

**Suzane Ferreira de Lima**

**ANALISE MULTITEMPORAL DA MORFOLOGIA FLUVIAL DO RIO  
ABOBRAL, PANTANAL - MS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós  
Graduação em Geografia da Universidade  
Federal de Mato Grosso do Sul, para  
obtenção do Título de Mestre.

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

TRÊS LAGOAS, MS

Agosto, 2015

## **TERMO DE APROVAÇÃO**

**SUZANE FERREIRA DE LIMA**

### **ANALISE MULTITEMPORAL DA MORFOLOGIA FLUVIAL DO RIO ABOBRAL, PANTANAL - MS**

Dissertação apresentada como requisito para obtenção do grau de Mestre em Geografia, da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, pela seguinte banca examinadora:

---

Prof. Dr. Arnaldo Yoso Sakamoto  
(Orientador) – UFMS – Três Lagoas/MS

---

Prof. Dr. Aguinaldo Silva  
(Membro) – UFMS – Corumbá/MS

---

Prof. Dr. Mauro Henrique Soares da Silva  
(Membro) – UNIDERP – Campo Grande/MS

---

Prof. Dr. Frederico dos Santos Gradella  
(Suplente) – UFMS – Três Lagoas/MS

**TRÊS LAGOAS, MS**

Agosto, 2015

***Dedico aos meus pais: Nilma Ferreira Brito de Lima e  
Aparecido Brás de Lima. Ao meu irmão Geovani  
Ferreira de Lima e minha cunhada Francine Peteno de  
Camargo Lima.***

## **AGRDECIMENTOS**

Agradeço inicialmente à Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), em particular ao programa de Pós-Graduação em Geografia, Campus de Três Lagoas/MS.

À Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo apoio financeiro através da concessão da bolsa.

À Base de Estudos do Pantanal, pelo apoio nos pousos, alimentação e aos funcionários pela recepção.

Ao Laboratório de Estudos Ambientais (LABORAM), pelo auxílio concedido, assim como o espaço para desenvolvimento da pesquisa.

À Pousada Santa Clara, que liberou a área para o desenvolvimento das atividades de campo.

À Pousada Xaraés, pelas informações cedidas, assim como fotografias de digitais.

Ao Prof. Arnaldo Sakamoto, pelos ensinamentos, compreensão, pelas contribuições nas atividades de campo e pelos 7 anos de orientação.

Aos docentes da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, pelas contribuições através das disciplinas ministradas.

Aos companheiros de trabalhos de campo Cesar, Mauro, Frederico, Hermiliano, Heloissa, Glauber (Polar), Bia, Tais, Ednan e Marco.

Ao Cesar Cardoso Ferreira (Cesinha), pelo auxílio em laboratório, em campo, pelos pousos semanais que acabaram se tornando permanente, pela preocupação e amizade.

Ao Prof. Dr. Frederico dos Santos Gradella, pelo auxílio, puxões de orelha, conversas jogadas fora nas madrugadas e pela amizade.

Ao Prof. Dr. Mauro Henrique Soares, pelas contribuições e auxílios em campo.

Ao amigo e companheiro de graduação Glauber Stefan Barbosa, que sempre esteve presente, se preocupando e auxiliando em campo.

Ao Ismar Renan Alves de Andrade, pelo auxílio nos momentos de dificuldades com o desenvolvimento da dissertação.

A Renan de Almeida Silva, pelas contribuições e ensinamentos relacionados ao desenvolvimento da pesquisa.

Aos companheiros que o mestrado me proporcionou André Pessoa Rodrigues e Thiago de Andrade Águas.

A Karen Cristina Costa pelo companheirismo nas madrugadas, pelos desabafos, carinho e amizade.

Aos companheiros de república e agregados Andressa Ponso, Heloissa Sokolowski, Nilton Carlos, Jose Mantovani, Larissa Santander, Cesar Cardoso, Renan Almeida, Frederico Gradella, Camila Guilherme, André Rodrigues, Thiago Águas, Tassia Zocal, Glauber Stefan, Edwaldo Bazana, Mônica Gonzaga e Ricardo Ribeiro.

Ao Hermiliano Felipe Decco pelo auxílio, pelas caronas e pelas conversas fiadas.

Aos amigos de Novo Horizonte pelo apoio e carinho, Luana Siqueira e Fernanda Ruiz.

Aos vigilantes e funcionários da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, pela atenção, pelas várias conversas no corredor e até mesmo os cafezinhos que foram cedidos.

Aos meus pais que sempre me deram o suporte, amor, incentivo e acreditaram mesmo quando pensei ser impossível.

Ao meu irmão e minha cunhada que me apoiaram, cobraram e me acolheram como uma filha.

Aos demais que posso ter esquecido de citar nomes, que direta ou indiretamente, contribuíram para o desenvolvimento do presente trabalho, meus agradecimentos!!!

## RESUMO

O Pantanal do Abobral está localizado entre as coordenadas geográficas 19°17'22.33" a 19°32'36.69" S e 56°49'22,05" a 57°18'31.54"W, . O nome se dá justamente pela existência do rio Abobral, o qual foi escolhido para ser estudado, sendo um dos afluentes do rio Paraguai, com aproximadamente 57 km de extensão. O objetivo da pesquisa foi realizar mapeamento multitemporal do rio Abobral através da compartimentação e identificação de possíveis alterações na morfologia do canal. Utilizando as Imagens do satélite LANDSAT 5, sensor TM (bandas 3, 4 e 5) e LANDSAT 8 sensor OLI (bandas 4, 5 e 6), órbita 227 ponto 73, 226/73 e 226/74. As imagens de satélite selecionadas foram processadas em um Sistema de Informação Geográfica – SIG, denominado Sistema de Processamento de Informações ArcGIS® 10.1. A partir dos compartimentos analisados nos anos de 1985, 1994, 2004 e 2014, notou-se que em todo o canal do rio Abobral, não ocorreram mudanças significativas. Porém através do embasamento teórico foi possível afirmar que as formas encontradas nas proximidades do canal principal, são indícios de possíveis mudanças, as quais são derivadas de anos sob influência da sazonalidade local.

**Palavras chave:** Geomorfologia, Sensoriamento Remoto e rio Abobral.

## ABSTRACT

The Pantanal Abobral is located between the geographic coordinates 19°17'22.33", the 19°32'36.69" S and 56°49'22.05" the 57°18'31.54" W. The name is given precisely by the existence of Abobral river, which was chosen to be studied, one of the tributaries of the Paraguay river, which approximately 57 km long. The Objective of the research was to carry out multitemporal mapping Abobral river by saeling and identification of possible changes in channel morphology. It is used satellite imagens Landsat 5 TM sensor (bands 3, 4 and 5) and Landsat 8 OLI sensor (bands 4, 5 and 6), orbit 227 paragraph 73, 226/73 and 226/74. Satelite imagens selected were processed in a Geographic Information System – GIS, called information Processing System ArcGIS 10.1. From the compartments analyzed in 1985,1994, 2004 and 2014, it was noted that throughout the Abobral river canal, there were no significant changes. However through the theoretical foudation it was possible to say that the forms found near the main channel are indications of possible changes, which are derived from years under the influence of local seasonality.

**Keywords:** Geomorphology, Remote Sensing and river Abobral.

## LISTA DE TABELAS

Tabela 01 – Medidas do rio Paraguai em Ladário, referente aos anos escolhidos para análise multitemporal.....	51
---	----

## SUMÁRIO

### LISTA DE TABELAS

### LISTA DE FIGURAS

### CAPITULO 1

1. INTRODUÇÃO.....	13
1.1. Objetivo Geral .....	16
1.2. Objetivos Específicos.....	17

### CAPITULO 2

2. MATERIAIS E MÉTODO.....	19
2.1. Trabalhos De Campo.....	19
2.2. Trabalhos De Gabinete.....	20

### CAPITULO 3

3. REFERENCIAL TEÓRICO.....	25
3.1. Dinâmica Hídrica.....	25
3.2. Geomorfologia Fluvial.....	27
3.3. Sensoriamento Remoto.....	30
3.4. Características Básicas De Sensores Remotos.....	34
3.5. O Satélite Landsat ( <i>Land Remote Sensing Satellite</i> ) .....	35
3.5.1. LANDSAT 5.....	36
3.5.2. LANDSAT 8.....	36
3.6. Geoprocessamento.....	37
3.7. Sistema De Informação Geográfica (SIG) .....	38

### CAPITULO 4

4. CARACTERIZAÇÃO FISIAGRÁFICA.....	40
4.1. Geologia .....	40
4.2. Geomorfologia .....	42
4.3. Pedologia.....	44
4.4. Clima.....	46
4.5. Cobertura Vegetal.....	47

### CAPITULO 5

5. RESULTADOS.....	51
5.1. Compartimentação.....	52
5.1.1. Compartimento A – 1985 A 2014.....	54

5.1.2. Compartimento B – 1985 A 2014.....	58
5.1.3. Compartimento C - 1985 A 2014.....	62
5.1.4. Compartimento D – 1985 A 2014.....	66
5.1.5. Compartimento E – 1985 A 2014.....	70
6. CONSIDERAÇÃO FINAL.....	75
7. BIBLIOGRAFIA.....	78

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Localização da área de estudo.....	15
<b>Figura 2:</b> Os tipos de canais.....	28
<b>Figura 3:</b> Tipos de canais fluviais.....	28
<b>Figura 4:</b> Obtenção de imagens por sensoriamento remoto .....	32
<b>Figura 5:</b> O espectro eletromagnético .....	33
<b>Figura 6:</b> Mapa Geológico da sub-região do Abobral .....	41
<b>Figura 7:</b> Mapa Geomorfológico da sub-região do Abobral .....	43
<b>Figura 8:</b> Mapa Pedológico da sub-região do Abobral .....	45
<b>Figura 9:</b> Mapa Cobertura Vegetal da sub-região do Abobral.....	48
<b>Figura 10:</b> Compartimentação do rio Abobral .....	53
<b>Figura 11:</b> Compartimento A, rio Abobral.....	55
<b>Figura 12:</b> Compartimento A, rio Abobral.....	55
<b>Figura 13:</b> Compartimentação A, períodos de cheias.....	56
<b>Figura 14:</b> Compartimentação A, períodos de secas.....	57
<b>Figura 15:</b> Compartimento B, rio Abobral.....	59
<b>Figura 16:</b> Compartimento B, rio Abobral.....	59
<b>Figura 17:</b> Compartimentação B, períodos de cheias.....	60
<b>Figura 18:</b> Compartimentação B, períodos de secas.....	61
<b>Figura 19:</b> Compartimento C, rio Abobral.....	62
<b>Figura 20:</b> Compartimento C, rio Abobral.....	62
<b>Figura 21:</b> Compartimentação C, períodos de cheias.....	64
<b>Figura 22:</b> Compartimentação C, períodos de secas.....	65
<b>Figura 23:</b> Compartimento D, rio Abobral.....	67
<b>Figura 24:</b> Compartimento D, rio Abobral.....	67
<b>Figura 25:</b> Compartimentação D, período cheio.....	68
<b>Figura 26:</b> Compartimentação D, período seco.....	69
<b>Figura 27:</b> Compartimento E, rio Abobral.....	71
<b>Figura 28:</b> Compartimento E, rio Abobral.....	71
<b>Figura 29:</b> Compartimentação E, períodos de cheias.....	72
<b>Figura 30:</b> Compartimentação E, períodos de secas.....	73

# **CAPÍTULO 1**

## 1. INTRODUÇÃO

O Pantanal está situado no centro geográfico da América do Sul, reconhecido como a maior e mais complexa zona úmida contínua de água doce do planeta, reputada pela riqueza de sua fauna e de sua flora (ALHO *et al* 1988, *apud* SAKAMOTO 2004). É caracterizado por um mosaico de paisagens diversas como: sucessão de lagos, cerrado, campo limpo, campo sujo e capões de mata. Ecossistema este, classificado pela UNESCO como Patrimônio Natural da Humanidade (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization).

Segundo Ab'Saber (1988), o Pantanal funciona como um interespaço de transição e contato, permitindo penetrações de ecossistemas dos cerrados, flora chaquenha, componentes amazônicos e pré amazônicos, ao lado de ecossistemas aquáticos e subaquáticos, composição que ocorre devido estar localizada entre pelo menos três grandes domínios morfoclimáticos e fitogeográficos.

Com relação às inundações características da região dos Pantanaís, as mesmas derivam do volume de água escoada pela rede de afluentes do rio Paraguai, originários dos planaltos brasileiros e dos contrafortes dos Andes. O volume de água, aliado à fraca declividade do terreno, impermeabilidade dos solos e tipos de vegetação, faz com que ocorra um acúmulo de água significativa na planície (ALVARENGA *et al.* 1984).

No entanto, o Pantanal é uma ampla planície deposicional dominada por sedimentação aluvial, tendo o rio Paraguai como rio-tronco que recebe as águas de vários leques aluviais marginaís. Os leques continuam ativos, embora muitos lobos estejam abandonados, em parte estabilizados pela vegetação e outros submetidos a processos de erosão devido à superposição de redes de drenagem tributária (LATRUBESSE *et al.*, 2005).

A planície do Pantanal anteriormente descrita estende-se ao longo de 21.900 km<sup>2</sup>, correspondendo à metade da planície do rio Paraguai, sendo o restante correspondido pelos diversos tributários. Dessa forma, torna-se possível caracterizar essas superfícies como passíveis de transbordarem durante a estação chuvosa, unindo planícies como do rio Negro, Aquidauana e Abobral. (SILVA *et. al*, 2007).

De acordo com as características mencionadas sobre a região do Pantanal, para a elaboração de estudos nessa área devem-se levar em conta dois aspectos relacionados entre si, tais como: a alternância de períodos de cheia e de períodos de seca e baixa declividade topográfica, associada à morfologia de leques aluviais que constituem as formas predominantes do seu relevo (TRICART, 1982).

O objeto de estudo está inserido na região do Pantanal do Abobral, localizada entre as coordenadas geográficas 19°17'22.33" a 19°32'36.69" S e 56°49'22.05" a 57°18'31.54"W. O nome se dá justamente pela existência do rio Abobral, um dos afluentes do rio Paraguai, com aproximadamente 57 km de extensão. Os limites da região do Abobral são os rios Paraguai, Miranda, Negro e Aquidauana, compreendendo uma área de aproximadamente 1.514 km<sup>2</sup>, inserida no estado de Mato Grosso do Sul.

Segundo Silva e Abdon (1998), o Pantanal foi subdividido em 11 regiões distintas, conforme suas características: hidrológicas, pedológicas e vegetação. Na figura 1 está localizada a região do Abobral com seu único curso d'água (rio Abobral), o qual é afluente na margem esquerda do rio Paraguai, desaguando a jusante do rio Negro.

## MAPA DE LOCALIZAÇÃO DA SUB REGIÃO DO ABOBRAL

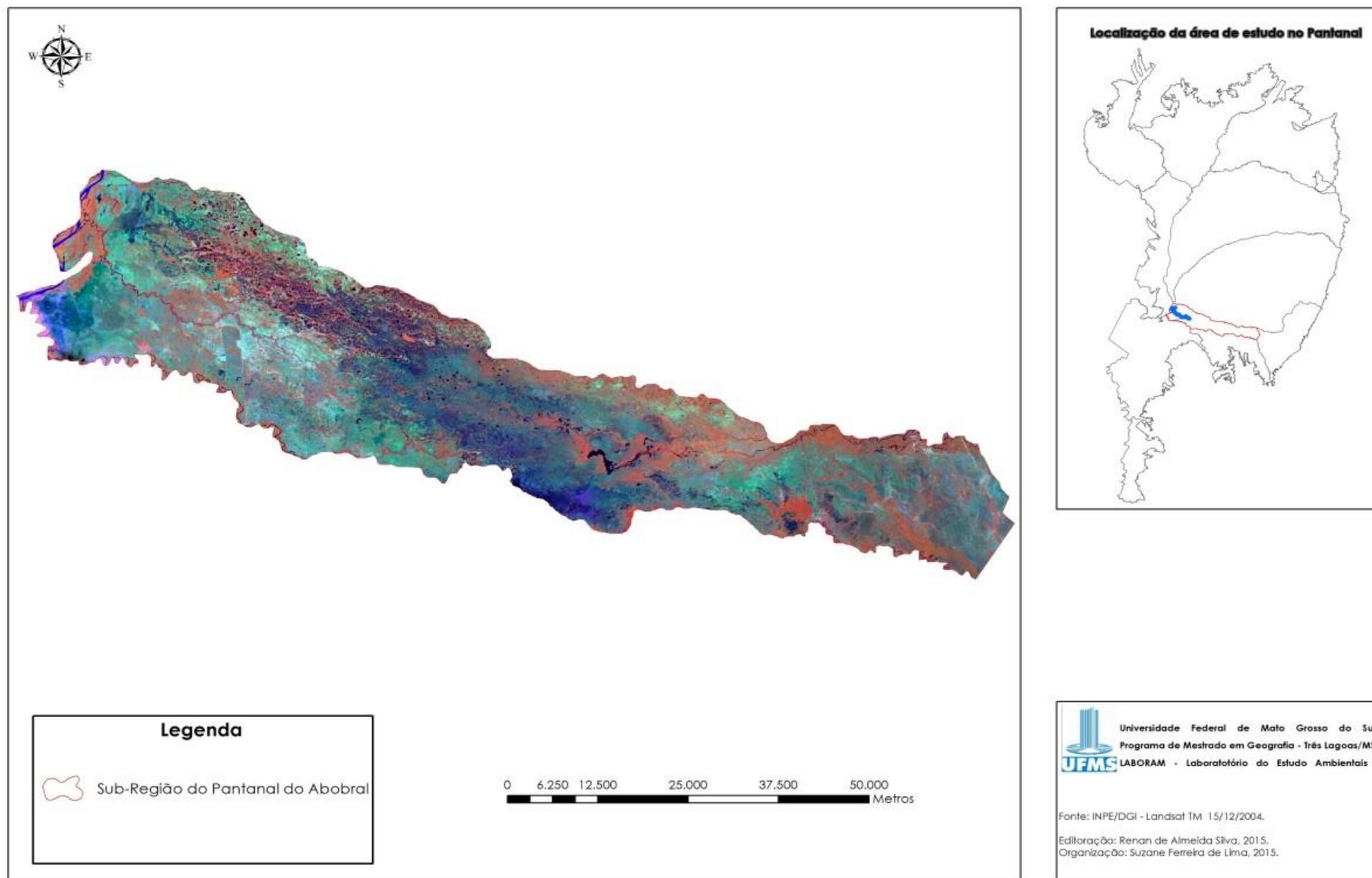


Figura 1:Localização da área de estudo.

Com relação à área de influência do rio Abobral, destaca-se uma região baixa topograficamente quando comparada às demais regiões, composta por um sistema de drenagem com pouca velocidade das águas, o que acaba dificultando o transporte total dos sedimentos que fluem para sua foz no rio Paraguai. Obtém como resultando o depósito constante de sedimentos, ocasionando mudanças no leito e estabelecendo obstruções na planície de inundação (CUNHA, 1985).

A vegetação da área é do tipo savana e campo, onde são encontradas extensões de campos limpos e campos sujos, intercalados com pequenos capões esparsos (ALLEM; VALLS, 1986).

A escolha do rio Abobral está relacionada às características peculiares e as poucas pesquisas desenvolvidas na área, devido ao difícil acesso.

Além disso, o rio Abobral está situado na bacia do rio Paraguai, sendo uma área de grande relevância em questões de pouca ocupação antrópica, levando em consideração áreas utilizadas pelo turismo e as várias mudanças naturais, devido aos períodos de cheia e seca.

Sendo assim, estudar a morfologia de um canal fluvial nessa extensa planície alagável, junto aos procedimentos geotecnológicos, traz novos conhecimentos que contribuem na organização e planejamento da região.

Dessa forma, o uso das geotecnologias tem se desenvolvido trazendo diversos avanços para as pesquisas científicas relacionadas ao espaço geográfico. Segundo Florenzano (2008), as geotecnologias por meio de imagens de satélite, possibilitam a realização de uma análise multitemporal de extensas áreas da superfície terrestre, mostrando os ambientes e suas transformações tanto de fenômenos naturais quanto transformações ocasionadas por uso e ocupação da terra.

## **1.1. OBJETIVO GERAL**

Analisar a morfologia do canal do rio Abobral ao longo do tempo e do espaço.

## **1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Identificar a compartimentação física-natural do Pantanal do Abobral e o posicionamento do canal em cada compartimento;
- Compreender as dinâmicas e transformações da morfologia do canal principal do rio Abobral em cada compartimento, tanto no tempo quanto no espaço.

# **CAPÍTULO 2**

## **2. MATERIAIS E MÉTODOS**

Para alcançar os objetivos propostos, foram divididas as tarefas em duas partes: gabinete e campo.

### **2.1. TRABALHOS DE CAMPO**

Atividades de campo representam o contato do pesquisador com a realidade, é o momento de conhecer melhor a área de estudo, através de técnicas de observação e interpretação, no campo o pesquisador está submetido às dinâmicas que ocorrem na realidade (VENTURI, 2009).

As visitas *in loco* foram realizadas em dois diferentes períodos, o primeiro em novembro de 2013, considerado como seco, e em um segundo momento em maio de 2014 considerado período cheio.

Os procedimentos realizados foram baseados em observações e descrições da paisagem para fins de reconhecimento do ambiente de pesquisa, tendo como embasamento dois períodos distintos (cheio e seco), para possíveis diferenciações.

Sendo assim, foram realizados alguns processos para a análise da área, como:

- descrição da área de estudo localizada no Pantanal do Abobral e de toda paisagem no entorno;
- localização de pontos com formas diferentes, por meio de aparelho GPS (Global Position System) GarmimMap 60;
- fotografias digitais dos pontos observados e descritos, possibilitando a visualização de possíveis influências resultantes da sazonalidade.

