e da configuração lateral e vertical de horizontes e camadas em cada

sistema pedológico, foram abertas de 4-6 trincheiras e realizadas 6-7 tradagens profundas mecanizadas e várias tradagens manuais.

Figura 39 – Localização dos sistemas pedológicos estudados na RPPN SESC Pantanal. Imagens SPOT

2.3.2.1 Sistema pedológico 1 (SPE)

Como apresentado no item anterior, as evidências morfológicas do relevo observadas no campo em imagens de satélite e na sedimentologia indicam que esse SPE é composto por diques, canal e planície aluvial de um sistema deposicional antigo (Figura 40), em que a planície aluvial desse SPE faz parte atualmente da planície fluvial do rio Cuiabá (unidade 1 - Figura 13) e a porção mais elevada, composta de diques e canal, faz parte da unidade 2A.2 (Figura 13).

Figura 40 – Distribuição dos solos, tradagens, vegetação e dos horizontes no sistema pedológico 1, localizado na unidade 1 e unidade 2A.2 da Figura 13. ★= locais datados por LOE. Os sub-horizontes estão agrupados e seus detalhes e diferenciações se encontram no Apêndice

A distribuição lateral das camadas e dos horizontes corroboram as informações do relevo e das imagens, confirmando que o SPE teve sua origem associada a sistemas fluviais de deposição, como abordado acima (Figura 39). Na porção mais elevada do SPE ocorrem os diques, possuindo horizontes com classe textural variando entre franco-arenosa e franco-argilosa, floresta semidecídua com Acuri, plantas de Cerrado, gravateiros e arbustos. Na porção ligeiramente mais baixa que os diques ocorre o canal antigo, inundável, com classe textural areia e areia-franca e ocorrência de Pimenteira, com pequeno número de gramíneas e arbustos. Na porção mais baixa do SPE, também inundável, observou-se a maior presença de sedimentos finos, com classe textural franco-argilo-siltosa à argila e vegetação com Cambará, gramíneas e arbustos. Os depósitos de canal têm, frequentemente, sua mudança lateral abrupta com os depósitos relacionados aos diques, contudo, a transição lateral dos depósitos de planície com os depósitos de diques ocorre progressivamente, sem uma linha nítida que delimita cada um dos pacotes.

A morfologia, granulometria, química e relação $\text{TiO}_2/\text{ZrO}_2$ dos perfis AP1 e AP4 indicam descontinuidade litológica nos seus horizontes, sugerindo a mudança de ambiente sedimentar que originou esses depósitos (Anexo, Apêndice e Figura 41 a). O fracionamento isotópico de carbono corrobora a hipótese de mudança de ambiente sedimentar na profundidade de 140 cm no AP4 e 80 cm no AP1 (Figura 41 b), sugerindo que os depósitos próximos à superfície enterraram uma antiga superfície, soterrando o solo.

Figura 41 – Relação $\text{TiO}_2/\text{ZrO}_2$ (a) e $\delta^{13}\text{C}$ (b) dos perfis AP1, AP2, AP3 e AP4 do sistema pedológico 1

O fracionamento isotópico de carbono dos perfis AP2 e AP3 apresenta sinal que indica a predominância de plantas C3 em todo o perfil, sugerindo que nestes locais não ocorreu mudança na vegetação ou a influência de sedimentos com sinal isotópico diferente. Por outro lado, o sinal isotópico dos horizontes dos solos de planície se apresenta mais enriquecido de ^{13}C , indicando maior contribuição de plantas C4 abaixo e acima de 80 cm no AP1 e 140 cm no AP4, com sinal mais empobrecido nestas profundidades, e indicando maior contribuição de plantas C3. Micrografias de amostras indeformadas retiradas nestes horizontes e que apresentam mudanças no sinal do ^{13}C , mostram a presença de sedimentos grossos sobre sedimentos finos com transição abrupta, o que evidencia ainda mais a descontinuidade litológica associada ao ambiente deposicional (Figura 42).

Figura 42 – Micrografia geral e em detalhe dos perfis AP1 (a e b - 80-89 cm) e AP4 (c e d - 143-153 cm) que mostra o contato entre sedimentos grossos sobre sedimentos mais finos, evidenciando a descontinuidade litológica

Os horizontes acima da camada arenosa no AP1 apresentam maior contribuição de esmectita na fração argila fina do que nos horizontes abaixo da camada, sugerindo um ambiente diferenciado (Figura 43). Contudo, salienta-se que a mineralogia acima e abaixo dessa descontinuidade é basicamente caulínítica, tanto na argila fina quanto na argila total.

Figura 43 - Difratoograma da argila fina dos horizontes Btg (a – 30-75 cm) e 2Cgf2 (b – 145-200 cm) do perfil AP1, mostrando maior presença de minerais 2:1 na argila fina dos horizontes acima da camada arenosa

Este SPE apresenta horizontes com mosqueados, nódulos de ferro e manganês, formação de gradiente textural e alta saturação por sódio no complexo de troca (Apêndice). Os horizontes com mosqueados foram observados na planície, os horizontes com saturação de sódio foram observados nos diques e os nódulos de ferro e manganês foram observados nos horizontes do solo que se apresentam no canal, em um horizonte do solo do dique e no horizonte mais profundo do solo na planície. Com exceção do solo de canal, todos os demais apresentam horizontes com gradiente textural.

De maneira geral, os horizontes superficiais deste SPE apresentaram pH fortemente ácido e os horizontes subsuperficiais pH moderadamente ácido (EMBRAPA, 2006) (Apêndice). Os solos das porções que sofrem inundação apresentam, predominantemente, distrofia e alguns horizontes com T maior que $10 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ (Apêndice). Todos os solos do dique apresentaram alta saturação por alumínio, principalmente nos horizontes sobrejacentes ao Bt, contudo, somente no horizonte do AP4 foi observado caráter alítico. Os solos que não recebem água de inundação, AP3 e AP13, apresentam horizontes Bt eutróficos, muitas vezes associados a um pH maior que 6 e caráter sódico e/ou solódico. Nos horizontes que apresentam alta saturação por sódio, observa-se também a inversão nos valores de cálcio e magnésio, com o magnésio chegando a uma relação de até 50 para 1 de cálcio.

Solos com horizontes mosqueados foram observados na planície aluvial inundável do SPE. Na posição mais baixa os horizontes se apresentam mais reduzidos, com maior contraste dos mosqueados em relação à matriz (Apêndice) e à medida que se avança para a porção alta do SPE, ocorre menor expressão da redução e maior predominância de cores amarelas e vermelhas, evidenciando menor influência da água de inundação nas porções mais elevadas. Mesmo em porções que não sofrem influência da lâmina d'água, como nos diques, observa-se um grau muito incipiente de redução em agregados, que progressivamente se tornam mais evidentes nas porções mais baixas.

Micrografias de lâminas delgadas do perfil AP4, que permanece sob influência de uma pequena lâmina de inundação, mostram uma matriz intra-agregado ainda em tonalidade amarelo-brunada e matriz próxima de poros fissurais e cavitários com tonalidades mais escuras, indicando o processo incipiente de hidromorfismo (Figura 44). Da mesma forma, em micrografia do AP3, solo do dique, observa-se pequenas zonas com cor mais escura, indicando a ocorrência de hidromorfismo menos intenso que no AP4.

Figura 44 – Micrografia do perfil AP4 (a – 15-22 cm; b – 15-22 cm detalhe; c – 106-112 cm) e AP3 (d – 90-101 cm), mostrando a segregação de ferro próximo aos poros causada pelo hidromorfismo, chegando a formar hiporrevestimentos em alguns. 1 = Acúmulo de ferro nas zonas próximas aos poros. 2 = Matriz do solo em cores mais claras em função da redução. 3 = Matriz do solo com redução incipiente

No AP1, solo descrito na porção mais baixa do SPE, observou-se a presença de agregados com estrutura prismática, mosqueados intra-agregados e gleização entre-agregados, feição típica de locais que sofrem inundação sazonal, chamado de pseudogley (BREEMEN; BUURMAN, 2002; PIPUJOL; BUURMAN, 1994). Não obstante, a presença de mosqueados em horizontes profundos evidencia a grande variação da inundação e do lençol freático durante a estação de cheias e vazantes.

Os nódulos de ferro e manganês foram observados no perfil do canal (AP2), no dique (AP3) e na planície (AP1). A morfologia dos nódulos observados no solo do dique e canal (AP3 e AP2) é composta por formas grandes, esféricas, predomínio de cor escura, quebráveis com ferramenta, por vezes com a mão, e forte reação com a adição de peróxido de hidrogênio. Por outro lado, os nódulos observados no solo da planície são menores, avermelhados, angulares e esféricos, quebráveis somente com ferramenta e não reagem com a adição de peróxido de hidrogênio.

Na curva dos teores de Fe_2O_3 e MnO da terra fina dos perfis AP1, AP2, AP3 e AP4 (Figura 45), observa-se que o AP1 e AP4, solos de planície, aumentam e diminuem a quantidade de ambos os elementos concomitantemente na mesma profundidade. Por outro lado, no AP2 e AP3 observa-se um aumento na quantidade de MnO , especialmente na profundidade de 100 cm no AP2 e 80 cm no AP3, mas a quantidade de Fe_2O_3 diminui ou não se altera. Esses dados aliados à morfologia evidenciam que os nódulos observados na planície originaram de processos pedogenéticos, enquanto que os nódulos do solo do canal e dique podem ter tido origem sedimentar, provavelmente formados em condições propícias para o maior acúmulo de manganês e depositados nestes locais pelo sistema deposicional antigo.

Figura 45 – Teor de Fe_2O_3 e MnO da terra fina dos perfis AP1, AP2, AP3 e AP4 do sistema pedológico 1

Além dessas evidências, em micrografias de lâminas delgadas das amostras do solo do canal, AP2, observa-se a presença de areia dentro dos nódulos ligeiramente mais fina que a areia da matriz (Figura 46). Os nódulos observados no solo de planície parecem ter incorporado sedimentos mais grossos presentes na matriz e possuem morfologia que lembra antigos poros (nódulos associados a porosidade), enquanto que os nódulos do AP2 são isolados, evidenciando ainda mais a diferente origem desses nódulos (LINDBO; STOLT; VEPRASKAS, 2010). Além disso, as micrografias ilustram a morfologia arredondada dos nódulos e limites abruptos com a matriz do solo do canal e predominantemente mais angulares, com limite difuso e contínuos na matriz dos solos de planície (LINDBO; STOLT; VEPRASKAS, 2010).

Figura 46 – Micrografias dos perfis AP2 (a - 35-42 cm) e AP1 (b - 90-100 cm) mostrando a morfologia dos nódulos do solo de canal (nódulos arredondado com limite abrupto) e planície (nódulos com limite difuso e continuidade na matriz do solo), respectivamente

Os perfis AP1, AP3, AP4 e AP13 apresentam horizontes Bt com relação textural maior que 1,5. A distribuição da fração areia dos horizontes Bt dos perfis AP1, AP3 e AP4 apresenta a areia muito fina como moda. Nos horizontes sobrejacentes ao Bt dos solos de planície, AP1 e AP4, a moda da distribuição da areia também foi muito fina, contudo, no solo do dique, o AP3, a moda da distribuição areia foi a fina nos horizontes sobrejacentes a ele, sugerindo que a formação do gradiente textural esteja relacionada a processos sedimentares ou erosivos. Em micrografia do AP3 observa-se diferença no tamanho e na quantidade de areia do horizonte Bt e de um horizonte sobrejacente, reforçando a hipótese do papel sedimentar na formação do Bt (Figura 47).

Figura 47 – Micrografia de um horizonte sobrejacente (a - 15-22 cm) ao Bt (b – 90-101 cm) do perfil AP3, mostrando que os horizontes sobrejacentes apresentam areias diferentes do Bt

Por outro lado, em micrografia observa-se a presença de ferri-argilãs nos horizontes Bt do AP1, AP3 e AP4 (Figura 48), com a presença de extinção forte e contínua e cutãs sem orientação. No solo do dique, AP3, os cutãs com extinção forte e contínua parece ser mais frequente do que nos solos de planície, onde se observa maior ocorrência de cutãs sem a presença de orientação (Figura 48).

Os cutãs sem orientação são observados nas bordas de agregados ou preenchendo poros em coloração amarelo claro, por outro lado, o ferri-argilã com orientação, ou seja, com extinção estriada forte e contínua sob nicóis cruzados, tem coloração amarelo-brunada e preenchem poros. A ocorrência dessa feição pedológica com plasma mais claro sem orientação nas paredes dos agregados de solos da planície sugere a influência da inundação na difusão de ferro, como no AP4 (Figura 48 e e f). O fluxo descendente de água com argila e silte que preenchem poros parece ser mais evidente no AP1 (Figura 48 c e d), formando essa feição sem zona de extinção contínua.

Figura 48 – Micrografia do AP3 (90-101 cm – sem (a) e com nicóis cruzados (b)), AP1 (80-89 cm – sem (c) e com nicóis cruzados(d)) e AP4 (50-60 cm - sem e com nicóis cruzados(f)), mostrando a presença de ferri-argilã com e sem orientação. 1 = argiluviação evidenciada pela extinção estriada forte e contínua. 2 = cutãs sem orientação

2.3.2.2 Sistema pedológico 2

O SPE2, localizado no lóbulo deposicional mais antigo da RPPN e compreendendo as unidades 2A.5 e 2B.5, foi modelado por um sistema distributário fluvial com maior energia. No item anterior, que trata da geomorfologia e sedimentologia, foi apresentada e discutida a evolução do lóbulo em que este SPE está inserido. Ressalta-se que esse SPE foi descrito em um contexto geomorfológico em que as partes menos elevadas são amplas e abertas, o que permite a troca lateral de água com as demais porções e apresentam lâmina d'água de inundação muito pequena, variando entre 5 e 10 cm.

Na porção mais elevada do SPE, que não sofre inundação, ocorre o murundu com vegetação arbórea, palmeiras e gravateiros e o canal antigo com cerrado possuindo plantas subcaducifólias. Na porção mais baixa, suscetível a inundação, ocorre a planície e parte do canal antigo com vegetação graminóide, sendo essa porção chamada de campo graminoso. A textura dos horizontes e das camadas do canal é predominantemente areia e a textura da planície e do murundu varia entre franco-arenosa e franco-argilosa (Figura 49). Os depósitos grossos relacionados ao canal têm transição lateral abrupta com os depósitos e horizontes da planície, facilmente notáveis pelo contraste textural e a presença de plintita e petroplintita nos depósitos de planície. Por outro lado, a transição lateral dos horizontes da planície com os horizontes do murundu ocorre de maneira progressiva.

A morfologia, a granulometria, a química, o fracionamento isotópico do carbono e a relação TiO_2/ZrO_2 dos perfis não indicam descontinuidade litológica tal como observada no SPE1 (Anexo, Apêndice e Figura 50). Contudo, no AP7 o afinamento de grãos da superfície para a subsuperfície é interrompido por sedimentos mais grossos no horizonte Cgcf, ao qual pode ser atribuída a mudança sedimentar imposta pelo sistema deposicional, como discutida no item anterior.

Figura 49 - Distribuição dos solos, das tradagens e dos horizontes no sistema pedológico 2, localizado nas unidades 2A.5 e 2B.5 da Figura 13 ★ locais datados por LOE. Os sub-horizontes estão agrupados e seus detalhes e diferenciações se encontram no Apêndice

Embora o fracionamento isotópico do C não indique mudanças no sinal que ajudem na interpretação de descontinuidade litológica, com esses dados pode-se inferir sobre a mudança e evolução da vegetação nas diferentes porções do SPE. No solo do canal antigo, AP5, que apresenta sedimentos que receberam luz há 47 ka a 200 cm, foi realizado o fracionamento isotópico de 110 cm para a superfície e observou-se sinal variando entre -25 e -21, o que indica que a origem do C foi predominantemente de plantas C3 (Figura 50). O AP8, com sedimento a 200 cm datados de 31.5 ka, apresenta sinal isotópico entre -21 e -19, o que indica uma contribuição de plantas C3 e C4 justificada pela posição na paisagem, exatamente no ponto de transição entre a vegetação de cerrado e gramíneas. No solo do murundu e da planície, AP6 e AP7, respectivamente, observa-se próximo a 200 cm de profundidade sinal isotópico de C, o que indica a mistura de plantas C3 e C4. Entretanto, dessa profundidade para a superfície, o AP6 apresenta empobrecimento progressivo no sinal, chegando a -27, e o AP7 apresenta enriquecimento também progressivo, chegando a -16. Isto sugere que a planície teve uma vegetação com contribuição de gramíneas e plantas arbóreas que paulatinamente passou a ter o predomínio de gramíneas, ao passo que no murundu a mistura das duas vegetações foi substituída progressivamente por plantas arbóreas.

Figura 50 – $\delta^{13}C$ (a) e relação TiO_2/ZrO_2 (b) dos perfis AP5 e AP8 do sistema pedológico 2

O fracionamento isotópico do carbono e a distribuição dos sedimentos sugerem que os locais atualmente inundados desse SPE (AP7), chamado de planície, podem ter sido diques que, devido à evolução de preenchimento do sistema fluvial e consequente elevação do nível

de base (MUTO; STEEL, 2000), foram erodidos, rebaixados e incorporados nas porções que sofrem inundação, como parte do antigo canal.

Assim como no SPE1, este SPE apresenta solos com nódulos de ferro e manganês, mosqueamentos, gradiente textural e elevada saturação por sódio. Os nódulos de ferro e manganês ocorrem no solo da planície, do canal antigo e do murundu. O gradiente textural e mosqueados ocorrem em horizontes do solo do murundu e na planície. A saturação elevada por sódio foi observada em horizontes do solo do murundu e da planície.

De maneira geral, no solo da planície (AP7) foi observado pH fortemente ácido e nos solos das demais porções, AP5, AP6, AP8 e AP15, foi observado pH moderadamente ácido (EMBRAPA, 2006) (Apêndice). Apesar de somente o solo de planície AP7 possuir horizonte com caráter alítico, os outros solos apresentam elevada saturação por alumínio. Os perfis AP6, AP7 e AP8 apresentam na fração argila total mineralogia basicamente caulinítica, quantidades pequenas de minerais dos grupos da mica e da esmectita.

Os solos do canal antigo e da planície apresentam baixa CTC e distrofia, com exceção do AP15 que possui horizontes eutróficos em profundidade. O solo do murundu, AP6, apresenta CTC maior que os demais solos do sistema, eutrofia e caráter sódico aliado à inversão do cálcio e magnésio. Ressalta-se que as tradagens AT1, AT3 e AT6, realizadas nas porções baixas deste SPE, possuem horizontes e camadas com níveis de sódio maiores que 5%, atingindo 18% da CTC, mesmo na profundidade de 3 m, ou mais profundo.

Os mosqueados foram observados em horizontes dos solos da planície e do murundu (AP6, AP7 e AP15). Nos solos da porção que sofre inundação, observam-se mosqueados nos horizontes de perda, E, e nos horizontes Bt. Nos horizontes E os mosqueados são poucos, pequenos e o contraste entre a matriz e os mosqueados (amarelos) é difuso; nos horizontes Bt os mosqueados são abundantes, grandes e com contraste proeminente entre a matriz, com cores reduzidas, e os mosqueados com cores predominantemente avermelhadas (Apêndice). No solo do murundu (AP6) os mosqueados foram observados no horizonte mais profundo, Btgnc (155-185 cm), onde são comuns, médios em cores amarelas e com contraste difuso em relação à matriz. Isto indica que o solo de planície tem maior influência dos pulsos de inundação, enquanto que o solo do murundu tem pequena influência, com feições de redução em seu horizonte mais profundo.

Os nódulos de ferro e manganês foram observados em todas as porções do SPE (AP5, AP14, AP7, AP15 e AP6). A morfologia dos nódulos observados nos solos de canal antigo (AP5 e AP14) assemelha-se aos observados no SP1, com nódulos grandes, esféricos, de cor escura, quebráveis com a ferramenta e, por vezes, com a mão, e forte reação com a adição de

peróxido de hidrogênio. Os nódulos observados nos solos da planície (AP7 e AP14) são grandes, de cor avermelhada, angulares e esféricos, quebrável com ferramenta e reage ligeiramente à adição de peróxido de hidrogênio e se concentram nos limites dos horizontes com incrementos de argila. Os nódulos do AP6, murundu, que ocorrem no horizonte mais profundo, são pequenos, duros, esféricos e irregulares, de cor escura e reagem ligeiramente à adição de peróxido de hidrogênio.

Em curvas da quantidade Fe_2O_3 e MnO na terra fina dos perfis AP5 e AP8 (Figura 50), todos solos do canal, observa-se curva semelhante dos dois elementos no AP5, com aumento de ferro ocorre também o aumento de manganês nas profundidades, indicando uma possível origem pedogenética. Entretanto, mais informações são necessárias para se inferir se esses nódulos têm origem pedogenética.

Figura 51 – Teor de Fe_2O_3 e MnO da terra fina dos perfis AP5 e AP8 do sistema pedológico 2

Em micrografia de lâminas delgadas do AP6 e AP7, observa-se a morfologia distinta dos nódulos do solo do murundu e da planície, respectivamente. Além disso, o solo do murundu (AP6) apresenta nódulos com limite abrupto, arredondados com grãos internos que se distinguem ligeiramente dos externos em tamanho. Por outro lado, no solo da planície (AP7), os nódulos apresentam internamente grãos de tamanho similares aos grãos externos e limite com a matriz mais difuso, indicando uma possível origem pedogenética dos nódulos em solos de planície e origem sedimentar no solo do murundu (Figura 52).

Figura 52 – Micrografia dos perfis AP6 (a – 171-181 cm) e AP7 (b – 70-78 cm) mostrando a morfologia dos nódulos da porção elevada (nódulo arredondado com limite abrupto) e inundável (nódulo com limite ligeiramente difuso e grãos internos semelhantes ao da matriz), respectivamente

Solos com gradiente textural foram observados na planície (AP7 e AP15) e no murundu (AP6), com relação textural maior ou igual a 1,5. Nos solos de planície, o horizonte textural apresenta quantidade de argila similar ao solo do murundu. Em micrografias de lâminas delgadas observa-se a presença de ferro-argilãs com orientação e cutãs sem orientação (Figura 53).

Figura 53 – Micrografia dos perfis AP6 (a e b - 171-181 cm) e AP7 (c - 70-78 cm) mostrando a presença de argiluviação com orientação e sem orientação. 1 = argiluviação evidenciada pela extinção estriada forte e contínua. 2 = cutãs sem orientação

No solo da planície (AP7) observa-se a presença de orientação forte contínua de ferro-argilãs dentro de nódulos, sugerindo que essas feições pedológicas se formaram antes e foram fossilizadas dentro dos nódulos que se formaram posteriormente (Figura 54).

Figura 54 – Micrografia do perfil AP7 (70-78 cm) sem (a) e com nicóis cruzados (b) de um nódulo com a presença de argiluviação possivelmente fossilizada

O horizonte Btgn2 do AP6, no murundu, apresenta lamelas horizontais argilosas que não possuem continuidades laterais. Em micrografia dessas lamelas observa-se a presença de material fino sem orientação, o que sugere origem sedimentar. Contudo, essas lamelas podem ter surgido devido o fluxo descendente de água com argila e silte que encontra câmaras, preenchendo-as e formando essas lamelas de argila (Figura 55 c e d).

Figura 55 – Micrografia do perfil do murundu AP6 (a e b – 82-92 cm; c – 130-141 cm) sem (a, c, e) e com nicóis cruzados (b, d, f) mostrando a deposição de argila e silte sem orientação e alguns canais próximos que possivelmente contribuíram para o preenchimento de cavidades, conduzindo sedimentos finos de horizontes sobrejacentes (setas)

2.3.2.3 Sistema pedológico 3

O SP3, diferente dos demais, não apresenta evidências sedimentares e morfológicas da presença de canal, somente de dique e planície. Apesar disso, a escolha do local a ser estudado, unidades 2A.1 e 2B.1 (Figura 13), foi realizada com base em imagens de satélite que apresentassem a morfologia referente ao canal, ao dique e à planície, assim como nos demais SPEs. Contudo, mesmo sendo possível observar em imagens essas características (Figura 56) não foram observados sedimentos e horizontes relacionados ao canal no SP3 (Figura 57). Ressalta-se que este sistema, ou a porção inundável, embora muito próximo atualmente não é influenciado pelo rio São Lourenço e recebe somente águas das chuvas, com altura de inundação de até 80 cm no SPE e 150 cm na porção mais baixa da planície.

Figura 56– Localização do sistema pedológico 3 que foi escolhido por possuir evidências de um canal em imagens de satélite

Figura 57 - Distribuição dos solos, das tradagens e dos horizontes no sistema pedológico 3, localizado nas unidades 2A.1e 2B.1 da Figura 13★ = locais datados por LOE. Os sub-horizontes estão agrupados e seus detalhes e diferenciações se encontram no Apêndice

Como discutido no item de geomorfologia e sedimentologia, esse SPE se originou pela atividade de um sistema sedimentar distributário mais preenchido, menos declivoso e com menor espaço de acomodação, que proporcionou depósitos de sedimentos finos. Por este motivo, esses solos apresentaram maior estratificação vertical de horizontes nas porções elevadas e as transições laterais ocorrem de maneira progressiva, embora a ilustração demonstre que a transição lateral entre horizontes uma mudança abrupta.

Este SPE se divide em três: na porção mais baixa (AP10), provavelmente uma planície antiga com a presença de sedimento predominantemente finos, o Cambará, as gramíneas e os arbustos adaptados à inundação são as plantas predominantes; na porção intermediária, provavelmente relacionada ao dique, onde foi descritos o AP11, os horizontes superficiais são mais arenosos e os horizontes profundos mais argilosos, com plantas de floresta semidecídua, Acuri e Novateiro; na porção mais elevada do SPE, AP9 e AP12, que também está associada com o dique, possui sedimentos e vegetação similares a anterior, porém sem Novateiro.

Os horizontes argilosos mais profundos de todos os perfis descritos neste SPE apresentam sinal isotópico de carbono que indica o predomínio de plantas C4, e os horizontes superficiais apresentam sinal que indica o predomínio de plantas C3 (Figura 58). No AP9, a porção mais elevada do SPE, do sinal isotópico que indica plantas C4 no horizonte mais profundo ocorre o empobrecimento progressivo do sinal para a superfície, o que indica o predomínio de plantas C3. O AP12, perfil descrito na porção intermediária não inundável do SPE, de maneira geral apresenta sinal que indica a mistura de plantas C3 e C4 ao longo do perfil e predomínio de plantas C3 em superfície. O AP11, na transição entre a planície e o dique e o AP10 na planície, apresentam sinal isotópico mais enriquecido do carbono até a profundidade de 40-50 cm, indicando o predomínio de plantas C4, e a partir dessa profundidade para a superfície o sinal progressivamente indica maior contribuição de plantas C3.

Figura 58 – $\delta^{13}\text{C}$ (a) e relação $\text{TiO}_2/\text{ZrO}_2$ (b) dos perfis AP9, AP10, AP11 e AP12 do sistema pedológico 3

No fracionamento isotópico do carbono, duas interrupções, uma observada na profundidade 150 cm no perfil AP10 e a outra aos 50-70 cm do AP9, AP11 e AP12, podem indicar mudanças no ambiente de deposição responsáveis por esses depósitos. No AP10 o sinal isotópico indica a presença de plantas C4 em 200 cm e rápida mudança para 150 cm com sinal mais empobrecido, o que indica a presença de plantas C3 e C4. Essas evidências sugerem que os sedimentos a 150 cm no AP10 estão relacionados à evolução sedimentar com uma avulsão, tal como no SPE1, o que tornou o sinal isotópico mais empobrecido. Na profundidade de 50-70 cm do AP9, AP11 e AP12 ocorre uma ligeira mudança no empobrecimento progressivo do sinal isotópico, tornando mais enriquecido nestas profundidades. Este sinal que indica maior contribuição de plantas C4 pode estar relacionada com a mudança sedimentar ou com a mudança no clima ou na hidrologia local durante a evolução desse SPE. No AP11 observa-se a presença de um horizonte argiloso em meio a horizontes mais arenosos, sugerindo que a ligeira mudança do sinal isotópico representa uma fase de maior umidade em que a planície se expandiu, avançando por sobre os depósitos de dique.

A morfologia, granulometria, química e relação $\text{TiO}_2/\text{ZrO}_2$ corroboram com as evidências do fracionamento isotópico do C, principalmente no AP10 onde a mudança é mais pronunciada, indicando descontinuidade litológica associada a evolução sedimentar do sistema. Além disso, em micrografia de lâminas delgadas do AP9 e AP11 se observa o contraste elevado dos sedimentos finos de profundidade com os sedimentos mais grossos de superfície, o que dificilmente pode ser imposto por processos pedogenéticos (Figura 59).

Soma-se a isso a granulometria e distribuição da fração areia, que sugerem descontinuidade litológica associada a mudanças sedimentares.

Figura 59 – Micrografia dos perfis AP9 (a – 48-58 cm; b – 120-126 cm) e AP11 (c – 69-79 cm; d – 96-104 cm) mostrando o contraste de horizontes superficiais e subsuperficiais desses solos, possivelmente oriundo de processos sedimentares

Assim como nos demais, neste SPE o que se destaca são os solos com presença de nódulos, mosqueados, gradiente textural e elevada saturação por sódio. Os nódulos ocorrem nos solos de todas as porções do SPE, assim como os mosqueados e o gradiente textural. Os horizontes com altos níveis de sódio se localizam nos solos da porção elevada no SPE.

