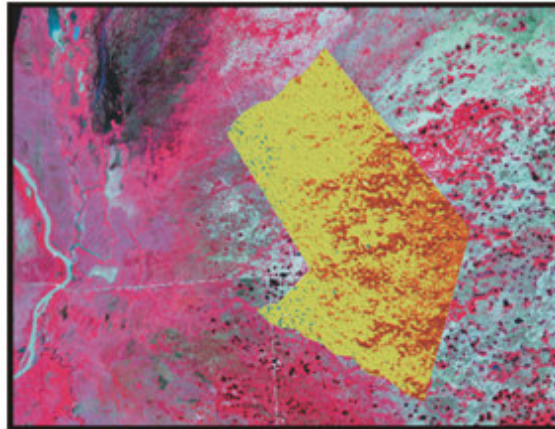




**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL  
DEPARTAMENTO DE GEOCIÊNCIAS  
CAMPUS DE AQUIDAUANA**

**VITOR MATHEUS BACANI**



**SENSORIAMENTO REMOTO APLICADO À ANÁLISE EVOLUTIVA  
DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NO PANTANAL DA  
NHECOLÂNDIA (MS): o exemplo da fazenda Firme.**

Aquidauana, 2007

VITOR MATHEUS BACANI

**SENSORIAMENTO REMOTO APLICADO À ANÁLISE EVOLUTIVA  
DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NO PANTANAL DA  
NHECOLÂNDIA (MS): o exemplo da fazenda Firme.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Geografia, como requisito final para a obtenção do título de Mestre em Geografia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Área de concentração: Planejamento Ambiental.

**Orientador:** Prof. Dr. Arnaldo Yoso Sakamoto

Aquidauana, 2007

VITOR MATHEUS BACANI

**SENSORIAMENTO REMOTO APLICADO À ANÁLISE EVOLUTIVA  
DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NO PANTANAL DA  
NHECOLÂNDIA (MS): o exemplo da fazenda Firme.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Senso* em Geografia, como requisito final para a obtenção do título de Mestre em Geografia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Área de concentração: Planejamento Ambiental.

**DATA DE APROVAÇÃO:** \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Arnaldo Yoso Sakamoto  
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

---

Prof. Dr. Ailton Luchiari  
Universidade de São Paulo

---

Prof. Dr. Wallace de Oliveira  
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

***Aos meus amados pais: Magaly e Roosevelt pela  
dádiva da vida, amor e perseverança.***

***À querida Priscila pelo carinho, paciência e  
auxílio.***

***DEDICO***

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a todos que diretamente ou indiretamente colaboraram para a realização deste trabalho de pesquisa, especialmente;

Ao Prof. Dr. Arnaldo Yoso Sakamoto, pela orientação, amizade e oportunidade de continuar trabalhando no grupo de pesquisas do Pantanal, serei sempre grato.

Ao Prof. Dr. José Pereira de Queiroz Neto, importante precursor desta linha de pesquisa desenvolvida no Pantanal da Nhecolândia.

Ao Prof. Dr. Ailton Luchiari, pela oportunidade de estagiar no LASERE da Universidade de São Paulo, sem a qual não seria possível a realização deste.

Aos colegas Fernando Shinji Kawakubo e Rúbia Gomes Morato pelos importantes ensinamentos transmitidos durante a realização do estágio no LASERE/USP.

Aos Professores Dr. Nelson Marisco e Dr. Wallace de Oliveira pelas importantes críticas e sugestões apresentadas durante o exame de qualificação.

À Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Luiza Luciana Salvi pela amizade, carinho e experiência profissional.

Ao Prof. Dr. Hervé Quenol, que mesmo a distância, sempre demonstrou amizade apoio e contribuições, não se esquecendo dos colegas “pantaneiros”.

À Prof.<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup>. Déborah de Oliveira e à Prof.<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Rosely Pacheco Dias Ferreira pela amizade, profissionalismo e incentivo prestados.

Ao Prof. Dr. Laurent Barbiéro; à Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Sônia Furian e à Sheila Furquim pela amizade, contribuição e ensinamentos realizados durante os trabalhos de campo.

Aos colegas da equipe do Projeto “Funcionamento Hidrológico, Físico e Biogeoquímico do Pantanal da Nhecolândia, Mato Grosso do Sul, Brasil”, pelo espírito científico transmitido.

Ao proprietário da fazenda Firme pela autorização de nossa entrada em sua propriedade para realização desta pesquisa.

Ao Sr. Umberto e Sr. Renato (funcionários da fazenda Firme) por nos auxiliar durante os trabalhos de campo com a sábia experiência local.

À Prof<sup>a</sup>. M.Sc. Gloria Maria Gelle de Oliveira pela amizade, carinho e preocupação demonstrada.

À Pró-reitoria de Pesquisa e Pós-graduação – PROPP, pelo apoio financeiro e institucional.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, pelo apoio financeiro.

À FUNDECT, pelo apoio financeiro.

À Secretaria Estadual de Meio Ambiente de MS - SEMACT-MS, pelo constante apoio institucional.

À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA/PANTANAL) de Corumbá, em especial à pesquisadora Dr<sup>a</sup>. Sandra Aparecida Santos.

Ao Departamento de Ciências Humanas do Campus de Três Lagoas pela constante acolhida durante o desenvolvimento deste trabalho.

Aos amigos e docentes do Mestrado em Geografia de Aquidauana-MS.

*“Somente depois que a ultima árvore for derrubada, o último peixe for morto, o último rio envenenado, o homem verá que dinheiro não se come”.*

**PROVÉRBIO INDÍGENA**

## RESUMO

O Pantanal Mato-Grossense não se constitui numa unidade homogênea por toda sua extensão. À medida que nos dirigimos da escala macrorregional para uma escala sub-regional, nota-se uma mudança na fisiografia da paisagem. A Nhecolândia é uma sub-região do Pantanal caracterizada pela presença de rios, “baías”, “salinas”, “vazantes”, “corixos”, “banhados”, “cordilheiras”, “campos limpos”, “campos sujos”, matas e cerrados. Objetiva-se avaliar a evolução do uso e ocupação do solo e seus impactos nas diferentes unidades da paisagem do Pantanal da Nhecolândia situadas na fazenda Firme, ao longo dos anos de, 1987, 1994 e 2004. O delineamento teórico que norteou as ações metodológicas desta pesquisa reporta-se ao entendimento das concepções de paisagem, apoiadas na análise integrada do ambiente. As etapas percorridas para execução desta pesquisa resumem-se em duas etapas principais: identificar a área com maior grau de alteração através dos mapas de uso do solo de 1987, 1994 e 2004, e em seguida analisar o comportamento microclimático e a morfologia dos solos em unidades de paisagem naturais e alteradas por ação antrópica. Realizou-se, inicialmente uma classificação de lagoas “salinas” (alcalinas) e “baías” (lagoas que não exibem alcalinidade) com base em dados de sensoriamento remoto e medidas dos parâmetros físico-químicos (pH, condutividade elétrica e temperatura) das lagoas à campo. A distinção entre lagoas “salinas” e “baías” auxiliou a etapa seguinte de mapeamento do uso e ocupação do solo, em 5 classes: solo nu, campo natural ou pastagem, “cordilheira”, “salina” e corpos de água doce (“baías” e “vazantes”), por meio de imagens CBERS-2/CCD, LANDSAT-5/TM e trabalhos de campo. Consecutivamente, elaborou-se um modelo numérico de terreno (MNT), associando-se as diferentes cotas altimétricas às unidades de paisagem mapeadas. Após a identificação da área mais impactada procederam-se os levantamentos de campo. Selecionou-se uma salina experimental, denominada “Pedra do sol”. Traçou-se um transecto no sentido E-W de aproximadamente 650 m, abrangendo três unidades de paisagem: área de pastagem (área desmatada), “praia salina” e “cordilheira” (mata natural). Estudaram-se nestes três ambientes a organização da morfologia dos solos e o comportamento microclimático. Os resultados apontaram uma elevada correlação entre a ocorrência de unidades de paisagem com determinados agrupamentos de cotas altimétricas. Dentre as 17 lagoas mensuradas a campo, 9 foram classificadas como “salinas” e 5



como “baías”. As principais transformações ocorridas nas 5 classes mapeadas são: a intensificação do uso do solo (desmatamentos, expansão das áreas de pastagem, estradas, entre outras) e as oscilações do regime hidrológico, configuradas pelos diferentes níveis de inundação. O comportamento microclimático e a organização da morfologia do solo da unidade de paisagem “cordilheira” e “praia salina” demonstraram elevada correspondência com estudos realizados no Pantanal da Baixa Nhecolândia, entretanto a área de pastagem (desmatada) revelou profundas alterações microclimáticas e pedológicas. As transformações decorrentes do uso do solo têm se intensificado mais recentemente com a expansão das áreas de pastagem. Esta unidade de paisagem configura-se como um ambiente que se expande fortemente na paisagem da sub-região da Nhecolândia, cujos impactos foram evidenciados nos mapeamentos efetuados.

**Palavras-chave:** Uso e ocupação do solo, desmatamento, sensoriamento remoto, microclima, Pantanal da Nhecolândia.

## RÉSUMÉ

Le Pantanal Mato-Grossense n'est pas constitué d'une unité homogène sur toute son extension. L'analyse que nous réalisons de l'échelle macro-régionale à une échelle sub-régionale montre une forte hétérogénéité du paysage. La Nhecolândia est une sous région du Pantanal caractérisée par la présence de rivières, de "baías", de salines, de "vazantes", de "corixos", de "banhados", de cordillères, de sols nus, de friches, de forêts et de savanes. L'objectif est d'étudier l'évolution des usages et de l'occupation du sol et de leurs impacts sur les différentes unités du paysage du Pantanal de la Nhecolândia. Cette étude se déroulera sur le site de la ferme Firme, au cours des années 1987, 1994 et 2004. La base théorique qui a orienté la méthodologie de ce projet de recherche est que la compréhension des conceptions du paysage s'appuie dans l'analyse intégrée de l'environnement. Les étapes nécessaires pour réaliser cette recherche sont résumés dans deux phases principales: identifier la région avec les plus grandes évolutions et modifications à partir des cartes d'occupation du sol de 1987, 1994 et 2004, et puis analyser le comportement micro-climatique et morphologiques des sols des différentes unités de paysage modifiées par l'action de l'homme. Nous réaliserons, initialement, une classification des lagunes "salinas" (alcalines) et "baías" (lagunes non alcalines) à partir de données issues de la télédétection et à partir de la mesure des paramètres physiques chimiques (pH, conductivité électrique et température) des lagunes du site expérimental. La distinction entre les lagunes "salinas" et "baías" aidera à réaliser une carte des usages et de l'occupation du sol en 5 classes: sol nu, champ naturel ou pâturage, cordillère, "salina" et plans d'eau ("baías" et "vazantes"). Ce travail sera réalisé à partir d'images CBERS-2/CCD, LANDSAT-5/TM et des expérimentations sur le terrain. Ensuite, l'élaboration d'un modèle numérique de terrain (MNT) permettra d'associer l'altitude avec les différentes unités du paysage et de réaliser une cartographie montrant la relation entre ces deux éléments. Après l'identification du secteur le plus modifié, nous avons procédé à des enquêtes de terrain. Une "saline" a été choisie comme site expérimentale, dénommée "Salina pedra do sol". Un transect a été réalisé dans la direction E-W, sur une distance d'environ 650 m, en traversant trois unités de paysage: la région de pâturage (secteur déboisé), la plage de la saline et la cordillère (forêt naturelle). Sur ces trois types de paysage, nous avons étudié l'organisation de la morphologie des sols et les

comportements micro-climatique. Les résultats ont montré une forte corrélation entre le type d'occupation du sol et la topographie. Parmi les 17 lagunes analysées, 9 ont été classés comme "salina" et 5 comme " baías ". Les principales transformations dans les 5 classes cartographiées sont: l'intensification de l'utilisation du sol (déboisements, expansion des secteurs de pâturage, routes, etc...) et les oscillations du régime hydrologique matérialisées par les différents niveaux d'inondation. Le comportement micro-climatique et l'organisation de la morphologie du sol de l'unité de paysage "cordillère" et "praia salina" ont démontré l'importante corrélation avec d'autres études réalisées au Pantanal de la Basse Nhecolândia. Cependant, les régions de pâturage (déboisé) ont révélé d'importantes modifications micro-climatiques et géomorphologiques. Les transformations liées à l'utilisation du sol se sont intensifiées récemment avec l'expansion des secteurs de pâturage. Cette unité du paysage se caractérise comme un environnement qui se développe fortement dans le paysage de la sub-região du Nhecolândia, dont les impacts ont été mis en évidences dans les différentes cartes.

**Mot-clés:** usage et occupation du sol, déforestation, télédétection, microclimat, Pantanal de la Nhecolândia.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Desmatamento nas sub-regiões do Pantanal até 2000.....	24
Figura 2 - Localização da área de estudo.....	27
Figura 3 - Os Pantanaís Mato-Grossenses na Bacia do Alto Paraguai.....	36
Figura 4 - Carta geológica.....	38
Figura 5 - Mapa geomorfológico.....	40
Figura 6 - Mapa de solos do Pantanal Mato-Grossense.....	44
Figura 7 - Pantanaís Mato-Grossenses.....	47
Figura 8 - Recente sub-divisão do Pantanal Mato-Grossense.....	48
Figura 9 - O Pantanal da Nhecolândia.....	49
Figura 10 - Temperatura média do ar na fazenda Nhumirim, sub-região da Nhecolândia, Pantanal, MS, em 2000, comparada à normal climatológica (1977-1999).....	50
Figura 11 - Distribuição do total mensal de precipitação pluviométrica na fazenda Nhumirim, sub-região da Nhecolândia, Pantanal, MS, em 2000, comparada à normal climatológica (1977-1999).....	51
Figura 12 - Vista aérea do Pantanal da Nhecolândia.....	53
Figura 13 - Compartimentação do Pantanal da Nhecolândia.....	55
Figura 14 - Respostas espectrais de alvos.....	59
Figura 15 - Fluxograma dos procedimentos metodológicos.....	64
Figura 16 - Processo de obtenção de imagens por sensoriamento remoto.....	70
Figura 17 - Etapas para elaboração de mapas de uso do solo.....	72
Figura 18 - Sítio de experimentos microclimáticos e pedológicos.....	81
Figura 19 - Localização dos abrigos instalados em diferentes unidades de paisagem.....	83

Figura 20 - Realização de tradagem no interior da “cordilheira” próximo ao abrigo 3.....	86
Figura 21 - Localização das lagoas amostradas para mensuração de parâmetros físico-químicos.....	89
Figura 22 - Modelo numérico de terreno.....	92
Figura 23 - Principais alvos espectrais identificados na classe solo nu.....	94
Figura 24 – Classes: “cordilheira” e pastagem.....	95
Figura 25 - As classes: “salina” e corpo de água doce.....	96
Figura 26 - Mapa de vegetação e uso do solo em 1987.....	97
Figura 27 - Mapa de vegetação e uso do solo em 1994.....	98
Figura 28 - Mapa de vegetação e uso do solo em 2004.....	99
Figura 29 - Mapa síntese de mudanças.....	100
Figura 30 - Evolução em porcentagem das classes mapeadas de 1987, 1994 a 2004.....	101
Figura 31 – Queimadas.....	100
Figura 32 - Comportamento hidrológico em 1986 e 1987.....	106
Figura 33 - Comportamento hidrológico em 2003 e 2004.....	107
Figura 34 - Esquema de funcionamento de uma “salina” preservada.....	109
Figura 35 - Esquema de funcionamento de uma “salina” com “cordilheira” desmatada.....	110
Figura 36 - Perfil pedomorfológico da lagoa “salina” “Pedra do Sol”.....	112
Figura 37 - Imagem GOES-12 a meia noite de 17/11/2006.....	116
Figura 38 - Carta sinótica a 00h 00min de 17/11/2006.....	117
Figura 39 - Imagem GOES-12 ao meio dia de 17/11/2006.....	118
Figura 40 - Carta sinótica à 00h 00min de 17/11/2006.....	119
Figura 41 - Imagem GOES-12 às 09h 00min de 18/11/2006.....	120

Figura 42 - Carta sinótica à 00h 00min de 18/11/2006.....	121
Figura 43 - Carta sinótica às12h 00min de 18/11/2006.....	122
Figura 44 - Imagem GOES-12 às 12h 00min de 19/11/2006.....	124
Figura 45 - Carta sinótica às12h 00min de 19/11/2006.....	125
Figura 46 - Organização pedológica e microclimática na “salina” experimental “Pedra do Sol”.....	127

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Características espectrais e espaciais do sensor TM.....	58
TABELA 2 - Índices para classificação de lagoas do Pantanal da Baixa Nhecolândia.....	79
TABELA 3 - Lagoas amostradas e suas respectivas características físico- químicas.....	90
TABELA 4 - Área ocupada pelas classes de uso do solo em 1987, 1994 e 2004.....	101

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Principais características do CBERS-2.....	57
Quadro 2 - Principais características e aplicações da radiação eletromagnética correspondente às bandas do sensor TM do LANDSAT 5.....	61
Quadro 3 - Lista de equipamentos e materiais.....	66
Quadro 4 - Escalas máximas de abordagens para sensores dos satélites LANDSAT e SPOT.....	68



## SUMÁRIO

<b>APRESENTAÇÃO.....</b>	<b>18</b>
<b>CAPÍTULO I.....</b>	<b>19</b>
<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>20</b>
1.1 Objetivos.....	21
1.1.1 Geral.....	21
1.1.2 Específicos.....	22
1.2 Problemática e justificativa.....	22
1.3 Área de estudo.....	26
<b>CAPÍTULO II.....</b>	<b>29</b>
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>30</b>
2.1 O Pantanal Mato-Grossense.....	35
2.1.1 Geologia.....	37
2.1.2 Geomorfologia.....	39
2.1.3 Clima.....	41
2.1.4 Hidrografia.....	42
2.1.5 Pedologia.....	43
2.1.6 Vegetação.....	44
2.2 Sensoriamento remoto como ferramenta de compartimentação dos “Pantanaís Mato-Grossenses”.....	45
2.3 O Pantanal da Nhecolândia.....	49
2.4 Características gerais dos satélites CBERS-2/CCD e LANDSAT-5/TM...	56
2.4.1 O satélite CBERS-2/CCD.....	56
2.4.2 O satélite LANSAT-5/TM.....	58
<b>CAPÍTULO III.....</b>	<b>62</b>
<b>3 MATERIAIS, PROCEDIMENTOS E TÉCNICAS.....</b>	<b>63</b>
3.1 Material bibliográfico, cartográfico e iconográfico.....	65
3.2 Definição da escala de análise.....	68
3.3 Geoprocessamento e sensoriamento remoto.....	69
3.4 Tratamento digital de imagens.....	71
3.4.1 Técnicas de pré-processamento.....	73
3.4.2. Técnicas de realce.....	74

3.4.3 Segmentação de imagem.....	74
3.4.4 Classificação de imagem.....	75
3.4.4.1 Classificação por regiões.....	77
3.5 Modelo numérico de terreno.....	78
3.6 Mapeamento das unidades de paisagem.....	78
3.7 Avaliação das transformações paisagísticas.....	80
3.7.1 Experimento microclimático.....	81
3.7.2 Experimento pedológico.....	85
<b>CAPÍTULO IV.....</b>	<b>87</b>
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	<b>88</b>
4.1 Características físico-químicas das lagoas.....	88
4.2 As diferenças altimétricas e suas relações com a paisagem.....	91
4.3 Classes de uso e ocupação do solo.....	94
4.4 Evolução da vegetação e uso do solo de 1987 a 2004.....	96
4.5 Cartografia pedomorfológica e o microclima das unidades de paisagem.	111
4.5.1 A morfologia do solo.....	111
4.5.2 Comportamento microclimático.....	115
4.5.2.1 Análise sinótica da circulação atmosférica.....	115
4.5.2.2 O microclima das unidades de paisagem.....	126
<b>5 CONCLUSÕES.....</b>	<b>131</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>133</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>144</b>
ANEXO A - Tabelas padronizadas pelo Ministério da Aeronáutica Brasileira para efeito de cálculo da umidade relativa com psicrômetro não aspirado.....	145
ANEXO B - Escala de Beaufort apresentada pelo INPE/CPTEC.....	156
ANEXO C – Planilhas de observações microclimáticas a campo.....	158

## **APRESENTAÇÃO**

Esta dissertação é fruto da pesquisa realizada no Pantanal da Nhecolândia, situado no Pantanal Sul-Mato-Grossense, vinculada ao Departamento de Geociências do Campus de Aquidauana e com apoio institucional do Departamento de Ciências Humanas do Campus de Três Lagoas da UFMS, do Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo e da Universidade de Rennes II - HAUTE BRETAGNE. Contou com o apoio das bolsas CAPES e PROPP/UFMS e do Projeto: “Funcionamento Hidrológico, Físico e Biogeoquímico do Pantanal da Nhecolândia, Mato Grosso do Sul, Brasil”, sob orientação do Prof. Dr. Arnaldo Yoso Sakamoto, com a finalidade de obter o título de Mestre em Geografia, cujo título é “Sensoriamento remoto aplicado a análise evolutiva do uso e ocupação do solo no Pantanal da Nhecolândia (MS): o exemplo da fazenda Firme”.

## **CAPÍTULO I**

## 1 INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas estudos relacionados a mapeamentos da cobertura vegetal, monitoramento de enchentes e uso do solo, a partir de técnicas de sensoriamento remoto, têm se constituído numa constante em estudos ambientais, sobretudo em trabalhos de cunho geográfico. Nesse sentido, a Geografia na busca do entendimento das transformações paisagísticas, configura-se como capaz de apontar importantes subsídios para compreensão de diversos problemas sócio-ambientais.

Com o advento das imagens de satélite e o desenvolvimento da informática houve um incremento ainda maior nas possibilidades de leitura do espaço geográfico, em diversas escalas, acarretando num desenvolvimento de ferramentas voltadas à análise espacial, cada vez mais, sofisticadas que vem marcar a era do geoprocessamento.

O progresso do saber científico acerca das técnicas de geoprocessamento tem auxiliado em muito o aproveitamento de informações detectadas por sistemas sensores.

Tais tecnologias têm caminhado lado a lado com o desenrolar de ações humanas que na ânsia de atender as necessidades exigidas pelo sistema capitalista resultam em diversas degradações ambientais. Atualmente, o Pantanal Mato-Grossense tem apresentado problemas nesse sentido, do tipo: desmatamentos, queimadas, contaminação dos recursos hídricos, cheias excepcionais e secas severas, entre outros.

Desta maneira, buscar-se-á o entendimento das transformações ocorridas nas unidades de paisagem do Pantanal da Nhecolândia associadas a principal atividade econômica local e regional: a pecuária, que ao passo que se amplia, contribui com o aumento da supressão da vegetação arbórea nativa.

Outro importante fator a ser considerado, principalmente em se tratando do uso e ocupação do solo em áreas úmidas, refere-se à modelização cartográfica das inundações, no intuito de se estabelecer diretrizes para um uso adequado do solo, sob a perspectiva da gestão e planejamento ambiental.

Esta pesquisa atende a um projeto maior, financiado pelo convênio CAPES/COFECUB nº 412/03, intitulado: “Funcionamento Hidrológico, Físico e Biogeoquímico do Pantanal da Nhecolândia, Mato Grosso do Sul, Brasil”, sob Coordenação do Prof. Dr. Arnaldo Yoso Sakamoto.

## **1.1 Objetivos**

### **1.1.1 Geral**

- Avaliar a evolução do uso e ocupação do solo e seus impactos nas diferentes unidades de paisagem do Pantanal da Nhecolândia situadas na fazenda Firme, ao longo dos anos de 1987, 1994 e 2004.

### **1.1.2 Específicos**

- Elaborar 3 mapas de uso e ocupação do solo da fazenda Firme dos seguintes períodos: 1987, 1994 e 2004;
- Classificar as lagoas em “salinas” e não “salinas”, com base em trabalhos de campo e sensoriamento remoto;
- Associar as unidades de paisagem com as diferentes altimetrias;
- Quantificar a evolução dos desmatamentos e avaliar seus impactos nas unidades de paisagem;
- Analisar o comportamento microclimático e pedomorfológico da área detectada como a mais impactada.

## **1.2 Problemática e justificativa**

O Pantanal Mato-Grossense não se constitui numa unidade homogênea por toda sua extensão. Segundo Sakamoto (1997), à medida que nos dirigimos da escala macrorregional para uma escala sub-regional, nota-se uma mudança na fisiografia da paisagem, principalmente se considerarmos: os gradientes topográficos, áreas de inundação do rio Paraguai, feições morfológicas do relevo, os solos e a vegetação.

O Pantanal destaca-se mundialmente como uma “vitrine ambiental”, sendo considerado como um dos “maiores sistemas contínuos de áreas úmidas do mundo” (BULCHER et al., 1994).

Problemas relacionados às formas de uso do solo no Pantanal já foram mencionados anteriormente por diversos ambientalistas. De acordo com Monteiro (1981), o Pantanal, é pontuado por grandes fazendas esparsas, e, à medida que se multiplicam as estradas de acesso na região, ocorrerá um forte perigo de um sistemático “ataque destruidor”. Passados 25 anos do alerta de Monteiro, a configuração dos “sistemáticos ataques destruidores”, tornam-se cada vez mais concretizados, dentre eles podemos citar, o desenvolvimento das atividades turísticas e da pesca profissional e amadora, cujos controles ainda são precários, e o avanço da pecuária extensiva, sobretudo na denominada região da “Curva do Leque” onde se encontra inserida a fazenda Firme.

Padovani et al. (2004), realizaram um mapeamento dos desmatamentos no Pantanal Mato-Grossense até o ano de 1994, que aponta a sub-região da Nhecolândia como área mais impactada pelo desflorestamento (Figura 1).



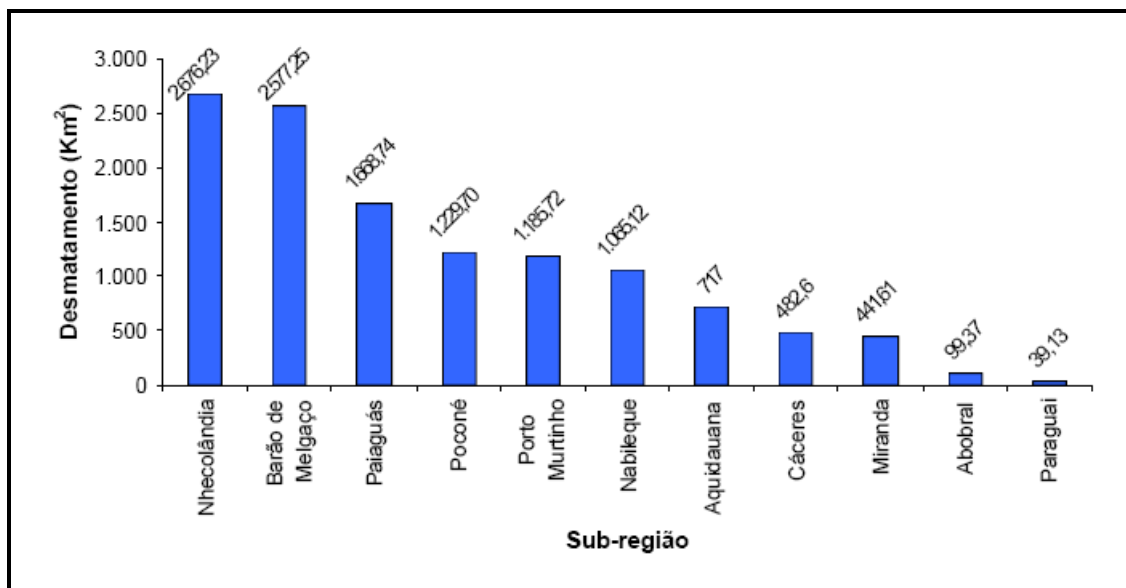


Figura 1 – Desmatamento nas sub-regiões do Pantanal até 2000.  
Fonte: PADOVANI et al., 2004.

O desmatamento no Pantanal está fortemente ligado a interesses de pecuaristas em aumentar suas áreas de pastagens, conforme explicado abaixo.

Cattle ranchers are stewards of the great majority of Pantanal lands and since aspects of extensive cattle ranching, namely, deforestation for implanting pastures, may conflict with national (and international) priorities for protection of the region's unique natural resources, an exploration of the relationships between the "pantaneiros" and their landscape is proposed (SEIDL et al., 2001, p. 414).

Nesse sentido torna-se válida a utilização de técnicas de geoprocessamento na identificação das transformações ocorridas na paisagem associadas à organização espacial da morfologia do relevo, a configuração espacial das águas superficiais, da cobertura vegetal e, uso e ocupação do solo. Uma análise multitemporal possibilita representar o processo de ocupação e os respectivos impactos causados a cada unidade de paisagem do Pantanal da Nhecolândia, e,

sobretudo, para aprofundar no conhecimento do ambiente pantaneiro no sentido de orientar o uso e ocupação adequado às peculiaridades regionais da planície.

O Código Florestal Brasileiro prevê para todo Centro-Oeste, que as derrubadas de florestas nativas, primitivas ou regeneradas, só serão permitidas desde que seja, em qualquer caso, respeitado o limite mínimo de 20% da área de cada propriedade com cobertura arbórea localizada, a critério da autoridade competente. Nesse sentido, este estudo é importante também para verificar se os 20% das áreas destinadas à preservação permanente, estão sendo respeitadas devidamente. Ainda com base no Código Florestal, é muito importante a realização de análises para verificação das áreas de preservação permanente (BRASIL, 1965).

Art. 11. Consideram-se de preservação permanente (Lei nº 4.771, de 1965, arts. 2º e 3º, com a redação dada pelas Leis nº 7.511, de 7 de setembro de 1986, art. 1º e 7.803 de 18 de setembro de 1989, art. 1º):  
I - as florestas e demais formas de vegetação natural situadas:  
b) ao redor das lagoas, lagos ou reservatórios d'água naturais ou artificiais (BRASIL, 1965).

Com base no disposto “I b”, somado aos desmatamentos do Pantanal mapeados por Silva e Abdon (1997); Padovani et al. (2004), que apontam o Pantanal da Nhecolândia com os maiores índices de desmatamentos, levanta-se como hipótese inicial uma possível ocorrência de desflorestamento de áreas consideradas como de preservação permanente.

Segundo Calheiros (2003), todos esses impactos antrópicos têm ainda um grande potencial de agravamento com a adoção de opções de desenvolvimento simplificadas e tradicionais numa área considerada Patrimônio Nacional pela Constituição da República Federativa do Brasil de 1988 (BRASIL, 1988); Patrimônio

da Humanidade e Reserva da Biosfera pela UNESCO (2000), e que, portanto carece de pesquisas mais específicas.

Contudo, o entendimento da evolução do uso do solo realizado no Pantanal da Nhecolândia, pretende contribuir, através de técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto, com o entendimento das transformações paisagísticas ocorridas ao longo das últimas duas décadas.

### **1.3 Área de estudo**

A área de estudo é a fazenda Firme que se situa na porção oeste do Pantanal da Nhecolândia; é limitada ao norte pela vazante do Corixão e ao Sul pelo rio Negro (Figura 2). Esta região é denominada regionalmente por “Curva do Leque”.

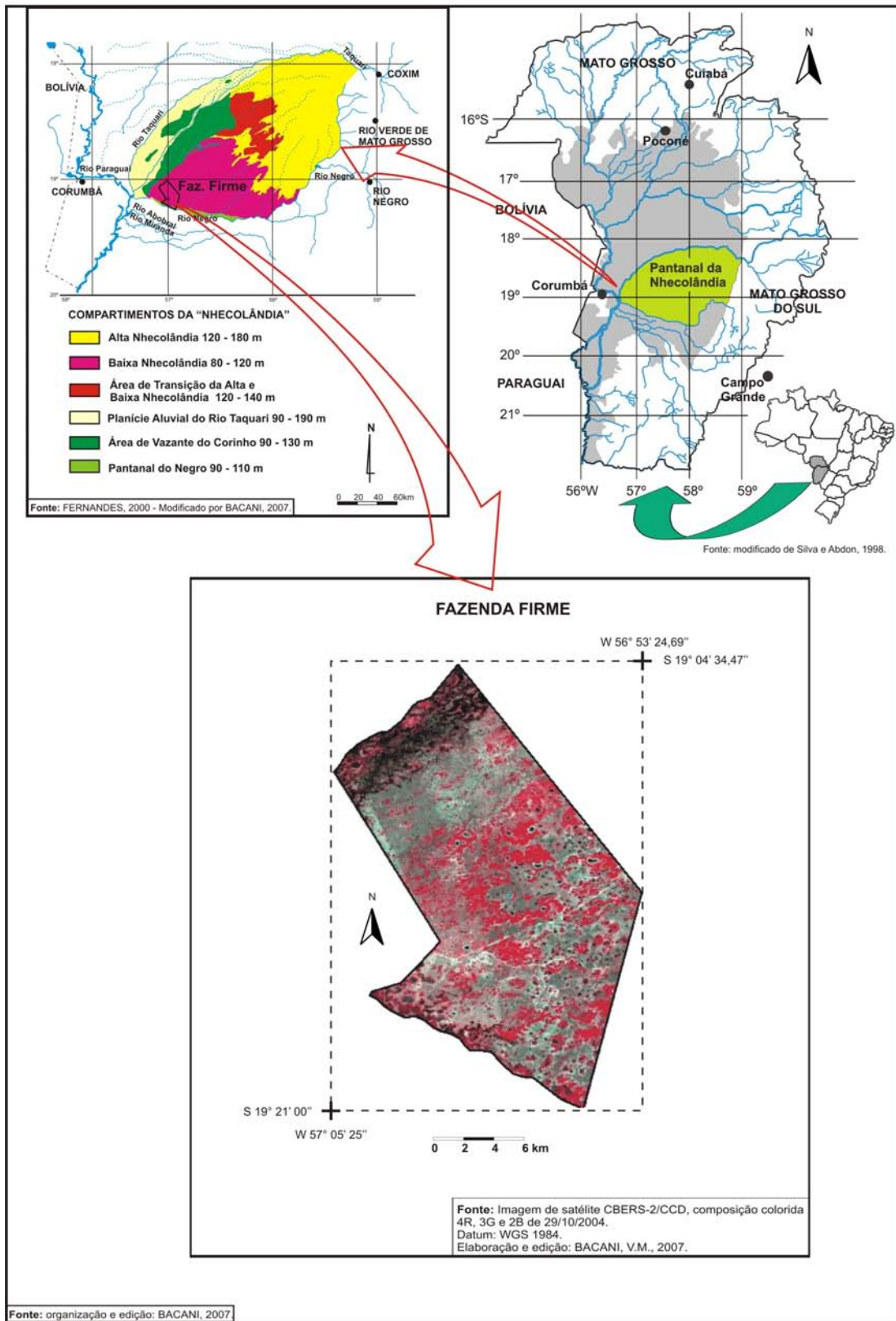


Figura 2 – Localização da área de estudo.

De acordo com o mapa da estrutura fundiária da Nhecolândia, editado e digitalizado por Pellegrin (2003), a fazenda Firme apresenta uma área de 34.229,7 ha localizando-se, portanto, no interflúvio Taquari-Negro.

Segundo Franco e Pinheiro (1982, p.195 apud BRASIL, 1982):

no interflúvio Taquari-Negro, além das feições marcadas por fraca e mediana inundação, registrou-se uma área caracterizada como planície fluviolacústre. [...] O setor sudoeste do referido interflúvio corresponde a uma área conhecida como Pantanal da Nhecolândia. Esta se destaca no conjunto do macroleque aluvial do Taquari. [...] Os setores norte e noroeste correspondem a áreas de mediano alagamento, que constituem a borda esquerda do rio Taquari.

Considerando a compartimentação dos Pantanaís Mato-Grossenses proposta por Franco e Pinheiro (1982 apud BRASIL, 1982), a área de estudo encontra-se no Pantanal do Taquari, atualmente denominado Pantanal da Nhecolândia. Baseando-se na compartimentação do Pantanal da Nhecolândia elaborada por Fernandes (2000), a fazenda Firme enquadra-se no Pantanal da Baixa Nhecolândia.

## **CAPÍTULO II**

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

O delineamento teórico que norteou as ações metodológicas desta pesquisa reporta-se ao entendimento das concepções de paisagem, apoiadas na análise integrada do ambiente.

A paisagem enquanto categoria de análise da Geografia intensifica-se, sobretudo a partir da década de 1960, constituindo-se em uma base referencial ao discurso geográfico. Porém é importante destacar que a paisagem é um termo bastante antigo e que tem sofrido duras críticas ao longo dos anos. Ao mesmo tempo, adquiriram-se importantes bases para discussão teórica, tais como a região, território, o meio. Tal importância refere-se ao caráter de agregar ao mesmo tempo, a combinação e a síntese de fenômenos espaciais, considerada tão custosa aos geógrafos (DIAS, 2003).

As definições clássicas de paisagem encontradas em dicionários a colocam como uma porção do espaço que se abrange num lance de vista, dando ênfase aos aspectos visíveis. Trata-se de uma definição que parte do senso popular, chegando a atingir a posição definida por muitos cientistas. Em concordância com estes conceitos de que a paisagem resume-se naquilo que a vista abrange num olhar destacam-se BRUNET (1974) e LACOSTE (1977).

Para muitos geógrafos a paisagem vai além do que se vê, abarcando inclusive aspectos invisíveis. Taillefer (1972, p. 136 apud DIAS, 2003) diz que a paisagem é: “un ensemble de faits, visibles ou invisibles, dont nous ne percevons, à un donné, que le résultat global”.

De encontro às concepções apresentadas a respeito da associação da paisagem ao que se vê, Marcel (1994) afirma que: "le paysage n'a pas besoin d'être vu pour exister."

Para Giblin (1978, p. 81 apud DIAS, 2003) a paisagem adquire grande importância aos geógrafos, pois retrata de maneira sintética as interações existentes entre o meio físico e humano, assim explicado: "pour lês géographes, le paysage est un cadre à la fois concret et synthétique, puisque de rencontre entre la nature et l'histoire, entre le milieu physique et le milieu humain."

Principalmente durante as décadas de 60 e 70, em muitos países, a noção de geossistema, influenciada fortemente pelo geógrafo russo Vitor B. Sotchava, torna-se cada vez mais veemente, sobretudo no ramo da Geografia Física na qual este "chavão" passa a ser considerado como um princípio fundamental em trabalhos de diversos pesquisadores (ISACHENKO, 1971; CHORLEY, 1971; CHORLEY e KENNEDY, 1971; HIDORE, 1974; DYAKONOV, 1974 apud SOTCHAVA, 1977).

Em conseqüente, poucos anos mais tarde, a escola francesa responde as acepções feitas à paisagem pelos russos com a publicação do artigo intitulado "Paysage et géographie physique global: esquisse méthodologique" pelo geógrafo George Bertrand. Em seu entendimento:

a paisagem não é a simples adição de elementos geográficos disparatados. É numa determinada porção do espaço, o resultado da combinação dinâmica, portanto instável, de elementos físicos, biológicos e antrópicos que, reagindo dialeticamente uns sobre os outros, fazem da paisagem um conjunto único e indissociável, em perfeita evolução. (BERTRAND, 1972, p. 2).

Para Bertrand (1972) a paisagem pode ser compreendida em seis níveis têmporo-espaciais: Zona, Domínio, Região, Geossistema, Geofácia e Geótopo. O geossistema é o que melhor se adequa a área de estudo em questão, por se tratar



de uma unidade dimensional compreendida entre alguns quilômetros quadrados a uma centena de quilômetros quadrados e, ser nesta escala que se situa a maior parte dos fenômenos de interferência entre os elementos da paisagem. O geossistema constituído de um “potencial ecológico” (Geomorfologia + Clima + Hidrologia), uma “exploração biológica” (Vegetação + Solo + Fauna) e uma ação antrópica não apresenta necessariamente, homogeneidade fisionômica, e sim um complexo essencialmente dinâmico.

Almeida (1986) afirma que conforme a integração entre as partes componentes do geossistema e com base na teoria resistásica de H. Erharts foi criada uma tipologia de geossistemas agrupados em dois conjuntos dinâmicos: Os Geossistemas em Biostasia, com atividade geomorfogenética fraca ou nula de acordo com a maior ou menor estabilidade do potencial ecológico; classificam-se em: “climácicos”, “paraclimácicos”, “degradados com dinâmica progressiva” e “degradados com dinâmica regressiva”. Os Geossistemas em Resistasia são aqueles em que a geomorfogênese domina a dinâmica da paisagem. Conforme as causas da ativação morfogenética se classificam em geossistemas em resistasia natural e geossistemas em resistasia antrópica. Esta tipologia dinâmica, ao caracterizar a organização espacial oferece subsídios ao planejamento ambiental, possibilitando a definição de áreas de preservação, de controle e de recuperação.

Tricart (1976) faz uma proposta semelhante à de Bertrand (1972). Esta procura aplicar a relação entre a morfogênese e a pedogênese e classifica as unidades naturais em função da sua susceptibilidade à degradação. Inicialmente distingue meios morfodinâmicos instáveis, intermediários (ou “intergrade”) e muito instáveis. Nos meios estáveis, a morfogênese é quase imperceptível e a pedogênese se processa livremente desde que haja aportes de detritos orgânicos.

Nos meios intermediários a morfogênese e a pedogênese atuam concomitantemente, enquanto a pedogênese se processa em profundidade, a morfogênese trunca o perfil do solo por decapagem ou agradação. Nos meios muito instáveis a morfogênese predomina em relação à pedogênese.