Sendo assim, os trabalhos de campo visaram basicamente o melhor entendimento da área e a busca por algumas formas do canal não identificadas em gabinete, através das imagens de satélite. Nesse sentido, de acordo com Luchiari (2008), o trabalho de campo preliminar visa eliminar as inconstâncias surgidas nos testes iniciais em laboratório.

Já no período considerado como cheio, em maio de 2014 a atividade de campo foi com a navegação pelo rio, possibilitando reconhecimento da área de estudo e a checagem de novas áreas anteriormente não acessíveis.

## **2.2. TRABALHOS DE GABINETE**

Em gabinete foram realizados levantamentos de informações relacionadas ao Pantanal do Abobral, por meio de pesquisas já realizadas na área ou semelhante e estudo das características ambientais, com objetivo de fornecer subsídio à pesquisa.

Para as gerações de cartas imagem utilizadas como base para compartimentação e poligonização foram utilizados materiais iconográficos, tais como:

Imagens do satélite LANDSAT 5, sensor TM (*Thematic Mapper*), órbita 226 ponto 73 e 226/74, com a utilização das bandas 3, 4 e 5, empregando a composição B(Blue), G(Green) e R(Red) dos anos de 1985 (junho e dezembro), 1994 (mês de junho e outubro), 2004 (mês de junho e dezembro) e 2014 (junho e setembro), obtidas através do site do INPE ([www.dgi.inpe.com.br/CDSR](http://www.dgi.inpe.com.br/CDSR)) em formato digital.

O satélite LANDSAT5 TM possui seis bandas multiespectrais e segundo Paranhos Filho (2008), pode-se afirmar que os sensores TM/ETM+ possuem uma resolução espectral mais fina, o que lhes proporciona potencial maior na identificação de recursos naturais (corpos de água).

Já no ano de 2014 utilizou-se as imagens LANDSAT 8, sensor OLI (Operational Land Imager), órbita 226 ponto 73 e 226/74, com o emprego das bandas 4, 5 e 6, para aplicação da composição RGB. Imagens disponíveis no site ([www.earthexplorer.usgs.gov](http://www.earthexplorer.usgs.gov)) em formato digital.

O satélite LANDSAT8 permite a continuidade dos trabalhos em sensoriamento remoto iniciados na década de 1970. Com a missão LANDSAT, o sensor OLI é constituído de 12 bits e 9 bandas multiespectrais, possibilitando coleta de dados na faixa do visível, infravermelho próximo e infravermelho de ondas curtas, além de uma banda pancromática.

Os critérios para escolha das imagens de satélite seguiram as exigências do trabalho, disponibilidade de imagens, mínima cobertura de

nuvens e coincidência com o período de cheia e seca, onde após a visualização das mesmas notou-se a impossibilidade de utilizar as imagens do ano de 1984, devido a sua quantidade de ruídos, dificultando a visualização da área de estudo.

Os demais anos em que foram selecionadas as imagens de satélite também seguiram os critérios acima citados, além do estabelecimento do intervalo de dez em dez anos, entre as primeiras imagens disponíveis passíveis de uso, que fora no ano de 1985 e o último ano 2014, considerando o término da pesquisa. Esses critérios foram utilizados visando proporcionar um resultado satisfatório à pesquisa.

A escolha desses dois anos foi devido ao maior intervalo de tempo e as cheias semelhantes, pois facilitaria a visualização das possíveis mudanças. Os polígonos foram elaborados através do software ArcGis 10.1 com base nas imagens orbitais, porém os mesmos foram efetuados manualmente, permitindo porcentagem de erros e dificultando a afirmação acerca das mudanças morfológicas, pois não houveram mudanças significativas. Todavia as imagens com os resultados dos cruzamentos foram anexadas no trabalho para fins de observação.

As imagens de satélite selecionadas foram processadas em um Sistema de Informação Geográfica – SIG, denominado Sistema de Processamento de Informações ArcGIS® 10.1, sendo ele um conjunto integrado de softwares produzido pela empresa americana ESRI (*Environmental Systems Research Institute*).

Os dados fisiográficos como geologia, geomorfologia, vegetação, pedologia e climatologia, foram baseados no PROJETO RADAMBRASIL, Programa de Integração Nacional (Levantamento de Recursos Naturais) de Volume 27, Folha SE.21 Corumbá-MS 1982. Os dados extraídos do PROJETO RADAMBRASIL, foram utilizados tanto para caracterização da área de estudo como para confecção dos mapas representativos acerca das informações fisiográficas. Os mapas relacionados aos dados fisiográficos foram elaborados no mesmo SIG onde foram processadas as imagens de satélite (ArcGIS® 10.1), assim como o *layout* de ambas.

Nos processos operacionais o primeiro passo foi à criação de um banco de dados, que foram utilizados durante as etapas de processamento das imagens.

Posteriormente, realizou-se a aquisição das imagens e, em seguida, o mosaico da área de estudo composto pela união de três cenas, tanto das imagens de satélite LANDSAT5 TM como das imagens LANDSAT 8 OLI, dos anos de 1985, 1994, 2004 e 2014, conforme os picos de cheias no Pantanal do Abobral. Aplicaram-se correções nas imagens com intuito de corrigir possíveis distorções espaciais ocorridas no processo de captura do mesmo.

As imagens do sensor LANDSAT5 TM foram submetidas à correção geométrica, calibração radiométrica e correção atmosférica. A correção geométrica foi realizada utilizando como referência uma cena ortorretificada disponibilizada pelo site ([www.usgs.gov/landsat8.php](http://www.usgs.gov/landsat8.php)).

As técnicas de processamento digital de imagens segundo Novo (2008) *apud* Rovani *et al* (2012) podem ser classificadas em três conjuntos: técnicas de pré-processamento, transformação dos dados digitais brutos em dados corrigidos radiométrica e geometricamente; e técnicas de realce que visam melhorar a qualidade visual das imagens.

Através do Georreferenciamento, as coordenadas da imagem foram transformadas em coordenadas geográficas, ou seja, cada um dos pixels (pontos) passa a estar ligado a um par de coordenadas geográficas, de um sistema de projeção. Frisa-se que as imagens foram registradas, com base nas imagens já georreferenciadas do Landsat8 OLI, do ano de 2013.

Posteriormente, na etapa de compartimentação do canal fluvial, realizou-se análise qualitativa cartográfica sistêmica (geologia, geomorfologia pedologia e vegetação) e o levantamento de informações acerca da morfologia do canal, de forma hierárquica. Buscou-se assim, definir os pontos a serem situados os compartimentos, através da temporalidade dos dados, de forma organizada, seguindo o padrão pré-estabelecido com o intervalo de 10 em 10 anos das imagens de satélite, gerando confirmações relacionadas de onde seria estabelecido cada compartimento.

Segundo VEDOLO (2000) a compartimentação fisiográfica é um método desenvolvido para incorporar os elementos do meio físico, de acordo com suas semelhanças e diferenças. Servindo primeiro para constatar se o elemento

estudado apresenta características comuns àquelas do ambiente analisado. Portanto, para a realização da compartimentação deve ser estabelecido um processo classificatório, no qual os elementos que apresentam características iguais, ou mais próximas entre si, são agrupados.

Logo, na etapa da análise multitemporal fora utilizada a construção de polígonos, servindo como forma de representação da área ocupada pela água do rio Abobral em estações consideradas como seca e cheia, no decorrer de 29 anos, com intervalo de 10 anos entre as mesmas. Possibilita-se, assim, obter uma gama de processos relacionados à dinâmica que exerce a morfologia do canal estudado.

A criação dos polígonos foi realizada manualmente através de desenho digital, que foi efetivado sob os mosaicos georeferenciados das imagens orbitais. Diferentes escalas de visualização foram empregadas no mapeamento das feições, facilitando a visualização. Assim, os contornos do canal foram digitalizados usando o limite de água para indicar a área de abrangência do mesmo.

# **CAPÍTULO 3**

### **3. REFERENCIAL TEÓRICO**

O esboço teórico norteou as ações metodológicas, possibilitando o entendimento das concepções relacionadas à morfologia fluvial e sazonalidade, apoiando a análise do ambiente de estudo. A parte teórica utilizada foi baseada nos seguintes temas: geomorfologia fluvial e geotecnologias aplicadas à análise ambiental.

Segundo Silva et. al, (2007), as contribuições científicas referentes à caracterização, formação e evolução do Pantanal Mato-Grossense, mostram que a homogeneidade visível de grande extensão territorial que compõe essa área se desfaz à medida que se busca escalas mais refinadas de trabalho, revelando as complexidades que envolvem os diversos sistemas que constitui o Pantanal, assim como a heterogeneidade de seu funcionamento.

#### **3.1. DINÂMICA HÍDRICA**

O Pantanal é uma contínua área úmida devido às condições oferecidas pela sazonalidade das chuvas, lento escoamento, pela diferente dinâmica das inundações fluviais e a proximidade do lençol freático com relação à superfície. Apesar da denominação “Pantanal” ser derivada de pântano, a mesma não condiz com tais características, mas sim é uma extensa planície com áreas permanentemente inundadas e outras que inundam periodicamente (ASSINE, 2003).

Desse modo, o Pantanal é caracterizado por ciclos sazonais de inundações e como decorrência as regiões apresentam picos de inundações diferentes, o pico de cheia leva cerca de quatro meses para atravessar o Pantanal. No entanto, a região do Abobral apresenta segundo as imagens analisadas, ainda em junho no ano de 1985 e 2014 períodos de cheia e dezembro após escoamento das águas período seco (FRANCO e PINHEIRO, 1982, KUERTEN, 2010).

O escoamento nos canais fluviais apresentam diferentes dinâmicas e características, de forma que se tornam responsáveis pelas qualidades atribuídas aos processos fluviais, dinâmica responsável e significativa quando atua no exercício da água sobre os sedimentos do leito fluvial, no transporte

dos sedimentos, nos mecanismos deposicionais e na esculturação da topografia do leito (CHRISTOFOLETTI, 1981).

A distribuição de velocidade das águas de um rio varia de um lugar para outro, tanto no sentido vertical, como transversal e longitudinal, no entanto a velocidade da água de um rio diminui da superfície para o fundo e do centro para as margens. A forma da curva de distribuição das velocidades depende da rugosidade do leito do canal e devido às forças de cisalhamento, as velocidades mínimas estão ao leito, enquanto a máxima está próxima da superfície, sendo que as velocidades variam, em sua distribuição, conforme a forma e a sinuosidade dos canais (LEIGHLEY, 1934, CHRISTOFOLETTI, 1980).

Assine (2009), afirma que o Pantanal é um exemplo de paisagem mutante, resultado da existência de rios nômades que migram frequentemente.

O Pantanal historicamente tem alternado períodos plurianuais de seca e cheia, conforme observado em pesquisas desenvolvidas que utilizam como parâmetro os dados da régua instalada no rio Paraguai, no município de Ladário, Mato Grosso do Sul. A partir da década de 60, observou-se o aumento da duração dos ciclos e em meados da década de 70 vem ocorrendo frequentes cheias (EMBRAPA, 2006).

Os períodos das chuvas no Pantanal ocorrem de outubro a março, e podem ocasionar inundações devido ao transbordamento dos corpos d'água. Ao norte do Pantanal ocorrem cheias durante o período de janeiro a março, atingindo o sul do Pantanal de abril a junho, cuja inundação máxima ocorre no início de fevereiro na região norte, e no final de junho na região sul (HAMILTON, 1996).

Padovani (2014) afirma que desde o início das medições fluviais, no ano de 1900 até 2014, 34% das inundações tiveram o nível do rio registrando valores entre 5 a 6 metros e nos últimos 40 anos, essa porcentagem sobe para 40%.

Galdino e Clarke (1997) ressalta que devido à localização, a seção de medição de nível do rio Paraguai em Ladário integra o escoamento de mais de 80% da área de drenagem da bacia do alto Paraguai, além de ser o registro mais antigo e completo. Por esses motivos, o registro de nível do rio Paraguai,

tem sido usado como um identificador das inundações para todo o Pantanal e correlacionado com as regiões.

### **3.2. GEOMORFOLOGIA FLUVIAL**

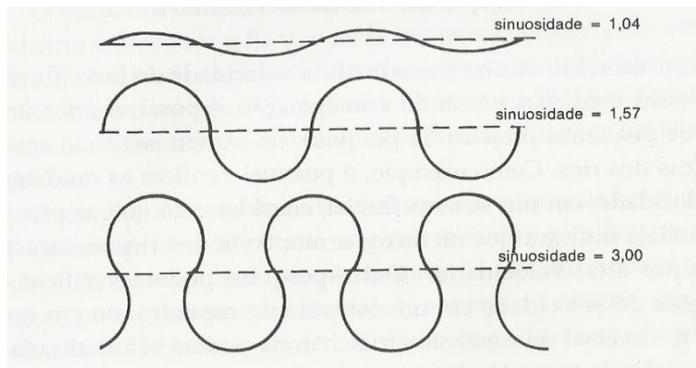
Segundo Ab'Saber (1988) para a compreensão do sistema hidrológico do Pantanal é fundamental considerar sua geomorfologia fluvial, pois o Pantanal é considerado uma paisagem em exceção. O rio Abobral, assim como o rio Paraguai, não pode ser tratado de forma simplista e ser classificado apenas usando a terminologia tradicional dos padrões de canal (SILVA, 2010).

Dessa forma, há mudanças na forma do canal e é possível observar indícios das mesmas no rio Abobral, segundo CHRISTOFOLETTI (1980), é decorrência da interação entre as forças de fluxo e a resistência do material rochoso, a forma do canal apresenta-se mutável conforme as oscilações do débito.

“À medida que se eleva o nível das águas, há aumento da velocidade e da força de cisalhamento que criam possibilidades para as forças erosivas remanejarem o material sedimentar do leito, promovendo o entalhamento do canal. Inversamente, como a carga detrítica que passa pela seção transversal é fornecida pela área montante, a diminuição gradativa no volume do fluxo vai permitindo a deposição da carga sedimentar transportada pelo rio, favorecendo a elevação no nível do leito” (CHRISTOFOLETTI, p 85, 1980)

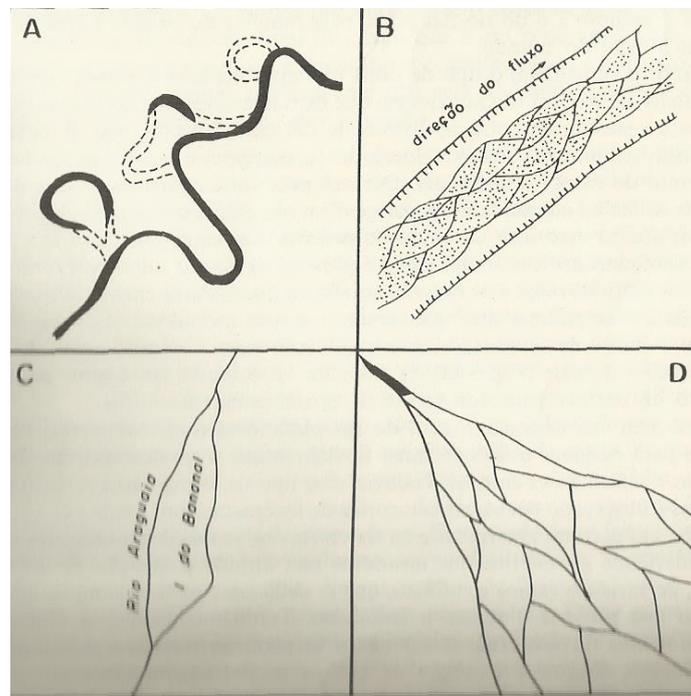
Os dois processos, tanto de entalhamento como de deposição atuam modificando as formas do canal, promovendo ajustamento entre mudanças em curto tempo. Quando os processos de entalhamento e deposição ocorrem em longos períodos de tempo costuma-se descrevê-los com os termos degradação e aggradação.

Devido às variabilidades do canal, uma Bacia Hidrográfica pode apresentar padrões de canais retos, meandantes e anastomosados, sendo resultado das variações temporais dessa drenagem. Dessa forma, um setor do rio pode ser anastomosado em período de ausência de precipitação, quando há excesso de carga sólida em relação à descarga, e exibir a fisionomia meandrante nos períodos de cheia (CUNHA & GUERRA, 1996).



**Figura 2:** Os tipos de canais

Para CHRISTOFOLETTI (1981), os tipos de canais fluviais correspondem ao modo de se padronizar o arranjo espacial que o leito apresenta ao longo do rio. Dury (1966) apresentou as seguintes classificações: a) meandrante; b) anastomosado; c) reto; e d) deltaico; (Figura 3) (CHRISTOFOLETTI, 1980).



**Figura 3:** Tipos de canais fluviais

Os canais anastomosados são formados em condições peculiares, relacionados com a carga sedimentar do leito. Os canais reticulados assemelham-se à disposição anastomosada, caracterizam-se pelo escoamento

efêmero e pelas subdivisões em várias embocaduras. Já o padrão deltaico é caracterizado pela ramificação do curso fluvial inicial, subdividido em vários distributários.

Os canais retos que são encontrados em dois compartimentos do rio Abobral (figura 14) percorrem um caminho retilíneo, sem desviar sua trajetória normal, sendo que os canais verdadeiramente retos são raros na natureza. O canal ramificado surge através de um braço de rio que volta ao leito principal, resultando na formação de uma ilha. Já os canais meandantes são aqueles que têm formações de curvas sinuosas, largas, harmoniosas e semelhantes entre si (DURY, 1966).

Como resultado das formas dos canais fluviais em planícies aluviais, como é o caso do rio Abobral, pode ocorrer casos de trechos abandonados em virtude dos processos migratórios das curvas meândricas. Segundo Christofolletti (1981), o abandono dos canais pode advir de maneira drástica e relativamente súbita, de forma que esse fenômeno aumente a sinuosidade do canal. (CHRISTOFOLETTI, 1981)

Estudos pautados nas cheias envolvem a análise das frequências relacionadas aos débitos mais elevados que anualmente ocorrem em determinados pontos transversais, sendo considerada a cheia como maior débito que ocorre a cada ano, independente do fato de causar ou não inundações.

Para a gestão fluvial são importantes os conhecimentos de suas características e o entendimento dos processos hidro sedimentares atuantes, onde a partícula derivada da rocha passa pelos processos de erosão, deslocamento, transporte do sedimento, deposição e compactação. O transporte dos sedimentos se processa nos cursos d'água, em maior quantidade nos períodos chuvosos (CARVALHO, 2008).

Segundo Christofolletti (1981), a carga sedimentar é obtida pela ação erosiva que as águas exercem sobre as margens e fundo do leito, sendo a maior parte fornecida pela remoção das vertentes, por essa razão reconhece-se que o transporte de sedimentos é comandado pelos fatores hidrológicos que controlam as características e o regime do curso d'água. O fluxo e o transporte de sedimentos constituem respostas aos processos e ao estado de equilíbrio atuante no sistema fluvial.

Por conta das características do material existente no canal, ocorre variabilidade na intensidade das alterações. O depósito desses sedimentos no fundo do rio pode provocar diversos problemas que vão desde o impedimento da navegação, assoreamento, deposição de lama, crescimento de vegetação em locais indesejados até mudanças de canal (CHRSTOFOLETTI, 1981).

Os maiores responsáveis pelo transporte dos sedimentos são as chuvas que desagregam o solo e a enxurrada que faz o transporte dos sedimentos. No caso do Pantanal, por ser uma área plana com escoamento das águas lento, os sedimentos vão se depositando nos canais fluviais causando acúmulos e possíveis mudanças de curso (CHRSTOFOLETTI, 1981).

Duas noções básicas são importantes para o transporte fluvial: a competência e a capacidade. A primeira retrata o tamanho das partículas que podem ser movimentadas pelo fluxo, sendo a maior em diâmetro encontrado entre os detritos transportados como carga do leito. Já a segunda é a capacidade, a qual se relaciona com a quantidade de material que pode ser movimentada por unidade de tempo (CHRSTOFOLETTI, 1981).

Em rios aluviais como o Pantanal, a concentração de material grosseiro transportado em suspensão depende da velocidade, concentração de material fino e forma do leito. No entanto, a concentração de material grosseiro pode aumentar ou diminuir de seção para seção, mesmo que as descargas líquidas e sólidas se mantenham uniforme (VANONI, 1974).

O comportamento dos sedimentos no canal fluvial varia desde as partes mais altas até as planícies, dependendo das rochas e solos, da cobertura vegetal e das declividades e regimes de chuvas. Carvalho (2008) afirma que de forma geral, na alta bacia ocorre maior erosão e transporte de sedimentos e vai diminuindo a erosão da alta para a média bacia à medida que a declividade diminui e as chuvas se tornam menos intensas. Na parte baixa da bacia os sedimentos vão se distribuindo pelo terreno.

No Pantanal ocorre maior deposição de sedimentos no terreno (formação de colúvios), devido a sua área plana e, por conseguinte, ao menor transporte dos mesmos, diferente das áreas com maior declividade que aumenta a capacidade de erodir o terreno.

Assine (2003) alega que com a redução na capacidade de transporte de sedimentos ocorre deposição da carga sedimentológica transportada pelo rio e

assoreamento do canal. O leito torna-se instável e ocorrem frequentemente alterações no seu traçado, especialmente após grandes cheias.

### **3.3. SENSORIAMENTO REMOTO**

No Brasil, o Sensoriamento Remoto tomou impulso na década de 60 com o Projeto RADAMBRASIL que teve como objetivo realizar o mapeamento dos recursos naturais do país, projeto que proporcionou treinamento de diversos técnicos brasileiros. Atualmente, inúmeras instituições do país utilizam essa tecnologia para obtenção de dados relacionados à geologia, geomorfologia, pedologia, hidrologia, agricultura e qualidade ambiental. Ainda são encontradas dificuldades na interpretação dos dados, em virtude da falta de literatura em português (ROSA, 2005).