O AP10 e AP11, solos sob a influência de lâminas d'água, apresentam pH fortemente ácido em todos os seus horizontes e no AP9 e AP12, que não inundam, o pH varia entre fortemente ácido e moderadamente ácido. A maior CTC também foi observada no horizonte superficial do solo inundável, AP10, chegando a $21 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$. Nos demais solos, AP9, AP11 e AP12, a CTC mais elevada foi observada no horizonte argiloso mais profundo. Contudo, todos os solos apresentaram ao menos um horizonte com caráter alítico, mais frequente nos solos que recebem inundação, e algumas vezes a saturação por alumínio excede 80% da CTC. Os horizontes subsuperficiais que não apresentaram alta saturação por alumínio manifestaram caráter sódico ou solódico, chegando a 33% no AP9, na parte mais elevada no SPE. Em

horizontes subsuperficiais do AP12, Btg e Cg se observou saturação por sódio de 3,12% e 5,84%, respectivamente. Assim como nos demais SPE, observa-se a alta saturação por sódio em horizontes e camadas de tradagens feitas nas porções elevadas desse sistema.

A mineralogia da argila total e fina de todos os perfis são semelhantes, com uma matriz caulinítica, com esmectita e mica em menores proporções. A argila fina se diferencia da argila total por apresentar maior quantidade de minerais 2:1, entretanto, a caulinita foi o mineral mais abundante nesta fração.

Em todos os solos do SPE foram observados horizontes com mosqueados, o que evidencia a influência dos pulsos de cheias até mesmo nas porções mais elevadas. Essas evidências de hidromorfismo podem ser observadas em micrografia de lâminas delgadas do AP9, solo da porção mais elevada que apresenta concentração de ferro nas bordas dos poros (Quasicutãs). No AP10, solo descrito na porção mais baixa do SPE, foi observada a presença de estrutura prismática com mosqueados intra-agregados de coloração predominantemente avermelhada, e gleização entre-agregados, feição relaciona a inundação sazonal, chamada de pseudo-gley (BREEMEN; BUURMAN, 2002; PIPUJOL; BUURMAN, 1994).

O gradiente textural ocorre nos solos das porções elevadas desse SPE. Em micrografia de lâminas delgadas se observa a presença de ferri-argilãs com orientação forte contínua e cutãs sem orientação no AP9 e AP12 neste SPE (Figura 60), tal como observado nos demais SPEs. Além disso, estriamentos são observados nos horizontes mais argilosos do AP10 e AP12, possivelmente devido aos altos teores de argila que promovem a expansão e contração da matriz (Figura 60).

Figura 60 – Micrografia dos perfis do sistema pedológico 3 (a sem e b com nicóis cruzados – AP9 120-126 cm; c com nicóis cruzados – AP10 80-87 cm; d com nicóis cruzados – AP11 96-104 cm; g sem e h com nicóis cruzados – AP12 86-94 cm) mostrando a presença de argiluviação com orientação (1) e cutãs sem orientação (2), bem como a presença de estriamento (3)

2.3.2.4 Discussão geral

A distribuição dos solos no relevo está relacionada com a evolução dos processos sedimentares dos sistemas deposicionais e com a hidrologia atual. Como exemplo, a transição lateral dos horizontes dos solos de canal (arenosos) com os solos do dique, como no SP1 e SP2, ocorre de maneira abrupta e os horizontes dos solos de dique e planície ocorrem de maneira progressiva, sugerindo o controle sedimentar na formação desses solos (MAY; ARGOLLO; VEIT, 2008), o que influencia nas trocas de energia e na hidrologia do solo (BUOL et al., 2011). Dessa forma, alguns atributos, tal como o acúmulo de sódio, observados nas porções elevadas dos SPEs, evidenciam que as relações entre o material de origem, topografia e hidrologia controlam os processos pedogenéticos (DANIELS; HAMMER, 1992).

Os principais atributos e feições pedogenéticas se distribuem de maneira similar em todos os SPEs: o acúmulo de sódio é observado predominantemente nos solos das porções elevadas ou que não sofrem grande inundação, com algumas exceções no SPE2; os nódulos ocorrem nas porções elevadas e baixas, porém apresentam morfologia e gênese diferenciada; o mosqueamento se mostra mais intenso nas porções baixas e desaparece progressivamente à medida que se caminha para as porções elevadas; o gradiente textural ocorre em todos os solos, com exceção daqueles arenosos. A gleização (hidromorfismo), argiluviação e a solodização parecem ser os processos pedogenéticos que atuaram na formação dos atributos dos solos dos sistemas (BUOL et al., 2011), os quais serão abordados separadamente nos próximos itens.

Nas porções baixas, principalmente no SPE1 e SPE3, a sedimentologia e análise química total indicam que a variação nos dados erráticos de fracionamento isotópico do carbono está relacionada ao preenchimento sedimentar (MAY; ARGOLLO; VEIT, 2008; MAY; VEIT, 2009), possivelmente pela contribuição de sedimentos com sinal isotópico diferenciado. Assim, esses dados, sedimentologia, análise química total (principalmente as relações elementares) e fracionamento isotópico do carbono, indicam descontinuidade no preenchimento sedimentar associado às mudanças intrínsecas ao sistema fluvial local (NICHOLS; FISHER, 2007; PHILLIPS, 2011; STOUTHAMER; BERENDSEN, 2007). Por outro lado, em algumas porções elevadas, como no AP5, esses dados não corroboram a hipótese de contribuição sedimentar na variação do fracionamento isotópico do carbono, o que depreende-se que estes podem ser utilizados para interpretação paleoclimática associada a mudança da vegetação (PESSENDA et al., 2004a; PESSENDA et al., 2004b). Contudo,

como abordado no item anterior, o fracionamento isotópico nestas porções mais antigas mostra sinal isotópico do carbono com ligeira variação, predominantemente com contribuição de plantas C3 (MEYERS; LALLIER-VERGÈS, 1999), indicando pequena mudança na vegetação.

Na argila fina e total de todos os solos foi observada a presença de caulinita em quantidade maior, esmectita e mica em menor quantidade. A quantidade de esmectita na argila fina de todas as amostras é maior do que na argila total. Os dados de DRX aliados ao TEM (dados preliminares não mostrados) mostram que a esmectita é a beidelita, uma vez que se expande quando saturada com magnésio e solvatada com etileno glicol e apresenta composição com altos teores de silício e alumínio e baixa quantidade de magnésio (ALDEGA et al., 2009; MATH; MURTHY, 1994; POST; BORER, 2002). Isso indica que o Pantanal, de maneira geral, devido à drenagem deficiente e alta quantidade de elementos em solução, a neoformação de argila é factual (FURQUIM et al., 2010b), independente da posição do solo no relevo, que condiciona somente a sua quantidade.

2.3.2.4.1 Acúmulo de sódio

Como descrito acima, todos os SPEs apresentam altos níveis de sódio, possuindo horizontes com caráter sódico nas porções mais elevadas dos sistemas e caráter solódico nas porções que recebem influência ligeira ou estão mais próximas dos locais inundáveis. Por exemplo, no SPE1 o perfil AP13 apresenta caráter sódico e o AP4 caráter solódico. No SP2 o perfil AP6 apresenta caráter sódico e as tradagens AT1 e AT6 mostram caráter solódico. No SP3 o perfil AP9 apresenta caráter sódico e o AP12 solódico. Ressalta-se que o caráter sódico e solódico foram observados até mesmo em camadas profundas, como nas tradagens AT1, AT3, AT4 e AT6 no SPE2.

De algumas amostras com alta saturação por sódio extraído pelo Mehlich 1 foram obtidos os extratos da pasta saturada para se conhecer o pH, a condutividade elétrica (CE) e os cátions (para se calcular razão de adsorção de sódio - RAS) e com isso inferir sobre o acúmulo de sais. Os extratos da pasta saturada dessas amostras com elevada porcentagem de sódio trocável (PST) apresentaram baixa CE, baixos teores de cátions e RAS (Tabela 4) quando comparada com solos sódicos (USSL, 1954). Segundo o Laboratório de Salinidade dos Estados Unidos (USSL, 1954), os solos sódicos, de maneira geral, apresentam CE menor que 4 e pH maior que 8,5, ou seja, os valores de CE observados no extrato da pasta saturada

se enquadram nessa classificação, contudo, o baixo pH e o RAS estão abaixo do estabelecido para esses solos, sugerindo que a elevada PST está relacionada a fase mineral.

Tabela 4 – pH, condutividade elétrica (CE), teor de sódio e razão de adsorção de sódio (RAS) do extrato da pasta saturada de amostras dos sistemas pedológicos com elevada porcentagem de sódio trocável (PST) extraído por Mehlich 1

Amostra	Mehlich 1				Extrato da pasta saturada			
	pH H ₂ O	pH KCl	Na ⁺	PST	pH	CE	Na ⁺	RAS
	1:2,5		mmol kg ⁻¹	%		dS m ⁻¹	mmol L ⁻¹	
Sistema pedológico 1								
AP3 80-140	5,90	3,61	12,43	16,33	5,77	0,10	0,60	1,40
AP4 45-130	5,96	3,67	12,91	13,62	5,85	0,11	0,34	1,63
AP4 Btg2 130-140	5,96	3,32	17,70	12,78	6,37	0,10	0,30	0,89
AT14 100-245	6,21	4,94	9,57	10,82	6,54	0,26	0,82	3,10
AT15 30-185	6,15	4,46	16,74	21,78	6,03	0,23	1,25	2,06
AT16 45-130	6,09	3,65	20,09	20,89	6,49	0,15	0,58	2,87
AT16 130-150	5,94	3,39	29,65	23,07	5,81	0,11	0,46	1,33
AT16 150-160	6,21	3,82	7,04	16,70	5,60	0,17	0,40	3,16
AT16 160-215	5,82	3,73	12,91	20,14	6,68	0,11	0,25	1,51
AT16 215-245	6,02	3,95	9,57	15,87	6,28	0,08	0,30	1,72
Sistema pedológico 2								
AT1 90-115	4,08	3,66	3,22	5,39	6,83	0,07	0,34	3,08
AT1 150-165	5,73	3,79	4,78	7,45	6,45	0,06	0,31	1,17
AT1 160-225	5,80	3,76	5,26	7,32	6,42	0,07	0,34	1,62
AT1 225-240	6,82	4,2	3,26	7,85	7,25	0,07	0,21	1,63
AT1 240-285	6,50	4,18	5,26	9,15	6,08	0,03	0,22	0,94
Sistema Pedológico 3								
AP9 35-45	6,55	3,65	5,09	7,76	6,71	0,17	0,48	3,65
AP9 45-60	6,09	3,72	11,96	25,52	5,52	0,23	0,51	5,52
AP9 60-110	5,86	3,6	30,61	32,71	6,64	0,29	1,10	5,43
AP9 110-180	5,66	3,49	53,09	34,02	5,77	0,13	1,06	2,00

A origem do sódio no Pantanal tem sido muito discutida. Alguns estudos realizados na região sul (BARBIERO et al., 2002; BARBIERO, et al., 2008; FURQUIM et al., 2010a) e norte (SOUSA, 2003) dessa planície indicam origem atual devido à evaporação, por outro lado, outros levantam a hipótese de que o sódio se acumulou devido a atividade de ambientes semi-áridos pretéritos propícios para o acúmulo desse elemento (BEIRIGO, 2008; EITEN, 1983; TRICART, 1982). Além disso, outras hipóteses podem e devem ser consideradas para este tipo de estudo, tais como as descritas abaixo. Beirigo et al. (2011) observou horizontes com acúmulo de sódio no barranco do dique atual do rio Cuiabá, o que sugere que a forte radiação solar, tendo em vista o barranco exposto, promove a alta evaporação de água que se movimenta por capilaridade do nível do rio para partes elevadas

do barranco, conduzindo assim ao acúmulo de sais. Não obstante, o acúmulo de sódio pode representar o último estágio de evolução dos solos salinos, em que o cálcio e magnésio são perdidos paulatinamente com o intemperismo, restando apenas o sódio (CHARTRES, 1993).

No presente estudo, os horizontes com elevada PST apresentaram pH em torno de 7 ou mais baixo, corroborando a outros solos com acúmulo desse elemento descritos nesta região (BEIRIGO et al., 2011; SOUSA, 2003). Os dados de pH somados aos resultados de pH, CE e RAS do extrato da pasta saturada sugerem que, diferente da região sul, na região norte, de maneira geral, o acúmulo de sódio não está associado a concentração de sais (salinização), uma vez que os resultados acima seriam mais elevados em tais condições, além disso, a concentração de sais devido a evaporação não ocorrem a 3-4 m de profundidade, como observada alta PST em algumas tradagens profundas, ocorrendo com frequência em horizontes próximos a superfície (BARBIERO et al., 2002; BARBIERO, et al., 2008; FURQUIM et al., 2010a).

A questão levantada do acúmulo de sódio diretamente no barranco do dique está relacionada a radiação solar à qual o barranco exposto promove a evaporação da água que se repõe por capilaridade do nível do rio. Beirigo et al. (2011) observou horizontes com PST de 5% no dique do rio Cuiabá, sugerindo que processos atuais estejam relacionados ao acúmulo do elemento. No entanto, se essa hipótese estivesse correta, os horizontes mais próximos do canal acumulariam mais sódio, fato esse que não ocorre no SP1, onde no AP13, localizado exatamente no limite entre o canal e o dique, foi observada a mesma PST, ou até menor que os horizontes da tradagem AT16, situado mais longe do dique. Além disso, a evaporação promoveria o acúmulo dos outros cátions que condicionaria um pH elevado, fato esse não observado.

Para verificar a possível influência da área fonte na origem de sódio, uma vez que na geologia da bacia do Cuiabá e São Lourenço se observa rochas com feldspato (BARROS et al., 1982; DEL'ARCO et al., 1982), foram realizadas análises mineralógicas da fração silte (10 amostras) e areia (4 amostras) de horizontes com alta PST. A análise mineralógica realizada nestas frações, em que o feldspato se concentra, mostra a predominância de quartzo e mica (Figura 61), excluindo assim a hipótese de origem do sódio devido ao intemperismo direto do feldspato sódico, tal como observado na literatura (CHARTRES, 1993; JOECKEL; CLEMENT, 2005; STOCKING, 1979). Contudo, pode haver a hipótese ainda dos minerais de argila terem sido depositados já saturados com sódio devido a alta concentração na área fonte, no rio de transporte ou remobilização de argila de uma lagoa com acúmulo de sais, no entanto, isso parece improvável, tendo em vista que se isso procedesse haveria altos teores de

sódio em todo o perfil sedimentar, fato não observado nas tradagens profundas do SP1 e SP3, somente no SP2, que possui essas características provavelmente devido ao contexto geomorfológico-sedimentar, que será abordado abaixo.

Figura 61 – Difratoograma da fração areia (a) e silte (b) do perfil AP9 (110-180 cm) que representa a mineralogia dos horizontes com elevada porcentagem de sódio trocável. M = Mica. Q = Quartzo. K = Caulinita. A = Anatásio

A evolução dos solos salinos, como apresentado por Chartres (1993), com a perda progressiva de cálcio e magnésio, resulta no acúmulo de sódio. Entretanto, nesse modelo de evolução se observa altos valores de pH em profundidade, como na base do horizonte B, e a frequente presença de estrutura colunar (CHARTRES, 1993), os quais não foram observados nos solos com acúmulo de sódio dos SPEs estudados. Dessa forma, essa via de formação parece improvável.

Os dados levantados por esse estudo não corroboram as hipóteses de acúmulo de sódio colocadas acima. Contudo, todas as evidências observadas, principalmente o extrato da pasta saturada, indicam que a origem do sódio das porções elevadas dos SPEs está

relacionada com a fase mineral coloidal do solo, uma vez que não se observou a presença de saís.

Na mineralogia da argila total (30 amostras) e fina (19 amostras) foi observada maior contribuição de caulinita, e menor quantidade esmectita e mica, com ligeiro incremento na quantidade de esmectita na argila fina (Figura 62). O tipo de esmectita presente nestas amostras parece ser a beidelita, uma vez que na saturação com K^+ 25°C esse mineral se colapsou com o pico da mica (1,0 nm) (BARRÉ; BERGER; VELDE, 2009) e os dados iniciais da composição elementar feita pelo TEM-EDS da argila fina mostram a presença abundante de silício e alumínio nestes minerais (MATH; MURTHY, 1994; POST; BORER, 2002).

Figura 62 – Difratomogramas da argila fina de horizontes do AP3 (a – 80-140 cm) e AP9 (b-110-180) que possuem elevada percentagem de sódio trocável. Es = Esmectita. Mi = Mica. K = Caulinita

As porções elevadas dos SPEs, devido à evapotranspiração exceder a precipitação em 8 meses do ano (FRAGA, 2009; SANCHES et al., 2010), provavelmente recebem água por capilaridade das porções mais baixas, principalmente de março a junho em que ainda se observa a presença de água de inundação. Assim, nas porções elevadas ocorre a concentração de vários elementos à medida que ocorre a evapotranspiração, contudo, os elementos que não são adsorvidos no complexo de troca do solo são absorvidos pelas plantas ou se remobilizam no próximo ciclo de cheias, o que impede a precipitação de carbonatos, mantendo assim o pH ligeiramente baixo, baixa CE e RAS do solos.

Além disso, de maneira geral, essa concentração de elementos não ocorre em apenas um lugar, mas sim, de maneira muito distribuída lateral e verticalmente nos horizontes de solos das porções elevadas, uma vez que a frente de evapotranspiração retrocede a medida da diminuição da lâmina de inundação ou da umidade do solo. Isso explica o motivo de alguns dos solos das porções altas da paisagem apresentarem pH ligeiramente mais elevados e estes variarem muito de horizonte para horizonte, como observado por este estudo, por Beirigo (2008) e Beirigo et al. (2011). Isso explica também porque no SP2 o solo do canal, na porção mais elevada do sistema, não possui acúmulo de sódio, uma vez que o solo possui textura arenosa o que dificulta a ascensão capilar essencial para ocorrer esse processo. Além disso, outras pesquisas (informação pessoal¹) observaram pequenos pontos com precipitação de carbonatos, que podem ser atribuídas a evapotranspiração associada ao contexto geomorfológico, uma vez que esses solos ocorrem nas bordas de locais que drenam lentamente, proporcionando assim o processo de acumulação de sais, uma vez que a frente de evapotranspiração é mais estável e estática. No entanto, a precipitação de sais na área estudada representa a exceção e pode se alterar com a mudança do contexto geomorfológico dessa feição geomórfica, o que é muito comum em uma planície inundável dinâmica como a do Pantanal (ASSINE, 2003).

Como destacado até agora, o extrato da pasta saturada e o pH em água dos solos com elevada PST, com valores muito baixos quando comparado aos outros solos com elevada PST (USSSL, 1954), indicam que algum componente na fase mineral do solo que reage muito pouco em água e faz a troca, ou é solubilizado, quando se utiliza extrator, fornecendo o sódio.

Nas porções elevadas, além da evapotranspiração promover a concentração momentânea ou sazonal de sais, outros elementos em solução concentram concomitantemente, como silício e alumínio, o que pode gerar a formação de minerais mal cristalizados insolúveis, ou pouco reativos em água, porém, que são solubilizados quando se utiliza extrator, como Mehlich-1 e KCl (1 mol L^{-1}), tendo como resultado os elevados teores de sódio. Isso ocorre porque o acúmulo momentâneo de bases eleva o pH nas porções elevadas do relevo, e o alumínio em solução quando chega nessas áreas com pH em torno de 6 (LINDSAY, 1979), precipita juntamente com as bases, silício e alumínio, formando minerais mal cristalizados. Dessa forma, os extratores, como Mehlich-1 e KCl, que possuem pH de ≈ 1 e ≈ 5 , respectivamente, provavelmente solubilizam esses compostos, liberando os elementos em solução. Além disso, os tratamentos para análise mineralógica podem também

¹ OLIVEIRA JÚNIOR, J.C. Trabalho de campo para estudo de solos sódicos e solódicos.

dissolver esses minerais mal cristalizados, que possivelmente seriam visto como ruído no difratograma. Isso explicaria a inversão nos teores de cálcio e magnésio observada em muitas amostras que apresentaram alta PST, assim como explicaria também os altos teores de alumínio trocável em KCl mesmo com pH em água acima de 5,5.

Assim, pelo fato do sódio não estar relacionada a uma fonte solúvel em água, os solos não expressam os efeitos característicos da elevada PST (BREEMER; BUURMAN, 2002; BUOL et al., 2011; CHARTRES, 1993), como estrutura colunar e baixos índices de floculação, uma vez que o sódio, que participa das reações de dispersão de argila e formação de estrutura colunar, não está todo trocável de fato com a solução do solo para desencadear esses processos.

2.3.2.4.2 Gradientes texturais

O gradiente textural foi observado em todos os perfis estudados, com exceção daqueles com textura arenosa, AP2, AP5 e AP8. Além disso, o gradiente textural nos horizontes superficiais, até 1m de profundidade (com algumas exceções), apresentaram horizontes com granulometria grosseira sobre horizontes com granulometria mais fina, porém, ocorrem com muita frequência diferenças texturais em profundidade (abaixo de 1 m), em que os horizontes argilosos estão sobrejacentes aos horizontes ou camadas mais arenosas.

Apesar da discussão sobre as diferenças texturais serem importantes, a questão se concentra nos horizontes superficiais, com o objetivo de se conhecer a contribuição pedogenética e geogenética (PHILLIPS, 2001; PHILLIPS, 2004) para a formação do gradiente textural, muito comum nesta planície.

Nas micrografias de lâminas delgadas de todos os perfis que possuem incremento de argila com a profundidade se observa a presença de feições do processo de argiluviação com orientação forte contínua e cutãs sem orientação (FERNANDEZ et al., 2004; KÜHN; AGUILAR; MIEDEMA, 2010). A feição de argiluviação com orientação forte contínua pode ser atribuída ao deposição paulatina de argila oriunda dos horizontes superficiais e transportadas pelo paulatino fluxo descendente de água para horizontes subsuperficiais (BREWER, 1976; KÜHN; AGUILAR; MIEDEMA, 2010). Os cutãs sem orientação se desenvolvem pelo hidromorfismo, uma vez que promove a difusão do ferro (BREWER, 1976), ou pelo transporte de silte e argila por fluxos de água (FEDOROFF, 1997; KÜHN; AGUILAR; MIEDEMA, 2010) das primeiras chuvas depois do período seco, ou de inundações iniciais, que encontram poros grandes formados pela contração das argilas de

atividade alta. Contudo, a maioria dos gradientes texturais não pode ser atribuída somente ao processo de argiluviação ou fluxo de água levando finos, tendo em vista que o teor de argila e silte de alguns horizontes é muito alto, ou seja, esses processos sozinhos possivelmente não foram responsáveis pela formação desses horizontes com teor elevado de argila e silte, podendo os processos geogenéticos ter contribuição na formação desses atributos (BRINKMAN et al., 1973; PHILLIPS, 2001; PHILLIPS, 2004).

Nos solos de planície, que possuem sedimentos mais finos, como no AP1 e AP4, a distribuição da fração areia nos horizontes com incremento de argila foi similar aos horizontes sobrejacentes, por outro lado, nos solos das porções mais elevadas a morfologia dos horizontes, a distribuição da fração areia e as micrografias evidenciam areias diferentes nos horizontes com incremento de argila para os sobrejacentes, como no AP3 e AP9. Isso sugere que os solos dos diques possuem maior contribuição sedimentar na formação do gradiente textural, onde sedimentos grossos foram depositados sobre sedimentos mais finos, seja por retrabalhamento local de sedimentos envolvendo erosão e deposição a curta distância (PHILLIPS, 2004), ou por depósitos relacionados ao sistema de deposição pretérito (NICHOLS; FISHER, 2007). Nos solos de planície, como do SP1 (AP1 e AP4), a argila de horizontes superficiais podem ser removidas por argiluviação ou elutriação (BREEMER; BUURMAN, 2002), transportadas para porções mais baixas do SPE e/ou removidas por elutriação (PHILLIPS, 2001; PHILLIPS, 2004) em função dos ciclos de cheias.

A elutriação no Pantanal, mesmo que lenta e gradual, parece representar um processo importante na formação do gradiente textural (PHILLIPS, 2004). Isso provavelmente ocorre nas frentes de inundação onde há maior variação do nível da água e, principalmente, onde a água tem maior energia devido as suas ondulações (como no oceano, contudo em pequenas proporções), removendo os finos dos horizontes superficiais. Além disso, a elutriação pode atuar na remoção de finos devido à atividade de pequenos canais preferenciais que possuem a velocidade da água ligeiramente maior, por onde circulam e entram as primeiras águas durante as cheias. Provavelmente ocorre um balanço negativo dos sedimentos depositados e erodidos desses horizontes superficiais, por outro lado, os horizontes subsuperficiais não estão submetidos a estes processos, formando assim o gradiente textural (PHILLIPS, 2004).

O regime de cheias no Pantanal, que promove o hidromorfismo temporário e a mudança das condições de oxi-redução do solo, contribui também para a formação dos gradientes texturais, por condicionar a ferrólise (BRINKMAN, 1970; BREEMER; BUURMAN, 2002; VAN RANST; CONINCK, 2002). A ferrólise parece ser evidente nos horizontes próximos à superfície de solos das porções elevadas e próximos à frente de

inundação, onde os ciclos de hidromorfismo se alternam com maior frequência devido as fortes chuvas e a alta evapotranspiração. As evidências desse processo são os elevados teores de alumínio, pH ligeiramente mais baixo, mosqueamento e a presença de cavidades de dissolução que ocorrem nos horizontes de solo das porções elevadas e que sofrem inundação pequena, como no AP3, AP4, AP9, AP13 e AP15. Além disso, na porção mais baixa do SPE 2, o AP7, e principalmente o AP15, estão submetidos à inundação com nível de água muito baixo, ou seja, os ciclos de oxi-redução podem se alternar com maior frequência, assim como nos solos próximos a frente de inundação, potencializando a ferrólise nos horizontes próximos a superfície desses solos. Em todos os solos do SP3 a saturação por alumínio é muito elevada, o que pode ser atribuído à ferrólise, mas sobretudo por possuir uma planície fechada, mantendo as soluções confinadas.

Sendo assim, a formação do gradiente textural dos solos estudados está associada a um conjunto de processos (PHILLIPS, 2001; PHILLIPS, 2004). Nas porções mais elevadas, além da argiluviação, a formação do gradiente textural está relacionada aos processos sedimentares e à ferrólise. Nas porções intermediárias ou sob influência de pequenas lâminas d'água, a argiluviação, a ferrólise e a elutriação são atuantes. Nas porções mais baixas elutriação e a argiluviação podem ser mais atuantes na formação desses contrastes texturais. Portanto, nos solos do Pantanal o incremento de argila está relacionado a pedogênese e à geogênese (PHILLIPS, 2004), em maior ou menor grau a depender da posição do solo, como descrito acima.

2.3.2.4.3 Mosqueamento

Os mosqueados foram observados em quase todos os solos dos SPEs, condicionados pela dinâmica de cheias do Pantanal. A quantidade, tamanho e contraste variam de acordo com a posição do perfil no SPE que determina a duração e a altura de inundação, responsáveis pelo estado de oxi-redução do solo que desencadeia a segregação do ferro (BREEMER; BUURMAN, 2002). Nas porções baixas dos SPEs, que recebem inundação, os mosqueados apresentam contraste proeminente com a matriz do solo e, a medida do gradiente de elevação, onde a inundação tem menor influência, os mosqueados apresentam contraste distinto ou difuso, com maior expressão de cores quentes. Todas essas evidências podem ser observadas em micrografias de lâminas delgadas.

A maioria dos solos sob influência da inundação no SP1 e SP3, mas sobretudo os perfis na posição inferior dos SPEs, apresentam horizontes próximos à superfície com

atributos morfológicos de solos que sofrem estagnação da água devido à deficiência de drenagem, chamados de pseudogley, com mosqueados intra-agregados e gleização entre-agregados (BOUMA; DER PLAS, 1971; BREEMEN; BUURMAN, 2002; PIPUJOL; BUURMAN, 1994). A presença de cutãs de difusão observadas nas lâminas delgadas desses solos corrobora a hipótese da formação dessa feição redoximórfica. A formação desses solos se atribui somente ao processo de hidromorfismo temporário sem a contribuição do lençol freático permanente. Contudo, no caso do Pantanal a contribuição do lençol para a formação desses solos é indireta.

O AP1 e AP10 do SPE1 e SPE3, respectivamente, têm a maior expressão dos atributos morfológicos referentes ao pseudogley, apresentando estrutura prismática com mosqueados intra-agregados e gleização entre-agregados. A formação desses horizontes, com estrutura prismática e mosqueamento, além do hidromorfismo, pode estar relacionada à mineralogia. Os horizontes com morfologia de pseudogley estão mais próximos da superfície, onde os ciclos de umedecimento e a secagem são mais repetidos e o peso dos horizontes sobrejacentes é pequeno, pela elevada quantidade de carbono. Assim, esse fato aliado à quantidade de argila expansível, como demonstram as análises mineralógicas, levou a formação dessa estrutura. A região entre-agregados da estrutura prismática, onde se encontram os macroporos, são as primeiras a saturar devido as chuvas ou cheias, contudo, a região intra-agregado não satura com facilidade, tendo em vista a pequena presença de macroporos. Isso, consequentemente, conduziu ao hidromorfismo e à redução do ferro entre-agregados e, à medida que a água atinge a região intra-agregado esta já possui ferro dissolvido que precipita nos microporos, conferindo, assim, as características dos horizontes pseudogley (BREEMEN; BUURMAN, 2002).

Além dos solos com morfologia de pseudogley apresentados pelo presente trabalho, pelo acompanhamento de outras atividades de descrição de perfis e tradagens observa-se que essa morfologia é comum nos solos que apresentam predominantemente granulometria fina e inundação prolongada, por exemplo na planície do rio Cuiabá e algumas paleoplanícies com sedimentos mais finos, como ocorre na área de estudo próximo ao rio São Lourenço.

