

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
CÂMPUS DE TRÊS LAGOAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO  
MESTRADO EM GEOGRAFIA**

**CARACTERIZAÇÃO DA SITUAÇÃO DAS ÁREAS DE RISCO A INUNDAÇÃO E  
ALAGAMENTO NO ENTORNO DO DIQUE DA CIDADE DE PORTO MURTINHO –  
MS**

**RODRIGO PEREIRA DA SILVA**

**TRÊS LAGOAS**

**2015**

**RODRIGO PEREIRA DA SILVA**

**CARACTERIZAÇÃO DA SITUAÇÃO DAS ÁREAS DE RISCO A INUNDAÇÃO E  
ALAGAMENTO NO ENTORNO DO DIQUE DA CIDADE DE PORTO MURTINHO –  
MS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação – Mestrado em Geografia/CPTL/UFMS – Área de Concentração Análise Geoambiental e Produção do Território, como exigência final para obtenção do Título de Mestre em Geografia, sob orientação do Prof. Dr. Wallace de Oliveira.

**TRÊS LAGOAS**

**2015**

## FOLHA DE AVALIAÇÃO

RODRIGO PEREIRA DA SILVA

CARACTERIZAÇÃO DA SITUAÇÃO DAS ÁREAS DE RISCO A INUNDAÇÕES E ALAGAMENTOS NO ENTORNO DO DIQUE DA CIDADE DE PORTO MURTINHO-MS.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação – Mestrado em Geografia/CPTL/UFMS – Área de Concentração Análise Geoambiental e Produção do Território, como exigência final para obtenção do Título de Mestre em Geografia, sob orientação do Prof. Dr. Wallace de Oliveira.

Aprovado em: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_.

### Banca Examinadora

Prof. Dr. Wallace de Oliveira

Instituição: Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

Assinatura:\_\_\_\_\_.

Prof. Dr. Arnaldo Yoso Sakamoto

Instituição: Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

Assinatura:\_\_\_\_\_.

Prof. Dr. Ana Gabriela Bueno Melo de Carvalho

Instituição:

Assinatura:\_\_\_\_\_.

**A minha família, Jaelson (pai), Benedita (mãe), irmão (Rafael), cunhada Priscila, minha grande esposa (Ana Paula) e meu sobrinho Enzo. Agradeço a vocês por terem me apoiado durante essa jornada nada fácil e cheia de tortuosas situações, mas incentivaram durante todo o processo de estudos e formação. Dedico esta dissertação.**

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus por me dar sabedoria e proteção e a todos que direta ou indiretamente contribuíram nesta etapa científica alcançada, em especial:

Ao Prof. Wallace de Oliveira, pela orientação, amizade e companheirismo, por incentivar a leitura e a busca por novos conhecimentos científicos no campo da Geografia Física e Humana, serei sempre grato;

Ao Prof. Dr. Arnaldo Yoso Sakamoto, pela amizade e apoio intelectual, por me ensinar durante a graduação sobre os conhecimentos de análise e planejamento geoambiental dos ambientes, sempre serei agradecido;

Aos professores Dr. Vitor Matheus Bacani, Dr. Aginaldo Silva, Dr. Amildo Pott e as professoras Dr. Luiza Luciana Salvi e Dr. Edma Aranha que contribuíram com seus conhecimentos técnico-científicos e ajudaram-se enriquecer esta dissertação;

A professora Dr. Ana Gabriela pela contribuição no Exame de Qualificação, cujas sugestões foram importantes para corrigir as incoerências textuais;

Ao Laboratório de Sensoriamento Remoto (La-Ser), onde passei bons momentos e fiz grandes amizades, utilizando de suas tecnologias e material bibliográfico, obrigado;

Ao laboratório de Estudos Ambientais (LABORAM) pelo espaço e convivência, grato;

A Prefeitura Municipal de Porto Murtinho, onde sou funcionário público concursado e me cedeu afastamento com ônus, agradecendo ao Prefeito Heitor Miranda dos Santos, a Primeira Dama Miryan Conceição Silvestre dos Santos e o Secretário de Governo André Luiz de Matos, agradeço pela confiança e amizade;

Aos amigos e companheiros Hermiliano Deco e Cezar Cardoso Ferreira, mestres, pelo apoio e ensinamento sobre as geotecnologias e por oferecerem moradia e muitos momentos de descontração, agradeço por tudo e lembrarei desses momentos por toda a vida;

Aos amigos de sala e laboratório Polar, Suzane, Thiago, Aline, Ana Flávia, Edevaldo, Elias, e demais colegas por todos os momentos que passamos juntos, na alegria e tristeza, no laboratório e nas reuniões na casa do Saka, agradeço de coração a vocês;

Ao meu grande amigo Gustavo, pelo apoio e parceria nos momentos de seriedade e estudos sobre o ArcGis e, também, naqueles de descontração, o meu muito obrigado;

Aos amigos Rafael e Angélica, um casal que admiro muito e torço para serem felizes juntos, tanto amorosamente quanto profissionalmente, agradeço por todo conhecimento repassado para mim;

## **Epígrafe**

**“Só sei que nada sei, e o fato de saber isso, me coloca em vantagem sobre aqueles que acham que sabem alguma coisa.” (Sócrates)**

## RESUMO

As inundações e os alagamentos são processos hidrológicos naturais e ocorrem nas proximidades dos cursos de rios como parte da funcionalidade da natureza, para manter o equilíbrio do ecossistema (RECKZIEGAL; ROBAINA, 2007). Entretanto, cada vez mais essas áreas são ocupadas pelos seres humanos e causam consideráveis desequilíbrios. Por isso, devido à ação antrópica, os alagamentos podem ter ou não relação com os processos de armazenamento fluvial. Diante disso o objetivo desse trabalho é mapear, identificar e caracterizar as áreas sujeitas a inundação e alagamento no entorno do dique construído ao redor da cidade de Porto Murtinho – MS. A metodologia utilizada foram o referencial de análise da paisagem de Cullen (1983) e o índice de umidade (NDWI) de Gao (1996) e Cardozo et al (2009), para se caracterizar as unidades da paisagem das áreas alagáveis e inundáveis visando diferenciar os possíveis riscos de danos socioambientais. Assim foi elaborada uma tabela localizando e interpretando os cenários de risco e potenciais de risco com relação à vulnerabilidade dessas áreas aos processos hidrológicos de alagamento e inundações. Portanto este trabalho contribuirá para o planejamento e a gestão em áreas de bacias compartilhadas que possuam as mesmas características hidrográficas dentro da planície de inundação.

**Palavras – chaves:** Alagamento, Inundação, Índice de Umidade (NDWI), Planície de Inundação, Danos Socioambientais.

## **ABSTRACT**

The inundation and flooding are natural hydrological processes and occur in the of river courses as part of nature functionality, in order to keep the balance of the ecosystem (RECKZIEGAL; ROBAINA, 2007). However, these áreas are increasingly occupied by humans causing considerable imbalances, therefore, due to human action, the flooding in the dikes built around the city of Porto Murinho – MS. The methodology of this dissertation was based on Cullen's analysis of the landscape (1983) and humidity index (NDWI) from Gao (1996) and Cardozo et al (2009), to characterize the landscape units of wetlands and floodplains in order to differentiate the potential for environmental damage. This way was created a chart locating and interpreting risk scenarios and potential risks related to the vulnerability of these áreas to the hydrological processes of inundation and flooding. Therefore, this dissertation will contribute to the planning and management in áreas of shared basins that have the same hydrological characteristics within the floodplain.