Segundo Rosa (1995), as técnicas de Sensoriamento Remoto são utilizadas desde 1859, pela descoberta do processo fotográfico e só recentemente o termo foi incorporado na língua científica, as técnicas de Sensoriamento Remoto e fotointerpretação aérea foram utilizadas durante a segunda guerra mundial para o planejamento das missões com fins militares, até então somente fotografias de média e baixa resolução mereciam destaque.

Lillesand *et al.* (2004) descreve que o início do Sensoriamento Remoto do espaço deu-se em 1891 com o sistema de câmera propulsionado por foguete e recuperado com paraquedas, patenteado pelo alemão Ludwig Rahrman. Em 1907, outro alemão, Alfred Maul, adicionou o conceito de giro-estabilização ao sistema de câmeras em foguetes e em 1912 colocou em órbita um sistema de câmera de formato 200x250 mm a uma altitude de 790m. (PARANHOS, LASTORIA e TORRES, 2008).

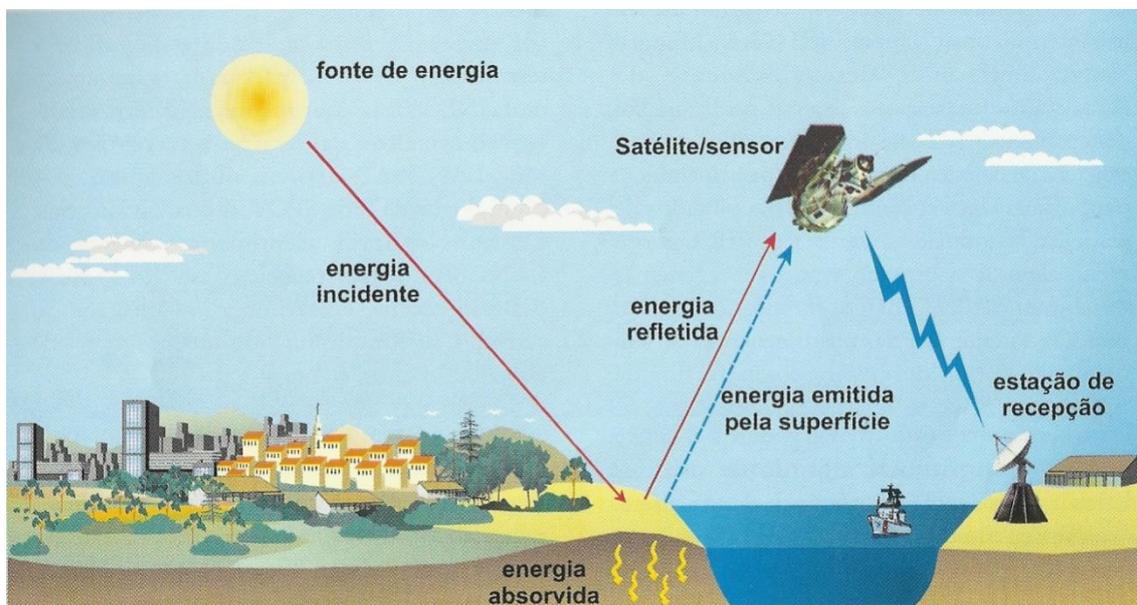
De acordo com Fernandes (2012), para entender o sensoriamento remoto é preciso conhecer os componentes básicos envolvidos na fase de aquisição dos dados, sendo eles: a radiação atmosférica, o comportamento espectral dos alvos e o sistema sensor.

Rosa (2003) ressalta que na fase de aquisição dos dados de sensores remotos deve-se levar em consideração alguns elementos que necessitam ser compreendidos para uma correta interpretação, sendo eles: radiação

eletromagnética, fonte de radiação, efeitos atmosféricos, comportamento espectral dos alvos e sistema sensor.

O Sensoriamento Remoto é a técnica que utiliza sensores para captação e registro a distância sem contato direto da energia refletida ou absorvida pela superfície terrestre, no qual os sensores podem ser entendidos como dispositivos capazes de obter a energia refletida ou emitida por uma superfície qualquer e registrá-la na forma de dados digitais, sejam eles gráficos, imagens, dados numéricos, passíveis de serem armazenados e manipulados por meio de *softwares* específicos (FITZ, 2008).

Do mesmo modo, Florenzano (2008) assegura que o Sensoriamento é a tecnologia que possibilita a obtenção de informações sobre a superfície terrestre através da captação e do registro da energia refletida ou emitida pela superfície. O termo sensoriamento refere-se à obtenção de dados, e remoto significa distante, ou seja, a aquisição dos dados é obtida a distância, sem contato físico entre o sensor e a superfície terrestre, conforme se observa na Figura 4 a seguir.

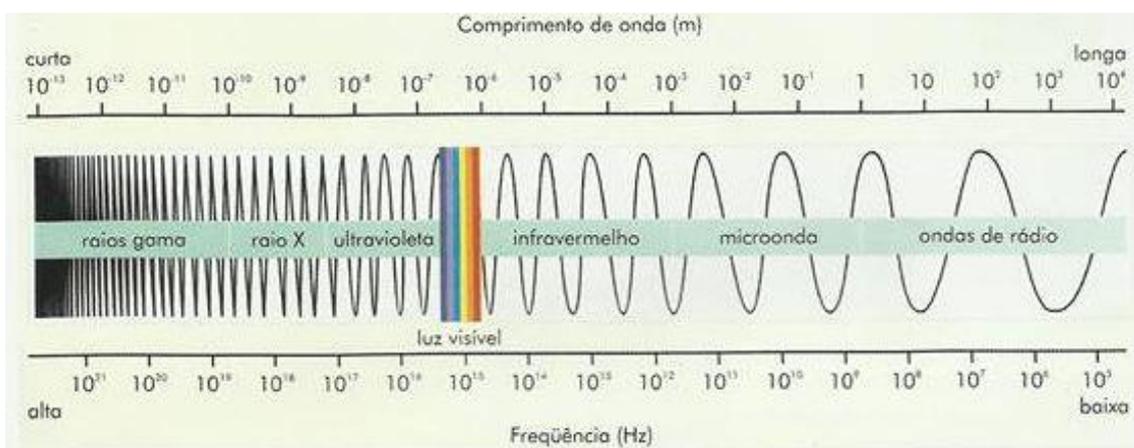


**Figura 4:** Obtenção de imagens por sensoriamento remoto.  
**Fonte:** Florenzano. (2008).

Observa-se que o sol ilumina a superfície terrestre, a energia proveniente do Sol é refletida pela superfície em direção do sensor onde é captada e registrada pelo mesmo. Quanto mais distante o sensor estiver da

superfície terrestre, como é o caso dos satélites artificiais, maior será a interferência da atmosfera (Florenzano, 2002).

As fontes de energia utilizadas pelo Sensoriamento Remoto no registro dos dados podem ser provenientes de fonte natural (sensores passivos) como a luz e calor emitidos pela superfície e pode ser de uma fonte artificial como, por exemplo, a do flash utilizado em câmeras fotográficas ou o sinal produzido por um radar, os quais geram energia eletromagnética pelo seu próprio equipamento (sensores ativos). A radiação eletromagnética se propaga em formas de ondas eletromagnéticas com a velocidade da luz, no qual a mesma é medida em frequência (unidades de hertz-Hz) e comprimento de onda-1 (em unidade de metro) (FLORENZANO, 2002).



**Figura 5:** O espectro eletromagnético.  
**Fonte:** Florenzano, (2002).

O espectro eletromagnético é dividido em faixas, abrangendo desde curtos comprimentos de ondas, como raios cósmicos e os raios gama de alta frequência, até longos comprimentos de onda como as ondas de rádio e televisão, de baixa frequência (Florenzano, 2003) (Figura 5).

“A frequência de ondas é o número de vezes que a onda se repete por unidade de tempo. Dessa maneira, quanto maior for o número, maior será a frequência de onda. O comprimento de onda é a distância entre dois picos de onda sucessivos: quanto mais distantes, maior é o comprimento e, quanto menos distante, menor será o comprimento de onda” (Florenzano, 2003).

A faixa de comprimento de onda, frequência ou energia em que se encontra a radiação eletromagnética é praticamente ilimitada. O espectro eletro

magnético é subdividido em faixas que representam regiões possuindo características peculiares em termos de processos físicos geradores de energia ou mecanismo físico de detecção dessa energia. Conforme se avança para direita do espectro temos maior comprimento de onda e de menor frequência (ROSA, 1995).

Segundo Ferreira (2010), pode-se destacar algumas bandas do espectro e suas características, tais como a pequena banda denominada luz, que compreende o conjunto de radiações para as quais o sistema visual humano é sensível; a banda ultravioleta, formada por radiações mais energéticas que a luz e tem menor comprimento de onda; a banda raio X, mais energética que a ultravioleta e mais penetrante; a radiação da banda infravermelha; gerada em grande quantidade pelo Sol e pode também ser produzida por objetos aquecidos e os conjuntos de radiação gerados pelo Sol que se estendem de 300 até cerca de 3000nm, banda essa denominada de espectro solar.

### **3.4. CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DE SENSORES REMOTOS**

O sensor é um dispositivo capaz de gerar um produto numa forma adequada para ser interpretado pelo usuário através da radiação eletromagnética. O mesmo é constituído por um coletor, que pode ser uma lente, espelho ou antena e um sistema de registro, que pode ser um detector ou filme. Esses sistemas sensores podem ser classificados segundo a resolução espacial (imageadores e não-imageadores), segundo fonte de radiação (ativos e passivos) e segundo o sistema de registro (fotográficos e não-fotográficos) (ROSA, 2003).

- Sensores Imageadores: sistemas que fornecem uma imagem de um alvo (câmeras fotográficas);
- Sensores Não-Imageadores: sistemas que fornecem informações sem produzir imagem (gráficos e tabelas);
- Sensores Ativos: sensores ativos emitem própria radiação eletromagnética (radar e câmera fotográfica com flash);
- Sensores Passivos: os que não possuem fonte própria de radiação (radiômetro termômetros de radiação);

- Sensores Fotográficos: os quais utilizam como fonte registra um filme fotográfico (câmera fotográfica);
- Sensores Não-Fotográficos: não utilizam uma fonte de registro um filme (sensor ETM+/LANDAST, sensor MSS/LANDAST e SPOT);

O que difere uma imagem de outra são os sensores utilizados para obtenção, de forma que existem sensores ativos e passivos e para compreender as características das imagens é preciso saber o conceito de resolução, que é empregado para descrever o número de *pixels* que podem ser exibidos em uma tela, ou área no solo que um pixel no arquivo da imagem representa. Sendo quatro tipos de resolução envolvendo o uso das imagens de satélite (PARANHOS, 2008).

- Resolução espectral: intervalo do espectro eletromagnético amostrado;
- Resolução espacial: tamanho do pixel da imagem representa sobre o solo;
- Resolução radiométrica: qualidade de níveis de informações contidas na imagem;
- Resolução temporal: tempo que o satélite demora a obter uma nova imagem do mesmo ponto da superfície terrestre;

### **3.5. O SATÉLITE LANDSAT (*LAND REMOTE SENSING SATELLITE*)**

O satélite Landsat é um dos programas mais bem desenvolvidos pela NASA (NationalAeronautcsand Space Administration) e um dos pioneiros, iniciado em 1972 e desde então a missão Landsat compõe uma série de satélites já lançados no espaço, com o objetivo de coletar informações da superfície terrestre (NOVO, 2008).

Por ser um programa de satélite de recurso terrestre mais antigo operado e disponível gratuitamente desde 1973, o mesmo apresenta um importante acervo histórico. O uso das imagens de satélite possibilita observar transformações ocorridas no ambiente e mapear grandes áreas de forma rápida e econômica.

### 3.5.1. LANDSAT 5

O satélite LANDSAT 5 foi lançado em 01 de Março de 1984 e funcionou em órbita equatorial a 705 km de altitude. Atualmente o Satélite não está em operação, porém seu banco de dados está disponível com imagens até o ano de 2011. O satélite LANDSAT 5 levou a bordo os sensores TM (ThematicMapper) e MSS (Multiespectral Scanner Subsystem) e teve o tempo de vida projetado de 3 a 5 anos, porém esteve em operação por mais tempo. No Brasil o INPE é a instituição responsável pela manutenção e disponibilização desse acervo.

O sensor TM possui seis bandas espectrais com 30m de resolução espacial e uma infravermelha termal com 120m de resolução, produzindo imagens com 185 km de largura. O tempo de revisita do satélite para imagear uma mesma porção do terreno é de 16 dias. Segundo Paranhos Filho (2008), os sensores TM/ETM+ possuem uma resolução espectral mais fina, o que proporciona melhor identificação dos diferentes tempos de cobertura do solo. (SILVA & FRANCISCO 2002).

### 3.5.2. LANDSAT 8

A missão de continuidade dos dados LANDSAT foi lançada no espaço em 11 de fevereiro de 2013, chamada de LANDSAT8 que trouxe novidades para mapeamentos em meso escala, como no Brasil.

A bordo estão dois novos sensores: o espectral OLI e o termal TIRS com melhoras na resolução espectral sendo adicionadas duas bandas: a *new coastal* (banda 1) para recursos hídricos e zonas costeiras e um novo canal de infravermelho (banda 9) para a detecção de nuvens cirros. Outra inovação foi com relação à resolução radiométrica que aumentou a quantidade em faixas de *8bits* para *12 bits*.

No entanto, a LANDSAT8 consiste em nove bandas multiespectrais com resolução espacial de 30m (bandas 1 a 7 e 9), sendo que a banda 8 é pancromática, com resolução de 15m. O tamanho aproximado de cada pixel é de 170 km a norte-sul e 183 km a leste-oeste.

### 3.6. GEOPROCESSAMENTO

Devido à complexidade da integração dos sistemas, as primeiras iniciativas de informatizar o processamento dos dados ocorreram na década de 50, mas devido à precariedade da informática da época esses sistemas não foram classificados como geoprocessamento. Na década de 70, ainda com algumas dificuldades, tendo em vista a baixa tecnologia, foram desenvolvidos os primeiros SIGs (Sistema de Informação Geográfica). Mas somente na década de 80 que ocorreu grande difusão do sistema de geoprocessamento o qual perdura até os dias atuais (CÂMARA E DAVIS 2001, *apud* FERNANDES 2012).

Paranhos Filho et. al, (2008) afirma que Geoprocessamento é o conjunto de técnicas de processamento e análise de dados espaciais, o qual permite classificar e quantificar os recursos naturais o que até recentemente era feito apenas de modo analógico, com fotografias aéreas, imagens, documentos e mapas em papel, dificultando uma análise que combinasse diversos mapas e dados.

Segundo Silva & Zaidan (2011), geoprocessamento pode ser definido como uma tecnologia, isso é, um conjunto de conceitos, métodos e técnicas construídas em torno de um instrumental tópico científico. A origem da tecnologia pode estar ligada a uma finalidade principal, porém é frequente que aplicadas correlatas se desenvolvam em função de interesses.

Rosa (2003) define a ferramenta geoprocessamento como um conjunto de técnicas relacionadas ao tratamento da informação espacial, ferramenta essa muito utilizada em trabalhos com dados espaciais, como é o caso dos recursos hídricos, pois permite extração de dados da imagem sobre a organização da área de pesquisa facilitando os estudos.

Portanto, o geoprocessamento é uma ferramenta resultante do avanço das tecnologias que beneficia diferentes tipos de profissionais na organização das informações espaciais.

### **3.7. SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA (SIG)**

O SIG é o sistema utilizado como ferramenta principal para o geoprocessamento e suas utilidades principais são manipulação de dados geográficos e armazenamento dos mesmos. Podem ser utilizados para mostrar e analisar a territorialidade dos fenômenos neles representados e seu uso tem sido crescente para representação de ambientes.

Esse uso se deve a capacidade que possuem de considerar, de forma integrada, a expressão territorial e as alterações temporais processáveis em uma base de dados georreferenciados (XAVIER DA SILVA, 2001).

Basicamente, a forma em que foram utilizados os SIGs no presente trabalho buscam morfologias de uma área através dos anos, de forma integrada.

Beltrame (1994) define o termo SIG como “programa de computador (“softwares”) destinados a integração de diferentes dados temáticos de uma mesma área de estudo, visando aprimorar processos decisórios que exigem informações de cunho espacial, atualizados e confiáveis, sendo ainda capazes de oferecer mecanismos para combinar com informações, através de algoritmo de manipulação e análise com base em dados georreferenciados.

Ferreira (2011) complementa que os SIGs comportam diferentes tipos de dados e aplicações em várias áreas do conhecimento, tais como otimização de tráfego, controle cadastral, demografia, cartografia, monitoramento de recursos naturais, controle de epidemias e planejamento urbano, facilitando a integração de dados coletados de forma transparente ao usuário.

Portanto, os SIGs possibilitaram ao presente trabalho extrair informações de forma breve através de dados coletados para a geração de mapas e relatórios, tornando-se ferramenta de análise de informações utilizada frequentemente.

# **CAPÍTULO 4**

## 4. CARACTERIZAÇÃO FISIAGRÁFICA

### 4.1. GEOLOGIA

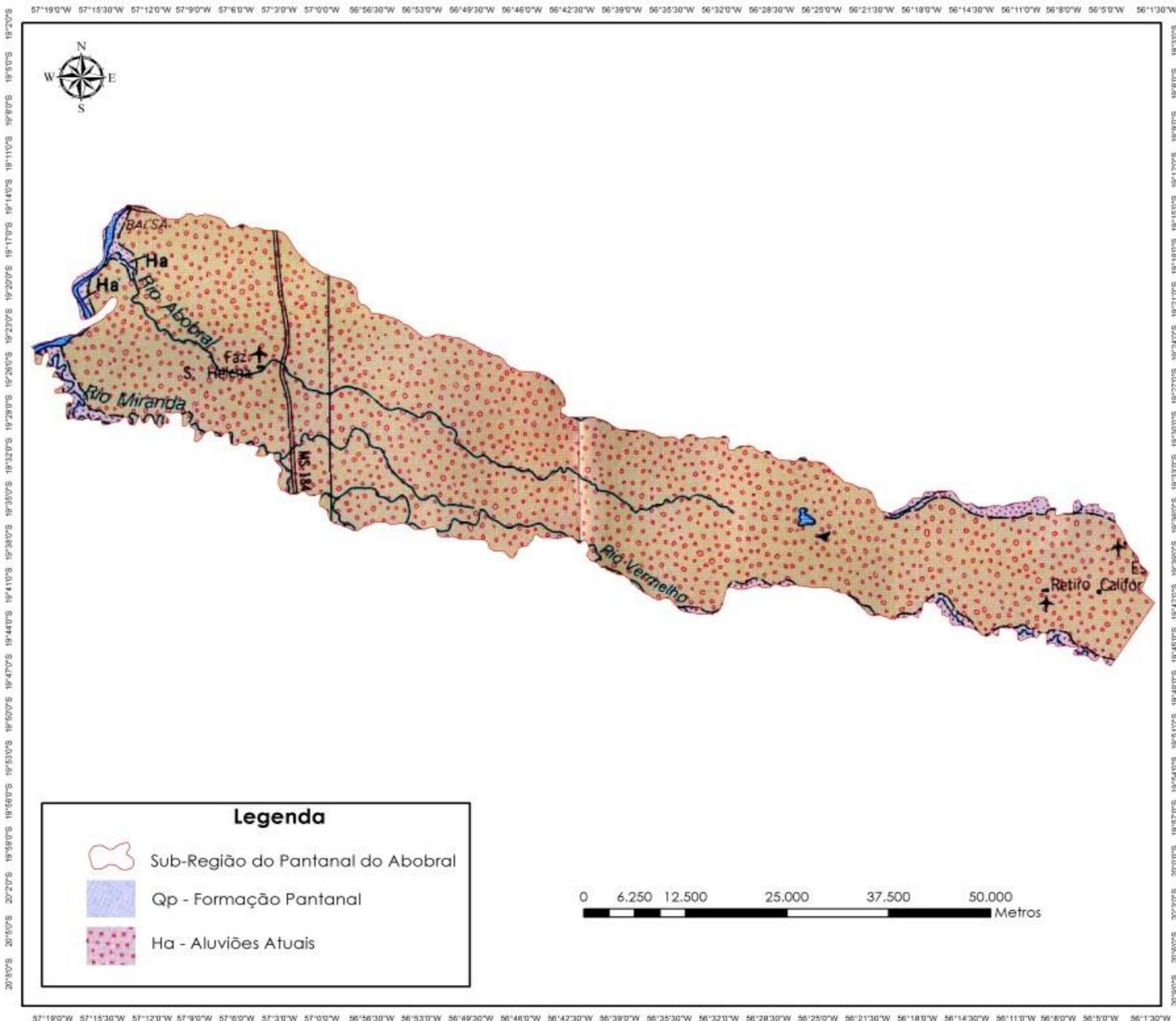
Em geral a maior parte da superfície dos Pantanaís, assim como a região do Abobral, é composta basicamente pela Formação Pantanal, constituída por sedimentos aluviais predominantemente arenosos, sílticos-argilosos e argilosos, inconsolidados e semiconsolidados. As areias são quartzosas que provavelmente dominam nas camadas sotopostas, pois o quartzo é o principal componente das rochas de áreas fontes (DEL'ARCO *et al* 1982).