2.3.2.4.4 Nódulos

Os nódulos de ferro e manganês foram observados em todos os SPEs. Nas porções mais elevadas e em sedimentos de paleocanais os nódulos apresentam violenta reação ao peróxido de hidrogênio, coloração preta, formas arredondadas, grãos internos ligeiramente

diferentes dos grãos externos e limites abruptos com a matriz do solo (ZERBONI; TROMBINO; CREMASCHI, 2011), indicando que são nódulos de manganês que podem ser atribuídos a uma origem sedimentar, ou seja, foram formados em algum lugar e incorporados nos sedimentos fluviais durante a erosão e o transporte (LINDBO; STOLT; VEPRASKAS, 2010; MCCARTHY; MARTINI; LECKIE, 1998; MAY; VEIT, 2009). Por outro lado, nas porções mais baixas, onde a inundação se alterna sazonalmente, foram observados nódulos com coloração avermelhada, angulares e irregulares relacionados a porosidade, grãos internos semelhantes à matriz e limite difuso entre o nódulo e a matriz do solo, indicando origem pedogenética *in situ* (BREEMEN; BUURMAN, 2002; COSTANTINI; PRIORI, 2007).

A origem pedogenética *in situ* dos nódulos de ferro e manganês, como no AP1 e AP7, está relacionada a sazonalidade de hidromorfismo (BREEMEN; BUURMAN, 2002; BUOL et al., 2011), natural dessa grande planície. Durante o período de hidromorfismo os elementos (ferro e manganês) sofrem redução e se precipitam em sítios mais oxidados, ocorrendo a segregação desses elementos e formando primeiramente os mosqueados (BREEMEN; BUURMAN, 2002; TARDY et al., 1993). A medida que avançam os ciclos de hidromorfismo, ocorrem maior acúmulo desse elementos nessas regiões oxidadas, que agem como cimentante e formam os nódulos (TARDY et al., 1993). Dessa forma, no sistema pedológico mais recente (perfil AP1) os nódulos são menores enquanto que nos solos do sistema pedológico mais antigo (perfil AP7 e AP15) os nódulos são maiores, atribuída ao maior tempo submetido aos ciclos de inundação.

A origem sedimentar dos nódulos nos solos e sedimentos grossos dos canais apresenta coerência, tendo em vista que o canal possui maior energia e consegue transportar e depositar materiais maiores e pesados (NICHOLS, 2009). Em solos de dique, como no AP3, os nódulos apresentam características de transporte (MCCARTHY; MARTINI; LECKIE, 1998), sugerindo que a origem desses nódulos pode estar ligada à evolução do sistema, em que parte da carga do canal principal no período de cheias sobrepuseram os diques e transportou os nódulos até esse porção do sistema fluvial.

Como observado em todos os sistemas pedológicos e discutido até agora, a frente de transformação atual dos solos está relacionada a hidrologia, peculiar a cada sistema estudado, devido à configuração dos sedimentos. A causa das transições laterais com mudanças texturais abruptas está relacionada ao sistema deposicional responsável pelos depósitos (STOUTHAMER; BERENDSEN, 2007), como descrito no item anterior, e não às transformações laterais pedogenéticas (BOULET, 1993). Embora tênues, as transformações laterais parecem ocorrer e serem mais intensas nos limites dos locais que sobre inundação, onde ocorrem maiores variações no estado de oxidação do solo, gerando feições de oxi-

redução intermediárias, com a expressão proporcional de matriz reduzida e oxidada. Além disso, esses locais apresentam horizontes próximos a superfície com elevados teores de alumínio, pH ligeiramente baixo, mosqueamento e a presença de cavidades de dissolução, evidências da ocorrência de ferrólise (VAN RANST; CONINCK, 2002), gerando transformações laterais especialmente relacionada a formação de gradiente textural nestes locais. Da mesma forma, nas porções não inundáveis, mas que sofrem influência dos limites da inundação, onde a evapotranspiração é mais intensa, pode ocorrer a concentração de sais que aumentam as condições eletrolíticas das soluções (FURQUIM et al., 2010b) o suficiente para saturar o complexo de troca do solo gerando a eutrofia.

Como abordado acima, em algumas amostras, principalmente retiradas dos solos sob inundação pequena e temporária, se observa pH em água acima de 5,5 e altos teores de alumínio trocável, o que é incompatível do ponto de vista químico (LINDSAY, 1979). Isso certamente está associado ao método de extração do alumínio que devido a alta concentração eletrolítica da solução ($\text{KCl } 1 \text{ mol L}^{-1}$) o seu pH tende a ser ligeiramente ácido (≈ 5) (LINDSAY, 1979), tornando solúvel o alumínio de algum composto intermediário de baixa cristalinidade (HUANG et al., 2002). Da mesma forma, alguns desses horizontes (pH e alumínio trocável elevado) apresentaram também elevados teores de sódio (extraído com Mehlich-1) e pH relativamente baixo para a quantidade de sódio (USSL, 1954), o que pode estar relacionado ao método de extração. Assim, esses dados indicam a necessidade de métodos adaptados aos solos do Pantanal, que possuem argila de atividades alta, condições e dinâmica hidrológica diferenciadas que desencadeiam as várias interações químicas que ocorrem nos solos.

Os SPs apresentam uma distribuição de solos complexa e diversificada, com a presença de classes distintas em uma mesma porção do relevo e com a mudança de classe, por vezes em nível categórico elevado, em poucos metros. Dessa forma, o mapeamento desses solos somente é possível em escalas maiores, como de ultradetalhe, a qual permite a distinção de unidades menores (EMBRAPA, 1989). Para se trabalhar com essa resolução de mapeamento as ferramentas disponíveis, como mapas bases, precisam ter a mesma escala, ou mais detalhada, do que a escala do mapa final (IBGE, 2007), ou seja, somente quando se tiver disponíveis imagens de satélite e mapas planialtimétrico no nível de ultradetalhe talvez seja possível o mapeamento dos solos dessa planície com o nível adequado para se entender e demonstrar sua distribuição. Neste nível, somente áreas pequenas são viáveis, uma vez que demanda tempo e muitas análises para se chegar ao detalhe exigido, e se perder informação se o mapa for publicado em uma escala menor, comum quando se trabalha com áreas maiores (IBGE, 2007). Não obstante, o mapeamento dessa planície pode ser realizado, por momento, trabalhando a legenda com associações e complexos.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os estudos geomorfológicos e sedimentares indicam que a paisagem da RPPN SESC Pantanal foi modelada desde o Pleistoceno superior pela atividade de sistemas deposicionais ditributários dominados por rios. No entanto, trabalhos devem avançar a ponto de encontrar evidências de retrabalhamento sedimentar local promovidas pelos sucessivos ambientes que se alternaram desde o Pleistoceno superior.

O leque aluvial do São Lourenço é responsável pela maior parte dos depósitos e das formas do relevo observadas na área de estudo, enquanto que o leque do Cuiabá tem contribuição menor e se restringe na parte oeste da área estudada. A contribuição de cada leque como material de origem dos solos é observada somente pela análise geomorfológica aliada à sedimentogia, não sendo observada diferenças químicas significativas nos depósitos deixados por cada um, embora possuam áreas fontes com litologia e tamanho diferenciados. Não obstante, com a evolução de preenchimento sedimentar do leque do Cuiabá este vem retrabalhando e depositando sedimentos sobre formas construídas previamente pelo leque do rio São Lourenço.

As formas construídas pelos sistemas deposicionais foram sucessivamente retrabalhadas e remodeladas pela pedogênese e erosão condicionadas pela hidrologia que se alterou desde o Pleistoceno superior, devido às oscilações climáticas e às mudança na conformação local dos lóbulos e leque de deposição, resultando assim no complexo de formas e sedimentos observados na área. Dessa forma, áreas com depósitos mais antigos se apresentam mais degradadas por estarem um maior tempo expostas a esses processos, como a unidade 2A.5, ao passo que as áreas com sedimentos mais contemporâneos se apresentam mais conservadas, como a unidade 2A.1.

A arquitetura sedimentar indica a presença de ambientes fluviais pretéritos com frequente avulsão e mudança no curso do rio, bem como depósitos que se assemelham a canais anastomosados ou meandantes rasos. Os canais apresentam depósitos arenosos, espessos e curtos. As avulsões apresentam depósitos predominantemente arenosos, rasos e extensos. As planícies aluviais possuem depósitos finos, espessos e extensos. Os diques possuem depósitos com argila, silte e areia em quantidades variáveis. Nas planícies aluviais antigas os sedimentos finos tendem a ter maior contribuição de areia do que as mais recentes, o que pode ser natural do próprio sistema fluvial, ou pode ser atribuído à alteração na conformação inicial dos sedimentos pela pedogênese ou pelo retrabalhamento por sistemas posteriores. Os depósitos de canais antigos apresentam sedimentos arenosos com o aparecimento de cascalho em profundidade. Esses elementos do sistema fluvial, canal, dique

e planície aluvial, se alternam em diferentes conformações formando a arquitetura sedimentar complexa dessa grande planície.

A distribuição dos solos e a natureza dos seus atributos são condicionadas pela posição nessa paisagem sedimentar. De maneira geral, os solos de canais antigos são Neossolos Quartzarênicos, de planície aluvial são Gleissolos, Plintossolos ou Neossolos/Cambissolos flúvicos, e de diques e murundus são Planossolos. Os nódulos de ferro e manganês podem ocorrer nos solos das porções elevadas e baixas. Os mosqueados são mais contrastantes nas porções baixas e progressivamente se tornam menos evidentes à medida que se caminha para as porções elevadas. Os contrastes e gradientes texturais são observados em todos os solos que possuem textura média ou mais fina, independente da porção do relevo. A elevada porcentagem de sódio trocável ocorre com maior frequência nos solos das porções elevadas que não sofrem inundação, contudo, é observado também em locais com ligeira influência de lâmina d'água.

A gênese dos nódulos que ocorrem nos solos das porções baixas está relacionada aos processos pedogenéticos, enquanto que nas porções elevadas, com predomínio de granulometria mais grossa, os nódulos parecem ter origem sedimentar. O mosqueamento está relacionado com a dinâmica de cheias no Pantanal que condiciona o hidromorfismo temporário de acordo com a porção do relevo. As diferenças texturais em profundidade, abaixo de 1 m, estão relacionados com a evolução do sistema deposicional, onde se observa depósitos finos sobre depósitos arenosos e os gradientes texturais estão relacionados a sedimentação e aos processos pedogenéticos. Em todos os solos se observa o processo de argiluviação. Nos solos dos diques o gradiente textural tem maior contribuição de processos sedimentares e ferrólise; nos solos de planície e murundu a elutriação é mais evidente na formação do Bt. A hidrologia e evapotranspiração atual promove o acúmulo sazonal de bases em horizontes localizados das porções elevadas e é responsável pelo acúmulo de sódio.

Dessa forma, por meio da abordagem solo x paisagem é possível observar o controle geológico na distribuição e formação do solo, como a presença de Neossolos Quartzarênicos nos canais antigos e a formação de gradientes texturais, e o controle pedogenético condicionadas pelo relevo, como vem a ser acúmulo de sódio. Portanto, essa abordagem é indispensável para melhor compreensão da distribuição e gênese de atributos dos solos, contribuindo para se conhecer o papel geogenético e pedogenético na formação dos solos do Pantanal. Diante da complexidade dos processos evidenciados, para entender com precisão essas relações estes estudos devem ser realizados também em escala grande e em pequenas áreas, o que facilitará muito os mapeamentos pedológicos em nível de detalhe.

REFERÊNCIAS

- ALDEGA, L.; CUADROS, J.; LAURORA, A.; ROSSI, A. weathering of phlogopite to beidellite in a karstic environment. **American Journal of Science**, New Haven, v. 309, p. 689–710, 2009.
- ALHO, C.J.R.; GONÇALVES, H.C. **Biodiversidade do Pantanal: ecologia & conservação** Campo Grande: Editora UNIDERP, 2005. 145p.
- AMARAL FILHO, Z.P. Solos do Pantanal Mato-Grossense. In: SIMPÓSIO SOBRE RECURSOS NATURAIS E SÓCIO-ECONÔMICOS DO PANTANAL, 1., 1984, Corumbá. Brasília: EMBRAPA, 1986. p. 91-103.
- ANDRADES FILHO, C.O.; ZANI, H.; GRADELLA, F.S. Compatibilidade da rede de drenagem obtida através de dados SRTM, ASTER e carta topográfica DSG: estudo de caso no Pantanal de Aquidauana. In: SIMPÓSIO DE GEOTECNOLOGIAS NO PANTANAL, 2., 2009, Corumbá. **Resumos...** Corumbá: Embrapa, 2009. p.51-61.
- ASSINE, M.L. **Sedimentação na bacia do Pantanal Mato-Grossense, Centro-Oeste do Brasil**. 2003. 115p. Tese (Livre Docência) - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro, 2003.
- ASSINE, M.L.; PADOVANI, C.R.; ZACHARIAS, A.A.; ANGULO, R.J.; SOUZA, M.C. Compartimentação geomorfológica, processos de avulsão fluvial e mudanças de curso do rio Taquari, Pantanal Mato-Grossense. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, Uberlândia, v. 6, p. 97-108, 2005.
- ASSINE, M.L.; SILVA, A. Contrasting fluvial styles of the Paraguay river in the northwestern border of the Pantanal wetland, Brazil. **Geomorphology**, Amsterdam, v. 113, p. 189–199, 2009.
- ASSINE, M.L.; SOARES, P.C. Quaternary of the Pantanal, west-central Brazil. **Quaternary International**, Oxford, v. 114, p. 23–34. 2004.
- BABONNEAU, N; SAVOYE, B; CREMER, M; BEZ, M. Sedimentary architecture in meanders of a submarine channel: detailed study of the present Congo turbidite channel (Zaiango project). **Journal of Sedimentary Research**, Tulsa, v. 80, p. 852–866, 2010.
- BARBIÉRO, L.; QUEIROZ NETO, J.P.; CIORNEI, G.; SAKAMOTO, A.Y.; CAPELLARI, B.; FERNANDES, E.; VALLES, V. Geochemistry of water and ground water in the Nhecolândia, Pantanal of Mato Grosso, Brazil: variability and associated processes. **Wetlands**, Wilmington, v. 22, p. 528-540, 2002.
- BARBIERO, L.; REZENDE FILHO, A.; FURQUIM, S.A.C.; FURIAN, S.; SAKAMOTO, A.Y.; VALLES, V.; GRAHAM, R.C.; FORT, M.; FERREIRA, R.P.D.; QUEIROZ NETO, J.P.; Soil morphological control of hydrogeochemistry in a saline and freshwater lake landscape in the Pantanal of Nhecolândia, Brazil. **Geoderma**, Amsterdam, v. 148, p. 91–106, 2008.
- BARRÉ, P.; BERGER, G.; VELDE, B. How element translocation by plants may stabilize illitic clays in the surface of temperate soils. **Geoderma**, Amsterdam, v. 151, p. 22–30, 2009.

BARROS, A.M.; SILVA, R.H.; CARDOSO, O.R.F.A.; FREIRE, F.A.; SOUZA JUNIOR, J.J.; RIVETTI, M.; LUZ, D.S.; PALMEIRA, R.C.B.; ASSINARI, C.C.G. Geologia da Folha SD.21 (Cuiabá). In: BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Projeto RADAMBRASIL**. Rio de Janeiro, 1982. cap. 3, p. 25 – 192.

BEIRIGO, R.M. **Sistema pedológico Planossolo-Plintossolo no Pantanal de Barão de Melgaço-MT**. 2008. 69 p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, Piracicaba, 2008.

BEIRIGO, R.M.; VIDAL-TORRADO, P.; STAPE, J.L.; COUTO, E.G.; ANDRADE, G.R.P. **Solos da Reserva Particular do Patrimônio Natural SESC Pantanal**. Rio de Janeiro: SESC, 2011. v. 1. 76 p.

BERENDSEN, H.J.A.; STOUTHAMER, E. Late Weichselian and Holocene palaeogeography of the Rhine–Meuse delta, The Netherlands. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, Amsterdam, v. 161, p. 311–335, 2000.

BERTAUX, J.; SONDAG, F.; SANTOS, R.; SOUBIÈS, F.; CAUSSE, C.; PLAGNES, V.; CORNEC, F.L.; SEIDEL, A. Paleoclimatic record of speleothems in a tropical region: study of laminated sequences from a Holocene stalagmite in Central–West Brazil. **Quaternary International**, Oxford, v. 89, p. 3–16, 2002.

BOCKHEIM, G.; GENNADIYEV, A.N. The role of soil-forming processes in the definition of taxa in Soil Taxonomy and the World Soil Reference Base. **Geoderma**, Amsterdam, v. 95, p. 53–72, 2000.

BOULET, R. Análise estrutural da cobertura pedológica e cartografia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 21., 1993, Campinas. **A responsabilidade social da Ciência do Solo**. Campinas: SBCS, 1993. p. 81-90.

BOUMA, J.; DER PUS, L. Genesis and morphology of some alpine pseudogley profiles. **Journal of Soil Science**, Oxford, v. 22, p. 81-93, 1971.

BREEMEN, N.; BUURMAN, P. **Soil formation**. 2nd ed. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2002. 404p.

BREWER, R. **Fabric and mineral analysis of soils**. Huntington, New York: Robert E. Krieger Publications, 1976. 482p.

BRINKMAN, R. Ferrollysis, a hydromorphic soil forming process. **Geoderma**, Amsterdam, v. 3, p. 199-206, 1970.

BRINKMAN, R.; JONGMANS, A.G.; MIEDEMA, R.; MAASKANT, P. Clay decomposition in seasonally wet, acid soils: micromorphological, chemical and mineralogical evidence from individual argillans. **Geoderma**, Amsterdam, v. 10, p. 259-270, 1973.

BRYANT, M.; FALK, P.; PAOLA, C. Experimental study of avulsion frequency and rate of deposition. **Geology**, Bolder, v. 23, p. 365–368, 1995.

BULLOCK, P.; FEDEROFF, N.; JONGERIUS, A.; STOOPS, G.; TURSINA, T. **Handbook for soil thin section description**. London: Waine Research Publications, 1985. 152p.

BUOL, S.W.; SOUTHARD, R.J.; GRAHAM, R.C.; McDANIEL, P.A. **Soil genesis and classification**. 6th ed. Chichester: Willey-Blackwell, 2011. 543p.

BURKETT, V.; KUSLER, J. Climate change: potential impacts and interactions in wetlands of the United States. **Journal of the American Water Resources Association**, Herndon, v. 36, p. 313-320, 2000.

CAPON, S.J.; BROCK, M.A. Flooding, soil seed bank dynamics and vegetation resilience of a hydrologically variable desert floodplain. **Freshwater Biology**, Oxford, v. 51, p. 206–233, 2006.

CASTRO, S.S.; COOPER, M.; SANTOS, M.C.; VIDAL-TORRADO, P. Micromorfologia do Solo: Bases e Aplicações. In: CURI, N.; MARQUES, J.J.; GUILHERME, L.R.G.; LIMA, J.M.; LOPES, A.S.; ALVAREZ, V.H., **Tópicos em Ciência do Solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2003. p. 107-164.

CHAKRABORTY, T.; GHOSH, P. The geomorphology and sedimentology of the Tista megafan, Darjeeling Himalaya: Implications for megafan building processes. **Geomorphology**, Amsterdam, v. 115, p. 252–266, 2010.

CHARLTON, R. **Fundamentals of fluvial geomorphology**. New York: Routledge, 2008. 234p.

CHARTRES, C.J. Sodic Soils: an Introduction to their Formation and Distribution in Australia. **Australian Journal of Soil Research**, Melbourne, v. 31, p. 751-760, 1993.

CLARK, P.U.; DYKE, A.S.; SHAKUN, J.D.; CARLSON, A.E.; CLARK, J.; WOHLFARTH, B.; MITROVICA, J.X.; HOSTETLER, S.W.; MCCABE, A.M. The Last Glacial Maximum. **Science**, Washinton, v. 325, p. 710-714, 2009.

COLINVAUX, P.A.; OLIVEIRA, P.E.; BUSH, M.B. Amazonian and neotropical plant communities on glacial time-scales: The failure of the aridity and refuge hypotheses. **Quaternary Science Reviews**, Oxford, v. 19, p. 141-169, 2000.

CORDEIRO, J.L.P **Estrutura e Heterogeneidade da paisagem de uma unidade de conservação no nordeste do Pantanal (RPPN SESC Pantanal), Mato Grosso, Brasil: efeitos sobre a distribuição e densidade de Antas (*Tapirus terrestris*) e de Cervos-do-Pantanal (*Blascotecerus dichotomus*)**. 2004. 221p. Tese (Doutorado em Ecologia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

CORINGA, E.A.O; COUTO, E.G.; PEREZ, X.L.O.; VIDAL-TORRADO, P. Atributos de solos hidromórficos no Pantanal Norte Matogrossense. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 42, p. 19 – 28, 2012.

CORRADINI, F.A. **Geomorfologia fluvial, mudanças ambientais e evolução do megaleque do rio São Lourenço, Quaaternário do Pantanal Mato-Grossense**. 2011. 164p. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro, 2011.

CORRADINI, F.A.; FACHINI, M.P.; STEVAUX, J.C. Controle geomorfológico da distribuição da vegetação ripária do rio Paraná: Parte I – Unidades geomórficas da planície de inundação. **Revista UnG – Geociências**, Guarulhos, v.5, p. 13-21, 2006.

CORRADINI, F.A.; ZANI, H.; ASSINE, M.L.; KUERTEN, S.; SILVA, A.; GRADELLA, F.S. Paleocanais distributários, incisão fluvial, construção e abandono de lobos deposicionais na evolução geomorfológica do megaleque do São Lourenço, Pantanal Mato-grossense. In: SIMPÓSIO DE GEOTECNOLOGIAS NO PANTANAL, 2., 2009, Corumbá. **Resumos...** Corumbá: Embrapa, 2009. p. 115-123.

CORRÊA, G.F. **Les microreliefs “murundus” et leur environnement pédologique dans l’ouest du Minas Gerais, region du plateau central brésilien.** 1989. 144p. Thèse (Doctorat) - Vandoeuvre-les-Nancy, Université de Nancy I, Nancy, 1989.

COSTANTINI, E.A.C.; PRIORI, S. Pedogenesis of plinthite during early Pliocene in the Mediterranean environment Case study of a buried paleosol at Podere Renieri, central Italy. **Catena**, Amsterdam, v. 71, p. 425–443, 2007.

COUTO, E.G; OLIVEIRA, V.A. The Soil Diversity of the Pantanal. In: JUNK, W.J.; SILVA, C.J.; NUNES DA CUNHA, C.; WANTZEN, K.M. **The Pantanal: ecology, biodiversity and sustainable management of a large neotropical seasonal wetland.** Sofia: Pensoft, 2010. chap. 3, p. 71-102.

DANIELS, R.B.; GAMBLE, E.F.; CADY, J.G. The relation between geomorphology and soil morphology and genesis. **Advances in Agronomy**, Amsterdam, v. 23, p. 51-87, 1971.

DANIELS, R.B.; HAMMER, R.D. **Soil geomorphology.** New York: Wiley, 1992. 236p.

DEIL, U. A review on habitats, plant traits and vegetation of ephemeral wetlands - a global perspective. **Phytocoenologia**, Berlin, v. 35, p. 533–706, 2005.

DEL’ARCO, J.O.; DA SILVA, R.H.; TARAPANOFF, I.; FREIRE, F.A.; MOTA PEREIRA, L.G.; SOUZA, S.L.; PALMEIRAS, R.C.B.; TASSINARI, C.C.G. Geologia da Folhas SE. 20/21 (Corumbá). In: BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Projeto RADAMBRASIL.** Rio de Janeiro, 1982. cap. 3, p. 25 - 160.

DENNY, C.S. Fans and pediments. **American Journal of Science**, New Haven, v. 265, p. 81-105, 1967.

EITEN, G. **Classificação da vegetação do Brasil.** Brasília: CNPq-Coordenação Editorial, 1983. 115p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). Centro Nacional de Pesquisa em Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.** 2. ed. Brasília: EMBRAPA, Produção de informação; Rio de Janeiro: EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisa em Solos, 2006. 306p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). Centro Nacional de Pesquisa em Solos. **Manual de métodos de análise de solo.** 2.ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1997. 212p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Normas e critérios para levantamentos pedológicos.** Rio de Janeiro, 1989. 94p

FAO. **FAO/Unesco Soil map of the World: revised legend**. Wageningen: International Soil Reference and Information Centre, 1988. 138p. Reprint of World Soil Resources Report 60, FAO, Rome, 1988. (ISRIC Technical Paper, 20).

FARRELL, K.M. Geomorphology, facies architecture, and high-resolution, non-marine sequence stratigraphy in avulsion deposits, Cumberland Marshes, Saskatchewan. **Sedimentary Geology**, Amsterdam, v. 139, p. 93- 150, 2001.

FAURE, P.; VOLKOFF, B. Some factors affecting regional differentiation of the soils in the Republic of Benin (West Africa). **Catena**, Amsterdam, v. 32, p. 281–306, 1998.

FEDOROFF, N. Clay illuviation in Red Mediterranean soils. **Catena**, Amsterdam, v. 28, p. 171-189, 1997.

FERNANDES, E. **Organização espacial dos componentes da paisagem da baixa Nhecolândia – Pantanal de Mato Grosso do Sul**. 2007. 177p. Tese (Doutorado em Geografia) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

FERNANDES, F.A.; FERNANDES, A.H.B.M.; SOARES, M.T.S; PELLEGRIN, L.A.; LIMA, I.B.T. **Atualização do mapa de solos da planície pantaneira para o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2007. 4p. (Embrapa Pantanal.Comunicado Técnico, 61). Disponível em:<http://www.cpap.embrapa.br/publicacoes/download.php?arq_pdf=COT61>.

FERNANDEZ, E.; DORRONSORO-FDEZ, C.; AGUILAR, J.; DORRONSORO, B.; STOOPS, G.; DORRONSORO, DÍAZ, C. **IlluviaSols. Clay eluviation/illuviation processes in soils**. 2004. <http://edafologia.ugr.es/iluv/indexw.htm>. Acesso em: 15 fev.2012.

FERREIRA JÚNIOR, W.G. **Análise de gradientes vegetacionais e pedogeomorfológicos em Floresta, Cerrado e Campo no Pantanal Matogrossense, Barão de Melgaço, Mato Grosso**. 2009. 190p. Tese (Doutorado em Botânica) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2009.

FRAGA, C.I.M. **Evapotranspiração e fator de desacoplamento em área de cambarazal no Pantanal**. 2009. 56p. Dissertação (Mestrado em Física Ambiental) – Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiabá, 2009.

FRANCO, M. do S.M.; PINHEIRO, R. Geomorfologia da Folha SE.21 (Corumbá). In: BRASIL. Ministério das Minas e Energia. **Projeto RADAMBRASIL**. Rio de Janeiro, 1982. cap. 2, p. 161-224.

FURQUIM, S.A.C.; BARBIERO, L.; GRAHAM, R.C.; QUEIROZ NETO, J.P; FERREIRA, R.P.D.; FURIAN, S. Neoformation of micas in soils surrounding an alkaline-saline lake of Pantanal wetland, Brazil. **Geoderma**, Amsterdam, v. 158, p. 331–342, 2010b.

FURQUIM, S.A.C.; GRAHAM, R.C.; BARBIERO, L.; QUEIROZ NETO, J.P.; VIDAL-TORRADO, P. Soil mineral genesis and distribution in a saline lake landscape of the Pantanal Wetland, Brazil. **Geoderma**, Amsterdam, v. 154, p. 518–528, 2010a.