A fase seguinte do trabalho classificatório proposto por Tricart corresponde à avaliação integrada das características regionais, que compreende:

a) definição do quadro regional (análise das condições climáticas e morfoestruturais);

b) análise morfodinâmica (sistemas morfogenéticos, processos atuais, influências antrópicas, grau de estabilidade morfogenética);

c) recursos ecológicos (recursos e regimes hídricos, condições ecoclimáticas, solos, diagnóstico agroecológico);

d) problemas de ordenação, levando em consideração a dinâmica do meio natural, os fatores humanos e econômicos.

J. Tricart, também trouxe importantes contribuições ao entendimento da paisagem, porém direcionadas não exatamente na linha geossistêmica, a qual teceu críticas consideráveis, mas na mais recente denominada ecogeografia. Para o autor:

Dès ses origines, donc, la notion de scientifique de paysage est une notion concrète, conformément au sens populaire du terme employé. Elle englobe tout ce que nous voyons: le relief, la végétation spontanée ou modifiée par l'Homme, les maisons, les chemins, les routes... Elle inclut aussi, nécessairement, leur agencement, leurs rapports spatiaux apparents (pattern). Cependant, le sens scientifique du terme s'est peu à peu différencié du sens commun. Il s'est enrichi en englobant des éléments qui ne sont pas immédiatement visible, comme le sol, mais qui sont étroitement associés aux objets observables. (TRICART, 1985, p.114).

É válido destacar que as abordagens acima apresentam derivações das teorias sistêmicas, que por sua vez, atendem as exigências de estudos integrados

do meio ambiente, onde cada elemento da paisagem não pode ser entendido isoladamente.

De acordo com Passos (2003), a partir dos anos setenta, os geógrafos se voltaram para a análise integrada do meio ambiente, apoiando-se, sobretudo nos avanços recentes da Biogeografia que, por exemplo, tem o papel de aplicação da Teoria dos Sistemas à elaboração do Geossistema como modelo teórico da paisagem. A palavra sistema, representando um conjunto organizado de elementos e de interações entre os elementos, possui uso antigo e difuso no conhecimento científico. Todavia, a preocupação em se realizar abordagem sistêmica conceitual e analítica rigorosa surgiu explicitamente na Biologia Teorética, na década de 30. Em função de usar da analogia com os sistemas biológicos, a abordagem foi absorvida e adaptada em várias outras disciplinas (CHRISTOFOLETTI, 1999).

Em síntese, segundo Ab'Sáber (2003) todos que se iniciam no conhecimento das ciências da natureza, de uma maneira ou de outra, adquirem a idéia de que a paisagem é sempre uma herança. Assim, o entendimento dessas mudanças é sinônimo da compreensão da herança da paisagem. Ainda, para o autor acima, a paisagem é uma herança em todo o sentido da palavra: "herança de processos fisiográficos e biológicos, e patrimônio coletivo dos povos que historicamente as herdaram como território de atuação de suas comunidades" (AB'SÁBER, 2003, p. 9).

## 2.1 O Pantanal Mato-Grossense

O Pantanal Mato-Grossense ocupa uma área aproximada de 140.000 km<sup>2</sup>, se representando no centro da América do Sul, com uma altitude média de 100 m, sendo parte integrante da Bacia do rio Paraguai (500.000 km<sup>2</sup>), e circundado pelo Planalto Cristalino com altitudes de 600-700 m, o qual representa a área fonte de água e sedimentos (GODOI FILHO, 1986), (Figura 3).

Calheiros e Oliveira (1996) consideram o Pantanal um mosaico de ecossistemas aquáticos que compreende a maior planície alagável/inundável contínua do Planeta.

O Pantanal Mato-Grossense funciona como um notável interespaço de transição e contato, comportando fortes penetrações de ecossistemas dos cerrados; uma participação significativa de floras chaquenhas; inclusões de componentes amazônicos e pré-amazônicos; ao lado de ecossistemas aquáticos e subaquáticos de grande extensão nos “pantanais”, de suas grandes planícies de inundação (AB’SABER, 1988).

Esta unidade de grande configuração espacial é controlada pela Depressão do rio Paraguai, de modo quase que contínuo, a leste, e descontinuamente a norte, sul e oeste (FRANCO e PINHEIRO, 1982 apud BRASIL, 1982). Segundo estes autores, a denominação usual de Pantanal Mato-Grossense baseia-se no fato da área ser frequentemente alagada pelas águas de superfície. Contudo a maioria dos pesquisadores concorda que o termo não é adequado, pois “a área não apresenta as características de uma gênese de pântano” (SÁNCHEZ, 1977 apud BRASIL, 1982).



### 2.1.1 Geologia

A origem geológica da vasta planície pantaneira foi estudada por diversos pesquisadores, destacando-se (ALMEIDA, 1945, 1964, e 1974; ALMEIDA e LIMA, 1959; BRAUN, 1977; BRASIL, 1982; TRICART et al., 1984; GODOI FILHO, 1986; AB' SABER, 1988; BRASIL, 1997). Trata-se de uma vasta depressão, originada por processos tectônicos complexos Pós-Eoceno.

Orellana (1979 apud BRASIL, 1984) cita que após o fecho da sedimentação da Bacia Sedimentar do Paraná no final do Cretáceo e início do Terciário, a região sofreu modificações através da reativação tectônica de antigos falhamentos produzidos pelo soerguimento dos Andes. Com o abatimento da depressão, no Cenozóico, houve seu preenchimento com sedimentos pleistocênicos da Formação Pantanal formando uma superfície de agradação e posteriormente cortada pelos tributários do rio Paraguai.

Almeida (1959 apud BRASIL, 1982), ao estudar a origem da vasta planície pantaneira, identifica a área como uma unidade recente, fruto de abatimentos cenozóicos, ocorridos no interior do continente, que acompanharam e sucederam à orogenia andina. A Geologia da área de estudo é apresentada na Figura 4.

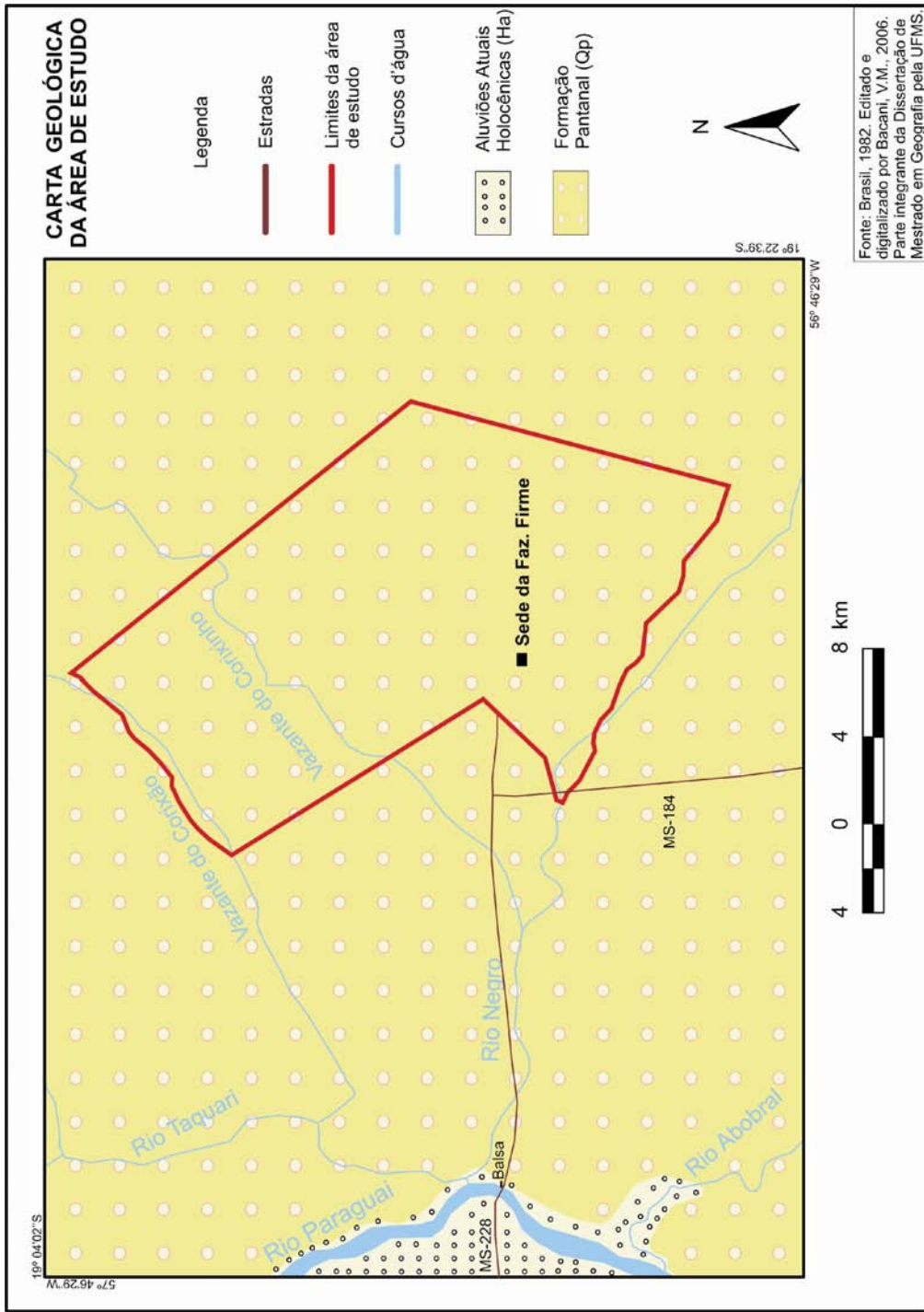


Figura 4 – Carta geológica.

## 2.1.2 Geomorfologia

O termo “Planícies e Pantanais Mato-Grossenses” foi denominado geomorfológicamente pela primeira vez por Franco e Pinheiro (1982 apud BRASIL, 1982). Posteriormente, Alvarenga et al. (1984) concordam com tal denominação geomorfológica durante estudos sobre a Bacia do Alto Paraguai (BAP), (Figura 5).

A região dos pantanais apresenta altimetrias de 80 m nas margens do rio Paraguai a 150 m junto à região das depressões. A unidade topográfica, o baixo gradiente do relevo, a predominância de litologias sedimentares recentes e a pluviosidade são fatores de ordem natural, que dificultam o escoamento das águas de superfície. Tais fatores originam enchentes periódicas anuais e/ou excepcionais, com certa ciclicidade.

Nota-se que os fatores geomorfológicos influenciam os meteorológicos e hidrológicos, porém o relevo, também sobre influências destes mesmos fatores, através da erosão fluvial que modela suas formas.



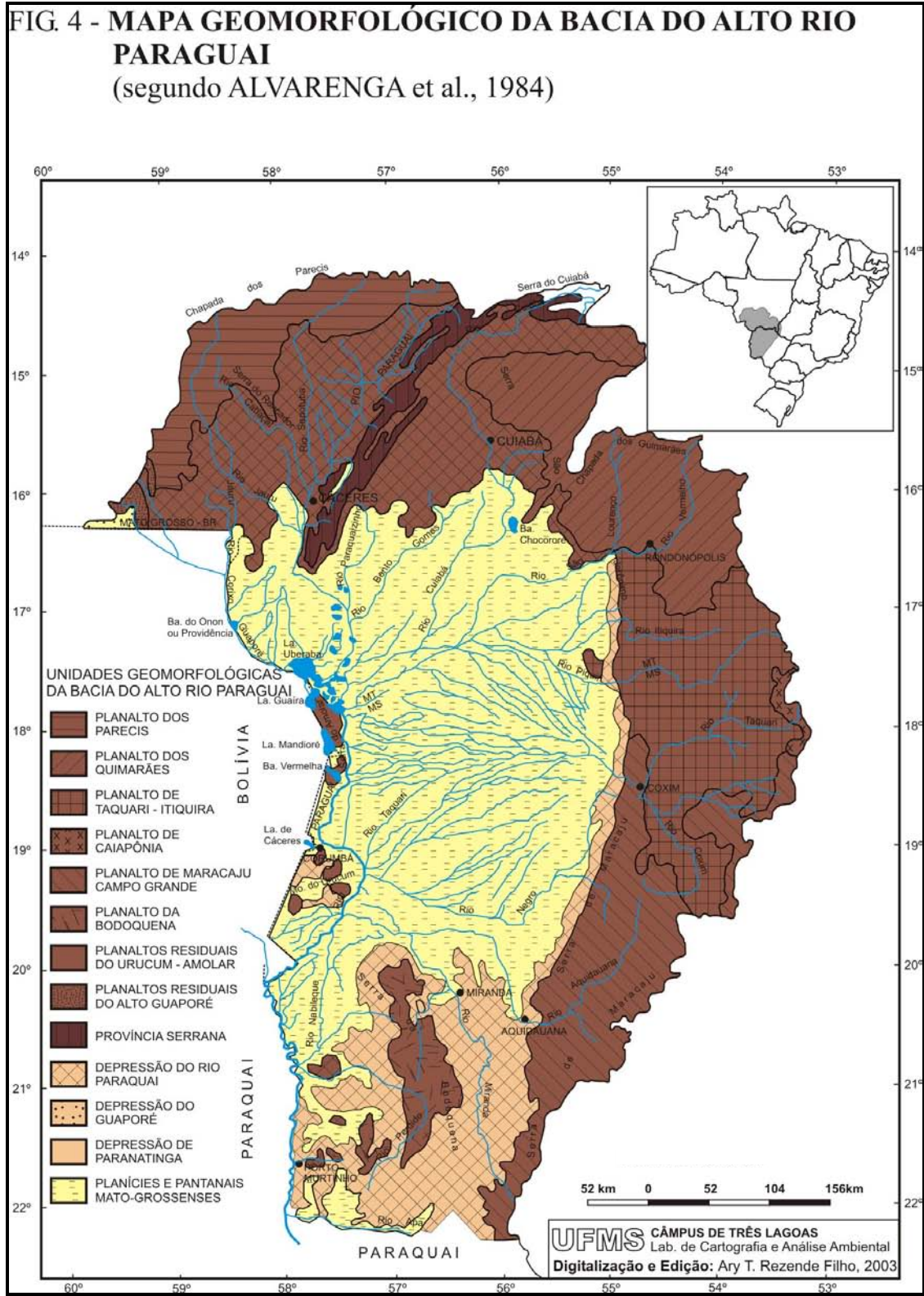


Figura 5 – Mapa geomorfológico.

### 2.1.3 Clima

Tarifa (1986) caracteriza o clima da região pantaneira por elevadas temperaturas e pelas maiores amplitudes térmicas do território brasileiro. O caráter megatérmico do Pantanal é determinado principalmente pela latitude tropical e a continentalidade, relacionadas à feição topográfica deprimida e às baixas altitudes.

A precipitação pluviométrica anual oscila entre 1000 e 1400 mm, com cerca de 80% das chuvas concentradas no verão, principalmente em dezembro e janeiro. A evaporação é bastante alta, superando a precipitação pluviométrica nos meses de seca (CADAVID GARCIA 1984, apud ALLEM e VALLS, 1987).

A umidade do ar apresenta-se acima de 76% entre dezembro e junho, sendo que os menores valores são encontrados no final do inverno (setembro-outubro), nunca menores que 62%.

Segundo o Departamento Nacional de Obras e Saneamento (1974 apud BRASIL, 1982), a infiltração das chuvas nos pantanais é moderada, de acordo com observação do nível d'água em poços. A taxa de infiltração diferenciada em solos semelhantes é o índice de saturação que estes solos podem apresentar. Parte da área situada entre os rios Taquari e Negro, área de transição entre o Chaco e o cerrado, 40 a 50% da chuva contribuem para a água do subsolo.

Em linhas gerais e em escala regional, o comportamento climático e hidrológico da Planície Pantaneira é conhecido através tanto da vazão dos rios principais, quanto das condições pluviométricas (DNOS, 1974; SANCHES, 1977; GARCIA, 1984; ADÁMOLI, 1986; CARVALHO, 1986; TARIFA, 1986 e TUCCI, 1995; apud SAKAMOTO, 1997).

As grandes inundações evidenciam-se pelos regimes sazonais pluviométricos e fluviométricos. Estas são amplamente favorecidas pela topografia local, com baixas declividades (0,3 a 0,5 m/km), principais características planialtimétricas dessa planície, que induzem a um lento escoamento das águas do rio Paraguai, acarretando uma defasagem de cerca de 2 a 3 meses entre o início das chuvas e as cheias no Pantanal (ADÁMOLI, 1986).

#### **2.1.4 Hidrografia**

O regime fluvial sazonal da grande Depressão Pantaneira é uma evidência bastante marcante no tocante às grandes inundações no Pantanal. O rio Paraguai é tido como o principal curso d' água do Pantanal, apresentando direção geral N-S, com secções meândricas, angulosas e retilíneas. Seus tributários de maior significância são: Jauru, Cabaçal, Sepotuba, Cuiabá (com seus afluentes São Lourenço e o Piquiri), Taquari, Miranda (com seu afluente o Aquidauana) e Apa (ADÁMOLI, 1986).

O Pantanal ou áreas brejosas são largamente cobertas por pequenas lagoas, por velhos meandros abandonados ou por antigos leitos de rios, parcial ou completamente cobertos por vegetação (“aguapé” ou “capim de praia”). As lagoas e os meandros abandonados têm geralmente água permanente com pouca profundidade e vegetação crescendo na água enraizada no fundo ou flutuando na superfície. A água pode fluir de uma lagoa para outra durante as enchentes. Durante os períodos de baixas descargas as lagoas e meandros parecem independentes,

mas algumas vezes canais abandonados recobertos de grama auxiliados pela permeabilidade do solo mantêm a conexão. A água escoar muito lentamente, cerca de 1 a 5/s nesses canais, devido à baixa declividade e à resistência oposta pela vegetação; em conseqüência há um longo intervalo de tempo para enchimento ou esvaziamentos nas ocasiões de alta ou baixa vazão do rio Paraguai e seus tributários (DNOS, 1974).

### **2.1.5 Pedologia**

Amaral Filho (1986), ao mapear os solos do Pantanal Mato-Grossense, concluiu que há uma grande predominância de solos do tipo Hidromórficos (Figura 6). Cita também, que na porção norte do Pantanal predominam solos com horizonte sub-superficial de textura argilosa, tais como: Laterita Hidromórfica, Planossolo, Podzólico Vermelho-amarelo, Gleia Pouco úmica e solos Aluviais.

Partindo mais ao centro da Planície, encontramos sedimentos de natureza arenosa, transportados pelo rio Taquari, cujos solos de maior ocorrência alteram-se entre o Podzol Hidromórfico seguido de Areias Quartzosas Hidromórficas, Planossolo, Laterita Hidromórfica e Gleia Pouco úmica (CUNHA, 1981 apud AMARAL FILHO, 1986).

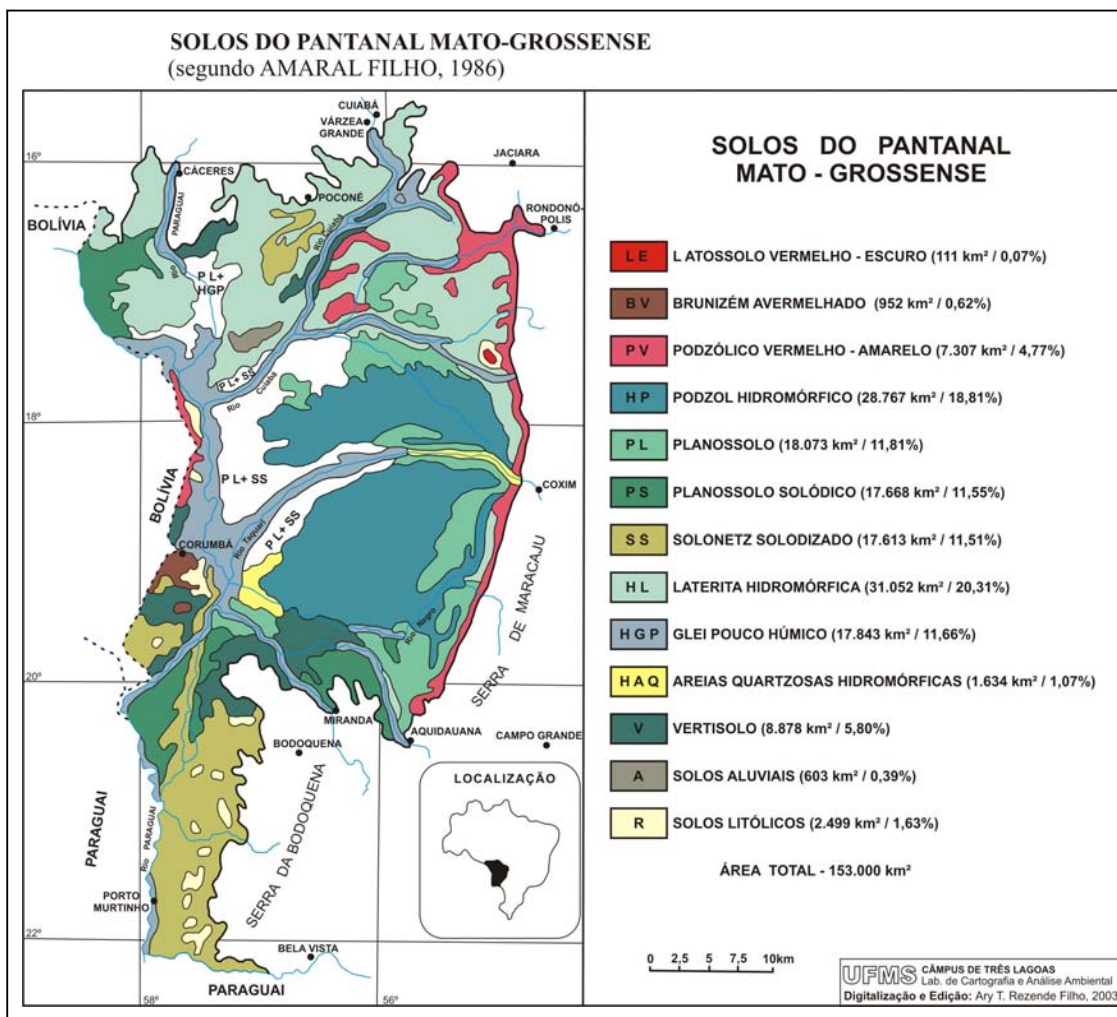


Figura 6 – Mapa de solos do Pantanal Mato-Grossense.

## 2.1.6 Vegetação

Através do projeto RADAMBRASIL, Loureiro et al. (1982 apud BRASIL, 1982), com base no Sistema Fisionômico-Ecológico de Classificação proposto por Brasil (1980), realizou-se um mapeamento sistemático da vegetação da Bacia do Alto Paraguai (BAP), área que se encontra inserida no Pantanal Mato-Grossense, caracterizando-a em:

1) Formações da Savana (Cerrado) com ampla distribuição, ocorrendo em terrenos de formas conservadoras e dissecadas do Paleozóico e Pré-cambriano e em áreas de acumulação inundáveis do Pantanal;

2) Formações da Savana Estépica (Chaco), ocorrendo em áreas quaternárias de acumulação inundáveis nas depressões do rio Paraguai, em solos predominantemente salinos;

3) Formações Florestais (Estacional Decídua e Estacional Semidecídua), situadas predominantemente em terrenos dissecados do Pré-Cambriano e Paleozóico, com exceção da Floresta Estacional Semidecidual que se estabelece nas áreas aluviais e nos terraços quaternários.

## **2.2 Sensoriamento remoto como ferramenta de compartimentação dos “Pantanais Mato-Grossenses”**

O sensoriamento remoto tem se configurado como uma importante ferramenta na caracterização e compartimentação do Pantanal Mato-Grossense, sobretudo quando o enfoque espacial refere-se a escalas pequenas.

Ramalho (1978) com base em imagens de satélite LANDSAT de 1973, realizou um mapeamento da compartimentação morfológica do Pantanal Mato-Grossense, na escala de 1:1.000.000, subdividindo-o em cinco grandes compartimentos do relevo, a saber: 1) a planície do Paraguai-Guaporé; 2) os planaltos sedimentares dos Parecis e do Maracajú; 3) as estruturas dobradas da

serra das Araras e da serra Azul; 4) o planalto da Bodoquena; 5) os relevos residuais.

Mais tarde, com auxílio de imagens de radar de visada lateral, no projeto RADAMBRASIL, Franco e Pinheiro (1982 apud BRASIL, 1982) ao tratarem da geomorfologia das Planícies e Pantanaís Mato-Grossenses, apresentam uma subdivisão dos Pantanaís Mato-Grossenses, em 8, sendo eles: Pantanal do Corixo Grande Jauru-Paraguai; Pantanal do Cuiabá, Bento Gomes-Paraguaizinho; Pantanal do Itiquira, São Lourenço-Cuiabá; Pantanal do Jacadigo – Nabileque; Pantanal do Paiguás; Pantanal do Miranda-Aquidauana; Pantanal do Negro e Pantanal do Taquari, este último, mais reconhecido atualmente como Pantanal da Nhecolândia (Figura 7).

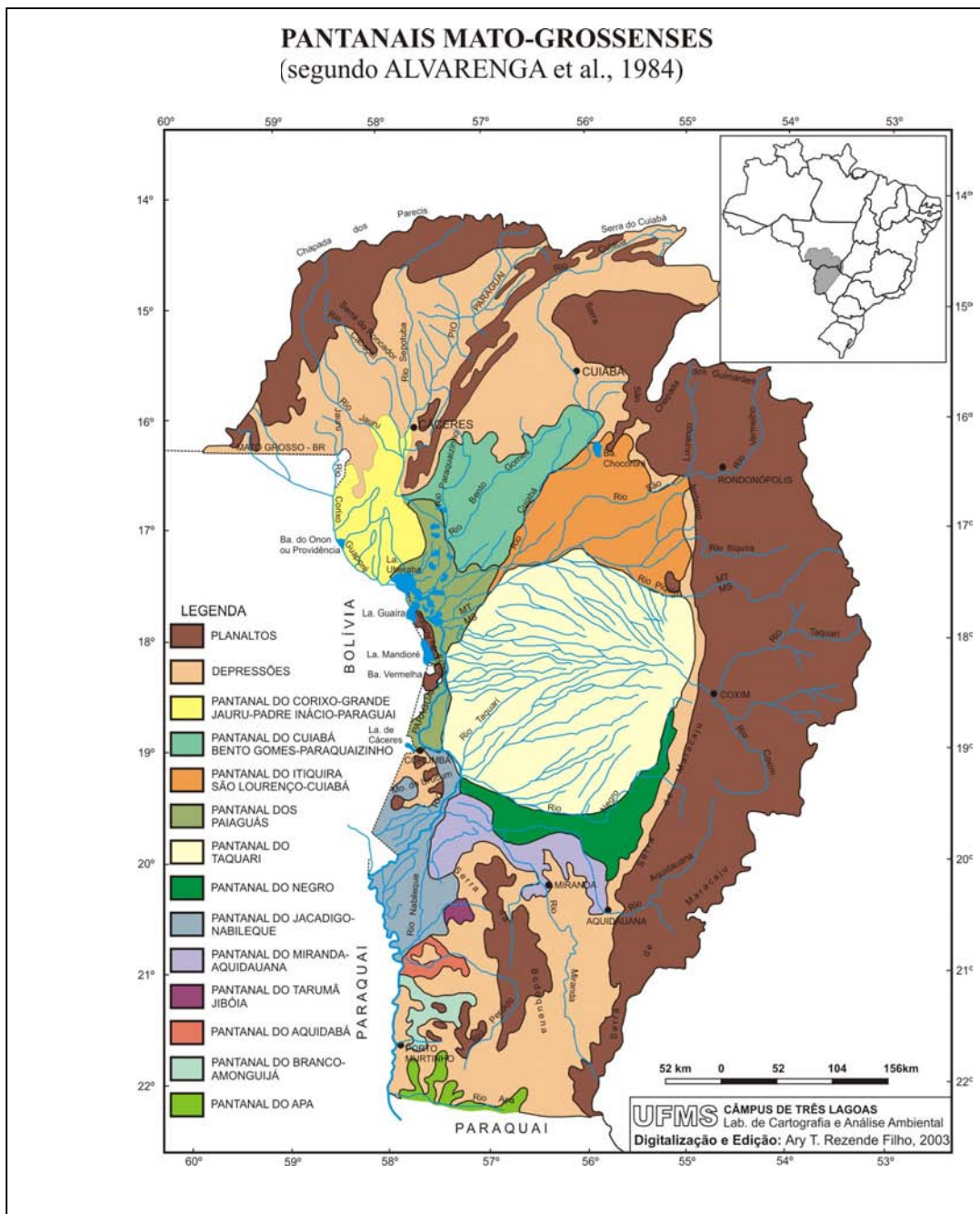


Figura 7 – Pantanaís Mato-Grossenses.

Esta subdivisão foi realizada na escala de 1:250.000, levando-se em consideração, as feições das unidades paisagísticas não homogêneas.

A partir da interpretação de imagens de satélite, considerando os aspectos relacionados a inundação, relevo, solo e vegetação, Silva e Abdon (1998) realizaram



na escala de 1:250.000, a delimitação e subdivisão do Pantanal Brasileiro em 11 sub-regiões: Abobral, Aquidauana, Barão de Melgaço, Cáceres, Miranda, Nabileque, Nhecolândia, Paiaguás, Paraguai, Poconé e Porto Murtinho (Figura 8).

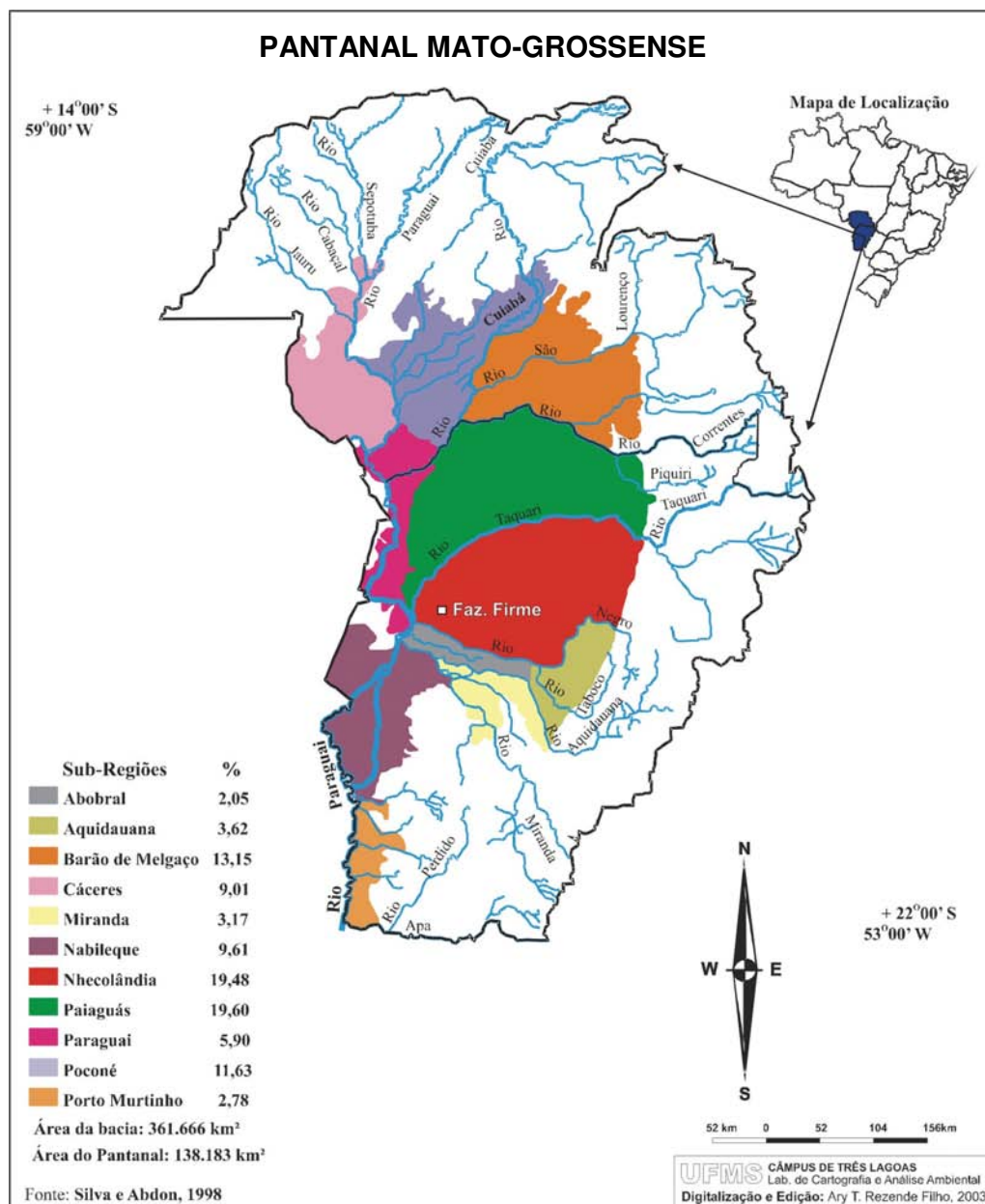


Figura 8 – Recente sub-divisão do Pantanal Mato-Grossense.

## 2.3 O Pantanal da Nhecolândia

O Pantanal da Nhecolândia é uma sub-região do Pantanal Mato-Grossense. Ele se situa entre os rios: Taquari ao norte e Negro ao sul (Figura 9).

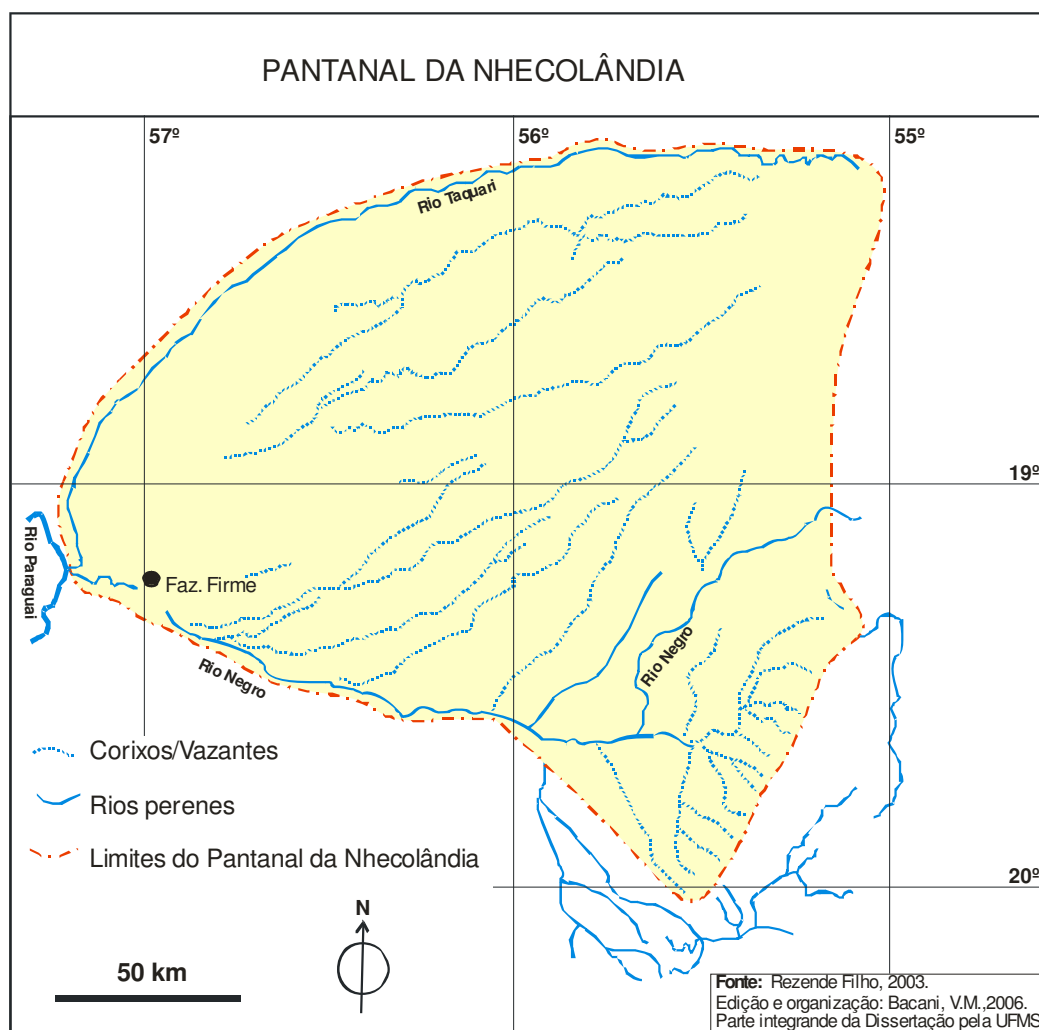


Figura 9 – O Pantanal da Nhecolândia.

As características climáticas reinantes desta sub-região são classificadas como do tipo Aw (Köppen) - clima tropical, megatérmico (a temperatura média do mês mais frio é superior a 18,0 °C), com inverno seco e chuvas no verão. A temperatura média anual é de 25,4 °C (Figura 10), com temperatura média anual das máxima e mínima 31,7 °C e 20,4 °C, respectivamente.

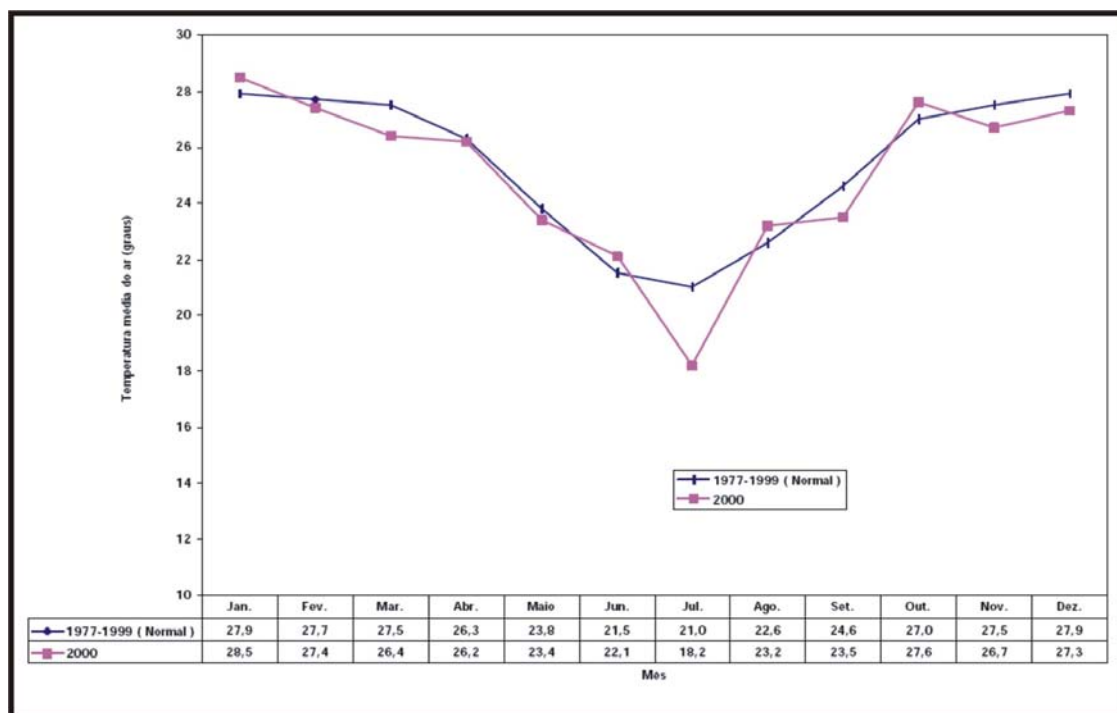


Figura 10 - Temperatura média do ar na fazenda Nhumirim, sub-região da Nhecolândia, Pantanal, MS, em 2000, comparada à normal climatológica (1977-1999).

A precipitação pluvial média anual é de 1.175,0 mm (Figura 11).