Os autores Figueiredo & Olivatti (1974), Corrêa *et al* (1976), Nogueira *et al* (1978) e Luz *et al* (1980), através de levantamentos geológicos regionais subdividiram a Formação Pantanal em três unidades ou níveis de sedimentação, baseados em diferenças litológicas, aspectos fotográficos e estratigráficos, sendo as seguintes divisões (Figura 6):

- Unidade Inferior Qp1: representa a planície aluvial antiga, com sedimentos de natureza arenosa e conglomerática, situados nas imediações das rochas pré-cenozóicas;
- Unidade Média Qp2: compõe a planície aluvial sub-recente e tem a maior área de distribuição. Formada por sedimentos em sua maior parte pelíticos e refere-se às áreas periodicamente inundáveis onde se distingue um nível de terraço mais alagável e outro geralmente emerso;
- Unidades Superiores Qp3: é formada por aluviões recentes, areno-siltosas, ligadas às calhas dos principais rios.

Dessa forma, entende-se a Formação Pantanal, na qual está inserida a área de estudo, como depósito sedimentar das áreas interfluviais periodicamente inundáveis. Pelas características desse ambiente, determina-se como uma unidade em desenvolvimento, pois seus depósitos estão sendo edificadas até hoje, influenciados pela sazonalidade local (OLIVEIRA & LEONARDOS, 1943; CORRÊA *et al* (1976) e ALMEIDA, 1945).

# MAPA GEOLÓGICO DA SUB REGIÃO DO ABOBRAL



Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Programa de Mestrado em Geografia - Três Lagoas/MS  
**UFMS** LABORAM - Laboratório do Estudo Ambientais

Fonte de dados: PROJETO RADAMBRASIL, Volume 27, Folha SE.21  
Corumbá-MS, 1982.  
Edição: Renan de Almeida Silva, 2015.  
Organização: Suzane Ferreira de Lima, 2015.

Figura 6: Mapa Geológico da sub-região do Abobral.

## 4.2. GEOMORFOLOGIA

As planícies e pantanais constituem uma unidade geomorfológica caracterizada por um relevo plano e com complexa rede hidrográfica, classificadas como Planícies e Pantanais Mato-grossenses. O Pantanal do Abobral engloba áreas de acumulação inundáveis dos tipos Aai2 inundação média e Aai3 inundação forte, sendo área de planície fluvial (Apf), como se pode observar na Figura 7 (FRANCO & PINHEIRO, 1982).

Na  rea de estudo são encontradas feições caracterizadas como regiões planas com cobertura arenosa, periódica ou permanentemente alagada, incorporada à rede de drenagem e possui altimetrias entre 85 e 95 metros.

Silva (1986), ao abordar a geomorfologia do Pantanal explicita que o principal fator controlador das condições de escoamento   consequência do contato brusco existente entre as elevações e planaltos marginais e os terrenos planos da depressão. O fraco declive da planície aluvial impede o escoamento das águas e freia o trânsito de materiais alógenos que acumulam sobre sedimentos mais antigos.

Diante da geomorfologia da região, as feições peculiares notáveis encontradas na área de estudo consistiram em:

- Cordilheiras, caracterizadas por pequenas elevações situadas geralmente nas margens do rio Abobral, sendo áreas quase nunca alagadas, exceto durante as cheias excepcionais (Silva 1986);
- Cap es-de-mata, os quais correspondem a pequenos conjuntos de vegeta o elevados topograficamente, sem ligação com as cordilheiras, ressaltando que ambos servem como área de abrigo para fauna local em peri dos de cheias.

# MAPA GEOMORFOLÓGICO DA SUB REGIÃO DO ABOBRAL

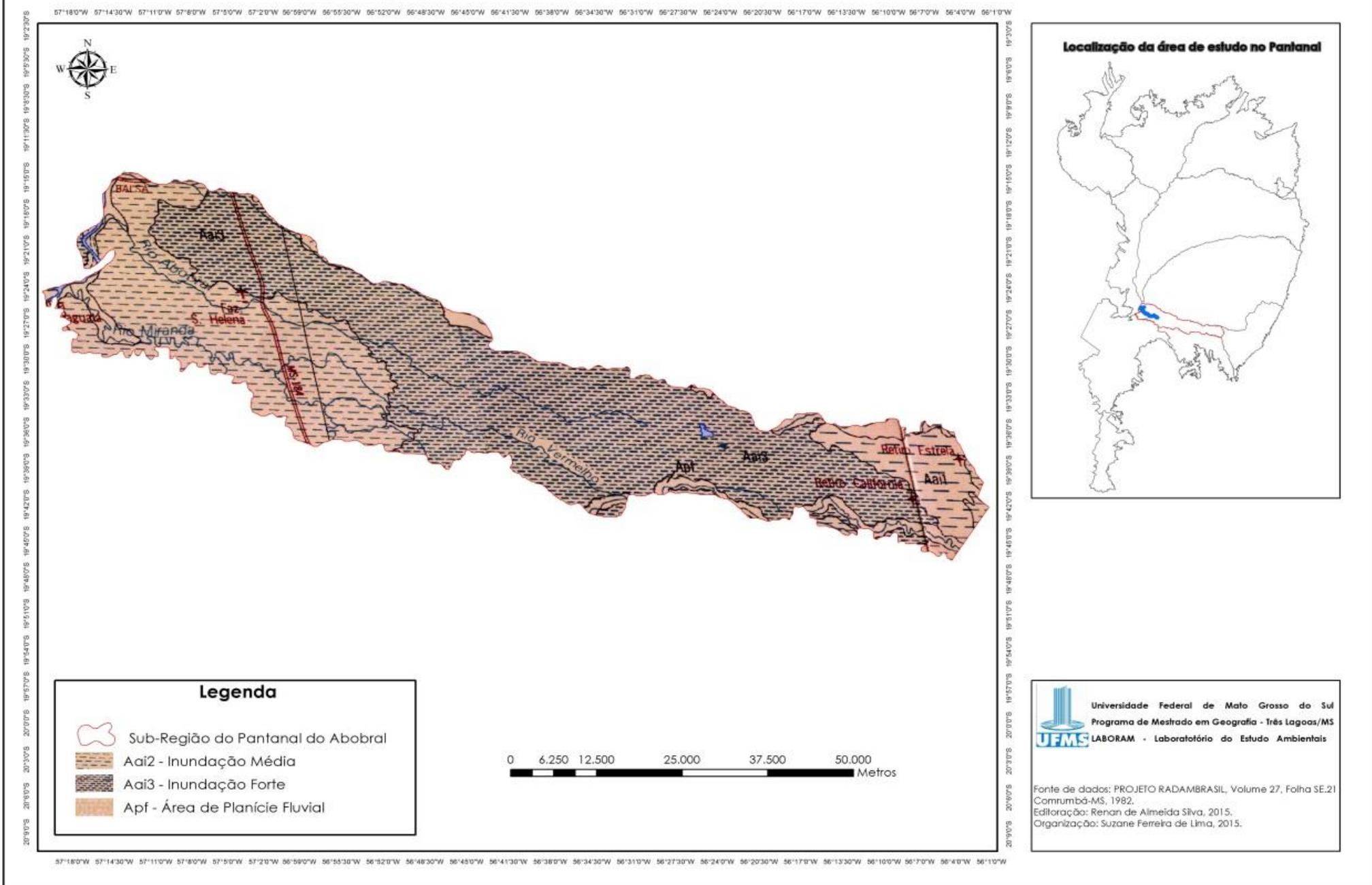


Figura 7: Mapa Geomorfológico da sub-região do Abobral.

### 4.3. PEDOLOGIA

Os solos apresentados na área da região do Abobral segundo Orioli *et al* (1982) são os seguintes: Glei Pouco Húmico Eutrófico (HGPe) (Gleissolos), Areias Quartzosas Hidromórficas (HAQd), Planossolo Eutrófico (PLe) e Vertissolo (V) (Figura 8).

O solo Glei Pouco Húmico Eutrófico (Gleissolos) é característico de áreas planas, sujeitas às inundações constantes ou periódicas. As condições ruins de drenagem do canal possibilitam intensa gleização do mesmo, resultando na intensa redução de compostos de ferro, por efeito da flutuação do lençol freático, solo esse originado de sedimentos recentes relacionados ao período do Quaternário (ORIOLI *et al* 1982)

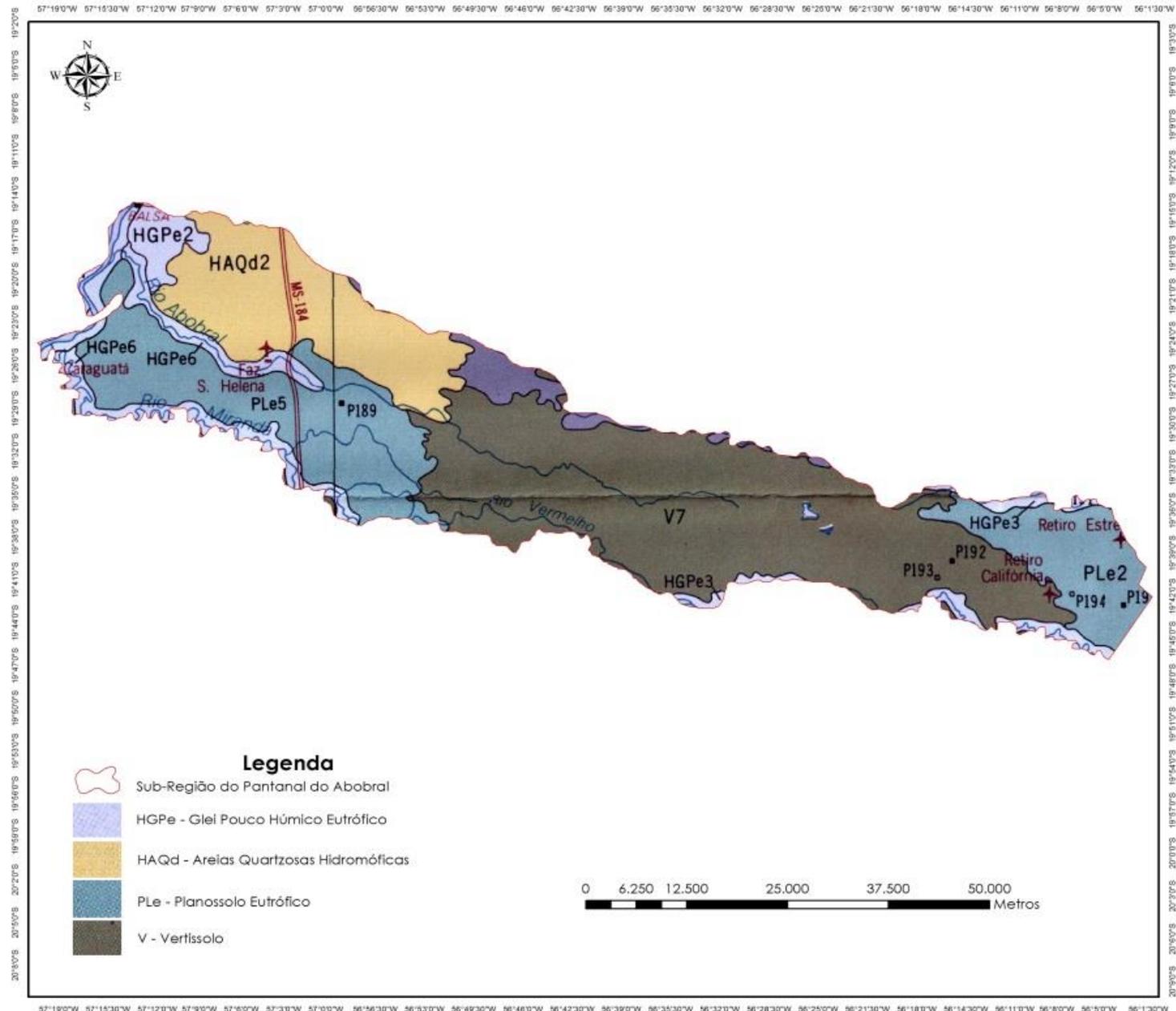
As Areias Quartzosas Hidromórficas (Neossolos), é característica de áreas sujeitas a alagamentos constantes ou temporários, o que condiciona a presença de hidromorfismo, como mosqueada e indícios de gleização. A textura pertence à classe da areia, não são plásticos e nem pegajosos, e a estrutura é em grãos simples (ORIOLI *et al* 1982).

O Planossolo Eutrófico (Planossolos) é típico de relevo plano e áreas rebaixadas, evidenciados por hidromorfismo acentuado com textura arenosa média, assim como também podem ser encontrada textura arenoso-argilosa, médio-argilosa e muito argilosa. Em alguns casos pode ser apresentado com o caráter concrecionário plíntico e algumas vezes com presença de mosqueados (ORIOLI *et al* 1982).

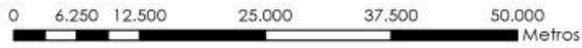
Caracterizado pela formação a partir de sedimentos transportados, referentes ao Quaternário, o Vertissolo é um solo de consistência dura e argilosa, pouco poroso, originado da Formação Pantanal.

Segundo a EMBRAPA (1999), o Vertissolo é constituído de materiais minerais que apresentam um horizonte subsuperficial, vértico, com feições pedológicas peculiares, devido a presença de superfícies de fricção (*slickensides*), contração e expansão de argila, apresentando fendas de pelo menos 1cm de largura durante o período mais seco do ano, anteriormente classificados como Laterita Hidromórfica.

# MAPA PEDOLÓGICO DA SUB REGIÃO DO ABOBRAL



- Legenda**
-  Sub-Região do Pantanal do Abobral
  -  HGPe - Gleí Pouco Húmico Eutrófico
  -  HAQd - Areias Quartzosas Hidromórficas
  -  PLe - Planossolo Eutrófico
  -  V - Vertissolo




**Universidade Federal de Mato Grosso do Sul**  
 Programa de Mestrado em Geografia - Três Lagoas/MS  
**LABORAM - Laboratório do Estudo Ambiental**

Fonte de dados: PROJETO RADAMBRASIL, Volume 27, Folha SE.21 Comrumbá-MS, 1982.  
 Edição: Renan de Almeida Silva, 2015.  
 Organização: Suzane Ferreira de Lima, 2015.

**Figura 8:** Mapa Pedológico da sub-região do Abobral.

#### 4.4. CLIMA

O clima da região do Pantanal é caracterizado por uma estação seca e fria entre maio e setembro e uma chuvosa e quente entre outubro e abril. Porém, segundo observações realizadas em atividades de campo e através de imagens de satélite, notou-se que na região do Abobral os períodos de cheia e seca distinguem-se das demais regiões, cujo período de junho em que região estaria em período seco ainda se encontrou cheio e em dezembro considerado como cheio encontrou-se seco.

Já a temperatura média do ar nos meses de verão, de dezembro a fevereiro, é de 32°C, e durante o inverno o clima torna-se muito mais frio e seco na faixa de 21°C. A média da precipitação anual da planície alagável está entre 1000 e 1400 mm, com picos máximos em Janeiro e mínimos em julho. A precipitação varia durante o ano, causando um ciclo regular de seca e cheia, o que torna o Pantanal um ecossistema único (PCBAP 1997).

Tarifa (1986) caracteriza o clima pantaneiro em diversos aspectos, sendo eles:

- Altas temperaturas, caráter megatérmico que é determinado pela latitude tropical, pela continentalidade, associado às condições topográficas deprimidas e de baixas altitudes;
- As mínimas absolutas de temperatura (abril/setembro) são comuns resfriamentos abaixo de 10° C, e as máximas absolutas podem ultrapassar os 40° nos meses de setembro e novembro;
- A pluviosidade apresenta um ritmo sazonal, com menos chuvas no outono-inverno, por volta de 100 mm, e no período de primavera-verão, com precipitação da ordem de 250 a 300 mm, sendo que as medidas anuais situam-se ao em torno de 1100 mm.

Para Koppen (1931) e Wilhelmey (1957) o Pantanal apresenta clima tropical sub-úmido, com médias pluviométricas de 1.100 mm anuais e temperatura média anual de 26° C. Caracterizando-se por duas estações definidas, sendo uma chuvosa (outubro a março) e uma relativamente seca (abril e setembro), ocasionando defasagem entre o clima (chuvas) e a umidade no solo.

#### 4.5. COBERTURA VEGETAL

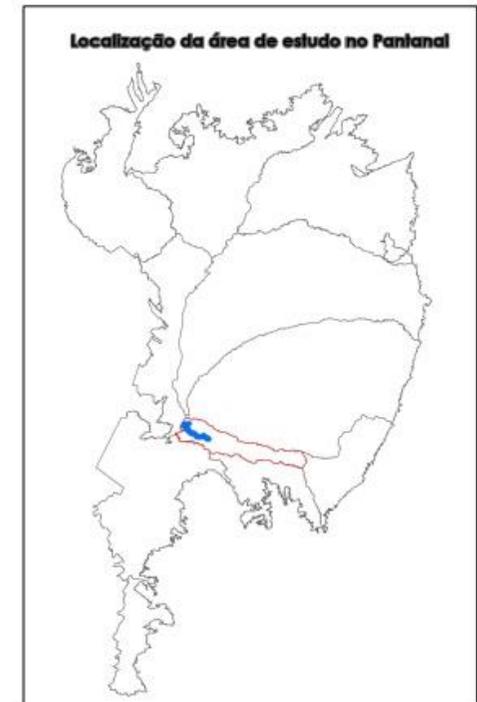
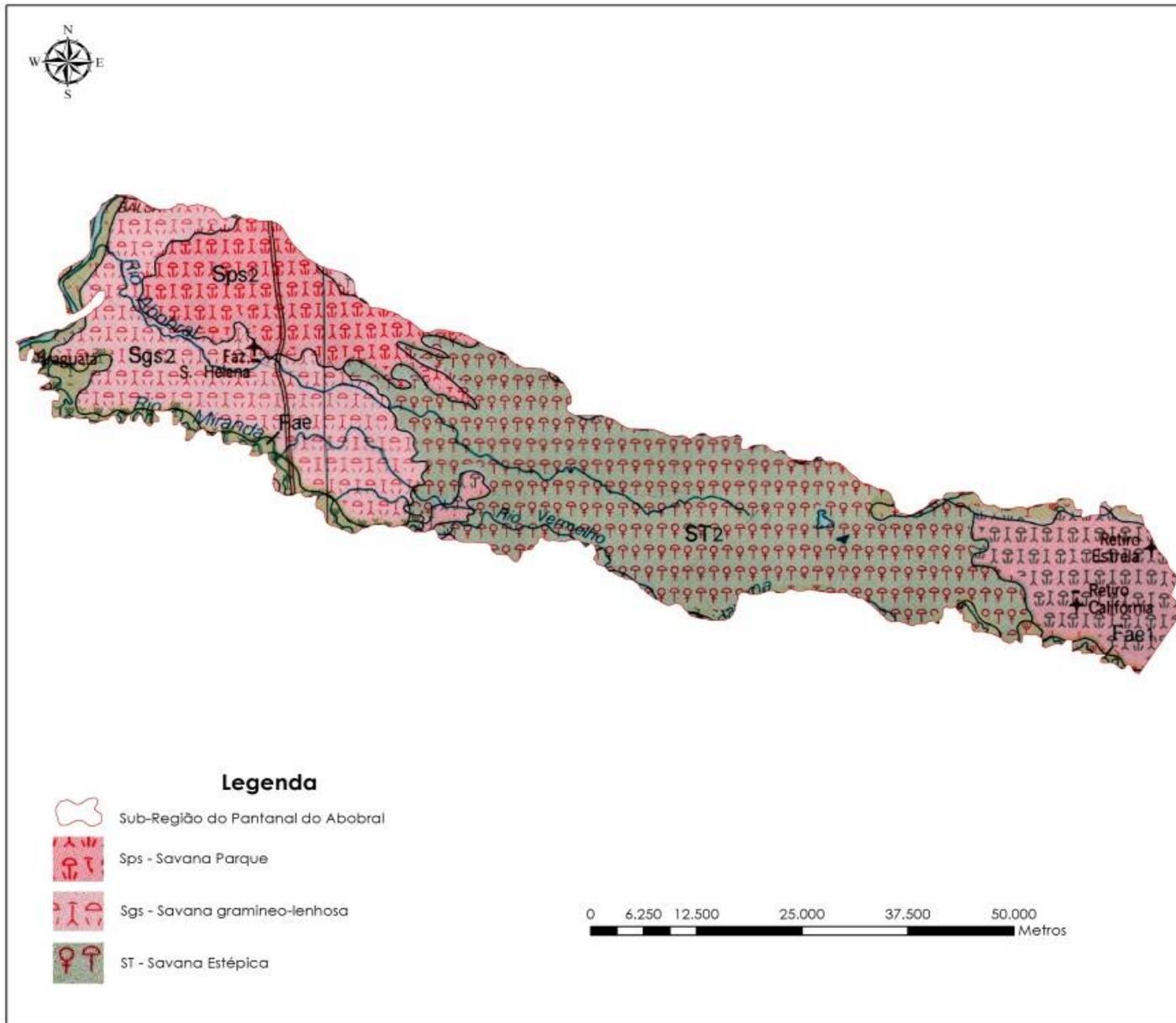
Cunha (1985) afirma que em direção ao rio Negro a planície é mais baixa e composta por uma sucessão infinita de leitos obstruídos e alta densidade de cordilheiras entre brejos que se formam pela progressiva redução da drenabilidade regional. As cordilheiras e os capões-de-mata são as únicas superfícies que demoram a serem alagadas durante o período das cheias. A área do Pantanal do Abobral é classificada em sua vegetação segundo RADAMBRASIL (1982) como Savana Parque (Pps2), Savana gramíneo-lenhosa (Sgs2) e Savana Estépica (ST2), como se pode observar na figura 9.