- GERRARD, J. Soil geomorphology: present dilemmas and future challenges. **Geomorphology**, Amsterdam, v. 7, p. 61-84, 1993.
- GIRARD, P.; FANTIN-CRUZ, I.; OLIVEIRA, S.M.L.; HAMILTON, S.K. Small-scale spatial variation of inundation dynamics in a floodplain of the Pantanal (Brazil). **Hydrobiologia**, Den Haag, v. 638, p. 223–233, 2010.
- GODOI FILHO, J.D. Aspectos geológicos do pantanal Mato-grossense e de sua Área de influencia. In: SIMPÓSIO SOBRE RECURSOS NATURAIS E SÓCIO- ECONÔMICO DO PANTANAL, 1., 1986, Corumbá. **Resumos...** Corumbá: Embrapa, 1986. p. 29-61.
- GOUW, M.J.P.; AUTIN, W.J. Alluvial architecture of the Holocene Lower Mississippi Valley (U.S.A.) and a comparison with the Rhine–Meuse delta (The Netherlands). **Sedimentary Geology**, Amsterdam, v. 204, p. 106-121, 2008.
- GRENFELL, S.E.; ELLERY, W.N.; GRENFELL, M.C.; RAMSAY, L.F.; FLÜGEL, T.J. Sedimentary facies and geomorphic evolution of a blocked-valley lake: Lake Futululu, northern Kwazulu-Natal, South Africa. **Sedimentology**, Oxford, v. 5, p. 1159–1174, 2010.
- HORTON, B.K.; DECELLES, P.G. Modern and ancient fluvial megafans in the foreland basin system of the central Andes, southern Bolivia: Implications for drainage network evolution in fold-thrust belts. **Basin Research**, Oxford, v. 13, p. 43–61, 2001.
- HUANG, P.M.; WANG, M.K.; KÄMPF, N.; SCHULZE, D.G. Aluminum hydroxides. In: DIXON, J.; WEE, S.D. **Soil mineralogy with environmental application**. Madison: Soil Science Society of America, 2002. chap. 8, p. 261-290. (SSSA. Book Series, 7).
- HUGGETT, R.J. **Fundamentals of geomorphology**. 2nd ed. New York: Rultledge, Taylor & Francis, 2007. 483p.
- IBGE. Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. **Manual Técnico de Pedologia** 2.ed. Rio de Janeiro, 2007. (Manuais Técnicos em Geociências, 4).
- JACKSON, M.L. **Soil chemical analysis**: advanced course. Madson: By author, 1979. 895p.
- JOECKEL, R.M.; CLEMENT, B.J.A. Soils, surficial geology, and geomicrobiology of saline-sodic wetlands, North Platte River Valley, Nebraska, USA. **Catena**, Amsterdam, v. 61, p. 63–101, 2005.
- JONES, H.L.; HAJEK, E.A. Characterizing avulsion stratigraphy in ancient alluvial deposits. **Sedimentary Geology**, Amsterdam, v. 202, p. 124–137, 2007.
- JUNK, W.J.; NUNES DA CUNHA, C. Pantanal: a large South American wetland at a crossroads. **Ecological Engineering**, Amsterdam v. 24, p. 391-401, 2005.
- KASPER-ZUBILLAGA, J.J. Roundness in quartz grains from inland and coastal dune sands, Altar Desert, Sonora, Mexico. **Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana**, México, v. 61, n. 1, p. 1-12, 2009.
- KASPER-ZUBILLAGA, J.J.; ZOLEZZI-RUIZ, H. Grain size, mineralogical and geochemical studies of coastal and inland dune sands from El Vizcaíno Desert, Baja

- California Peninsula, Mexico. **Revista Mexicana de Ciencias Geológicas**, Querétaro, v. 24, p. 423-438, 2007.
- KEMP, R.A.; MCINTOSH, P.D. Genesis of a Texturally Banded Soil in Southland, New Zealand. **Geoderma**, Amsterdam, v. 45, p. 65-81, 1989.
- KÖPPEN, W. **Climatología**. Buenos Aires: Fondo de Cultura, 1948. p. 152-192.
- KÜHN, P.; AGUILAR, J.; MIEDEMA, R. Textural Pedofeatures and Related Horizons. In: STOOPS, G; MARCELINO, V.; MEES, F. **Interpretation of micromorphological features of soils and regoliths**, Amsterdam: Elsevier, 2010. p. 217-250.
- LEDRU, M.P.; BRAGA, P.I.S.; SOUBIÈS, F.; FOURNIER, M.; MARTIN, L.; SUGUIO, K.; TURCQ, B. The last 50,000 years in the Neotropics (Southern Brazil): evolution of vegetation and climate **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, Amsterdam, v. 123, p. 239-257, 1996.
- LI, J.; WEN, Y.; ZHOU, Q.; XINGJIE, Z.; LI, X.; YANG, S; LIN, T. Influence of vegetation and substrate on the removal and transformation of dissolved organic matter in horizontal subsurface-flow constructed wetlands. **Bioresource Technology**, New York, v. 99, p. 4990–4996, 2008.
- LILLESAND, T.M.; KIEFER, R.W.; CHIPMAN, J.W. **Remote sensing and image interpretation**. 5th ed. Las Vegas: John Wiley, 2004. 763p.
- LINDBO, D.L.; STOLT, M.H.; VEPRASKAS, M.J. Redoximorphic features. In: STOOPS, G; MARCELINO, V.; MEES, F. **Interpretation of micromorphological features of soils and regoliths**. Amsterdam: Elsevier, 2010. p. 129-148.
- LINDSAY, W.L. **Chemical equilibria in soils**. New Jersey: Blackburn, 2001. 449p.
- MACKEY, S.D.; BRIDGE, J.S. Three-dimensional model of alluvial stratigraphy: theory and application. **Journal of Sedimentary Research**, Tulsa, v. 65, p. 7–31, 1995.
- MASKAKE, B.; SMITH, D.G.; BERENDSEN, H.J.A. Avulsions, channel evolution and floodplain sedimentation rates of the anastomosing upper Columbia River, British Columbia, Canada. **Sedimentology**, Oxford, v. 49, p. 1049-1071, 2002.
- MATH, S.K.N.; MURTHY, A.S.P. Occurrence of iron-rich high-charge beidellite in Vertisols of the Deccan plateau of India. **Applied Clay Science**, Amsterdam, v. 9, p. 303-316, 1994.
- MAY, J.H.; ARGOLLO, J.; VEIT, H. Holocene landscape evolution along the Andean piedmont, Bolivian Chaco. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, Amsterdam, v. 260, p. 505–520, 2008.
- MAY, J.H.; VEIT, H. Late Quaternary paleosols and their paleoenvironmental significance along the Andean piedmont, Eastern Bolivia. **Catena**, Amsterdam, v. 78, p. 100–116, 2009.
- MAY, J.H.; ZECH, R.; VEIT, H. Late Quaternary paleosol-sediment-sequences and landscape evolution along the Andean piedmont, Bolivian Chaco. **Geomorphology**, Amsterdam, v. 98, p. 34–54. 2008.

- MCCARTHY, P.J.; MARTINI, I.P.; LECKIE, D.A. Use of micromorphology for palaeoenvironmental interpretation of complex alluvial palaeosols: an example from the Mill Creek Formation (Albian), southwestern Alberta, Canada. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, Amsterdam, v. 143, p. 87–110, 1998.
- MEYERS, P.A.; LALLIER-VERGÈS, E. Lacustrine sedimentary organic matter records of Late Quaternary paleoclimates. **Journal of Paleolimnology**, Amsterdam, v. 2, p. 345–372, 1999.
- MIN, X.; XIAN-GUO, L.; YUE, L.; FAN-LONG, K. Distribution characteristics of dissolved organic carbon in annular wetland soil-water solutions through soil profiles in the Sanjiang Plain, Northeast China. **Journal of Environmental Sciences**, Beijing, v. 19, p. 1074–1078, 2007.
- MOREIRA, M.A. **Fundamentos do sensoriamento remoto e metodologias de aplicações**. São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), 2001 – Disponível em: www.ltid.inpe.br/dsr/mauricio/livro.html. Acesso em: 16 agosto 2010.
- MUTO, T; STEEL, R.J. The accommodation concept in sequence stratigraphy: some dimensional problems and possible redefinition. **Sedimentary Geology**, Amsterdam, v. 130, p. 1–10, 2000.
- NETTLETON, W.D.; BRASHER, B.R.; BAUMER, O.W; DARMODY, R.G. Silt flows in soil. In: RINGROSE-VOASE, A.J.; HUMPHREYS, G.S. **Soil Micromorphology**: studies in management and genesis. Developments in Soil Science. v. 22. Amsterdam: Elsevier, 1994. p. 361–371.
- NICHOLS, G. **Sedimentology and Stratigraphy**. 2nd ed. United Kingdom: Wiley-Blackwell, 2009. 419p.
- NICHOLS, G.J.; FISHER, J.A. Processes, facies and architecture of fluvial distributary system deposits. **Sedimentary Geology**, Amsterdam, v. 195, p. 75-90, 2007.
- NOVO, E.M.L.M. **Sensoriamento Remoto: princípios e aplicações**. 3 ed. São Paulo: Blucher, 2008. 363p.
- NUNES da CUNHA, C.; JUNK, W.J. Year-to-year changes in water level drive the invasion of *Vochysia divergens* in Pantanal grasslands. **Applied Vegetation Science**, Edinburgh, v. 7, p. 103-110, 2004.
- NUNES DA CUNHA, C.; JUNK, W.J. A preliminary classification of habitats of the Pantanal of Mato Grosso and Mato Grosso do Sul, and its relation to national and international wetland classification systems. In: JUNK, W.J.; SILVA, C.J.; NUNES DA CUNHA, C.; WANTZEN, K.M. **The Pantanal**: ecology, biodiversity and sustainable management of a large neotropical seasonal wetland. Sofia: Pensoft, 2010. chap. 5, p. 127-142.
- OLIVEIRA, H.; CARVALHO FILHO, A.; SCHAEFER, C.E.R.G.; CARDOSO, E.L. Soils of the Pantanal. In: CHESWORTH, W. **Encyclopedia of Soil Science**, Dordrecht: Taylor & Francis, 2006. p. 1658-1663.

ORIOLO, A.L.; AMARAL FILHO, Z.P.; OLIVEIRA, A.B. **Pedologia**: levantamento exploratório de solos da Folha SE.21 (Corumbá) e Parte da Folha SE.20. In: BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Projeto RADAMBRASIL**. Rio de Janeiro, 1982. cap. 1, p. 25-328.

PANSU, M.; GAUTHEYROU, J. **Handbook of soil analysis**: mineralogical, organic and inorganic methods. Berlin: Springer, 2006. 993p.

PESSENDA, L.C.R.; GOUVEIA, S.E.M.; ARAVENA, R.; BOULET, R.; VALENCIA, E.P.E. Holocene fire and vegetation changes in southeastern Brazil as deduced from fossil charcoal and soil carbon isotopes. **Quaternary International**, Oxford, v. 114, p. 35–43, 2004a.

PESSENDA, L.C.R.; RIBEIRO, A.S.; GOUVEIA, S.E.M.; ARAVENA, R.; BOULET, R.; BENDASSOLLI, J.A. Vegetation dynamics during the late Pleistocene in the Barreirinhas region, Maranhão State, northeastern Brazil, based on carbon isotopes in soil organic matter. **Quaternary Research**, New York, v. 62, p. 183– 193, 2004b.

PHILLIPS, J.D. Contingency and generalization in pedology, as exemplified by texture-contrast soils. **Geoderma**, Amsterdam, v. 102, p. 347–370, 2001.

PHILLIPS, J.D. Geogenesis, pedogenesis, and multiple causality in the formation of texture-contrast soils. **Catena**, Amsterdam, v. 58, p. 275–295, 2004.

PHILLIPS, J.D. Universal and local controls of avulsion in southeast Texas Rivers. **Geomorphology**, Amsterdam, v. 130, p. 17-28, 2011.

PIPUJOL, M.D.; BUURMAN, P. The distinction between ground-water gley and surface-water gley phenomena in Tertiary paleosols of the Ebro basin, NE Spain. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, Amsterdam, v. 110, p. 103–113, 1994.

POST, J.L.; BORER, L. Physical properties of selected illites, beidellites and mixed-layer illite–beidellites from southwestern Idaho, and their infrared spectra. **Applied Clay Science**, Amsterdam, v. 22, p. 77– 91, 2002.

QUEIROZ NETO, J.P. Relações entre as vertentes e os solos: revisão de conceitos. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, Uberlândia, v.12, p.15-24, 2011.

REDDY, K.R.; DELAUNE, R.D. **Biogeochemistry of Wetlands**. Boca Raton: Taylor and Francis, 2008. 774p.

RESENDE, E.K. **Pulso de Inundação**: processo ecológico essencial à vida no pantanal. Corumbá: EMBRAPA, 2008. 16 p. (Documentos, 94).

RESENDE, M.; CURI, N.; REZENDE, S.B.; CORRÊA, G.F. **Pedologia**: base para distinção de ambientes. 4 ed. Viçosa: NEPUT, 2002. 338p.

REZENDE FILHO, A.T. **Variabilidade química das águas do Alto Paraguai: uma compartimentação do Pantanal Mato-grossense**. 2011. 180p. Tese (Doutorado em Ciência) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

ROSS, J.L.S.; SANTOS, L.M. Geomorfologia da folha SD.21 (Cuiabá). In: BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Projeto RADAMBRASIL**. Rio de Janeiro, 1982. cap. 2, p. 193 – 256.

RUELLAN, A. Classification of pedological systems: a Challenge for the future of soil science. **Annals of Agrarian Science**, Tbilisi, v.3, p. 24-28, 2005.

RUHE, R.V. Geomorphic Surfaces and the nature of soils. **Soil Science**, Madison, v. 82, p. 441-445, 1956.

SABINS, F.F. **Remote Sensing: principles and interpretation**. 3rd. ed. New York: W. H. FREEMAN, 1997. 497p.

SALLUN, A.E.M.; SUGUIO, K.; TATUMI, S.H.; YEE, M.; SANTOS, J.; BARRETO, A.M.F. Datação absoluta de depósitos quaternários brasileiros por luminescência. **Revista Brasileira de Geociências**, Curitiba, v. 37, p. 402-413, 2007.

SANCHES, L.; ALVES, M.C.; CAMPELO JÚNIOR, J.H.; NOGUEIRA, J.S.; DALMAGRO, H.J. Estimativa do coeficiente Priestley-Taylor em floresta monodominante cambarazal no Pantanal. **Revista Brasileira de Meteorologia**, São José dos Campos, v. 25, p. 448-454, 2010.

SANTOS, R.D. dos; CARVALHO FILHO, A.; NAIME, U.J.; OLIVEIRA, H.; MOTTA P. E. F.; BARUQUI, A. M.; BARRETO, W.O.; MELO, M. E. C. C. M.; PAULA, J. L.; SANTOS, E. M. R.; DUARTE, M. N. **Pedologia**. In: Plano de conservação da Bacia do Alto Paraguai - PCBAP: diagnóstico dos meios físico e biótico - meio físico. Brasília, DF: PNMA, 1997. p.127-307. v.2, t.1.

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**. 5 ed. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2005. 100p.

SCHUMM, S.A. River response to baselevel change: implications for sequence stratigraphy. **Journal of Geology**, Chicago, v. 101, p. 279-294, 1993.

SHIRAIWA, S. **Flexura da litosfera continental sob os Andes Centrais e a origem da Bacia do Pantanal**. 1994. 86p. Tese (Doutorado em Astronomia e Geofísica) - Astronômico e Geofísico, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1994.

SILVA, A.; ASSINE, M.L.; SOUZA FILHO, E.S.; CUNHA, S.B; ZANI, H. Compartimentação Geomorfológica do Rio Paraguai na Borda Norte do Pantanal Mato-Grossense, Região de Cáceres – MT. In: SIMPÓSIO DE GEOTECNOLOGIAS NO PANTANAL, 1., 2006, Campo Grande. **Resumos...** Campo Grande: Embrapa, 2006. p. 285-292.

SLINGERLAND, R.; SMITH, N.D. Necessary conditions for a meandering-river avulsion. **Geology**, Bolder, v. 26, p. 435–438, 1998.

SMITH, L.M. Fluvial geomorphic features of the Lower Mississippi alluvial valley. **Engineering Geology**, Amsterdam, v. 45, p. 139-165, 1996.

SMITH, N.D.; CROSS, T.A.; DUFFICY, J.P.; CLOUGH, S.R. Anatomy of an avulsion. **Sedimentology**, Oxford, v. 36, p. 1-23, 1989.

SOARES, A.P.; SOARES, P.C.; ASSINE, M.L. Areias e lagoas do Pantanal, Brasil: herança paleoclimática? **Revista Brasileira de Geociências**, Curitiba, v. 33, p. 211-224, 2003.

SOUSA, J. B. **Caracterização e gênese de solos de cordilheiras em campo de inundação periódica da sub-região do Pantanal de Poconé, Mato Grosso**. 2003. 72p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2003.

STANISTREET, I.G.; MCCARTHY, T.S. The Okavango fan and the classification of the subaerial fan system. **Sedimentary Geology**, Amsterdam, v. 85, p. 115-133, 1993.

STEVAUX, J.H. Climatic events during the Late Pleistocene and Holocene in the Upper Parana River: Correlation with NE Argentina and South-Central Brazil. **Quaternary International**, Oxford, v. 72, p. 73-85, 2000.

STOCKING, A. Catena of sodium-rich soil in Rhodesia. **Journal of Soil Science**, Oxford, v. 30, p. 139-146, 1979.

STOUTHAMER, E. Sedimentary products of avulsions in the Holocene Rhine-Meuse Delta, The Netherlands. **Sedimentary Geology**, Amsterdam, v. 145, p. 73-92, 2001.

STOUTHAMER, E.; BERENDSEN, H.J.A. Avulsion: The relative roles of autogenic and allogenic processes. **Sedimentary Geology**, Amsterdam, v. 198, p. 309-325, 2007.

TARDY, Y.; BOEGLIN, J.L.; NOVIKOFF, A.; ROQUID, C. Petrological and geochemical classification of laterites. In: INTERNATIONAL CLAY CONFERENCE: CLAY CONTROLLING THE ENVIRONMENTAL, 10., 1993, Adelaide. **Proceeding...** Adelaide: CSIRO, 1995. p. 481-486.

TOOTH, S.; MCCARTHY, T.S. Wetlands in drylands: key geomorphological and sedimentological characteristics, with emphasis on examples from southern Africa. **Progress in Physical Geography**, London, v. 31, p. 3-41, 2007.

TOOTH, S.; RODNIGHT, H.; MCCARTHY, T.S.; DULLER, G.A.T.; GRUNDLING, A.T. Late Quaternary dynamics of a South African floodplain wetland and the implications for assessing recent human impacts. **Geomorphology**, Amsterdam, v. 106, p. 278-291, 2009.

TÖRNQVIST, T.E. Holocene alternation of meandering and anastomosing fluvial systems in Rhine-Meuse Delta central Netherlands controlled by sea-level rise and subsoil erodibility. **Journal of Sedimentary Petrology**, Tulsa, v. 63, p. 683-693, 1993.

TÖRNQVIST, T.E.; BRIDGE, J.S. Spatial variation of overbank aggradation rate and its influence on avulsion frequency. **Sedimentology**, Oxford, v. 49, p. 891-905, 2002.

TÖRNQVIST, T.E.; VAN REE, M.H.M.; FAESSEN, E.L.J.H. Longitudinal facies architectural changes of a Middle Holocene anastomosing distributary system Rhine-Meuse Delta, central Netherlands. **Sedimentology Geology**, Amsterdam, v. 85, p. 203-219, 1993.

TRICART, J. El Pantanal: Un ejemplo del impacto de la Geomorfología sobre el medio ambiente. **Geografia**, Rio Claro, v. 7, p. 37-50, 1982.

TUCKER, R.J.; DREES, L.R.; WILDING, L.P. Signposts old and new: active and inactive redoximorphic features; and seasonal wetness in two Alfisols of the gulf coast region of Texas, U.S.A. In: RINGROSE-VOASE, A.J. ; HUMPHREYS, G.S. **Soil Micromorphology: Studies in Management and Genesis**. Amsterdam: Elsevier, 1994. p. 99–106.

USSAMI, N.; SHIRAIWA, S.; DOMINGUEZ, J.M.L. Basement reactivation in a sub-Andean foreland flexural bulge: the Pantanal wetland, SW Brazil. **Tectonics**, Washinton, v. 18, p. 25–39, 1999.

USSL. **Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils**. Washinton DC: USDA, 1954. 159p. (Agr. Handbook, 60).

VAN RANST, E.; CONINCK, F. Evaluation of ferrolysis in soil formation. **European Journal of Soil Science**, Oxford, v. 53, p. 513-519, 2002.

VELOSO, H.P.; RANGEL FILHO, A.L.R.; LIMA, J. C. A. **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro: Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais – IBGE, 1991. 123p.

VIDAL-TORRADO, P.; LEPSCH, I.F.; CASTRO, S.M. Conceitos e aplicações das relações pedologia-geomorfologia m regiões tropicais úmidas. In: VIDAL-TORRADO, P.; ALLEONI, L.R.F.; COOPER, M.; SILVA, A.P.; CARDOSO, E.J. **Tópicos em ciência do solo**, v.4. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2005. p. 145-192.

WHIPPLE, K.X.; PARKER, G.; PAOLA, C.; MOHRIG, D. Channel dynamics, sediment transport, and the slope of alluvial fans: experimental study. **Journal of Geology**, Chicago, v. 106, p. 667–693, 1998.

WINTER, T.C. The vulnerability of wetlands to climate change: a hydrologic landscape perspective. **Journal of the American Water Resources Association**, Herndon, v. 36, p. 305-311, 2000.

ZANI, H. **Mudanças morfológicas na evolução do megaleque do Taquari: uma análise com base em dados orbitais**. 2008. 96p. Dissertação (Mestrado em Geociências e Meio Ambiente) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro, 2008.

ZANI, H.; ASSINE, M.L.; CORRADINI, F.A.; SILVA, A.; KUERTEN, S.; GRADELLA, F.S. Formas do relevo deposicionais e feições erosivas reveladas por sensoriamento remoto no relevo do Pantanal Mato-Grossense. In: SIMPÓSIO DE GEOTECNOLOGIAS NO PANTANAL, 2., 2009, Corumbá. **Resumos...** Corumbá: Embrapa, 2009. p. 333-342.

ZECH, W.; ZECH, M.; ZECH, R.; PEINEMANN, N.; MORRÁS, H.J.M.; MORETTID, L.; OGLE, N.; KALIM, R.M.; FUCHS, M.; SCHAD, P.; GLASER, B. Late Quaternary palaeosol records from subtropical (38°S) totropical (16°S) South America and palaeoclimatic implications. **Quaternary International**, Oxford, v. 196, p. 107–120, 2009.

ZEILHOFER, P.; SCHESSL, M. Relationship between vegetation and environmental conditions in the northern Pantanal of Mato Grosso, Brazil. **Journal of Biogeography**, Oxford, v. 27, p. 159–168, 1999.

ZERBONI, A.; TROMBINO, L.; CREMASCHI, M. Micromorphological approach to polycyclic pedogenesis on the Messak Settafet plateau (central Sahara): Formative processes and palaeoenvironmental significance. **Geomorphology**, Amsterdam, v. 125, p. 319–335, 2011.

ANEXOS

ANEXO A - Dados químicos das tradagens feitas para estudo dos sistemas pedológicos

Identificação/Profundidade (cm)	pH		Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Al ³⁺	H ⁺ +Al ³⁺	S	T	V	m	PST	P	C-org
	H2O	KCl	mmol _c kg ⁻¹						----- % -----			mg kg ⁻¹		dag kg ⁻¹	
Tradagem 1															
AT1 0-15	4,83	3,91	1,65	0,90	0,82	0,52	2,50	14,80	3,89	18,69	20,82	39,11	2,79	2,17	3,20
AT1 15-30	4,55	3,77	1,10	0,90	0,26	0,22	3,50	16,40	2,48	18,88	13,12	58,57	1,15	0,56	1,28
AT1 30-45	4,66	3,78	0,55	0,90	0,43	0,22	4,10	14,00	2,11	16,11	13,08	66,06	1,35	0,18	0,32
AT1 45-60	5,29	4,04	0,55	0,90	0,41	0,52	2,30	11,20	2,38	13,58	17,56	49,09	3,84	0,00	0,64
AT1 60-75	5,13	3,60	0,55	0,90	1,36	1,52	31,40	50,40	4,33	54,73	7,91	87,88	2,78	0,00	1,28
AT1 75-90	5,25	3,50	0,55	0,90	1,46	2,22	37,90	55,00	5,13	60,13	8,53	88,08	3,69	0,00	0,32
AT1 90-150	5,64	3,42	0,55	5,43	1,64	3,35	33,10	49,00	10,96	59,96	18,28	75,12	5,58	0,00	0,00
AT1 150-165	5,81	3,57	0,55	13,57	2,02	4,39	30,00	50,80	20,54	71,34	28,79	59,36	6,16	0,00	0,00
AT1 165-225	5,82	3,48	0,55	22,62	2,33	4,96	27,40	50,40	30,46	80,86	37,67	47,36	6,13	0,24	0,00
AT1 225-240	5,92	3,82	0,55	18,10	1,53	2,96	0,00	22,80	23,14	45,94	50,37	0,00	6,44	0,18	0,00
AT1 240-285	6,17	3,93	0,55	40,72	2,84	5,22	0,00	25,00	49,33	74,33	66,37	0,00	7,02	0,00	0,00
AT1 285-465	5,95	3,94	1,10	36,20	2,53	2,91	0,00	18,40	42,74	61,14	69,91	0,00	4,76	0,44	0,00
AT1 465-500	5,73	3,78	1,10	18,10	1,69	1,17	0,00	14,00	22,06	36,06	61,18	0,00	3,26	9,29	0,32
Tradagem 2															
AT2 0-15	4,75	3,91	0,55	0,90	0,61	0,17	3,30	16,60	2,24	18,84	11,90	59,55	0,92	2,75	1,92
AT2 15-45	4,88	4,02	0,55	0,90	0,26	0,09	1,30	9,20	1,80	11,00	16,34	41,98	0,79	0,00	0,00
AT2 45-90	5,66	4,38	0,55	0,90	0,18	0,09	0,00	0,40	1,72	2,12	81,13	0,00	4,10	0,00	0,00
AT2 90-135	5,86	4,45	0,55	0,90	0,31	0,26	0,00	5,00	2,02	7,02	28,79	0,00	3,72	0,00	0,00
AT2 135-165	5,98	4,62	0,55	0,90	0,28	0,09	0,00	5,20	1,82	7,02	25,95	0,00	1,24	0,00	0,00
AT2 165-210	5,45	3,67	1,10	7,24	2,10	0,48	3,60	13,80	10,91	24,71	44,16	24,81	1,94	0,50	0,00
AT2 210-265	5,51	3,66	1,65	10,86	2,92	0,61	4,90	2,40	16,03	18,43	86,98	23,41	3,30	0,63	0,00
AT2 265-280	5,45	3,43	3,29	22,62	5,45	1,17	8,30	42,60	32,54	75,14	43,31	20,32	1,56	5,70	0,00
AT2 280-340	5,55	3,66	3,84	22,62	5,01	1,26	4,70	9,00	32,74	41,74	78,44	12,55	3,02	2,94	0,00
AT2 340-500	5,68	4,04	3,84	22,62	4,42	1,13	0,00	19,00	32,02	51,02	62,76	0,00	2,22	2,88	0,00
AT2 500-515	5,76	4,09	1,65	7,24	2,05	0,43	0,00	8,40	11,37	19,77	57,51	0,00	2,20	6,60	2,88
AT2 515-530	5,50	3,97	2,74	9,95	2,30	0,43	0,00	12,80	15,44	28,24	54,67	0,00	1,54	11,99	0,00
Tradagem 3															
AT3 0-15	5,21	3,76	2,20	2,58	3,99	1,35	2,45	25,90	10,11	36,01	28,58	19,50	3,84	9,88	6,61
AT3 15-30	5,46	3,87	1,37	1,04	2,16	1,30	1,55	9,50	5,88	15,38	38,79	20,75	8,71	5,68	2,97
AT3 30-100	5,34	3,80	1,65	0,91	0,93	0,20	2,25	7,60	3,68	11,28	33,93	37,93	1,84	2,50	0,00
AT3 100-115	5,46	3,60	1,65	1,86	1,84	1,72	6,20	15,10	7,06	22,16	31,87	46,77	7,73	1,03	0,00

ANEXO A - Dados químicos das tradagens feitas para estudo dos sistemas pedológicos

(continuação)

Identificação/Profundidade (cm)	pH		Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Al ³⁺	H ⁺ +Al ³⁺	S	T	V	m	PST	P	C-org
	H2O	KCl	mmol _c kg ⁻¹									%	mg kg ⁻¹		dag kg ⁻¹
AT3 115-200	5,88	3,37	1,65	3,98	1,48	11,48	38,90	48,70	18,59	67,29	27,85	67,66	17,16	0,16	0,00
AT3 200-230	5,81	3,46	1,37	6,56	1,42	11,20	33,80	40,30	20,55	60,85	33,82	62,19	18,38	0,28	0,00
AT3 230-250	6,19	3,65	1,10	4,75	0,87	6,11	15,00	20,60	12,83	33,43	38,43	53,90	18,28	0,77	0,00
AT3 250-290	6,17	3,70	1,37	14,71	1,60	11,09	21,00	33,30	28,77	62,07	46,40	42,19	17,86	0,80	2,63
AT3 290-305	6,17	3,73	1,10	16,12	1,61	9,96	13,30	24,20	28,78	52,98	54,47	31,60	18,81	0,56	0,33
AT3 305-320	6,15	3,89	1,37	19,96	1,73	9,35	8,85	23,40	32,41	55,81	58,07	21,47	16,75	1,09	0,33
AT3 320-340	6,24	3,87	1,10	24,72	1,85	9,74	8,55	24,30	37,41	61,71	60,60	18,63	15,78	1,17	0,00
AT3 340-475	6,18	3,81	1,10	23,31	1,57	5,50	9,45	23,10	31,48	54,58	57,65	23,09	10,07	1,08	0,99
AT3 475-520	6,03	3,81	1,65	24,67	2,23	2,87	9,55	23,50	31,41	54,91	57,41	23,30	5,23	2,09	0,99
AT3 520-530	5,81	3,78	1,65	17,02	2,05	1,52	5,90	15,30	22,24	37,54	59,50	20,96	4,08	10,06	0,99
AT3 530-550	5,74	3,81	1,65	10,00	1,39	0,78	4,90	11,10	13,83	24,93	55,95	26,15	3,18	8,44	0,99
Tradagem 4															
AT4 0-15	5,06	3,96	2,74	2,71	1,71	0,13	2,00	22,40	7,30	29,70	24,59	21,50	0,44	4,42	4,26
AT4 15-30	5,62	4,27	4,39	8,14	1,48	0,09	54,90	17,00	14,11	31,11	45,35	79,56	0,28	3,71	2,29
AT4 30-75	5,69	4,26	3,29	2,71	1,56	0,09	0,00	13,00	7,66	20,66	37,06	0,00	0,42	1,78	0,00
AT4 75-175	5,90	4,15	1,10	1,81	0,74	0,09	0,00	8,20	3,74	11,94	31,30	0,00	0,73	0,95	0,00
AT4 175-215	6,20	4,03	3,84	16,29	1,71	0,57	0,00	8,60	22,41	31,01	72,27	0,00	1,82	0,50	0,00
AT4 215-365	6,33	4,07	4,94	15,38	5,88	2,22	0,00	7,60	28,42	36,02	78,90	0,00	6,16	1,91	0,00
AT4 365-395	6,40	4,75	6,59	9,95	3,99	1,35	0,00	7,20	21,88	29,08	75,24	0,00	4,64	4,48	0,00
AT4 395-425	6,44	4,56	3,84	9,95	4,40	1,65	0,00	7,00	19,85	26,85	73,93	0,00	6,15	3,07	0,66
AT4 425-450	6,35	4,57	3,29	12,67	3,94	1,35	0,00	11,20	21,25	32,45	65,48	0,00	4,15	3,00	0,00
AT4 450-560	6,14	4,64	8,78	17,19	6,85	2,17	4,90	14,00	35,01	49,01	71,43	12,28	4,44	3,07	0,00
AT4 580-625	6,02	4,58	6,59	12,67	6,42	1,26	0,00	14,80	26,94	41,74	64,54	0,00	3,02	6,85	0,00
AT4 625-650	6,11	4,34	5,49	21,72	5,60	0,87	23,30	15,20	33,68	48,88	68,90	40,89	1,78	19,18	0,00
Tradagem 5															
AT5 0-10	5,04	4,19	4,94	14,48	1,82	0,13	0,60	18,60	21,37	39,97	53,46	2,73	0,33	6,15	4,92
AT5 10-60	5,06	4,13	2,20	2,71	0,92	0,09	2,00	19,00	5,92	24,92	23,75	25,26	0,35	2,62	3,28
AT5 60-90	5,39	4,06	3,29	2,71	0,90	0,00	1,90	14,40	6,90	21,30	32,41	21,58	0,00	0,89	0,66
AT5 90-145	5,61	4,19	2,20	8,14	0,56	0,00	0,00	7,40	10,90	18,30	59,57	0,00	0,00	10,32	0,00
AT5 145-210	5,52	3,51	3,29	10,86	1,23	0,39	5,50	17,60	15,77	33,37	47,26	25,86	1,17	1,91	0,33
AT5 210-270	5,89	4,26	1,10	0,90	0,59	0,13	0,00	6,60	2,72	9,32	29,20	0,00	1,40	5,51	0,00
AT5 270-330	6,03	4,63	4,94	1,81	0,38	0,30	0,00	6,60	7,44	14,04	52,98	0,00	2,17	2,43	0,00
AT5 330-400	5,69	4,85	1,10	1,81	0,28	0,17	0,00	6,60	3,36	9,96	33,75	0,00	1,75	1,34	0,00
AT5 400-430	6,03	4,33	1,10	1,81	0,82	0,13	0,00	6,60	3,86	10,46	36,88	0,00	1,25	3,71	0,00