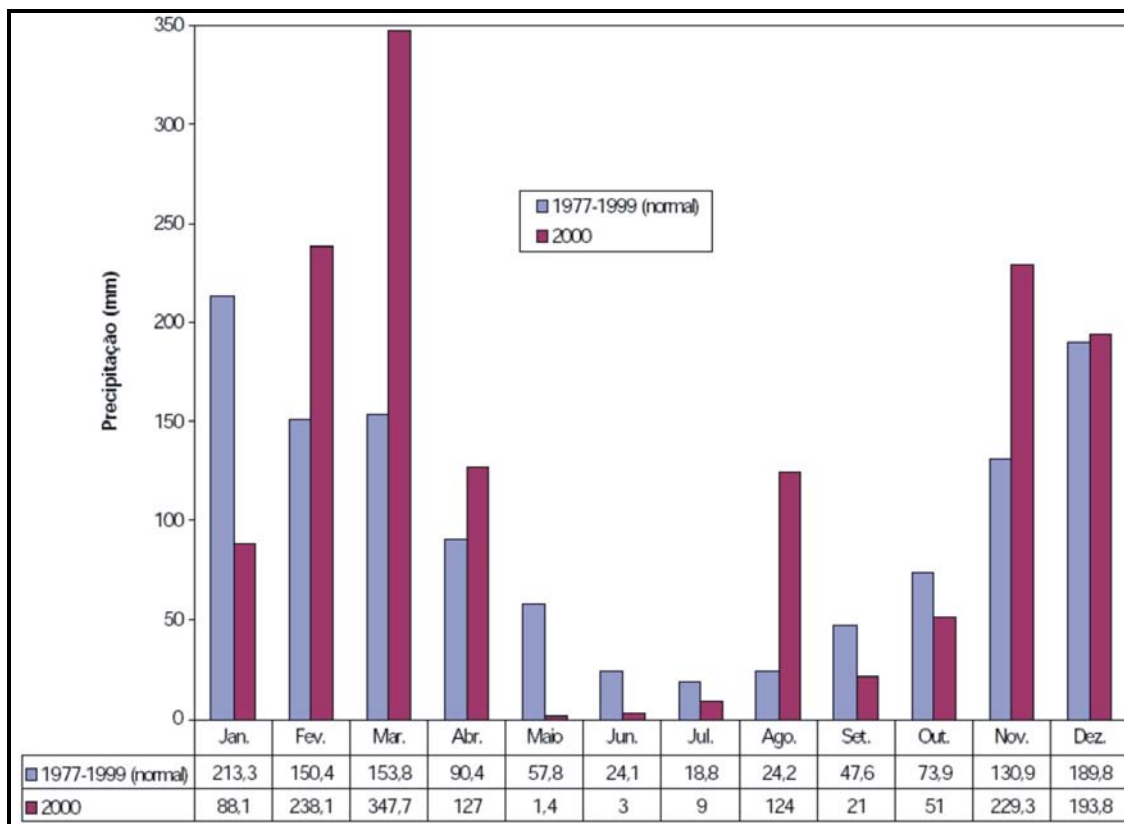


Figura 11 – Distribuição do total mensal de precipitação pluviométrica na fazenda Nhumirim, sub-região da Nhecolândia, Pantanal, MS, em 2000, comparada à normal climatológica (1977-1999).

A umidade relativa média anual é 81,7%. As condições termopluviais da região apresentam evapotranspiração de referência em torno de 1532,6 mm, não ocorrendo excedente hídrico anual, em consequência da evapotranspiração ser maior que a precipitação na maioria dos meses. A deficiência hídrica da região é de 331,0 mm, sendo mais pronunciada de agosto a outubro (SORIANO e GALDINO, 2002).

A Nhecolândia é constituída de sedimentos arenosos finos (95%), depositados pelo Taquari desde o início do Quaternário, dentro de um dos maiores leques aluviais do mundo (CUNHA, 1980). O rio mais importante da Nhecolândia é o Taquari, que serve como marco divisório entre a Nhecolândia e o Paiaguás. Ao longo do Taquari se desenvolve uma mata galeria. O rio Taquari corre em um nível

mais elevado do que o piso geral do relevo da região pantaneira. Desse modo o rio não atrai seus tributários, ao contrário, caracteriza uma drenagem divergente que flui para os Pantanais da Nhecolândia e do Paiaguás (DNOS, 1974; FRANCO e PINHEIRO, 1982 apud BRASIL, 1982). Esta sub-região se caracteriza pela presença de rios, “baías”, “salinas”, “vazantes”, “corixos”, “banhados”, “cordilheiras”, “campos limpos”, “campos sujos”, matas e cerrados (BRASIL, 1982 apud SAKAMOTO, 1997), (Figura 12).

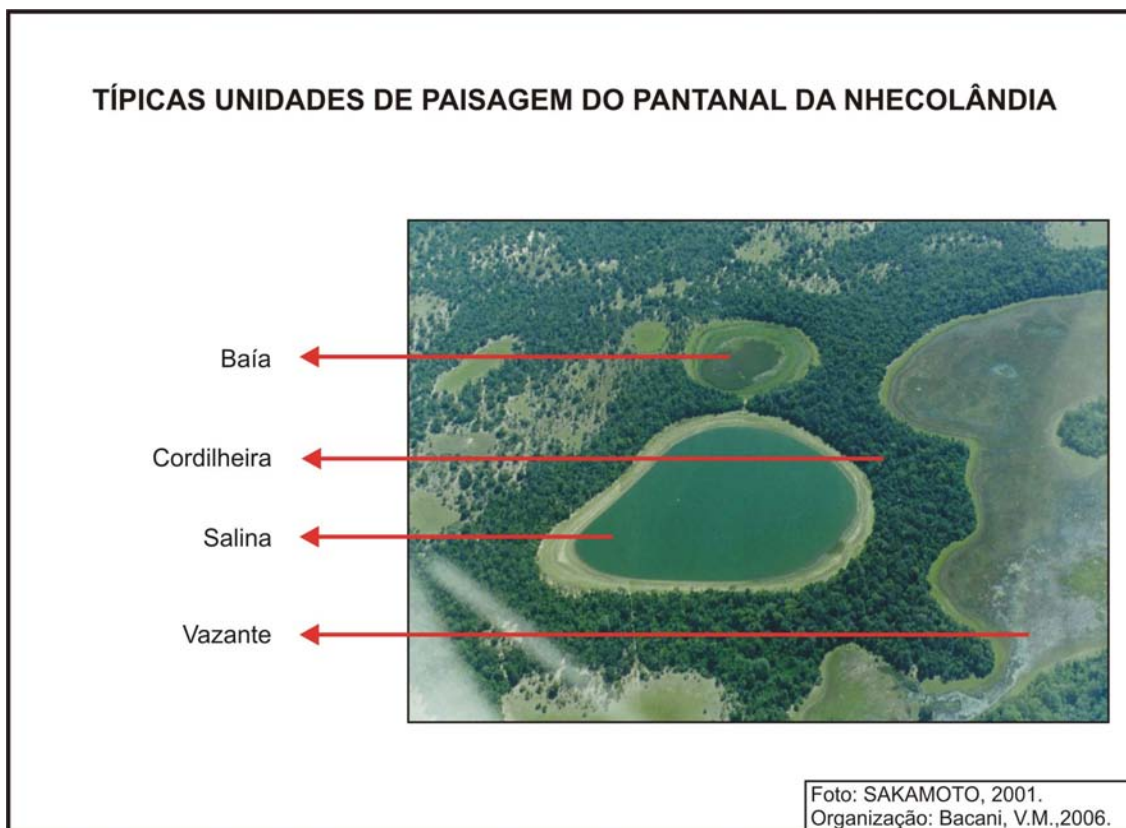


Figura 12– Vista aérea do Pantanal da Nhecolândia.

As diferentes unidades fisionômicas da paisagem observadas na foto acima, demonstram os compartimentos mais marcantes do Pantanal da Nhecolândia.

Fernandes (2000) menciona que a terminologia adotada para classificação destas unidades de paisagem é popular, porém foi adaptada a literatura especializada:

- **“Cordilheiras”**: constituem-se de elevações alongadas; a altura não ultrapassa 3 metros acima do nível das lagoas, mas apenas 1 a 2 metros acima das “baías” e “vazantes”, e que segundo Silva (1984 apud FERNANDES, 2000), é composta de “sedimentos arenosos mais antigos” que o entorno. Este ambiente serve de sítio para as sedes de fazendas e de

abrigo para o gado nos períodos das enchentes comuns e extraordinárias (FRANCO e PINHEIRO, 1982 apud BRASIL, 1982);

- **“Baías”**: são pequenas depressões, geralmente circulares, alongadas, que contém água durante as cheias e podem chegar a um metro de profundidade;
- **“Salinas”**: são pequenas depressões, mais rebaixadas que as “baías”, circulares, ovaladas ou oitavadas, raramente secam, com pH alcalino (9), não são atingidas pelas cheias e que na maioria das vezes são circundadas pelas “cordilheiras”. As “salinas” não apresentam vegetação em seu entorno, é circundada por uma faixa de areia de textura idêntica àquela encontrada no litoral (ALLEM e VALLS, 1987). As “salinas” estão sempre em nível topográfico inferior ao seu entorno (“cordilheiras”, “baías”, “vazantes”), (SAKAMOTO et al., 1996).

Outros tipos de massas hídricas são os “corixos” e as “vazantes”. As “vazantes” se formam nos períodos agudos das precipitações pluviométricas, ligando uma “baía” à outra. Os “corixos” são relativamente escassos na Nhecolândia. Correspondem a pequenos cursos d’água, com leito acanalado e geralmente são conectados a algum rio (ALLEM e VALLS, 1987).

Fernandes (2000) em estudo recente subdividiu o Pantanal da Nhecolândia em 6 compartimentos: Alta Nhecolândia; Baixa Nhecolândia; Área de Transição entre Alta e Baixa Nhecolândia; Planície Aluvial do rio Taquari; Área da Vazante do Corixinho; Pantanal do Negro (Figura 13).

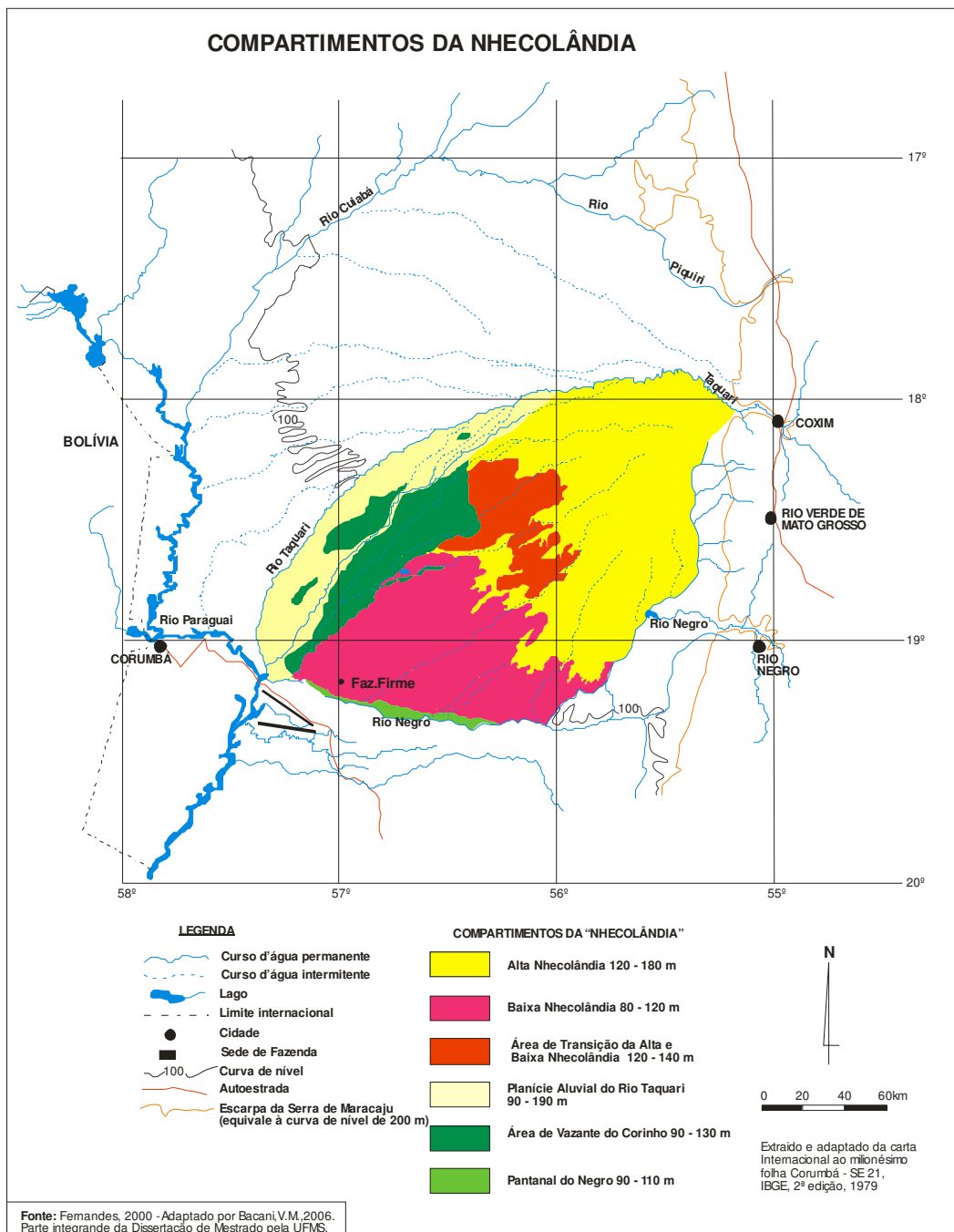


Figura 13 – Compartimentação do Pantanal da Nhecolândia.



## **2.4 Características gerais dos satélites CBERS-2/CCD e LANDSAT-5/TM**

### **2.4.1 O satélite CBERS-2/CCD**

O satélite CBERS é fruto de um convênio binacional entre Brasil e China, por isso, denominado: Satélite Sino-Brasileiro de Recursos Terrestres, ou *China-Brazil Earth Resources Satellite*. O primeiro CBERS foi lançado pela primeira vez no espaço em outubro de 1999 e operou até julho de 2003, quase dois anos a mais que a vida útil prevista. O CBERS-2 foi lançado em 21 de outubro de 2003 da China. A plataforma do satélite encontra-se a 778 km de altitude e o ciclo de repetição de registros é de 26 dias. É composto dos seguintes sensores: Câmera Imageadora de Alta Resolução (CCD), um Radiômetro Imageador de Varredura no Infravermelho (IRMSS), uma Câmera Imageadora de Amplo Campo de Visada (WFI), um Monitor do Ambiente Espacial (SEM), e um Sistema de Coleta de Dados (DCS), (Quadro 1) (EPIPHANIO, 2005).

Banda	Resolução Espectral ( $\mu\text{m}$ )	Resolução Espacial (m) no nadir
CCD 1 (B1)	0,45-0,52	19,5 x 19,5
CCD 2 (B2)	0,52-0,59	19,5 x 19,5
CCD 3 (B3)	0,63-0,69	19,5 x 19,5
CCD 4 (B4)	0,77-0,89	19,5 x 19,5
CCD 5 (B5)	0,51-0,73	19,5 x 19,5
IRMSS 1 (B6)	0,50-0,90 (8 detectores de diodo de Si)	77,8 x 77,8
IRMSS 2 (B7)	1,55-1,75 (8 detectores de HgCdTe)	77,8 x 77,8
IRMSS 3 (B8)	2,08-2,35 (8 detectores de HgCdTe)	77,8 x 77,8
IRMSS 4 (B9)	10,4-12,5 (4 detectores de HgCdTe)	156 x 156
WFI 1 (B10)	0,63-0,69	258 x 258
WFI 2 (B11)	0,77-0,89	258 x 258
Tecnologia do sensor	CCD e WFI: radiômetro <i>pushbroom</i> IRMSS: radiômetro com espelho de varredura	Largura da faixa de imageamento
CCD: 113 km, IRMSS: 119,5 km, WFI: 900 km	Revisita	26 dias; WFI pode imagear certa área em menos de 5 dias; CCD pode imagear uma certa área em menos de 5 dias se usar visada lateral.
Quantização	8 bits	Taxa de dados
CCD: 2x53 Mb/s, IRMSS: 6,1 Mb/s, WFI: 1,1 Mb/s	Gravador de bordo	Taxa de dados: 2x26,5 Mb/s; tempo de gravação de 15 minutos.
Banda	Resolução Espectral ( $\mu\text{m}$ )	Resolução Espacial (m) no nadir
CCD 1 (B1)	0,45-0,52	19,5 x 19,5

Quadro 1 – Principais características do CBERS-2, segundo Epiphany, 2005.

A câmera CCD é um dispositivo do tipo *pushbroom*, com cinco bandas espectrais, que opera no azul, verde, vermelho, infravermelho próximo, e pancromático, com resolução espacial de aproximadamente 20m X 20m, o que a torna uma importante ferramenta para fins de mapeamentos temáticos.

## 2.4.2 O satélite LANSAT-5/TM

Lançado pela primeira vez em 1984, o sensor TM (*tematic mapper*) do satélite LANDSAT-5, apresentou uma série de melhorias no que se refere às resoluções espectral, espacial, temporal e radiométrica em relação ao sensor MSS.

O sensor TM opera em sete bandas espectrais, sendo três na região do visível, três na região do infravermelho refletido e uma na região termal. A largura da faixa imageada é de 185 km. A resolução espacial do sensor que opera nas regiões do visível e infravermelho refletido é de 30 m x 30 m e a do sensor da região do termal é de 120 m x 120 m (Tabela 1). Quanto à resolução temporal é de 16 dias, ou seja, a cada 16 dias o satélite passa pelo mesmo ponto geográfico da Terra.

TABELA 1 – Características espectrais e espaciais do sensor TM (MOREIRA, 2005).

<b>Banda</b>	<b>Faixa espectral (nm)</b>	<b>Região do espectro</b>	<b>Resolução espacial (m x m)</b>
1	450-520	Azul	30
2	520-600	Verde	30
3	630-690	Vermelho	30
4	760-900	IV Próximo	30
5	1.550-1.750	IV Médio	30
6	10.400-12.500	IV Termal	120
7	2.080-2.350	IV Médio	30

A escolha das bandas de um satélite é realizada em função dos objetivos pretendidos pelo analista segundo as respostas espectrais dos diferentes alvos terrestres (Figura 14).

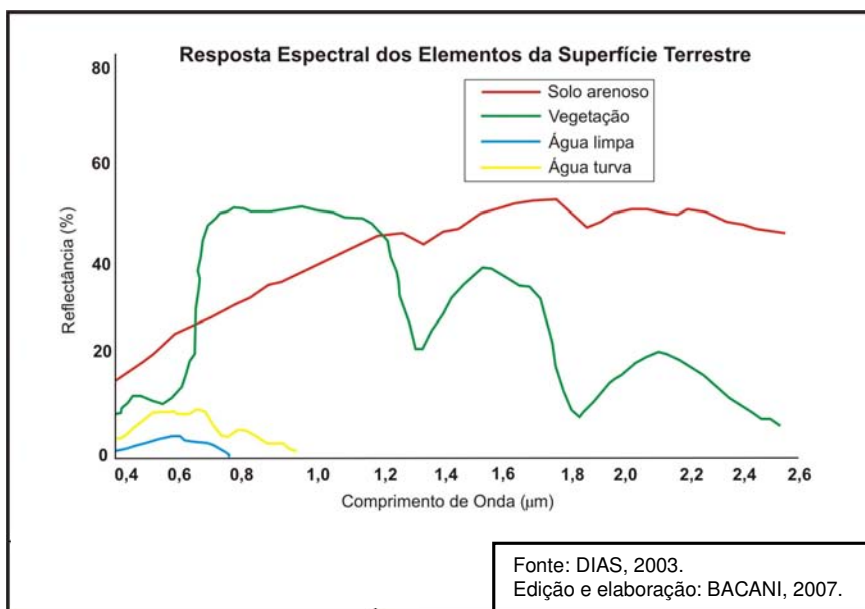


Figura 14 – Respostas espectrais de alvos.

O sucesso de uma interpretação de imagens de satélite está associado a um fator muito importante apontado por Moreira (2005), que é a escolha das bandas espectrais, que por sua vez dependerá dos objetivos do analista. No Quadro 2 serão apresentadas algumas das aplicações do sensor TM/LANDSAT, em função de suas faixas de operação.

Moreira et al. (2005) realizaram um estudo comparativo entre a resposta espectral de alvos imageados pelos satélites CBERS-2/CCD e LANDSAT-5/TM e concluíram que as bandas 2, 3 e 4 TM e as bandas 2, 3 e 4 CCD, apresentam equivalências altamente correlativas não havendo, portanto, diferença para a identificação de alvos e feições entre as imagens desses sensores por meio de procedimentos de análise digital ou visual. Rosa (2003) aponta que para o satélite LANDSAT/TM-5, uma das melhores combinações de bandas para se estudar o uso da terra, onde ocorre à presença de Cerrado, é 2b3g4r. Mais recentemente, Rocha (2006) ao realizar um levantamento do meio físico do município de Araxá-MG,

analisou a evolução do uso do solo do comparando imagens de LANDSAT-5/TM e CBERS-2/CCD, e também concluiu que a melhor composição colorida para se realizar o mapeamento do uso da terra refere-se as bandas 2b, 3g e 4r tanto do sensor CCD quanto do TM.

Nesse sentido, optou-se pelas bandas 2, 3 e 4, do sensor TM e CCD, pois são as que apresentam valores espectralmente mais próximos.

Banda	Faixa espectral (nm)	Principais aplicações das bandas
1	450-520	Apresenta grande penetração em corpos d'água, com elevada transparência, permitindo estudos batimétricos. Sofre absorção pela clorofila e outros pigmentos da planta. Apresenta sensibilidade às plumas de fumaça oriundas de queimadas ou outra atividade industrial. Pode apresentar atenuação atmosférica. Aplicação: oceanografia, agricultura etc.
2	520-600	Apresenta grande sensibilidade à presença de sedimentos em suspensão, possibilitando sua análise quanto à quantidade e qualidade de água. Boa penetração em corpos d'água.
3	630-690	Região de forte absorção pela vegetação verde. Permite bom contraste entre áreas ocupadas com vegetação e aquelas sem vegetação (solo exposto, estradas e áreas urbanas). Permite análise da variação litológica em locais com pouca vegetação. Apresenta bom contraste entre diferentes tipos de cobertura vegetal (exemplo: campo, cerrado e floresta). Permite o mapeamento da rede de drenagem através da visualização da mata de galeria e entrelaçamento dos cursos os rios em regiões com pouca cobertura vegetal. É a banda mais utilizada para delimitar a mancha urbana.
4	760-900	Permite o mapeamento de corpos d'água pela forte absorção da energia nesta região pela água. A vegetação verde, densa e uniforme reflete muito a energia, aparecendo em tom de cinza claro nas imagens. Apresenta sensibilidade à morfologia do terreno, permitindo a obtenção de informações sobre a geomorfologia, solos e geologia. Serve para separar áreas ocupadas com vegetação que foram queimadas.
5	1.550-1.750	Apresenta sensibilidade ao teor de umidade das plantas, servindo para observar estresse na vegetação causado por deficiência de chuvas antes da obtenção da imagem pelo satélite.
6	10.400-12.500	Apresenta sensibilidade aos fenômenos relativos aos contrastes térmicos, servindo para detectar propriedades termais de rochas, solos, vegetação e água.
7	2.080-2.350	Apresenta sensibilidade à morfologia do terreno, permitindo obter informações sobre geomorfologia, solos e geologia. Esta banda serve para identificar metais com íons de hidroxilas. É potencialmente favorável à discriminação de produtos de alteração hidrotermal.

Quadro 2 – Principais características e aplicações da radiação eletromagnética correspondente às bandas do sensor TM do LANDSAT 5 (MOREIRA, 2005).

## **CAPÍTULO III**

### **3 MATERIAIS, PROCEDIMENTOS E TÉCNICAS**

As etapas percorridas para execução desta pesquisa resumem-se em duas principais: primeiro a elaboração de mapas de uso do solo de 1987, 1994 e 2004, e depois a realização de medidas microclimáticas e mapeamento da cobertura pedológica em áreas naturais e alteradas por ações antrópicas. Tais etapas encontram-se organizadas na Figura 15 e descritas detalhadamente neste capítulo.



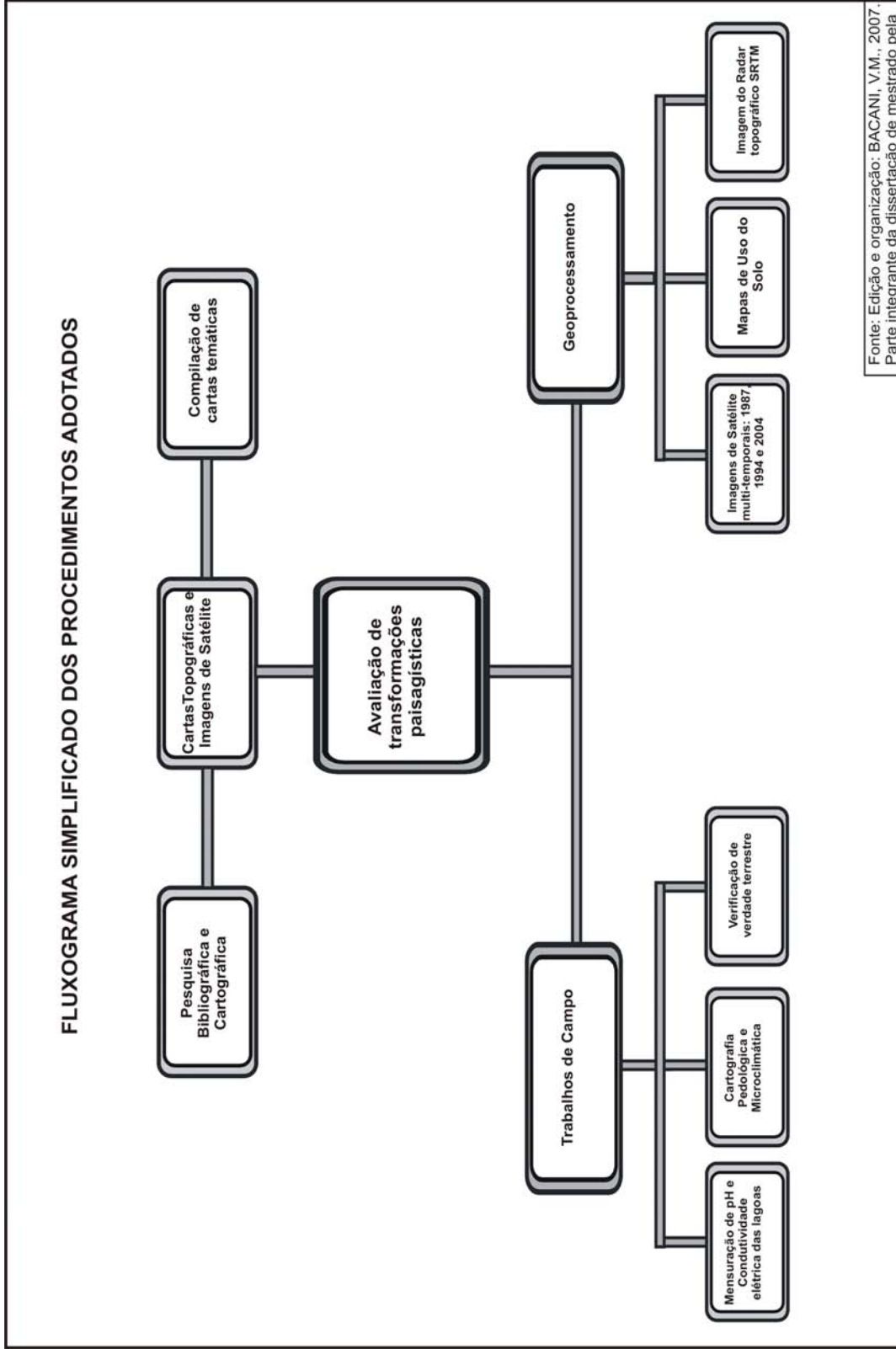


Figura 15 – Fluxograma dos procedimentos metodológicos.

### **3.1 Material bibliográfico, cartográfico e iconográfico**

Toda relação de equipamentos utilizados encontram-se no Quadro 3. Inicialmente realizou-se um levantamento bibliográfico de trabalhos desenvolvidos no Pantanal e relacionados ao tema proposto, em diversas instituições públicas e privadas, além de acesso a trabalhos digitais via internet. As informações cartográficas foram obtidas principalmente dos seguintes documentos:

- Cartas topográficas: Albuquerque (SE.21-Y-D-III) e Nhecolândia (SE.21-Z-C-I), ambas do SGE (1980; 1998), na escala de 1:100.000;
- Cartas temáticas do Projeto RADAMBRASIL (1982 apud BRASIL, 1982): Geologia, Geomorfologia, Pedologia e Vegetação, na escala de 1:1.000.000;
- Cartas temáticas do Projeto Estudos Integrados do Potencial de Recursos naturais: Geologia, Pedologia e Vegetação – Escala 1:1.000.000 (FIPLAN, 1987);
- Cartas temáticas do Atlas Multireferencial de Mato Grosso Sul: Geologia e Geomorfologia – escala 1:1.500.000;
- Mapa da estrutura fundiária do Pantanal da Nhecolândia editado em 2003 por Pellegrin, na escala de 1:500.000.

<b>Material/Técnica</b>	<b>Detalhes</b>	<b>Finalidades</b>
→ Imagens de Satélite: LANDSAT-5/TM	• Órbita Ponto: 226/73 Datas:22/11/1987 e 06/10/1994	• Mapear as transformações ocorridas nas unidades de Paisagem
→ Imagem de Satélite: CEBERS/CCD	• Órbita Ponto: 166/121 Data:29/10/2004	
→ Imagem de Radar: SRTM	• Órbita Ponto: 226/73	• Compartimentação altimétrica
→ Softwares de tratamento de imagens de satélite e radar, de vetorização e de edição final	• Ilwis 3.2	• Pré-processamento
	• Spring 4.2	• Técnicas de Realce e Classificação
	• Global Mapper 7.0	• Elaboração do MNT
	• Corel Draw 12	• Vetorização e edição gráfica final
→ Cartas Topográficas	• Albuquerque e Nhecolândia	• Auxílio Cartográfico para georeferenciamento
→ Cartas Temáticas do Projeto RADAMBRASIL – Escala 1:1.000.000 (1982)	• Geologia • Geomorfologia • Clima • Hidrologia • Pedologia • Vegetação	• Levantamento do potencial biótico e abiótico
→ Cartas Temáticas do Projeto Estudos Integrados do Potencial de Recursos naturais (FIPLAN-MS) – Escala 1:1.000.000 (1987)	• Geologia • Pedologia • Vegetação	
→ Cartas Temáticas do Atlas Multireferencial de Mato Grosso Sul – Escala 1:1.500.000	• Geologia • Geomorfologia	
→ Trabalhos de Campo	• 3 Saídas a campo	

Quadro 3 – Lista de equipamentos e materiais.

As imagens digitais utilizadas foram obtidas através dos sensores TM (*Thematic Mapper*) e CCD (*Charge Coupled Device*) a bordo dos satélites LANDSAT-5 e CBERS-2, respectivamente.

A imagem do satélite CBERS-2 (órbita166/ponto121), empregada nesta pesquisa foi obtida gratuitamente junto ao Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), e data sua passagem pelo sítio em 29 de outubro de 2004.

A cena 226/73 do satélite LANDSAT-5, de 22 de novembro de 1987 foi obtida gratuitamente no site da NASA (<http://glcfapp.umiacs.umd.edu:8080/esdi/index.jsp>). Utilizou-se também, uma imagem LANDSAT-5 com a mesma órbita ponto acima, de 06/10/1994.

### 3.2 Definição da escala de análise

Um importante fator espacial no Pantanal refere-se às inundações e as baixas declividades. De acordo com Tricart (1982) o estudo do Pantanal deve levar em conta dois aspectos relacionados entre si: a alternância de períodos de cheia e de períodos de seca e a baixa declividade topográfica, ligada à morfologia de leques aluviais que constituem as formas predominantes do seu relevo. A partir dessas observações procuram-se os meios e aplicativos mais adequados para a execução do trabalho.

A escala cartográfica definida para expressão dos mapeamentos de uso do solo é 1:100.000. Esta adoção foi realizada levando-se em conta as características paisagísticas do Pantanal da Nhecolândia e a resolução espacial dos satélites utilizados. Para Jensen (1995), as melhores escalas de trabalho para sensores do satélite LANDSAT e SPOT, conforme mostra o Quadro 4.

satélite	escalas
LANDSAT - MSS	1:250.000 - 1:500.000
LANDSAT - TM	1:100.000
SPOT	1:25.000

Quadro 4 – Escalas máximas de abordagens para sensores dos satélites LANDSAT e SPOT, adaptado de Jensen (1995).

Segundo Florenzano (2002), em função da resolução espacial, existe uma escala ótima (ideal), que permite extrair toda a informação possível de uma determinada imagem. Afirma ainda, em concordância com Jensen (1995) que para o sensor TM do satélite LANDSAT-5, a escala de 1:100.000 permite extrair a maior

quantidade de informações, e que com escalas menores, ocorre uma compressão dos dados e, com escalas maiores, uma degradação da imagem, portanto em ambos os casos estaremos perdendo informação. As características da área e sua extensão também são determinantes na escolha da escala de trabalho.

As medidas microclimáticas e o levantamento pedológico foram realizados pontualmente em uma área teste, em escala maior, a fim de avaliar mais detalhadamente as transformações ocorridas na paisagem decorrentes do mau uso do solo.

### **3.3 Geoprocessamento e sensoriamento remoto**

A coleta de informações sobre a distribuição geográfica de recursos naturais, propriedades, animais e plantas sempre foi uma parte importante das atividades das sociedades organizadas. Entretanto, antes do advento do geoprocessamento, a análise combinada das informações espaciais tornava-se mais difíceis de serem realizadas.

Paralelamente ao desenvolvimento do sensoriamento remoto desenvolve-se a tecnologia de informática, tornando possível armazenar e representar as informações em ambiente computacional, o que deu espaço para o aparecimento do Geoprocessamento.

É importante reportarmo-nos aos conceitos de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto, no intuito de compreender a partir de suas interfaces as

possíveis aplicações em estudos ambientais, mais especificamente no monitoramento do uso do solo rural.

A Figura 16 apresenta o processo de obtenção de imagens por sensoriamento remoto. Para Florenzano (2002, p. 9):

o Sensoriamento Remoto é a tecnologia que permite obter imagens e outros tipos de dados, da superfície terrestre, através da captação e do registro da energia refletida ou emitida pela superfície (FLORENZANO, 2002, p.9).

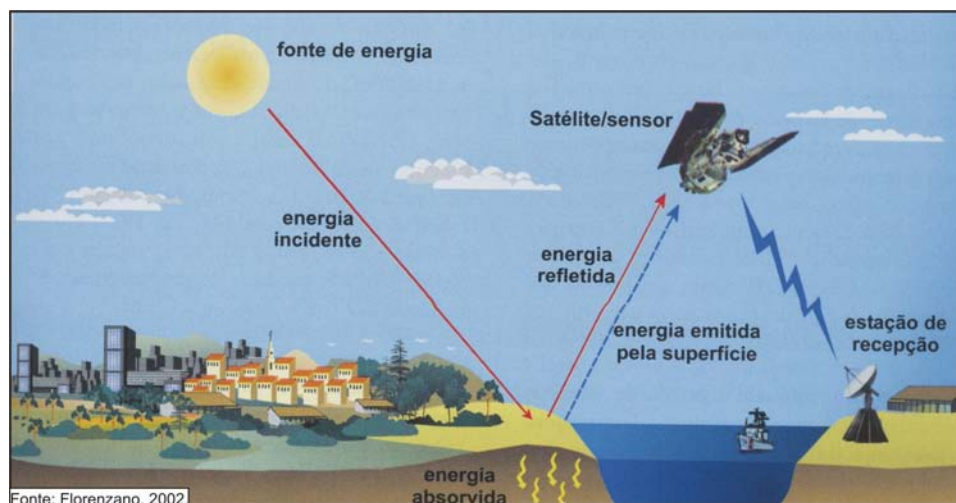


Figura 16 – Processo de obtenção de imagens por sensoriamento remoto.

Uma outra conceituação clássica de sensoriamento remoto é apresentada por Novo (1989), definida como: “a tecnologia que permite a aquisição de informações sobre objetos, sem contato físico com eles”.

O sensoriamento remoto é considerado uma ferramenta indispensável nas classificações dos ecossistemas e descrições das condições ambientais, além de ter potencial para contribuir na compreensão da diversidade biológica e análises dos padrões da paisagem (MATSON e USTIN, 1991). Contudo, as informações espaciais obtidas a partir de sensoriamento remoto, nem sempre, se constituem em respostas diretas à organização dos elementos espaciais que formam uma

determinada paisagem. Assim, torna-se necessário o emprego de técnicas de geoprocessamento para que se possa transformar os dados espaciais em informações o mais próximo possível da realidade geográfica.

O Geoprocessamento pode ser definido como:

um conjunto de tecnologias voltadas a coleta e tratamento de informações espaciais para um objetivo específico. Assim as atividades que envolvem o geoprocessamento são executadas por sistemas específicos para cada aplicação. Estes sistemas são mais comumente tratados como Sistemas de Informação Geográfica (SIG), (INPE, 2005).

Entende-se por Sistemas de Informação Geográfica (SIG), ou em vernáculo inglês chamado de GIS (*Geographic Information System*), “qualquer conjunto de procedimentos manuais ou baseados em computador, usados para armazenar e manipular dados geograficamente referenciados” (ARONOFF, 1989).

De acordo com Christofolletti (1999, p. 205): “os procedimentos operacionais para a modelagem de sistemas ambientais ganharam realce com as tecnologias envolvidas nos sistemas de informação geográfica”.

De modo geral, um SIG pode ser entendido como um sistema composto por um banco de dados, por um conjunto de software dedicado à execução de operações sobre os dados (análise espacial) e pelo hardware (TEIXEIRA et al., 1992).

### **3.4 Tratamento digital de imagens**

Procedimentos relacionados à interpretação de dados espaciais estão normalmente baseados na interpretação dos *pixels* de uma imagem de satélite, a



partir de um software operacional de processamento de imagens. De acordo com Ehlers (2005), esses incluem desde procedimentos de correção radiométrica e geométrica, filtragem de imagens e a aplicação de combinações de canais e razões de bandas até procedimentos matemático-estatísticos do mapeamento de uso do solo (classificação). A Figura 17 mostra um procedimento típico de uma cena do Landsat para a obtenção de uma classificação de uso do solo.

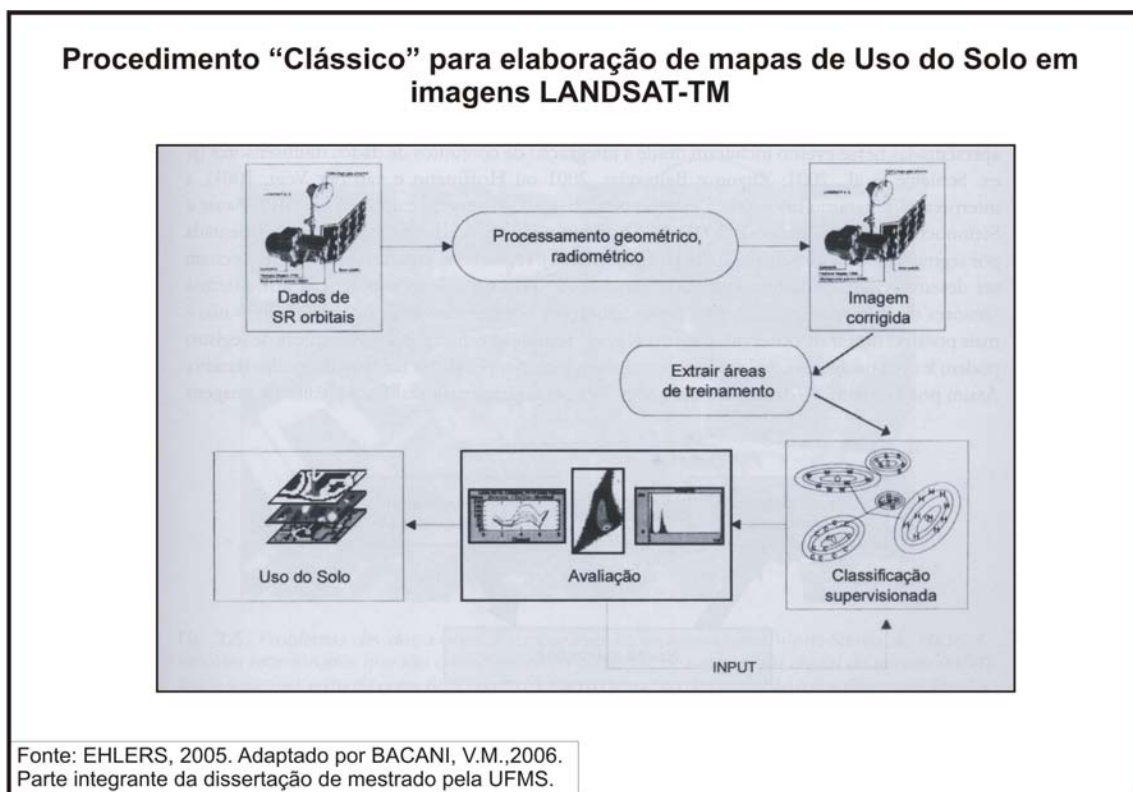


Figura 17 – Etapas para elaboração de mapas de uso do solo.

As técnicas de tratamento de imagens utilizadas fundamentam-se nas propostas organizadas por Novo (1989); Rosa (1992); e Moreira (2005), dividindo-se em três etapas gerais: pré-processamento, técnicas de realce e classificação.

### 3.4.1 Técnicas de pré-processamento

As técnicas de pré-processamento consistem na preparação de informações obtidas por satélites para a classificação, visando melhorar a qualidade dos dados, sendo as mais utilizadas: as correções geométricas e registro com objetivo de reorganizar os *pixels* da imagem em relação a um determinado sistema de projeção cartográfica e possíveis distorções provenientes do imageamento. Pode-se empregar também, correções radiométricas para minimizar efeitos atmosféricos.