A Savana Parque é caracterizada pela sua fisionomia estritamente campestre, formado pelo estrato graminóideestolhoso e cespitoso, entremeados por vegetais arbóreos raquíticos esparsos e raras vezes observa-se a existência de tufo de vegetação arbórea espalhado. A Savana Parque é encontrada em áreas de planície inundadas anualmente em consequência das cheias dos rios e é uma formação comumente entrecortada por floresta-de-galeria, possibilitando o alargamento e formação de uma Floresta Aluvial (LOUREIRO *et al* 1982)

Assim como a Savana Parque, a Savana Gramíneo-Lenhosa é estritamente campestre. Porém, a última é formada por um substrato graminóide entremeado de plantas lenhosas raquíticas e pequenas palmeiras acaule, desprovida de semelhança fanerofíticas, com exceção das faixas da floresta-de-galeria que muitas vezes serpenteiam o interior da formação (LOUREIRO *et al* 1982).

Savana Estépica é o nome usado para definir vegetação neotropical de cobertura arbórea estépica, como plantas lenhosas, baixas e espinhosas, tipo de vegetação de uma região ecológica constituída por elementos farerófitos, cactáceas e lenhosos, muitas vezes abrigando florestas-de-galeria (PROJETO RADAMBRASIL, 1980).

# MAPA DE VEGETAÇÃO DA SUB REGIÃO DO ABOBRAL



 Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Programa de Mestrado em Geografia - Três Lagoas/MS  
LABORAM - Laboratório do Estudo Ambientais

Fonte de dados: PROJETO RADAMBRASIL, Volume 27, Folha SE.21 Comrumbá-MS, 1982.  
Edição: Renan de Almeida Silva, 2015.  
Organização: Suzane Ferreira de Lima, 2015.

Figura 9: Mapa Pedológico da sub-região do Abobral.

Rizzini & Heringer 1962, Rizzini 1979, Prance & Shaller (1982) afirmam que a fisionomia da vegetação da região do Abobral é de mata semi-caducifolia, com palmeiras (acuri) concentradas nas bordas da cordilheira. A diversidade florística é, portanto, baixa e isso está de acordo com a flora pobre das matas calcárias e com a baixa diversidade observada na mata semidecídua do Pantanal.

Allem & Valls (1987) descrevem a fisionomia do Abobral, como extensões consideráveis de campos intercalados com capões de mata esparsos, carandás agrupados e espécies típicas de cerrado.

Tal cobertura vegetal exerce a função de impedir o impacto direto das gotas de chuva no solo, evita degradação do mesmo, impede compactação do solo pela difusão do fluxo de água, proporciona melhor infiltração da água no solo e comporta a fauna local (CREPANI *et al.*, 1996).

# **CAPÍTULO 5**

## 5. RESULTADOS

Para a compreensão da dinâmica hídrica no objeto de estudo, observou-se *in loco* dois períodos distintos (cheia e seca) áreas que são ocupadas pela água em meandros abandonados principalmente nos períodos de cheias. Tal característica foi notoriamente registrada nos anos de 1985 e 2014 cheias consideradas como atípicas levando em consideração os dados de mais anos registrados na régua de Ladário apresentando centímetros de diferença entre dois períodos, porém, em 2014 a cheia perdurou por meses, assim como é possível observar na tabela 01.

Tabela 01 – Medidas do rio Paraguai em Ladário, referente aos anos escolhidos para análise multitemporal.

DIA	1985	1985	1994	1994	2004	2004	2014	2014
	JUN	DEZ	JUN	DEZ	JUN	DEZ	JUN	DEZ
1	5,52	1,91	3,40	1,56	3,99	1,68	5,32	2,39
2	5,50	1,90	3,47	1,56	4,01	1,68	5,32	2,39
3	5,47	1,88	3,48	1,56	4,04	1,68	5,34	2,34
4	5,45	1,86	3,51	1,56	4,06	1,68	5,35	2,30
5	5,44	1,84	3,52	1,62	4,07	1,70	5,37	2,28
6	5,42	1,80	3,53	1,65	4,09	1,66	5,39	2,26
7	5,39	1,75	3,55	1,75	4,12	1,66	5,38	2,22
8	5,36	1,71	3,56	1,83	4,12	1,67	5,38	2,20
9	5,34	1,70	3,57	1,86	4,13	1,72	5,38	2,22
10	5,34	1,70	3,58	1,94	4,15	1,72	5,39	2,18
11	5,33	1,72	3,60	1,94	4,16	1,72	5,41	2,17
12	5,32	1,72	3,61	1,97	4,17	1,72	5,42	2,19
13	5,29	1,71	3,62	1,97	4,19	1,72	5,42	2,19
14	5,27	1,69	3,63	1,97	4,20	1,70	5,39	2,18
15	5,26	1,68	3,64	1,97	4,19	1,68	5,39	2,17
16	5,24	1,69	3,66	1,94	4,20	1,68	5,39	2,15
17	5,22	1,70	3,67	1,91	4,21	1,74	5,40	2,16
18	5,20	1,65	3,69	1,92	4,22	1,72	5,40	2,20
19	5,18	1,63	3,70	1,92	4,22	1,70	5,40	2,21
20	5,17	1,62	3,71	1,94	4,22	1,70	5,39	2,21
21	5,16	1,61	3,72	2,03	4,21	1,72	5,40	2,20
22	5,14	1,61	3,76	2,13	4,24	1,70	5,40	2,23
23	5,13	1,62	3,77	2,17	4,24	1,70	5,40	2,22
24	5,11	1,62	3,78	2,20	4,24	1,66	5,40	2,23
25	5,10	1,60	3,79	2,21	4,24	1,66	5,38	2,24

26	5,08	1,60	3,79	2,22	4,24	1,89	5,38	2,24
27	5,07	1,59	3,80	2,22	4,26	1,90	5,38	2,25
28	5,05	1,56	3,82	2,24	4,25	1,90	5,34	2,24
29		1,56	3,82	2,28	4,24	1,88	5,34	2,25
30	5,03	1,54	3,84	2,32	4,26	1,86	5,35	2,24
31	5,04	1,53		2,36		1,85		2,24

**Fonte:** ANA (2014). **Organização:** Suzane Ferreira de Lima

Além disso, com as atividades técnico-científico de campo associadas a interpretação das imagens de satélite da região do Pantanal do Abobral notou-se que no mês de julho de 2014 o rio Abobral apresentou-se cheio em quanto em dezembro do mesmo ano apresentou-se seco confirmando as variações que ocorrem nas inundações em diferentes regiões do Pantanal, relacionados ao lento escoamento, que acontece devido à topografia da região, tendo em vista, que o período considerado como cheia nesta região ocorre principalmente no mês de março e a seca no mês de agosto.

## 5.1. COMPARTIMENTAÇÃO

Obtiveram-se com a metodologia utilizada cinco compartimentos (A, B, C, D e E) onde as características fisiográficas semelhantes foram agrupadas e associadas às diferentes formas de canais (Figura 10).

O compartimento A situa-se nas proximidades da foz do rio Abobral, predominando um conjunto de formas meandranes, porém observa-se à jusante do canal formas de baixa sinuosidade (retilíneo).

O compartimento B inicia-se onde deixa de sofrer relevantes influências da planície do rio Paraguai em seu entorno (devido ao distanciamento), com forma de sinuosidade mediana.

O compartimento C predomina-se na porção central do objeto de estudo com a presença de alguns afluentes denominados como corixos.

O compartimento D é considerado o compartimento com menor representatividade espacial, possuindo duas vazantes localizadas na sua margem esquerda.

O compartimento E predomina-se na porção leste no objeto de estudo, caracterizado por apresentar ao norte da sua margem direita características notórias do Rio Negro.

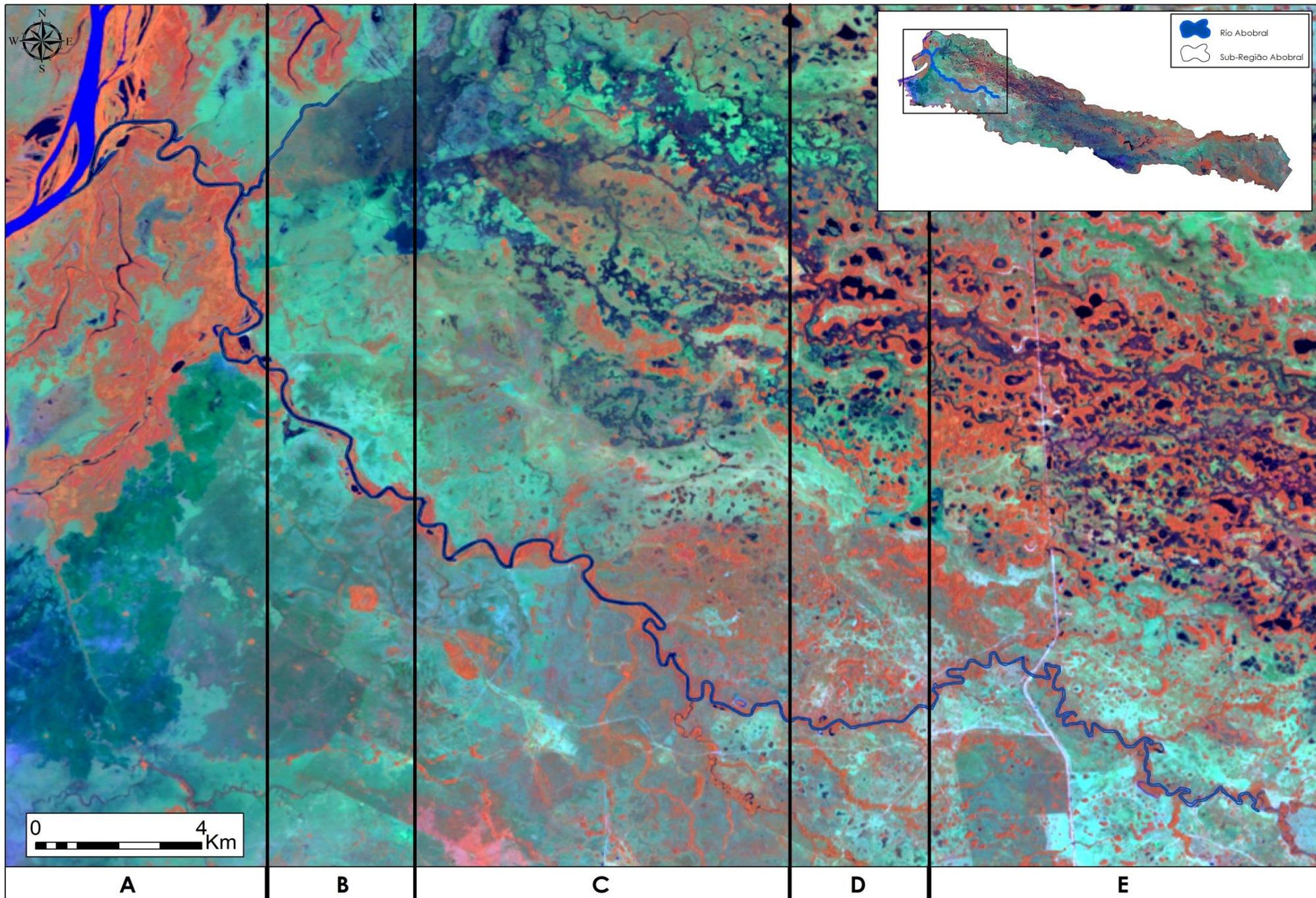


Figura 10: Compartimentação do rio Abobral.

### 5.1.1. COMPARTIMENTO A – 1985 A 2014

A caracterização fisiográfica na área de estudo especificamente no compartimento A é caracterizado predominantemente pela formação geológica Pantanal (Qp) e nas margens do rio Paraguai encontra-se aluviões atuais (Ha). Em relação à geomorfologia predomina-se a unidade de inundação média (Aai2), além disso, encontra-se também unidade inundação forte (Aai3) e áreas de planícies fluviais (Apf) situadas na foz do rio Abobral. Sobre os aspectos pedológicos na margem do rio Abobral predomina-se os solos e gleissolos (HGPe) e na margem esquerda predominam-se os solos planossolos (PLe). A vegetação é caracterizada predominantemente como savânica gramíneo-lenhosa (Sgs) e nas margens do rio Miranda e Paraguai como savana estépica (ST). A altimetria das proximidades das margens varia de 83 a 99 metros, exibindo o comprimento longitudinal de aproximadamente 11 km.

Além da caracterização supracitada, o compartimento A corresponde a uma área sob influência da planície do rio Paraguai, a qual em períodos de cheias torna-se uma região alagada com características fluviais de meandros abandonados, afluentes e vazantes que estão em sua maior parte na margem direita do rio Abobral, exceto um meandro abandonado na margem esquerda do rio Abobral.

No presente compartimento, no período seco, torna-se visível o canal principal, o qual deixa de ocupar a planície (espraiamento), os paleo canais e meandros. Nota-se através de observações que os períodos de maiores cheias no mês de junho (Figura 11 e 12) foram nos anos de 1985 e 2014 (Figura 13 e 14), assim como os dados já analisados da Régua de Ladário. Já os anos de secas intensas que ocorreram nos meses de dezembro, foram nos anos de 1994 e 2004.

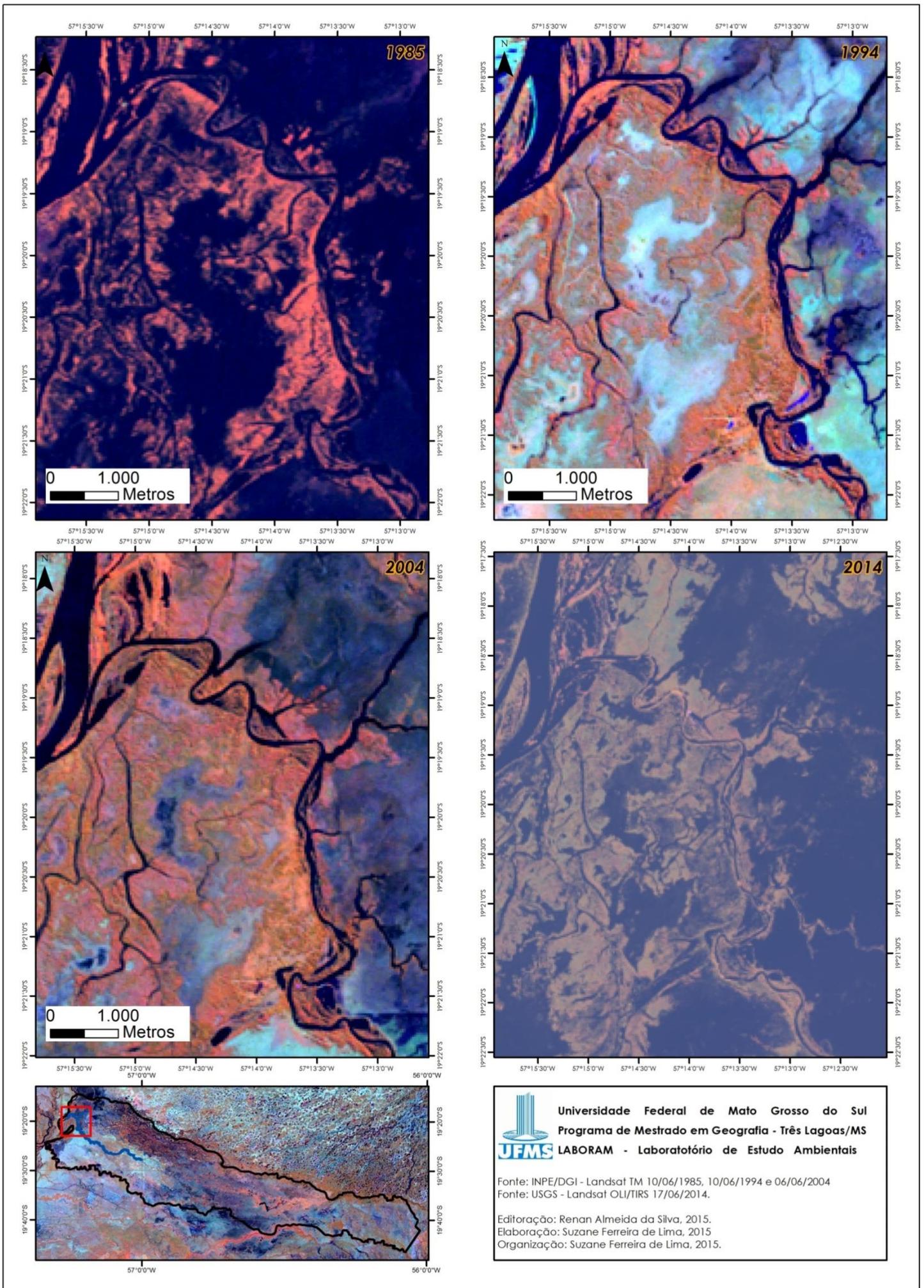
Em relação às diferenças morfológicas nos diferentes períodos no compartimento notou-se que as maiores variações na área ocupada pela água deram-se onde sucede o aumento da sinuosidade do canal, tanto à montante quanto à jusante do mesmo. As diferenças na área ocupada pela água ocorreram em sua maioria na margem esquerda do canal principal, porém, em alguns trechos não houveram tais variações como observa-se à jusante do rio Abobral, onde diminui a sinuosidade.

O período considerado como seco no ano de 2014, é possível notar a diferença com relação aos meses das demais imagens obtidas (figura 12). O fato se deu devido à impossibilidade de uso das imagens disponíveis do mês de dezembro de 2014, tornando-se necessária a aquisição da imagem de satélite do mês de setembro, onde obteve melhor visualização da área.



**Figura 11:** Compartimento A, rio Abobral.  
**Fonte:** Suzane Ferreira de Lima (2014).

**Figura 12:** Compartimento A, rio Abobral.  
**Fonte:** Suzane Ferreira de Lima (2014).



**Figura 13:** Compartimentação A, períodos de cheias dos anos de 1985, 1994, 2004 e 2014.

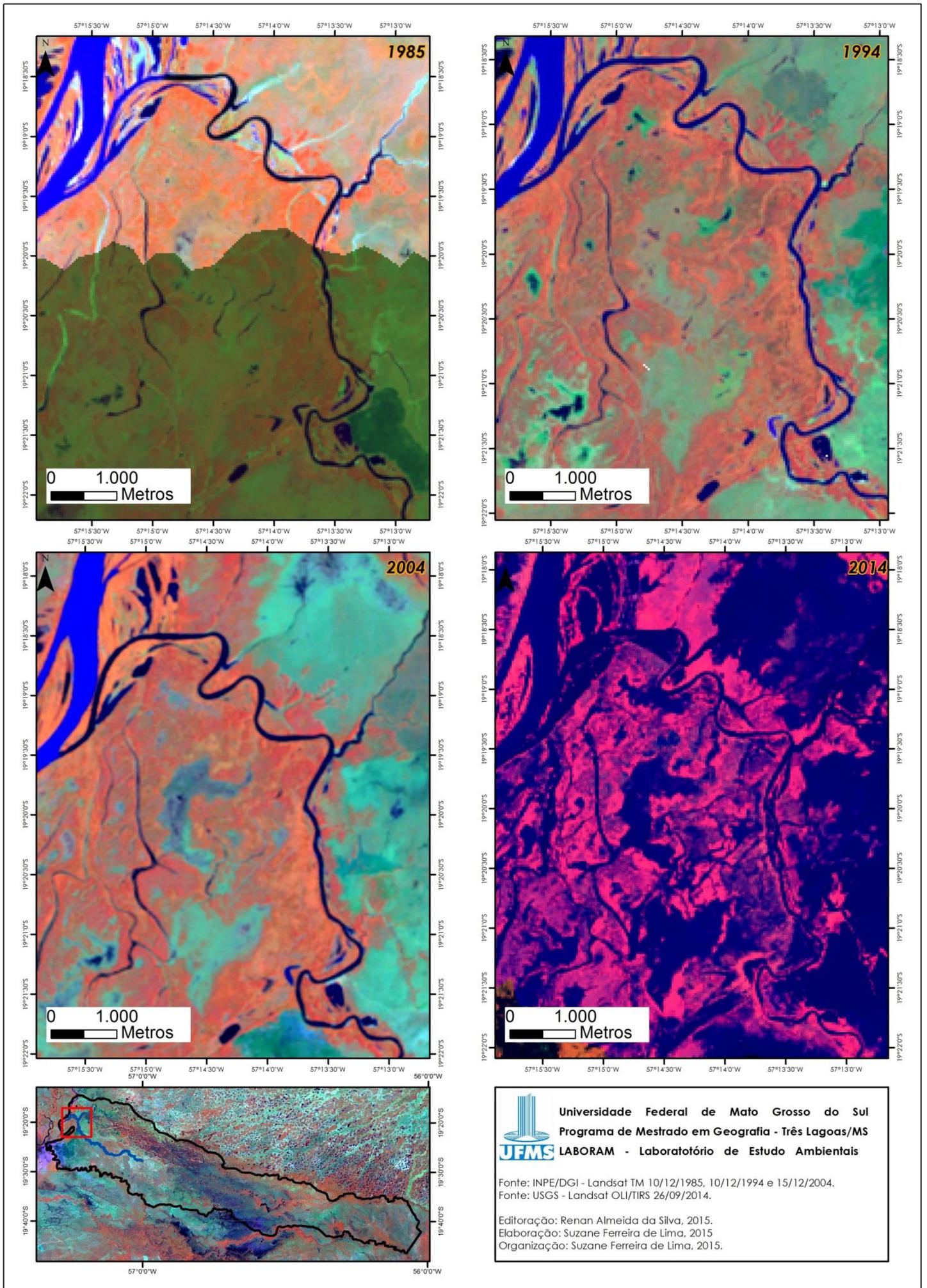


Figura 14: Compartimentação A, períodos de secas dos anos de 1985, 1994, 2004 e 2014.