ANEXO A - Dados químicos das tradagens feitas para estudo dos sistemas pedológicos

(continuação)

Identificação/Profundidade (cm)	pH		Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Al ³⁺	H ⁺ +Al ³⁺	S	T	V	m	PST	P	C-org
	H2O	KCl	mmol _c kg ⁻¹							%		mg kg ⁻¹		dag kg ⁻¹	
Tradagem 6															
AT6 0-10	5,09	4,06	3,02	1,18	0,84	0,07	1,25	14,00	5,11	19,11	27,10	19,89	0,37	5,81	5,29
AT6 10-40	5,24	4,02	2,47	0,91	0,55	0,11	1,55	10,10	4,03	14,13	29,29	27,88	0,80	4,77	4,63
AT6 40-55	4,78	3,86	1,10	0,90	0,30	0,41	2,20	9,80	2,72	12,52	21,70	44,75	2,43	0,24	1,28
AT6 55-80	5,48	3,60	0,55	0,90	2,22	0,84	10,60	18,80	4,52	23,32	19,37	70,13	9,51	0,00	0,64
AT6 80-130	6,12	4,09	1,10	3,62	0,83	1,41	1,40	11,80	6,96	18,76	37,95	16,64	7,69	0,21	1,65
AT6 130-175	6,01	3,85	0,55	13,57	2,48	2,43	0,00	15,20	19,03	34,23	55,60	0,00	7,24	0,00	0,32
AT6 175-190	6,08	3,90	1,37	18,51	3,54	3,28	8,15	18,80	26,71	45,51	58,91	23,38	7,22	1,03	0,99
AT6 190-250	6,11	3,86	1,10	36,20	4,09	4,12	8,10	23,40	45,50	68,90	66,04	15,11	5,93	0,50	0,00
AT6 250-280	6,13	4,25	3,02	26,56	4,71	4,74	0	17,40	39,04	56,44	69,20	0	7,76	1,70	4,62
AT6 280-490	5,99	4,17	2,20	27,15	2,78	4,27	0,00	17,20	36,40	53,60	67,91	0,00	5,19	1,34	0,00
AT6 490-530	5,62	3,78	1,65	9,05	0,91	2,38	0,00	12,80	13,99	26,79	52,22	0,00	3,41	9,81	0,00
Tradagem 7															
AT7 0-15	4,52	3,79	4,12	4,03	2,83	0,50	8,45	40,90	11,47	52,37	22,05	42,45	0,96	4,83	5,29
AT7 15-30	5,03	3,88	2,20	3,12	2,26	0,85	8,80	30,80	8,43	39,23	21,72	51,18	2,17	2,34	5,62
AT7 15-40	5,04	3,84	1,92	2,08	2,29	0,33	10,90	27,10	6,62	33,72	19,78	62,23	0,97	1,34	2,97
AT7 40-55	5,39	3,94	1,65	1,04	1,32	0,43	6,20	15,80	4,44	20,24	22,56	58,24	2,20	3,35	1,98
AT7 55-85	6,00	3,78	1,37	1,99	1,10	4,00	13,40	22,90	8,46	31,36	27,75	61,31	13,01	0,70	1,98
AT7 85-115	6,01	3,67	2,20	5,88	0,72	10,72	17,35	29,30	19,51	48,81	40,14	47,02	22,00	0,69	1,32
AT7 115-240	5,88	3,81	2,74	14,94	1,28	22,00	83,10	101,20	40,96	142,16	28,81	66,98	15,48	0,63	0,99
AT7 240-255	5,64	3,71	3,57	6,47	1,25	0,59	38,60	54,20	11,88	66,08	18,04	76,50	0,89	1,69	0,99
AT7 255-380	5,45	3,79	5,21	8,92	1,10	0,67	31,20	48,80	15,91	64,71	24,64	66,22	1,05	1,92	0,99
AT7 380-515	5,44	3,86	3,02	4,53	0,70	0,59	14,00	24,30	8,84	33,14	26,77	61,29	1,77	4,38	0,00
AT7 515-545	5,26	3,90	2,74	2,76	0,73	0,46	7,30	13,90	6,69	20,59	32,91	51,98	2,23	9,40	0,33
AT7 545-560	5,31	3,86	2,20	1,86	0,63	0,24	6,60	12,30	4,92	17,22	29,96	57,29	1,43	8,01	0,33
AT7 560-580	5,35	4,05	1,92	1,90	0,49	0,24	3,00	9,10	4,55	13,65	35,02	39,63	1,79	12,47	0,00
Tradagem 8															
AT8 0-20	4,35	3,65	7,96	7,47	3,54	0,17	11,10	55,30	19,14	74,44	25,94	36,68	0,23	7,60	9,42
AT8 20-45	4,53	3,63	2,20	3,89	2,02	0,11	17,50	39,60	8,22	47,82	17,37	68,05	0,23	2,09	2,97
AT8 45-65	4,92	3,67	1,65	1,18	1,32	0,70	15,95	25,80	4,84	30,64	15,98	76,58	2,30	1,40	2,31
AT8 65-90	5,39	3,59	1,37	1,18	1,34	5,35	37,35	52,80	9,24	62,04	15,06	80,18	8,70	0,37	2,31
AT8 90-110	5,54	3,61	1,65	2,85	1,24	19,37	35,35	52,80	25,11	77,91	31,37	60,38	24,05	0,30	2,97
AT8 110-185	5,66	3,30	3,02	13,90	1,49	29,41	72,90	100,90	47,82	148,72	32,18	60,42	19,78	0,51	0,99
AT8 185-200	6,16	3,55	1,65	3,85	0,63	7,59	19,85	27,20	13,71	40,91	33,65	59,15	18,55	2,14	0,00
AT8 200-245	5,81	3,21	2,47	15,84	1,62	24,63	91,00	117,40	44,57	161,97	27,52	67,13	15,21	0,24	2,97

(continuação)

ANEXO A - Dados químicos das tradagens feitas para estudo dos sistemas pedológicos

Identificação/Profundidade (cm)	pH		Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Al ³⁺	H ⁺ +Al ³⁺	S	T	V	m	PST	P	C-org
	H2O	KCl	mmol _c kg ⁻¹								%			mg kg ⁻¹	dag kg ⁻¹
AT8 245-270	6,14	3,81	1,10	0,95	0,19	0,59	7,30	9,70	2,83	12,53	24,49	71,68	5,03	0,68	0,00
AT8 270-330	5,46	3,63	1,92	3,80	1,06	1,17	43,70	63,90	7,96	71,86	11,09	84,60	1,63	1,12	0,00
AT8 330-530	5,32	3,71	3,02	5,66	1,16	0,54	30,05	47,70	10,38	58,08	18,03	74,33	0,94	2,31	0,33
AT8 530-605	5,19	3,82	3,57	5,52	1,11	0,22	12,10	24,20	10,42	34,62	30,50	53,74	0,63	4,89	1,98
AT8 605-630	5,04	3,68	2,47	2,90	0,74	0,09	6,20	10,50	6,20	16,70	38,01	49,97	0,53	2,34	0,66
Tradagem 9															
AT9 0-10	4,57	3,83	39,52	18,10	0,70	7,44	33,10	167,00	65,76	232,76	28,25	33,48	0,30	15,84	16,20
AT9 10-30	4,36	3,53	19,21	8,14	0,17	3,02	59,20	149,40	30,55	179,95	16,98	65,96	0,10	3,13	9,63
AT9 30-45	4,96	3,62	6,04	2,04	0,88	0,59	25,25	53,50	9,54	63,04	15,20	72,56	0,93	9,12	4,96
AT9 45-180	4,69	3,65	17,02	9,95	4,35	2,51	83,70	116,00	33,82	149,82	22,58	71,22	2,90	11,09	3,11
AT9 180-230	5,20	3,78	4,94	2,94	0,42	0,13	11,25	20,60	8,43	29,03	29,85	57,23	0,46	1,34	1,98
AT9 230-275	5,13	3,76	14,82	11,18	1,02	0,37	20,00	38,40	27,39	65,79	41,76	42,26	0,56	1,56	0,66
AT9 275-320	5,32	3,86	17,02	13,53	1,24	0,54	10,25	68,60	32,33	100,93	40,73	24,16	0,65	1,25	1,32
AT9 320-365	5,33	3,87	9,88	7,60	0,93	0,24	10,10	19,60	18,66	38,26	49,40	35,15	0,63	2,72	1,16
AT9 365-470	5,23	3,84	15,92	13,94	1,48	0,39	20,30	40,00	31,74	71,74	44,24	39,01	0,55	2,66	1,98
AT9 470-510	5,37	4,07	2,74	2,53	0,31	0,00	2,20	9,20	5,59	14,79	37,78	28,25	0,00	5,87	1,65
AT9 510-540	5,27	4,04	2,20	2,26	0,38	0,17	3,80	10,80	5,02	15,82	31,72	43,10	1,10	13,50	0,99
AT9 540-555	5,14	4,12	2,20	1,99	0,36	0,35	1,70	8,80	4,89	13,69	35,73	25,78	2,54	1,40	1,32
AT9 555-570	5,39	4,50	2,20	1,81	0,28	0,00	1,10	7,20	4,29	11,49	37,32	20,42	0,00	2,54	0,99
Tradagem 10															
AT10 0-15	4,34	3,61	2,20	3,62	2,63	1,26	16,90	56,60	9,71	66,31	14,64	63,51	1,90	2,94	9,60
AT10 15-30	4,52	3,65	2,20	1,81	1,23	0,26	11,10	30,80	5,49	36,29	15,14	66,89	0,72	0,00	0,00
AT10 30-50	4,55	3,77	1,65	0,90	1,07	0,17	9,90	22,20	3,80	26,00	14,61	72,26	0,67	0,05	1,60
AT10 50-115	4,61	3,51	3,84	4,52	1,99	0,39	63,40	86,00	10,75	96,75	11,11	85,50	0,40	0,00	0,64
AT10 115-160	4,65	3,38	3,29	6,33	2,10	0,65	39,70	133,60	12,38	145,98	8,48	76,23	0,45	1,21	2,95
AT10 160-220	4,61	3,26	3,84	22,62	2,38	0,70	89,50	117,20	29,54	146,74	20,13	75,18	0,47	0,00	2,56
AT10 220-250	4,92	3,73	0,55	1,81	0,51	0,17	11,00	20,20	3,04	23,24	13,10	78,32	0,75	0,00	0,00
AT10 250-315	4,91	3,49	3,29	8,14	1,53	0,48	39,20	66,60	13,45	80,05	16,80	74,45	0,60	0,69	1,28
AT10 315-375	5,12	3,73	3,84	9,05	1,25	0,57	23,80	44,40	14,71	59,11	24,89	61,80	0,96	0,56	0,64
AT10 375-465	5,25	3,59	6,04	13,57	1,33	0,30	18,40	5,40	21,25	26,65	79,73	46,41	1,14	1,46	0,00
AT10 465-530	5,02	3,51	5,49	10,86	1,79	0,39	27,30	52,40	18,53	70,93	26,12	59,57	0,55	27,65	0,64
AT10 530-550	5,04	3,74	1,65	3,62	0,79	0,30	6,10	16,60	6,36	22,96	27,71	48,94	1,33	10,32	0,00
AT10 550-600	5,35	4,00	1,10	1,81	0,38	0,30	1,90	6,80	3,60	10,40	34,59	34,57	2,93	15,58	0,00

ANEXO A - Dados químicos das tradagens feitas para estudo dos sistemas pedológicos

(continuação)

Identificação/Profundidade (cm)	pH		Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Al ³⁺	H ⁺ +Al ³⁺	S	T	V	m	PST	P	C-org
	H2O	KCl	mmol _c kg ⁻¹								%		mg kg ⁻¹	dag kg ⁻¹	
Tradagem 11															
AT11 0-40	4,17	3,40	13,17	13,57	7,88	0,30	47,30	132,00	34,93	166,93	20,92	57,52	0,18	6,60	22,39
AT11 40-60	4,05	3,25	5,49	2,71	2,23	0,39	79,80	117,80	10,82	128,62	8,41	88,06	0,30	0,05	8,32
AT11 60-150	4,41	3,25	11,53	5,43	2,07	0,87	115,50	154,00	19,90	173,90	11,44	85,30	0,50	9,94	6,08
AT11 150-180	4,76	3,54	10,43	4,52	1,46	0,35	50,80	73,20	16,76	89,96	18,63	75,19	0,39	1,66	2,29
AT11 180-210	4,94	3,65	2,20	1,81	0,49	0,43	10,70	20,00	4,93	24,93	19,76	68,47	1,74	1,66	1,60
AT11 210-275	4,90	3,53	9,33	8,14	1,15	0,39	22,20	50,60	19,02	69,62	27,32	53,86	0,56	0,24	0,96
AT11 275-350	5,03	3,66	7,68	9,05	1,43	0,43	8,50	25,60	18,60	44,20	42,08	31,36	0,98	2,11	0,64
AT11 350-365	5,13	3,93	9,33	18,10	1,46	0,26	4,90	30,00	29,15	59,15	49,28	14,39	0,44	2,23	0,00
AT11 365-480	5,04	3,68	11,53	18,10	1,61	0,43	28,00	45,00	31,67	76,67	41,31	46,92	0,57	9,55	0,64
AT11 480-495	5,00	3,72	2,20	3,62	0,54	0,30	6,20	10,60	6,66	17,26	38,58	48,22	1,76	6,79	0,00
AT11 495-510	4,93	3,80	1,65	1,81	0,51	0,39	5,30	10,80	4,36	15,16	28,76	54,87	2,58	9,68	0,00
AT11 510-545	5,02	3,79	1,10	1,81	0,38	0,13	3,50	9,20	3,42	12,62	27,11	50,56	1,03	2,17	0,00
AT11 545-575	5,06	3,82	2,20	3,62	0,54	0,22	4,20	12,80	6,57	19,37	33,92	39,00	1,12	1,01	0,00
AT12 590-615	5,13	3,95	0,55	0,90	0,43	0,30	2,50	12,40	2,19	14,59	15,03	53,27	2,09	8,97	0,80
Tradagem 12															
AT12 0-10	4,83	3,94	14,82	9,28	4,49	0,20	3,80	42,10	28,78	70,88	40,73	11,66	0,28	6,08	10,24
AT12 10-45	4,88	3,77	5,21	4,39	1,57	0,09	9,80	20,60	11,27	31,87	36,30	46,53	0,28	3,23	2,97
AT12 45-60	5,45	3,81	1,65	1,09	0,74	1,24	10,65	17,50	4,71	22,21	21,55	69,33	5,65	3,48	0,66
AT12 60-150	5,79	3,60	2,20	8,47	1,41	15,07	42,50	57,70	27,13	84,83	31,98	61,04	17,73	1,39	2,31
AT12 150-180	6,02	3,70	1,65	7,47	0,86	9,54	20,70	33,80	19,52	53,32	36,70	51,51	17,80	5,54	0,00
AT12 180-230	5,92	3,33	1,92	21,37	1,96	23,20	94,65	118,10	48,44	166,54	29,09	66,15	13,92	0,49	2,64
AT12 230-260	6,15	3,75	1,37	1,81	0,42	1,48	10,80	16,00	5,08	21,08	24,78	67,93	7,18	1,62	0,66
AT12 260-330	5,49	3,68	2,74	5,48	1,74	0,96	41,05	62,40	10,92	73,32	14,92	78,98	1,31	1,73	1,32
AT12 330-415	5,25	3,72	5,21	7,97	2,30	0,54	35,30	53,70	16,03	69,73	23,00	68,79	0,78	1,63	0,00
AT12 415-500	5,28	3,68	6,86	8,96	1,52	0,74	35,30	54,30	18,09	72,39	24,99	66,13	1,02	6,97	0,66
AT12 500-590	5,27	3,76	2,74	2,72	0,56	0,24	9,75	16,00	6,26	22,26	28,41	60,88	1,09	8,24	0,00
Tradagem 13															
AT13 0-40	3,88	3,21	6,59	5,43	3,02	0,57	84,40	198,40	15,60	214,00	7,29	84,40	0,26	7,82	9,52
AT13 40-60	4,05	3,13	8,23	4,52	1,71	0,57	90,70	131,60	15,04	146,64	10,25	85,78	0,39	1,46	6,72
AT10 465-530	5,02	3,51	5,49	10,86	1,79	0,39	27,30	52,40	18,53	70,93	26,12	59,57	0,55	27,65	0,64
AT13 60-90	4,25	3,14	12,08	6,33	2,12	0,70	102,00	145,00	21,23	166,23	12,77	82,77	0,42	0,76	8,64
AT13 90-135	4,34	3,09	18,11	9,95	1,94	1,04	110,50	154,20	31,06	185,26	16,76	78,06	0,56	0,00	6,40
AT13 135-170	4,57	3,40	17,56	8,14	1,87	0,48	69,50	90,80	28,05	118,85	23,60	71,24	0,40	1,85	3,60
AT13 170-195	4,65	3,44	5,49	4,52	0,82	0,39	15,50	32,20	11,22	43,42	25,85	58,00	0,90	1,85	2,88

ANEXO A - Dados químicos das tradagens feitas para estudo dos sistemas pedológicos

(continuação)

Identificação/Profundidade (cm)	pH		Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Al ³⁺	H ⁺ +Al ³⁺	S	T	V	m	PST	P	C-org
	H2O	KCl	mmol _c kg ⁻¹								%			mg kg ⁻¹	dag kg ⁻¹
AT13 195-240	4,72	3,41	13,17	13,57	1,41	0,57	25,10	52,80	28,72	81,52	35,23	46,64	0,69	1,01	1,60
AT13 240-355	4,99	3,61	10,43	10,86	1,20	0,39	8,10	26,60	22,88	49,48	46,24	26,14	0,79	2,23	0,00
AT13 355-485	5,18	3,81	8,23	22,62	1,71	0,52	17,50	38,80	33,09	71,89	46,03	34,59	0,73	1,78	0,00
AT13 485-560	4,99	3,79	3,84	18,10	1,41	0,43	7,70	27,00	23,78	50,78	46,83	24,46	0,86	8,52	0,00
AT13 560-605	4,93	3,53	6,04	31,67	2,30	0,87	9,50	33,80	40,88	74,68	54,74	18,86	1,16	9,42	0,00
AT13 605-635	4,91	3,39	6,59	31,67	2,48	0,61	7,20	26,80	41,35	68,15	60,68	14,83	0,89	6,73	0,00
Tradagem 14															
AT14 0-15	5,46	4,30	10,43	27,15	4,81	0,57	0,60	27,00	42,95	69,95	61,40	1,38	0,81	3,13	12,15
AT14 15-45	5,75	4,28	7,68	9,95	7,70	0,43	0,00	23,60	25,77	49,37	52,20	0,00	0,88	2,88	5,24
AT14 45-100	6,48	4,38	12,08	18,10	23,91	3,04	0,00	17,40	57,13	74,53	76,65	0,00	4,08	0,56	0,80
AT14 100-245	6,21	5,94	21,41	27,15	35,73	9,57	0,00	7,20	94,81	102,01	92,94	0,00	10,82	40,87	0,96
AT14 245-310	6,20	4,28	1,10	1,81	1,30	0,22	0,00	5,00	4,43	9,43	46,97	0,00	2,31	4,74	0,00
AT14 310-385	5,86	3,79	1,10	7,24	2,51	0,30	5,00	14,00	11,15	25,15	44,33	30,96	1,21	3,65	0,00
AT14 385-430	5,75	3,71	2,74	18,10	3,99	0,48	8,60	23,60	25,31	48,91	51,75	25,36	0,98	2,23	0,96
AT14 430-585	6,04	4,06	2,74	5,43	1,64	0,26	0,00	9,40	10,07	19,47	51,73	0,00	1,34	10,71	0,00
AT14 585-615	5,91	4,04	12,08	18,10	3,48	0,61	0,00	17,60	34,26	51,86	66,06	0,00	1,17	3,00	0,00
AT14 615-700	5,89	4,18	6,59	8,14	1,94	0,22	0,00	10,60	16,89	27,49	61,44	0,00	0,79	4,67	0,64
AT14 700-715	5,83	4,57	6,04	9,95	1,30	0,17	0,00	11,20	17,47	28,67	60,94	0,00	0,61	6,08	0,00
AT14 715-745	5,77	4,32	6,59	7,24	1,18	0,39	0,00	7,80	15,39	23,19	66,37	0,00	1,69	2,30	0,00
Tradagem 15															
AT15 0-15	4,65	3,78	1,65	0,90	2,30	0,17	9,90	35,40	5,03	40,43	12,44	66,32	0,43	3,32	9,60
AT15 15-30	4,97	3,64	0,55	1,81	1,76	0,61	8,20	22,80	4,73	27,53	17,19	63,41	2,21	0,76	2,24
AT15 30-185	6,96	4,59	2,20	36,20	10,69	15,78	0,00	15,00	64,87	79,87	81,22	0,00	19,76	4,67	0,64
AT15 185-300	6,14	4,55	0,55	2,71	1,00	0,26	0,00	5,20	4,52	9,72	46,51	0,00	2,68	0,95	0,00
AT15 300-315	5,39	3,81	0,55	7,24	1,99	0,43	2,40	9,80	10,22	20,02	51,05	19,02	2,17	7,75	0,00
AT15 315-340	5,48	4,18	1,10	8,14	2,07	0,52	2,70	17,00	11,84	28,84	41,05	18,57	1,81	1,91	0,00
AT15 340-350	5,16	3,67	2,20	13,57	3,22	0,43	9,50	25,20	19,43	44,63	43,53	32,84	0,97	5,12	4,16
AT15 350-380	5,53	3,82	1,10	8,14	2,10	0,30	0,00	14,40	11,64	26,04	44,71	0,00	1,17	23,67	0,00
AT15 380-450	5,61	4,06	1,10	3,62	0,97	0,17	0,00	9,60	5,86	15,46	37,92	0,00	1,12	8,27	0,00
AT15 450-540	5,64	4,02	3,84	6,33	1,20	0,13	0,00	8,00	11,51	19,51	58,99	0,00	0,67	11,73	0,00
AT15 540-670	5,46	3,77	12,62	18,10	2,71	0,26	2,00	20,20	33,70	53,90	62,52	5,60	0,48	6,53	0,00
AT15 670-700	5,44	3,98	5,49	7,24	1,33	0,26	2,00	12,60	14,32	26,92	53,19	12,26	0,97	6,92	1,60

ANEXO A - Dados químicos das tradagens feitas para estudo dos sistemas pedológicos

(continuação)

Identificação/Profundidade (cm)	pH		Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Al ³⁺	H ⁺ +Al ³⁺	S	T	V	m	PST	P	C-org
	H2O	KCl	mmol _c kg ⁻¹								%		mg kg ⁻¹		dag kg ⁻¹
Tradagem 16															
AT16 0-15	5,40	4,63	8,23	3,62	3,61	0,35	0,00	20,20	15,81	36,01	43,90	0,00	0,97	29,06	8,00
AT16 15-30	4,67	3,79	1,65	1,81	2,58	0,43	13,10	36,40	6,47	42,87	15,10	66,92	1,01	0,76	2,56
AT16 30-45	5,02	3,75	6,04	5,43	2,74	1,48	26,50	45,40	15,68	61,08	25,67	62,82	2,42	1,40	2,56
AT16 45-130	5,88	3,47	1,10	22,62	3,73	17,70	37,10	57,20	45,15	102,35	44,11	45,11	17,29		1,92
AT16 130-150	5,78	3,20	3,84	21,72	3,35	23,48	18,90	73,00	52,39	125,39	41,78	26,51	18,72	1,34	0,00
AT16 150-160	6,15	3,54	1,65	11,76	1,46	6,52	5,20	22,20	21,39	43,59	49,07	19,56	14,96	2,04	0,00
AT16 160-215	6,20	3,52	1,65	19,00	2,17	11,96	11,10	29,00	34,78	63,78	54,53	24,19	18,75	1,27	0,00
AT16 215-245	6,06	3,75	1,10	27,15	2,28	9,57	6,20	24,00	40,09	64,09	62,55	13,39	14,93	0,31	1,60
Tradagem 17															
AT17 0-15	5,30	4,13	1,65	1,81	1,64	0,17	1,60	12,20	5,27	17,47	30,16	23,30	1,00	5,64	4,48
AT17 15-30	5,42	4,19	0,55	1,81	1,07	0,13	0,80	16,80	3,56	20,36	17,50	18,33	0,64	0,00	0,00
AT17 30-85	5,65	4,20	1,65	9,05	2,07	0,17	0,00	14,40	12,94	27,34	47,33	0,00	0,64	2,36	0,80
AT17 85-115	5,15	3,73	1,10	18,10	3,38	0,43	17,80	34,40	23,01	57,41	40,08	43,62	0,76	2,11	0,96
AT17 115-130	5,46	4,11	0,55	2,71	1,10	0,09	2,20	11,40	4,45	15,85	28,08	33,08	0,55	5,51	0,00
AT17 130-150	5,95	4,50	1,10	1,81	0,49	0,00	0,00	5,40	3,39	8,79	38,59	0,00	0,00	5,96	0,00
AT17 150-215	5,85	4,96	1,10	0,90	0,31	0,00	0,00	5,60	2,31	7,91	29,20	0,00	0,00	4,80	0,00
AT17 215-330	5,55	3,74	2,20	27,15	3,71	1,43	23,30	39,80	34,49	74,29	46,42	40,32	1,93	2,17	0,00
Tradagem 18															
AT18 0-15	4,85	3,88	8,78	8,14	4,30	0,39	0,00	38,60	21,62	60,22	35,90	0,00	0,65	12,70	15,67
AT18 15-30	4,86	3,87	17,56	18,10	4,68	0,52	8,30	41,40	40,87	82,27	49,68	16,88	0,63	0,00	0,00
AT18 30-60	5,04	3,79	16,47	22,62	3,53	0,43	18,00	48,20	43,06	91,26	47,18	29,48	0,48	0,18	5,12
AT18 60-70	4,97	3,61	9,88	13,57	2,63	0,39	16,70	39,40	26,48	65,88	40,19	38,67	0,59	0,18	1,60
AT18 70-110	5,14	3,60	8,78	10,86	1,97	0,22	14,50	27,20	21,83	49,03	44,52	39,91	0,44	0,00	0,00
AT18 110-160	5,17	3,85	13,72	18,10	2,69	0,48	12,60	28,40	34,99	63,39	55,20	26,48	0,75	0,00	0,96
AT18 160-220	5,35	4,02	15,37	18,10	2,20	0,35	4,00	27,80	36,02	63,82	56,44	10,00	0,55	0,00	0,64
AT18 220-235	5,20	3,85	9,88	13,57	1,69	0,22	3,70	19,60	25,36	44,96	56,41	12,73	0,48	2,62	0,00
AT18 235-245	5,48	4,19	2,20	1,81	0,43	0,26	0,90	7,60	4,70	12,30	38,22	16,07	2,12	1,14	0,00
AT18 245-280	5,47	3,95	4,94	5,43	0,77	0,13	6,40	13,60	11,27	24,87	45,31	36,22	0,52	14,36	0,00
AT18 280-290	5,38	4,09	4,94	5,43	0,82	0,22	1,40	11,60	11,41	23,01	49,58	10,93	0,94	14,94	0,00
AT18 290-480	5,32	3,93	17,56	27,15	2,30	0,22	4,70	23,80	47,23	71,03	66,49	9,05	0,31	2,55	0,32

ANEXO A - Dados químicos das tradagens feitas para estudo dos sistemas pedológicos

(continuação)