**Keywords:** Inundation, Flooding, Humidity Index (NDWI), Floodplains, Environmental Damage.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Localização da cidade de Porto Murtinho – MS.....	20
Figura 2: Recorte espacial da área de estudo.....	21
Figura 3: Perfil Esquemático do Processo de Enchente e Inundação.....	36
Figura 4: Esquema sobre a planície de inundação.....	43
Figura 5: Obtenção de Imagem da Superfície Terrestre por meio de Sensoriamento Remoto.....	51
Figura 6: Faixa Espectral Eletromagnética do funcionamento espectral dos sensores.....	52
Figura 7: Fluxograma dos procedimentos metodológicos.....	64
Figura 8: Cidade de Iona a 7 km do núcleo urbano de Porto Murtinho – MS.....	68
Figura 9: Casa de Bombas e Comportas contra Enchentes sobre o dique ao redor de Porto Murtinho – MS.....	70
Figura 10: Cidade antes da construção do dique.....	71
Figura 11: Planta Inicial dos contornos do dique de proteção contra inundações em 1980.....	72
Figura 12: Mapa das áreas alagáveis e inundáveis antes da construção do dique.....	75
Figura 13: Mapa do Índice de umidade (NDWI) do período chuvoso.....	78
Figura 14: Mapa do Índice de umidade (NDWI) do período de seca.....	79
Figura 15: Áreas sujeitas a alagamentos e inundações.....	82
Figura 16: Localização das situações de risco a desastre natural: Alagamentos (1) e Inundações (2).....	84
Figura 17: Bairros mais afetados pelos alagamentos na malha urbana murtinhense.....	86
Figura 18: Esgoto residencial em canal de drenagem.....	88
Figura 19: Casa invadida por alagamento na Cohab.....	90
Figura 20: Pessoas indo embora de suas casas.....	90
Figura 21: Entulhos.....	94
Figura 22: Casa com resto de material.....	94
Figura 23: Limite entre lixão e as casas.....	94

Figura 24: Lixo, Residência e esgoto na rua.....	94
Figura 25: Cozinha Insalubre .....	95
Figura 26: Criança entre Entulhos.....	95
Figura 27: Inundação no lixão municipal e o rio Amonguija ao fundo.....	95
Figura 28: Localização da situação 2 (Ocupações urbanas e lixão sobre área de inundação).....	97
Figura 29: Feições paisagísticas com relação ao comportamento espectral do índice de umidade da situação 2.....	99
Figura 30: Criação de animais domésticos.....	100
Figura 31: Uso de rejeitos na alimentação.....	100
Figura 32: Fixação de habitações temporárias ou permanentes.....	100
Figura 33: Catação de entulhos .....	101
Figura 34: Vista aérea do lixão municipal de Porto Murtinho – MS com chorume empoçado.....	102
Figura 35: Chorume empoçado no lixão municipal de Porto Murinho - MS.....	103
Figura 36: Esgoto residencial próximo a canal hídrico.....	105
Figura 37: Esgoto ao lado das casas.....	105
Figura 38: Erosão intensificada por chuva.....	107
Figura 39: Transporte de sedimentos e resíduo doméstico até o rio Amonguija.....	107
Figura 40: Assoreamento do rio Amonguija.....	107
Figura 41: Espacialidade das áreas alagáveis e inundáveis no entorno do dique (parte interna e externa).....	109

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Quantidade de danos humanos por tipo de evento de Desastre Natural..	33
Tabela 2: Tipos de eventos nos municípios que tiveram entre 9 e 13 ocorrências em Mato Grosso do Sul no período de 1991 a 2012.....	34
Tabela 3: Danos Humanos causados pelos desastres de inundação e alagamento no Estado de Mato Grosso do Sul, entre 1991 a 2012.....	39
Tabela 4: Total de pessoas atingidas pelos alagamentos em 2013 e 2014 na cidade de Porto Murtinho –MS.....	90
Tabela 5: Interpretação das unidades da paisagem das áreas alagáveis e inundáveis.....	111

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Tipos de Impactos Ambientais e suas respectivas características.....	26
Quadro 2: Características e Aplicações das bandas espectrais das imagens Landsat 5 e 7 TM.....	53
Quadro 3: Características e Aplicações das bandas espectrais das imagens Landsat 8 ETM.....	54
Quadro 4: Enquadramento de alguns locais da situação 2 na Lei 12.305.....	100
Quadro 5: Tipos de Uso e Ocupação do Lixão Municipal em desacordo com a Lei 12.305/2010.....	107

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Os Desastres Naturais mais comuns em Mato Grosso do Sul entre 1991 e 2012.....	34
Gráfico 2: Principais ocorrências de enchentes na cidade de Porto Murtinho –MS, entre os anos de 1975 a 2014.....	67

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	16
2. OBJETIVO GERAL.....	19
2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	19
3. ÁREA DE ESTUDO.....	20
3.1 HISTÓRICO DA FORMAÇÃO URBANA DE PORTO MURTINHO – MS.....	22
4. REFERENCIAL TEÓRICO.....	25
4.1 O meio ambiente e os impactos ambientais: conceitos e discussões.....	25
4.2 Desastres Naturais.....	28
4.2.1 Panorama Brasileiro sobre Desastres Naturais.....	30
4.2.2 Desastres Naturais no estado de Mato Grosso do Sul.....	33
4.3 Enchentes, Inundações e Alagamentos.....	36
4.3.1 Inundação e Alagamento no estado de Mato Grosso do Sul.....	38
4.4 Planície de Inundação e sua função ecológica.....	42
4.4.1 O Pantanal: Origem e Evolução.....	45
4.4.2 Principais Características Físicas do Pantanal.....	47
4.5 As geotecnologias aplicadas na produção do conhecimento geográfico.....	49
4.5.1 Informações derivadas de Sensoriamento Remoto.....	51
4.5.2 Sistema de Informações Geográficas – SIG.....	55
4.5.3 O Cálculo do Índice de Umidade – NDWI.....	56
5. METODOLOGIA.....	59
5.1 Análise Laboratorial: O programa ArcGis como software de processamento de imagens e elaboração de mapeamento digital.....	59
5.2 Seleção das imagens de satélites.....	60
5.3 Mapeamento Digital de Identificação das Áreas Sujeitas a Alagamentos e Inundações.....	61
5.3.1 Mapeamento das áreas úmidas antes e depois da construção do Dique.....	62
5.4 Pesquisa de campo dirigida por Google Earth.....	63

5.5 Fluxograma dos procedimentos metodológicos.....	63
6.RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	65
6.1 As principais ocorrências de enchentes em Porto Murtinho – MS.....	65
6.2 O Dique e sua função urbana.....	69
6.3 Condicionantes naturais e antrópicos como agentes caracterizadores das áreas alagadas e inundáveis.....	73
6.4 Áreas úmidas no entorno do dique da cidade de Porto Murtinho – MS.....	74
6.5 Identificação e características das situações de risco a desastres naturais em Porto Murtinho – MS.....	83
6.5.1 Situação 1: O alagamento em Porto Murtinho – MS.....	85
6.5.1.1 Impactos dos alagamentos na malha urbana murtinhense e algumas propostas mitigadoras para minimizar problemas socioambientais.....	90
6.5.2 Situação 2: A Baixa Bacia do rio Amonguija e as formas urbanas de sua paisagem.....	92
6.5.2.1 A inundação no Lixão Municipal em área de Manancial de Abastecimento.....	96
6.5.2.2 Riscos de impactos no lixão municipal de Porto Murtinho – MS.....	101
6.5.2.3 Impactos relacionados ao uso e ocupa�o da rua Matadouro – Antigo Matadouro Municipal.....	104
6.6 Espacializa�o das áreas de risco a alagamentos e inunda�es na cidade de Porto Murtinho – MS.....	108
7. CONSIDERA�ES FINAIS.....	113
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	115

## 1. INTRODUÇÃO

Atualmente a preocupação com os recursos naturais é cada vez mais objeto de estudos, pois a partir da 2ª Guerra Mundial as sociedades modernas intensificaram suas apropriações do meio ambiente. Isso provocou uma nova reorganização espacial, cuja questão ambiental, que passou por um longo caminho de evolução conceitual, é na verdade, uma análise das relações entre a sociedade e a natureza (BERNARDES; FERREIRA, 2010). Assim, os problemas ambientais são determinados pela dinâmica de reprodução e articulação capitalista, ou seja, como se dão as explorações e espacializações nos ambientes naturais que os tornam vulneráveis e frágeis a desastres naturais.