### 5.1.2. COMPARTIMENTO B – 1985 A 2014

A caracterização fisiográfica na área de estudo especificamente no compartimento B é caracterizado predominantemente pela formação geológica Pantanal (Qp). Em relação a geomorfologia predomina-se a unidade de inundação média (Aai2) além disso, encontra-se na margem direita a unidade inundação forte (Aai3). Sobre os aspectos pedológicos na margem direita do rio Abobral predomina-se os solos e gleissolos (HGPe) e na margem esquerda predominam-se os solos planossolos (PLe). A vegetação é caracterizada predominantemente como savânica gramíneo-lenhosa (Sgs) e especificamente na margem direita rio Abobral savana parque (Sps).

Além da caracterização no compartimento B percebe-se o desaparecimento dos canais conectados ao rio Abobral, porém são visíveis os meandros abandonados tanto em sua margem direita como esquerda. Tal compartimento é caracterizado por pouca sinuosidade. Outro aspecto importante foi notado nas proximidades do canal de meandros abandonados com altimetrias do entorno variante de 84 a 87 metros e comprimento longitudinal de aproximadamente 7 km.

À montante desse compartimento pode-se observar no período cheio (figura 17) uma conexão do canal principal com o meandro abandonado, o qual hipoteticamente com base na interpretação das imagens orbitais analisadas nos anos anteriores poderiam ter sido o canal principal. Nessa circunstância, entende-se que o rio mudou-se de lugar em decorrência do depósito de sedimentos, ocasionados pelos períodos de cheia nessa região, pois com o aumento do volume de água os sedimentos são transportados pelo leito do canal (escoamento) e posteriormente com a queda na quantidade de água. Com isso, tais sedimentos podem ser depositados principalmente em períodos secos associados às menores vazões hídricas causando obstruções e conseqüentemente mudanças morfológicas.

Assim Achumm (1960, 1961 e 1963) *apud* Suguio e Bigarella (1990) afirma que os depósitos dos canais meandrantes de sinuosidade baixa originam planícies de inundações planas, onde a água das cheias move-se livremente na planície. Então, quando o tamanho da carga transportada pela

água diminui, verifica-se aumento da sinuosidade corrente, e através do aumento de sinuosidade ocorre à estabilização dos cinturões de meandros.

Além disso, o compartimento B é caracterizado por média sinuosidade. As alterações encontradas com relação à área ocupada pela água deram-se na margem direita do canal, principalmente à montante do rio Abobral. As áreas ocupadas pela água ocorreram onde o canal diminui o grau de sinuosidade à jusante, porém, à montante as áreas ocupadas se deram em partes meandrantas

À jusante do compartimento encontram-se pequenos meandros não interligados ao canal, porém, não deixam de ser indícios de mudanças ocasionadas ao longo dos anos.

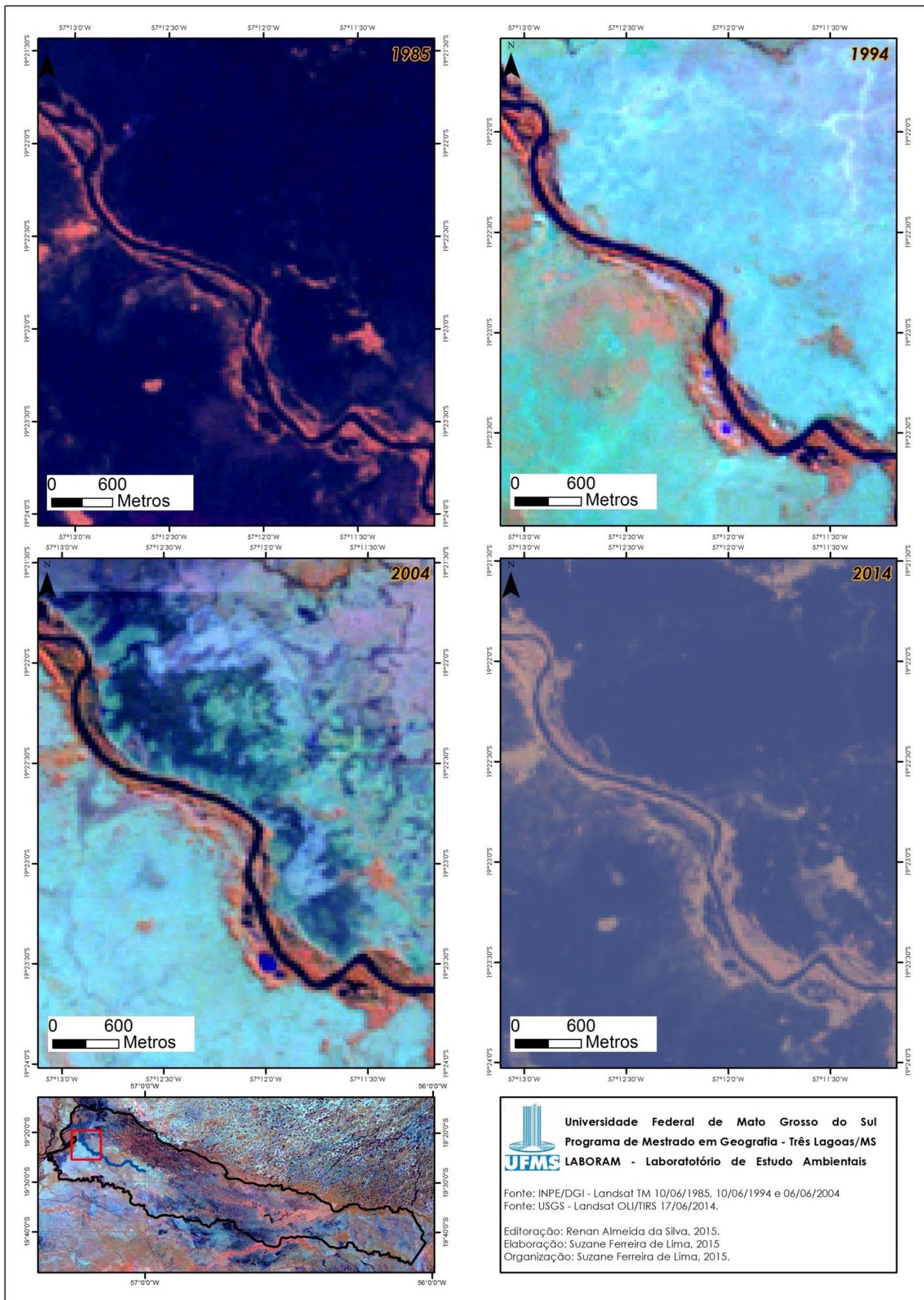
Portanto, na observação através das imagens orbitais, constatou-se que existeaumento de água nos meandros durante o período de cheia (Figura 15 e 16).



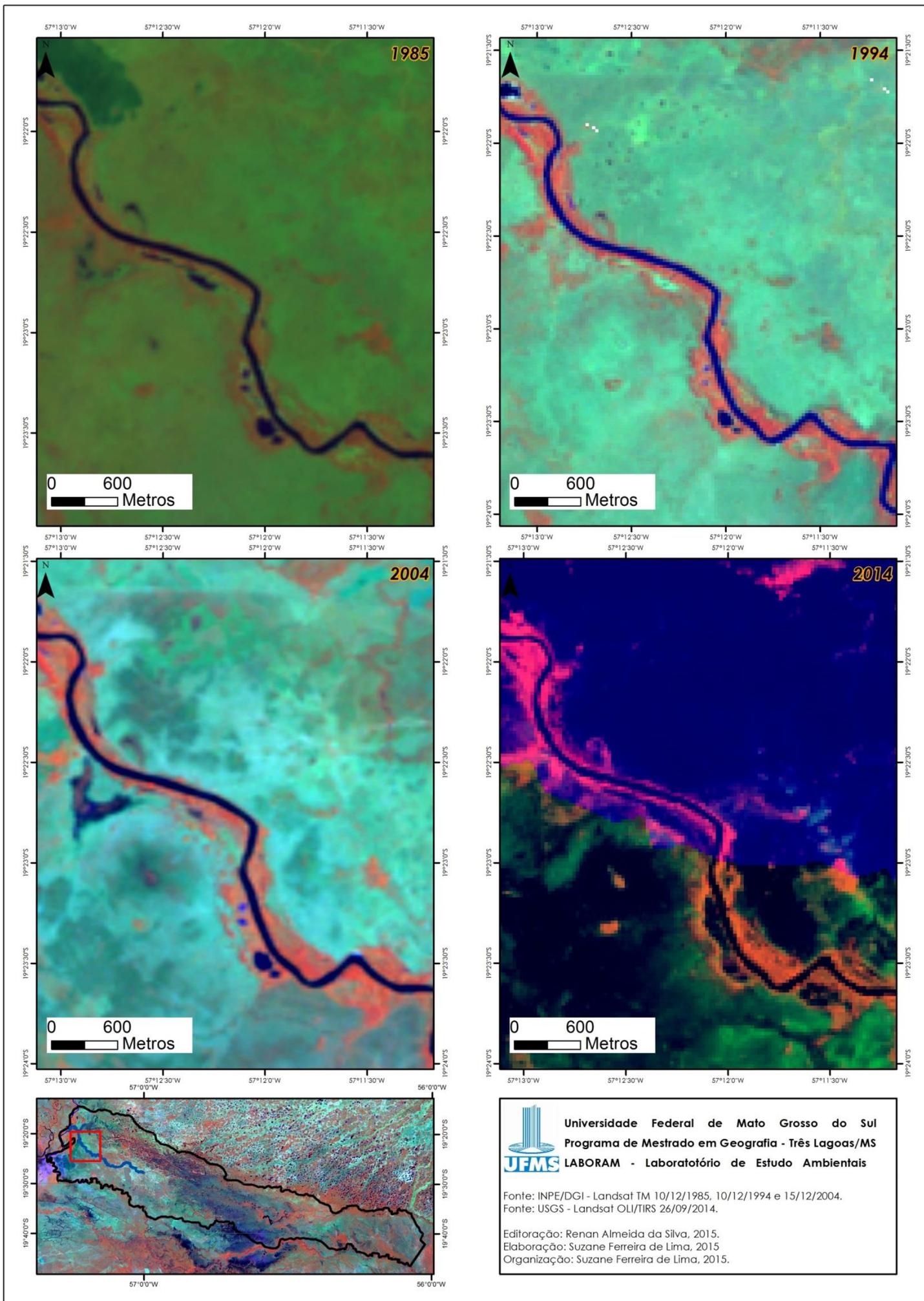
**Figura 15:** Compartimento B, rio Abobral.  
**Foto:** Suzane Ferreira de Lima (2014).



**Figura 16:** Compartimento B, rio Abobral.  
**Foto:** Suzane Ferreira de Lima (2014).



**Figura 17:** Compartimentação B, períodos de cheia dos anos de 1985, 1994, 2004 e 2014.



**Figura 18:** Compartimentação B, períodos de secados anos de 1985, 1994, 2004 e 2014.

### 5.1.3. COMPARTIMENTO C -1985 A 2014

A caracterização fisiográfica na área de estudo especificamente no compartimento C é caracterizado predominantemente pela formação geológica Pantanal (Qp). Em relação à geomorfologia predomina-se a unidade de inundação média (Aai2), além disso, encontra-se na margem direita a unidade inundação forte (Aai3). Sobre os aspectos pedológicos na margem direita do rio Abobral encontra-se os solos gleissolos (HGPe)neossolos e na margem esquerda predominam-se os solos planossolos (PLe). A vegetação é caracterizada na margem direita por savana parque (Sps) e gramíneo-lenhosa (Sgs) e especificamente na margem esquerda rio Abobral predomina-se savana gramíneo-lenhosa (Sgs). Seu comprimento longitudinal é de 17km aproximadamente e sua altimetria varia de 89 e 96 metros.

O compartimento C nota-se grau de sinuosidade alto, apresentando alguns meandros abandonados que são encontrados na margem côncava, desde a montante até à jusante, sendo preenchidos por água nos períodos de cheia. Porém, nos períodos de seca os mesmos se tornam apenas marcas visíveis na imagem de satélite, assim como em campo. A única exceção foi à montante do compartimento na margem direita (convexa), onde se tornou possível observar um meandro, que mesmo em período seco (figura 22) nos anos de 1985, 2004 e 2014 continuaram preenchidos por água, assim como o afluente do rio Abobral localizada à margem esquerda que permaneceu com água no período seco de 2004 e 2014.

Além disso, os períodos de maiores cheias se deram nos anos de 1985 e 2014 caracterizados como atípicos. Entretanto especificamente no ano de 2014 no mês de Setembro o período considerado como seco na região, encontrou-se cheio evidenciados nos dados orbitais. (Figura 19 e 20).



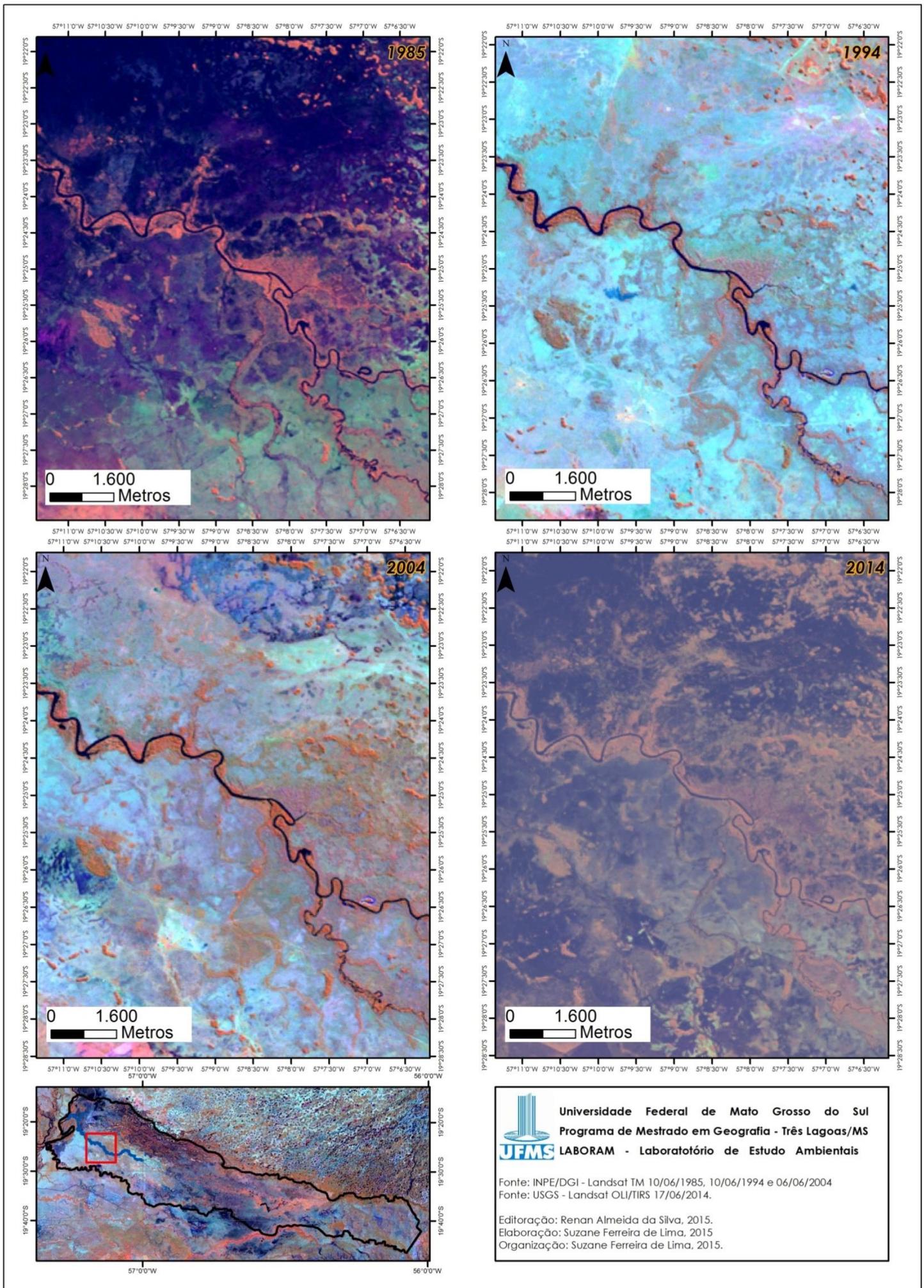
**Figura 19:** Compartimento C, rio Abobral.  
**Foto:** Suzane Ferreira de Lima (2014).



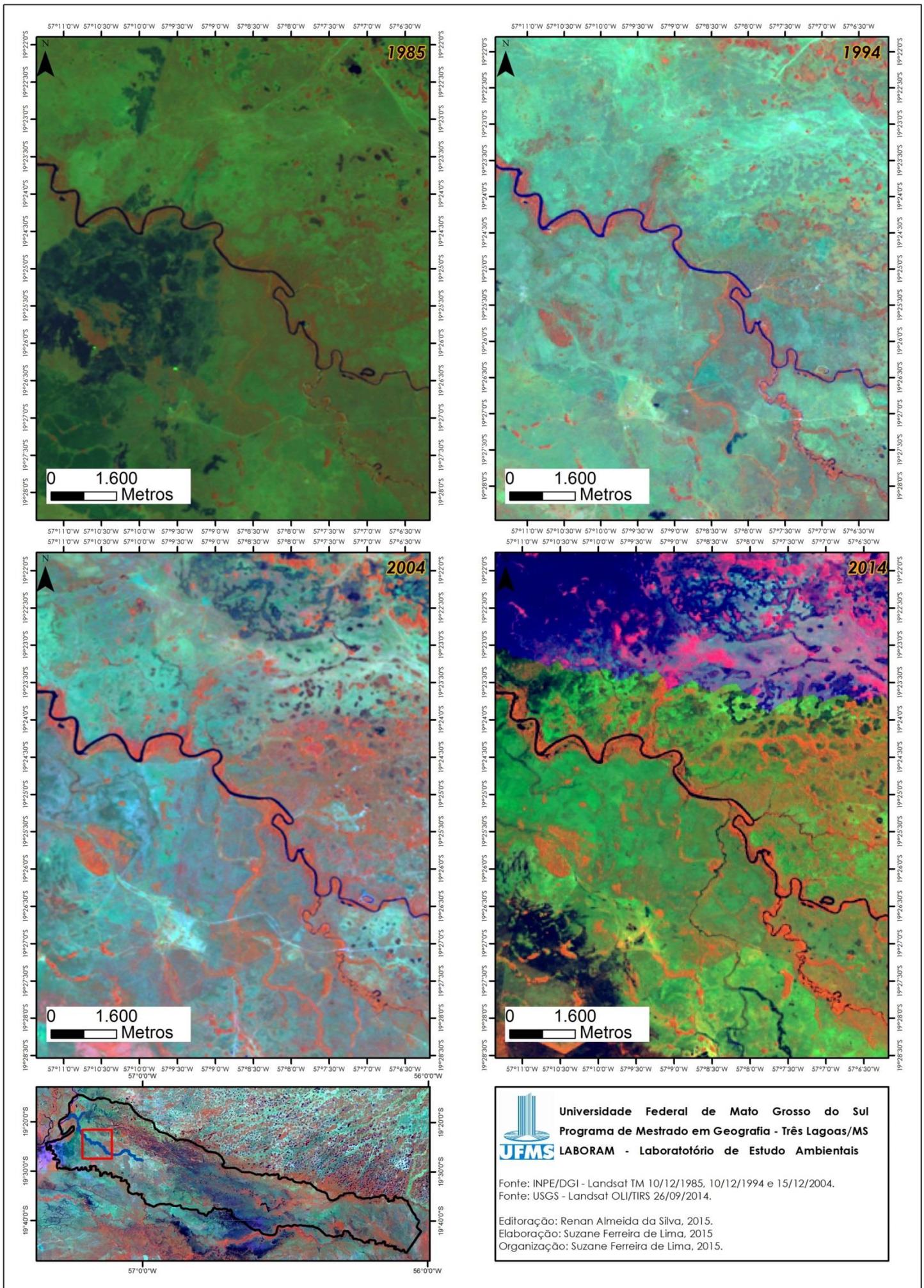
**Figura 20:** Compartimento C, rio Abobral.  
**Foto:** Suzane Ferreira de Lima (2014).

Outro aspecto importante foi que no compartimento C notou-se que o ano de 1985, tanto no período seco como no cheio, a água ocupou uma área maior do canal, os meandros interligados ao canal principal foram preenchidos tanto pela água tanto à montante quanto à jusante.

Além disso, observaram-se variações na morfologia do canal, entre média e alta sinuosidade (meandrante), o qual fora separado por exibir formas diferentes dos compartimentos à montante (D) e à jusante (B), área essa composta por alguns paleo canais e meandros abandonados. Sua medida longitudinal é de aproximadamente 18 km e altimetria variante de 88 a 95 metros.



**Figura 21:** Compartimentação C, períodos de cheias dos anos de 1985, 1994, 2004 e



**Figura 22:** Compartimentação C, períodos de secas dos anos de 1985, 1994, 2004 e 2014.

#### 5.1.4. COMPARTIMENTO D – 1985 A 2014

A caracterização fisiográfica na área de estudo especificamente no compartimento D é caracterizado predominantemente pela formação geológica Pantanal (Qp). Em relação a geomorfologia predomina-se a unidade de inundação média (Aai2) na margem esquerda, já na margem direita encontra-se a unidade inundação forte (Aai3) e inundação média (Aai2). Sobre os aspectos pedológicos na margem direita do rio Abobral encontra-se os solos gleissolos (HGPe) e neossolos (HAQd) e na margem esquerda predominam-se os solos planossolos (PLe). A vegetação na margem direita é caracterizada por savana parque (Sps) e gramíneo- lenhosa (Sgs) e na margem esquerda do rio Abobral predomina-se savana gramíneo-lenhosa (Sgs). Seu comprimento longitudinal é de 4km aproximadamente e sua altimetria varia de 89 e 94 metros.

Nesse compartimento observou-se a marca de dois paleo canais interligados à margem direita do curso principal. Diferentemente do compartimento B, que em épocas de cheias a água preencheu praticamente todos os canais interligados ao principal. Nesse compartimento os mesmos continuaram abandonados.