Identificação/Profundidade e (cm)		pH		Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Al ³⁺	H ⁺ +Al ³⁺	S	T	V	m	PST	P	C-org
		H2O	KCl	mmolc kg ⁻¹						----- % -----			mg kg ⁻¹		dag kg ⁻¹	
Tradagem 19																
AT19 0-15		4,90	3,97	9,88	4,52	0,26	3,99	5,90	35,60	18,66	54,26	34,38	24,03	0,48	10,19	11,80
AT19 15-35		4,95	4,00	10,98	8,14	0,26	2,89	5,50	30,40	22,27	52,67	42,29	19,80	0,50	2,23	4,59
AT19 35-55		5,44	3,95	8,78	4,52	0,17	1,25	2,40	13,20	14,73	27,93	52,75	14,01	0,62	5,76	0,00
AT19 55-105		5,16	3,87	18,66	19,00	0,30	3,17	17,50	46,40	41,14	87,54	47,00	29,84	0,35	4,29	2,95
AT19 105-135		5,12	3,49	10,43	10,86	0,26	2,25	12,30	32,00	23,80	55,80	42,65	34,07	0,47	2,17	1,64
AT19 135-185		5,18	3,71	9,88	11,76	0,30	2,23	14,90	36,00	24,17	60,17	40,17	38,13	0,51	2,43	1,31
AT19 185-220		5,24	3,97	15,37	14,48	0,30	2,58	11,70	34,60	32,74	67,34	48,62	26,33	0,45	1,85	0,66
AT19 220-230		5,24	4,00	12,08	10,86	0,17	1,84	5,10	20,80	24,95	45,75	54,54	16,97	0,38	4,35	1,64
AT19 230-250		5,34	4,28	3,84	2,71	0,09	0,49	0,40	9,00	7,13	16,13	44,20	5,31	0,54	6,66	1,64
AT19 250-360		5,44	4,12	6,04	5,43	0,13	1,07	1,30	10,40	12,67	23,07	54,92	9,30	0,57	10,26	0,66
AT19 360-370		5,33	4,31	7,68	6,33	0,13	1,41	0,90	14,00	15,56	29,56	52,63	5,47	0,44	0,82	0,00
AT19 370-480		5,33	4,03	19,76	13,57	0,17	2,58	4,90	26,80	36,09	62,89	57,39	11,95	0,28	5,19	0,00
AP13-PLANOSSOLO NÁTRICO Órtico típico																
A	0-15	5,6	3,9	2	3	2,3	0,1	7	23	7,3	30,3	24	51	0,33	4	6
BA	15-29	6,0	3,8	1	2,	4,3	0,6	37	45	7,3	52,7	14	83	1,14	1	5
Btgn1	29-45	6,2	3,7	1	7	4,7	4,7	54	57	17,3	74,3	23	76	6,33	1	4
Btgn2	64-127	5,9	3,7	1	20	3,5	10,3	12	21	34,2	55,1	62	26	18,70	2	2
2Cgn1	127-150	6,1	3,4	1	51	9,6	29,2	46	60	90,3	150,5	60	34	19,40	1	2
2Cgn2	150-165	5,4	3,3	1	21	9,6	14,6	30	46	46,4	92,2	50	39	15,83	1	4
2Cgn3	165-180+	6,0	3,6	1	80	2,6	4,0	16	21,	15,8	37,2	43	50	10,81	3	3
AP15-PLINTOSSOLO ARGILÚVICO Alítico arênico																
A	0-14	5,5	3,9	1	1,	0,9	0,1	5	12	2,8	15,10	19,00	66	0,66	2	7
E	14-47	5,4	3,8	1	1	0,4	0,1	5	8	2,9	10,80	27,00	63	0,93	1	3
Btg	47-73	5,2	3,6	1	1	1,0	0,3	17	25	3,1	28,40	11,00	85	1,05	1	3
C	73-93	5,8	3,7	1	1	0,6	0,6	10	13	3,1	16,10	19,00	76	3,73	1	2
2Cc1	93-110	6,1	4,0	1	3	0,7	0,8	5	11	5,3	16,10	33,00	50	4,97	1	2
2Cc2	110-144	6,2	3,9	1	7	1,4	1,0	5	13	10,70	23,70	45,00	33	4,22	1	3
3C2	144-167	6,3	3,7	1	15	2,8	1,2	10	13	19,70	32,60	60,00	34	3,68	2	1
3C3	167-190	6,2	3,7	1	24	4,9	1,8	14	21	31,89	54,10	60,00	30	3,39	1	2

ANEXO B - Dados granulométricos das tradagens feitas para estudo dos sistemas pedológicos

Identificação/Profundidade (cm)	Argila	Silte	Areia					Total
			AMF	AF	AM	AG	AMG	
			g kg ⁻¹					

Tradagem 1								
AT1 0-15	50	170	227	438	96	17	1	779
AT1 15-30	50	239	219	389	87	16	1	711
AT1 30-45	63	228	265	353	77	14	1	710
AT1 45-60	25	264	262	343	80	19	7	711
AT1 60-75	304	241	163	215	49	17	11	455
AT1 75-90	367	207	141	210	46	16	12	426
AT1 90-150	291	194	153	320	25	9	7	515
AT1 150-165	317	256	153	208	28	22	16	427
AT1 165-225	355	330	91	123	78	21	3	315
AT1 225-240	252	140	54	107	328	106	12	607
AT1 240-285	407	400	27	107	35	12	11	192
AT1 285-465	355	298	163	107	56	15	6	347
AT1 465-500	150	111	129	94	429	81	5	739

Tradagem 2								
AT2 0-15	25	142	156	410	225	41	1	833
AT2 15-45	0	192	174	402	196	34	2	808
AT2 45-90	13	106	134	449	241	52	5	882
AT2 90-135	151	10	139	405	236	53	7	839
AT2 135-165	101	17	86	397	311	71	18	882
AT2 165-210	113	72	58	469	232	52	4	815
AT2 210-265	114	80	51	255	412	80	8	806
AT2 265-280	329	253	122	189	83	19	5	417
AT2 280-340	354	285	137	156	49	14	5	361
AT2 340-500	304	321	157	134	60	18	7	376
AT2 500-515	63	92	112	261	448	23	1	845
AT2 515-530	139	111	139	244	338	28	1	750

Tradagem 3								
AT3 0-15	76	274	205	355	76	13	1	651
AT3 15-30	75	263	229	339	79	13	1	662
AT3 30-100	63	92	223	439	156	26	2	845
AT3 100-115	113	254	183	315	104	24	7	633
AT3 115-200	318	241	140	214	52	23	13	442
AT3 200-230	292	227	246	162	48	22	3	481
AT3 230-250	164	112	82	95	384	149	15	724
AT3 250-290	305	269	124	146	118	34	3	425
AT3 290-305	292	220	155	226	89	16	2	488
AT3 305-320	305	255	131	183	71	31	24	440
AT3 320-340	393	270	115	141	49	21	11	336
AT3 340-475	305	312	162	141	56	17	8	384
AT3 475-520	342	350	198	62	33	10	5	308
AT3 520-530	239	254	320	107	61	12	8	507
AT3 530-550	126	153	278	156	250	34	3	721

Tradagem 4								
AT4 0-15	38	67	134	483	232	40	6	895
AT4 15-30	25	82	132	460	236	58	7	893
AT4 30-75	50	83	156	442	222	40	6	866
AT4 75-175	13	99	160	458	216	48	6	889
AT4 175-215	38	91	130	450	230	54	7	871
AT4 215-365	151	57	68	402	258	57	7	792
AT4 365-395	126	8	2	397	403	58	8	866
AT4 395-425	101	14	4	355	484	39	3	885
AT4 425-450	113	18	31	180	526	120	11	868
AT4 450-580	292	271	219	137	54	19	8	437
AT4 580-625	271	272	261	107	46	29	14	457
AT4 625-650	240	281	291	96	80	10	3	479

ANEXO B - Dados granulométricos das tradagens feitas para estudo dos sistemas pedológicos

Identificação/Profundidade (cm)	Argila	Silte	Areia					Total
			AMF	AF	AM	AG	AMG	
----- g kg ⁻¹ -----								
Tradagem 5								
AT5 0-10	33	70	115	425	286	63	8	897
AT5 10-60	13	93	116	422	292	59	5	894
AT5 60-90	25	109	129	401	269	57	10	866
AT5 90-145	25	89	117	395	297	69	9	886
AT5 145-210	89	84	71	407	273	66	10	827
AT5 210-270	25	87	153	428	236	62	7	888
AT5 270-330	13	43	64	474	292	92	22	944
AT5 330-400	0	13	33	512	381	56	6	987
AT5 400-430	125	37	15	326	364	105	28	838
Tradagem 6								
AT6 0-10	63	146	172	399	185	33	1	791
AT6 10-40	63	137	191	392	183	33	1	801
AT6 40-55	25	234	191	347	171	31	2	741
AT6 55-80	88	203	193	328	155	30	4	709
AT6 80-130	38	189	498	240	27	8	1	774
AT6 130-175	13	277	272	326	84	23	4	710
AT6 175-190	241	116	11	353	228	44	6	643
AT6 190-250	355	240	200	165	31	8	1	405
AT6 250-280	381	255	150	146	52	14	2	364
AT6 280-490	329	265	228	117	37	16	9	406
AT6 490-530	151	172	259	164	215	37	3	677
Tradagem 7								
AT7-0-15	201	63	314	404	14	3	1	736
AT7-15-30	225	56	349	359	10	2	0	719
AT7-30-40	226	80	370	314	9	2	0	694
AT7-40-55	200	38	389	334	26	12	0	762
AT7-55-85	251	42	394	307	6	1	0	708
AT7-85-115	251	74	385	284	5	1	1	675
AT7-115-240	576	248	79	84	11	1	0	175
AT7-240-255	276	81	395	152	76	17	4	644
AT7-255-380	476	206	119	105	58	30	7	318
AT7-380-515	276	182	311	115	97	14	5	541
AT7-515-545	150	38	119	239	407	43	3	811
AT7-545-560	100	29	57	273	445	92	5	871
AT7-560-580	75	16	23	211	449	207	19	909
Tradagem 8								
AT8 0-20	165	196	284	333	17	5	0	639
AT8 20-45	164	240	307	276	10	3	0	596
AT8 45-65	113	217	362	299	7	2	0	670
AT8 65-90	254	191	294	254	4	2	1	555
AT8 90-110	228	219	326	213	9	4	1	553
AT8 110-185	555	284	65	92	4	1	0	161
AT8 185-200	151	77	168	600	4	0	0	772
AT8 200-245	606	237	57	90	8	2	0	157
AT8 245-270	75	198	198	315	174	37	3	727
AT8 270-330	409	198	135	166	65	19	7	393
AT8 330-530	342	257	207	114	54	20	7	401
AT8 530-605	177	247	384	113	56	20	3	576
AT8 605-630	101	159	426	174	103	34	4	740
Tradagem 9								
AT9-0-10	601	308	43	34	8	3	2	91
AT9-10-30	601	278	63	48	8	2	0	121
AT9-30-45	501	159	199	126	12	3	1	340
AT9-45-180	651	246	61	27	12	3	1	103
AT9-180-230	276	12	131	343	210	28	1	712
AT9-230-275	376	172	99	215	116	17	5	452

ANEXO B - Dados granulométricos das tradagens feitas para estudo dos sistemas pedológicos

Identificação/Profundidade (cm)	Argila	Silte	Areia					Total
			AMF	AF	AM	AG	AMG	
			g kg ⁻¹					
AT9-275-320	451	125	137	175	86	16	10	424
AT9-320-365	301	112	124	278	170	13	2	587
AT9-365-470	426	291	103	109	49	17	6	284
AT9-470-510	100	10	81	507	265	36	1	890
AT9-510-540	75	12	49	640	202	20	1	912
AT9-540-555	75	11	104	724	70	16	1	914
AT9-555-570	75	33	93	210	329	248	12	892
Tradagem 10								
AT10 0-15	228	161	210	381	17	3	0	611
AT10 15-30	100	218	284	379	15	3	2	682
AT10 30-50	76	453	95	282	80	12	2	472
AT10 50- 115	368	389	132	83	11	13	4	243
AT10 115-160	648	292	23	31	5	1	0	60
AT10 160-220	575	372	41	10	2	1	0	53
AT10 220-250	100	158	115	305	287	33	1	741
AT10 250-315	407	214	76	159	127	15	2	379
AT10 315-375	370	153	80	187	183	21	6	477
AT10 375-465	330	317	119	138	77	14	4	353
AT10 465-530	394	298	120	110	53	20	6	308
AT10 530-550	126	91	204	376	148	52	3	783
AT10 550 - 600	88	22	9	232	501	143	7	891
Tradagem 11								
AT11 0-40	516	390	35	38	15	5	0	94
AT11 40-60	450	492	22	25	9	3	0	59
AT11 60-150	714	237	16	22	9	2	0	49
AT11 150-180	306	311	286	88	7	1	0	383
AT11 180-210	63	159	153	469	137	19	1	778
AT11 210-275	352	133	144	362	8	1	0	515
AT11 275-350	278	109	102	438	57	11	5	613
AT11 350-365	343	314	103	189	40	9	3	343
AT11 365-480	357	369	103	133	20	13	5	274
AT11 480-495	88	90	102	686	33	1	0	822
AT11 495-510	100	5	93	716	78	7	1	895
AT11 510-545	50	51	104	507	264	23	1	899
AT11 545-575	100	44	106	429	278	37	4	855
Tradagem 12								
AT12 0-10	177	259	294	213	31	25	2	564
AT12 10-45	101	249	415	201	17	16	2	651
AT12 45-60	88	119	505	274	8	5	1	793
AT12 60-150	292	328	240	82	22	30	7	381
AT12 150-180	228	61	68	124	191	272	57	711
AT12 180-230	619	260	19	26	32	39	5	121
AT12 230-260	88	186	145	297	205	68	11	726
AT12 260-330	393	191	139	178	65	24	10	416
AT12 330-415	382	274	125	131	59	24	6	344
AT12 415-500	407	223	118	114	98	34	6	370
AT12 500-590	138	19	18	247	361	185	32	843
AT12 590-615	75	10	13	268	327	240	66	914
Tradagem 13								
AT13 0-40	656	293	23	21	7	1	0	52
AT13 40-60	558	422	3	12	4	1	0	20
AT13 60-90	545	446	4	3	1	1	1	10
AT13 90-135	667	306	10	12	3	1	0	26
AT13 135-170	371	459	119	47	1	2	1	170
AT13 170-195	126	247	165	288	157	16	1	627
AT13 195-240	436	208	106	165	72	9	4	356
AT13 240-355	279	201	146	224	118	18	13	519

ANEXO B - Dados granulométricos das tradagens feitas para estudo dos sistemas pedológicos

Identificação/Profundidade (cm)	Argila	Silte	Areia					Total
			AMF	AF	AM	AG	AMG	
			g kg ⁻¹					
AT13 355-485	295	479	83	56	34	33	20	226
AT13 485-560	241	218	166	275	82	13	6	542
AT13 560-605	306	478	133	51	30	3	1	216
AT13 605-635	228	416	168	165	21	1	0	356
Tradagem 14								
AT14-0-15	100	306	193	338	55	8	0	593
AT14 15-45	127	261	241	312	54	4	2	612
AT14-45-100	302	150	194	298	50	6	1	549
AT14-100-245	301	181	3	475	40	0	0	518
AT14-245-310	25	15	107	672	181	0	0	960
AT14-310-385	75	17	381	478	44	3	1	907
AT14-385-430	277	46	323	252	101	2	0	677
AT14-430-585	75	22	573	283	43	4	1	903
AT14-585-615	365	160	42	411	21	1	0	475
AT14-615-700	176	50	25	264	415	60	10	774
AT14 700-715	101	170	290	288	140	10	3	730
AT14-715-745	100	25	613	230	28	3	1	875
Tradagem 15								
AT15-0-15	201	188	203	330	76	3	1	611
AT15 15-30	88	304	217	302	78	8	4	608
AT15 30-185	216	353	261	141	18	8	3	431
AT15-185-300	50	15	261	641	33	0	0	935
AT15-300-315	75	16	24	437	438	9	0	908
AT15 315-340	127	60	54	272	375	76	37	814
AT15 340-350	253	118	53	265	270	40	3	629
AT15 350-380	114	43	15	483	333	11	1	843
AT15-380-450	25	25	16	477	446	11	0	950
AT15-450-540	75	19	9	83	593	207	14	906
AT15 540-670	330	142	225	250	42	11	1	528
AT15 670-700	152	26	78	496	217	28	3	823
Tradagem 16								
AT16 0 -15	75	290	277	160	164	33	1	635
AT16 15-30	164	377	228	105	102	23	1	458
AT16 30-45	227	390	244	63	60	13	3	383
AT16 45-130	345	522	77	32	18	5	1	132
AT16 130-150	436	487	45	24	6	1	0	77
AT16 150-160	139	376	165	252	63	6	0	486
AT16 160-215	292	237	161	251	54	5	0	471
AT16 215-245	330	192	156	237	56	14	15	478
Tradagem 17								
AT17 0-15	38	195	135	176	377	78	2	768
AT17 15-30	38	265	118	148	351	76	4	698
AT17 30-85	101	277	182	120	249	59	13	622
AT17 85-115	229	264	136	119	206	43	3	507
AT17 115-130	38	94	115	244	432	75	3	869
AT17 130-150	13	24	23	191	698	51	1	964
AT17 150-215	12	4	9	160	729	83	3	984
AT17 215-230	422	323	104	62	65	17	7	255
Tradagem 18								
AT18 0-15	267	511	87	75	43	17	1	222
AT18 15-30	437	478	33	24	16	10	2	85
AT18 30-60	359	513	79	26	11	7	5	128
AT18 60-70	292	261	186	174	82	6	0	447
AT18 70-110	228	298	127	164	140	43	2	474
AT18 110-160	409	282	98	105	78	26	2	310
AT18 160-220	370	321	143	106	40	17	4	310
AT18 220-235	279	176	89	228	175	52	1	545

(continuação)

ANEXO B - Dados granulométricos das tradagens feitas para estudo dos sistemas pedológicos

Identificação/Profundidade (cm)	Argila	Silte	Areia					Total
			AMF	AF	AM	AG	AMG	
			----- g kg ⁻¹ -----					
AT18 235-245	25	49	49	327	412	135	2	926
AT18 245-280	113	23	14	242	428	176	3	864
AT18 280-290	101	36	16	204	511	128	3	863
AT18 290-480	356	290	108	145	81	16	4	354
AT18 480-515	38	75	94	538	239	14	2	887
Tradagem 19								
AT19-0-15	225	487	143	78	50	13	5	288
AT19-15-35	251	580	83	47	29	9	2	169
AT19 35-55	125	31	35	501	292	15	1	844
AT19-55-105	351	587	33	16	9	4	1	62
AT19-105-135	326	296	148	120	90	20	1	379
AT19-135-185	476	68	118	171	137	28	2	456
AT19-185-220	501	155	112	113	98	17	3	344
AT19-220-230	251	137	95	207	266	41	5	613
AT19-230-250	75	29	60	400	378	52	5	896
AT19-250-360	100	30	24	344	404	91	7	869
AT19-360-370	175	31	28	130	445	174	16	794
AT19-370-480	476	72	71	206	154	20	2	452

- = Não determinada, AMF = areia muito fina; AF = areia fina; AM = areia média; AG = areia grossa; AMG = areia muito grossa,

APÊNDICE

APÊNDICE – Descrição morfológica e classificação dos solos descrição morfológica do spe1

PERFIL AP 1

DATA – 16.09.2010

CLASSIFICAÇÃO ATUAL – PLINTOSSOLO ARGILÚVICO Distrófico gleissólico

LOCALIZAÇÃO, MUNICÍPIO, ESTADO E COORDENADAS – RPPN SESC Pantanal –

Barão de Melgaço – MT. 16°34'45,6" S e 56°16'5,1" W

SITUAÇÃO, DECLIVE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL – Trincheira aberta em campo de inundação com presença de cambará em relevo plano.

ALTITUDE – 125 m

LITOLOGIA – Sedimentos fluviais quaternários mal selecionados.

FORMAÇÃO GEOLÓGICA – Formação Pantanal.

PERÍODO – Quaternário.

MATERIAL ORIGINÁRIO – Produto da alteração da litologia supracitada.

PEDREGOSIDADE – Não pedregoso.

ROCHOSIDADE – Não rochoso.

RELEVO LOCAL – Plano.

RELEVO REGIONAL – Plano.

EROSÃO – Não aparente.

DRENAGEM – Imperfeitamente drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA – Floresta semi-perenifólia com gramíneas.

USO ATUAL – Unidade de conservação - Reserva Particular do Patrimônio Natural.

CLIMA – Aw, da classificação de Köppen.

DESCRITO E COLETADO POR – Alexandre Ferreira do Nascimento.

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

A	0 – 5 cm, acinzentado-escuro (10YR 4/1); franco-siltoso; moderada pequeno e muitos pequenos granular; macio, friável a muito friável, ligeiramente plástico a plástico e ligeiramente pegajoso a pegajoso; transição clara e ondulada.
AB	5 – 15 cm, cinzento (2,5Y 6/1) e mosqueado amarelo-brunado (10YR 6/8); franco-argilo-siltosa; moderada grandes a muito grandes blocos subangulares; muito duro, firme, ligeiramente plástico a plástico e ligeiramente pegajoso a pegajoso; transição clara e ondulada.
Btg1	15 – 30 cm, cinzento (2,5Y 6/1) e mosqueado amarelo-brunado (10YR 6/8); argilo-siltosa; forte pequenos blocos angulares e subangulares; muito duro, firme, ligeiramente plástico a plástico e ligeiramente pegajoso a pegajoso; transição clara e ondulada.
Btg2	30 – 75 cm, cinzento (2,5Y 6/1) e mosqueado bruno-amarelado (10YR 5/8); Argilo-siltosa; forte grandes prismas e médios blocos subangulares; muito a extremamente duro, muito firme, plástico a muito plástico e pegajoso a muito pegajoso; transição clara e ondulada.
C	75 – 80 cm, cinzento-claro (10YR 7/1); areia; grão simples; não plástico e não pegajosa; transição abrupta e plana.
2Cg1	80 – 90 cm, cinzento-escuro (10YR 4/1) e mosqueado amarelado (10YR 7/8); franco-argilosa; maciça; plástico e pegajoso; transição clara e plana.
2Cg2	90 – 110 cm, cinzento (10YR 5/1) e mosqueado amarelo(10YR 7/8); franca; maciça; plástico e pegajoso; transição clara e plana.

2Cgf1 110-145 cm, cinzento (10YR 5/1) e mosqueado amarelo-brunado (10YR 6/8); franco-argilosa; maciça; plástico e pegajoso; transição gradual e ondulada.

2Cgf2 145-200 cm+, cinzento (10YR 5/1) e mosqueado vermelho (10R 4/8); franco-argilosa; maciça; plástico e pegajoso.

RAÍZES - Abundantes finas, médias e grossas no horizonte A; muitas médias e grossas em AB; comuns finas e médias em Btg1; poucas médias em Btg2; Ausentes nos demais horizontes.

OBSERVAÇÕES - Presença pouca e freqüente de concreções de Fe e/ou Mn em 2Cgf1 e 2Cgf2.

Dados físicos do perfil.

Perfil :		AP1									
Horizontes		Granulometria da terra fina (g kg ⁻¹)								Índice de Floculação (%)	Silte Argila
Símbolo	Profundidade (cm)	Areia muito grossa 2-1 mm	Areia grossa 1-0,5 mm	Areia média 0,5-0,25 mm	Areia fina 0,25-0,1 mm	Areia muito fina 0,1-0,05 mm	Silte 0,05-0,002 mm	Argila <0,002 mm	Argila Natural		
A	0-5	0	12	46	67	62	544	268	130	95	2,03
AB	5-15	0	11	36	49	59	552	292	130	96	1,89
Btg1	15-30	0	4	9	15	17	532	422	130	97	1,26
Btg2	30-75	2	4	5	13	62	519	396	130	97	1,31
C	75-80	0	34	347	419	78	96	25	120	50	3,86
2Cg1	80-90	1	15	71	121	85	429	278	0	100	1,54
2Cg2	90-110	3	43	126	147	116	313	253	130	95	1,24
2Cgf1	110-145	2	31	88	112	113	259	395	130	97	0,65
2Cgf2	145-200+	5	15	28	105	135	354	358	130	96	0,99
Densidade do solo		pH (1:2,5)		C	P	Bases trocáveis (cmol _c kg ⁻¹)				Soma de bases (S) (cmol _c kg ⁻¹)	
(kg dm ⁻³)	H ₂ O	KCl	(g kg ⁻¹)	(mg kg ⁻¹)	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺			
-	4,81	3,65	21,4	4,29	1,2	0,8	0,5	0,0	2,4		
-	4,92	3,46	7,3	0,06	1,1	0,7	0,4	0,0	2,2		
-	5,11	3,67	7,2	0	1,6	1,2	0,4	0,0	3,3		
1,37	5,2	3,53	4,3	0	1,9	1,6	0,3	0,0	3,9		
1,20	5,23	4,08	0,7	11,1	0,2	0,2	0,0	0,0	0,5		
1,58	5,12	3,28	3,1	0	1,5	1,3	0,2	0,0	3,1		
1,52	5,24	3,43	0,21	0	1,3	1,2	0,2	0,0	2,6		
1,36	5,47	3,71	0,18	0	1,6	1,4	0,2	0,0	3,3		
1,42	5,66	4,02	0,16	0,01	1,9	1,6	0,2	0,0	3,7		

Acidez extraível (cmol _c kg ⁻¹)		Valor T (cmol _c kg ₁)	Saturação por base (V%) 100xS/T	Saturação por alumínio (m%) 100xAl ³⁺ /Al ³⁺ + S	Saturação por sódio (Na%) 100xNa ⁺ /T
Al ³⁺	H ⁺ +Al ³⁺				
1,4	6,3	8,7	27,9	35,8	0,3
1,2	3,8	6,0	37,1	35,7	0,4
1,6	4,9	8,2	40,0	33,0	0,4
3,1	6,2	10,1	38,6	44,3	0,3
0,1	0,9	1,4	32,7	23,0	1,6
1,3	3,7	6,8	45,6	30,1	0,7
1,0	2,9	5,5	4,8	2,7	0,0
1,2	4,5	7,8	4,2	2,6	0,1
0,6	2,9	6,6	5,6	1,3	0,0

AP1

PERFIL AP 2

DATA – 18.09.2010

CLASSIFICAÇÃO ATUAL – NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Hidromórfico plântico

LOCALIZAÇÃO, MUNICÍPIO, ESTADO E COORDENADAS – RPPN SESC Pantanal –
Barão de Melgaço – MT. 16°34'48" S e 56°16'4" WSITUAÇÃO, DECLIVE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL – Trincheira
aberta em um paleocanal com predomínio de gramíneas em relevo plano.

ALTITUDE – 125 m

LITOLOGIA – Sedimentos fluviais quaternários mal selecionados.

FORMAÇÃO GEOLÓGICA – Formação Pantanal.

PERÍODO – Quaternário.

MATERIAL ORIGINÁRIO – Produto da alteração da litologia supracitada.

PEDREGOSIDADE – Não pedregoso.

ROCHOSIDADE – Não rochoso.

RELEVO LOCAL – Plano.

RELEVO REGIONAL – Plano.

EROSÃO – Não aparente.

DRENAGEM – Mal drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA – Gramíneas, arbustos e pimenteira.

USO ATUAL – Unidade de conservação - Reserva Particular do Patrimônio Natural.

CLIMA – Aw, da classificação de Köppen.

DESCRITO E COLETADO POR – Alexandre Ferreira do Nascimento.

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

A	0 – 12 cm, bruno-acinzentado muito escuro (10YR 3/2); areia-franca; fraca médios blocos subangulares; solto a macio, solto a muito friável, não plástico a ligeiramente plástico e não pegajoso a ligeiramente pegajoso; transição clara e plana.
AC	12 – 30 cm, cinzento-claro (10YR 7/2); areia-franca; fraca médios blocos subangulares; solto a macio, solto a muito friável, não plástico a ligeiramente plástico e não pegajoso a ligeiramente pegajoso; transição clara e plana.
CA	30 – 40 cm, cor variegada cinzento-claro (10YR 7/2) e bruno-amarelado (10YR 5/8); areia-franca; grão simples a fraca médios blocos subangulares; solto a macio, solto a muito friável, não plástico a ligeiramente plástico e não pegajoso a ligeiramente pegajoso; transição clara e plana.
Cc1	40 – 55 cm, cor variegada cinzento-claro (10YR 7/2) e bruno-amarelado (10YR 5/8); areia-franca; grão simples, não plástico e não pegajoso; transição clara e plana.
Cc2	55 – 100 cm, cinzento-claro (10YR 7/2); areia-franca; grão simples, não plástico e não pegajoso; transição clara e plana.
2Cc3	100 – 125 cm, amarelo-brunado (10YR 6/6); areia; grão simples, não plástico e não pegajoso; transição clara e plana.
2Cc4	125 – 140 cm, amarelo-brunado (10YR 6/6); areia; grão simples, não plástico e não pegajoso; transição clara e irregular.
2Cc5	140 – 200 cm+, bruno muito claro-acinzentado (10YR 7/3); areia; grão simples, não plástico e não pegajoso; transição clara e irregular.

RAÍZES - Muitas finas e médias no horizonte A; poucas finas em AC; raras médias em CA, Cc1 e Cc2.

OBSERVAÇÕES - Presença pouca e freqüente de concreções em Cc1; dominante em Cc2; pouca em 2Cc3; muito pouca em 2Cc4 e 2Cc5; todas irregulares e angulares, de tamanho pequeno a grande e duras.

Dados físicos do perfil.