Com isso, os recursos e processos hídricos naturais, assim como os demais, sofrem alterações e ficam à mercê das formas de uso e ocupação humana, gerando áreas com sérios riscos a impactos. Dentre estes, destacam-se os relacionados aos processos hidrológicos de inundação e alagamento no entorno do dique construído ao redor da cidade de Porto Murtinho-MS. A ação desses dois processos nesse espaço geográfico sul-mato-grossense configura-o como área de risco socioambiental, cuja paisagem em períodos de elevadas precipitações e cheias caracteriza-se por situações vulneráveis e propensas a danos, o que pode comprometer a qualidade da vida humana e de sua biota.

Segundo Bernardes; Ferreira (2010) o risco de dano ambiental vincula-se aos abusos capitalistas da ciência e da tecnologia sobre o meio, visando uma emancipação humana. Assim, a caracterização das áreas sujeitas a inundações e alagamentos no entorno interno e externo desse dique é fruto das apropriações antrópicas nos ecossistemas naturais e podem contribuir para frear os riscos de impactos socioambientais e garantir a longevidade dos recursos naturais para as gerações futuras, além da própria vida no planeta e, principalmente, garantir a qualidade de vida dessa população que habita uma parte da planície de inundação da microrregião do Baixo Pantanal, composta pelos municípios de Corumbá, Ladário e Porto Murtinho, no extremo oeste do estado de Mato Grosso do Sul.

Entretanto, para melhor entender esses danos ambientais, deve-se buscar uma compreensão conceitual dos referidos conceitos. Desse modo, pode-se assimilar que

as inundações e os alagamentos são processos hidrológicos naturais e ocorrem nas proximidades dos cursos de rios como parte da funcionalidade da natureza, para manter o equilíbrio do ecossistema (RECKZIEGAL; ROBAINA, 2007). Sobretudo, cada vez mais essas áreas são ocupadas pelos seres humanos, causando um desequilíbrio nesses processos hídricos. Por isso, devido à ação antrópica, os alagamentos podem ter ou não relação com os processos de armazenamento fluvial e as inundações promoveram estados de calamidade pública, ou vice-versa.

Esses processos (inundação e alagamento), ocorrem quando a vazão ultrapassa a capacidade dos canais de escoamento das águas, intensificados pelo homem através do desmatamento, uso agrícola, urbanização, obras hidráulicas como a construção de diques e outras intervenções. Esse uso indevido das encostas, sobre os cursos d'água, coloca em risco o bem estar da vida.

Nesse contexto, para um melhor monitoramento dessas áreas e para se evitar tragédias deve-se buscar uma precisão de informações geográficas nesse recorte espacial com o auxílio da geotecnologia na caracterização, identificação e representação cartográfica de tais fenômenos (ROSA; LEITE, 2006). As constantes evoluções das técnicas de sensoriamento remoto, na interpretação de imagens de satélites e na elaboração de mapas digitais muito precisos são ferramentas eficazes para essa finalidade.

As imagens são conseguidas pelos sensores remotos (NOVO, 2008) e levadas aos laboratórios de geoprocessamento. Com o auxílio de softwares como o SPRING e o ArcGIS são elaborados mapas com diversas utilidades. Dentre eles, a delimitação territorial de áreas sujeitas a inundações e alagamentos próximos a ocupações humanas, utilizando-se de bandas espectrais das imagens do Landsat 5 TM e/ou Landsat 8.

As imagens de satélites são divididas em bandas que permitem o estudo dos elementos geográficos de análise e interpretação da paisagem do território. Na realidade, o que se busca compreender é o comportamento dos alvos conforme o comprimento de onda das bandas. Neste sentido, elas possibilitam identificar muitos fenômenos da natureza e de influência antrópica, como os processos hídricos de enchentes, inundações e alagamentos, dentre outros, como o desmatamento, o uso

e ocupação do solo, as vulnerabilidades e fragilidades, a localização de áreas para implantação de Aterros Sanitários, a Escolha de locais para implantação de Unidades de Conservação (UC).

Para atingir essa finalidade, será elaborado um mapa de uso e ocupação da terra do ano de 1973 para identificar as áreas de inundações antes da construção do dique, e a elaboração de duas cartas-imagens, do período de chuva e de seca, do ano de 2010, para comparar o comportamento dos níveis de umidade nessa mesma área. Serão utilizadas as bandas 4 e 5 do satélite LANDSAT 5 TM, órbita-ponto: 227-075, pois a água e as áreas úmidas são melhor destacadas na faixa do infravermelho próximo, e por isso, será possível espacializar as áreas de risco de inundações e alagamentos, nos períodos de cheia e seca (POLIDORIO, 2004).

Esse mapeamento, utilizando as bandas 4 e 5, será parte do referencial de Gao (1996), ou seja, o cálculo do NDWI (Índice de Umidade) porque ele indica o volume de água presente nas folhas e segundo Polidorio (2004), essas duas bandas refletem, após o cálculo NDWI, um comportamento espectral da água com alto valor de brilho.

Na abordagem de Cardozo et al (2009), esse índice de umidade é utilizado para avaliar a quantidade de água presente na vegetação ou no tipo de cultura do ambiente. Dessa maneira, torna-se possível descrever a potencialidade do cálculo na discriminação de áreas alagadas no pantanal-sul-mato-grossense. No caso de Porto Murtinho – MS terá grande importância para compreendermos e diferenciarmos as situações de inundações e alagamentos no entorno do dique.

Desse modo, espacializar e identificar os riscos de impactos socioambientais advindos da inundação e do alagamento contribuirá para caracterizar o dano, a atividade lesiva e o nexos causal (DINIZ, 1997), desses dois tipos de desastres naturais. Busca-se, na verdade, o conhecimento dos diversos aspectos geomorfológicos da área afetada, tais como: morfologia, características do solo, declividade, cobertura vegetal, processos hidrológicos predominantes, uso e ocupação do solo e a ação antrópica, além da degradação e o risco de contaminação da área do manancial de abastecimento das comunidades urbanas e rurais dessa área de risco, onde se encontra um loteamento urbano e um lixão a céu aberto (ARAUJO, 2010).

## **2. Objetivo Geral**

Caracterizar as situações relativas aos processos de inundação e alagamento na cidade de Porto Murtinho – MS.

### **2.1 Objetivos Específicos**

- Caracterizar as situações das áreas de risco a inundação e alagamento ao redor do dique construído na cidade de Porto Murtinho – MS;

- Mapear através do Índice de Umidade (NDWI) do recorte geográfico estudado para conhecer as áreas susceptíveis a serem alagadas e inundadas;

- Apontar os possíveis impactos socioambientais relacionados a esses dois processos hidrológicos;

- Sugerir algumas propostas mitigadoras que combatam os danos causados por esses desastres naturais.

### 3. Área de estudo

O município de Porto Murtinho, juntamente com Corumbá e Ladário, formam a região do Baixo Pantanal, no sudoeste do estado de Mato Grosso do Sul (Figura 1). Localiza-se na latitude de 21° 41'56" S e longitude 57° 52'58" O, próximo a Foz do rio Amonguijá com o rio Paraguai e, por isso, está sujeito a frequentes inundações. A cidade cresceu sobre a planície de inundação do pantanal sul-mato-grossense, onde ocorre o fenômeno natural da enchente, em ambos os rios.

**Figura 1: Localização da cidade de Porto Murtinho - MS**



Fonte: SISLA/IMASUL, 2015

Segundo a classificação de Silva; Abdon (1998) a área de estudo pertence ao pantanal de Porto Murtinho, uma das 11 sub-regiões do Pantanal Matogrossense. A classificação de sua fisionomia paisagística é marcada por vários aspectos, tais como, solo, relevo, vegetação e grau de inundação, onde a pulsação periódica do Pantanal determina as principais características de seu ecossistema. Essa oscilação do nível das águas, ciclos de cheias e baixas da bacia Paraguai, aonde existem cidades e ocupações humanas, coloca em risco o bem estar dessas populações ribeirinhas (FERNANDES, 2003).