No entanto, os meandros localizados na margem esquerda (côncava) como na esquerda (convexa), permaneceram preenchidos por água nos dois períodos distintos (cheio e seco). Sendo os meandros e as barras de meandros os aspectos mais notáveis da paisagem aluvial, cada curva de meandro ativo ou cortado possui barras de meandros grosseiramente concordantes com a curva do canal, representando agradação de material do leito de encontro ao banco convexo do canal (FISK, 1947).

À montante do rio Abobral nesse compartimento notou-se sinuosidade baixa, aumentando em sentido à jusante, onde se concentraram os meandros. Percebe-se que os mesmos estão localizados onde ocorre o aumento da sinuosidade e possivelmente ocasionado pelo depósito de sedimentos em períodos de cheia na região. Além disso, percebeu-se que mesmo em períodos considerados como seco os meandros continuam preenchidos por água (figura 26).

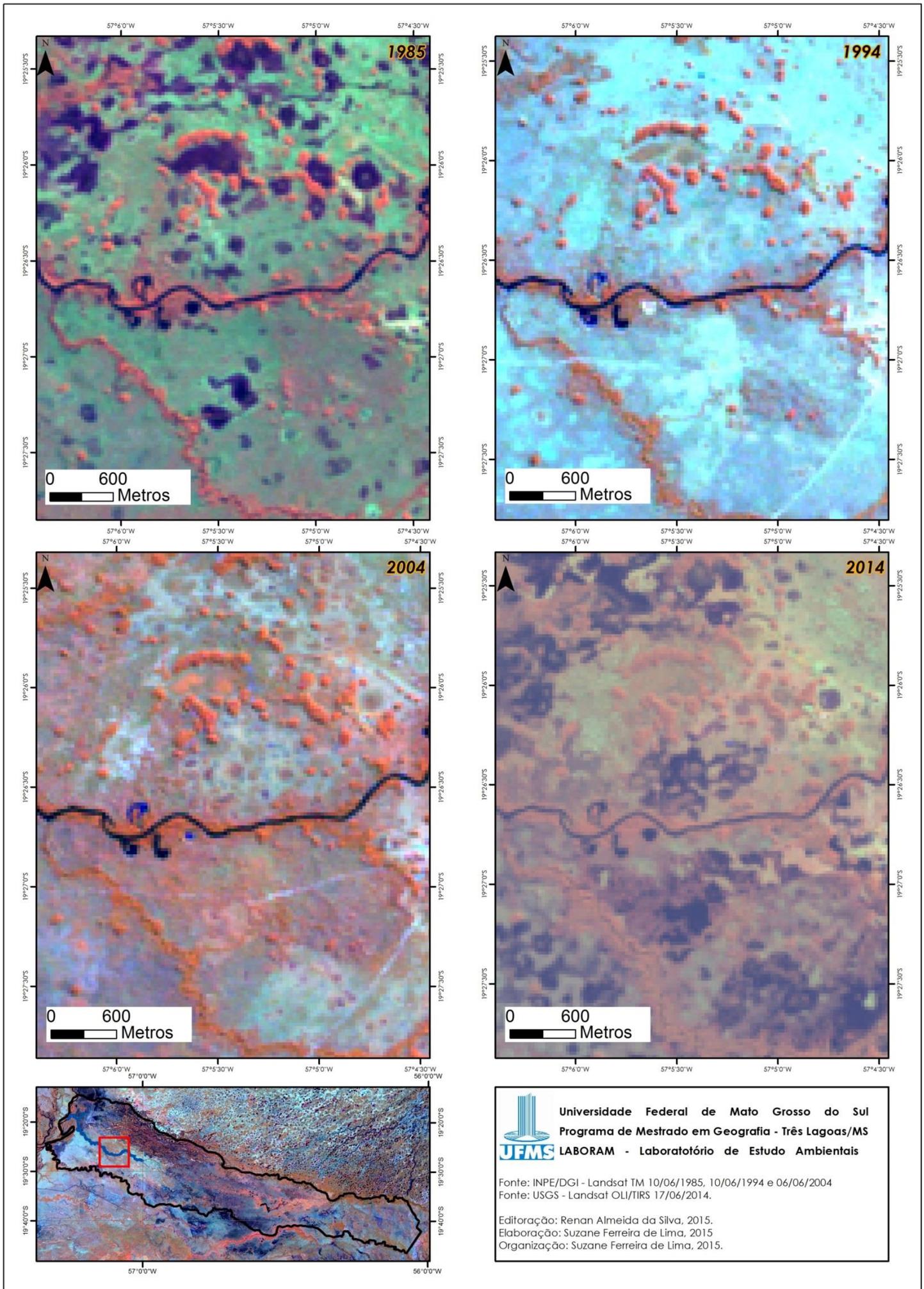
Além disso, no compartimento D no ano de 1985 observou-se uma contínua maior área ocupada pelo canal, não se ajustando ao polígono do ano de 2014. As variações de área ocupada por água nas margens variaram tanto na margem direita como na esquerda, desde a montante até a jusante.



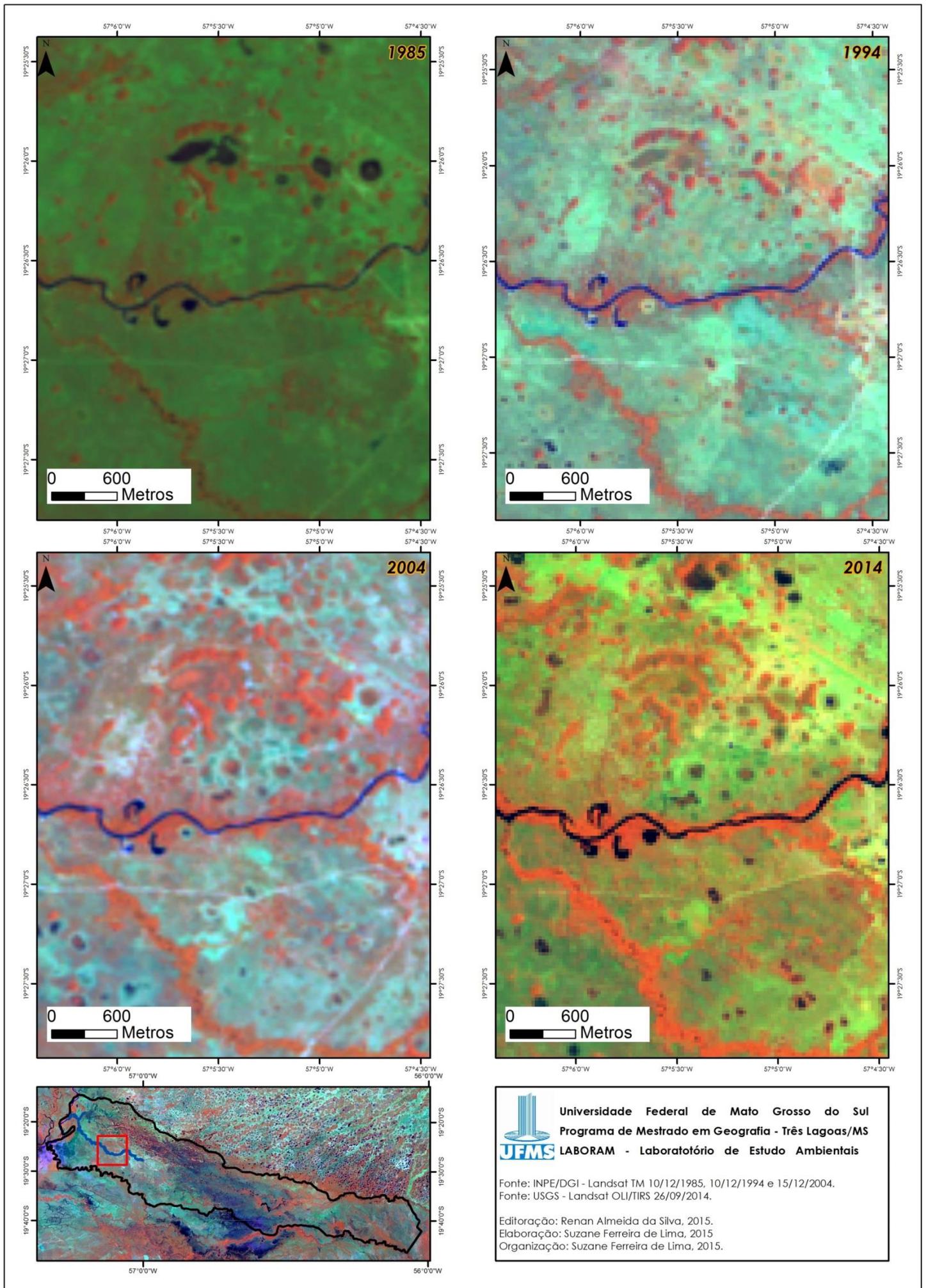
**Figura 23:** Compartimento D, rio Abobral.  
**Foto:** Suzane Ferreira de Lima (2014).



**Figura 24:** Compartimento D, rio Abobral.  
**Foto:** Suzane Ferreira de Lima (2014).



**Figura 25:** Compartimentação D, períodos de cheias dos anos de 1985, 1994, 2004 e 2014.



**Figura 26:** Compartimentação D, período seco dos anos de 1985, 1994, 2004 e 2014.

### 5.1.5. COMPARTIMENTO E – 1985 A 2014

A caracterização fisiográfica na área de estudo especificamente no compartimento E é caracterizado predominantemente pela formação geológica Pantanal (Qp). Em relação a geomorfologia predomina-se a unidade de inundação média (Aai2) na margem esquerda , já na margem direita encontra-se a unidade inundação forte (Aai3) e inundação média (Aai2). Sobre os aspectos pedológicos na margem direita do rio Abobral encontra-se os solos gleissolos (HGPe), neossolos (HAQd) e planossolos (PLe) e na margem esquerda predominam-se os solos gleissolos (HGPe) e planossolos (PLe). A vegetação na margem direita é caracterizada por savana parque (Sps) e gramíneo-lenhosa (Sgs) e na margem esquerda rio Abobral predomina-se savana gramíneo-lenhosa (Sgs) e savana estépica (ST). Seu comprimento longitudinal é de 17 km aproximadamente e sua altimetria varia de 89 e 96 metros.

O compartimento E, é considerado um dos maiores em extensão, a sinuosidade é alta, porém os meandros visualizados estão localizados na margem convexa, diferente dos demais compartimentos em que os meandros são encontrados em sua maioria na margem côncava do canal principal. Esse fato pode se dar pela ocorrência de que sentido à nascente (à jusante quando considerado todo o rio Abobral) o canal deixa de ser encaixado (conforme observações de campo), facilitando diferentes mudanças e possíveis espriamentos em épocas de cheias (Figura 27 e 28).

Os meandros do presente compartimento permanecem preenchidos por água durante os dois períodos analisados (junho e dezembro), já os paleo canais encontram-se secos em todos os períodos, de todos os anos.

O compartimento E é caracterizado por alta sinuosidade onde se encontram diversas variações com relação à área ocupada. As principais variações deram-se na margem esquerda do rio Abobral. Além disso, tal compartimento é caracterizado com a presença de meandrante com alto grau de sinuosidade, marcado em sua margem por paleo canais e aumento de meandros abandonados.



**Figura 27:** Compartimento E, rio Abobral.  
**Foto:** Suzane Ferreira de Lima (2014).



**Figura 28:** Compartimento E, rio Abobral.  
**Foto:** Suzane Ferreira de Lima (2014).

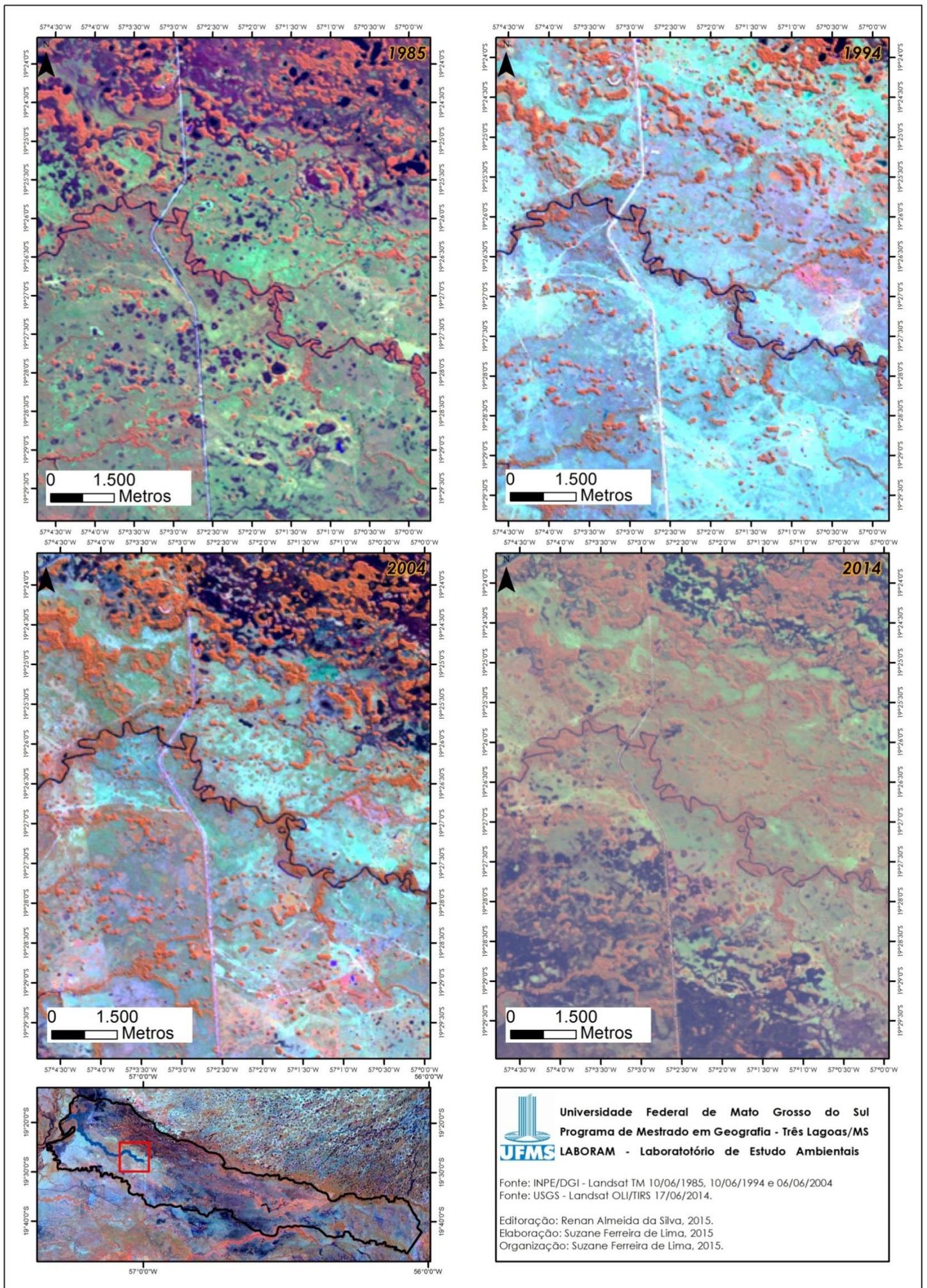
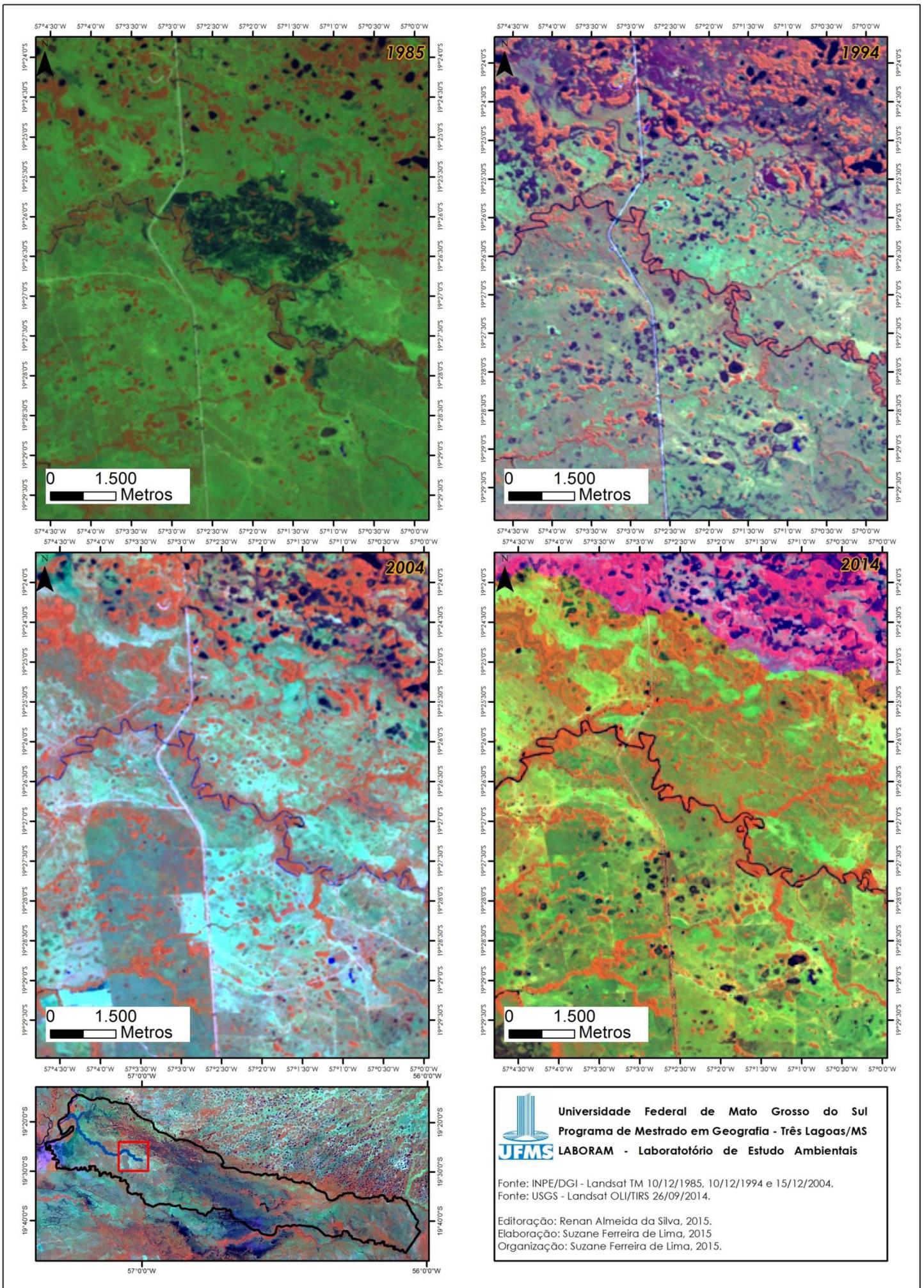


Figura 29: Compartimentação E, períodos de cheias dos anos de 1985, 1994, 2004 e 2014.



**Figura 30:** Compartimentação E, períodos de secas dos anos de 1985, 1994, 2004 e 2014.

# **CAPÍTULO 6**

## 6. CONSIDERAÇÃO FINAL

Com os resultados alcançados, considerou-se que nos anos de (1985) e no último (2014), que as medidas fluviométricas são parecidas em ambos os anos tanto no período cheio como seco, porém, por meio da interpretação e vetorização dos dados orbitais, notou-se pequenas diferenças de áreas ocupadas pela água, não apresentando mudanças na morfologia fluvial, no período de 29 anos. Além disso, o canal do rio Abobral apresenta diferentes graus de sinuosidade, em partes se aproxima de ser retilíneo, assim como no compartimento D, que se assemelha ao compartimento B. Porém, ocorre a predominância de uma morfologia meandrante nos demais compartimentos, onde também se observa a maior quantidade de meandros abandonados.

Deste modo, não foram encontradas modificações significativas na morfologia do rio Abobral, ou seja, poucas variações puderam ser detectadas como alterações de áreas ocupadas pela água em período de cheias. Mesmo a comparação de imagens com a maior diferença (1985 e 2014) não revelou nenhuma mudança no traçado do sistema fluvial. As formas mais notáveis foram observadas fora do canal fluvial, onde possivelmente em anos anteriores aos estudados poderia ser o canal principal e atualmente são ocupados por água em período de cheia, o qual foi caracterizado como meandros abandonados.

Além disso, é importante destacar que foi possível notar características (formas) como meandros abandonados que em períodos de cheias foram preenchidas pela água, servindo como indício de que o canal possivelmente em anos anteriores mudou de lugar, afirmando a hipótese de que o rio deposita sedimentos em seu leito resultando em mudanças associados à sazonalidade e a pouca declividades da área.

Contudo, a partir dos compartimentos analisados notou-se que em todo o canal do rio Abobral não ocorreram mudanças significativas. Porém, através do embasamento teórico é possível afirmar que as formas encontradas nas proximidades do canal principal são indícios de possíveis mudanças, as quais são derivadas de anos sob influência da sazonalidade local. Na região do Abobral, nesses 29 anos analisados intercaladamente através de imagens orbitais, observou-se cheias atípicas como no ano de 1985 e 2014, sendo

esses os fatores aceleradores de mudanças morfológicas encontradas nessa região de planície.

Em relação à metodologia utilizada como suporte geotecnológico baseado principalmente no sensoriamento remoto e geoprocessamento demonstrou-se sua eficácia, no qual, possibilitou a organização de um banco de dados geográfico com o armazenamento e processamento da série histórica dos dados orbitais Landsat, porém, houveram dificuldades devido ao uso de imagens orbitais disponíveis em um período de 29 anos, sendo que as mesmas exibem a resolução de 30 metros, não sendo suficiente para analisar todo o canal do rio Abobral, já que o mesmo varia em sua largura entre 15 e 91 metros.