Perfil :	AP2										
Horizontes		Granulometria da terra fina (g kg ⁻¹)								Índice de Floculação (%)	Silte Argila
Símbolo	Profundidade (cm)	Areia muito grossa 2-1 mm	Areia grossa 1-0,5 mm	Areia média 0,5-0,25 mm	Areia fina 0,25-0,1 mm	Areia muito fina 0,1-0,05 mm	Silte 0,05-0,002 mm	Argila <0,002 mm	Argila Natural		
A	0-12	4	77	412	165	135	181	25	250	0	7,21
AC	12-30	2	101	461	146	108	150	32	200	38	4,62
CA	30-40	3	87	402	141	124	204	38	200	47	5,45
Cc1	40-55	4	84	379	137	123	208	45	50	89	5,05
Cc2	55-100	1	75	294	112	174	206	50	130	75	5,87
2Cc3	100-125	2	117	547	203	57	49	25	50	80	1,96
2Cc4	125-140	2	138	705	108	19	16	13	0	100	1,32
2Cc5	140-200+	5	115	757	101	7	3	13	0	100	0,26
Densidade do solo	pH (1:2,5)		C	P	Bases trocáveis (cmol _c kg ⁻¹)				Soma de bases (S) (cmol _c kg ⁻¹)		
(kg dm ⁻³)	H ₂ O	KCl	(g kg ⁻¹)	(mg kg ⁻¹)	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺			
-	5,19	4,2	9,3	5,03	0,6	0,2	0,1	0,0	1,0		
-	5,2	4,07	2,1	0	0,2	0,1	0,1	0,0	0,4		
-	5,52	4,03	1,1	0	0,2	0,2	0,1	0,0	0,4		
-	5,58	4,22	0,9	0	0,2	0,3	0,1	0,0	0,6		
-	5,77	4,17	1,4	0	0,3	0,8	0,1	0,0	1,2		
-	5,78	4,36	0,9	3,95	0,2	0,2	0,1	0,0	0,5		
-	5,78	4,57	0,07	0,61	0,1	0,1	0,2	0,0	0,5		
-	5,65	4,74	0,06	0,2	0,2	0,1	0,0	0,0	0,3		
Acidez extraível (cmol _c kg ⁻¹)		Valor T (cmol _c kg ₁)			Saturação por base (V%) 100xS/T		Saturação por alumínio (m%) 100xAl ³⁺ /Al ³⁺ + S		Saturação por sódio (Na%) 100xNa ⁺ /T		
Al ³⁺	H ⁺ +Al ³⁺										
0,2	2,2	3,2			30,3		14,0		0,8		
0,2	0,9	1,3			31,0		30,4		1,1		
0,0	1,0	1,4			31,5		0,0		1,4		
0,0	0,6	1,3			50,6		0,0		1,3		
0,0	0,7	2,0			62,5		0,0		0,9		
0,0	0,6	1,1			44,6		0,0		1,6		
0,4	0,6	0,9			5,5		5,4		0,2		
0,0	0,1	0,3			8,0		0,0		0,4

AP2

PERFIL AP 3

DATA – 20.09.2010

CLASSIFICAÇÃO ATUAL – PLANOSSOLO NÁTRICO Órtico arênico

LOCALIZAÇÃO, MUNICÍPIO, ESTADO E COORDENADAS – RPPN SESC Pantanal –
Barão de Melgaço – MT. 16°34'48,7" S e 56°16'3,7" W

SITUAÇÃO, DECLIVE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL – Trincheira
aberta local que não inunda com predomínio de Acuri e Gravatá em relevo plano.

ALTITUDE – 125 m

LITOLOGIA – Sedimentos fluviais quaternários mal selecionados.

FORMAÇÃO GEOLÓGICA – Formação Pantanal.

PERÍODO – Quaternário.

MATERIAL ORIGINÁRIO – Produto da alteração da litologia supracitada.

PEDREGOSIDADE – Não pedregoso.

ROCHOSIDADE – Não rochoso.

RELEVO LOCAL – Plano.

RELEVO REGIONAL – Plano.

EROSÃO – Não aparente.

DRENAGEM – Mal drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA – Floresta decídua.

USO ATUAL – Unidade de conservação - Reserva Particular do Patrimônio Natural.

CLIMA – Aw, da classificação de Köppen.

DESCRITO E COLETADO POR – Alexandre Ferreira do Nascimento.

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

- A 0 – 12 cm, bruno-acinzentado-escuro (10YR 4/2); franco-arenosa; fraca pequenos blocos subangulares e granular; solto a macio, solto a muito friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição clara e plana.
- AE 12 – 25 cm, bruno-acinzentado-escuro (10YR 4/2); franco-arenosa; fraca pequenos blocos subangulares que se desfaz em grão simples; macio, solto a muito friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição clara e plana.
- E 25 – 43 cm, cor variegada cinzento-claro (10YR 7/2) e amarelo-brunado (10YR 6/8); franco-arenosa; fraca pequena blocos subangulares; macio a ligeiramente duro, solto a muito friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição clara e plana.
- Ec 43 – 55 cm, cor variegada cinzento-claro (10YR 7/1) e bruno-amarelado (10YR 5/6); franco-arenosa; fraca a moderada pequenos blocos subangulares; ligeiramente duro, solto a friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição clara e ondulada.
- Btgc 55 – 80 cm, cor variegada cinzento-claro (10YR 7/2) e bruno-amarelado (10YR 5/8); franco-arenosa; moderada pequenos médios blocos subangulares; duro a muito duro, muito firme, ligeiramente plástico a plástico e ligeiramente pegajoso a pegajoso; transição clara e abrupta.
- Btn 80 – 140 cm, vermelho (2,5YR 4/6); franco-argilosa; moderada a forte pequenos a grandes blocos subangulares; cerosidade comum e moderada; duro, firme, plástico e pegajoso; transição irregular e abrupta.
- C 140 – 200 cm+, amarelo-avermelhado (7,5YR 7/6); areia; grão simples, não plástico a ligeiramente plástico e não pegajoso a ligeiramente pegajoso.

RAÍZES - Abundantes finas e médias no horizonte A; muitas de finas a grossas no horizonte AE; comuns médias e grossas em E; poucas médias e grossas em Ec; ausente nos demais horizontes.

OBSERVAÇÕES - Foram retiradas duas amostras para datação. Uma de carvões no horizonte Btn e outra de areia na base da trincheira.
- Horizonte C com presença de nódulos variando de pouco a freqüente, irregular a angular, pequeno e grande, duro.

Dados físicos do perfil.

Perfil :		AP3									
Horizontes		Granulometria da terra fina (g kg ⁻¹)								Índice de Floculação (%)	Silte Argila
Símbolo	Profundidade (cm)	Areia muito grossa 2-1 mm	Areia grossa 1-0,5 mm	Areia média 0,5-0,25 mm	Areia fina 0,25-0,1 mm	Areia muito fina 0,1-0,05 mm	Silte 0,05-0,002 mm	Argila <0,002 mm	Argila Natural		
A	0-12	2	4	58	323	235	288	89	130	86	3,24
AE	12-25	1	2	56	303	261	276	101	50	95	2,72
E	25-43	1	5	54	294	269	294	83	50	94	3,53
Ec	43-55	1	5	56	300	258	331	50	130	75	6,62
Btgc	55-80	5	9	54	262	232	262	177	130	93	1,48
Btn	80-140	0	1	10	92	167	427	303	130	96	1,41
C	140-200+	0	1	6	435	427	107	25	130	50	4,29

Densidade do solo	pH (1:2,5)		C	P	Bases trocáveis (cmol _c kg ⁻¹)				Soma de bases (S) (cmol _c kg ⁻¹)
(kg dm ⁻³)	H ₂ O	KCl	(g kg ⁻¹)	(mg kg ⁻¹)	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	
1,09	4,63	3,68	9,3	7,69	0,4	0,3	0,3	0,0	0,9
1,14	4,77	3,73	5,5	0,28	0,2	0,1	0,2	0,0	0,5
1,15	4,95	3,68	2,1	0,06	0,4	0,2	0,2	0,0	0,9
-	5,18	3,73	1	0	0,2	0,2	0,2	0,0	0,7
-	5,65	3,28	1,7	0	0,2	1,0	0,6	0,5	2,3
1,45	6,02	3,36	1,4	1,61	0,1	2,4	1,3	1,2	5,1
-	5,6	4,1	0,07	0,01	0,1	0,4	0,2	0,0	0,7
Acidez extraível (cmol _c kg ⁻¹)		Valor T (cmol _c kg ₁)		Saturação por base (V%) 100xS/T		Saturação por alumínio (m%) 100xAl ³⁺ /Al ³⁺ + S		Saturação por sódio (Na%) 100xNa ⁺ /T	
Al ³⁺	H ⁺ +Al ³⁺								
1,1	4,4	5,3		17,6		54,5		0,5	
1,1	3,4	3,9		13,1		68,4		0,4	
0,8	2,4	3,3		26,2		49,7		0,7	
0,4	1,7	2,4		28,1		36,6		1,2	
1,1	2,8	5,1		44,8		31,7		9,9	
0,0	2,7	7,8		65,1		0,0		16,0	
0,0	0,7	1,4		5,3		0,0		0,2

AP3

PERFIL AP 4

DATA – 22.09.2010

CLASSIFICAÇÃO ATUAL – PLANOSSOLO HÁPLICO Distrófico solódico

LOCALIZAÇÃO, MUNICÍPIO, ESTADO E COORDENADAS – RPPN SESC Pantanal –
Barão de Melgaço – MT. 16°34'47,2" S e 56°16'4,5" W

SITUAÇÃO, DECLIVE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL – Trincheira aberta local que com inundação sazonal com predomínio de gramíneas e lixeira em relevo plano.

ALTITUDE – 125 m

LITOLOGIA – Sedimentos fluviais quaternários mal selecionados.

FORMAÇÃO GEOLÓGICA – Formação Pantanal.

PERÍODO – Quaternário.

MATERIAL ORIGINÁRIO – Produto da alteração da litologia supracitada.

PEDREGOSIDADE – Não pedregoso.

ROCHOSIDADE – Não rochoso.

RELEVO LOCAL – Plano.

RELEVO REGIONAL – Plano.

EROSÃO – Não aparente.

DRENAGEM – Mal drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA – Gramíneas e Savana Arborizada.

USO ATUAL – Unidade de conservação - Reserva Particular do Patrimônio Natural.

CLIMA – Aw, da classificação de Köppen.

DESCRITO E COLETADO POR – Alexandre Ferreira do Nascimento.

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

A	0 – 10 cm, bruno-acinzentado muito escuro (10YR 3/2); franca; fraca muito pequenos a pequenos blocos subangulares e grânulos; macio, muito friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição clara e plana.
ABc	10 – 20 cm, cinzento-claro (10YR 7/1) e mosqueamento bruno-forte (7,5YR 5/6); franca; fraca a moderada pequenos blocos subangulares; ligeiramente duro, muito friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição clara e plana.
Btg	30 – 45 cm, cinzento-claro (10YR 7/1) e mosqueamento vermelho (10R 4/6); franco-argilo-siltosa; moderada a forte pequeno a grandes prismas e blocos subangulares blocos subangulares; duro, firme, plástico e pegajoso; transição clara e ondulada.
Btgn	45 – 130 cm, cinzento (10YR 6/1) e mosqueamento vermelho-amarelado (5YR 5/8); franco-argilo-siltosa; moderada a forte médio grandes prismas e blocos subangulares; cerosidade pouco e fraca; duro, firme, plástico a muito plástico e pegajoso a muito pegajoso; transição clara e plana.
2Cgn	130 – 140 cm, cor variegada cinzento-brunado-claro (10YR 6/2) e amarelo-brunado (10YR 6/8); argila; moderada a forte médios prismas e blocos subangulares; duro, extremamente firme, muito plástico e muito pegajoso; transição clara e plana.
3Cg1	140 – 150 cm, cinzento-brunado-claro (10YR 6/2); franco; maciça, não plástico a ligeiramente plástico e não pegajoso a ligeiramente pegajoso; transição abrupta e plana.
3Cg2	150 – 190 cm+, cinzento-claro (10YR 7/1) e mosqueamento bruno-amarelado (10YR 5/8); franco-argilosa; maciça, plástico e pegajoso.

RAÍZES - Muitas e comuns de finas a muito grossas no horizonte A; comuns médias e grossas

em ABc; poucas médias e grossas em Btg; raras muito grossas em Btgn; ausente nos demais horizontes.

OBSERVAÇÕES - Muito poucas concreções no Ec

Dados físicos do perfil.

Perfil :	AP4										
Horizontes		Granulometria da terra fina (g kg ⁻¹)								Índice de Floculação (%)	Silte Argila
Símbolo	Profundidade (cm)	Areia muito grossa 2-1 mm	Areia grossa 1-0,5 mm	Areia média 0,5-0,25 mm	Areia fina 0,25-0,1 mm	Areia muito fina 0,1-0,05 mm	Silte 0,05-0,002 mm	Argila <0,002 mm	Argila Natural		
A	0-10	3	31	129	135	193	395	114	130	89	3,47
ABc	10-20	3	14	68	85	154	487	190	130	93	2,57
Btg	20-45	11	17	20	31	67	522	334	0	100	1,56
Btgn	45-130	2	7	16	24	70	577	306	130	96	1,88
2Cgn	130-140	0	2	20	30	36	336	576	0	100	0,58
3Cg1	140-150	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3Cg2	150-190+	0	2	25	166	170	254	382	0	100	0,66
Densidade do solo		pH (1:2,5)		C	P	Bases trocáveis (cmol _c kg ⁻¹)				Soma de bases (S) (cmol _c kg ⁻¹)	
(kg dm ⁻³)	H ₂ O	KCl	(g kg ⁻¹)	(mg kg ⁻¹)	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺			
1,29	4,79	3,62	7,1	2,56	0,3	0,2	0,3	0,1	0,8		
1,36	4,88	3,62	3,7	0	0,2	0,2	0,3	0,1	0,7		
1,29	5,48	3,53	2,3	0	0,2	1,0	0,3	0,5	1,9		
1,36	5,86	3,3	1,9	0,8	0,8	1,8	0,4	1,3	4,2		
1,32	5,65	2,84	2,5	0	1,7	2,5	0,4	1,7	6,3		
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
1,55	5,38	3,04	1,1	0	1,0	2,0	0,3	0,8	4,0		
Acidez extraível (cmol _c kg ⁻¹)		Valor T (cmol _c kg ₁)			Saturação por base (V%) 100xS/T		Saturação por alumínio (m%) 100xAl ³⁺ /Al ³⁺ + S		Saturação por sódio (Na%) 100xNa ⁺ /T		
Al ³⁺	H ⁺ +Al ³⁺										
0,8	3,2	4,1			20,7		50,1		1,3		
2,2	4,4	5,2			14,1		75,1		1,3		
4,8	7,0	8,9			21,5		71,7		5,1		
2,4	5,8	10,0			42,0		36,1		13,1		
3,4	6,4	12,7			49,5		35,3		13,2		
-	-	-			-		-		-		
2,3	4,5	8,5			47,0		36,8		9,5

AP4

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA DO SPE 2

PERFIL AP 5

DATA – 20.10.2010

CLASSIFICAÇÃO ATUAL – NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico fragipânico.

LOCALIZAÇÃO, MUNICÍPIO, ESTADO E COORDENADAS – RPPN SESC Pantanal – Barão de Melgaço – MT. 16°40'48,4" S e 56°11'23,1" W

SITUAÇÃO, DECLIVE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL – Trincheira aberta em uma porção ligeiramente elevada (“cordilheira”) em relação ao campo inundável, com relevo plano e cobertura vegetal com cerrado *sensu strictu*.

ALTITUDE – 130 m

LITOLOGIA – Sedimentos fluviais quaternários da Formação Pantanal.

FORMAÇÃO GEOLÓGICA – Formação Pantanal.

PERÍODO – Quaternário.

MATERIAL ORIGINÁRIO – Produto da alteração da litologia supracitada.

PEDREGOSIDADE – Não pedregoso.

ROCHOSIDADE – Não rochoso.

RELEVO LOCAL – Plano.

RELEVO REGIONAL – Plano.

EROSÃO – Não aparente.

DRENAGEM – Mal drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA – Savana Arborizada.

USO ATUAL – Unidade de conservação - Reserva Particular do Patrimônio Natural.

CLIMA – Aw, da classificação de Köppen.

DESCRITO E COLETADO POR – Alexandre Ferreira do Nascimento e Marcos Antonio Fabiano de Camargo.

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

A	0 - 10 cm, bruno-escuro (10YR 3/3); areia; fraca pequeno granular; solto, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição clara e plana.
CA	10 - 55 cm, bruno-amarelado-escuro (10YR 4/4); areia; grão simples; solto, não plástico a ligeiramente plástica e não pegajoso a ligeiramente pegajosa; transição clara e plana.
Cc1	55 – 80 cm, bruno-amarelado (10YR 5/4); areia-franca; fraca grande e médio blocos subangulares; macio, solto, não plástico a ligeiramente plástica e não pegajoso a ligeiramente pegajosa; transição clara e plana.
Cc2	80 - 95 cm, bruno-amarelado (10YR 5/4); areia-franca; fraca grande e médio blocos subangulares; macio, muito friável, não plástico a ligeiramente plástica e não pegajoso a ligeiramente pegajosa; transição clara e ondulada.
2Cc3	95 - 110 cm, bruno muito claro-acinzentado (10YR 7/4); franco-arenoso; franca; grão simples; não plástico e não pegajoso; transição clara e ondulada.
3Cc4	110 - 170 cm, bruno muito claro-acinzentado (10YR 7/3); areia; grão simples; não plástico e não pegajoso; transição clara e ondulada.
3Cc5	170 – 200 cm+, amarelo-brunado (10YR 6/8); areia; grão simples; não plástico e não pegajoso.

RAÍZES - Muitas no horizonte A; comuns no Cc1; poucas no Cc2 e; raras nos demais horizontes.

OBSERVAÇÕES - A partir de 130 cm aparecimento de bolsões em agregados grandes com textura média, nódulos e umidade aparente. Retirada amostra para micromorfologia desses bolsões.
 - Presença de concreções de Fe ou Mn a partir do horizonte Cc1 com halo amarelado.
 - Retirada amostra a 200 cm para datação por LOE.

Dados físicos do perfil.

Perfil :		AP5									
Horizontes		Granulometria da terra fina (g kg ⁻¹)								Índice de Floculação (%)	Silte Argila
Símbolo	Profundidade (cm)	Areia muito grossa 2-1 mm	Areia grossa 1-0,5 mm	Areia média 0,5-0,25 mm	Areia fina 0,25-0,1 mm	Areia muito fina 0,1-0,05 mm	Silte 0,05-0,002 mm	Argila <0,002 mm	Argila Natural		
A	0-10	6	53	260	443	124	77	38	250	33	2,03
CA	10-55	7	49	235	450	146	75	38	130	67	1,99
Cc1	55-80	7	45	227	421	150	101	50	130	75	2,02
Cc2	80-95	6	42	220	424	149	121	38	130	67	3,22
2Cc3	95-110	3	38	176	377	38	318	50	130	75	6,34
3Cc4	110-170	6	53	240	434	164	77	25	0	100	3,06
3Cc5	170-200+	7	52	228	451	156	82	25	130	50	3,26

Densidade do solo	pH (1:2,5)		C	P	Bases trocáveis (cmol _c kg ⁻¹)				Soma de bases (S) (cmol _c kg ⁻¹)
(kg dm ⁻³)	H ₂ O	KCl	(g kg ⁻¹)	(mg kg ⁻¹)	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	
-	5,75	4,44	5,1	3,89	0,3	0,5	0,2	0,0	1,0
-	5,29	4,19	2,3	1,24	0,2	0,3	0,1	0,0	0,6
-	5,53	4,06	1,4	0	0,1	0,2	0,1	0,0	0,5
1,43	5,59	4,06	0,8	0	0,1	0,3	0,1	0,0	0,6
-	5,54	4,1	0,8	0,19	0,1	0,2	0,1	0,0	0,4
-	5,93	4,37	0	0	0,1	0,2	0,1	0,0	0,4
-	6,54	4,74	0	0	0,1	0,3	0,1	0,1	0,5
Acidez extraível (cmol _c kg ⁻¹)		Valor T (cmol _c kg ₁)		Saturação por base (V%) 100xS/T		Saturação por alumínio (m%) 100xAl ³⁺ /Al ³⁺ + S		Saturação por sódio (Na%) 100xNa ⁺ /T	
Al ³⁺	H ⁺ +Al ³⁺								
0,0	1,9	2,9		34,3		0,0		0,5	
0,1	1,6	2,2		27,3		11,9		0,7	
0,0	0,9	1,4		34,5		0,0		0,8	
0,0	0,8	1,4		40,2		0,0		1,9	
0,0	0,7	1,1		34,8		0,0		1,2	
0,0	0,6	1,0		37,4		0,0		2,3	
0,0	1,3	1,8		2,9		0,0		0,4

AP5

PERFIL AP 6

DATA – 21.10.2010

CLASSIFICAÇÃO ATUAL – PLANOSSOLO NÁTRICO Órtico gleissólico plântico.

LOCALIZAÇÃO, MUNICÍPIO, ESTADO E COORDENADAS – RPPN SESC Pantanal –
Barão de Melgaço – MT. 16°40'48,9" S e 56°11'26,0" W

SITUAÇÃO, DECLIVE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL – Trincheira aberta no Murundu, com relevo plano e cobertura vegetal com cerrado *sensu strictu*.

ALTITUDE – 130 m

LITOLOGIA – Sedimentos fluviais quaternários mal selecionados.

FORMAÇÃO GEOLÓGICA – Formação Pantanal.

PERÍODO – Quaternário.

MATERIAL ORIGINÁRIO – Produto da alteração da litologia supracitada.

PEDREGOSIDADE – Não pedregoso.

ROCHOSIDADE – Não rochoso.

RELEVO LOCAL – Plano.

RELEVO REGIONAL – Plano.

EROSÃO – Não aparente.

DRENAGEM – Mal drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA – Savana Arborizada.

USO ATUAL – Unidade de conservação - Reserva Particular do Patrimônio Natural.

CLIMA – Aw, da classificação de Köppen.

DESCRITO E COLETADO POR – Alexandre Ferreira do Nascimento e Marcos Antonio Fabiano de Camargo.

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

A	0 - 8 cm, bruno (10YR 5/3); franca-arenosa; fraca moderada pequeno blocos subangulares; macio, muito friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição gradual e plana.
AB	8 - 45 cm, bruno (10YR 5/3); franco-arenosa; moderada médio blocos subangulares; ligeiramente duro, friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição clara e ondulada.
Btgn1	45 - 120 cm, cinzento-escuro (10YR 4/1); franca; moderada pequeno blocos subangulares; duro, firme. ligeiramente plástica a plástica e ligeiramente pegajosa a pegajosa; transição clara e plana.
Btgn2	120 - 155 cm, cinzento-brunado-claro (10YR 6/2); franco-argilosa; forte médios blocos subangulares; duro, firme, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição gradual e plana.
Btgnc	155 - 185 cm+, cor variegada cinzento-claro (10YR 7/2) e bruno-amarelado (10YR 5/8); franco-argilosa; forte médios blocos subangulares; muito duro, firme, plástico e pegajoso.

RAÍZES - Muitas nos horizontes A e AB; comuns em Btgn1; raras nos demais horizontes.

OBSERVAÇÕES - Horizontes mergulham em direção ao campo de inundação. Ocorrência de lamelas horizontais de argilas de 130-145 cm.
- Presença de nódulos de Fe ou Mn Btgnc, de tamanhos pequenos, esféricos.

Dados físicos do perfil.

Perfil :	AP6										
Horizontes		Granulometria da terra fina (g kg ⁻¹)								Índice de Floculação (%)	Silte Argila
Símbolo	Profundidade (cm)	Areia muito grossa 2-1 mm	Areia grossa 1-0,5 mm	Areia média 0,5-0,25 mm	Areia fina 0,25-0,1 mm	Areia muito fina 0,1-0,05 mm	Silte 0,05-0,002 mm	Argila <0,002 mm	Argila Natural		
A	0-8	1	19	88	320	177	281	114	-	-	2,46
AB	8-45	2	18	74	306	171	304	126	-	-	2,42
Btgn1	45-120	2	13	72	308	67	346	192	-	-	1,81
Btgn2	120-155	2	18	87	207	109	223	354	-	-	0,63
Btgnc	155-185+	1	12	63	188	102	240	394	-	-	0,61
Densidade do solo		pH (1:2,5)		C	P	Bases trocáveis (cmol _c kg ⁻¹)				Soma de bases (S) (cmol _c kg ⁻¹)	
(kg dm ⁻³)	H ₂ O	KCl	(g kg ⁻¹)	(mg kg ⁻¹)	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺			
-	5,24	4,2	10,8	11,1	0,7	0,5	0,5	0,0	1,7		
-	5,39	4,04	3,9	4,44	0,3	0,4	0,4	0,0	1,1		
-	6,24	4,55	1,9	0,57	0,2	0,6	1,3	0,9	3,0		
-	6,24	4,36	2,8	0,6	0,2	1,3	2,3	2,8	6,6		
-	6,15	3,7	1,8	0,33	0,2	1,2	1,6	2,7	5,6		
Acidez extraível (cmol _c kg ⁻¹)		Valor T (cmol _c kg _i)			Saturação por base (V%) 100xS/T		Saturação por alumínio (m%) 100xAl ³⁺ /Al ³⁺ + S		Saturação por sódio (Na%) 100xNa ⁺ /T		
Al ³⁺	H ⁺ +Al ³⁺										
0,1	2,2	4,0			43,7		4,4		0,7		
0,2	1,7	2,8			39,5		12,5		1,5		
0,0	0,9	3,9			76,4		0,0		23,1		
0,0	1,1	7,7			85,2		0,0		36,6		
0,0	2,0	7,6			73,9		0,0		35,0

AP6

PERFIL AP 7

DATA – 23.10.2010

CLASSIFICAÇÃO ATUAL – PLINTOSSOLO ARGILÚVICO Alítico arênico.

LOCALIZAÇÃO, MUNICÍPIO, ESTADO E COORDENADAS – RPPN SESC Pantanal – Barão de Melgaço – MT. 16°40'48,8" S e 56°11'24,6" W

SITUAÇÃO, DECLIVE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL – Trincheira aberta em campo de inundação, com relevo plano e cobertura vegetal com gramíneas exóticas.

ALTITUDE – 130 m

LITOLOGIA – Sedimentos fluviais quaternários mal selecionados.

FORMAÇÃO GEOLÓGICA – Formação Pantanal.

PERÍODO – Quaternário.

MATERIAL ORIGINÁRIO – Produto da alteração da litologia supracitada.

PEDREGOSIDADE – Não pedregoso.

ROCHOSIDADE – Não rochoso.

RELEVO LOCAL – Plano.

RELEVO REGIONAL – Plano.

EROSÃO – Não aparente.

DRENAGEM – Imperfeitamente drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA – Gramíneas.

USO ATUAL – Unidade de conservação - Reserva Particular do Patrimônio Natural.

CLIMA – Aw, da classificação de Köppen.

DESCRITO E COLETADO POR – Alexandre Ferreira do Nascimento e Marcos Antonio Fabiano de Camargo.

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

A	0 – 15 cm, bruno-acinzentado-escuro (10YR 4/2); franco-arenosa; fraca moderada pequeno granular; macio, muito friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição gradual e ondulada.
AE	15 – 32 cm, cor variegada cinzento-brunado-claro (10YR 6/2) e amarelo-brunado (10YR 6/8); franco-arenosa; fraca médios blocos subangulares; macio, muito friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição gradual e ondulada.
E	32 – 53 cm, cor variegada amarelo-claro-acinzentado (10YR 6/3) e amarelo-brunado (10YR 6/8); franco-arenosa; fraca médios blocos subangulares; macio, muito friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição clara e plana.
Ec1	53 – 60 cm, cor variegada cinzento-claro (10YR 7/2) e amarelo-brunado (10YR 6/8); franco-arenosa; fraca médios blocos subangulares; macio, muito friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição clara e plana.
Ec2	60 – 72 cm, cinzento-claro (10YR 7/1) e mosqueados bruno-amarelado (10YR 5/8); franca; fraca médios pequenos blocos subangulares; macio, muito friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição clara e plana.
Btgcf	72 – 180 cm, cinzento (10YR 6/1) e mosqueados bruno-amarelado (10YR 5/8); Franco-argilosa; moderada médios grandes blocos subangulares; ligeiramente duro, firme, plástico e pegajoso; transição clara e plana.
Cgcf	180 – 200 cm+, cinzento-claro (10YR 7/1) e mosqueados amarelo-brunado (10YR 6/8); franco-argilo-arenosa; moderada médios grandes blocos subangulares; macio, muito friável, ligeiramente plástico a plástico e ligeiramente pegajoso a pegajoso; transição clara e plana.

RAÍZES - Abundante no horizonte A; poucas em AE; raras em E e Ec1; Ausentes nos demais horizontes.

OBSERVAÇÕES - No horizonte Btgcf há presença de superfícies enegrecidas de cor 10YR 2/1.
 - Presença freqüente e dominante de concreções de Fe e/ou Mn a partir do Ec2 de tamanhos pequenos e grandes, esféricos e angulares.

Dados físicos do perfil.