Por tal adversidade hidrológica anual houve a necessidade da construção de um dique que impedisse a inundação de sua área urbana. Entretanto, as regiões ao seu

redor, fora da cidade, continuam sendo inundáveis. Em um caso específico, a área do lixão municipal, onde também existe uma concentração urbana, temos um local de potencial risco socioambiental (Figura 2). Além disso, a cidade por possuir um terreno baixo e uma rede de drenagem pluvial inadequada, sofre com os alagamentos causados pelas chuvas.

**Figura 2: Recorte espacial da área de estudo:**



Fonte: Digital Globe. Organizado e Elaborado por Silva, R. P. (2015)

Dessa maneira, pode ser identificado que a figura 2 faz parte de um recorte espacial de risco a desastre natural, seja pelo alagamento e/ou pela inundação. Um dos principais elementos que intensificam ambos os desastres naturais é a ação antrópica, além da falta de planejamento urbano sobre a drenagem pluvial e o ciclo das cheias do rio Paraguai.

Portanto, existe duas situações a serem analisadas, interpretadas e caracterizadas. Uma delas, a área do lixão e do bairro matadouro, que se encontra próximo a foz do rio Amonguija, região da baixa bacia do rio Amonguija. A outra, na área urbana de Porto Murtinho – MS, cujas áreas periféricas e algumas ruas e avenidas são as mais afetadas na estação chuvosa.

### **3.1 Histórico da formação urbana de Porto Murtinho – MS**

No dia 12 de julho de 1926 Porto Murtinho foi elevado à categoria de cidade pela Lei 962 e seu nome é um exemplo de toponímia em alusão a Joaquim Murtinho, antigo Senador Matogrossense e Ministro da Fazenda do Governo de Campos Sales. Entretanto a sua formação urbana relaciona-se aos primórdios, auge e decadência da Companhia Matte Larangeira que devido ao Decreto Imperial, nº. 8799, de 9 de dezembro de 1882, conseguiu a concessão para exploração de madeira nativa e erva-mate da região (KMITTA, 2010).

Inicia-se assim o ciclo da erva-mate, com a fundação, por Thomaz Larangeira, da Empresa Matte Larangeira. Ele trouxe do sul do país fazendeiros que conheciam o manejo da erva-mate e utilizou como mão-de-obra os índios e paraguaios da região, pois se trata de uma região fronteira. Além disso, a empresa contava com 800 carretas e vinte mil bois e encarregava-se de explorar e exportar a erva semielaborada para Buenos Aires (Argentina), Assunção (Paraguai), entre outros centros (KMITTA, 2010). Outro destaque econômico da época era a empresa Francisco Mendes Gonçalves & Cia que industrializava e distribuía o produto no mercado externo.

Com a proclamação da república a área de concessão é ampliada, contando com o apoio e influência dos políticos Joaquim Murtinho e General Antônio Maria Coelho (KMITTA, 2010; LEON, 1999). Assim a partir de junho de 1890 ampliam-se os limites de suas posses e a companhia consegue o monopólio da exploração da erva-mate na região abrangida pelo arrendamento.

Em 1892, devido à necessidade de aumentar a produção da erva-mate, é criado um porto fluvial para centralizar o escoamento da produção que se localizou a 50 km a montante do rio Apa, no rio Paraguai, próximo da área de estudo, ou seja, na baixa bacia do rio Amonguija, onde hoje se encontra o Porto Fluvial de Porto Murtinho. O local do referido porto, de acordo com Leon (1999), foi adquirido pela compra da

fazenda Três Barras, de propriedade do marechal Boaventura da Mota, que teve 3600 hectares expropriados para integrar o povoado que se desenvolvia.

O auge econômico da região ficou marcado pela influência dessas duas empresas, sendo que, a Matte Larangeira foi vendida a Francisco Mendes Gonçalves & Cia, formando a Larangeira Mendes e Companhia. Em 1900 o então Porto Fluvial Murtinho elevou-se a distrito, pela Resolução 225, de 10 de abril do mesmo ano.

Com base em Corrêa Filho (1946), um aspecto interessante com relação ao processo de centralização e mudança da paisagem dessa área de estudo vincula-se ao determinismo geográfico da região, por se tratar de uma localidade de terreno pantanoso. No Porto, por se localizar numa área de planície de inundação do Baixo Pantanal, houve a necessidade de se construir um aterro ferroviário, em favorecimento a concentração do escoamento da produção da erva-mate nas margens do rio Paraguai. Dessa maneira, em 1906, finaliza-se a construção da Estrada de Ferro Porto Murtinho a São Roque que além de escoar a erva-mate, também transportava madeira, couro e diversas mercadorias. Essa ferrovia fazia parte de um complexo sistema logístico composto por carroças, rebocadores a vapor e a Estrada de Ferro Guairá a Porto Mendes, em Guairá – PR.

Por fim, em 20 de junho de 1911, pela Lei Estadual nº. 310, o Porto Fluvial Murtinho foi desmembrado do município de Corumbá e elevou-se a categoria de vila Porto Murtinho (LEON, 1994). Nessa mesma época começa o fim de uma grande companhia com a transferência de sua sede para a Fazenda Campanário, próximo ao município de Caarapó, de onde a erva-mate passou a ser exportada pelo rio Paraná, o que provocou a descentralização do escoamento de produção da erva-mate para outra região. Assim, em 12 de julho de 1926, Porto Murtinho passou a condição de cidade e em 1943 passou a fazer parte do Território Federal de Ponta Porã, extinto em 1946.

Diante disso, a empresa Matte Laranjeira recebeu um prazo para a liquidação de seus negócios e seus edifícios foram todos leiloados (estalagens, oficinas, rebanhos e tropas). Entretanto a empresa continuou transportando madeira (quebracho) para a produção de tanino pela Estrada de Ferro Porto Murtinho, até a usina da Floresta Brasileira S. A. até meados de 1958.

Portanto, a formação urbana do município de Porto Murtinho – MS pode ser compreendida pela análise espaço-temporal dos processos urbanos, ocorridos e

definidos pela multiterritorialidade na formação de sua cidade. De um lado se identifica os processos espaciais de centralização, descentralização e coesão promovidos pelo povoamento e localização do Porto Fluvial Murtinho, para escoar a erva-mate e a madeira quebracho. De outro, algumas rugosidades urbanas e múltiplos usos espaciais e principalmente as potencialidades e fragilidades do meio físico frente ao processo de crescimento urbano.

Nessa trajetória geográfica murtinhense a centralidade vinculada ao Porto Fluvial Murtinho exemplifica-se ao reflexo das dinâmicas espaciais do uso do solo as margens do rio Paraguai, onde se escoava a produção e que para esse fim, possuía uma ótima localização para a maximização de lucro advindos da exportação desse produto (CORRÊA, 1997).

A descentralidade urbana (CORRÊA, 1997) pode ser entendida em Porto Murtinho, no processo de transferência da sede da Companhia Matte Laranjeiras para a Fazenda Campanário, no município de Caarapó. Lá as terras não ocupadas a baixo preço e impostos, a facilidade de transporte fluvial pelo rio Paraná, as qualidades atrativas de sítio (topografia e drenagem) e as amenidades físicas e sociais, foram elementos que atraíram os investimentos dessa companhia, pois o custo seria menor de exploração e produção da erva-mate, coisa que não era mais de baixo custo na região murtinhense.

O processo de coesão estudado por Corrêa (1997) permite explicar o papel e a influência urbana exercida pela companhia Matte laranjeira, no povoamento urbano de Porto Murtinho. Isso por que tal companhia centralizava as atividades de exploração e produção da erva-mate, gerando uma área especializada e hegemônica, dentro do espaço urbano do povoamento murtinhense e em toda a região (CORRÊA, 1997). Além disso, promoveu uma infraestrutura urbanística que contava com escolas, hospitais, prédios comerciais e residenciais que hoje são identificadas nas rugosidades urbanas da cidade conhecida como a última guardiã do rio Paraguai.