Realizou-se a correção geométrica e registro, no *software ILWIS 3.2*, com base em pontos de controle extraídos da imagem LANSAT-5/TM de 1987 (*datum WGS, 1984*), confirmados nas cartas topográficas Albuquerque e Nhecolândia, elaboradas pelo SGE (1980, 1998), na escala de 1:100.000. A equação matemática do 2º grau foi utilizada na reamostragem dos pixels, cujo processo de interpolação utilizado foi o do vizinho mais próximo que não altera o valor de cinza da imagem. Supondo-se que existam  $n$  pontos de controle, os parâmetros da transformação polinomial são calculados pela resolução de um sistema de  $2n$  equações para resolver 6 (para o polinômio de 1º grau) ou 12 parâmetros (para o polinômio de 2º grau). Assim, o número mínimo de pontos de controle para os polinômios de 1º e 2º graus são, respectivamente, 3 e 6, ou seja, o número de equações é igual ao número de incógnitas a calcular. Entretanto, como as coordenadas medidas dos pontos de controle estão sujeitas a erros, convém usar um número de pontos maior que o mínimo, considerado de 10 para o de 2º grau (SPRING, 2005).

### 3.4.2. Técnicas de realce

As técnicas de realce significam um conjunto de procedimentos empregados para melhorar a qualidade visual de uma imagem, facilitando a definição das características de interesse, tornando mais agudos os contrastes e ressaltando as bordas de contato entre as diferentes unidades espaciais. O tipo de realce mais empregado segundo Moreira (2005) é o de ampliação do contraste das feições na cena, ou seja, os níveis de cinza mais baixos são arrastados para próximos de zero (tonalidade mais escura) e os mais altos, para próximos de 255 (cinza-claro).

O contraste entre dois objetos pode ser definido como a razão entre os seus níveis de cinza médios. A manipulação do contraste consiste numa transferência radiométrica em cada *pixel*, com o objetivo de aumentar a discriminação visual entre os objetos presentes na imagem.

Após o teste de todos dos tipos de contraste disponíveis no *software* SPRING 4.2, optou-se pela aplicação contraste Linear em ambas as imagens CBERS e LANDSAT, pois foi o que possibilitou a melhor discriminação visual dos alvos espectrais.

### 3.4.3 Segmentação de imagem

O processo de segmentação de imagens tem por objetivo fragmentar uma região, em unidades homogêneas, considerando algumas de suas características

intrínsecas como, por exemplo, o nível de cinza dos pixels, textura e contraste (WOODCOCK et al., 1994 apud COUTINHO, 1997).

Empregou-se a segmentação por crescimento de regiões, considerada como uma técnica que somente as regiões espacialmente adjacentes são agrupadas, segundo um valor similaridade. Após vários testes de similaridade e *pixels* inseridos no SIG SPRING 4.2, os índices que melhor apresentam a separação das classes espectrais foram 8 de similaridade e 6 de *pixel*, para ambas as cenas. O limiar 8 significa o valor mínimo abaixo do qual duas classes são consideradas similares e agrupadas em uma única região, enquanto o limiar 6 de área define o número mínimo de *pixels* para que uma área seja individualizada. Segundo Coutinho (1997) não existe uma padronização de valores destas variáveis para a obtenção de bons resultados, devendo ser testados em função dos padrões de repartição espacial dos objetos de cada área e da escala cartográfica da abordagem realizada.

Após esta etapa, realizou-se no SPRING 4.2 a denominada extração de regiões. Nesta fase, extraem-se alguns parâmetros do polígono, como: posicionamento, média de níveis de cinza, matriz de covariância, para serem utilizados na classificação (BINS et al., 1993, apud MOREIRA, 2005).

#### **3.4.4 Classificação de imagem**

As classificações de imagens constituem-se num dos mais clássicos tratamentos de imagens utilizado para se mapear diferentes classes de uso do solo

ou classes temáticas. Procura-se rotular cada *pixel* da imagem segundo a ocupação do solo, semelhante ao que se faz na abordagem visual. Para isso, utilizam-se programas apropriados, também denominados algoritmos de classificação ou simplesmente classificadores.

Os efeitos da sazonalidade é um fator muito importante no registro efetuado pelo satélite devendo ser levado em conta durante as análises dos resultados.

Segundo Dias (2003), existem inúmeros métodos de classificações de *pixels* possíveis de serem empregados para se chegar a uma cartografia da paisagem, indo dos mais simples e grosseiros àqueles mais complexos e apurados. Cottonne (1998, p. 142) explica que: “a escolha de um método de classificação e a performance deste depende de um certo número de parâmetros como a escolha dos temas a evidenciar, a data do registro da imagem [...]”

Dependendo do algoritmo utilizado para o reconhecimento dos padrões espectrais, a classificação é denominada supervisionada ou não-supervisionada.

Na abordagem supervisionada, o treinamento consiste no reconhecimento da assinatura espectral de cada uma das classes de uso do solo da área imageada. Para alguns classificadores (algoritmos), esse reconhecimento envolve a obtenção de parâmetros estatísticos de cada classe contida na área. Para outros, o reconhecimento baseia-se apenas no nível mínimo e máximo de cinza na área fornecida para o treinamento. Na classificação não-supervisionada, o treinamento necessita de alguns parâmetros que devem ser fornecidos ao sistema.

As classificações supervisionadas e não-supervisionadas podem ser realizadas *pixel a pixel* ou por regiões de similaridade de níveis de cinza. Nesses casos, as características espectrais são baseadas em um *pixel* ou num *pixel* e a informação espacial que envolve a relação com seus vizinhos.

### 3.4.4.1 Classificação por regiões

O classificador por regiões foi utilizado para a identificação das classes temáticas. A classificação por regiões ou orientada a objetos por ser não supervisionada (Iseseg) ou supervisionada (Battacharya). A classificação por regiões dividiu-se em quatro fases: segmentação, extração de regiões, classificação e mapeamento.

A classificação por regiões constitui-se na identificação e rotulação de uma classe, a partir de polígonos com a mesma similaridade de níveis de cinza, dessa forma, o algoritmo atribui uma cor específica para cada classe mapeada.

O classificador utilizado foi o Battacharya, que mede a distância média entre as distribuições de probabilidades de classes espectrais. Em seguida, calcula, em cada região, a distância Battacharya, assim, a classe que apresentar a menor distância será atribuída à região avaliada, segundo a equação abaixo:

Equação para Determinação da Distância Battacharya.

$$B(p_i, p_j) = \frac{1}{2} (m_1 - m_2)^T \Sigma (m_i - m_j) + \frac{1}{2} \ln \frac{|\Sigma (m_i - m_j)|}{|\Sigma_i|^{1/2} |\Sigma_j|^{1/2}}$$

sendo  $m_i$  a média da classe  $i$ ;  $m_j$ , a média da classe  $j$ ;  $T$ , a matriz transposta;  $\ln$ , o logaritmo neperiano; e  $i$  e  $j$ , as classes dentro do contexto.

Fonte: Adaptado de Moreira (2005).

Este classificador requer a aquisição de amostras formadas nas regiões segmentadas da imagem. O classificador procura simular o comportamento de um fotointérprete, ao reconhecer áreas homogêneas baseadas nas propriedades espectrais da imagem (VIEIRA et al., 2003).

### **3.5 Modelo Numérico de Terreno (MNT)**

O MNT foi elaborado com base em informações altimétricas registradas pelo radar topográfico SRTM (*Shuttle Radar Topographic Mission*), com resoluções  $x$  e  $y$  próximas de 90 m, e  $z$  de 16 m (BARROS et al., 2005).

Inicialmente importou-se a grade numérica SRTM para o aplicativo SPRING 4.2 em um Modelo de Dados “MNT” onde se procedeu ao recorte da área de estudo sobre a imagem. Em seguida, a grade contendo o recorte da área de estudo foi importada em formato “*TIFF/GeoTIFF*” para o aplicativo Global Mapper 7.0, onde concretizou-se a geração do MNT.

### **3.6 Mapeamento das unidades de paisagem**

O mapeamento multitemporal das unidades de paisagem presentes na fazenda Firme foi realizado com base em imagens de satélite LANDSAT-5/TM, CBERS-2/CCD e trabalhos de campo.

Almeida et al. (2003) propuseram uma metodologia para classificação e gênese de lagoas “salinas” da Baixada Nhecolândia, a qual somada as características observadas a campo (área de praia, “carandás”, presença de “cordilheira no entorno das lagoas”, informações de moradores locais) foram os critérios que subsidiaram a distinção entre lagoas “salinas” e não “salinas”, segundo a Tabela 2.

TABELA 2 – Índices para classificação de lagoas do Pantanal da Baixada Nhecolândia, segundo Almeida et al., 2003.

<b>Lagoa</b>	<b>pH</b>	<b>CE</b>
Não Alcalina	< 7	Índices muito
Alcalina	Entre 7 e 8	variáveis
Hiperalkalina	> 8	> 5.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$

Regionalmente, as lagoas hiperalkalinas correspondem às “salinas”, enquanto que as alcalinas, na maioria dos casos são conhecidas popularmente por “salitradas”. As lagoas não alcalinas equivalem as “baías” ou lagoas de água doce.

Entretanto, necessitávamos de um método mais abrangente, capaz de apontar cada uma das diferentes unidades de paisagem presentes na fazenda estudada.

Bacani et al. (2006) ao realizarem a cartografia dos diferentes compartimentos geomórficos presentes na fazenda Firme, apresentaram uma metodologia para classificação das unidades de paisagem fundamentada na proposta de Almeida et al. (2003), a qual norteou os procedimentos adotados nesta etapa, podendo ser descritos em duas etapas.



**1. Sensoriamento remoto:** todas as etapas de tratamento de imagens LANDSAT-5/TM e CBERS-2/CCD, foram realizadas segundo parâmetros descritos no item 3.4 deste capítulo.

**2. Trabalhos de campo:** para auxiliar no processo de interpretação das imagens de satélite, verificou-se as verdades terrestres, ou os alvos espectrais não identificados nas imagens. Os trabalhos de campo constituíram-se em mensurar as características físico-químicas das lagoas, tais como: pH, condutividade elétrica (CE) e temperatura, a fim de se distinguir lagoas “salinas” de “baías”. As unidades de paisagem e suas respectivas degradações foram fotografadas e em seguida registraram-se as coordenadas geográficas do local, onde se aferiu as verdades terrestres.

### **3.7 Avaliação das transformações paisagísticas**

Com base no mapa de uso do solo recente (2004), identificou-se a área que sofreu as maiores transformações paisagísticas, afetada intensamente pela ação de desmatamento. Em seguida adotou-se uma “salina” para realização dos experimentos que se encontra inserida exatamente no contato entre a “cordilheira” desmatada a leste e a preservada a oeste. Esta “salina” é teste de experimentos microclimáticos e pedológicos (Figura 18).

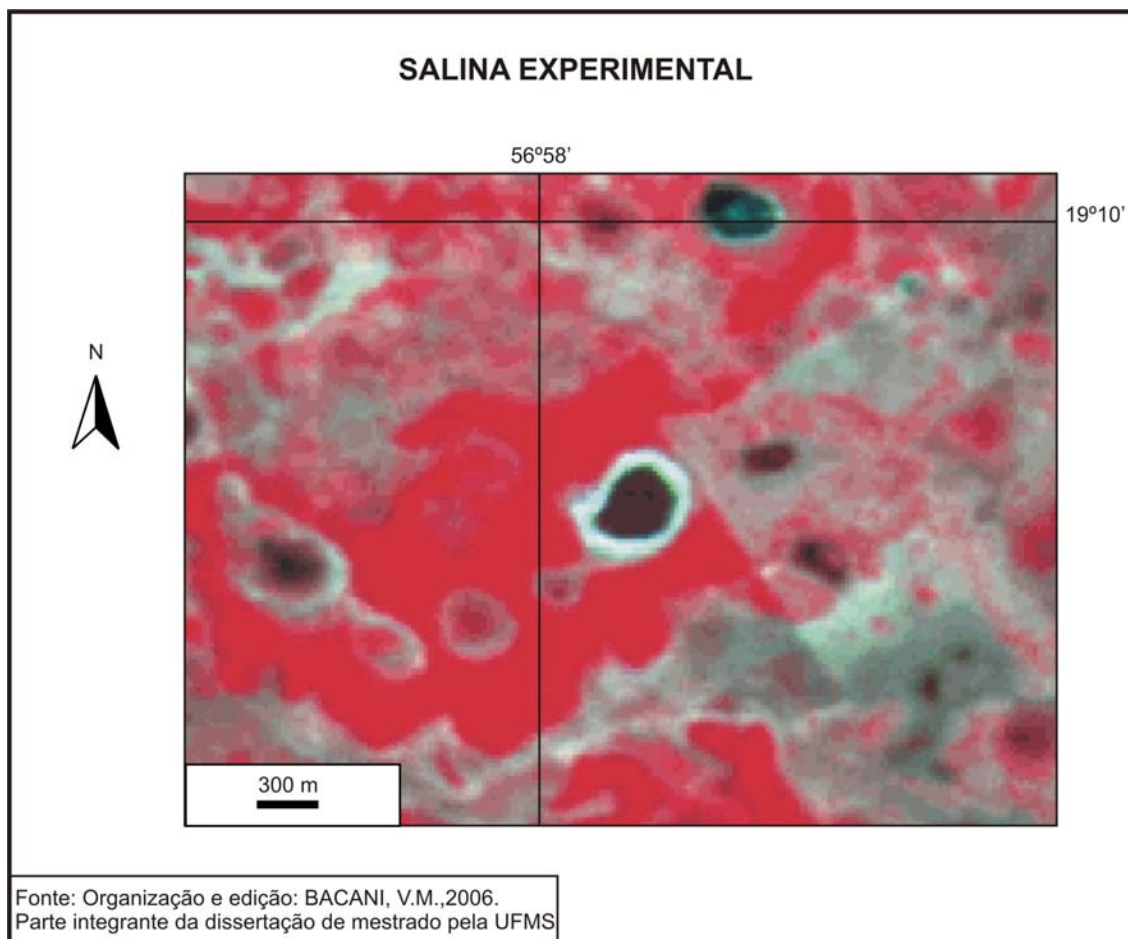


Figura 18 – Sítio de experimentos microclimáticos e pedológicos.

### 3.7.1 Experimento microclimático

A metodologia utilizada nesta etapa apoiou-se na proposta de Sezerino e Monteiro (1990), que prevê a caracterização das diferenças térmicas em unidades de paisagem selecionadas ao longo de um transecto transversal, realizando-se medidas de temperatura do ar a 1,5 m do solo e do solo a 5 cm de profundidade, além da umidade relativa do ar, cobertura do céu e intensidade do vento.

Os abrigos foram construídos de madeira compensada, com paredes duplas com furos que permitem a circulação do ar e pintados de branco. Tais abrigos apóiam-se no modelo dos utilizados por Monteiro (1990); Salvi-Sakamoto (2001); Silva (2003) e Gradella (2005). Cada abrigo serviu de suporte para instalação interna de um termômetro de máxima e mínima e um psicrômetro não aspirado contendo dois termômetros: de bulbo seco e de bulbo úmido.

Foram instalados 3 abrigos ao longo de um transecto (sentido E - W) de aproximadamente 650 m, distribuídos segundo a Figura 19.

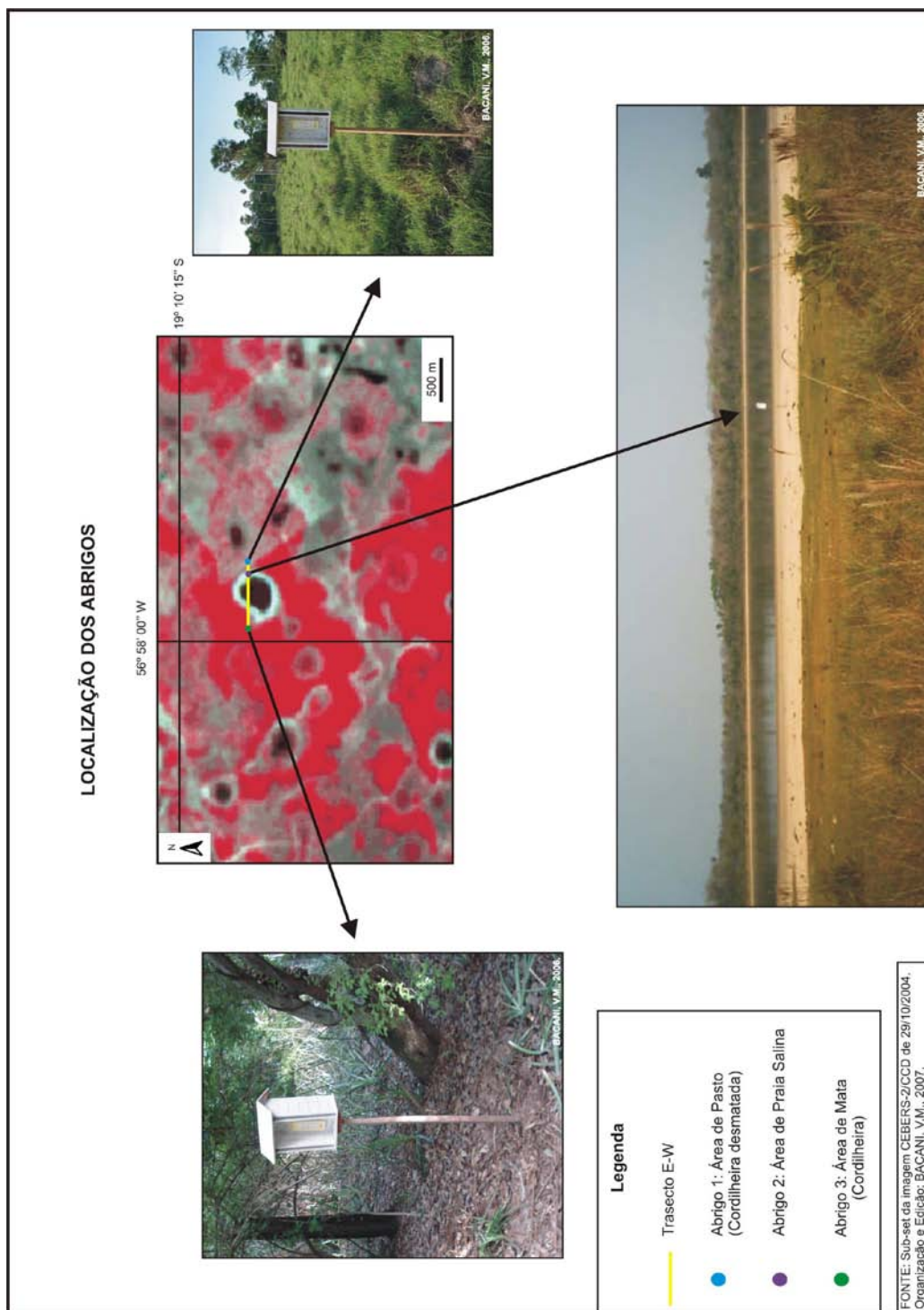


Figura 19 – Localização dos abrigos instalados em diferentes unidades de paisagem.

As leituras dos termômetros foram realizadas no mês de novembro (primavera) de 2006, durante o dia 18, das 08h às 18h, cujas medidas foram realizadas de hora em hora (totalizando 11 medidas em cada abrigo). A temperatura de bulbo seco e úmido foi medida com termômetro de mercúrio. A umidade relativa foi estimada a partir da obtenção da depressão psicrométrica (diferença entre o bulbo seco e o bulbo úmido) e comparação com a tabela fornecida pelo Ministério da Aeronáutica (ANEXO A). A temperatura do solo foi mensurada a 5 cm com o mesmo termômetro utilizado nas medidas do ar. A intensidade do vento foi estimada conforme a escala de BEAUFORT que oscila de 0 a 12, segundo a velocidade (ANEXO B). A nebulosidade foi estimada segundo escala das oitavas de 0 a 9 de cobertura do céu, o tipo de nuvem e a incidência de radiação solar.

Os dados microclimáticos mensurados a campo (ANEXO C) foram organizados, inicialmente, no programa *software Excel* e em seguida procedeu-se a representação gráfica das informações referentes a temperatura do ar e do solo, da umidade relativa e da organização pedológica *no software CoreIDRAW*.

Após a organização dos dados em forma de gráfico realizou-se uma análise sinótica da circulação atmosférica referente aos dias 17, 18 e 19, com base em imagens do satélite meteorológico *Geostationary Operational Environmental Satellite System* (GOES) – 12, 2006, na projeção cilíndrica, canal infravermelho. Analisou-se também, cartas sinóticas do Serviço Meteorológico Marinho (2006).

### 3.7.2 Experimento pedológico

Ao longo do mesmo transecto realizou-se a análise da estrutura pedológica. A análise da estrutura pedológica é uma metodologia desenvolvida por Boulet et al. (1988) a qual consiste na realização de tradagens do topo a base de uma vertente, podendo desta maneira, constatar as variações horizontais e verticais existentes no gradiente do solo de uma toposseqüência. Para se obter o limite mais preciso das variações, recomenda-se tradagens intermediárias e a abertura de trincheiras, quantas forem necessárias para desenhar o perfil sobre o corte topográfico dos volumes identificados.

Inicialmente realizou-se um levantamento topográfico do transecto com mangueira de nível de 50 metros. Em seguida procederam-se as tradagens iniciais de 20 em 20 metros de distância uma das outras e com profundidades entre 100 e 480 cm (Figura 20).



Figura 20 – Realização de tradagem no interior da “cordilheira” próximo ao abrigo 3.

## **CAPÍTULO IV**



## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Relata-se neste capítulo, os resultados referentes às classificações da vegetação e uso do solo em 1987, 1994 e 2004 e o mapeamento pedológico e microclimático em escala fina na área mais impactada por desmatamento com a introdução de gramíneas exóticas para criação de gado bovino, pois se trata de uma região cuja principal atividade econômica é a pecuária.

### 4.1 Características físico-químicas das lagoas

A Figura 21 apresenta as 17 lagoas (“salinas” e não “salinas”) mensuradas por parâmetros físico-químicos (pH, condutividade elétrica e temperatura).

Os valores medidos em cada lagoa encontram-se descritos na Tabela 3. Dentre as 17 lagoas amostradas, identificou-se somente 3 hiperalcalinas, ou seja, com pH maior que 8 e condutividade elétrica superior a 5.000  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

As lagoas que apresentaram características paisagísticas de “salinas” (pH > 7, área de praia, circundadas por palmeiras carandá (*Copernicia Alba*), “cordilheiras”, rebaixadas topograficamente, entre outras), com condutividade elétrica inferior a 5.000  $\mu\text{S}/\text{cm}$  foram inseridas no grupo das lagoas alcalinas, totalizando 9 lagoas, sendo somente uma com pH < 8. A condutividade elétrica oscilou entre 414 e 4560  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

No grupo das não alcalinas (“baías”), verificou-se 5 lagoas, dentre as quais uma não foi possível de ser mensurada devido a não existência de água, porém esta não apresentou à campo nenhuma característica de lagoa “salina” e segundo moradores locais trata-se de uma “baía”. Nas 4 “baías” medidas, os índices de condutividade elétrica foram menores, oscilaram entre 35 e 700  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . O pH também representou os menores índices (entre 6,84 e 7,51).

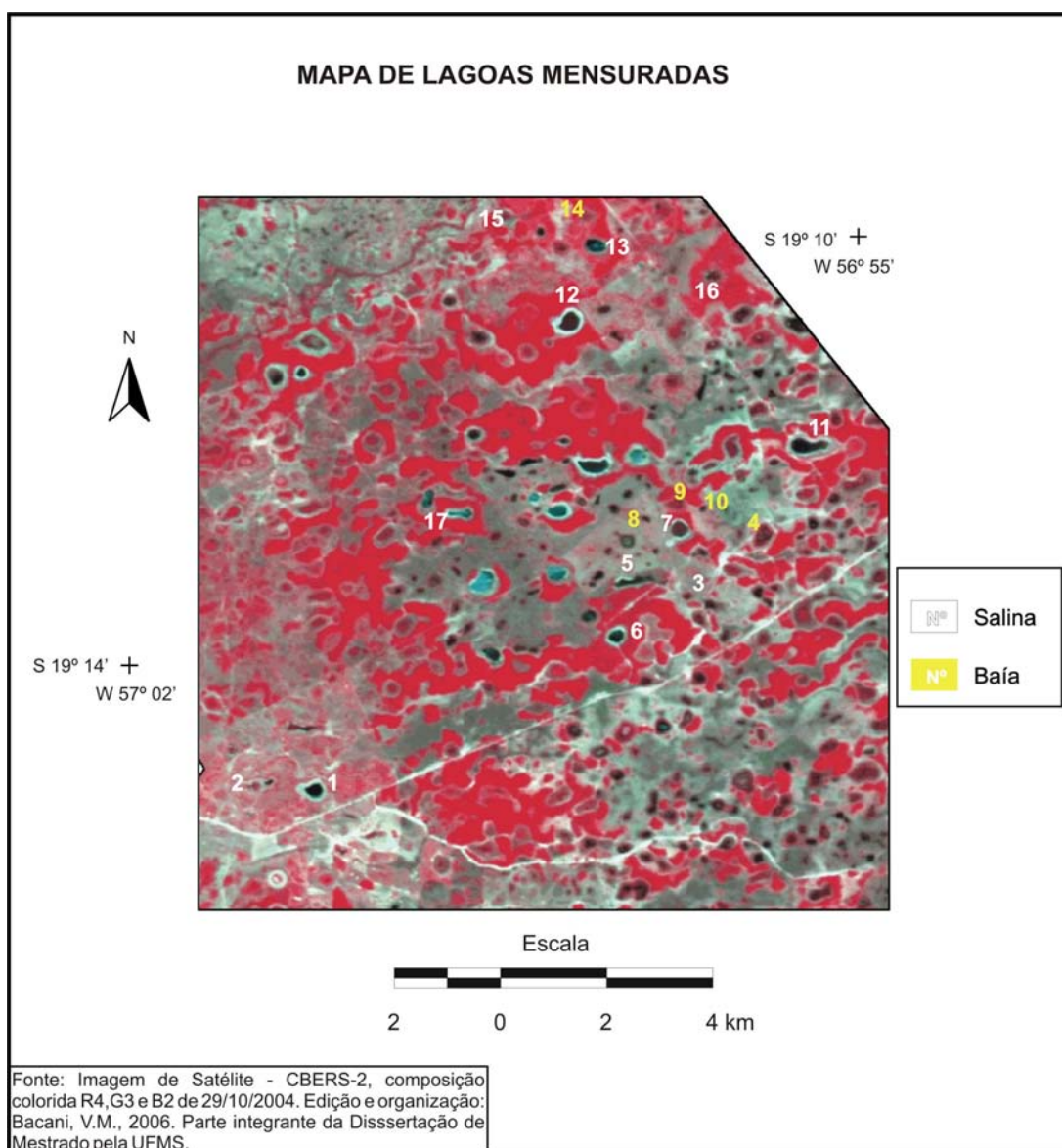


Figura 21 – Localização das lagoas amostradas para mensuração de parâmetros físico-químicos.

TABELA 3 – Lagoas amostradas e suas respectivas características físico-químicas.

Lagoa	pH	CE	Temperatura (H <sub>2</sub> O)	Observações
“Salina” 01	9,67	2,40 mS/cm	30,8 °C	“Salina” estudada por Sakamoto (1997) em seu doutoramento. Marcas de desmatamento na “cordilheira” do entorno.
“Salina” 02	8,42	904 µS/cm	32 °C	Área de Praia tomada por pastagem introduzida e um banco de areia em seu interior.
“Salina” 03	7,8	414 µS/cm	35,8 °C	Pouco preservada: situa-se a margem da estrada que leva ao Retiro Pedra do Sol.
“Baía” 04	7,51	700 µS/cm	32,3 °C	Encontra-se defronte a sede do Retiro Pedra do Sol.
“Salina” 05	9,15	1085 µS/cm	33,0 °C	Lagoa muito pouco circundada por vegetação arbórea densa (“cordilheira”).
“Salina” 06	10,72	3,60 mS/cm	35,3 °C	Lagoa totalmente circundada por “cordilheiras”, com exceção de um pequeno corredor desmatado para facilitar o acesso do gado à “salina”.
“Salina” 07	10,17	5,75 mS/cm	33,6 °C	Apresenta um formato semi-ovado.
“Baía” 08	6,98	35 µS/cm	34,0 °C	Circundada por capim Humidícola com um pequeno renque de carandás ao Sul.
“Baía” 09	6,84	195 µS/cm	32,7 °C	Circundada por capim Humidícola e “Assa-peixe” no seu interior.
“Baía” 10	7,18	50 µS/cm	34,6 °C	Circundada por capim Humidícola.
“Salina” 11	9,5	1250 µS/cm	35,7 °C	Muito Grande, com aspecto de salitrada.
“Salina” 12	9,8	2,25 mS/cm	22,5 °C	Apresenta marcas de desmatamento na porção “E”. Devido a tal fato, foi objeto de experimentos microclimáticos e pedológicos.
“Salina” 13	10,35	4,36 mS/cm	24,3 °C	Os Carandás circundam a “salina” acompanhando a área de praia, com exceção à porção NW.

“Baía” 14	-	-	-	Baía seca - impossibilidade de mensuração dos parâmetros físico-químicos. Segundo relatos de um pantaneiro, trata-se de uma antiga “salina”.
“Salina” 15	10,41	5,0 mS/cm	25,5 °C	Lâmina d’água pouco profunda. Poucos carandás, esparsos em seu entorno. Água de coloração bastante esverdeada.
“Salina” 16	9,42	7,75 mS/cm	27,7 °C	Muitos carandás no entorno da lagoa.
“Salina” 17	9,93	4560 µS/cm	30,6 °C	“Salina” bem preservada, com área de praia, carandás e caraguatás. Água de coloração escura. Presença de bovinos.

## 4.2 As diferenças altimétricas e suas relações com a paisagem

A Figura 22 apresenta as diferenças altimétricas presentes no sítio de estudo. O MNT demonstra que as unidades de paisagem do Pantanal da Baixa Nhecolândia apresentam certa similaridade com o agrupamento de determinadas cotas altimétricas, a saber:

1- “Salinas” (72 a 84m): neste intervalo altimétrico, há um predomínio de lagoas “salinas” (alcalinas e/ou hiperalcalinas). Predominantemente, estas apresentam altimetrias próximas ao nível de base do rio Paraguai o que confirma as observações descritas em Sakamoto (1997) de que existem eventuais relações entre a dinâmica fluvial do rio Paraguai e o comportamento do lençol freático de lagoas “salinas” presentes nesta unidade.

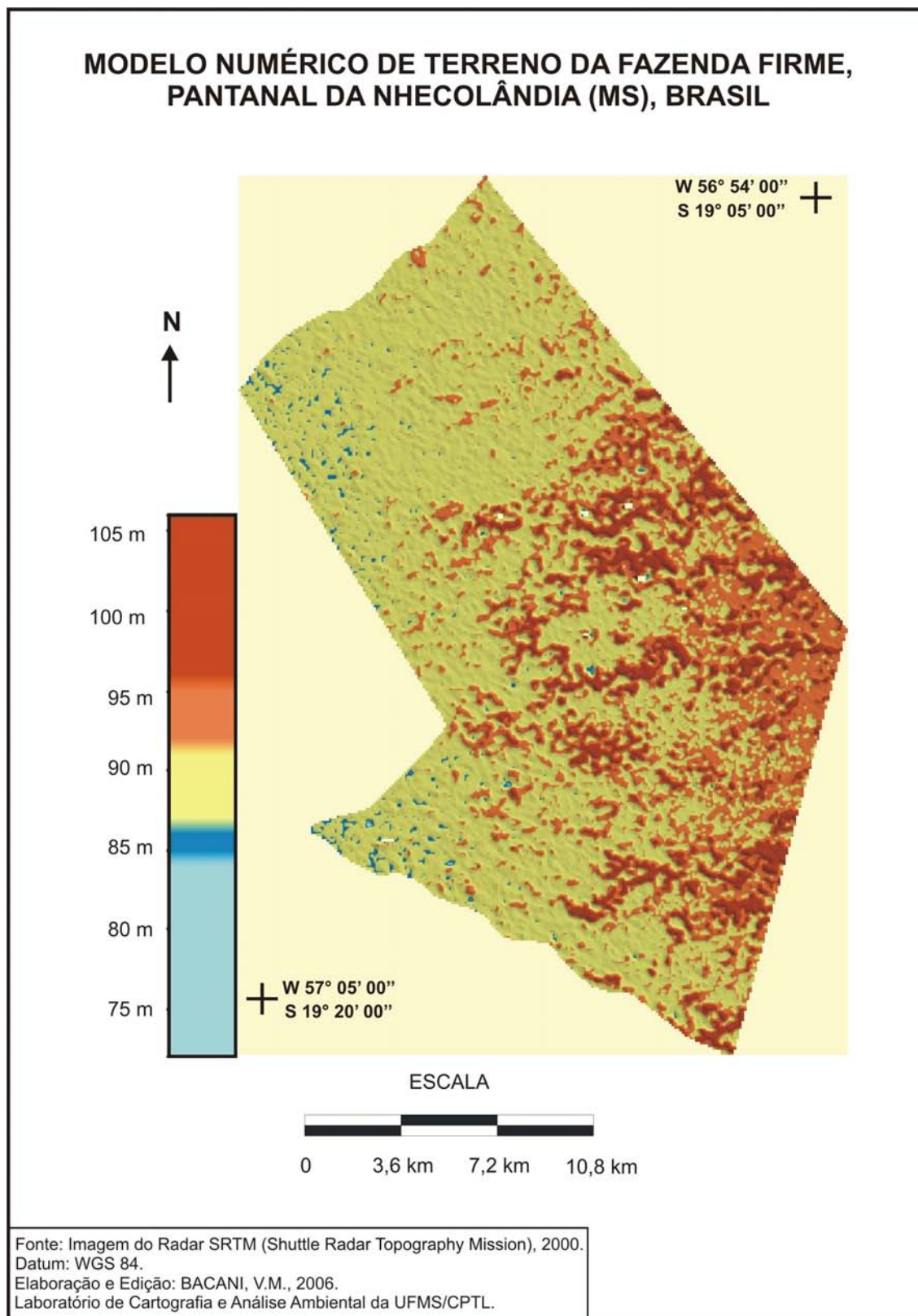


Figura 22 – Modelo numérico de terreno.

2- “Baías” (85 a 86m): encontram-se ligeiramente mais elevadas que o piso geral das “salinas”. Ocorrem em áreas classificadas por Franco e Pinheiro (1982 apud BRASIL, 1982), como área de acumulação fortemente inundável.

3- Campo (87 a 91m): este foi o maior compartimento identificado. As unidades de paisagem encontradas nestas cotas altimétricas formam as áreas de campo natural e pastagens introduzidas, além das vazantes.

4- “Cordilheira” (92 a 105m): situa-se nas porções mais elevadas, caracterizando as maiores altitudes da fazenda, situadas predominantemente na porção Oeste.

O Modelo Numérico de Terreno apontou que as menores altitudes ocorrem na porção oeste da fazenda e vão aumentando à direção leste, o que coincide com as observações do DNOS (1974), com relação à declividade regional do Pantanal.

Embora as “salinas” ocorram num patamar topográfico inferior aos demais compartimentos, estas podem ser encontradas também nas porções mais elevadas a leste, onde predominam as “cordilheiras”. As “cordilheiras” circundam as “salinas”, funcionando como uma “barreira natural” à entrada d’água superficial, desta forma, a lagoa “salina” é abastecida exclusivamente pelos fluxos sub-superficiais do lençol freático que existem no seu entorno (QUEIROZ NETO et al., 1996, p. 148).

As “cordilheiras” correspondem a cordões descontínuos de areia fina a muito fina, denominados paleodunas em forma de meia-lua (*lunnet sand dunes*), cuja origem está associada à deflação eólica. As “cordilheiras” são consideradas áreas com deficiência de areias disponíveis ao transporte devido às condições de nível freático elevado, que é o nível de base para deflação eólica (ASSINE, 2003).

### 4.3 Classes de uso e ocupação do solo

Foram definidas 5 classes de uso e ocupação do solo para os anos de 1987, 1994 e 2004: solo nu, campo natural ou pastagem, “cordilheira”, “salina” e corpos de água doce (“baías” e “vazantes”).

A classe solo nu apresentou os maiores índices de refletância, devido à textura predominantemente arenosa do solo, representando as áreas de praia que circundam às “salinas” ou estradas e trilhas (Figura 23).

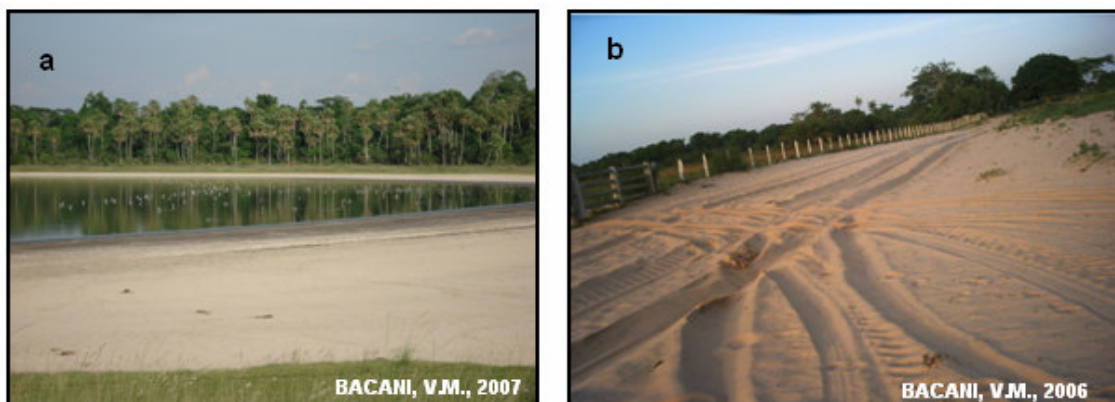


Figura 23 – Principais alvos espectrais identificados na classe solo nu: a) “praia salina”; b) estrada.

A Figura 24 aponta as áreas de campo natural ou de pastagens introduzidas representadas em uma única classe e a classe “cordilheira” que constitui as formações arbóreas densas, por vezes desmatadas para o plantio de pastagens.



Figura 24 – Classes “cordilheira” e pastagem: a) “cordilheira”; b) capão de mato representado junto à classe “cordilheira”; c) capim carona (*Elyonurus muticus*); d) “cordilheira” desmatada para implantação de capim *Brachiaria*.

Na classe “salina” são representadas as lagoas alcalinas e hiperalcalinas, enquanto que as lagoas que não exibem alcalinidade juntamente com as “vazantes” foram mapeadas na classe corpos de água doce (Figura 25).



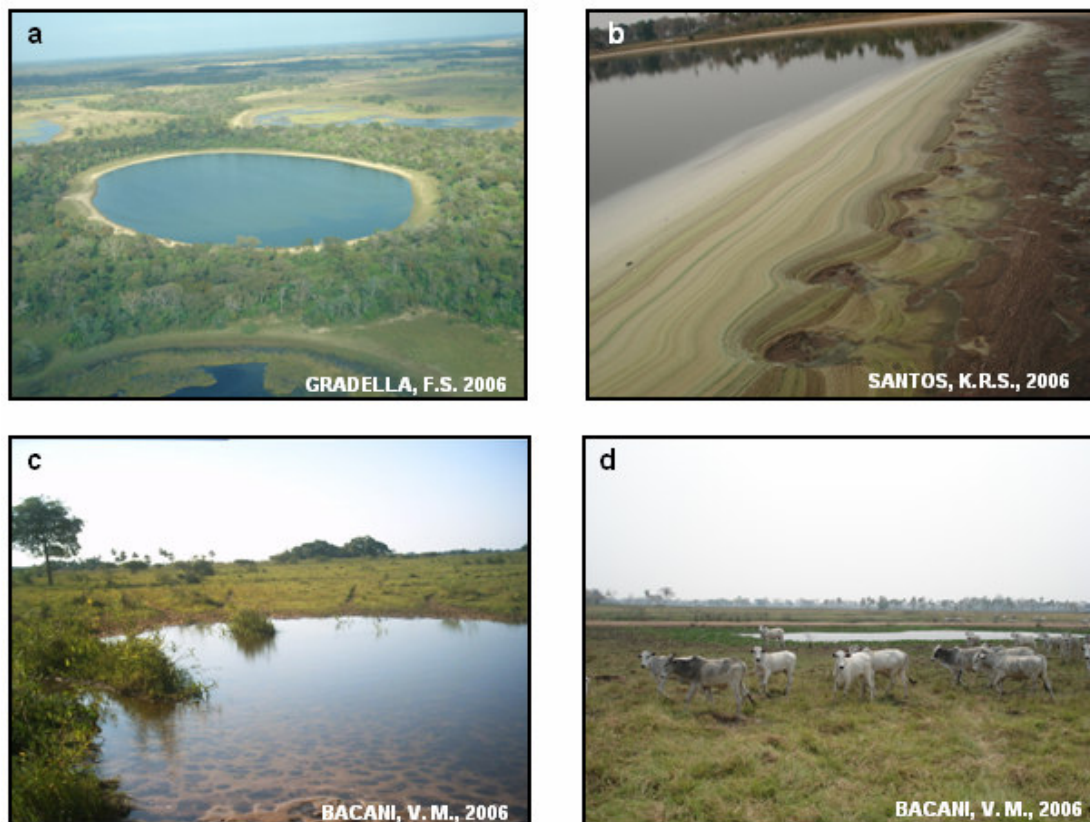


Figura 25 – As classes “salina” e corpo de água doce: a) vista aérea de uma “salina”; b) detalhe das “camadas salinas”; c) “vazante”: Vazante do Corixinho; d) “baía”.