Perfil :		AP7									
Horizontes		Granulometria da terra fina (g kg ⁻¹)								Índice de Floculação (%)	Silte Argila
Símbolo	Profundidade (cm)	Areia muito grossa 2-1 mm	Areia grossa 1-0,5 mm	Areia média 0,5-0,25 mm	Areia fina 0,25-0,1 mm	Areia muito fina 0,1-0,05 mm	Silte 0,05-0,002 mm	Argila <0,002 mm	Argila Natural		
A	0-15	1	19	104	369	177	247	84	-	-	2,94
AE	15-32	0	18	112	346	181	268	76	-	-	3,54
E	32-52	1	17	90	309	184	302	96	-	-	3,14
Ec1	53-60	2	20	106	325	184	322	40	-	-	8,06
Ec2	60-72	6	25	105	310	169	347	38	-	-	9,11
Btgcf	72-180	10	22	40	153	96	329	351	-	-	0,94
Cgcf	180-200+	2	13	33	485	108	140	219	-	-	0,64

Densidade do solo	pH (1:2,5)		C	P	Bases trocáveis (cmol _c kg ⁻¹)				Soma de bases (S) (cmol _c kg ⁻¹)
(kg dm ⁻³)	H ₂ O	KCl	(g kg ⁻¹)	(mg kg ⁻¹)	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	
-	5,45	3,97	5,1	3,76	0,3	0,1	0,1	0,0	0,5
-	5,13	3,91	2	1,32	0,2	0,1	0,0	0,0	0,3
-	5,04	3,93	1,4	0,27	0,2	0,1	0,0	0,0	0,3
-	5,25	4,11	0,7	0,15	0,1	0,1	0,0	0,0	0,2
-	5	4,1	0,5	0	0,2	0,1	0,0	0,0	0,2
-	4,68	3,71	1	0	0,2	0,7	0,2	0,2	1,2
-	4,97	3,78	0,08	0,01	0,2	0,7	0,1	0,1	1,2
Acidez extraível (cmol _c kg ⁻¹)		Valor T (cmol _c kg ₁)		Saturação por base (V%) 100xS/T		Saturação por alumínio (m%) 100xAl ³⁺ /Al ³⁺ + S		Saturação por sódio (Na%) 100xNa ⁺ /T	
Al ³⁺	H ⁺ +Al ³⁺								
0,3	2,2	2,7		19,6		38,8		0,7	
0,3	1,3	1,7		20,5		46,5		0,8	
0,4	1,4	1,7		16,7		59,8		0,8	
0,2	0,9	1,1		18,9		44,7		1,4	
0,4	1,2	1,5		16,7		60,5		0,0	
4,8	6,1	7,4		16,8		79,6		2,8	
1,9	3,1	4,2		2,8		6,2		0,3

AP7

PERFIL AP 8

DATA – 25.10.2010

CLASSIFICAÇÃO ATUAL – NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico típico.

LOCALIZAÇÃO, MUNICÍPIO, ESTADO E COORDENADAS – RPPN SESC Pantanal – Barão de Melgaço – MT. 16°40'48,0" S e 56°11'23,8" W

SITUAÇÃO, DECLIVE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL – Trincheira aberta na transição entre “cordilheira” e campo de inundação, com relevo plano e cobertura vegetal com gramíneas e cerrado *sensu strictu*.

ALTITUDE – 130 m

LITOLOGIA – Sedimentos fluviais quaternários da Formação Pantanal.

FORMAÇÃO GEOLÓGICA – Formação Pantanal.

PERÍODO – Quaternário.

MATERIAL ORIGINÁRIO – Produto da alteração da litologia supracitada.

PEDREGOSIDADE – Não pedregoso.

ROCHOSIDADE – Não rochoso.

RELEVO LOCAL – Plano.

RELEVO REGIONAL – Plano.

EROSÃO – Não aparente.

DRENAGEM – Mal drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA – Savana Arborizada.

USO ATUAL – Unidade de conservação - Reserva Particular do Patrimônio Natural.

CLIMA – Aw, da classificação de Köppen.

DESCRITO E COLETADO POR – Alexandre Ferreira do Nascimento, Marcos Antonio Fabiano de Camargo, Fabiano do Nascimento Pupim.

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

- A 0 - 10 cm, bruno-acinzentado-escuro (10YR 4/2); areia; fraca grandes blocos subangulares; solto, muito friável, não plástico a ligeiramente plástica e não pegajoso a ligeiramente pegajosa; transição gradual e plana.
- AC 10 - 48 cm, cor variegada bruno (10YR 5/3) e amarelo (10YR 7/8); areia; grão simples; não plástico e não pegajoso; transição gradual e plana.
- C1 48 - 75 cm, cor variegada cinzento-claro (10YR 7/2) e amarelo (10YR 7/8); areia; grão simples; não plástico e não pegajoso; transição gradual e plana.
- C2 75 - 190 cm+, cor variegada bruno muito claro-acinzentado (10YR 7/4) e amarelo (10YR 7/6); areia; grão simples; não plástico e não pegajoso; transição gradual e ondulada.

RAÍZES - Comuns finas e médias em A e AC; raras médias e grossas nos demais horizontes.

OBSERVAÇÕES - Presença muito pouca de concreções esféricas duras e pequenas no horizonte C1.

Dados físicos do perfil.

Perfil : AP8											
Horizontes		Granulometria da terra fina (g kg ⁻¹)								Índice de Floculação (%)	Silte Argila
Símbolo	Profundidade (cm)	Areia muito grossa 2-1 mm	Areia grossa 1-0,5 mm	Areia média 0,5-0,25 mm	Areia fina 0,25-0,1 mm	Areia muito fina 0,1-0,05 mm	Silte 0,05-0,002 mm	Argila <0,002 mm	Argila Natural		
A	0-10	3	36	208	466	168	82	38	130	67	2,18
AC	10-48	3	33	178	475	190	90	33	130	62	2,75
C1	48-75	6	53	234	430	143	109	25	130	50	4,34
C2	75-190+	8	52	245	456	129	87	25	130	50	3,46

Densidade do solo	pH (1:2,5)		C	P	Bases trocáveis (cmol _c kg ⁻¹)				Soma de bases (S) (cmol _c kg ⁻¹)
(kg dm ⁻³)	H ₂ O	KCl	(g kg ⁻¹)	(mg kg ⁻¹)	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	
1,32	5,00	3,88	4,3	32,4	0,2	0,1	0,2	0,0	0,6
1,24	5,47	4,04	2,2	8,4	0,2	0,1	0,1	0,0	0,3
1,36	5,52	4,12	0,5	0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,2
1,41	5,88	4,43	0	0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,3
Acidez extraível (cmol _c kg ⁻¹)		Valor T (cmol _c kg ⁻¹)		Saturação por base (V%) 100xS/T		Saturação por alumínio (m%) 100xAl ³⁺ /Al ³⁺ + S		Saturação por sódio (Na%) 100xNa ⁺ /T	
Al ³⁺	H ⁺ +Al ³⁺								
0,1	1,9	2,5		23,5		16,9		1,5	
0,2	1,1	1,4		23,6		34,4		1,2	
0,0	0,8	1,1		22,9		0,0		1,6	
0,0	0,6	0,8		33,0		0,0		2,6

AP8

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA DO SPE 3

PERFIL AP9

DATA – 26.10.2010

CLASSIFICAÇÃO ATUAL – PLANOSSOLO HÁPLICO Alítico gleissólico

LOCALIZAÇÃO, MUNICÍPIO, ESTADO E COORDENADAS – RPPN SESC Pantanal – Barão de Melgaço – MT. 16°42'28,3" S e 56°2'48,8" W

SITUAÇÃO, DECLIVE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL – Trincheira aberta em porção mais elevada do sistema pedológico sem a influência de lâmina d'água. Vegetação com predomínio de acuri e floresta alta esparsa.

ALTITUDE – 135 m

LITOLOGIA – Sedimentos fluviais quaternários mal selecionados.

FORMAÇÃO GEOLÓGICA – Formação Pantanal.

PERÍODO – Quaternário.

MATERIAL ORIGINÁRIO – Produto da alteração da litologia supracitada.

PEDREGOSIDADE – Não pedregoso.

ROCHOSIDADE – Não rochoso.

RELEVO LOCAL – Plano.

RELEVO REGIONAL – Plano.

EROSÃO – Não aparente.

DRENAGEM – Mal drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA – Floresta semidecídua.

USO ATUAL – Unidade de conservação - Reserva Particular do Patrimônio Natural.

CLIMA – Aw, da classificação de Köppen.

DESCRITO E COLETADO POR – Alexandre Ferreira do Nascimento, Marcos Antonio Fabiano de Camargo, Fabiano do Nascimento Pupim.

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

A	0 – 20 cm, bruno muito escuro (10YR 2/2); franco-argilo-arenosa; fraca médios blocos subangulares; solto, muito friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição gradual e plana.
AB	20 – 35 cm, cor variegada bruno-amarelo (10YR 5/4 e 10YR 5/8); franco-argilo-arenosa; fraca grandes blocos subangulares; solto, muito friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição abrupta e ondulada.
Btgn	35 – 45 cm, bruno-acinzentado-escuro (10YR 4/2) e mosqueamento amarelo-brunado (10YR 6/8); franco-argilo-arenosa; moderada médios blocos subangulares; ligeiramente duro, friável, ligeiramente plástico a plástico e ligeiramente pegajoso a pegajoso; transição abrupta e ondulada.
Btgn	45 – 60 cm, cinzento-brunado-claro (10YR 6/2) e mosqueamento bruno-amarelado (10YR 5/8); franco-argilo-arenosa; moderada médios blocos subangulares; ligeiramente duro, friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição gradual e ondulada.
B'tgn	60 – 110 cm, cor variegada bruno amarelado (10YR 5/6) e bruno-claro-acinzentado (10YR 6/3); franco-argilo-arenosa; moderada a forte médios blocos subangulares; duro, firme, ligeiramente plástico a plástico e ligeiramente pegajoso a pegajoso; transição clara e plana.
Cgn	110 – 180 cm+, cinzento (10YR 6/1) e amarelo-brunado (10YR 6/8); muito argilosa; forte médios e pequenos blocos subangulares; muito duro, muito firme, muito plástico e muito pegajoso.

RAÍZES - Muitas de finas a grossas em A; Comuns de finas a grossas em AB; Raras finas e médias em Btgn, Btgn e B'tgn; ausente nos demais horizontes.

OBSERVAÇÕES - Os nódulos presentes no Btgn são muito poucos, esféricos, pequenos e macios.

Dados físicos do perfil.

Perfil :		AP9									
Horizontes		Granulometria da terra fina (g kg ⁻¹)								Índice de Floculação (%)	Silte Argila
Símbolo	Profundidade (cm)	Areia muito grossa 2-1 mm	Areia grossa 1-0,5 mm	Areia média 0,5-0,25 mm	Areia fina 0,25-0,1 mm	Areia muito fina 0,1-0,05 mm	Silte 0,05-0,002 mm	Argila <0,002 mm	Argila Natural		
A	0-20	0	2	12	395	312	79	200	500	75	0,4
AB	20-35	1	2	9	351	355	58	225	250	89	0,26
Btgn	35-45	0	2	7	292	290	83	326	250	92	0,26
Btgcn	45-60	2	3	7	322	370	21	276	0	100	0,07
B'tgn	60-110	1	5	8	224	233	259	270	0	100	0,96
Cgn	110-180+	0	0	3	41	22	281	653	0	100	0,43
Densidade do solo		pH (1:2,5)		C	P	Bases trocáveis (cmol _c kg ⁻¹)				Soma de bases (S) (cmol _c kg ⁻¹)	
(kg dm ⁻³)	H ₂ O	KCl	(g kg ⁻¹)	(mg kg ⁻¹)	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺			
1,16	4,46	3,72	5,9	4,61	0,2	0,4	0,2	0,0	0,8		
1,28	4,61	3,78	1,5	0,76	0,1	0,2	0,1	0,0	0,3		
1,37	5,66	3,48	2,1	0	0,1	0,3	0,1	0,5	1,0		
1,53	6,24	3,62	0,9	0	0,1	0,3	0,1	0,9	1,2		
1,52	5,94	3,52	1,6	0,31	0,4	1,3	0,1	3,1	4,9		
1,29	5,71	3,37	4,7	0,18	0,4	2,7	0,1	5,1	8,4		
Acidez extraível (cmol _c kg ⁻¹)		Valor T (cmol _c kg _i)			Saturação por base (V%) 100xS/T		Saturação por alumínio (m%) 100xAl ³⁺ /Al ³⁺ + S		Saturação por sódio (Na%) 100xNa ⁺ /T		
Al ³⁺	H ⁺ +Al ³⁺										
1,4	4,2	4,9			15,9		63,5		0,6		
1,1	2,3	2,6			12,7		75,8		1,1		
5,7	6,2	6,7			14,9		86,3		7,8		
1,8	3,1	4,3			28,9		58,7		20,0		
2,6	4,3	9,2			53,4		34,4		33,7		
4,7	7,8	16,1			51,9		35,9		31,7

AP9

PERFIL AP10

DATA – 01.11.2010

CLASSIFICAÇÃO ATUAL – GLEISSOLO HÁPLICO Alítico típico

LOCALIZAÇÃO, MUNICÍPIO, ESTADO E COORDENADAS – RPPN SESC Pantanal – Barão de Melgaço – MT. 16°42'27,4" S e 56°2'45,8" W

SITUAÇÃO, DECLIVE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL – Trincheira aberta em porção mais rebaixada do sistema pedológico estudados com influência de lâmina d'água de 30-40 cm durante a cheia. Vegetação com predomínio de acuri e floresta alta esparsa.

ALTITUDE – 135 m

LITOLOGIA – Sedimentos fluviais quaternários mal selecionados.

FORMAÇÃO GEOLÓGICA – Formação Pantanal.

PERÍODO – Quaternário.

MATERIAL ORIGINÁRIO – Produto da alteração da litologia supracitada.

PEDREGOSIDADE – Não pedregoso.

ROCHOSIDADE – Não rochoso.

RELEVO LOCAL – Plano.

RELEVO REGIONAL – Plano.

EROSÃO – Não aparente.

DRENAGEM – Mal drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA – Floresta decídua.

USO ATUAL – Unidade de conservação - Reserva Particular do Patrimônio Natural.

CLIMA – Aw, da classificação de Köppen.

DESCRITO E COLETADO POR – Alexandre Ferreira do Nascimento, Marcos Antonio Fabiano de Camargo e Fabiano do Nascimento Pupim.

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

- A 0 – 30 cm, preto (2,5Y 2,5/1); muito argilosa; moderada a forte médios blocos subangulares; duro, firme, plástico e pegajoso; transição clara e plana.
- AC 30 – 50 cm, cor variegada cinzento-escuro (10YR 4/1) e amarelo (10YR 7/8); argilo-siltosa; moderada a forte de pequenos a grandes blocos subangulares; duro, friável a firme, plástico e pegajoso; transição clara e plana.
- Cg1 50 – 105 cm, cinzento-escuro (10YR 4/1) e vermelho-claro (2,5YR 6/8); muito argilosa; forte grande a muito grande prismas e blocos subangulares; muito duro, e muito firme, muito plástico e muito pegajoso; transição clara e plana.
- Cg2 105 – 150 cm, cinzento-claro (2Y 4/1) e mosqueamento vermelho-claro (2YR 6/8); muito argilosa; forte grande a muito grande prismas e blocos subangulares; muito duro, e muito firme, muito plástico e muito pegajoso; transição clara e plana.
- 2Cg3 150 – 157 cm, cinzento (10YR 5/1); franco-argilo-arenosa; maciça; macio, muito friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição clara e plana.
- 3Cg4 157 – 170 cm, cinzento (10YR 5/1) e mosqueamento vermelho (2,5YR 5/8); franco-argilosa; maciça; duro, firme, plástico e pegajoso; transição clara e plana.
- 3Cg5 170 – 200 cm+, cinzento (2,5YR 5/1); franco-arenosa; maciça; macio, muito friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição clara e plana.

RAÍZES - Comuns de finas a grossas em A; poucas médias e grossas em AC; Raras médias e finas e médias em Cg1, Cg2; ausente nos demais horizontes.

OBSERVAÇÕES - Os nódulos presentes no Cg1 e Cg2 são muito poucos, esféricos, pequenos e macios.

Dados físicos do perfil.

Perfil :		AP10									
Horizontes		Granulometria da terra fina (g kg ⁻¹)								Índice de Flocculação (%)	Silte Argila
Símbolo	Profundidade (cm)	Areia muito grossa 2-1 mm	Areia grossa 1-0,5 mm	Areia média 0,5-0,25 mm	Areia fina 0,25-0,1 mm	Areia muito fina 0,1-0,05 mm	Silte 0,05-0,002 mm	Argila <0,002 mm	Argila Natural		
A	0-30	1	2	8	16	17	266	689	270	96	0,39
AC	30-50	0	2	10	3	56	491	438	180	96	1,12
Cg1	50-105	0	1	1	7	8	326	657	80	99	0,50
Cg2	105-150	0	2	8	15	33	315	628	130	98	0,50
2Cg3	150-157	0	1	41	371	252	106	228	130	94	0,47
3Cg4	157-170	1	1	9	67	159	404	360	130	96	1,12
3Cg5	170-200+	3	43	241	361	127	75	151	230	85	0,49

Densidade do solo	pH (1:2,5)		C	P	Bases trocáveis (cmol _c kg ⁻¹)				Soma de bases (S) (cmol _c kg ⁻¹)
(kg dm ⁻³)	H ₂ O	KCl	(g kg ⁻¹)	(mg kg ⁻¹)	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	
0,90	4,65	3,58	31,8	2,19	3,3	1,8	1,0	0,2	6,2
1,19	4,44	3,37	8,4	0	0,6	0,4	0,2	0,0	1,2
1,18	4,68	3,4	5,6	0	0,9	0,5	0,2	0,1	1,7
1,34	4,91	3,5	4,8	0	1,5	0,8	0,2	0,1	2,5
1,49	4,95	3,64	1,6	0	0,4	0,4	0,1	0,0	0,9
1,47	4,86	3,57	2,9	0	1,1	0,7	0,1	0,0	2,0
1,57	4,97	3,72	1,4	0,25	0,4	0,3	0,0	0,0	0,8
Acidez extraível (cmol _c kg ⁻¹)		Valor T (cmol _c kg ⁻¹)		Saturação por base (V%) 100 S/T		Saturação por alumínio (m%) 100 Al ³⁺ /Al ³⁺ + S		Saturação por sódio (Na%) 100 Na ⁺ /T	
Al ³⁺	H ⁺ +Al ³⁺								
3,5	15,2	21,4		29,0		36,3		0,8	
5,3	10,0	11,2		10,8		81,3		0,3	
11,9	15,0	16,7		10,1		87,5		0,3	
8,8	12,2	14,7		17,2		77,8		0,4	
2,6	4,1	5,0		18,2		73,7		0,9	
4,7	7,8	9,8		20,2		70,5		0,5	
1,1	2,4	3,2		24,2		58,0		0,9

AP10

PERFIL AP11

DATA – 02.11.2010

CLASSIFICAÇÃO ATUAL – CAMBISSOLO FLÚVICO Alítico gleissólico

LOCALIZAÇÃO, MUNICÍPIO, ESTADO E COORDENADAS – RPPN SESC Pantanal – Barão de Melgaço – MT. 16°42'27,9" S e 56°2'47,2" W

SITUAÇÃO, DECLIVE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL – Trincheira aberta em porção intermediária do sistema pedológico estudado, com influência de lâmina d'água de 10 cm durante a cheia. Vegetação com predomínio de acuri e floresta alta esparsa.

ALTITUDE – 135 m

LITOLOGIA – Sedimentos fluviais quaternários mal selecionados.

FORMAÇÃO GEOLÓGICA – Formação Pantanal.

PERÍODO – Quaternário.

MATERIAL ORIGINÁRIO – Produto da alteração da litologia supracitada.

PEDREGOSIDADE – Não pedregoso.

ROCHOSIDADE – Não rochoso.

RELEVO LOCAL – Plano.

RELEVO REGIONAL – Plano.

EROSÃO – Não aparente.

DRENAGEM – Mal drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA – Floresta decídua.

USO ATUAL – Unidade de conservação - Reserva Particular do Patrimônio Natural.

CLIMA – Aw, da classificação de Köppen.

DESCRITO E COLETADO POR – Alexandre Ferreira do Nascimento, Marcos Antonio Fabiano de Camargo, Fabiano do Nascimento Pupim.

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

- A** 0 – 10 cm, cinzento muito escuro (10YR 3/1); argila; forte muito pequeno a pequeno blocos subangulares; ligeiramente duro, firme, plástico e pegajoso; transição clara e plana.
- Bigc1** 10 – 40 cm, cor variegada cinzento (10YR 5/1) e amarelo (10YR 8/6); franco-argilo-arenosa; moderada pequenos e médios blocos subangulares; ligeiramente duro, friável, ligeiramente plástico a plástico e ligeiramente pegajoso a pegajoso; transição clara e plana.
- Bigc2** 40 – 65 cm, cinzento-escuro (2,5Y 4/1) e mosqueamento vermelho (2,5YR 5/8); argila; moderada a forte pequenos e médios blocos subangulares; ligeiramente duro, firme, plástico a muito plástico e pegajoso a muito pegajoso; transição clara e plana.
- 2Bigc3** 65 – 85 cm, bruno-acinzentado (10YR 5/2) e mosqueamento vermelho (10R 4/8); franco-argilo-arenosa; moderado pequenos e médios blocos subangulares; duro, firme, ligeiramente plástico a plástico e ligeiramente pegajoso a pegajoso; transição clara e plana.
- 3Cg** 85 – 165 cm, cinzento (2,5Y 5/1) e mosqueamento vermelho (2,5YR 5/8); muito argilosa; forte grandes prismas e blocos subangulares; muito duro, muito firme, muito plástico e muito pegajoso; transição clara e plana.
- 3Cgv** 165 – 200 cm+, cinzento (2,5Y 6/1) e mosqueamento vermelho (2,5YR 5/8); muito argilosa; maciça; muito duro, muito firme, muito plástico e muito pegajoso.

RAÍZES - Muitas de muito finas a médias em A; Comuns de finas a médias em E, Btgc1, 2Btgc2 e 3Btgc3; Raras médias em Cv.

OBSERVAÇÕES - Os nódulos presentes em Big1, Big2 e 2Big3 são muito poucos, esféricos, pequenos, com presença de duros e macios.

Dados físicos do perfil.

Perfil :		AP11									
Horizontes		Granulometria da terra fina (g kg ⁻¹)								Índice de Floculação (%)	Silte Argila
Símbolo	Profundidade (cm)	Areia muito grossa 2-1 mm	Areia grossa 1-0,5 mm	Areia média 0,5-0,25 mm	Areia fina 0,25-0,1 mm	Areia muito fina 0,1-0,05 mm	Silte 0,05-0,002 mm	Argila <0,002 mm	Argila Natural		
A	0-10	1	3	9	175	126	245	440	390	91	0,56
Bigc1	10-40	0	1	6	232	258	249	254	30	99	0,98
Bigc2	40-65	4	7	8	150	128	264	437	130	97	0,6
2Bigc3	65-85	1	2	2	361	296	112	228	130	94	0,49
3Cg	85-165	0	1	4	26	28	262	681	80	99	0,38
3Cgv	165-200+	0	1	3	11	11	130	845	0	100	0,15
Densidade do solo		pH (1:2,5)		C	P	Bases trocáveis (cmol _c kg ⁻¹)				Soma de bases (S) (cmol _c kg ⁻¹)	
(kg dm ⁻³)	H ₂ O	KCl	(g kg ⁻¹)	(mg kg ⁻¹)	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺			
0,99	4,62	3,62	16,8	1,45	2,4	1,1	0,4	0,0	4,0		
1,28	4,66	3,55	4,2	0	0,6	0,2	0,1	0,0	0,9		
1,25	4,79	3,56	5,8	0	1,1	0,3	0,1	0,0	1,6		
1,34	4,92	3,72	2,6	0	0,6	0,2	0,1	0,0	0,9		
1,23	4,96	3,47	6,2	0	1,5	1,2	0,1	0,1	2,9		
1,32	5	3,45	5,5	0	2,0	1,9	0,2	0,1	4,1		
Acidez extraível (cmol _c kg ⁻¹)		Valor T (cmol _c kg ₁)			Saturação por base (V%) 100xS/T		Saturação por alumínio (m%) 100xAl ³⁺ /Al ³⁺ + S		Saturação por sódio (Na%) 100xNa ⁺ /T		
Al ³⁺	H ⁺ +Al ³⁺										
2,3	10,5	14,5			27,6		36,0		0,3		
2,5	5,3	6,2			14,4		73,5		0,5		
5,6	9,1	10,7			15,0		77,7		0,3		
2,1	4,3	5,2			17,1		70,6		0,7		
9,2	12,7	15,6			18,8		75,8		0,5		
9,7	14,1	18,2			22,5		70,2		0,4

AP11

PERFIL AP12

DATA – 03.11.2010

CLASSIFICAÇÃO ATUAL – PLANOSSOLO HÁPLICO Alítico gleissólico

LOCALIZAÇÃO, MUNICÍPIO, ESTADO E COORDENADAS – RPPN SESC Pantanal –
Barão de Melgaço – MT. 16°42'27,9" S e 56°2'47,8" W

SITUAÇÃO, DECLIVE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL – Trincheira aberta em porção intermediária do sistema pedológico estudado, sem influência direta de lâmina d'água. Vegetação com predomínio de acuri e floresta alta esparsa.

ALTITUDE – 135 m

LITOLOGIA – Sedimentos fluviais quaternários mal selecionados.

FORMAÇÃO GEOLÓGICA – Formação Pantanal.

PERÍODO – Quaternário.

MATERIAL ORIGINÁRIO – Produto da alteração da litologia supracitada.

PEDREGOSIDADE – Não pedregoso.

ROCHOSIDADE – Não rochoso.

RELEVO LOCAL – Plano.

RELEVO REGIONAL – Plano.

EROSÃO – Não aparente.

DRENAGEM – Mal drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA – Floresta decídua.

USO ATUAL – Unidade de conservação - Reserva Particular do Patrimônio Natural.

CLIMA – Aw, da classificação de Köppen.

DESCRITO E COLETADO POR – Alexandre Ferreira do Nascimento, Marcos Antonio Fabiano de Camargo, Fabiano do Nascimento Pupim.

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

- A** 0 – 15 cm, cinzento muito escuro (10YR 3/1); franco-argilo-arenosa; fraca a moderada pequenos blocos subangulares; macio, muito friável, ligeiramente plástico a plástico e ligeiramente pegajoso a pegajoso; transição clara e plana.
- AE** 15 – 30 cm, cor variegada bruno (10YR 5/3) e amarelo-brunado (10YR 6/8); franco-arenosa; fraca a moderada pequenos blocos subangulares; macio, muito friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição clara e plana.
- EA** 30 – 43 cm, cor variegada bruno (10YR 5/3) e amarelo-brunado (10YR 6/8); franco-arenosa; fraca a moderada pequenos blocos subangulares; macio, muito friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição clara e ondulada.
- Ec** 43 – 60 cm, cor variegada bruno-claro-acinzentado (10YR 6/3) e amarelo (10YR 7/8); areia-franca; fraca pequenos e médios blocos subangulares; macio, muito friável, não plástico a ligeiramente plástico e não pegajoso a ligeiramente pegajoso; transição abrupta e ondulada.
- BE** 60 – 67 cm, cinzento (10YR 6/1) e mosqueamento amarelo-brunado e vermelho (10YR 6/8; 2,5YR 5/8); franco-arenosa; moderada pequenos e médios blocos subangulares; ligeiramente duro, friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição clara e ondulada.
- Btg** 67 – 120 cm, cinzento (10YR 6/1) e mosqueamento amarelo-brunado e vermelho (10YR 5/8; 2,5YR 5/8); franco-argilosa; moderada a forte médios e grandes blocos subangulares; duro, firme, plástico e pegajoso; transição gradual e plana.
- Cg** 120 – 200 cm+, cinzento (10YR 5/1) e mosqueamento amarelo-brunado (10YR 6/8); argila; forte médios e grandes blocos subangulares e prismas; muito duro, muito firme, muito plástico e muito pegajoso.

RAÍZES - Comuns finas e médias em A; Poucas médias e grossas em AE; Raras muito finas a médias nos demais horizontes.

OBSERVAÇÕES - Os nódulos presentes em E variam de pouco a frequentes poucos, esféricos, pequenos e macios.

Dados físicos do perfil.

Perfil :		AP12									
Horizontes		Granulometria da terra fina (g kg ⁻¹)								Índice de Flocculação (%)	Silte Argila
Símbolo	Profundidade (cm)	Areia muito grossa 2-1 mm	Areia grossa 1-0,5 mm	Areia média 0,5-0,25 mm	Areia fina 0,25-0,1 mm	Areia muito fina 0,1-0,05 mm	Silte 0,05-0,002 mm	Argila <0,002 mm	Argila Natural		
A	0-15	2	1	9	347	243	169	230	180	92	0,73
AE	15-30	0	1	6	341	310	165	177	80	96	0,93
EA	30-43	0	0	7	370	331	141	151	80	95	0,93
Ec	43-60	0	1	8	487	313	91	101	50	95	0,9
BE	60-67	1	3	9	400	258	153	176	130	93	0,87
Btg	67-120	2	6	7	187	156	282	360	0	100	0,78
Cg	120-200+	0	1	3	119	111	241	526	180	97	0,46

Densidade do solo	pH (1:2,5)		C	P	Bases trocáveis (cmol _c kg ⁻¹)				Soma de bases (S) (cmol _c kg ⁻¹)
(kg dm ⁻³)	H ₂ O	KCl	(g kg ⁻¹)	(mg kg ⁻¹)	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	
1,18	4,66	3,66	8,2	0,86	0,9	0,7	0,2	0,0	1,8
1,32	4,51	3,65	3,7	0	0,2	0,1	0,1	0,0	0,4
1,25	4,63	3,73	2,3	0	0,2	0,1	0,1	0,0	0,4
1,37	4,81	3,9	0,2	0,12	0,1	0,1	0,0	0,0	0,3
-	5,03	3,77	0,7	0	0,2	0,1	0,1	0,0	0,4
1,39	5,59	3,59	1,9	0	0,2	0,4	0,1	0,3	1,0
1,33	5,86	3,46	2,8	0	0,4	1,5	0,1	0,8	2,8
Acidez extraível (cmol _c kg ⁻¹)		Valor T (cmol _c kg ₁)		Saturação por base (V%) 100xS/T		Saturação por alumínio (m%) 100xAl ³⁺ /Al ³⁺ + S		Saturação por sódio (Na%) 100xNa ⁺ /T	
Al ³⁺	H ⁺ +Al ³⁺								
1,6	5,9	7,7		23,1		46,6		0,3	
1,7	4,3	4,7		9,2		79,5		0,6	
1,4	3,5	3,8		9,3		79,5		0,7	
0,6	1,9	2,1		12,8		68,2		1,0	
1,8	3,5	3,9		9,7		83,0		1,0	
6,1	8,8	9,8		10,1		86,0		3,1	
7,7	10,7	13,5		20,9		73,2		5,8

AP12