## **4. REFERENCIAL TÉORICO**

### **4.1 O meio ambiente e os impactos ambientais: conceitos e discussões**

A questão ambiental evidencia-se hoje pela crescente degradação irracional do meio ambiente, principalmente o meio natural que cada vez mais se transforma e, em alguns casos, seus recursos deixam de existir e/ou são comprometidos. Os problemas advindos dessa degradação afetam a qualidade de vida das pessoas e coloca em risco a das gerações futuras. No campo do direito novas normas jurídicas surgem para a proteção do meio ambiente (AMADO, 2011).

Entretanto, as proteções ambientais legitimadas pelo poder jurídico expressam uma visão antropocêntrica, ou seja, a lei serve ao homem como se ele não fizesse parte do meio ambiente, diferentemente das visões sobre as relações entre homem e natureza do ecocentrismo e biocentrismo. Na primeira, ecocentrismo, Almeida (2009) integra o homem como um dos componentes da natureza buscando minimizar suas práticas e atividades que causam danos, em prol do equilíbrio dos ecossistemas. Na segunda, biocentrismo, ocorre a valorização dos seres vivos não integrantes da espécie humana, cuja vida possui valor intrínseco e não instrumental (AMADO, 2011).

Nesse sentido o meio ambiente, pela Lei 6.938, de 31 de agosto de 1981, “Da Política Nacional do Meio Ambiente”, no artigo 3º, inciso I, é o “conjunto de condições, leis, influências de ordem física, química e biológica, que permite, abriga e rege a vida em todas as suas formas”. É sobre esse conceito que a questão ambiental gera conflitos envolvendo as três visões acerca das apropriações humanas na natureza, pois dependendo da maneira com que elas forem realizadas será identificado impactos e danos ambientais (BRASIL, 1981).

Para uma melhor definição que contemple essas visões o Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, em seu artigo 200, VIII, da CRFB conceituou o meio ambiente como o “conjunto de condições, leis, influencias e interações de ordem física, química, biológica, social, cultural e urbanística, que permite, abriga e rege a vida em todas as suas formas”. Assim, é possível perceber um conceito mais completo do que o da Lei 6.938/1981, pois a resolução nº. 1, de 1986, do CONAMA, engloba todas as formas de vida (BRASIL, 1986).

Dessa maneira, qualquer atividade antrópica que cause degradação, dano e risco ao meio ambiente deve ser tratada como um descumprimento da resolução do CONAMA, nº. 1, de 1986. Com isso, o efeito resultante das intervenções no meio ambiente, causadores de perda ou redução da qualidade de vida ou capacidade produtiva dos recursos ambientais e prejuízos ambientais (desmatamento, poluição, contaminação), geram impactos ambientais a todas as formas de vida, inclusive ao homem que é vítima e “agressor”.

Pela ideia de Costa et al (2005), os impactos ambientais gerados podem ser positivos, negativos, diretos, indiretos, permanentes, temporários, mediatos, imediatos, locais, regionais e estratégicos. O quadro 1 caracteriza as diferenças de cada tipo de impacto ambiental referenciado por ele:

Quadro 1: Tipos de Impactos Ambientais e suas respectivas características

<b>Tipo de Impacto Ambiental</b>	<b>Características</b>
Positivo	Favorece o meio ambiente e pode ainda sofrer medidas potencializadoras
Negativo	Deve sofrer medidas mitigadoras para reduzir seus danos ao meio ambiente
Direto	Resulta de uma relação de causa e efeito
Indireto	Resulta de uma reação secundária à ação ou resultante de um conjunto de reações
Permanente	Acontece quando executada a ação, os efeitos não cessam de se manifestar, num horizonte temporal conhecido
Temporário	Efeito permanece por um determinado período de tempo
Mediato (médio a longo prazo)	Ocorre depois de decorrido algum tempo da intervenção
Local	Ocorre apenas na região de ocorrência da ação
Regional	São todo e qualquer impacto ambiental que afete diretamente (área de influência direta do projeto), no todo ou em parte, o território de dois ou mais Estados
Estratégico	Quando é afetado um componente ou recurso ambiental de importância coletiva ou nacional

Fonte: Costa et al (2005)

Sob o ponto de vista que integra a visão antropocêntrica, ecocêntrica e biocêntrica (AMADO, 2011), os tipos de impactos ambientais (quadro 1) podem ser compreendidos como fruto dos processos sociais. Com isso, as mudanças sociais e econômicas causam perturbações ao ambiente, onde os impactos se escrevem no tempo e incidem diferencialmente, alterando as estruturas das classes sociais e reestruturam o espaço (CORTEZ, 2002).

Dessa forma, as mudanças de relações ecológicas e sociais devem ser questionadas e debatidas no sentido de discutir o espaço, o tempo e a causalidade. De modo geral, deve-se estudar e interpretar os processos que ocasionam danos, desastres, degradação e o risco, ou seja, avaliar os impactos ambientais, porque muitos deles fazem parte de mecanismos naturais que são acelerados pelas atividades humanas – erosões, assoreamento, deposição de sedimentos, inundações, alagamentos, escorregamentos de encostas, gases de efeito estufa, entre outros.

Exemplos da ação humana sobre esses fenômenos naturais que são acelerados, causando impactos ambientais, podem ser identificados nos locais onde o solo é ocupado por lixões a céu aberto, áreas de inundação natural, áreas de encostas íngremes, indústrias, produção agropecuarista, dentre outras. Na verdade, deve-se analisar o tempo da sociedade e os tempos naturais (ciclos ecológicos, tempos geológicos, ciclos hidrológicos) pois fazem parte do mesmo ambiente.

A vista disso, compreendê-los como processo depende do conhecimento da história de sua produção, do modelo de desenvolvimento urbano e dos padrões internos de diferenciação social (CORTEZ, 2002). Trata-se em possuir uma visão sistêmica da realidade das paisagens, onde a questão ambiental é um sistema tripolar e interativo, definido pelo geossistema, território e paisagem. Desse modo tem-se na análise três espaços e três tempos – tempo do geossistema, do território e da paisagem (BERTAND, G.; BERTRAND, C., 2007).

Os impactos ambientais, então, serão determinados pela análise integrada dos componentes naturais e do uso que a sociedade faz deles. Segundo Ross (2009), para entender essa abordagem é necessário compreender:

“noções de organizações dos espaços naturais e seus fluxos vivos, de Ab’Saber (1994), de espaço construído como uma interação entre fluxos e fixos, de Santos (1985), bem como as relações entre os fluxos de energia e matéria entre os componentes da natureza e o uso dos

recursos naturais pela sociedade, de Ross et al (1995)". (ROSS, 2009 p. 54)

Dessa maneira o Estudo de Avaliação de Impactos Ambientais deve ser realizado quando o meio ambiente e a sociedade correrem o risco de serem submetidos a algum tipo de dano. Seja por atividades humanas ou fenômenos da natureza, como por exemplo, inundações, alagamentos, lixões localizados em áreas impróprias, captação de água, entre outras.

No Brasil, a Política Nacional do Meio Ambiente, estabelece pela lei 6.938/81 a preservação, a melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia à vida, visando assegurar, no País, condições ao desenvolvimento socioeconômico, aos interesses da segurança nacional e à proteção da dignidade humana (BRASIL, 1981).

De acordo com a Política Nacional do Meio Ambiente, em seu artigo 225, parágrafo 1º, IV Constituição Federal c. c art. 9º, da Lei 6.938/81 a avaliação de impactos ambientais é assegurada por um procedimento jurídico-administrativo que identifica, prevê e interpreta os impactos ambientais que um projeto ou atividade produzirá no caso de ser executado, assim como a prevenção, correção e valorização dos mesmos (BRASIL, 1981). Tudo isso com a finalidade de ser aceito, modificado ou rejeitado por parte das administrações públicas competentes.

## **4.2 Desastres Naturais**

Os Desastres resultam dos eventos adversos, naturais ou das ações antrópicas sobre as situações vulneráveis do meio físico. Eles causam sérias perturbações ao funcionamento das comunidades e sociedades, envolvendo grandes perdas e danos humanos, materiais, econômicas e ambientais (EM-DAT, 2009).