#### 4.4 Evolução da vegetação e uso do solo de 1987 a 2004

As Figuras 26, 27 e 28 representam as cinco classes temáticas mapeadas em 1987, 1994 e 2004: solo nu, campo/pastagem (campo natural ou pastagem introduzida), “cordilheira”, “salinas” (alcalinas e hiperalcalinas) e corpos de água doce (“baías” e “vazantes”). Uma visão sinótica das mudanças em cada classe é apresentada na Figura 29.

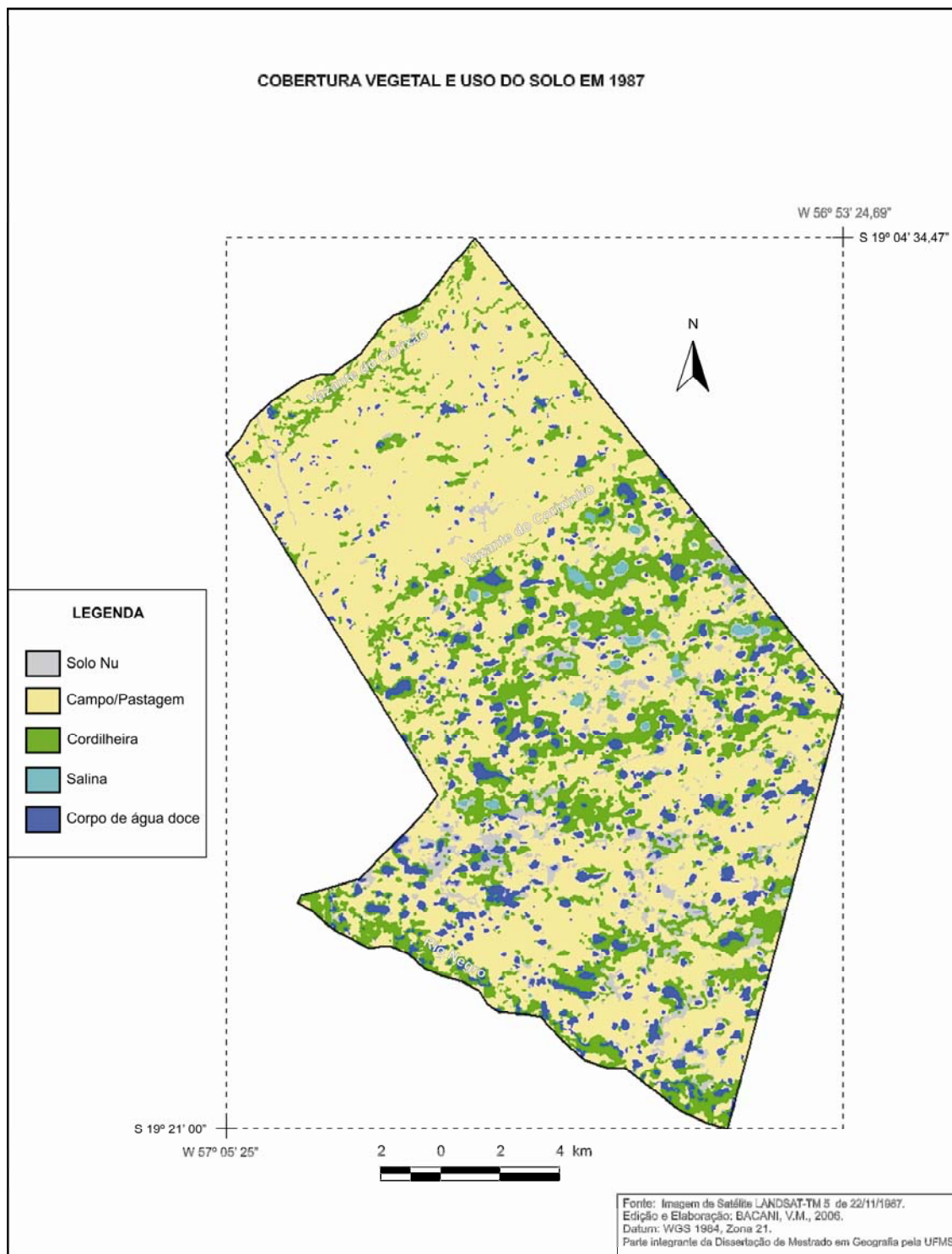


Figura 26 – Mapa de vegetação e uso do solo em 1987.

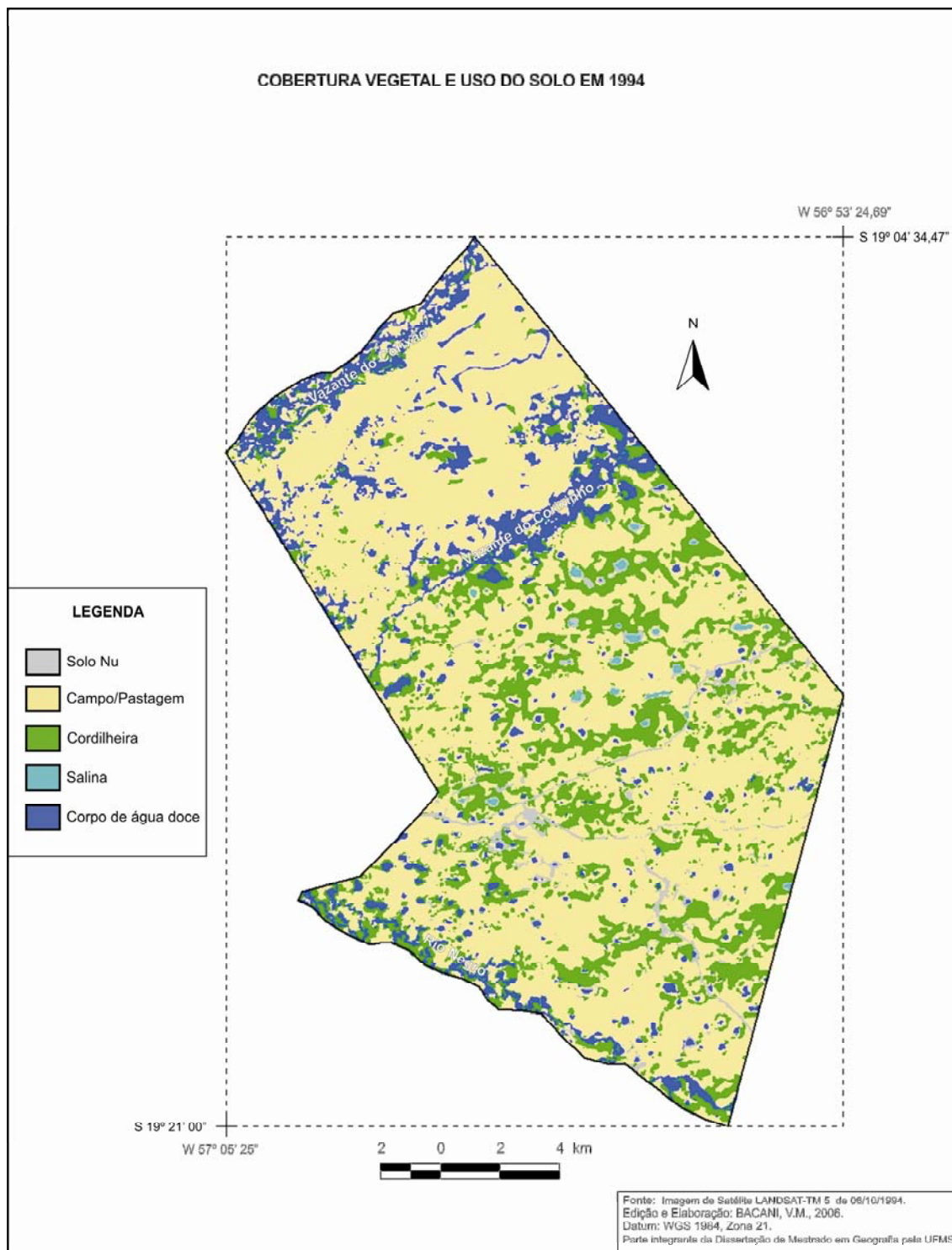


Figura 27 – Mapa de vegetação e uso do solo em 1994.

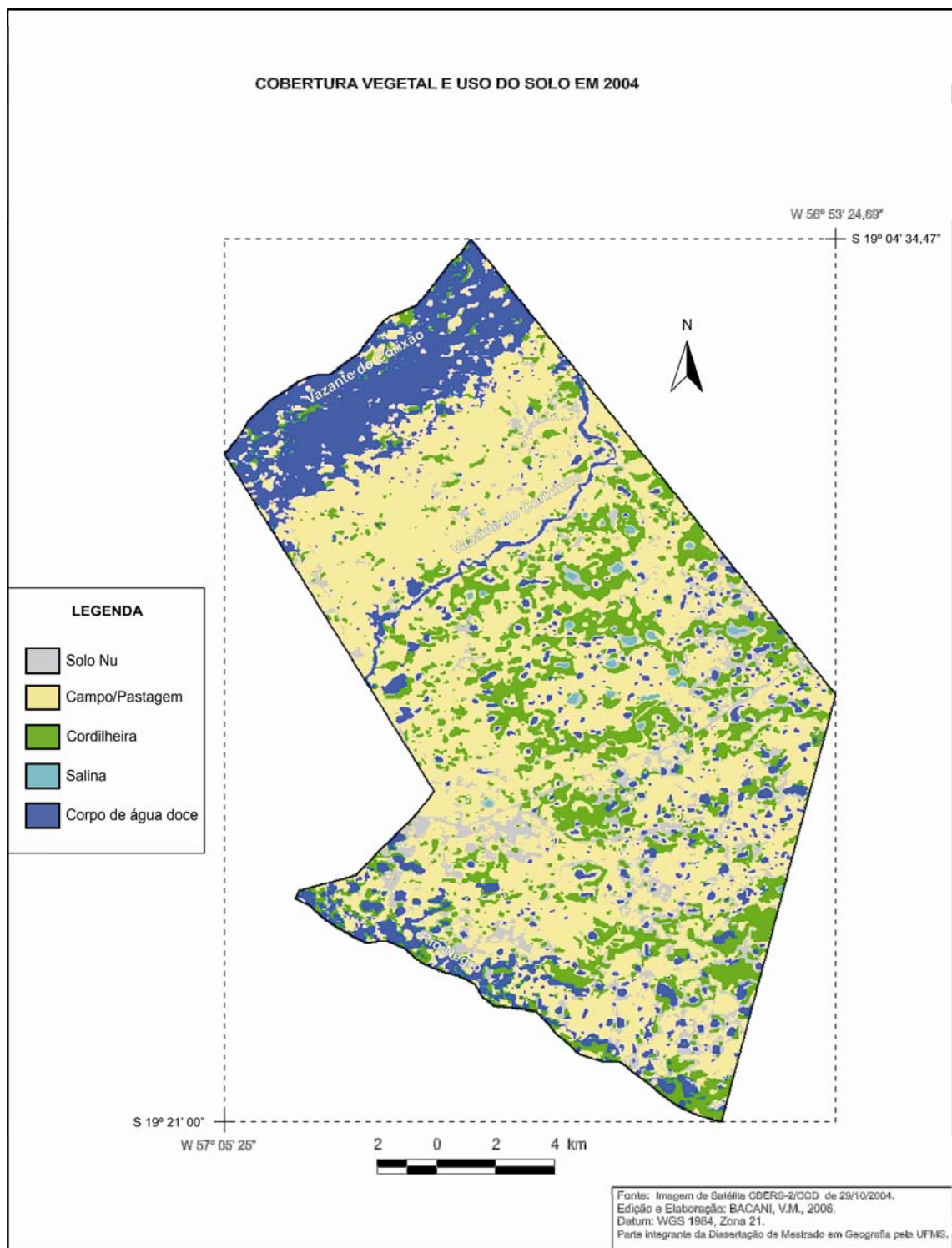


Figura 28 – Mapa de vegetação e uso do solo em 2004.

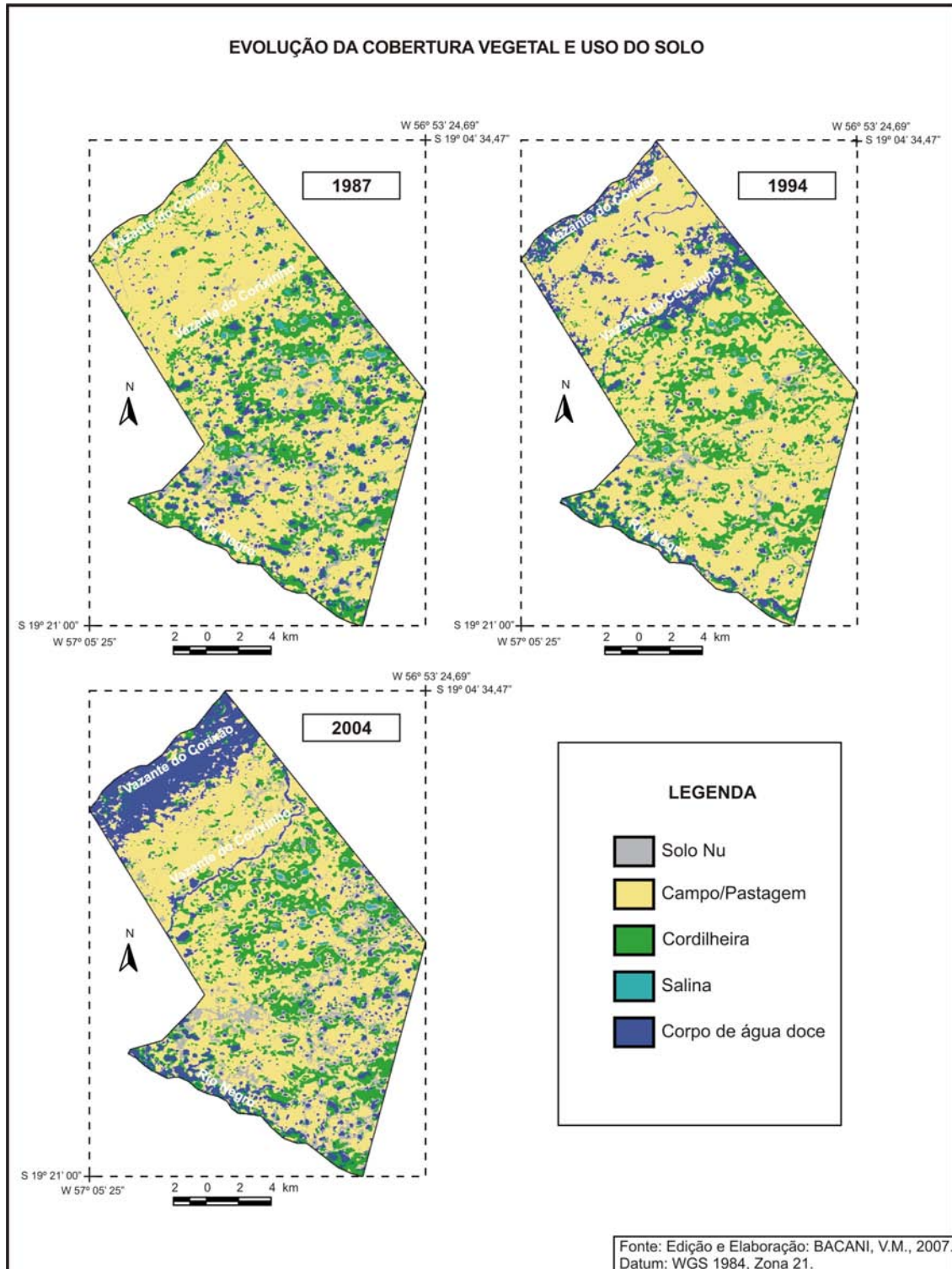


Figura 29 – Mapa síntese de mudanças.

Na Tabela 4 é possível verificar as áreas ocupadas pelas diferentes classes de uso e ocupação do solo, cuja evolução em porcentagem para os anos de 1987, 1994 e 2004 encontra-se na Figura 30.

TABELA 4 - Área ocupada pelas classes de uso do solo em 1987, 1994 e 2004.

Classes	1987	1994	2004
	Área (ha)	Área (ha)	Área (ha)
“Cordilheira”	7.006,30605	6.896,79	6.516,84
Campo/Pastagem	22.494,37028	23.041,17	18.945,48
Solo Nu	1.911,7116	900,45	2.965,64
Corpos de água doce	2.617,638075	3.287,88	5.653,4
“Salinas”	200,382075	110,34	122,92
Total	34.230	34.236,63	34.204,28

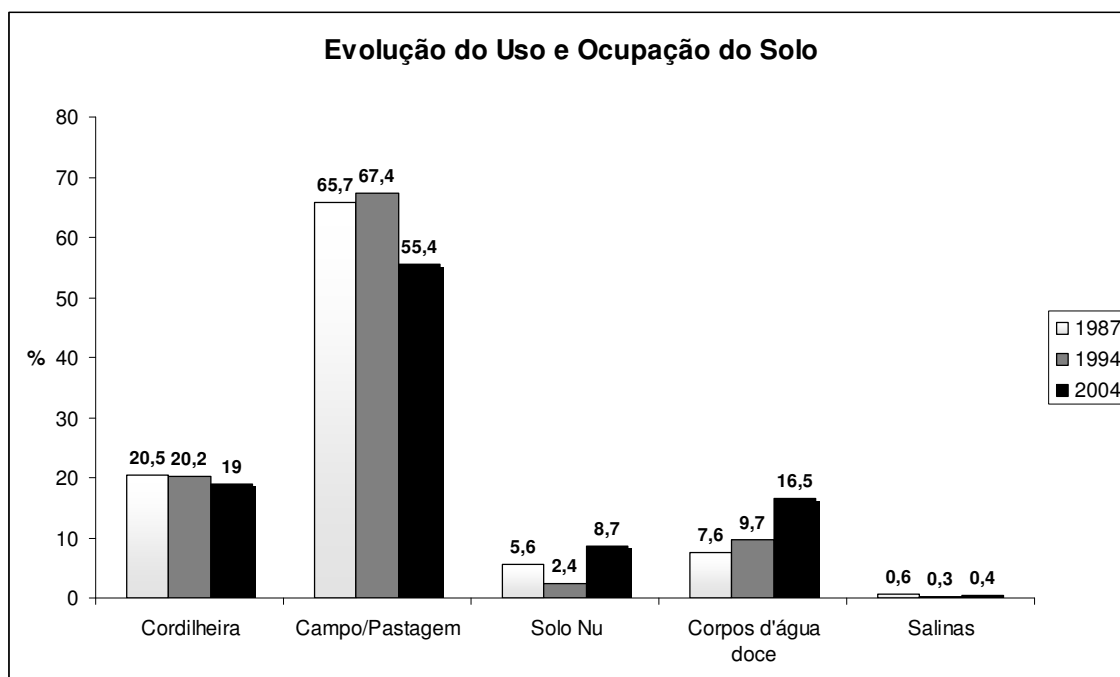


Figura 30 – Evolução em porcentagem das classes mapeadas de 1987, 1994 a 2004.

Em 1987, aproximadamente 7.006,3 ha do solo era ocupado por vegetação arbórea densa (“cordilheiras”) e em 1994 foi reduzida para 6896,8 ha. As marcas do desmatamento são mais expressivas nos últimos dez anos analisados, uma vez que em 2004 observou-se uma redução desta área para 6.516,8 ha, o que corresponde a aproximadamente 489 ha (1,5%) em relação a 1987. A redução de quase 1% entre 1994 e 2004 pode ser considerada muito expressiva e preocupante, pois, de acordo com Adámoli (1995) até 1995 o percentual desmatado para todo o Pantanal foi estimado em 1%, e dentre as formações arbóreas que sofreram maior pressão destacam-se as “cordilheiras”.

Esta redução está evidentemente associada ao manejo do uso do solo, onde predomina o desmatamento para introdução de pastagens para criação de gado. A Figura 30 aponta que em 2004 a área total estudada não apresenta os 20% de área destinada à preservação permanente conforme rege o Código Florestal Brasileiro, uma vez que a única unidade da fazenda destinada à preservação são as “cordilheiras”, pois as áreas de campo natural são utilizadas para a criação de bovino (BRASIL, 1965). Contudo, considera-se importante e necessário o estabelecimento de uma política nacional que assegure de fato à preservação destas áreas, implantando-se também, ações ligadas a educação ambiental. Segundo Silva et al. (2004) o desmatamento é uma ação antrópica que provoca impacto direto na atividade microbiológica do solo, influencia nas alterações químicas, físicas e biológicas, além da perda da matéria orgânica.

Os motivos dos desmatamentos são diversos. O período de 1962 até 1974, foi considerado como atípico devido à intensidade da seca, assim a pecuária obteve recordes de produção devido à maior disponibilidade de pastagens nativas. Após 1974, houve um retorno do período de cheias plurianuais e uma drástica diminuição

do efetivo bovino pantaneiro entre os anos de 1970 e 1980. A redução na disponibilidade de pastagens nativas levou muitos pecuaristas a desmatar áreas de “cordilheiras” (áreas mais altas do terreno que não inundam) para implantação de pastagens cultivadas exóticas, como a *Brachiaria* (PADOVANI et al., 2004). Outro fato que explica o aumento do desmatamento no Pantanal para implantação de pastagens cultivadas se deve a disponibilidade marcadamente sazonal de pastagens nativas, tanto em termos de quantidade quanto de qualidade (SILVA et al., 1993). Nas outras regiões do planalto e do país, onde a pecuária baseia-se em pastagens cultivadas, o gado passa por uma variação menor na disponibilidade de alimento ao longo do ano, levando a uma maior produção que a obtida nas áreas de pastagens nativas do Pantanal. Esse fato gerou uma competição na produção e comercialização da carne com outras áreas fora do Pantanal, incentivando o desmatamento do Pantanal para aumento da produção (PADOVANI et al., 2004).

Os novos pecuaristas, ignorando o valor cultural e ambiental do Pantanal, impõem estratégias de aumento da produção, como o desmatamento para a implantação de pastagens plantadas, que provocam alteração do meio, gerando possíveis impactos de conseqüências negativas em longo prazo. A pressão do desmatamento para implantação de pastagens plantadas tem afetado principalmente as fitofisionomias arbóreas do Pantanal (SALIS e CRISPIM, 1999).

Diversos estudos têm demonstrado alguns impactos causados pelo desmatamento no Pantanal. Segundo Salis e Mattos (1993), o desmatamento e a extração de madeira para diversos fins têm impactado negativamente as espécies madeireiras como angico, louro preto, carvão vermelho, ceracozida, aroeira, paratudo e piúva.



O desmatamento, além de impactar negativamente a flora, causa prejuízos à fauna pantaneira, podendo contribuir para extinção de algumas espécies (ALHO et al., 1988; CAMPOS, 1993; PIMM et al., 1995).

O uso do fogo de forma indiscriminada também tem levado a alteração da cobertura vegetal (Figura 31). Cardoso et al. (2003) pesquisaram os efeitos das queimadas de pastagens nativas no Pantanal da Nhecolândia e concluíram que a queima reduz expressivamente a cobertura do solo e somente sete meses após são obtidos valores semelhantes aos da área sem queima.



Figura 31 – Queimadas.

Com relação à classe mapeada de campo e pastagem em 1987, esta compreendia aproximadamente 22.494,3 ha, apresentando um pequeno aumento

em 1994 (23.041,1 ha) e dez anos depois se reduz para 18.945,4 ha. Notou-se que a disponibilidade de pastagens está diretamente relacionada com a quantidade de água doce superficial e a classe solo nu. O aumento da pastagem em 1,7% de 1987 para 1994 está associado à redução da classe solo nu para o mesmo período. Todavia, o ano de 2004 apresentou uma redução de 12% da área de pastagem em relação ao ano de 1994, ligada ao aumento das áreas úmidas superficiais e a classe solo nu. Esta diminuição de área destinada à pecuária, também pode ser observada a partir da comparação entre as Figuras 25 e 26, cujas áreas úmidas superficiais encontram-se maiores em 2004, sobretudo na região das vazantes do Corixinho, do Corixão e rio Negro. Historicamente, a redução da área de pastagem durante os períodos mais úmidos tem impulsionado os fazendeiros a executarem a prática do desmatamento com objetivo de “recuperarem” a área que havia disponível durante períodos mais secos. Nesse sentido, é válido enfatizar a aparente necessidade de uma política nacional de educação ambiental e a elaboração de legislações específicas para cada Pantanal, obedecendo às suas particularidades paisagísticas.

A classe solo nu foi a que apresentou a maior oscilação ao longo dos três anos comparados. Em 1987 recobria cerca de 1.911,7 ha, enquanto que em 1994 diminuiu para 900,4 ha e em 2004 passou a ocupar 2.965,6 ha. O solo pode apresentar-se exposto sob diversas formas, tais como: preparo para o plantio de pastagens, estradas, área de “praia salina”, áreas com baixíssimo nível de fertilidade que não favorecem o desenvolvimento de plantas, casas, aeroportos, entre outros. Contudo, é possível verificar na Figura 30 que a diminuição de 1994 em relação ao ano de 1987 deve-se ao aumento dos corpos d’água superficiais e as pastagens. Embora em 2004 houvesse uma grande expansão da área úmida superficial, o solo

nu apresentou um aumento significativo, ligado à intensificação da ocupação antrópica e a redução da classe campo/pastagem.

Os corpos de água doce corresponderam a uma contínua ascensão da área ocupada, durante o período de transição que corresponde ao final da seca e início da cheia, para os anos analisados. Em 1987 a área ocupada era de 2.617,6 ha, passando para 3.287,8 ha em 1994 e com um aumento mais expressivo em 2004 para 5.653,4 ha. As Figuras 29 e 30 indicam uma importante diferença no regime hidrológico dos anos de 1987 e 2004. A Figura 32 representa os anos de 1986 e 1987 (pouco inundados) marcados por escassa precipitação e com o nível do rio Paraguai predominantemente abaixo da média histórica.

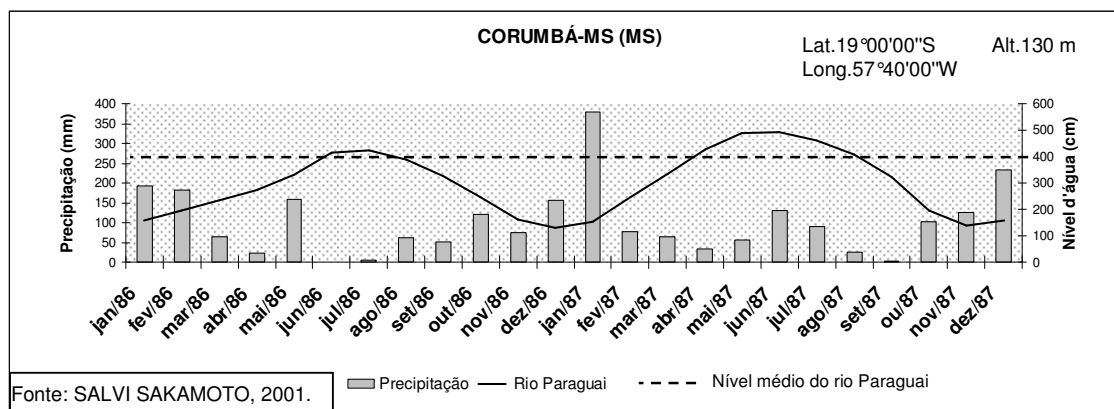


Figura 32 – Comportamento hidrológico em 1986 e 1987.

Diferentemente de 1987, os anos de 2003 e 2004 (Figura 33) apresentaram precipitações superiores, com destaque para o ano de 2004 e, sobretudo o nível do rio Paraguai predomina acima da média histórica.

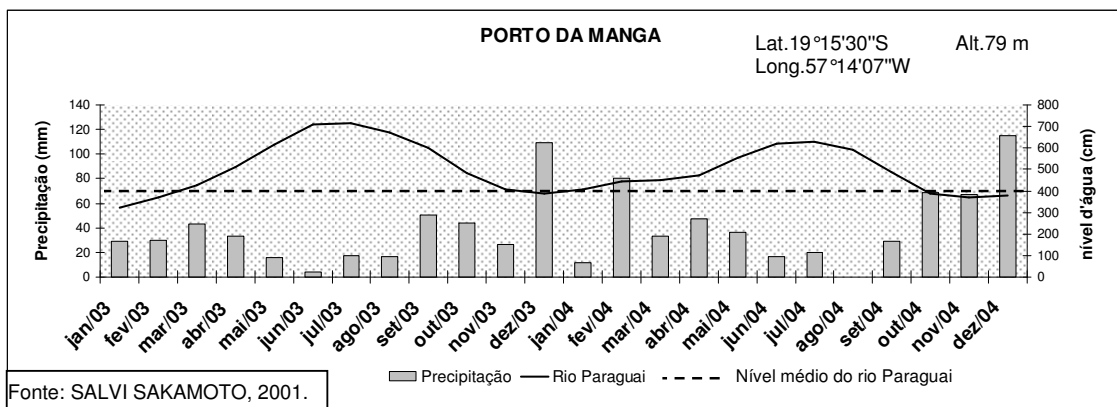


Figura 33 – Comportamento hidrológico em 2003 e 2004.

A classe “salina” que em 1987 recobria cerca de 200,3 ha., teve sua área reduzida em 1994 para 110,3 ha. e em 2004 houve um pequeno aumento para 123 ha. Uma característica interessante da evolução desta classe é o fato dos anos de 1994 e 2004 apresentarem-se mais úmidos que 1987, porém com área reduzida de “salina”. Tais índices sugerem o levantar da seguinte hipótese: os desmatamentos contribuem para o processo de dessalinização de lagoas alcalinas (“salinas”)? Parte-se do princípio de que as “cordilheiras” funcionam como uma “barreira natural” a entrada d’água superficial às “salinas”, sendo estas abastecidas exclusivamente pelo fluxo sub-superficial (QUEIROZ NETO et al., 1996). Uma outra importante reflexão é preciso ser realizada sobre a descrição da dinâmica hídrica das “salinas” na área da fazenda Firme:

Nota-se que a lagoa “salina” recebe água do lençol freático com um teor de acidez acentuado, com o poder de solubilizar os sais da “camada salina”. No entanto, essa água sai da lagoa quase que só por evaporação, e os sais solubilizados pelo lençol aí permanecem; assim, por evaporação, há perda de água e concentração de sais na lagoa, aumentando o pH. Quando a lagoa está muito cheia, a concentração de sais diminui e o pH baixa; quando a lagoa começa a secar, aumenta a concentração de sais e o pH aumenta, conforme registros nos períodos de águas baixas, entre 9 e 10; e águas altas entre 7 e 8. É possível pensar que esse sistema deve manter a salinização da lagoa (SAKAMOTO, 1997, p.52).

Após o desmatamento, a vegetação arbórea densa dá lugar a pastagens, o que favorece a atuação de processos erosivos nos extensos cordões arenosos. Essas alterações geomórficas contribuem com a entrada d'água superficial que contém o pH ácido, dando início, possivelmente a um processo de transformação de lagoas "salinas" em "baías". A Figura 34 indica o funcionamento hipotético de uma lagoa "salina" que não sofreu intervenção antrópica por desmatamento da "cordilheira" e a Figura 35 demonstra um esquema hipotético da evolução de ambientes alcalinos desmatados.

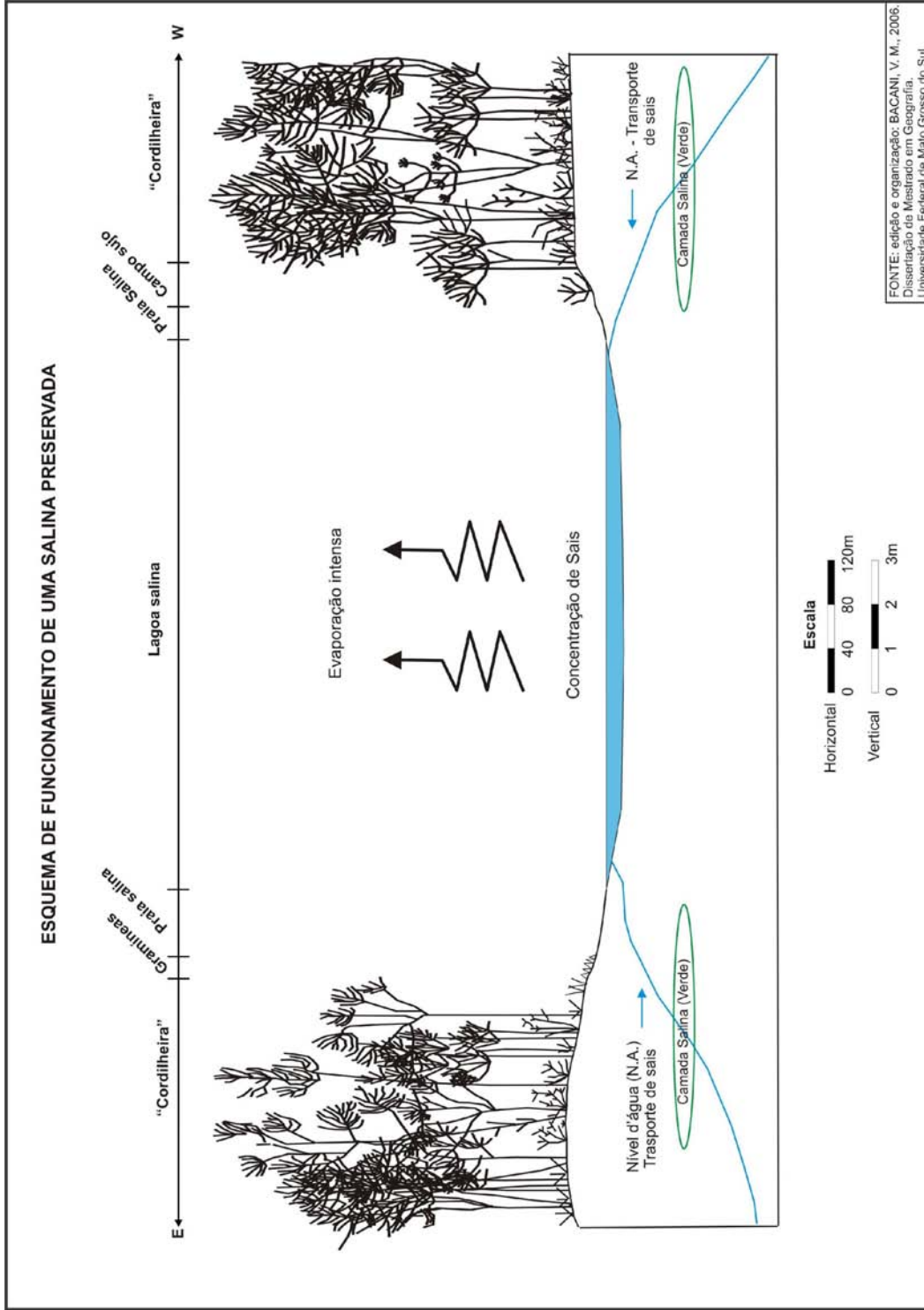


Figura 34 – Esquema de funcionamento de uma "salina" preservada.

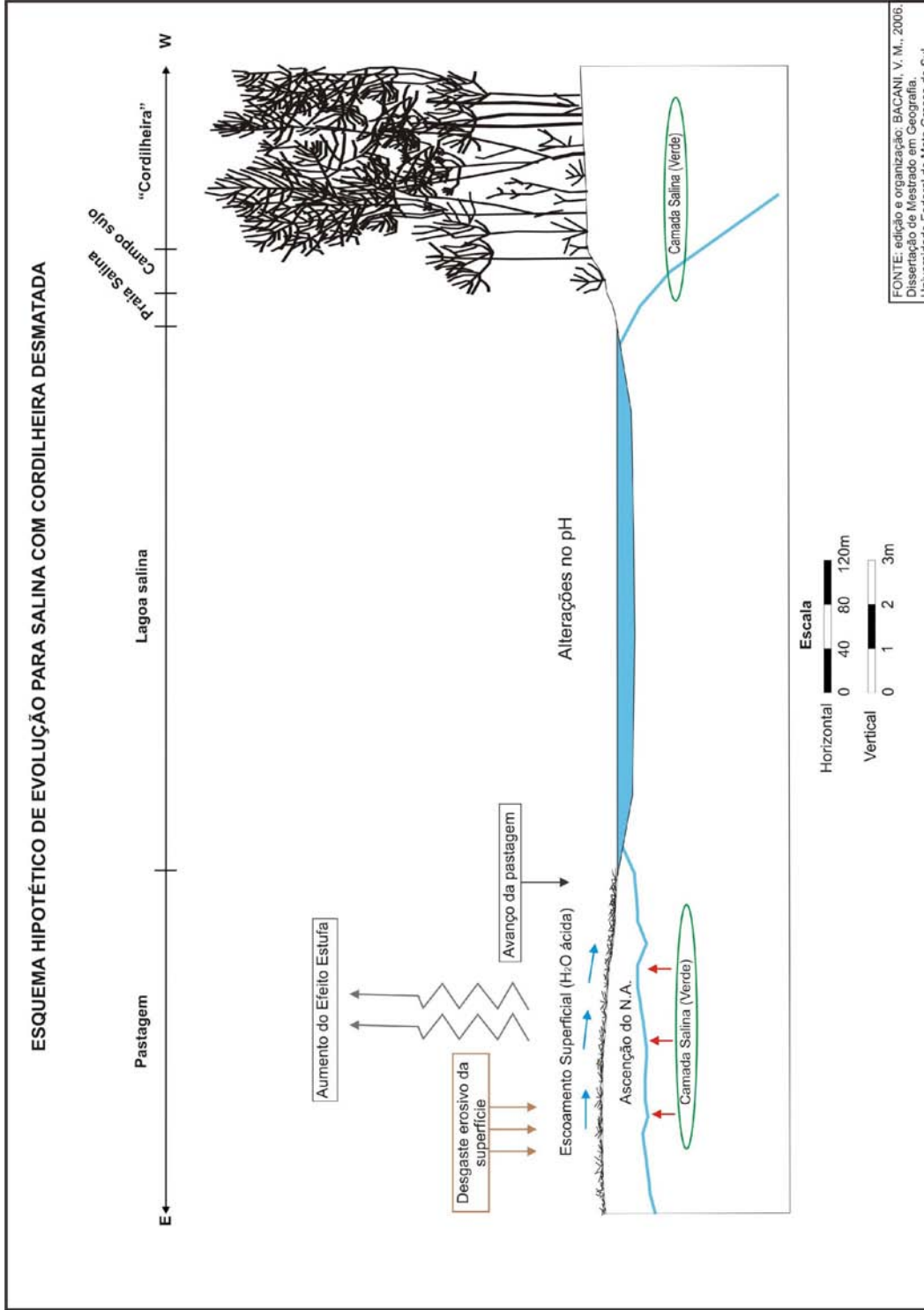


Figura 35 – Esquema de funcionamento de uma "salina" com "cordilheira" desmatada.

## **4.5 Cartografia pedomorfológica e o microclima das unidades de paisagem**

### **4.5.1 A morfologia do solo**

O perfil pedomorfológico representa as variações horizontais e verticais dos solos da lagoa “salina Pedra do Sol”, representados em cinco horizontes (Figura 36).

Nota-se evidente diferença na morfologia do solo entre as vertentes do lado leste (“E”) – desmatada – para o lado oeste (“W”) preservado por vegetação arbórea densa (“cordilheira”). A camada superficial da vertente “E” é recoberta por solo arenoso claro, pouco úmido (cor 10YR 7/3). Esta camada torna-se mais espessa, à medida que nos direcionamos a “E” sobre a área de pastagem que corresponde aos cordões arenosos que sustentam as “cordilheiras”. Na T1 (tradagem 1), a partir de 50 cm iniciam-se manchas amareladas contendo concreções ferruginosas (mosqueamento) até 100 cm onde aparece o lençol freático. Segundo Kiehl (1979) esta característica é típica de regiões que sofrem inundações periódicas, o que cria condições de redução e de oxidação alternadas. De acordo com o grau de oxidação e hidratação, os óxidos de ferro, podem apresentar variações na cor do material que variam entre tonalidades escuras: ocre, ferruginosas e verdes. A 195 cm, na camada orgânica encontrou-se uma laje que impossibilitou o aprofundamento com o trado.

O nível d’água apresenta-se levemente inclinado em direção a “salina”, com subsidência mais pronunciada na T4, justo no contato entre a camada orgânica e a “camada verde”. Sob a “camada verde”, entre a T3 e a T4, identificou-se concreções escurecidas, seguidas por laje de difícil penetração.