Outro aspecto importante esta relacionado aos meandros, pois, pode-se assegurar que os mesmos encontrados no rio Abobral são resultado da erosão que ocorreu no passado em sua margem côncava, depositando na curva convexa seguinte, como resultado da contínua erosão do banco côncavo e sedimentação do banco convexo, mantendo o canal em continua migração lateral desenvolvendo sua deposição por acréscimo lateral (SUGUIU, 1990).

Sobre as dificuldades encontradas neste trabalho é importante destacar que as mudanças morfológicas do rio Abobral baseada somente em análise de imagens orbitais com disponibilidade de um período de 29 anos, não foi suficiente para observar as mudanças morfológicas em processo de desenvolvimento. Porém, análises abordadas em pesquisas já realizadas por diversos autores serviram de embasamento para o entendimento dos resultados obtidos na presente pesquisa.

Além disso, notaram-se dificuldades na compartimentação, já que o polígono do canal é interrompido em uma parte do alto curso devido às dificuldades de visualização do mesmo. Isso ocorre porque as imagens orbitais disponíveis para uso de análise e observação tem uma resolução espectral de 30 metros, sendo que em algumas áreas próximas da possível nascente do rio Abobral o canal chega a variar suas larguras entre 7 a 16 metros em períodos considerados cheios, diminuindo ainda mais no período seco. Porém a dificuldade em relação à visibilidade do canal nos dados orbitais foi quase que totalmente sanada nas atividades técnico-científicas de campo.

Pelos aspectos apresentados é importante destacar que para uma análise detalhada com relação à morfologia do canal é necessário aplicações de diferentes metodologias, utilizando análises sedimentológicas e datação. Para análise minuciosa acerca do tema abordado seria necessário um período maior que trinta anos a ser estudado.

Através da datação torna-se possível obter dados relacionados aos anos em que formaram os depósitos de sedimentos, os quais ocasionaram abandono de canais e possíveis meandros abandonados, permitindo também desvendar os processos de formação do rio Abobral, o qual é uma incógnita, pois não exibe uma nascente passível de ser delimitada.

Além disso, torna-se necessário para detalhamento da pesquisa e busca por visualização das mudanças morfológicas uma análise através da aplicação de diferentes metodologias, pois no presente trabalho não se alcançou respostas significativas utilizando os sensores remotos.

Por fim, entende-se que através das análises realizadas no presente trabalho, torna-se possível à continuidade de pesquisas relacionadas à geomorfologia do canal do rio Abobral, buscando melhor entendimento da dinâmica da área.

## BIBLIOGRAFIA

ABDON, M. & SILVA, J. S. V. **Fisionomias da Vegetação nas sub-regiões do Pantanal brasileiro**. São José dos Campos, INPE, CD-ROM. 2006.

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

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). 2004. **Implementação de Práticas de Gerenciamento Integrado de Bacia Hidrográfica para o Pantanal e Bacia do Alto Paraguai: Programa de Ações Estratégicas para o Gerenciamento Integrado do Pantanal e Bacia do Alto Paraguai**. Brasília, ANA/GEF/PNUMA/OEA, Relatório Final.

ALLEM, A. C., VALLS, J. F. M. **Recursos forrageiros nativos do Pantanal Mato-Grossense**. Brasília, DF: EMBRAPA-CENARGEN, 1987. 339 p. (EMBRAPA-CENARGEN. Documentos, 8)

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

ALMEIDA, F. F. M de. Provincia Tocantins. Setor Sudoeste. *In.* : ALMEIDA, F. F. M. de & HASUI, Y. **O pré Cambriano do Brasil**. São Paulo: Edgard Blucher, 1984. P. 265-281.

ALVARENGA, S. M; BRASIL, Antonia Eloísa; DEL'ARCO, Diana Melo. Geomorfologia. *In.* Projeto RADAMBRASIL. **Levantamento de recursos naturais**. Folha SF 21 Campo Grande: Rio de Janeiro, 1982.

ALVARENGA, S. M; BRASIL, A. E; PINHEIRO, R; KUX, H. J. H. **Estudo geomorfológico aplicado à Bacia do Alto Paraguai e Pantanaís Mato-grossense**. Projeto RADAMBRASIL. Boletim Técnico. Série Geomorfologia, 1984.

ALVARENGA, C. J. D de. **Phénomènèssédimentaires, structurauxetcirculation de fluidesdeveloppes a latransitionchaine-craton. Exemple de lachaine Paraguai d'age protérorozoiquesupérieur, Mato Grosso, Brésil**. 1990. 177p. Tese (Doutorado) - Universithé d'Aix-Marseille II, Faculte desSciencsetTechniques de ST-JEROME, France, 1990. 177p.

ASSINE, M. 2003. **Sedimentação na Bacia do Pantanal Matogrossense, Centro-Oeste Brasil**. UNESP, Tese de Livre Docência, Rio Claro, SP.

ASSINE, M. L. & SILVA, A. 2009. **Contrasting fluvial styles of the Paraguay River in the northwestern border of Pantanal wetland, Brazil**. *Geomorphology*, **113**, 189-199.

BACANI, V. M. **Sensoriamento remoto aplicado à análise evolutiva do uso e ocupação do solo no Pantanal da Nhecolândia (MS): o exemplo da Fazenda Firme**. Dissertação (mestrado), UFMS/CPAQ, Aquidauana, 2007. CHRISTOFOLETTI, Antonio. Modelagem de sistemas ambientais. 1 ed. São Paulo: Edgar Blucher, 1999.

BACANI, V. M. **Geotecnologias aplicadas ao ordenamento físico-territorial da bacia do alto rio Coxim, MS**. 2010. 222 f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

BELTRAME, A. da V. **Diagnostico do meio físico de bacias hidrográficas: modelo e aplicação**. Florianópolis: Ed. da UFSC, 1994.

BRASIL. Ministério das Minas e Energia. 1982. Folha SE.21 Cuiabá e parte da Folha SE.20: **geologia, geomorfologia, vegetação e uso potencial da terra**. Projeto RADAMBRASIL. Rio de Janeiro. Projeto Folha SD 21 - Cuiabá. (Levantamentos dos recursos naturais, 27), p. 448.

CÂMARA, G; MONTEIRO. V. M. A. **Conceitos Básicos em Ciência da Geoinformação**. 1 ed. São José dos Campos. INPE. 2001.

CARVALHO, N. O. **Hidrossedimentologia Prática**. Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais CPRM/ Centrais Elétricas Brasileiras – ELETROBRÁS. 2. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2008.

CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de sistemas ambientais**. 1 ed. São Paulo: Edgar Blucher, 1999.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. 2º edição. São Paulo: Edgard Blucher, 1980. 188p.

CREPANI, E. e SANTOS A. R. dos. EROSION of the Upper Taquari Basin and the sediment accumulation in the Pantanal Mato-Grossense. In: **International Symposium of Resource and Environmental Monitoring**. Rio de Janeiro, sept. 26-30, 1994. Proceedings, Rio de Janeiro, ISPRS, 1994, pp 105-110.

CUNHA, N. G; POTT, A; GONÇALVES, A. R. **Solos Calcimórficos da sub-região do Abobral, Pantanal Mato-Grossense**. EMBRAPA - PANTANAL 1985. 11p.

CUNHA, S. B da. Geomorfologia Fluvial. In: CUNHA, S. B. da & GUERRA, A. J. T (Org.). **Geomorfologia: exercícios, técnicas e aplicações**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996. 309p.

DEL'ARCO, J.O. et al. Geologia. In.: Brasil. Ministério das Minas e Energia. Departamento Nacional de Produção Mineral. Projeto Radambrasil. Folha SE.21 – Corumbá e parte da folha SE.20. Rio de Janeiro: MME. P.25-160. (Levantamento de Recursos Minerais, 27), 1982.

DURY, G. H. (organizador), **Essays in Geomorphology**(1966). Heinemann Educational Books, Londres, Inglaterra.

EMBRAPA. Centro de Pesquisa Agropecuária do Pantanal (Corumbá, MS) **Plano de Utilização da Fazenda Nhumirim**, Corumbá: EMBRAPA-CPAP, 1997, 72p.

EMBRAPA. Centro Nacional e Pesquisa em Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: Embrapa-SPI; Rio de Janeiro: Embrapa-Solos, 2006. 306 p.

FERNANDES, F. A.; FERNANDES, A. H. B. M.; SOARES, M. T. S; PELLEGRIN, L. A.; LIMA, I. B. T. de. **Atualização do mapa de solos da planície pantaneira para o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**.

Corumbá: Embrapa Pantanal, 2007. 6 p. (Embrapa Pantanal. Comunicado Técnico, 61). Disponível em: <[http://www.cpap.embrapa.br/publicacoes/download.php?arq\\_pdf=COT61](http://www.cpap.embrapa.br/publicacoes/download.php?arq_pdf=COT61)>. Acesso em: 25 agosto. 2014.

FERREIRA, C. C. **Geotecnologias aplicada a criação e organização de banco de dados geoambientais da bacia hidrográfica do Rio Sucuriú – MS/BR.** (Dissertação de mestrado) Universidade Federal de Mato Grosso do Sul/ UFMS, Três Lagoas, 2011.

FIGUEIREDO, A.J. de A.; OLIVATTI, O. **Projeto Alto Guaporé. Relatório Final Integrado.** Goiânia: DNPM / CPRM. v.11. (Relatório do Arquivo Técnico da DGM, 2323). 1974. FITZ, P. R. **Geoprocessamento sem complicações.** São Paulo: Oficina de textos, 2002.

FITZ, P. R. (2008) **Geoprocessamento sem complicação.** Oficina de Textos. São Paulo-SP.

FRANCO, M. do S. M. & PINHEIRO, R. **Geomorfologia.** In: Brasil. Ministério da Minas e Energia. Secretaria geral Projeto RADAMBRASIL. Folha SE. 21 Corumbá e parte da Folha SE. 20. Volume 27. Rio de Janeiro, 1982: 1661-224p.

FLORENZANO, T. G. **Geotecnologias na Geografia aplicada: difusão e acesso.** DOI: 10.7154/RDG. 2005.0017. 0002. RDG Revista do Departamento de Geografia-USP, v. 17, p. 24-29, 2011.

FLORENZANO, T. G. **Imagens de Satélite para Estudos Ambientais.** São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

FLORENZANO, T. G. **Iniciação em sensoriamento remoto /** Teresa Gallotti Florenzano. –3. ed.ampl. e atual. – São Paulo: Oficina de Textos, 2011.

GRADELLA, dos S. F. **Aspectos da Dinâmica Hidroclimática da Lagoa Salina do Meio na Fazenda Nhumirim e seu entorno, Pantanal da Nhecolândia, MS - Brasil.** Dissertação (mestrado), UFMS/CPAQ, Aquidauana, 2008.

GALDINO, S; CLARKE, R. T. **Probabilidade de ocorrências de cheias no rio Paraguai, em Ladário, MS – Pantanal.** Corumbá; Embrapa – CPAP, 1997, 58p. (Embrapa – Circular Técnica, 23.

HUETE, A. R.; JACKSON, R .D. & POST, D. F. **Spectral response of a plantcanopywithdifferentsoil background.** Remote SensingofEnvironment, v. 17, p. 37-53, 1985. NASA. Landsat8. Disponível em:[http://www.nasa.gov/mission\\_pages/landsat/spacecraft/index.html#.UieDrzY3s0M](http://www.nasa.gov/mission_pages/landsat/spacecraft/index.html#.UieDrzY3s0M) Acesso em: 04 ago 2014.

HAMILTON, S.K.; SIPPEL, S.J. & MELACK, J.M. 1996. **Inundationpatterns in the Pantanal wetlandof South Americadeterminedfrom passive microwaveremotesensing.** Arch. Hydrobiol. 137:1-23.

HUETE, A.R.; JUSTICE, C. & LIU, H. **Developmentofvegetationandsoilindices for MODIS-EOS.** Remote SensingofEnvironment, v. 49, p.224-234, 1994. INPE. INPE – DGI: português. Disponível em: <<http://www.dgi.inpe.br/index.php>> Acesso em: 16 jul 2014.

KUERTEN, S. **Evolução Geomorfológica e Mudanças Ambientais no Megaleque do Nabileque, Quaternário do Pantanal Mato-Grossense.** 2010; 178f. Tese (Doutorado em Geociências) - Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

KUERTEN, S., PAROLIN, M., ASSINE, M. L. 2009b. **Espículas de esponjas como indicadores de mudanças ambientais no Holoceno de Planície aluvial do Nabileque, Pantanal Mato-Grossense.** In: UNG, Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Paleontologia, PALEO SP, Guarulhos, 63, *Anais*, p. 37.

LEIGHLEY, J. B., **Turbulence and the transportation of rock debris by streams,** *Geographical review* (1934), 24, pp. 453-464.

LATRUBESSE, E.; STEVAUX, J.C. e SINHA, R. **Tropical Rivers. Geomorphology,** 70, 187-206, 2005.

LILLESAND, T. M.; KIEFER, R. W.; CHIPMAN, J. W. **Remote Sensing and image interpretation.** New York: John Wiley & Sons, 2004.

LOLLO, J. A.; ZUQUETTE, L. V. **A técnica de avaliação do terreno e suas possibilidades de aplicação no mapeamento geotécnico: exemplo de um sistema de terreno identificado na região de São Carlos (SP).** *Geociências*, São Paulo, v. 15, n. 1, p 147-161, janeiro/junho. 1996.

LOUREIRO, R.L. et al. **Vegetação. As regiões fitoecológicas, sua natureza e seus recursos econômicos.** Folha SE-21-Corumbá e Folha SE-20, Rio de Janeiro, 1982. p.329-72.

LUCHIARI, A. **Identificação da cobertura vegetal em áreas urbanas por meio de produtos de sensoriamento remoto e de sistema de informação geográfica.** *Revista do Departamento de Geografia*, v.14, p.47-58, 2001.

LUCHIARI, A.; **Obtenção de índices de qualidade ambiental urbana por meio de imagens orbitais de alta resolução e de dados de setores censitários, e análise das transformações no uso da terra em Santana do Parnaíba.**; Projeto temático financiado pela Fapesp, sob coordenação do prof. Dr. Ailton Luchiari – FFLCH/USP, 2008.

MCFEETERS S.K. (1996). **The use of the Normalized Difference Water Index (NDWI) in the delineation of open water features.** *International Journal of Remote Sensing*. 17(7):1425-1432.

National Aeronautics and Space Administration (NASA). **Landsat Data Continuity Mission: Continuously Observing Your World.** 2013. Disponível em: <[http://ldcm.gsfc.nasa.gov/mission\\_details.html](http://ldcm.gsfc.nasa.gov/mission_details.html)>. Acesso em: 24 jul 2014.

NOVO, E. M. A. de M. **Sensoriamento Remoto: princípios e aplicações.** 3ª edição. São Paulo: Blucher, 2008. 318p.

ORIOLO, Á. L.; AMARAL FILHO, Z, P. do; OLIVEIRA, A, B. de. **Pedologia: Levantamento exploratório de solos.** In: Projeto RADAMBRASIL. Levantamento de recursos naturais. Folha SE 21 Corumbá e parte da Folha SE 20: Rio de Janeiro, 1982.

PCBAP, 1997; **Plano de Conservação da Bacia do Alto Paraguai (Pantanal) 1997.** Diagnóstico dos Meios Físico e Biótico. Ministério do meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal. (in Portuguese).

PADOVANI, C. R.; PADOVANI, S.L. A.G.; BRANDAO, M.F. **Metodologia de georreferenciamento e interpretação de imagens Landsat TM para aplicação em**

**estudos ambientais no Pantanal brasileiro.** In: SIMPOSIO LATINOAMERICANO DE PERCEPCION REMOTA Y SISTEMAS DE INFORMACION ESPACIAL, 10., 2002, Cochabamba, Bolivia. Anais... Cochabamba: Universidade Maior de San Simon: Clas, 2002. CD-ROM.

PARANHOS FILHO, A. C.; LASTORIA, G. & TORRES, T. G. **Sensoriamento Remoto Ambiental Aplicado: Introdução as Geotecnologias.** Campo Grande, MS: Editora UFMS, 2008.

PARANHOS FILHO, A. C. **Análise Geo-Ambiental Multitemporal: O estudo de caso da região de Coxim e da Bacia do Taquarizinho** (MS – Brasil), 2000, 204f. Tese (Doutorado em Geologia) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

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.** (Especialização). UFMS/CPTL, Três Lagoas, 2003.

REZENDE, A. B., FERNANDES, R. S., STEVAUX, J. C., PAROLIN, M. 2009. **Paleoambientes da Lagoa Fazenda (São Tomé - PR) com base em Espículas Silicosas de Esponjas Continentais.** *Boletim da Sociedade Brasileira de Paleontologia*, **62**: 6.

RIZZINI, C.T. **Fitogeografia do Brasil, aspectos ecológicos e florísticos.** São Paulo, HUCITEC, 1979. v.2. RIZZINI, C.T. & HERINGER, E.P. Preliminares a cerca das formações vegetais e de reflorestamento no Brasil Central. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura, 1962.

ROSA, R. (2003) **Introdução ao Sensoriamento Remoto.** Uberlândia, EDUFU. 5. ed. 109p.

ROSA, R. **Geotecnologias na geografia aplicada.** Revista do Departamento de Geografia. São Paulo. v.16. p. 81-90, 2005.

ROSS, J. L. S.; SANTOS, L. M. D. **Geomorfologia.** In: Brasil (ed.) Ministério da Minas e Energia. Departamento Nacional de Produção Mineral. Projeto RadamBrasil. Folha SD.21. Rio de Janeiro: MME, 26, 193 - 256. 1982.

ROSS, J. L. S. **O Registro Cartográfico dos Fatos Geomórficos e a Questão da Taxonomia do Relevo.** Revista do Departamento de Geografia, São Paulo, n. 8, p. 63-74, 1992.

ROSS, J. L. S. **Análise Empírica da Fragilidade dos Ambientes Naturais e Antropizados.** Revista do Departamento de Geografia. n.8, p.63-74, 1994.

SAKAMOTO, A Y. **Dinâmica Hídrica em uma lagoa salina e seu entorno no Pantanal da Nhecolândia: contribuição ao estudo das relações entre o meio físico e a ocupação, Fazenda São Miguel do Firme, MS.** Faculdade de Filosofia, Letras e Ciência Humanas/USP São Paulo, 1997. (Tese de doutoramento).

SILVA, A. L. G; FRANCISCO, C. N. **Descrições dos Principais Sistemas Sensores Orbitais em Operação.** Universidade Federal Fluminense. 2002.

SILVA, M. D. **Relatório Final de Pesquisa.** Cuiabá: Mineração Manati S/A, 1990.

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

SILVA, L. F. da; BARBOSA, E. H. B.; NOGUEIRA, B. de M; BACANI, V. M. **Análise do desempenho de classificadores semi-automáticos na detecção de mudanças do uso da terra e cobertura vegetal nos municípios de Aquidauana e Anastácio-MS.** In: XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2011, Curitiba. São José dos Campos, SP: MCT/INPE, 2011. p. 6666-6673.

SILVA, J. X.; ZAIDAN, R. T. (2011). **Geoprocessamento e Meio Ambiente.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil

SILVA, A., ASSINE, M. L., ZANI, H., SOUZA FILHO, E. E., ARAÚJO, B. C. 2007. **Compartimentação geomorfológica do rio Paraguai na borda norte do Pantanal Mato-grossense, região de Cáceres - MT.** *Revista Brasileira de Cartografia*, **59**:73-81.

SUGUIO, K.; BIGARELLA, J. J. **Ambientes fluviais.** 2. ed. Florianópolis: Ed.UFSC/UFPR, 1990. 183 p.

TARIFA, J. R. **O sistema climático do Pantanal:** da compreensão do sistema a definição de prioridades de pesquisa climatológica. In. Anais do I Simpósio Sobre **Recursos Naturais e Sócio - Econômicos do Pantanal.** Corumbá, 1984. EMBRAPA/UFMS: Brasília, 1986.

TRICART, J. El Pantanal: **em ejemplodel impacto geomorfologico sobre el ambiente.** *Informaciones Geográficas*, 29, 81-97,1982.

TRICART, J.; PAGNEY, P.; FRECAUT, R. (1984) – **Le Pantanal (Brésil) etudeécogéographique.** *TravauxetDocuments de GéographieTropicale.* CEGET, n. 52, p. 1 – 92.

UNESCO. *Convenção para a protecção do Património Mundial, Cultural e Natural.* Paris: *United Nations Educational, Scientific and Cultural Organisation.* 1972.

VALERIANO, M. de M. **Modelo Digital de Elevação com dados SRTM disponíveis para América do Sul.** 1 ed. São José dos Campos. INPE. 2004.

VANONI, V. A. **Factoresdeterminingbedformsof aluvial streams.** *JournalofHydraulicsDivision, ASCE*, 100(3): 363-377, 1974.

VEDOVELLO, R. **Zoneamento geotécnico, por sensoriamento remoto, para estudos de planejamento do meio-físico – aplicação em expansão urbana.** 1993. 90 f. Dissertação (Mestrado) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 1993.

VEDOVELLO, R. **Zoneamentos Geotécnicos Aplicados à Gestão Ambiental, a Partir de Unidades Básicas de Compartimentação – UBCs.** 2001. 154 f. Tese (Doutorado), Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2000.

VENTURI, L. A. B. (Org.) **Praticando a geografia:** técnicas de campo e laboratório e geografia e análise ambiental. São Paulo: Oficina de Textos, 2009.

XAVIER DA SILVA, J. **Geoprocessamento para Análise Ambiental.** Rio de Janeiro: Editora Bertrand, 2001. 228 p.