Segundo Scheuren et al (2008), os desastres podem ser classificados e caracterizados de acordo com suas origens e causas. Por isso, são agrupados em desastres naturais (DN) e desastres antropogênicos (DA).

Os de ordem natural são causados pelos fenômenos e desequilíbrios naturais do meio, agindo independentemente da ação humana. Subdividem-se conforme a escala de ocorrência (macro, meso e local) e estão vinculados à dinâmica planetária interna (terremotos, vulcanismo, etc.) e externa (tempestade, tornados, inundações, etc.). Por

isso, possuem natureza geológica, meteorológica, hidrológica ou biológica e podem ser ou não influenciados pela ação humana onde ocorrem (SCHEUREN et al, 2008).

Os desastres antropogênicos resultam da ação ou omissão antrópica, como por exemplo, as contaminações ambientais, os incêndios urbanos e agrícolas, os rompimentos de barragens e a construção de diques (SCHEUREN et al, 2008).

Para Silva (1998), o desastre natural é sinônimo de desgraça, ou seja, algo de caráter ruinoso e de má sorte. Traduz-se em uma situação emergencial para a qual é muito difícil uma intervenção imediata.

De acordo com Valencio et al (2005, p. 163-164) o desastre natural pode ser definido como “a concretização do risco, isto é, uma interação deletéria entre um evento natural ou tecnológico e a organização, que coloca em disrupção as rotinas de um dado lugar e gera elevados custos (temporais, materiais e psicossociais) de reabilitação e reconstrução”.

Por estarem relacionados a fatores naturais e serem intensificados pelas apropriações humanas sobre o meio, deixam rastros negativos nas localidades onde se manifestam. Nesse sentido, os desastres naturais representam as forças da natureza e/ou os reflexos das relações humanas com o meio ambiente. Além disso, diferenciam-se de acordo com o poder destrutivo de cada um (SANTOS, 2007).

Na escala macro o grau de danos dos desastres naturais deve ser definido caso ocorra 10 ou mais óbitos, 100 ou mais pessoas afetadas, ser decretado estado de emergência ou quando os governantes pedirem auxílio internacional (SCHEUREN et al, 2008). Portanto para se conhecer sua magnitude e intensidade é necessário que tenha acontecido pelo menos um desses 4 critérios (GRAMINHA, 2012).

Entretanto, tais critérios estão relacionados a escalas maiores a nível planetário e, por tal, nem sempre podem ser considerados no contexto histórico brasileiro. Isso porque a codificação dos desastres em território nacional e a carência de planejamento e gestão no combate a esses eventos adversos não são tratados com seriedade pelas políticas públicas. Casos dessa precária administração podem ser identificados nas ocupações de áreas de risco, principalmente nas encostas dos rios e córregos, ou ainda nos relevos íngremes (favelas nos morros).

Com base no pressuposto de Santos (2007) a ação antrópica sobre o meio físico acarreta situações preocupantes vinculadas aos desastres. Como no Brasil os desastres naturais vinculam-se aos fatores climatológicos, eventualmente as manchetes dos telejornais, falando sobre enchentes, inundações, alagamentos, secas e deslizamentos de terras, revelam realidades que comprovam o descaso humano com a natureza. Fica evidenciado a falta de planejamento urbano-rural, coisa que não ocorre em países do primeiro mundo, onde a gestão e a medida de prevenção contra os desastres naturais são levados a sério (SILVA, 1998)

Pelo Anuário brasileiro de desastres naturais (2012) a inundação está entre os maiores índices de incidências no território brasileiro. Normalmente associada à degradação de áreas frágeis com alto grau de desmatamento e ocupação irregular. Surge, então, critérios que se diferenciam aos apontados por Scheuren et al (2008). Considerando os danos humanos, o panorama brasileiro sobre desastre natural considera como consequência um ou mais óbitos, 50 ou mais afetados, o município deve decretar situação de emergência ou estado de calamidade pública (BRASIL, 2012).

Contudo, os danos dos desastres naturais estão associados a soma dos fatores antropogênicos e naturais. Os relacionados a ação antropogênica envolve a falta de planejamento no crescimento urbano municipal, as más gestões hídricas aliadas as drenagens inadequadas e a expansão de áreas agropecuárias. No caso dos agravantes físicos, a variabilidade pluviométrica e o relevo são os principais contribuintes danosos, pois os solos secos pelo período da estiagem impedem a infiltração das águas precipitadas por estarem impermeabilizados, de contra partida, na estação chuvosa, as enxurradas danificam a vegetação e os solos deixando-os novamente compactados na seca, numa espécie de efeito em cadeia (ATLAS BRASILEIRO DE DESASTRES NATURAIS, 2013).

#### **4.2.1 Panorama Brasileiro sobre Desastres Naturais**

O Brasil não é mais considerado um país livre de desastres naturais. Perdeu a sua condição de seguridade que antes estava vinculada a sua localização geográfica (SORIANO, 2012). Esse fato impedia a ocorrência de terremotos, atividades vulcânicas e ciclones tropicais. Por outro lado, em seu vasto território se registrou o

maior número de desastres naturais associados a deslizamento de terra, as inundações e as estiagens (SORIANO, 2012).

De acordo com Soriano (2012) o risco de desastres naturais no Brasil faz surgir uma situação ameaçadora, tirando o país da sua zona de conforto, com relação a ocorrência de desastres naturais. Com isso, aumenta-se a probabilidade de acontecer eventos adversos, tais como inundações e alagamentos, que causam intensos danos ou perdas humanas.

A nova situação de risco a desastre natural no território brasileiro, como apontou Soriano (2012), traz para a discussão científica a percepção do perigo onde o risco se torna o objeto social de possíveis crises em potencial. Para Menescal et al (2001) esse problema vincula-se a possibilidade de uma situação ameaçadora, de causa e efeito dos desastres naturais. Com base nessa ideia, o risco torna-se a condição onde existe a possibilidade de que as pessoas ou as propriedades sofram consequências adversas (LYNDEL; PERRY, 2004).

Nesse sentido Tominaga (2009), com base no EM-DAT (2009), revelou que no Brasil de 1960 a 2008, assinalou-se 94 desastres cadastrados, com 5.720 mortos e 15 milhões de desabrigados. Esses números associam-se às inundações e movimentos de massa, e colocou o país no ano de 2008 em 10º lugar entre os que mais tiveram vítimas atingidas por desastres naturais.

Esse salto significativo está associado ao aumento da população, a ocupação urbana irracional (CARVALHO; GALVÃO, 2006) e a degradação ambiental provocada pelos fatores anteriores (MAFFRA; MAZZOLA, 2007). Como resultante disso temos um aumento das vulnerabilidades naturais ao risco, que refletem uma nova realidade maléfica ao meio físico e as pessoas.

Contudo, mesmo que a capacidade humana em evitar ou impedir esses fenômenos naturais sejam remotas, a sociedade brasileira frente a essas problemáticas tenta se mobilizar para minimizar o poder destrutivo deles. Dentre os diferentes aspectos de mobilização social e científica destacam-se as ações preventivas, o monitoramento, a resposta coordenada e o mais importante, o planejamento urbano e social (GRAMINHA, 2012).

Um avanço significativo na luta contra os impactos gerados pelos desastres naturais em nosso país é o relatório do Anuário Brasileiro de Desastre Natural de 2012 (BRASIL, 2012). Ele foi produzido pelo Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres (Cenad), órgão vinculado à Secretaria Nacional de Defesa Civil (Sedec) do Ministério da Integração Nacional. Este documento permite conhecer o perfil dos desastres naturais que ocorrem em nosso território (BRASIL, 2012).

Segundo esse anuário, em 2012 relatou-se oficialmente a ocorrência de 376 desastres naturais que causaram 93 óbitos e afetaram 16.977.614 pessoas. Com relação aos municípios, foram afetados 3.781, sendo 65,06% deles devido à seca/estiagem, sendo que a região Nordeste obteve os maiores índices percentuais de municípios atingidos, com 47,16%.