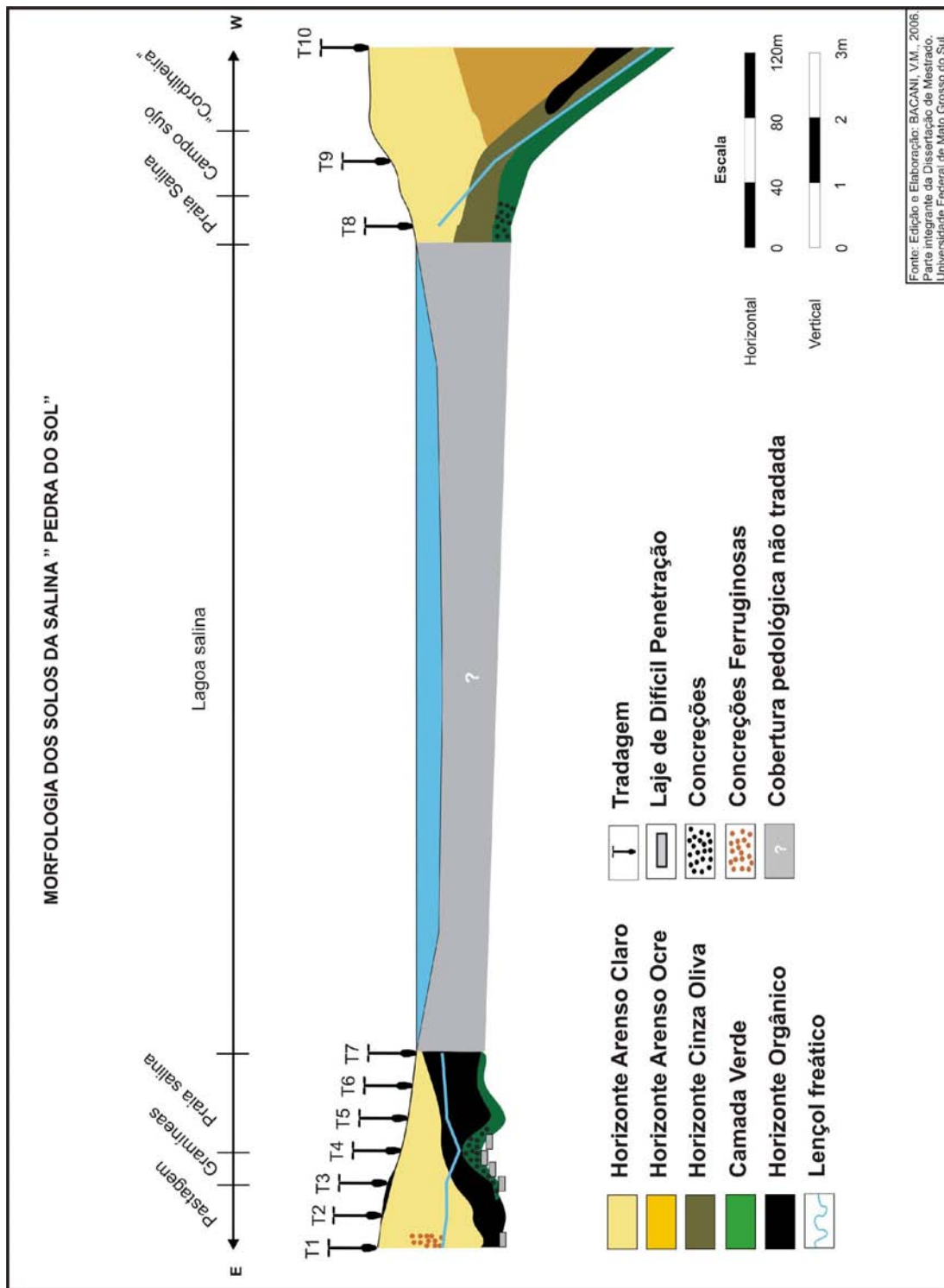


Figura 36 — Perfil pedomorfológico da lagoa "Salina Pedra do Sol".

Na região de transição entre a área de pastagem com a de gramíneas ocorre nos primeiros 5 cm o horizonte orgânico (cor 10YR 4/3). Este horizonte é mais espesso quando situado abaixo da camada arenosa superficial, sendo mais profundo na área de pastagem do que na área de praia.

Entre a T3 e T7, observou-se sob a camada orgânica, a denominada “camada verde”, descrita por Sakamoto (1997) como uma “camada salina” que apresenta elevados teores de sódio, provavelmente sob a forma de carbonatos e cloretos, de quartzo, feldspato potássico, calcita e caolinita que, tudo indica, representa material de origem sedimentar que conserva os sais de origem, servindo de base para a manutenção da água da lagoa “salina”.

A vertente “W”, apresenta os 5 horizontes: horizonte arenoso claro, horizonte arenoso ocre, horizonte cinza oliva, “camada verde” e o horizonte orgânico. O horizonte arenoso claro encontra-se na primeira camada, aumentando-se em direção a “cordilheira” da mesma forma que ocorre na vertente “E”.

A T8 (“praia salina”) e T9 (“campo sujo”) apresentam uma variação horizontal parecida, porém em T8 observou-se a presença de concreções escurecidas na “camada verde”. Sob a camada arenosa clara, notou-se os horizontes cinza oliva e verde, respectivamente. A T10 apresentou uma seqüência maior de horizontes, pois abaixo da camada arenosa clara, ocorreu uma pouco mais escurecida, denominada de arenosa ocre. Nesta vertente, o horizonte orgânico só existiu no primeiro centímetro de tradagem (em forma de serrapilheira) e em maior espessura abaixo do horizonte arenoso ocre, seguido do horizonte cinza oliva e da “camada verde”.

O lençol freático na vertente “W” apresentou uma fuga bastante acentuada em direção à “cordilheira” (superior a 4 m), associada ao período climático em que as tradagens foram realizadas: final da seca e início da cheia.

Estudos realizados no Pantanal da Baixa Nhecolândia sobre o monitoramento do lençol freático, apresentaram para o mesmo período de observação alta correlação entre a profundidade do lençol na área sob “cordilheira” (SAKAMOTO, 1997; SANTOS, 2002; BACANI, 2004).

Com relação à organização pedomorfológica a área sob “cordilheira” natural demonstrou-se semelhante a estudos da morfologia dos solos realizados no Pantanal da Baixa Nhecolândia (SAKAMOTO, 1997; BARBIÉRO et al., 2000; SANTOS, 2002; SILVA, 2004).

As principais diferenças observadas, tanto com relação à organização da cobertura pedológica, quanto com o lençol freático, ocorreram na área de “cordilheira” desmatada, ocupada atualmente por pastagens introduzidas. Esta unidade de paisagem configura-se, como um ambiente, que se expande fortemente na paisagem da sub-região da Nhecolândia, cujos reais impactos ainda não são totalmente conhecidos.

## **4.5.2 Comportamento microclimático**

### **4.5.2.1 Análise sinótica da circulação atmosférica**

De maneira geral, a situação sinótica da área do experimento microclimático observada durante os dias 17 e 18 de novembro apontou céu claro, modificando-se somente ao meio dia do dia 19/11 com o avanço de uma frente fria (sistema de alta pressão).

No dia anterior às medidas microclimáticas (17/11/2006), a imagem GOES-12 à meia noite, não apresentou nuvens sobre o Pantanal o que favoreceu o bom tempo no dia das medidas a campo. (Figura 37).

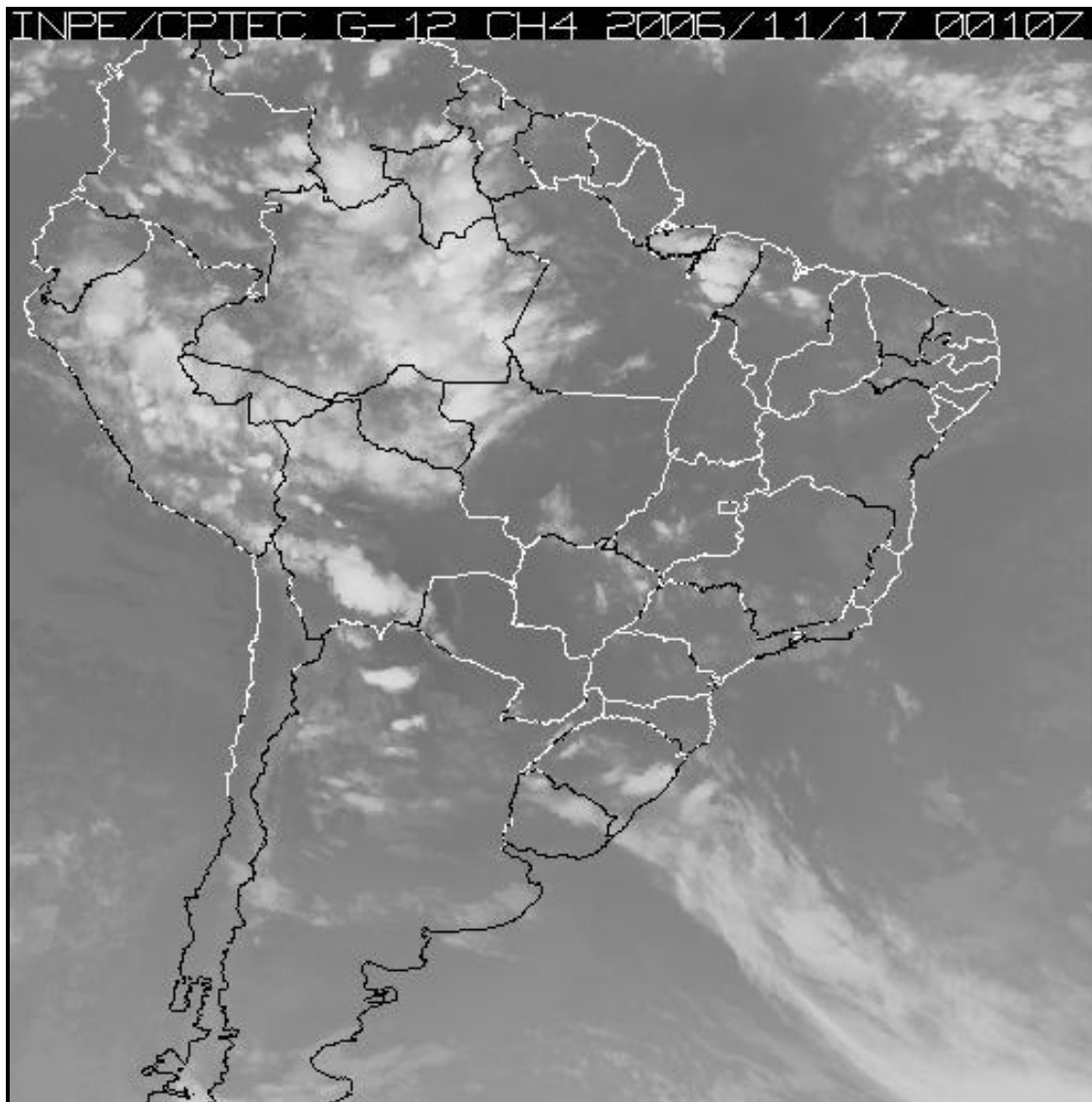


Figura 37 – Imagem GOES-12 a meia noite de 17/11/2006.

O fato da não ocorrência de nuvens sobre o Pantanal do dia anterior (17/11/2006) está associado ao predomínio de uma baixa pressão, com valores próximos a 1008 mb (Figura 38).

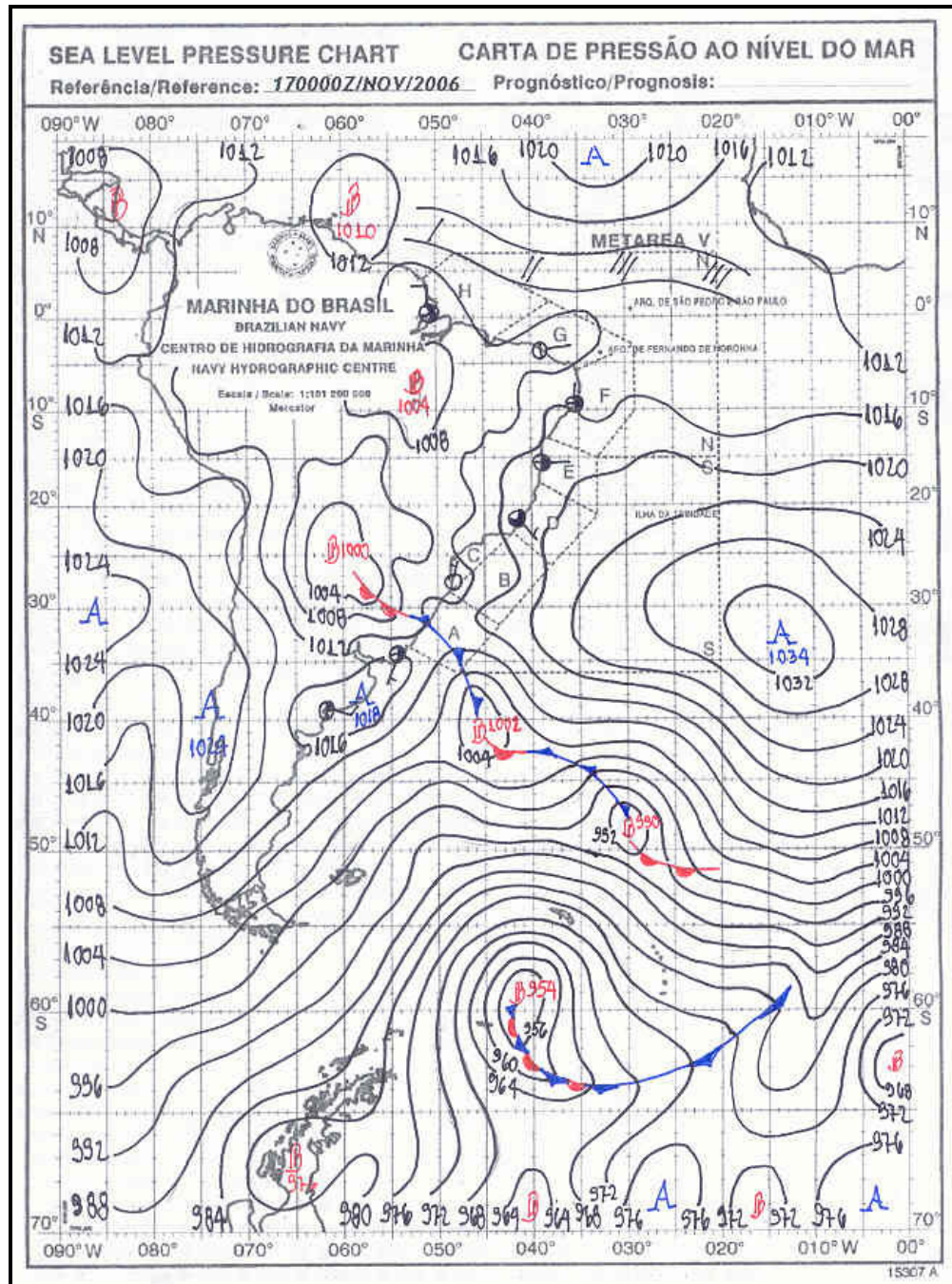


Figura 38 – Carta sinótica a 00h 00min de 17/11/2006 (SERVIÇO METEOROLÓGICO MARINHO, 2006).

Ao meio dia de 17/11/2006 o céu se manteve sem nuvens sobre o Pantanal, porém iniciou-se um processo de formação de nuvens mais intenso no Rio Grande do Sul que se aproximou ao sul de Mato Grosso do Sul (Figura 39).

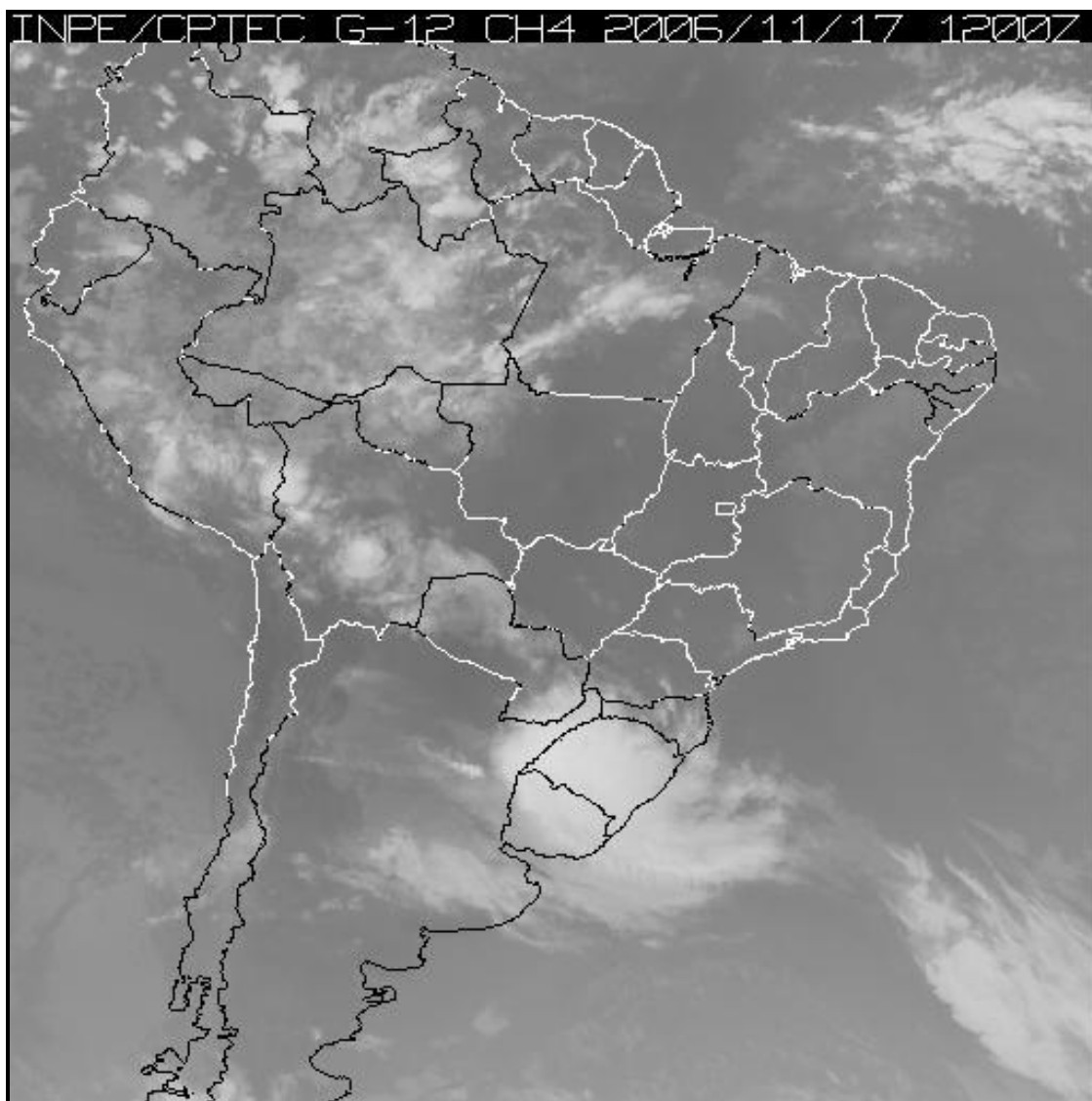


Figura 39 – Imagem GOES-12 ao meio dia de 17/11/2006.

A Figura 40 indica a permanência de baixa pressão atmosférica na região da área de estudo com uma pequena elevação de 1008 mb para 1012 mb. Este

sistema de baixa pressão contribuiu para a manutenção de um tempo bom. Uma frente fria que avançou em direção ao sul do Brasil, dirigiu-se ao Oceano Atlântico.

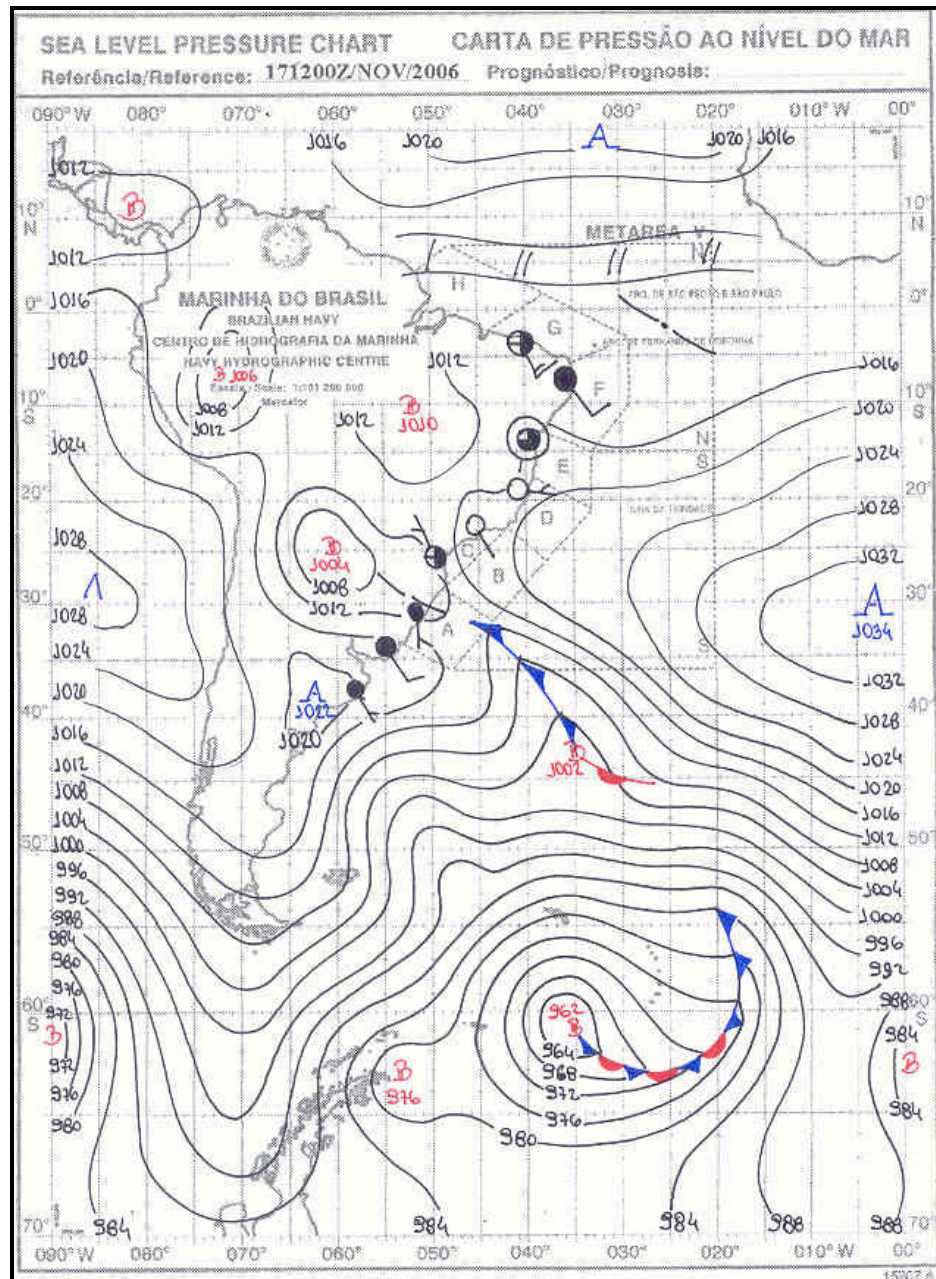


Figura 40 – Carta sinótica à 00h 00min de 17/11/2006 (SERVIÇO METEOROLÓGICO MARINHO, 2006).



As imagens GOES-12 do dia 18/11/2006 apresentaram em sua grande maioria imperfeições, portanto só foi possível a obtenção de uma imagem das 09h 00min, que apontou tempo bom para região do Pantanal (Figura 41). As observações a campo também apontaram o céu claro durante o horário de registro da imagem.

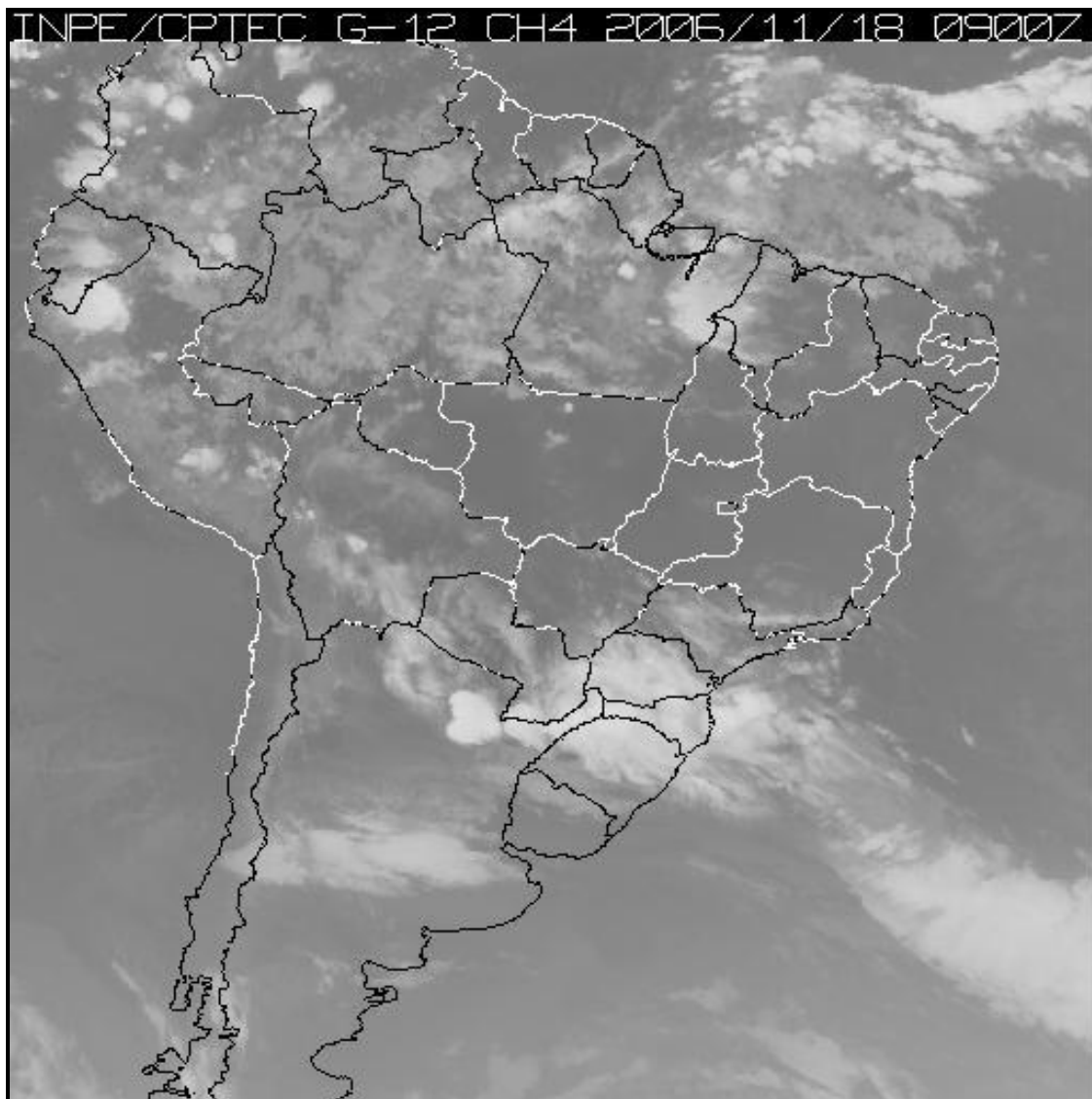


Figura 41 - Imagem GOES-12 às 09h 00min de 18/11/2006.

A permanência de céu claro na região do Pantanal sul foi observada em ambas as imagens do dia (às 00h 00min e às 12h 00min), associado ao que tudo indica, a continuidade do sistema de baixa pressão atmosférica, com pressão atmosférica no Pantanal próxima a 1008 mb (Figuras 42 e 43).

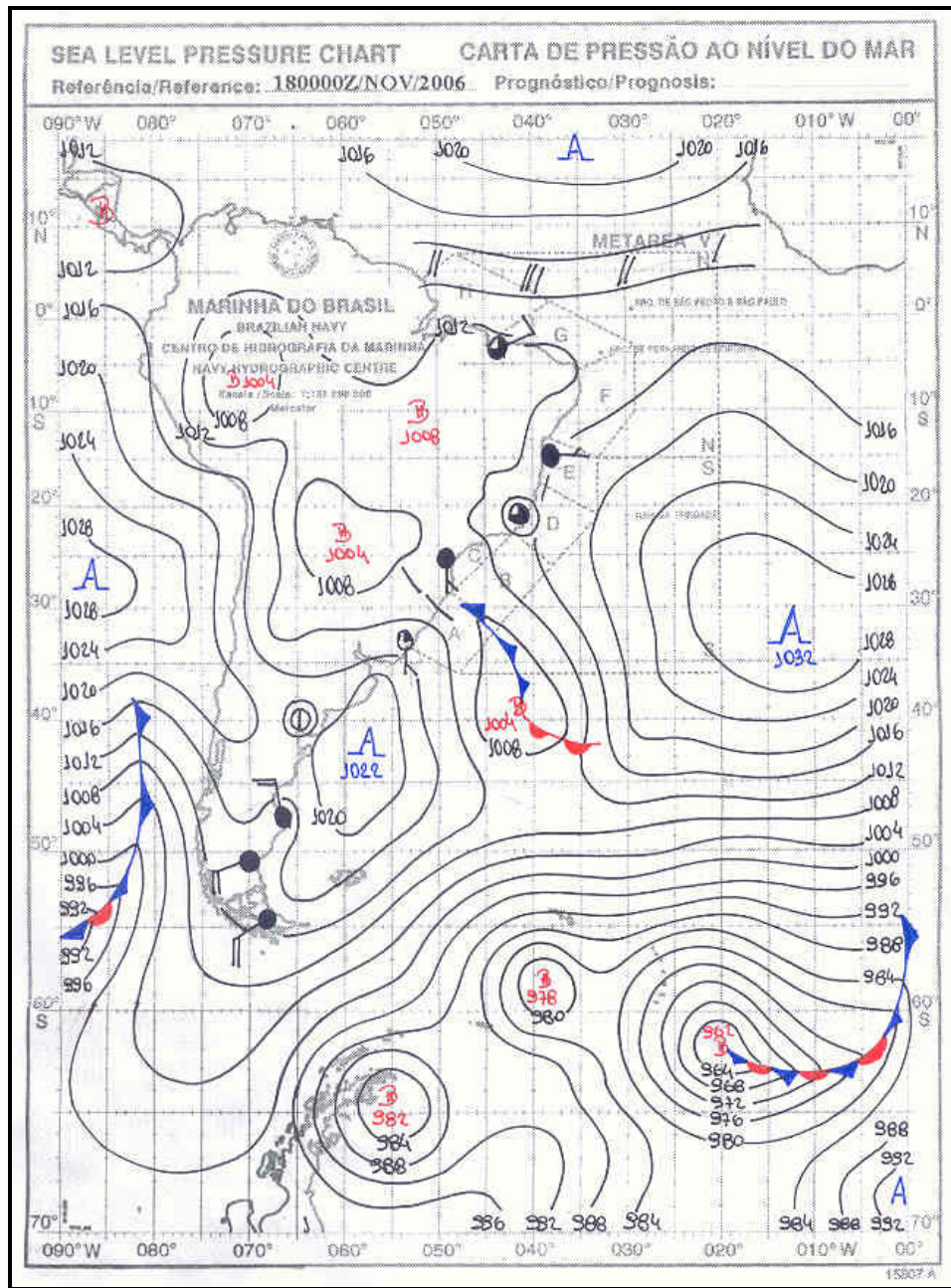


Figura 42 – Carta sinótica à 00h 00min de 18/11/2006 (SERVIÇO METEOROLÓGICO MARINHO, 2006).

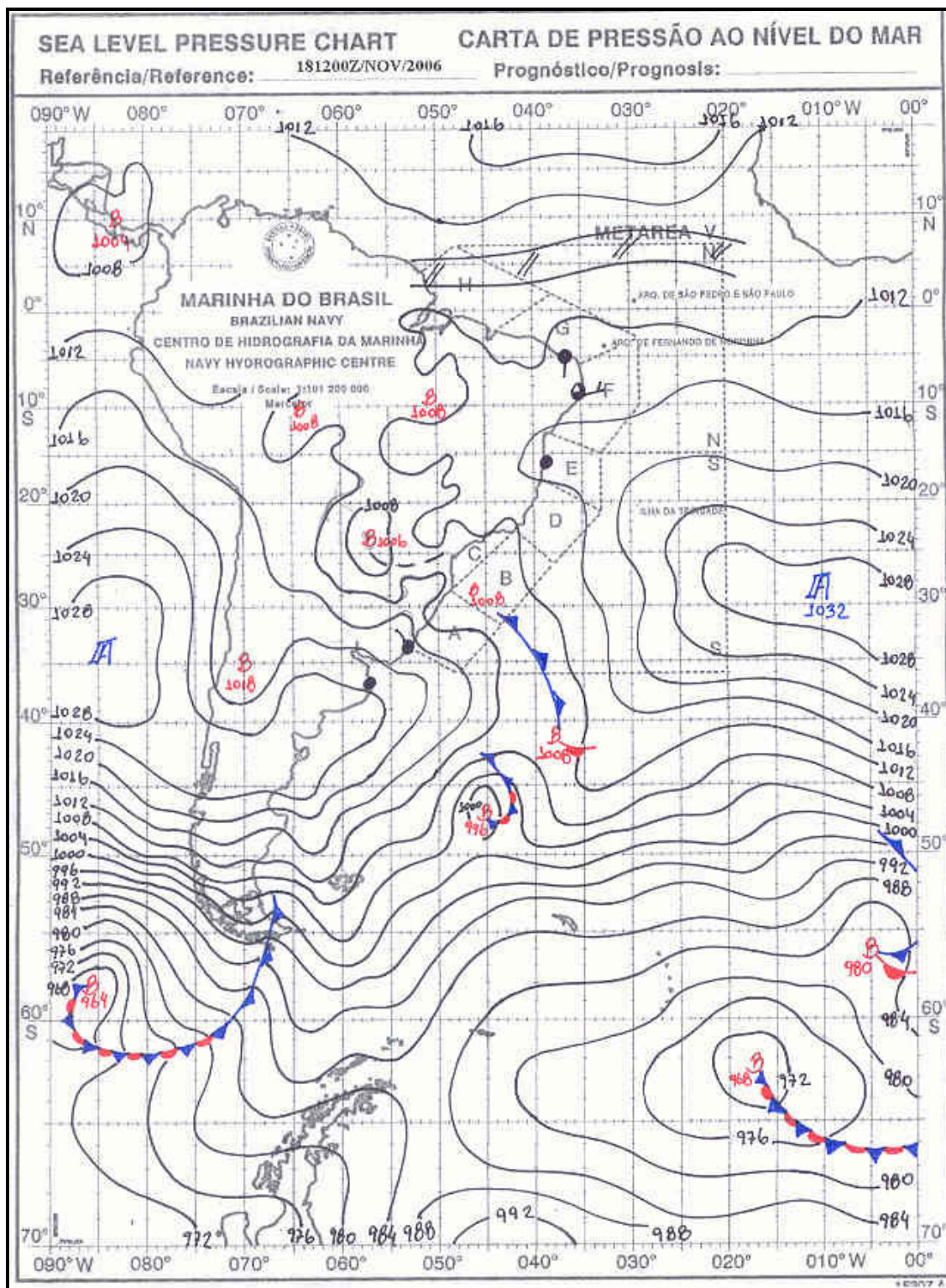


Figura 43 – Carta sinótica às 12h 00min de 18/11/2006 (SERVIÇO METEOROLÓGICO MARINHO, 2006).

As explicações para manutenção deste sistema de bom tempo são descritas por Nimer (1989) que caracteriza as condições climáticas da região Centro-Oeste do Brasil e descreve a circulação atmosférica, as condições gerais do tempo e a distribuição das temperaturas e precipitação. Segundo o autor, os fatores responsáveis por tempo bom são os ventos de NE e E do anticiclone tropical semifixo do Atlântico Sul e o ventos de diversas direções, normalmente no quadrante N de pequenas Altas ou das dorsais formadas sobre o continente. Os produtores de tempo são ocasionados pela entrada de outros sistemas de circulação ou correntes perturbadas, como o sistema de circulação perturbada de Oeste, representado pelas linhas de instabilidade tropical (IT), sistema de circulação perturbada de N, representado pela convergência intertropical (CIT) e por último o sistema de circulação perturbada de S, representado pelo anticiclone polar e pela frente polar (FP). Com relação às massas de ar há uma atuação das massas Tropical Continental e Polar.

No dia 19/11/2006, nota-se na imagem GOES-12 um aumento na nebulosidade ao meio dia (Figura 44). Este fenômeno está relacionado à movimentação de uma frente fria oriunda da Argentina que parte para o Oceano Atlântico e contribui para o surgimento de um sistema de alta pressão atmosférica que atinge a região sul do Estado de Mato Grosso do Sul (Figura 45).

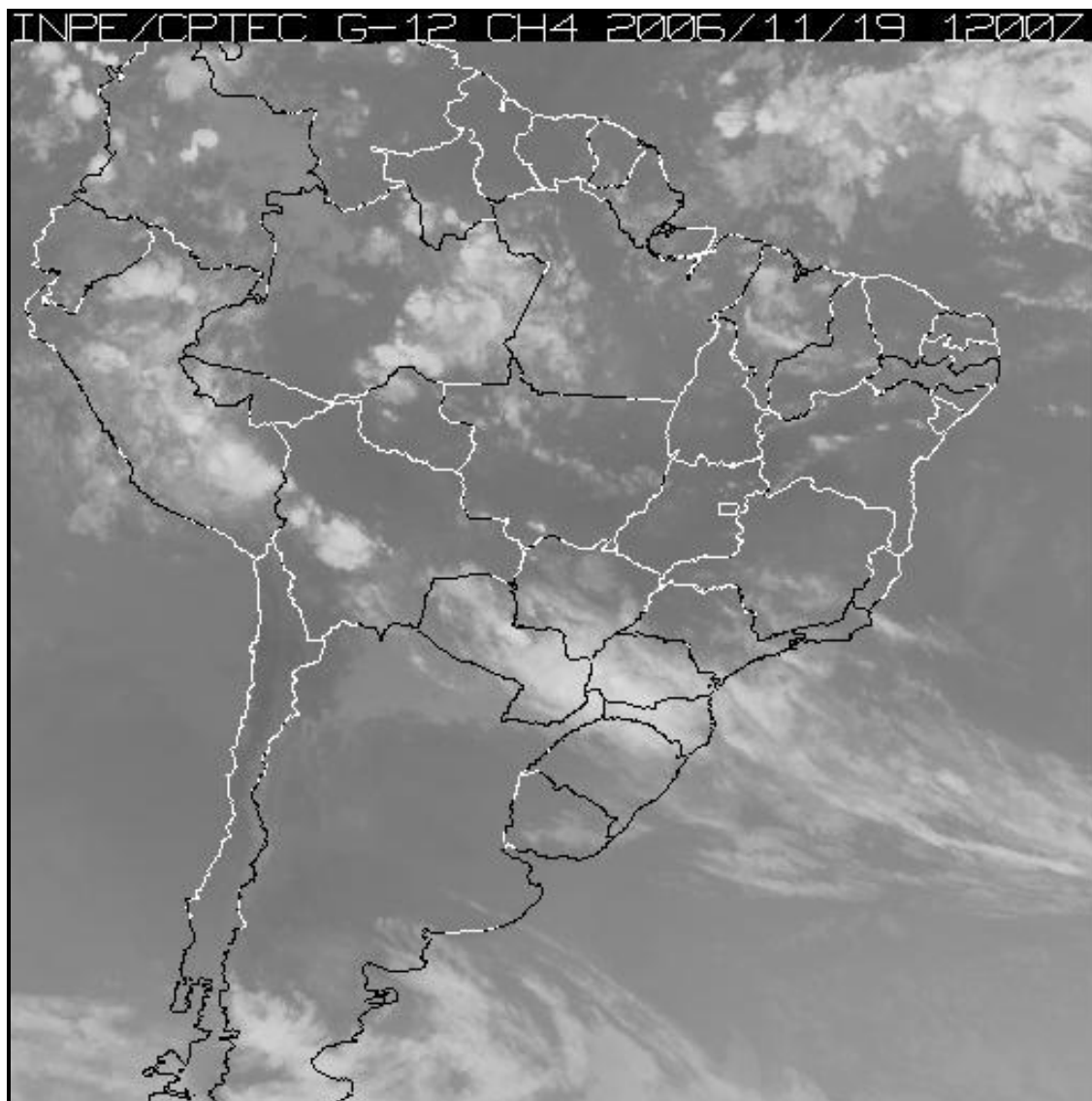


Figura 44 - Imagem GOES-12 às 12h 00min de 19/11/2006.