Se compararmos o ano de 2012 com o período de 1960 a 2008, relacionando apenas as inundações e o movimento de massa, notamos que o número de desastres naturais aumentou 60% e a quantidade de desabrigados e de óbitos diminuíram consideravelmente. Essa mudança de números pode indicar que a forma como o ser humano usa e ocupa o meio ambiente desregula os ciclos naturais que geram determinados fenômenos. Isso fez aumentar os danos provocados pelos desastres. No caso da redução de óbitos e desabrigados podemos dizer que as ações preventivas, o monitoramento e planejamento urbano contribuíram para gerenciar os desastres em território brasileiro diminuindo os impactos advindos deles, mas ainda são motivo de preocupações.

A tabela 1 revela, portanto, com relação ao número de óbitos, os principais eventos de desastres naturais no Brasil e seus respectivos danos humanos, onde se identifica como o mais danoso o movimento de massas, as enxurradas e as inundações. Sobre os eventos que mais desabrigou pessoas se destacam as inundações e as enxurradas e, por fim, a seca/estiagem, as enxurradas e as inundações foram os que mais pessoas afetaram.

**Tabela 1: Quantidade de Danos humanos por tipo de evento de Desastre Natural**

Eventos	Óbitos	Feridos	Enfermos	Desabrigados	Desalojados	Desaparecidos	Afetados
Seca/estiagem	6	0	14.214	30	750	0	8.956.853
Incêndio Florestal	0	0	0	0	0	0	37.338
Movimento de Massa	26	10	2	1.129	2.801	0	123.555
Erosão	0	0	5	81	2.105	0	55.653
Alagamentos	5	6	6	1.048	954	0	24.581
Enxurradas	26	6.580	14.318	49.769	262.851	2	1.856.359
Inundações	14	2.409	10.665	52.041	216.349	2	5.185.018
Geadas	0	0	0	0	0	0	30.777
Granizo	0	11	4	418	7.971	1.040	103.265
Tornados	0	2	0	1	20	0	4.310
Vendaval	16	150	13	5.769	13.220	0	599.905
<b>Total</b>	<b>93</b>	<b>9.168</b>	<b>39.227</b>	<b>110.286</b>	<b>507.021</b>	<b>1.044</b>	<b>16.977.614</b>

Fonte: Anuário Brasileiro de Desastres Naturais, 2012)

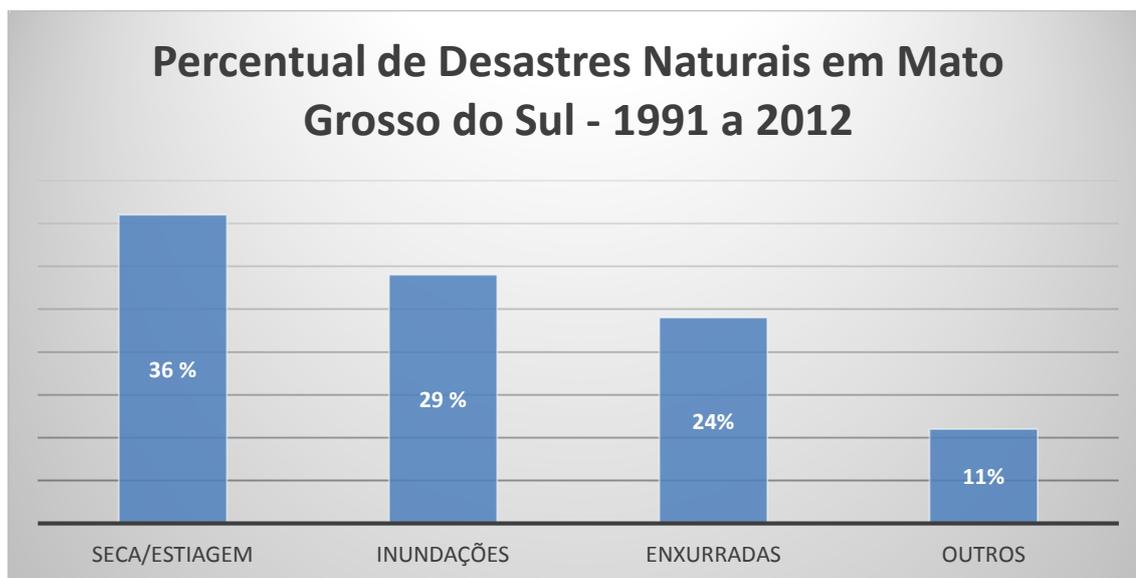
#### **4.2.2 Desastres Naturais no estado de Mato Grosso do Sul**

O estado de Mato Grosso do Sul faz parte juntamente com Goiás e Mato Grosso da região Centro-Oeste. Possui uma extensão territorial de 1.606.372 km<sup>2</sup>, correspondendo a 18,87% do território nacional. Do ponto de vista dos recursos hídricos este estado engloba terras sobre parte das bacias hidrográficas do Paraguai a oeste e do Paraná a leste. Essa unidade federativa, segundo o Anuário Brasileiro de Desastre Natural (2012), pertence a região brasileira que nas últimas décadas apresentou o menor número de desastres, mortes e pessoas afetadas no Brasil.

Dentre os tipos de eventos ocorridos os hidrológicos extremos, as enchentes, inundações e alagamentos se destacam. Os seus efeitos são decorrentes do fato de a região possuir forte vocação agrícola e pecuária. Sendo assim, seus danos causam significativos prejuízos econômicos para a região, pois na maioria dos casos, as atividades desmatam e ocupam áreas ribeirinhas.

No gráfico 1 podem ser identificados os percentuais dos desastres naturais mais assíduos no Estado de Mato Grosso do Sul. Seus dados fazem parte do diagnóstico do Atlas Brasileiro de Desastres Naturais do período de 1991 a 2012, elaborado em parceria entre a Secretaria Nacional de Defesa Civil – SEDEC e a Universidade Federal de Santa Catarina. Eles confirmam que após a seca/estiagem, os desastres naturais mais frequentes são as inundações, enxurradas e outros.

**Gráfico 1: Os Desastres Naturais mais comuns em Mato Grosso do Sul entre 1991 e 2012**



Fonte: Atlas Brasileiro de Desastres Naturais, 2ª Edição Revisada e Atualizada, 2013.

Ainda com relação ao diagnóstico citado acima, constatou-se que a mesorregião do sudoeste do estado foi a mais afetada, totalizando 164 registros. Destes, os municípios que mais foram prejudicados com os danos foram Campo Grande, Coxim, Eldorado, Maracaju e Porto Murtinho. Os demais municípios também tiveram ocorrências, porém estipulou-se de 9 a 13 entre todos os eventos do período de 1991 a 2012. A tabela 2 demonstra a quantidade por tipo de evento nesses municípios.

**Tabela 2: Tipos de eventos nos municípios que tiveram entre 9 e 13 ocorrências em Mato Grosso do Sul no período de 1991 a 2012.**

Tipos de Eventos	Campo Grande	Coxim	Eldorado	Maracaju	Porto Murtinho	Total por Evento
Seca/Estiagem	4	1	3	4	2	14
Erosões	1	0	0	0	0	1
Alagamentos	1	0	0	0	0	1
Enxurradas	6	5	1	3	6	21
Inundações	1	3	5	2	3	14
Vendavais	0	3	0	0	0	3
<b>Total</b>	<b>13</b>	<b>12</b>	<b>9</b>	<b>11</b>	<b>11</b>	<b>56</b>

Fonte: Atlas Brasileiro de Desastres Naturais, 2ª Edição Revisada e Atualizada, 2012.

Diante disso, revela-se que as enxurradas, com 21 ocorrências, superaram as inundações e a seca/estiagem, ambas com 14. Com relação ao total de eventos por município, os mais atingidos foram Campo Grande, com 13, Coxim, com 12 e Maracaju e Porto Murtinho, ambos com 11.