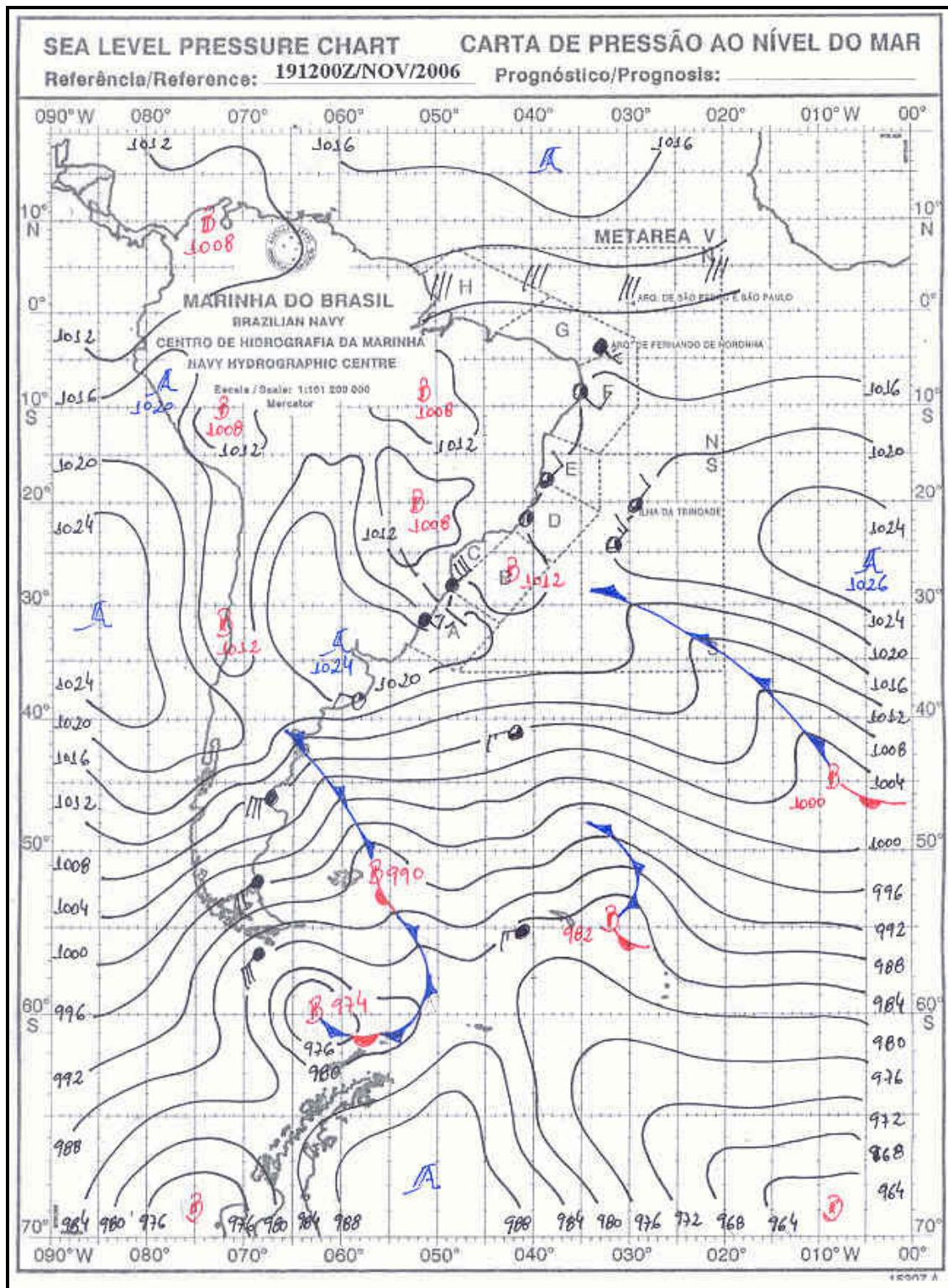


Figura 45 – Carta sinótica às 12h 00min de 19/11/2006 (SERVIÇO METEOROLÓGICO MARINHO, 2006).

#### 4.5.2.2 O microclima das unidades de paisagem

O comportamento microclimático das unidades de paisagem (típicas da Nhecolândia) é representado em conjunto com as variações topográficas e pedomorfológicas da lagoa “salina” experimental “Pedra do Sol” (Figura 46).

A intensidade dos ventos deu-se de maneira diferenciada em cada unidade de paisagem. Na área de pastagem/desmatada (abrigo 1), das 08h às 10h os ventos apresentaram intensidade 1, considerados ventos brandos com velocidades que veriam entre 2 a 3 nós, ascendendo-se para intensidade 2 (brisa leve de 4 a 6 nós) às 11 e estende-se até as 13h. A velocidade máxima registrada nesta unidade é as 14h cuja intensidade é 4 (brisa moderada) com velocidade entre 11 e 16 nós. Das 15h às 17h há uma redução da intensidade para 2 e as 18h chega a intensidade 0 (calmaria).

Na área de “praia salina” (abrigo 2), das 8h até as 11h a intensidade dos ventos assemelharam-se as da área de pastagem (intensidade 1), porém ao meio dia registrou-se uma intensidade 0 (calmaria), elevando-se a 1 às 13h e 2 das 14h às 15h. Às 16h ocorre a intensidade máxima observada na “praia salina”: 4. Das 17h às 18h as intensidades passaram de 2 para 1.

No interior da “cordilheira” (abrigo 3), as intensidades foram muito menores, mantendo-se em 0 das 8h às 12h, elevando-se para 1 das 13h às 17h e volta a 0 às 18h.

A direção dos ventos demonstrou uma diferença significativa entre os abrigos 1 e 2. Na área de pastagem/desmatada houve um predomínio na direção NW das 8h às 15h, inflectindo-se para NE entre às 16h e 17h.

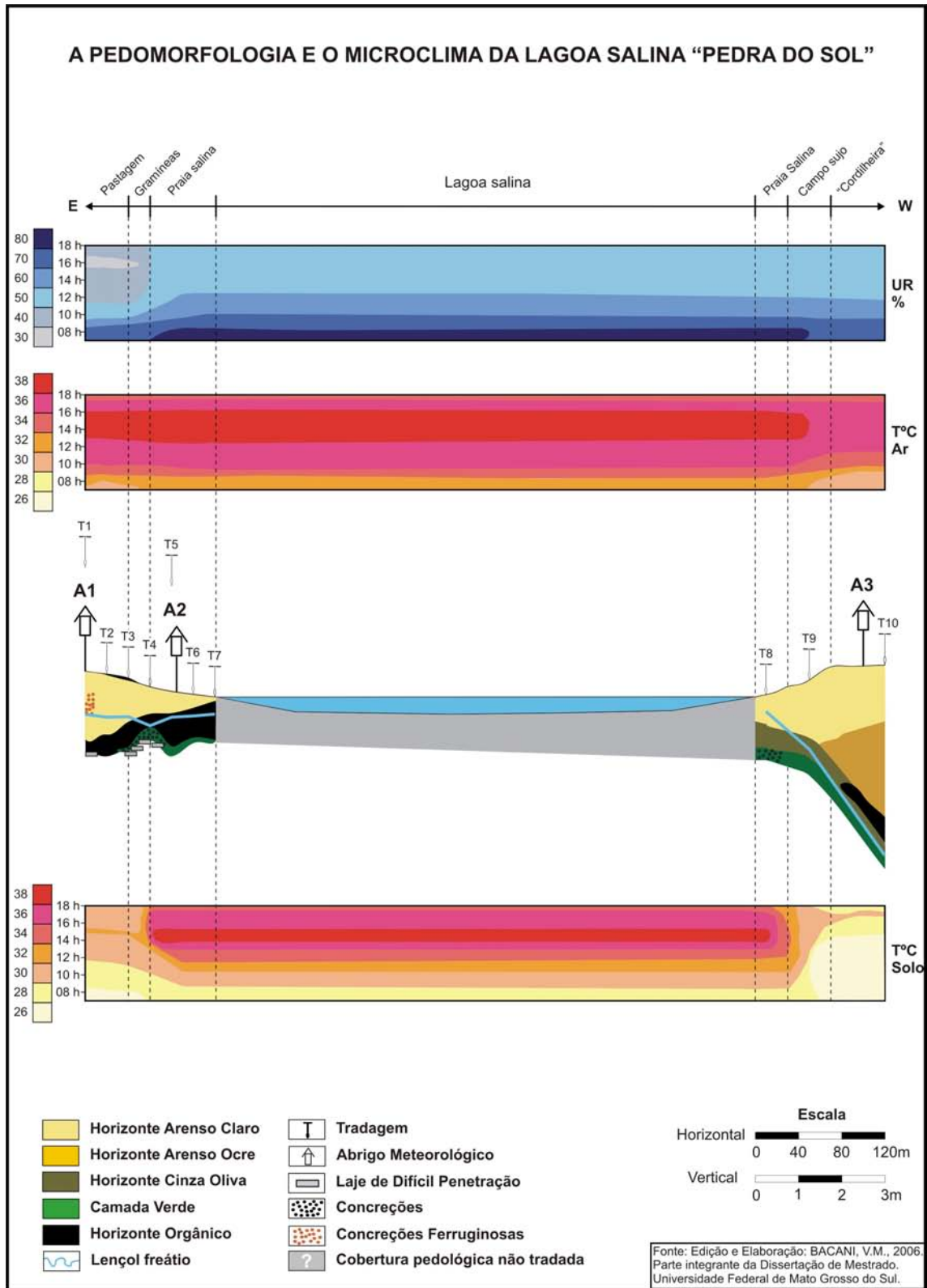


Figura 46 – Organização pedológica e microclimática na “salina” experimental “Pedra do Sol”.



A “praia salina” apresentou direções mais variadas, mantendo-se das 8h ao meio dia na mesma direção da área de pastagem (NE), das 13h às 14h inflecte-se para o N e das 15h às 17h verificou-se direção NE que às 18h vota a ser N.

Entre 8h e 9h o céu manteve-se totalmente claro. Das 10h às 11h o céu apresentou 1/8 recoberto por pequenos Cumulus, passando para 2/8 entre 12h e 13h e 3/8 somente às 14h, pois às 15h ocorreu 2/8 de Stratocumulus. Em seguida, houve uma redução da nebulosidade para 1/8 entre as 16h e 17h, apresentando um leve aumento para 2/8, ainda de Stratocumulus às 18h.

A umidade relativa apresentou particularidades em cada um dos três ambientes, cujas diferenças mais significativas foram observadas na área desmatada, ocupada por capim *Brachiaria*. Os valores mais altos foram observados pela manhã no primeiro registro às 8h, onde a área de “praia salina” atingiu 82% e curiosamente a área de pastagem/desmatada revelou a mesma umidade relativa da área de mata (“cordilheira”): 76,3%. Contudo, no interior da “cordilheira” a manutenção da umidade foi muito superior à área de “cordilheira” desmatada coberta por pastagem. A área de pastagem foi a unidade que apresentou os menores índices de umidade relativa: 39% às 16h, enquanto que no mesmo horário, na “praia salina” e na “cordilheira” registrou-se 52% e 53,6%, respectivamente.

Com relação à temperatura do ar, a área de pastagem se assemelhou mais a área de “praia salina” que a “cordilheira”, o que retrata a importância da manutenção da vegetação arbórea nativa para o microclima local.

Às 14h são registradas as máximas do dia em todos os ambientes, com valores mais próximos entre a área de pastagem (38,6°C) e de “praia salina” (38,8°C), enquanto que na “cordilheira” foi de 37,8°C, devido à proteção da cobertura vegetal. As temperaturas mínimas do ar registraram-se às 08h, já sob a presença de

sol, portanto a área de praia encontrava-se com 32,8°C, mais aquecida que a área de pastagem com 31,8°C e, sobretudo, a “cordilheira” com 31,6°C.

As temperaturas do solo, assim como as do ar, apresentaram fortes diferenças entre os ambientes ligadas à heterogênea ocupação do solo. A temperatura máxima do solo sob a “cordilheira” apresentou uma diferença de 8,4°C em relação ao solo nu e 3°C em relação à área de pastagem. A temperatura máxima na área de “praia salina” ocorreu às 15h (38,4°C), enquanto que na “cordilheira” e na área de pastagem deu-se às 17h, em 30°C e 33°C, respectivamente. Nota-se, portanto, que embora as máximas do solo tenham ocorrido ao mesmo tempo na pastagem e na “cordilheira”, existe uma importante diferença (3°C) que contribui para alterações na microbiologia do solo, que antes era recoberto por mata (“cordilheira”). As temperaturas do solo sob a “cordilheira” mantiveram-se praticamente iguais (em torno de 27°C) das 08h às 14h, elevando-se até às 17h e às 18h volta a baixar. Este processo de manutenção na temperatura do solo ocorreu de maneira pouco acentuada na área de pastagem e, menos ainda, na área de “praia salina”.

De maneira geral, as características microclimáticas da área de “praia salina” e da “cordilheira” apresentaram alta correlação com trabalhos desenvolvidos anteriormente no Pantanal da Baixa Nhecolândia (fazenda Nhumirim), utilizando os mesmos instrumentos de medidas (SILVA, 2003; GRADELLA, 2005). Uma importante diferença com relação a estes ambientes pôde ser observada na área de pastagem exótica *Brachiaria* introduzida em área de “cordilheira” desmatada. O desmatamento de “cordilheiras” para implantação de pastagens provocou profundas alterações microclimática neste ambiente.

De acordo com Araújo et al. (2005), a mudança do microclima do solo pode levar a modificações nos balanços de energia e água do solo, e em alterações nas reações químicas envolvendo nitrogênio, resultando em mudanças nas taxas de emissão de  $N_2O$  (óxido nitroso). O óxido nitroso é um gás nitrogenado que apresenta vida longa na atmosfera, cerca de 150 anos e com Potencial de Aquecimento Global (PAG) 310 vezes maior que o PAG do  $CO_2$ , convencionado com valor igual a 1 (um) e considerando um período de 100 anos. A concentração de  $N_2O$  na atmosfera tem aumentado na taxa de 0,25 % ao ano, sendo os solos tropicais considerados os maiores responsáveis pela emissão de  $N_2O$  em ecossistemas terrestres naturais (CARMO et al., 2005).

De maneira indireta, o avanço da pecuária através dos desmatamentos também contribui como o efeito estufa. A taxa de metano  $CH_4$  emitida pelos bovinos é considerada a terceira maior fonte em escala global e com elevada potencialidade de emissão em climas tropicais (ESTADOS UNIDOS, 2000).

Contudo, verifica-se que as alterações no microclima local podem provocar mudanças em maiores escalas do clima, desta forma, surge uma necessidade eminente de cessar os desmatamentos e reflorestar as áreas mais fortemente impactadas.

## 5 CONCLUSÕES

A análise integrada do ambiente constituiu-se num importante instrumento referencial para avaliar as transformações paisagísticas, pois norteou de modo preciso o levantamento e a integração de informações referentes ao meio físico e a ocupação humana.

A hipótese inicial referente às transformações da paisagem na área do Pantanal da Baixa Nhecolândia foi evidenciada nos mapas de uso e ocupação do solo e trabalhos de campo. Este mapeamento indicou que as unidades de paisagem mais impactadas são as “cordilheiras”, seguidas das lagoas “salinas”, decorrentes da intensificação do uso do solo ligada à expansão da pecuária, predominando a desflorestação de “cordilheiras” para expansão de pastagens exóticas. O desmatamento de “cordilheiras” constitui-se uma antiga preocupação, porém é nos últimos anos que tem se intensificado, acompanhando o avanço da pecuária, que necessita, cada vez mais, de maiores áreas de pastagens. Embora o desmatamento de “cordilheiras” contribuiu para o aumento da classe pastagem, nota-se que a disponibilidade de forragem também apresentou importante oscilação em função da intensidade das cheias de cada ano estudado.

A classificação de lagoas em “salinas” e não “salinas”, com base em trabalhos de campo e sensoriamento remoto configurou uma importante etapa no mapeamento das unidades de paisagem.

As imagens de radar, enquanto produto do sensoriamento remoto, somadas as técnicas de geoprocessamento responderam significativamente para melhor

compreensão da relação existente entre as unidades de paisagem e suas ocorrências em diferentes altimetrias.

A análise espacial das transformações ocorridas na paisagem com o emprego de duas escalas de análise constitui-se num conjunto de procedimentos que possibilitam a análise das transformações paisagísticas em escala pequena e de maior detalhe. Desta forma, a análise sinótica propiciada pelas imagens de satélite indicou a área da “salina” “Pedra do Sol” como a mais fortemente impactada pelos desmatamentos. As características da morfologia do solo e da disposição do lençol freático foram muito diferentes entre a área de “cordilheira” (coberta por vegetação arbórea) e a de pastagem (“cordilheira” desmatada). O microclima da “cordilheira” desmatada também foi completamente alterado quando comparado à “cordilheira” preservada.

As alterações decorrentes dos desmatamentos das “cordilheiras” nos permite inferir as seguintes conseqüências:

- 1- modificações do microclima local;
- 2- aceleração da erosão hídrica e eólica sobre os antigos cordões arenosos;
- 3- como conseqüência do desgaste erosivo dos cordões arenosos que circundam as “salinas”, abre-se a possibilidade para a entrada d’água com pH ácido superficialmente sobre as “salinas”, induzindo a redução da alcalinidade destes ambientes;
- 4- impactos na microbiologia do solo;

Cabe ainda, ressaltar a importância da realização de futuras pesquisas voltadas ao entendimento de impactos gerados pela pecuária pantaneira, em particular o grau de contribuição para o efeito estufa.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AB'SABER, A. N. O Pantanal Mato-Grossense e a teoria dos refúgios. **Revista Brasileira de Geografia**, Rio de Janeiro, n. 50, número especial 1-2, p. 9-57, 1988.

\_\_\_\_\_. **Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003. 159 p.

ADÂMOLI, J. A dinâmica das inundações no Pantanal. In: SIMPÓSIO SOBRE RECURSOS NATURAIS E SÓCIO-ECONÔMICOS DO PANTANAL, 1., 1984, Corumbá. **Anais...** Brasília: Embrapa-DDT, 1986. p.51-61. (EMBRAPA-CPAP. Documentos, 5).

\_\_\_\_\_. **Diagnóstico do Pantanal: características ecológicas e problemas ambientais**. Brasília: PNMA, 1995. 50 p.

ALHO, C. J. R.; LACHER, T. E.; GONÇALVES, H. C. Environmental degradation in the pantanal Ecosystem. **BioScience**, Estados Unidos, v. 38, n. 3, p. 164-171, 1988.

ALLEN, A. C.; VALLS, J. F. M. Recursos Forrageiros Nativos do Pantanal Mato-Grossense: subdivisão do Pantanal Mato-grossense. **EMBRAPA-CERNAGEM**, Brasília, p. 23-26, 1987.

ALMEIDA, F. F. M. de. Antefossa do Alto Paraguai. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 28., 1974, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: 1974. v. 4, p.3-6.

\_\_\_\_\_. Geologia do Centro-Oeste Mato-grossense. **Boletim do DNPM/DGM**, Rio de Janeiro, n. 215, 1964. 137p.

\_\_\_\_\_. Geologia do sudeste Mato-grossense. **Boletim do DNPM/DGM**, Rio de Janeiro, n. 116, p. 1-118, 1945.

ALMEIDA, F. F. M. de; LIMA, M. A. de. Planalto Centro-Occidental e Pantanal Mato-grossense. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE GEOGRAFIA, União Geográfica Internacional, 28., 1959, Rio de Janeiro. **Guia de excursão...** Rio de Janeiro: n. 1, 169 p.

ALMEIDA, M. O. Metodologia em geomorfologia ambiental. **Revista Geosul do Departamento de Geociências da UFSC**, Florianópolis, ano 1, n. 1, 1986.

ALMEIDA, T. I. R. et al. Proposta de classificação e gênese das lagoas da Baixada Nhecolândia-MS com base em sensoriamento remoto e dados de campo. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 33, 2-Suplemento, p. 83-90, jun. 2003.

ALVARENGA, S. M et al. Estudo geomorfológico aplicado à Bacia do Alto Paraguai e pantanais mato-grossenses. **Boletim Técnico Projeto RADAMBRASIL**, v. 1, p. 89-187, 1984.

AMARAL FILHO, Z. P. Solos do Pantanal Mato-Grossense. In: I SIMPÓSIO SOBRE RECURSOS NATURAIS E SÓCIO-ECONÔMICOS DO PANTANAL, 1., 1984, Corumbá. **Anais...** Brasília: EMBRAPA-DDT, 1986. p. 91-96.

ARAÚJO, K. D. et al. Avaliação dos teores de carbono, nitrogênio mineral e C-CO<sub>2</sub> do solo no semi-árido da Paraíba. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 14., 2005, Campinas. **Anais...** Campinas: SBAgro, 2005. CD-ROM.

ARONOFF, S. **Geographic information systems: a Management Perspective**. Canadá: WDL Publications, 1989.

ASSINE, M. L. **Sedimentação na Bacia do Pantanal Mato-Grossense, Centro-Oeste do Brasil**. 2003. 106 p. Tese (Livre-Docência em Geologia) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Departamento de Geologia Sedimentar, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

BACANI, V. M. et al. Cartografia dos compartimentos geomórficos da fazenda Firme, no Pantanal da Nhecolândia (MS), Brasil. In: VI SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA E REGIONAL CONFERENCE ON GEOMORPHOLOGY, 6., 2006, Goiânia. **Anais...** Goiânia: 2006. p. 1-9. 1 CD-ROM.

BACANI, V. M. **Comportamento piezométrico do entorno da Lagoa Salina do Meio: fazenda Nhumirim/EMBRAPA/CPAP no Pantanal da Nhecolândia (MS), Brasil**. 2004. Monografia (Graduação em Geografia) – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Três Lagoas.

BARBIÉRO, L.; QUEIROZ NETO, J. P., SAKAMOTO, A. Y. Características Geoquímicas dos Solos relacionadas à organização pedológica e à circulação da água (fazenda Nhumirim EMBRAPA/CPAP) In: SIMPÓSIO SOBRE RECURSOS

NATURAIS E SÓCIO-ECONÔMICOS DO PANTANAL, MANEJO E CONSERVAÇÃO, 3., 2000, Corumbá. **Anais...** Corumbá: EMBRAPA/CPAP, 2000.

BARROS, R.S. de et al. Avaliação do modelo digital de elevação do SRTM na ortorretificação de imagens LANDSAT 7 – Área de aplicação: Angra dos Reis – RJ. In: XII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 2005, Goiânia. **Anais...** São José dos Campo: INPE, 2005. p. 3997-4004.

BERTRAND, G. Paisagem e Geografia física global: esboço metodológico. **Caderno de Ciências da Terra**, São Paulo, v. 13, p.1-27, 1972.

BOULET, R. Análise Estrutural da Cobertura Pedológica e Cartográfica. In: XX CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 21., 1988, Campinas. **Anais...** Campinas: SBCS, 1988. p. 79-90.

BRASIL. **Análise integrada e prognóstico da Bacia do Alto Paraguai**. PCBAP, v.3, Brasília: PNMA, 369p, 1997.

\_\_\_\_\_. **Código Florestal Brasileiro**. Lei 4771, de 15 de setembro de 1965. Brasília, Diário Oficial da União, 1965.

\_\_\_\_\_. **Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil**: Texto constitucional promulgado em 5 de outubro de 1988, com as alterações adotadas pelas Ementas Constitucionais n<sup>os</sup> 1/92 a 38/2002 e pelas Ementas Constitucionais de Revisão n<sup>os</sup> 1 a 6/94. Brasília: Senado Federal, Subsecretaria de Edições Técnicas, 2002. 72 p.

\_\_\_\_\_. Ministério das Minas e Energia. Projeto RADAMBRASIL. **Fitogeografia brasileira: Classificação fisionômica-ecológica da vegetação neotropical**. Salvador, 1982. 49 p.

\_\_\_\_\_. Ministério das Minas e Energias. Projeto RADAMBRASIL. **Fitogeografia brasileira: classificação fisionômica-ecológica da vegetação neotropical**. Salvador, 1980. 49 p.

\_\_\_\_\_. Ministério das Minas e Energias. Secretaria Geral, Projeto RADAMBRASIL. Boletim Técnico Série Geomorfológica. **Estudo geomorfológico Aplicado à Bacia do Alto rio Paraguai e Pantanaís Mato-Grossense**, 1984.



BRAUN, E. H. G. Cone Aluvial do Taquari – unidades geomorfológica marcante na Planície Quaternária do Pantanal. **Revista Brasileira de Geografia**, Rio de Janeiro, ano 39, n. 4, p.164-180, 1977.

BRUNET, R. Analyse des et sémiologie, éléments pour un débat. **L'Espace Géographique**, Paris, n. 2, p. 120-126, 1974.

BULCHER, H. B. et al. **Hidrovia: uma análise ambiental inicial da via fluvial Paraguai-Paraná**. São Paulo: Nupaub, 1994. 73 p.

CALHEIROS, D. F. **Influência do pulso de inundação na composição isotópica ( $\delta^{13}\text{C}$  e  $\delta^{15}\text{N}$ ) das fontes primárias de energia na planície de inundação do rio Paraguai (Pantanal MS)**. 2003. Tese (Doutorado). Universidade de São Paulo, Piracicaba.

CALHEIROS, D. F.; OLIVEIRA, M.D. de. Pesquisa Limnológica no Pantanal: uma revisão. In: II SIMPÓSIO SOBRE RECURSOS NATURAIS E SÓCIO-ECONÔMICOS DO PANTANAL: MANEJO E CONSERVAÇÃO, 1996, Corumbá. **Anais...** Corumbá: EMBRAPA - CPAP, 1996. p.115-135.

CAMPOS, Z. Effect of habitat on survival of eggs and sex ratio of hatchlings of *Caiman crocodilus yacare* in the Pantanal, Brazil. **Journal of Herpetology**, v.27, n.2, p.127-132, 1993.

CARDOSO, E. L. et al. Efeitos da queima na dinâmica da biomassa aérea de um campo nativo no Pantanal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 6, p. 747-752, jun. 2003.

CARMO, J. B. do et al. Nitrogen availability and  $\text{N}_2\text{O}$  fluxes from pasture soil after herbicide application. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 29, n. 5, p. 735-746, sept./oct. 2005.

CBERS-2/CCD: imagem de satélite. São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2004. Bandas 2, 3 e 4. Órbita 166 e ponto 121. Disponível em: < <http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>>. Acesso em: 14 mar. 2006.

CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de sistemas ambientais**. 1. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1999.

COTONNEC, A. **Paysage et occupation du sol para télédétection: application au bassin versant du Blavet**. 1998. 340 p. Tese (Doutorado em Geografia).

Départament de Géographie, Laboratoire COSTEL, Université Haute Bretagne – Rennes 2, Rennes, França.

COUTINHO, A. C. **Segmentação e classificação de imagens LANDSAT-TM para o mapeamento dos usos da terra na região de Campinas, SP.** 1997. 157 p. Dissertação (Mestrado em Ciências). Universidade de São Paulo, São Paulo.

CUNHA, N. G. da. Considerações sobre os solos da sub-região da Nhecolândia, Pantanal Mato-Grossense. Corumbá, MS. **Circular Técnica**, EMBRAPA/UEPAE, n. 1, p. 6-45, 1980.

DIAS, J. **A construção da paisagem na raia divisória São Paulo-Paraná - Mato Grosso do Sul: um estudo por teledeteção.** 2003. Tese (Doutorado). Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente.

DNOS. Departamento Nacional de Obras e Saneamento. Estudos hidrológicos da bacia do Alto Paraguai. **Relatório Técnico UNESCO/PNUD.** Rio de Janeiro.1974, 284p.

EHLERS, M. Sensoriamento remoto para usuários de SIG – sistemas sensores e métodos: as exigências e a realidade. In: BLASCHKE, T.; KUX, H. (Org.). **Sensoriamento remoto e SIG avançados: novos sistemas sensores métodos inovadores.** São Paulo: Oficina de texto, 2005. p. 19-32.

EPIPHANIO, J. C. N. CBERS – Satélite Sino-Brasileiro de Recursos Terrestres. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 12., 2005, Goiânia. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2005. p. 915-922.

ESTADOS UNIDOS. Environmental Protection Agency. **Evaluating ruminant livestock efficiency projects and programs.** In: PEER review draft. Washington: Environmental Protection Agency, 2000. 48 p.

FATORGIS. Definições técnicas. **Fator GIS** (Periódico on line). 2p. Disponível em: <[http://fatorgis.com.br/geoprocdefine\\_tecn.htm](http://fatorgis.com.br/geoprocdefine_tecn.htm). 1998>. Acesso em: 13 set. 2005.

FERNANDES, E. **Caracterização dos Elementos do Meio Físico e a Dinâmica da Nhecolândia (Pantanal Sul-Mato-Grossense).** 2000. Dissertação (Mestrado). Universidade de São Paulo, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, São Paulo.

FLORENZANO, T. G. **Imagens de Satélite para Estudos Ambientais**. São Paulo: Oficina de Textos, 2002.

GODOI FILHO, J. D. Aspectos geológicos do Pantanal Mato-Grossense e de sua área de influência. In: I SIMPÓSIO SOBRE RECURSOS NATURAIS E SÓCIO-ECONÔMICOS DO PANTANAL, 1., 1984, Corumbá. **Anais...** Brasília: EMBRAPA, 1986. p. 63-76.

GOES-12: imagem de satélite. São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2006. Disponível em: <<http://satelite.cptec.inpe.br/>>. Acesso em: 10 jan. 2007.

GRADELLA, F. dos S. **Comportamento térmico em unidades da paisagem na sub-região do Pantanal da Nhecolândia/MS-Brasil**. 2005. Monografia (Graduação em Geografia) - Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Três Lagoas.

INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Tutorial de Geoprocessamento**. Disponível em: <<http://www.inpe.br>>. Acesso em: 3 abr. 2005.

JENSEN, J. R. **Introductory digital image processing: a remote sensing perspective**. Prentice-Hall, 1995. 316p.

KIEHL, E. J. **Manual de edafologia: relações solo – planta**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1979.

LACOSTE, Y. A quoi sert le paysage? Qu'est-ce qu'un beau paysage? **Hérodote**, Paris, n. 7, p. 3-41, 1977.

LANDSAT TM 5: imagem de satélite. São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 1987. Bandas 2, 3 e 4. Órbita 226 e ponto 73. Disponível em: <<http://glcfapp.umiacs.umd.edu:8080/esdi/index.jsp>>. Acesso em: 14 mar. 2006.

LANDSAT TM 5: imagem de satélite. São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 1994. Bandas 2, 3 e 4. Órbita 226 e ponto 73.

MARCEL, O. Le paysage comme objet philosophique. **Géographie et Cultures**, Paris, n. 13, p. 3-22, 1994.

MATSON, P. A.; USTIN, S. L. The future of remote sensing in ecological studies. **Ecology**, New York, v. 72, n. 6, p.1917, dec. 1991.

MONTEIRO, C. A. F. **A questão ambiental no Brasil (1960-1980)**. São Paulo: Editora IGEOG-USP Série Teses e Monografias, n. 42, p. 1-133, 1981.

\_\_\_\_\_ Adentrar a cidade para tomar-lhe a temperatura. **Revista do Departamento de Geociências da UFSC**, Florianópolis, n. 9, 20. 60, Primeiro semestre, 1990.

MOREIRA, M. A. **Fundamentos do sensoriamento remoto e metodologias de aplicação**. 3 ed. Viçosa: Editora da UFV, 2005.

MOREIRA, M. A.; et al. Comparação da resposta espectral de alvos em imagens CBERS-2/CCD e LANDSAT-5/TM. In: XII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 12., 2005, Goiânia. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2005. p. 1027-1034.

NIMER, Edmon. Clima. In: BRASIL. IBGE. **Geografia do Brasil**: região Centro-Oeste. Rio de Janeiro: IBGE, 1989, p. 23-34.

NOVO, E. M. L. M. **Sensoriamento remoto**: princípios e aplicações. São Paulo: Edgard Blücher, 1989.

PADOVANI, C. R.; CRUZ, M. L. L. da; GUIEN PADOVANI, S. L. A.; Desmatamento do Pantanal brasileiro para o ano de 2000. In: SIMPÓSIO SOBRE RECURSOS NATURAIS E SÓCIO-ECONÔMICOS DO PANTANAL: SUSTENTABILIDADE REGIONAL, 2004, Corumbá. **Anais...** Corumbá: EMBRAPA, CPAP/UFMS, 2004.

PASSOS, M. dos. **Biogeografia e paisagem**. 2 ed. Maringá, 2003.

PELLEGRIN, L. A. Fazendas do Paiaguás e Nhecolândia. 2003. Disponível em: <<http://www.cpap.embrapa.br/agencia/fazendas/rabelovaz.htm>>. Acesso em: 20 maio 2006.

PIMM, S. L. et al. The future of biodiversity. **Science**, v. 269, n. 21, p. 347-350, 1995.

QUEIROZ NETO, J. P. et al. Dinâmica Hídrica em uma Lagoa Salina e seu Entorno na Área do Leque. Nhecolândia. Pantanal/MS. In: II SIMPÓSIO SOBRE RECURSOS NATURAIS E SÓCIO ECONÔMICOS DO PANTANAL: MANEJO E CONSERVAÇÃO, 1996, Corumbá. **Anais...** Corumbá: Embrapa, CPAP/UFMS, 1996. p. 143-149.

RAMALHO, R. Pantanal Mato-Grossense: compartimentação morfológica. In: I SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 1978, São José dos Campos. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 1978.

REZENDE FILHO, A. T. **Variabilidade de salinidade de uma área em uma baía/vazante na fazenda Nhumirim, Pantanal da Nhecolândia:** Estudo de um Método Cartográfico. 2003. Monografia (Especialização) – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Três Lagoas.

ROCHA, M. B. B. **Levantamento do meio físico de Araxá-MG, utilizando técnicas de geoprocessamento.** 2006. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia.

ROSA, R. **Introdução ao Sensoriamento Remoto.** 2. ed. Uberlândia: EDUFU, 1992.

\_\_\_\_\_. **Introdução ao Sensoriamento Remoto.** 5. ed. Uberlândia: EDUFU, 2003.

SAKAMOTO, A. Y. **Dinâmica hídrica em uma Salina e seu entorno e a ocupação, fazenda São Miguel do Firme, MS.** 1997. Tese (Doutorado em Geografia Física) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo.

SAKAMOTO, A. Y. et al. Topografia de Lagoas Salinas e seus Entornos no Pantanal da Nhecolândia. In: II SIMPÓSIO SOBRE RECURSOS NATURAIS E SÓCIO-ECONÔMICOS DO PANTANAL, 1996, Corumbá. **Anais...** Corumbá: EMBRAPA, 1996.

SALIS, S. M.; CRISPIM, S. M. A. Fitossociologia de quatro fitofisionomias arbóreas no Pantanal da Nhecolândia, Corumbá, MS. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTANICA., 50., 1999, Blumenau. **Programa e resumos...** Blumenau: Sociedade Botânica do Brasil, 1999. p.236.

SALIS, S. M.; MATTOS, P. P. de. Fenologia de arbóreas nativas com potencial madeireiro na sub-região da Nhecolândia, Pantanal Mato-Grossense. In:

CONGRESSO FLORESTAL PANAMERICANO, 1., CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 7., 1993, Curitiba. **Anais...** Curitiba: SBS: SBEF, 1993. v. 2, p. 762.

SALVI SAKAMOTO, L. L. **A chuva na Bacia do Alto Paraguai**: contribuição ao estudo de aspectos das influências interanuais durante o século XX. 2001. Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo, São Paulo.

SANTOS, P. A. **Estudo sobre o comportamento da superfície freática do entorno da Lagoa Salina da fazenda Nhumirim – EMBRAPA – Pantanal, MS.** 2002. Monografia (Especialização em Geografia), – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Três Lagoas.

SEIDL, A. F.; SILVA, J. dos S. V. de; MORAES, A. S. Cattle ranching and deforestation in the Brazilian Pantanal. **Ecological Economics**, v. 36, p. 413-425, 2001.

SERVIÇO GEOGRÁFICO DO EXÉRCITO (1980) –Folha SE.21-Y-D-III. **Albuquerque**. Escala 1:100.000.

SERVIÇO GEOGRÁFICO DO EXÉRCITO (1998) –Folha SE.21-Z-C-I. **Nhecolândia**. Escala 1:100.000.

SERVIÇO METEOROLÓGICO MARINHO: cartas sinóticas. Niterói: Centro de Hidrografia da Marinha, 2006. Disponível em: <<http://www.mar.mil.br/dhn/chm/meteo/prev/cartas/cartas.htm>>. Acesso em: 10 jan. 2007.

SEZERINO, M. L.; MONTEIRO, C. A. de F. O campo térmico na cidade de Florianópolis: primeiros experimentos. **Revista Geosul do Departamento de Geociências da UFSC**, Florianópolis, n. 9, p. 20-59, 1990.

SILVA, J. dos S. V. da; ABDON, M. de M. Delimitação do Pantanal Brasileiro e suas sub-regiões. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.33, p.1703-1711, 1998.

\_\_\_\_\_. Desmatamento na bacia do Alto Paraguai – Pantanal brasileiro – até 1994. In: SIMPÓSIO LATINO AMERICANO DE PERCEPCION REMOTA, 8 Mérida, 1997, Venezuela. **Memórias...** Caracas: SELPER/Unidade Técnica de Sistemas. Instituto de Ingeniería. 1997. Monitoreo de Recursos Naturales (RCN\_007.doc).

SILVA, L. R. B. **Microclima no Pantanal Sul-Matogrossense: Análise do campo térmico em unidades da paisagem da Nhecolândia.** 2003. Monografia (Graduação em Geografia) - Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Três Lagoas.

SILVA, M. H. S. da et al. Morfologia do solo de três toposseqüências na área da lagoa Salina do Meio, fazenda Nhumirim, Pantanal da Nhecolândia, MS. In: IV SIMPÓSIO SOBRE RECURSOS NATURAIS E SÓCIO-ECONÔMICOS DO PANTANAL, 2004, Corumbá. **Anais...** Corumbá: EMBRAPA/CPAP, 2004. CD-ROM.

SILVA, M. P. et al. Disponibilidade de pastagem nativa na Nhecolândia, Pantanal. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 30., 1993, Rio de Janeiro. **Anais...** Niterói, RJ: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1993, p.49.

SILVA, M.; SIQUEIRA, E. R.; COSTA, J. L. da S. Flurescein diacetate hydrolysis as a bioindicator of microbial activity in soil under reforestation. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 5, p. 1493-1496, sept./oct. 2004.

SORIANO, B. M. A.; GALDINO, S. Análise das Condições Climáticas em 2000 na Sub-Região da Nhecolândia, Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brasil. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**, Corumbá, n. 30, p. 1-34, 2002.

SOTCHAVA, V. B. O estudo de geossistemas. **Métodos em Questão**, 16, Instituto de Geografia USP: São Paulo, 1977, 51 p.

SPRING. Ajuda do Software Spring 4.2. São José dos Campos – SP. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. 2005.

TARIFA, J. R. O Sistema Climático do Pantanal: da compreensão do sistema à definição de prioridades de pesquisa climatológica. In: I SIMPÓSIO SOBRE RECURSOS NATURAIS E SÓCIO-ECONÔMICOS DO PANTANAL, 1., 1984, Corumbá. **Anais...** Brasília: EMBRAPA, 1986. p. 09 - 27.

TEIXEIRA, A. L.de A.; MORETTI, E.; CHRISTOFOLETTI, A. **Introdução aos sistemas de informação geográfica.** Rio Claro: Edição do Autor, 1992. 80 p.

TRICART, J. A geomorfologia nos estudos integrados de ordenação do meio natural. **Boletim geográfico**, Rio de Janeiro, out./dez. 1976.

\_\_\_\_\_ El Pantanal: un ejemplo del impacto geomorfológico sobre el ambiente. **Informaciones Geograficas**, Chile, n. 29, p. 81-97,1982.

\_\_\_\_\_ Paysage et Télédétection. In: **Paysage et système** – de l'organisation écologique à l'organisation visuelle. Ottawa: Éditions de l'Université de Ottawa, 1985. p. 167-178.

TRICART, J.; PAGNEY, P.; FRÉCAUT, R. Le Pantanal (Brésil) etude écogéographique. **Travaux et Documents de Géographie Tropicale**, France, n. 52, p.1-92, 1984.

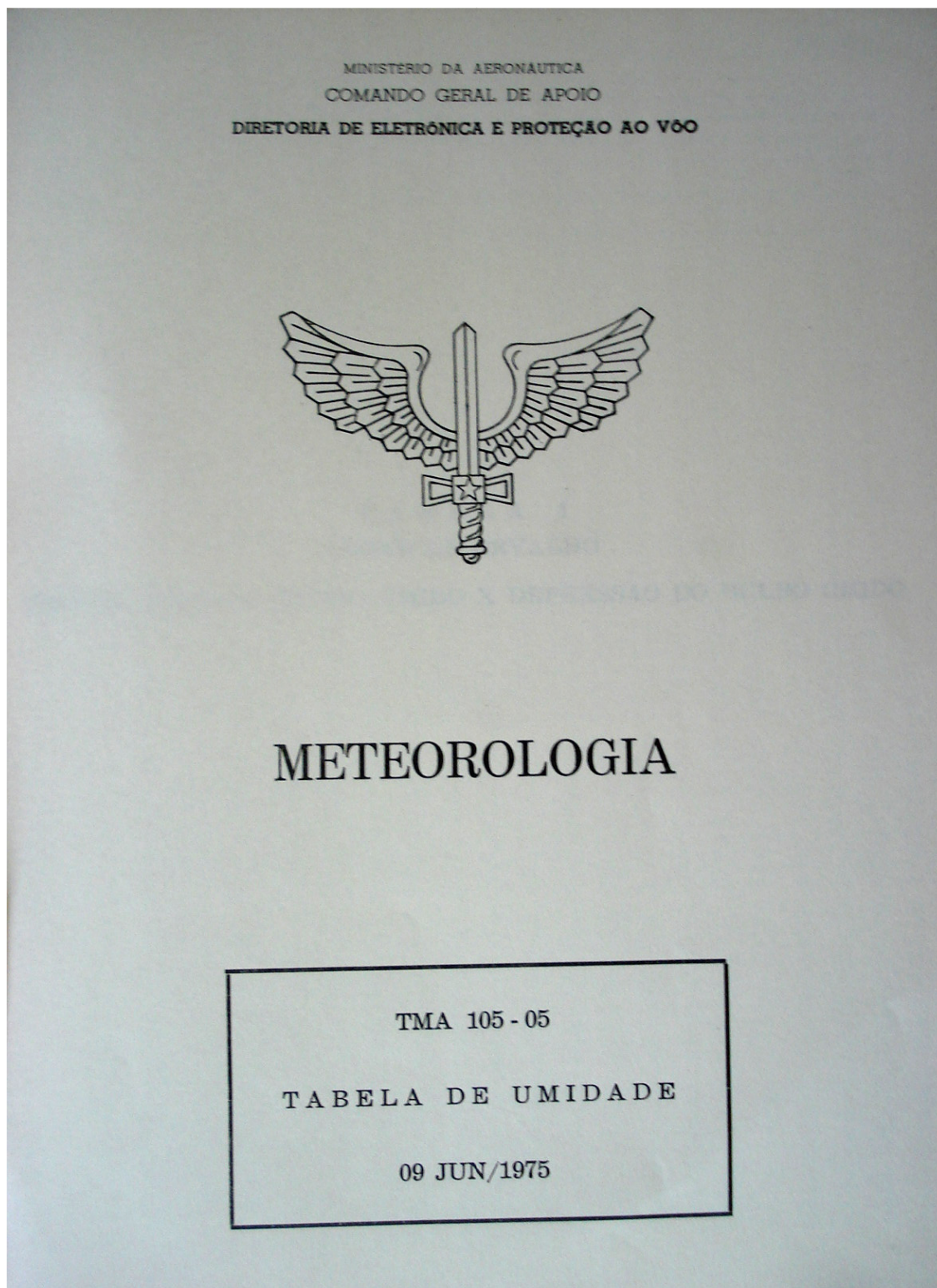
UNESCO, 2000. Disponível em: <[www.unesco.org.br](http://www.unesco.org.br)>. Acesso em: 6 jul. 2005.

VIEIRA, T. G. C.; ALVES, H. M. R.; BERTOLDO, M. A. Mapeamento do uso da terra de regiões cafeeiras de Minas Gerais utilizando imagens de satélite. In: XXIX CONGRESSO BRASILEIRO DE CIENCIAS DO SOLO, 2003, Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão Preto: 2003.



**ANEXOS**

ANEXO A – Tabelas padronizadas pelo Ministério da Aeronáutica Brasileira para efeito de cálculo da umidade relativa com psicrômetro não aspirado.



TMA 105-05

TABELA II - B. -- Umidade Relativa em percentagem -- Temperaturas Celsius -- (Pressão = 990 mb)

Temp. do ar (t)	DEPRESSÃO DO TERMÔMETRO DE BULBO ÚMIDO (t-t')														
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5
0	98	96	94	93	91	89	87	85	83	81	80	78	76	74	73
1	98	97	95	93	92	90	88	86	85	83	81	80	78	76	75
2	98	97	95	93	92	90	89	87	85	84	82	81	79	78	76
3	98	97	95	94	92	91	89	88	86	84	83	82	80	79	77
4	99	97	96	94	93	91	90	88	87	85	84	82	81	79	78
5	99	97	96	94	93	91	90	88	87	86	84	83	82	80	79
6	99	97	96	94	93	92	90	89	88	86	85	84	82	81	80
7	99	97	96	95	93	92	91	89	88	87	86	84	83	82	80
8	99	97	96	95	94	92	91	90	88	87	86	85	84	82	81
9	99	98	96	95	94	93	91	90	89	88	87	85	84	83	82
10	99	98	96	95	94	93	91	90	89	88	87	86	84	83	82
11	99	98	97	95	94	93	92	91	90	89	87	86	85	84	83
12	99	98	97	96	94	93	92	91	90	89	88	87	86	85	84
13	99	98	97	95	95	93	92	91	90	89	88	87	86	85	84
14	99	98	97	96	95	94	93	92	91	90	89	88	87	86	85
15	99	98	97	96	95	94	93	92	91	90	89	88	87	86	85
16	99	98	97	96	95	94	93	92	91	90	89	88	87	86	85
17	99	98	97	96	95	94	93	92	91	90	89	89	88	87	86
18	99	98	97	96	95	94	93	92	91	90	89	89	88	87	86
19	99	98	97	96	95	95	94	93	92	91	90	89	88	87	86
20	99	98	97	96	96	95	94	93	92	91	90	89	89	88	87
21	99	98	97	97	96	95	94	93	92	91	90	90	89	88	87
22	99	98	97	97	96	95	94	93	92	92	91	90	89	88	87
23	99	98	97	97	96	95	94	93	93	92	91	90	89	89	88
24	99	98	98	97	96	95	94	94	93	92	91	90	90	89	88
25	99	98	98	97	96	95	94	94	93	92	91	91	90	89	88
26	99	98	98	97	96	95	95	94	93	92	91	91	90	89	88
27	99	98	98	97	96	95	95	94	93	92	92	91	90	89	88
28	99	99	98	97	96	96	95	94	93	93	92	91	90	90	89
29	99	99	98	97	96	96	95	94	93	93	92	91	90	90	89
30	99	99	98	97	96	96	95	94	94	93	92	91	91	90	89
31	99	99	98	97	96	96	95	94	94	93	92	92	91	90	89
32	99	99	98	97	96	96	95	94	94	93	92	92	91	90	89
33	99	99	98	97	97	96	95	94	94	93	92	92	91	90	89
34	99	99	98	97	97	96	95	95	94	93	93	92	91	91	89
35	99	99	98	97	97	96	95	95	94	94	93	92	91	91	89
36	99	99	98	97	97	96	95	95	94	94	93	92	92	91	89
37	99	99	98	97	97	96	96	95	94	94	93	92	92	91	89
38	99	99	98	97	97	96	96	95	94	94	93	92	92	91	89
39	99	99	98	98	97	96	96	95	94	94	93	93	92	91	89
40	99	99	98	98	97	96	96	95	94	94	93	93	92	91	89
41	99	99	98	98	97	96	96	95	95	94	93	93	92	91	89
42	99	99	98	98	97	96	96	95	95	94	93	93	92	91	89
43	99	99	98	98	97	96	96	95	95	94	94	93	92	91	89
44	99	99	98	98	97	97	96	95	95	94	94	93	93	92	91

TMA 105-05

TABELA II - B — Umidade Relativa em percentagem — Temperaturas Celsius — (Pressão = 990 mb)

Temp. do ar (t)	DEPRESSÃO DO TERMÔMETRO DE BULBO ÚMIDO (t-t')														
	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3,0
0	71	69	67	66	64	62	60	59	57	55	53	52	50	48	46
1	73	71	70	68	66	64	63	61	59	58	56	54	53	51	49
2	74	73	71	70	68	67	65	63	62	60	59	57	55	54	52
3	76	74	72	71	70	68	67	65	64	62	61	59	58	56	55
4	77	75	74	72	71	69	68	67	65	64	62	61	60	58	57
5	77	76	75	73	72	71	69	68	67	65	64	62	61	60	58
6	78	77	76	74	73	72	70	69	68	67	65	64	63	61	60
7	79	78	77	75	74	73	72	70	69	68	67	65	64	63	62
8	80	79	77	76	75	74	73	71	70	69	68	67	65	64	63
9	81	79	78	77	76	75	74	72	71	70	69	68	67	66	64
10	81	80	79	78	77	76	74	73	72	71	70	69	68	67	66
11	82	81	80	79	78	76	75	74	73	72	71	70	69	68	67
12	82	81	80	79	78	77	76	75	74	73	72	71	70	69	68
13	83	82	81	80	79	78	77	76	75	74	73	72	71	70	69
14	84	83	82	81	79	79	78	77	76	75	74	73	72	71	70
15	84	83	82	81	80	79	78	77	76	75	74	74	73	72	71
16	84	83	82	82	81	80	79	78	77	76	75	74	73	72	71
17	85	84	83	82	81	80	79	78	78	76	75	74	73	72	72
18	85	84	83	83	82	81	80	79	78	77	76	76	75	74	73
19	86	85	84	83	82	81	80	80	79	78	77	76	75	75	74
20	86	85	84	83	83	82	81	80	79	78	78	77	76	75	74
21	86	86	85	84	83	82	81	81	80	79	78	77	77	76	75
22	87	86	85	84	83	83	82	81	80	80	79	78	77	76	76
23	87	86	85	85	84	83	82	81	81	80	79	78	78	77	76
24	87	87	86	85	84	83	83	82	81	80	80	79	78	77	77
25	88	87	86	85	84	84	83	82	82	81	80	79	79	78	77
26	88	87	86	86	85	84	83	83	82	81	80	80	79	78	78
27	88	87	87	86	85	84	84	83	82	82	81	80	79	79	78
28	88	88	87	86	85	85	84	83	83	82	81	80	79	79	78
29	88	88	87	86	86	85	84	84	83	82	82	81	80	80	79
30	89	88	87	87	86	85	85	84	83	83	82	81	81	80	79
31	89	88	87	87	86	86	85	84	84	83	82	82	81	80	79
32	89	88	88	87	86	86	85	84	84	83	83	82	81	81	80
33	89	89	88	87	87	86	85	85	84	83	83	82	82	81	80
34	89	89	88	87	87	86	86	85	84	84	83	82	82	81	81
35	90	89	88	88	87	86	86	85	85	84	83	83	82	82	81
36	90	89	88	88	87	87	86	85	85	84	84	83	82	82	81
37	90	89	89	88	87	87	86	86	85	84	84	83	82	82	81
38	90	89	89	88	88	87	86	86	85	84	84	83	83	82	82
39	90	90	89	88	88	87	87	86	86	85	84	84	83	82	82
40	90	90	89	89	88	87	87	86	86	85	85	84	84	83	82
41	91	90	89	89	88	88	87	87	86	85	85	84	84	83	82
42	91	90	89	89	88	88	87	87	86	85	85	84	84	83	83
43	91	90	90	89	88	88	87	87	86	86	85	84	84	83	83
44	91	90	90	89	89	88	88	87	86	86	85	85	84	84	83

TMA 105-05

TABELA II - B — Umidade Relativa em percentagem — Temperaturas Celsius — (Pressão = 990 mb)

Temp. do ar (t)	DEPRESSÃO DO TERMÔMETRO DE BULBO ÚMIDO (t-t')														
	3,1	3,2	3,3	3,4	3,5	3,6	3,7	3,8	3,9	4,0	4,1	4,2	4,3	4,4	4,5
0	45	43	41	40	38	36	34	33	31	29	28	26	24	23	21
1	48	46	45	43	41	40	38	36	35	33	32	30	28	27	25
2	51	49	48	46	44	43	41	40	38	37	35	34	32	31	29
3	53	52	50	49	47	46	44	43	41	40	39	37	36	34	33
4	55	54	53	51	50	48	47	46	44	43	42	40	39	37	36
5	57	56	54	53	52	51	49	48	47	45	44	43	42	40	39
6	59	58	56	55	54	53	51	50	49	48	46	45	44	43	41
7	60	59	58	57	56	54	53	52	51	50	48	47	46	45	44
8	62	61	59	58	57	56	55	54	52	51	50	49	48	47	46
9	63	62	61	60	59	58	56	55	54	53	52	51	50	49	48
10	65	63	62	61	60	59	58	57	56	55	54	53	52	51	50
11	66	65	64	62	61	60	59	58	57	56	55	54	53	52	51
12	67	66	65	64	63	62	61	60	59	58	57	56	55	54	53
13	68	67	66	65	64	63	62	61	60	59	58	57	56	55	54
14	69	68	67	66	65	64	63	62	61	60	59	58	57	57	56
15	70	69	68	67	66	65	64	63	62	61	61	60	59	58	57
16	71	70	69	68	67	66	65	64	63	63	62	61	60	59	58
17	71	70	70	69	68	67	66	65	64	64	63	62	61	60	60
18	72	71	70	70	69	68	67	66	65	65	64	63	62	61	61
19	73	72	71	70	70	69	68	67	66	65	65	64	63	62	62
20	74	73	72	71	70	70	69	68	67	66	66	65	64	63	63
21	74	73	73	72	71	70	70	69	68	67	66	66	65	64	64
22	75	74	73	73	72	71	70	70	69	68	67	67	66	65	64
23	75	75	74	73	72	72	71	70	70	69	68	67	67	66	65
24	76	75	74	74	73	72	72	71	70	69	69	68	67	67	66
25	76	76	75	74	74	73	72	72	71	70	69	69	68	67	67
26	77	76	76	75	74	74	73	72	71	71	70	69	69	68	67
27	77	77	76	75	75	74	73	73	72	71	71	70	69	69	68
28	78	77	77	76	75	75	74	73	73	72	71	71	70	69	69
29	78	78	77	76	76	75	74	74	73	72	72	71	71	70	69
30	79	78	77	77	76	75	75	74	74	73	72	72	71	70	70
31	79	78	78	77	77	76	75	74	74	73	73	72	72	71	70
32	79	79	78	78	77	76	76	75	75	74	73	73	72	72	71
33	80	79	78	78	77	77	76	76	75	74	74	73	73	72	71
34	80	79	79	78	78	77	76	76	75	75	74	74	73	72	72
35	80	80	79	79	78	77	77	76	76	75	75	74	73	73	72
36	81	80	79	79	78	78	77	77	76	75	75	74	74	73	73
37	81	80	80	79	79	78	78	77	76	76	75	75	74	74	73
38	81	81	80	80	79	78	78	77	77	76	76	75	75	74	74
39	82	81	80	80	79	79	78	77	77	77	76	76	75	74	74
40	82	81	81	80	80	79	79	78	77	77	76	76	75	75	74
41	82	82	81	80	80	79	79	78	78	77	77	76	76	75	75
42	82	82	81	81	80	80	79	79	78	78	77	76	76	75	75
43	82	82	81	81	80	80	79	79	78	78	77	76	76	75	75
44	83	82	82	81	81	80	80	79	79	78	78	77	76	76	75

TMA 105-05

TABELA II - B — Umidade Relativa em porcentagem — Temperaturas Celsius — (Pressão = 990 mb)

Temp. do ar (t)	DEPRESSÃO DO TERMÔMETRO DE BULBO ÚMIDO (t-t')														
	4,6	4,7	4,8	4,9	5,0	5,1	5,2	5,3	5,4	5,5	5,6	5,7	5,8	5,9	6,0
0	30	18	16	15	13	11	10	8	7	5					
1	24	22	21	19	17	16	14	13	11	10	8	7	5		
2	28	26	25	23	22	20	19	17	16	14	13	11	10	8	7
3	31	30	28	27	26	24	23	21	20	19	17	16	14	13	12
4	35	33	32	31	29	28	26	25	24	22	21	20	18	17	16
5	38	37	35	34	33	31	30	29	28	26	25	24	22	21	20
6	40	39	38	37	35	34	33	32	31	29	28	27	26	25	24
7	43	41	40	39	38	37	36	34	33	32	31	30	29	28	26
8	45	44	42	41	40	39	38	37	36	35	34	32	31	30	29
9	47	46	45	43	42	41	40	39	38	37	36	35	34	33	32
10	49	47	46	45	44	43	42	41	40	39	38	37	36	35	34
11	50	49	48	47	46	45	44	43	42	41	40	39	38	37	36
12	52	51	50	49	48	47	46	45	44	43	42	41	40	40	39
13	53	52	51	51	50	49	48	47	46	45	44	43	42	42	41
14	55	54	53	52	51	50	50	49	48	47	46	45	44	43	42
15	56	55	54	54	53	52	51	50	49	48	48	47	46	45	44
16	58	57	56	55	54	53	52	52	51	50	49	48	47	47	46
17	59	58	57	56	55	55	54	53	52	51	51	50	49	48	47
18	60	59	58	57	57	56	55	54	53	53	52	51	50	49	49
19	61	60	59	58	58	57	56	55	55	54	53	52	52	51	50
20	62	61	60	59	59	58	57	56	56	55	54	54	53	52	51
21	63	62	61	61	60	59	58	58	57	56	55	55	54	53	53
22	64	63	62	61	61	60	59	59	58	57	56	56	55	54	54
23	64	64	63	62	62	61	60	60	59	58	58	57	56	55	55
24	65	65	64	63	62	62	61	60	60	59	58	58	57	56	56
25	66	65	65	64	63	63	62	61	61	60	59	59	58	57	57
26	67	66	65	65	64	63	63	62	62	61	60	60	59	58	58
27	67	67	66	65	65	64	64	63	62	62	61	60	60	59	58
28	68	67	67	66	65	65	64	64	63	62	62	61	61	60	59
29	69	68	67	67	66	66	65	64	64	63	62	62	61	61	60
30	69	69	68	67	67	66	66	65	64	64	63	63	62	61	61
31	70	69	69	68	67	67	66	66	65	64	64	63	63	62	61
32	70	70	69	68	68	67	67	66	66	65	64	64	63	63	62
33	71	70	70	69	68	68	67	67	66	66	65	65	64	63	63
34	71	71	70	70	69	68	68	67	67	66	66	65	65	64	63
35	72	71	71	70	69	69	68	68	67	67	66	66	65	65	64
36	72	72	71	70	70	69	69	68	68	67	66	66	65	65	64
37	73	72	72	71	70	70	69	69	68	68	67	67	66	66	65
38	73	72	72	71	71	70	70	69	69	68	68	67	67	66	66
39	73	73	72	72	71	71	70	70	69	69	68	68	67	67	66
40	74	73	73	72	72	71	71	70	70	69	69	68	68	67	67
41	74	74	73	73	72	72	71	71	70	70	69	69	68	68	67
42	74	74	73	73	72	72	71	71	70	70	69	69	68	68	67
43	75	74	74	73	73	72	72	71	71	70	70	69	69	68	68
44	75	75	74	74	73	73	72	72	71	71	70	70	69	69	68

TMA 105-05

TABELA II - B — Umidade Relativa em percentagem — Temperaturas Celsius — (Pressão = 990 mb)

Temp. do ar (t)	DEPRESSÃO DO TERMÔMETRO DE BULBO ÚMIDO (t-t')														
	6,1	6,2	6,3	6,4	6,5	6,6	6,7	6,8	6,9	7,0	7,1	7,2	7,3	7,4	7,5
2	6														
3	10	9	8	6	5										
4	14	13	12	11	9	8	7	5							
5	18	17	16	15	13	12	11	10	8	7	6	5			
6	22	21	20	19	17	16	15	14	13	11	10	9	8	6	5
7	25	24	23	22	21	20	19	18	17	15	14	13	12	11	10
8	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14
9	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17
10	33	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	22	21	20
11	35	35	34	33	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22
12	38	37	36	35	34	33	32	31	30	29	29	28	27	26	25
13	40	39	38	37	36	35	34	34	33	32	31	30	29	28	28
14	42	41	40	39	38	37	36	36	35	34	33	32	31	31	30
15	43	43	42	41	40	39	38	38	37	36	35	34	33	32	32
16	45	44	43	43	42	41	40	39	39	38	37	36	35	35	34
17	47	46	45	44	43	43	42	41	40	40	39	38	37	37	36
18	48	47	46	46	45	44	43	43	42	41	40	40	39	38	38
19	49	49	48	47	46	46	45	44	44	43	42	41	40	40	39
20	51	50	49	48	48	47	46	46	45	44	44	43	42	41	41
21	52	51	50	50	49	48	48	47	46	46	45	44	44	43	42
22	53	52	52	51	50	50	49	48	48	47	46	46	45	44	44
23	54	53	53	52	52	51	50	50	49	48	48	47	46	46	45
24	55	54	54	53	53	52	51	51	50	49	49	48	47	47	46
25	56	55	55	54	54	53	52	52	51	50	50	49	49	48	47
26	57	56	56	55	54	54	53	53	52	51	51	50	50	49	49
27	58	57	57	56	56	55	54	54	53	52	52	51	51	50	50
28	59	58	58	57	56	56	55	55	54	53	53	52	52	51	51
29	60	59	58	58	57	57	56	55	55	54	54	53	53	52	52
30	60	60	59	59	58	57	57	56	56	55	55	54	53	53	52
31	61	60	60	59	59	58	58	57	57	56	55	55	54	54	53
32	62	61	61	60	60	59	58	58	57	57	56	56	55	55	54
33	62	62	61	61	60	60	59	59	58	57	57	56	56	55	55
34	63	62	62	61	61	60	60	59	59	58	58	57	57	56	56
35	64	63	63	62	61	61	60	60	59	59	58	58	57	57	56
36	64	63	63	62	62	61	61	60	60	59	59	58	58	57	57
37	65	64	64	63	63	62	62	61	61	60	60	59	59	58	58
38	65	65	64	64	63	63	62	62	61	61	60	60	59	59	58
39	66	65	65	64	64	63	63	62	62	61	61	60	60	59	59
40	66	66	65	65	64	64	63	63	62	62	61	61	60	60	59
41	67	66	66	65	65	64	64	63	63	62	62	61	61	60	60
42	67	67	66	66	65	65	64	64	63	63	62	62	61	61	61
43	67	67	66	66	66	65	65	64	64	63	63	62	62	61	61
44	68	67	67	66	66	66	65	65	64	64	63	63	62	62	62

TMA 105-05

TABELA II - B — Umidade Relativa em percentagem — Temperaturas Celsius — (Pressão = 990 mb)

Temp. do ar (t)	DEPRESSÃO DO TERMÔMETRO DE BULBO ÚMIDO (t - t')														
	7,6	7,7	7,8	7,9	8,0	8,1	8,2	8,3	8,4	8,5	8,6	8,7	8,8	8,9	9,0
7	9	8	7	5											
8	12	11	10	9	8	7	6	5							
9	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7					
10	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	
11	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	
12	24	23	22	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	
13	27	26	25	24	23	22	22	21	20	19	18	17	16	15	
14	29	28	27	27	26	25	24	23	22	22	21	20	19	18	
15	31	30	29	28	27	27	26	25	24	24	23	22	22	21	20
16	33	32	32	31	30	29	29	28	27	26	26	25	24	23	23
17	35	34	34	33	32	31	31	30	29	28	28	27	26	26	25
18	37	36	35	35	34	33	33	32	31	30	30	29	28	28	27
19	39	38	37	36	36	35	34	34	33	32	32	31	30	30	29
20	40	39	39	38	37	37	36	35	35	34	33	33	32	31	31
21	42	41	40	40	39	38	38	37	36	36	35	34	34	33	32
22	43	42	42	41	40	40	39	39	38	37	37	36	35	35	34
23	44	44	43	42	42	41	41	40	39	39	38	38	37	36	36
24	46	45	44	44	43	43	42	41	41	40	40	39	38	38	37
25	47	46	46	45	44	44	43	43	42	41	41	40	40	39	39
26	48	47	47	46	46	45	44	44	43	43	42	42	41	40	40
27	49	48	48	47	47	46	46	45	44	44	43	43	42	42	41
28	50	49	49	48	48	47	47	46	46	45	44	44	43	43	42
29	51	50	50	49	49	48	48	47	47	46	46	45	44	44	43
30	52	51	51	50	50	49	49	48	48	47	47	46	45	45	44
31	53	52	52	51	51	50	50	49	49	48	48	47	47	46	45
32	54	53	52	52	51	51	50	50	49	49	48	48	47	47	46
33	54	54	53	53	52	52	51	51	50	50	49	49	48	48	47
34	55	55	54	54	53	53	52	52	51	51	50	50	49	49	48
35	56	55	54	54	54	53	53	52	52	51	51	50	50	49	49
36	56	56	55	55	54	54	53	53	53	52	52	51	51	50	50
37	57	57	56	56	55	55	54	54	53	53	52	52	51	51	51
38	58	57	57	56	56	55	55	55	54	54	53	53	52	52	51
39	58	58	57	57	57	56	56	55	55	54	54	53	53	52	52
40	59	59	58	58	57	57	56	56	55	54	54	54	54	53	53
41	60	59	59	58	58	57	57	56	56	56	55	55	54	54	53
42	60	60	59	59	58	58	57	57	57	56	56	55	54	54	54
43	61	60	60	59	59	58	58	58	57	57	56	56	55	55	55
44	61	61	60	60	59	59	58	58	58	57	57	56	56	56	55



TMA 105-05

TABELA II - B — Umidade Relativa em percentagem — Temperaturas Celsius — (Pressão = 990 mb)

Temp. do ar (t)	DEPRESSÃO DO TERMÔMETRO DE BULBO ÚMIDO (t-t')														
	9,1	9,2	9,3	9,4	9,5	9,6	9,7	9,8	9,9	10,0	10,1	10,2	10,3	10,4	10,5
10	5														
11	8	7	6	6	5										
12	11	10	10	9	8	7	6	5	5						
13	14	13	13	12	11	10	9	9	8	7	6	6	5		
14	17	16	15	15	14	13	12	11	11	10	9	8	8	7	6
15	20	19	18	17	16	16	15	14	13	13	12	11	11	10	9
16	22	21	20	20	19	18	17	17	16	15	15	14	13	13	12
17	24	23	23	22	21	21	20	19	18	18	17	16	16	15	14
18	26	26	25	24	23	23	22	21	21	20	19	19	18	17	17
19	28	28	27	26	26	25	24	24	23	22	22	21	20	20	19
20	30	29	29	28	28	27	26	26	25	24	24	23	22	22	21
21	32	31	31	30	29	29	28	28	27	26	26	25	24	24	23
22	34	33	32	32	31	30	30	29	29	28	28	27	26	26	25
23	35	34	34	33	33	32	32	31	30	30	29	29	28	27	27
24	37	36	35	35	34	34	33	33	32	31	31	30	30	29	29
25	38	37	37	36	36	35	35	34	33	33	32	32	31	31	30
26	39	39	38	38	37	37	36	35	35	34	34	33	33	32	32
27	41	40	39	39	38	38	37	37	36	36	35	35	34	34	33
28	42	41	41	40	40	39	39	38	38	37	36	36	35	35	34
29	43	42	42	41	41	40	40	39	39	38	38	37	37	36	36
30	44	43	43	42	42	41	41	40	40	39	39	38	38	37	37
31	45	44	44	43	43	42	42	41	41	40	40	40	39	39	38
32	46	45	45	44	44	43	43	42	42	41	41	41	40	40	39
33	47	46	46	45	45	44	44	43	43	42	42	42	41	41	40
34	48	47	47	46	46	45	45	44	44	43	43	43	42	42	41
35	49	48	48	47	47	46	46	45	45	44	44	44	43	43	42
36	49	49	48	48	48	47	47	46	46	45	45	44	44	44	43
37	50	50	49	49	48	48	47	47	47	46	46	45	45	44	44
38	51	50	50	50	49	49	48	48	47	47	46	46	46	45	45
39	52	51	51	50	50	49	49	48	48	48	47	47	46	46	46
40	52	52	51	51	51	50	50	49	49	48	48	48	47	47	46
41	53	52	52	52	51	51	50	50	50	49	49	48	48	47	47
42	53	53	53	52	52	51	51	50	50	50	49	49	48	48	48
43	54	54	53	53	52	52	52	51	51	50	50	50	49	49	48
44	55	54	54	53	53	53	52	52	51	51	51	50	50	49	49

TMA 105-05

TABELA II - B — Umidade Relativa em porcentagem — Temperaturas Celsius — (Pressão = 990 mb)

Temp. do ar (t)	DEPRESSÃO DO TERMÔMETRO DE BULBO ÚMIDO (t-t')														
	10,6	10,7	10,8	10,9	11,0	11,1	11,2	11,3	11,4	11,5	11,6	11,7	11,8	11,9	12,0
14	6	5													
15	8	8	7	6	6	5									
16	11	10	10	9	8	8	7	6	6	5					
17	14	13	12	12	11	10	10	9	8	8	7	6	6	5	
18	16	15	15	14	14	13	12	12	11	10	10	9	8	8	7
19	18	18	17	17	16	15	15	14	13	13	12	12	11	10	10
20	21	20	19	19	18	18	17	16	16	15	15	14	13	13	12
21	23	22	22	21	20	20	19	19	18	17	17	16	16	15	14
22	25	24	23	23	22	22	21	20	20	19	19	18	18	17	17
23	26	26	25	25	24	24	23	22	22	21	21	20	20	19	19
24	28	27	27	26	26	25	25	24	24	23	23	22	21	21	20
25	30	29	29	28	28	27	26	26	25	25	24	24	23	23	22
26	31	31	30	30	29	28	28	27	27	26	26	25	25	24	24
27	33	32	32	31	31	30	30	29	29	28	28	27	27	26	26
28	34	33	33	32	32	31	31	30	30	29	29	28	28	27	27
29	35	35	34	34	33	33	32	32	31	31	30	30	29	29	28
30	36	36	35	35	35	34	34	33	33	32	32	31	31	30	30
31	38	37	37	36	36	35	35	34	34	33	33	32	32	32	31
32	39	38	38	37	37	36	36	36	35	35	34	34	33	33	32
33	40	39	39	38	38	37	37	36	36	36	35	35	34	34	33
34	41	40	40	39	39	39	38	38	37	37	36	36	35	35	35
35	42	41	41	40	40	40	39	39	38	38	37	37	37	36	36
36	43	42	42	41	41	40	40	40	39	39	38	38	38	37	37
37	44	43	43	42	42	41	41	41	40	40	39	39	38	38	38
38	44	44	44	43	43	42	42	41	41	41	40	40	39	39	39
39	45	45	44	44	43	43	43	42	42	42	41	41	40	40	39
40	46	46	45	45	44	44	44	43	43	42	42	42	41	40	40
41	47	46	46	45	45	45	44	44	43	43	43	42	42	41	41
42	47	47	46	46	46	45	45	45	44	44	43	43	43	42	42
43	48	48	47	47	46	46	46	45	45	44	44	44	43	43	43
44	49	48	48	47	47	47	46	46	46	45	45	44	44	44	43

TMA 105-05

TABELA II - B — Umidade Relativa em percentagem — Temperaturas Celsius — (Pressão = 990 mb)








Temp. do ar (t)	DEPRESSÃO DO TERMÔMETRO DE BULBO ÚMIDO (t-t')														
	12,1	12,2	12,3	12,4	12,5	12,6	12,7	12,8	12,9	13,0	13,1	13,2	13,3	13,4	13,5
18	7	6	5	5											
19	9	9	8	7	7	6	6	5							
20	12	11	10	10	9	9	8	7	7	6	6	5	5		
21	14	13	13	12	12	11	10	10	9	9	8	8	7	7	6
22	16	15	15	14	14	13	13	12	12	11	10	10	9	9	8
23	18	17	17	16	16	15	15	14	14	13	13	12	12	11	11
24	20	19	19	18	18	17	17	16	16	15	15	14	14	13	13
25	22	21	21	20	20	19	19	18	18	17	17	16	16	15	15
26	23	23	22	22	21	21	20	20	19	19	19	18	18	17	17
27	25	25	24	24	23	23	22	22	21	21	20	20	19	19	18
28	27	26	26	25	25	24	24	23	23	22	22	21	21	20	20
29	28	28	27	27	26	26	25	25	24	24	23	23	22	22	22
30	29	29	28	28	28	27	27	26	26	25	25	24	24	24	23
31	31	30	30	29	29	28	28	28	27	27	26	26	2	25	25
32	32	31	31	31	30	30	29	29	28	28	28	27	27	26	26
33	33	32	32	32	31	31	30	30	30	29	29	28	28	28	27
34	34	34	33	33	32	32	32	31	31	30	30	30	29	29	28
35	35	35	34	34	34	33	33	32	32	32	31	31	30	30	30
36	36	36	35	35	35	34	34	33	33	33	32	32	31	31	31
37	37	37	36	36	36	35	35	34	34	34	33	33	33	32	32
38	38	38	37	37	37	36	36	35	35	35	34	34	33	33	33
39	39	39	38	38	38	37	37	36	36	36	35	35	34	34	34
40	40	40	39	39	38	38	38	37	37	36	36	36	35	35	35
41	41	40	40	40	39	39	39	38	38	37	37	37	36	36	36
42	42	41	41	40	40	40	39	39	39	38	38	37	37	37	36
43	42	42	42	41	41	40	40	40	39	39	39	38	38	38	37
44	43	43	42	42	42	41	41	40	40	40	39	39	39	38	38



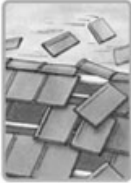



TMA 105-05

TABELA II - B — Umidade Relativa em porcentagem — Temperaturas Celsius — (Pressão = 990 mb)

Temp. do ar (t)	DEPRESSÃO DO TERMÔMETRO DE BULBO ÚMIDO (t-t')														
	13,6	13,7	13,8	13,9	14,0	14,1	14,2	14,3	14,4	14,5	14,6	14,7	14,8	14,9	15,0
21	5	5													
22	8	7	7	6	6	5	5								
23	10	10	9	9	8	8	7	7	6	6	5	5			
24	12	12	11	11	10	10	9	9	8	8	7	7	6	6	5
25	14	14	13	13	12	12	11	11	10	10	9	9	9	8	8
26	16	16	15	15	14	14	13	13	12	12	11	11	11	10	10
27	18	17	17	17	16	16	15	15	14	14	13	13	12	12	12
28	20	19	19	18	18	17	17	16	16	16	15	15	14	14	13
29	21	21	20	20	19	19	19	18	18	17	17	16	16	16	15
30	23	22	22	21	21	21	20	20	19	19	18	18	18	17	17
31	24	24	23	23	22	22	22	21	21	20	20	20	19	19	18
32	25	25	25	24	24	23	23	23	22	22	21	21	21	20	20
33	27	26	26	26	25	25	24	24	24	23	23	22	22	22	21
34	28	28	27	27	26	26	26	25	25	24	24	24	23	23	23
35	29	29	28	28	28	27	27	26	26	25	25	25	25	24	24
36	30	30	29	29	29	28	28	28	27	27	26	26	26	25	25
37	31	31	31	30	30	30	29	29	28	28	28	27	27	27	26
38	32	32	32	31	31	31	30	30	29	29	29	28	28	28	27
39	33	33	33	32	32	32	31	31	30	30	30	29	29	29	28
40	34	34	34	33	33	32	32	32	31	31	31	30	30	30	29
41	35	35	35	34	34	33	33	33	32	32	32	31	31	31	30
42	36	36	35	35	35	34	34	34	33	33	33	32	32	32	31
43	37	37	36	36	35	35	35	34	34	34	33	33	33	32	32
44	38	37	37	37	36	36	36	35	35	35	34	34	34	33	33

## ANEXO B – Escala de Beaufort apresentada pelo INPE/CPTEC.

	Força	Designação	Velocidade	Aspecto do mar	Influência em terra
	0	calma	0 - 0,5 m/s 0 - 1 km/h 0 - 1 nós	Espelhado.	A fumaça sobe verticalmente.
	1	aragem (Bafejo, vento brando e fresco, viração)	0,6 - 1,7 m/s 2 - 6 km/h 2 - 3 nós	Mar encrespado com pequenas rugas, com a aparência de escamas.	A direção da aragem é indicada pela fumaça, mas a grimpá* ainda não reage.
	2	brisa leve	1,8 - 3,3 m/s 7 - 12 km/h 4 - 6 nós	Ligeiras ondulações de 30 cm (1 pé), com cristas, mas sem arrebenção.	Sente-se o vento no rosto, movem-se as folhas das árvores e a grimpá começa a funcionar
	3	brisa fraca	3,4 - 5,2 m/s 13 - 18 km/h 7 - 10 nós	Grandes ondulações de 60 cm com princípio de arrebenção. Alguns "carneiros".	As folhas das árvores se agitam e as bandeiras se desfaldam.
	4	brisa moderada	5,3 - 7,4 m/s 19 - 26 km/h 11 - 16 nós	Pequenas vagas, mais longas de 1,5m, com frequentes "carneiros".	Poeira e pequenos papéis soltos são levantados. Movem-se os galhos das árvores.
	5	brisa forte	7,5 - 9,8 m/s 27 - 35 km/h 17 - 21 nós	Vagas moderadas de forma longa e uns 2,4 m. Muitos "carneiros". Possibilidade de alguns borrifos.	Movem-se as pequenas árvores. Nos a água começa a ondular.
	6	vento fresco	9,9 - 12,4 m/s 36 - 44 km/h 22 - 27 nós	Grandes vagas de até 3,6 m. Muitas cristas brancas. Probabilidade de borrifos.	Assobios na fiação aérea. Movem-se os maiores galhos das árvores. Guarda-chuva usado com dificuldade.

	Força	Designação	Velocidade	Aspecto do mar	Influência em terra
	7	vento forte	12,5 - 15,2 m/s 45 - 54 km/h 28 - 33 nós	Mar grosso. Vagas de até 4,8 m de altura. Espuma branca de arrebentação. O vento arranca mostras de espuma.	Movem-se as grandes árvores. É difícil andar contra o vento.
	8	ventania	15,3 - 18,2 m/s 55 - 65 km/h 34 - 40 nós	Vagalhões* regulares de 6 a 7,5 m de altura. Faixas com espuma branca e fraca arrebentação.	Quebram-se os galhos das árvores. É difícil andar contra o vento.
	9	ventania forte	18,3 - 21,5 m/s 66 - 77 km/h 41 - 47 nós	Vagalhões de 7,5 m com faixas de espuma densa. O mar rola. O chuvisco começa afetar a visibilidade.	Danos nas partes salientes das árvores. Impossível andar contra o vento.
	10	tempestade	21,6 - 25,1 m/s 78 - 90 km/h 48 - 55 nós	Grandes vagalhões de 9 a 12 m. O vento arranca as faixas de espuma. A superfície do mar fica toda branca. A visibilidade é afetada.	Arranca árvores e causa danos na estrutura dos prédios.
	11	tempestade violenta	26,2 - 29 m/s 91 - 104 km/h 56 - 65 nós	Vagalhões excepcionalmente grandes, de até 13,5m. A visibilidade é muito afetada. Navios de tamanho médio somem no cavado das ondas.	Muito raramente observado em terra.
	12	Furacão	30 ou mais m/s 105 ou mais km/h 66 ou mais nós	Mar todo de espuma. Espuma e respingos saturam o ar. A visibilidade é seriamente afetada.	Grandes estragos.

**Ficha de campo: Fazenda Firme: 18/11/2006**

**Abrigo 1 - Pastagem/Cordilheira desmatada**

Hora	Temperatura do Ar				SOLO	Vento (Inens)	Neb. (oitav)	Ev.	Ilumin		Precipit. (mm)	UR (%)	Vento	Localização Lat. S Long. W
	BS	BU	MAX	MIN					S	N				
08:00	31,8	28,4	38	22	27	1	0		X			76,3	NW	19° 10' 28,6" 56° 57' 34,5"
09:00	34,6	28,4	35	32	29	1	0		X			61,1	NW	
10:00	36	28,8	36	35	28,6	1	1		X			57,1	NW	
11:00	36,4	28	37	36	29,4	2	1		X			51,2	NW	
12:00	37,4	28	38,5	37,5	30,2	2	2		X			47	NW	
13:00	38	27,4	39	37	31,4	2	2		X			44	NW	
14:00	38,6	27	40	39	31,2	4	3		X			41	NW	
15:00	38,4	27	40	40	32	2	2		X			43	NE	
16:00	38,4	26,4	40	39,5	30,6	2	1		X			39	NE	
17:00	37,4	26	39,5	38,5	33	2	1		X			40	NE	
18:00	34,6	26	38	36	30,2	0	2		X			48,6	-	

Ficha de campo: Fazenda Firme: 18/11/2006

Abrigo 2 - Área de Praia (Salina)

Hora	Temperatura do Ar				SOLO	Vento (Inens)	Neb. (oitav)	Evapor	Illumin		Precipit. (mm)	UR (%)	Vento	Localização Lat. S 19° 10' 30,5" Long. W 56° 57' 37,4"
	BS	BU	MAX	MIN					S	N				
08:00	32,8	30,2	39	24	29,6	1	0		X			82	NW	
09:00	34,4	30,8	34	32	30,4	1	0		X			76,5	NW	
10:00	36,6	31,4	37	34	31,8	1	1		X			67,9	NW	
11:00	36,4	30,2	37	36	33,2	2	1		X			62,4	NW	
12:00	37,4	30,6	38,5	36,5	35,2	0	2		X			60,3	NW	
13:00	38,6	31,2	40	38,5	36	1	2		X			57,6	N	
14:00	38,8	30,4	40,5	39,5	38,2	2	3		X			52,8	N	
15:00	38,8	30,6	41	40	38,4	2	2		X			54,3	NE	
16:00	38,8	30,2	40,5	40	37,2	4	1		X			52	NE	
17:00	37,4	29,4	40	38,5	37,2	2	1		X			52	NE	
18:00	35,4	28,6	38	36	35	1	2		X			58,9	N	



Ficha de campo: Fazenda Firme: 18/11/2006

Abrigo 3 - Cordilheira

Hora	Temperatura do Ar				Vento (Inens)	Neb. (oitav)	Evapor	Ilumin		Precipit. (mm)	UR (%)	Vento	Localização Long. W 56° 57' 53,2"
	BS	BU	MAX	MIN				SOLO	S				
08:00	31,6	28,2	37,5	24	27,2	0	0		X		76,3		Lat. S 19° 10' 37,6"
09:00	31,6	28	31	31	27	0	0		X		75,1		
10:00	34,2	28,6	34	31	27	0	1		X		64,7		
11:00	34,8	29	34	34	26,8	0	1		X		63,7		
12:00	36	29,2	36	34,5	27,2	0	1		X		59,6		
13:00	36,4	29,6	36,5	36	27,8	1	0		X		59,6		
14:00	37,8	30	37	36,5	27,4	1	0		X		55,2		
15:00	37,8	29,8	38	37,5	28	1	1		X		54,4		
16:00	37,2	29,2	38	38	28,2	1	1		X		53,6		
17:00	36,2	29	38	37,5	30	1	1		X		57,1		
18:00	34,4	27,8	36	35	28,5	0	2		X		59,1		