As ocorrências de eventos foram distribuídas em uma frequência mensal ao longo desses 21 anos de análise. Assim, fica evidenciado que os meses da estação chuvosa apresentam maior recorrência de registros de danos associados às inundações e, por isso, são mais propensos a acontecerem de outubro a março (BRASIL, 2013). Percebe-se que em março o pico das inundações diminui e começa a elevar-se os de seca e estiagem nos meses de abril a setembro. Fica claro que tanto num período como no outro os eventos de seca/estiagem e inundações se intercalam. Na verdade eles são regulados pelas duas estações climáticas bem definidas, a chuvosa de setembro a abril e a seca de maio a agosto (ATLAS BRASILEIRO DE DESASTRES NATURAIS, 2013).

Nesse sentido, esses eventos são influenciados diretamente pelo regime hídrico, seja pela intensificação da quantidade de precipitação seja pela sua redução. Isso gera anualmente em Mato Grosso do Sul, tanto nos períodos de escassez de chuvas quanto nos de excesso de precipitações concentradas, registros consideráveis de eventos e, por conseguinte, aumentam-se as possibilidades de risco a danos ao meio ambiente e as pessoas.

Portanto, dos 323 registros oficiais de desastres naturais considerados no período de 21 anos, identifica-se 12 municípios onde mais ocorreram as tipologias dos eventos. São eles: São Gabriel do Oeste, Ponta Porã, Mundo Novo, Dourados, Batayporã, Corumbá, Bela Vista, Maracaju, Eldorado, Porto Murtinho, Coxim e Campo Grande.

Entretanto, com relação às tipologias dos eventos é necessário diferenciar conceitualmente os termos atingidos e afetados. De acordo com Bechara (2011) atingir significa acertar o alvo, enquanto que afetar está relacionado a causar efeito, geralmente negativo. No caso dos alagamentos e das inundações ocorridas nesses 21 anos, no estado Sul-mato-grossense, os atingidos tiveram suas habitações alcançadas pelas águas pluviais e/ou pelas inundações, mas sem que houvesse perdas materiais e/ou humanas. Enquanto que os afetados por esses fenômenos hidrológicos sofreram danos significativos, que computou a perda de seus bens

materiais, o que lhes causou profundas aflições por ficarem desprovidos de suas geladeiras, fogões e até mesmo suas casas (ATLAS BRASILEIRO DE DESASTRES NATURAIS, 2013).

Contudo, foram atingidos 624.281 sul-mato-grossenses, sendo só de afetados 600.193 pessoas. O município de Campo Grande liderou o ranking dos afetados, com 1.113.982 entre o período de 1991 a 2012. De maneira geral, no estado sul-mato-grossense, verifica-se 17.664 desalojados, 4.783 desabrigados, 692 feridos, 16 enfermos, um desaparecimento e 5 mortes.

### 4.3 Enchentes, Inundações e Alagamentos

As enchentes e as inundações fazem parte de fenômenos naturais dos cursos d'água derivados das chuvas fortes e rápidas ou de longa duração. Eles pertencem a sequência natural de elevação e transbordamento do nível das águas dos rios. De acordo com Amaral; Ribeiro (2009) esses dois processos hidrológicos ocorrem em função da intensidade, quantidade e distribuição da precipitação, da taxa de infiltração de água no solo, do grau de saturação do solo e das características morfométricas e morfológicas da bacia de drenagem natural ou artificial

Desse modo a enchente pode ser definida como um processo hidrológico que consiste na elevação temporária do nível d'água em um canal de drenagem, motivado pela vazão ou descarga (SANTOS, 2007).

A inundação é uma extensão do processo da enchente, ou seja, ela ocorre quando a enchente atinge a cota do nível máximo (leito maior) da calha principal de um corpo de água, conhecida como área de planície de inundação ou várzea (CARVALHO et al, 2007). Esses dois fenômenos podem ser entendidos na figura 3.

**Figura 3: Perfil Esquemático do Processo de Enchente e Inundação**



Fonte: Ministério das Cidades - IPT (2007)

Essas dinâmicas naturais dos cursos d'água em períodos de constantes chuvas, de acordo com Tricart (1997), resumem-se ao extrapolamento do leito menor das águas até atingirem o leito maior e são delimitados pelos diques marginais. Por isso surgem uma certa confusão nas definições desses fenômenos hidrológicos, cuja consonância de suas caracterizações teóricas precisa ser amadurecida. Por exemplo, as inundações eram conhecidas como enchentes ou inundações graduais, onde ocorre a submersão das áreas fora dos limites normais dos cursos de água e que gradualmente vai transbordando, causadas por chuvas prolongadas (BRASIL, 2012).

Segundo Gontijo (2007), a enchente é o fenômeno temporário ocasionado pela vazão elevada dos cursos de água, com eventual inundação das suas áreas marginais.

Sob esse aspecto, as enchentes compreendem-se por grandes chuvas associadas as ocupações irregulares nas margens dos cursos de água. Elas causam grandes desastres e são caracterizadas por suas irregularidades, não ocorrendo todos os anos (GUERRA, 2011).

Para Guerra (2011), a inundação possui o mesmo significado que o alagamento, ou seja, acontece logo após a enchente onde as áreas adjacentes ao leito dos rios e córregos são inundadas. No caso das inundações bruscas esse fenômeno hidrológico é denominado de enxurradas (TUCCI, 2002). Caracterizam-se pelo escoamento superficial da água em alta velocidade e energia, o que causa sérios prejuízos socioambientais.

De acordo com Castro et al (2003) os alagamentos também se relacionam com o sistema de drenagem (artificial ou natural), pois a drenagem de escoamento da água da chuva se for eficiente ou deficiente, dificultará ou facilitará a vazão das águas acumuladas. Assim, esse processo hidrológico pode ser definido como o acúmulo momentâneo de águas em uma dada área por problemas no sistema de drenagem, tendo relação ou não aos processos de natureza fluvial (MINISTÉRIO DAS CIDADES - IPT, 2007).

Este fenômeno vincula-se com a redução da infiltração natural nos solos urbanos (solos impermeabilizados pelo asfalto) e são frequentes em cidades com um sistema de drenagem deficitário, como acontece em Porto Murtinho – MS, pois o dique construído ao redor da cidade para evitar a inundação do transbordamento das águas

do rio Paraguai, possui um deficiente sistema de drenagem que em épocas de fortes chuvas e de longa duração, não consegue escoar as águas precipitadas.

Desse modo, os alagamentos serão mais relacionados as áreas urbanizadas, como consta na definição do Atlas Brasileiro de Desastres Naturais de 1991 a 2012. Por isso é definido como “a excedência da capacidade de escoamento do sistema de drenagem urbana com o acúmulo de água nas ruas, calçadas ou em outras infraestruturas da cidade, devido a precipitações intensas” (BRASIL, 2012.).

Portanto, a enchente, a inundação e o alagamento podem ser analisados, com relação as suas probabilidades e ocorrências, pela combinação entre os condicionantes naturais e antrópicos (AMARAL; RIBEIRO, 2009). No caso dos condicionantes naturais, a influência se dá pela forma de relevo, característica da rede de drenagem da bacia hidrográfica, intensidade, quantidade, distribuição e frequência das chuvas, características do solo e o teor de umidade, presença ou ausência de vegetação. Entre os condicionantes antrópicos destacamos o uso e ocupação irregular nas planícies e margens d'água, a disposição irregular de lixo nas proximidades dos cursos d'água e as alterações nas características da bacia hidrográfica e dos cursos d'água, como a vazão, a retificação e canalização hídrica, a impermeabilização, entre outras (AMARAL; RIBEIRO, 2009).

Assim, evidencia-se que seus conceitos se diferem e são usualmente empregados nas áreas urbanas, pois coloca em risco a vida humana (MINISTÉRIO DAS CIDADES - IPT, 2007). No caso do município de Porto Murtinho – MS, identificamos a atuação da inundação e do alagamento, devido ao fato de encontrar-se em uma das áreas de planície de Inundação do Baixo Pantanal. Essa planície de inundação, que também é conhecida como área de várzea, está sujeita a tais processos porque periodicamente é atingida pelo transbordamento dos cursos d'água e por isso se constitui como um local inadequado à ocupação.

#### **4.3.1 Inundação e Alagamento no estado de Mato Grosso do Sul**

Para Tucci (1993) esses dois desastres naturais são fenômenos que dependem das características físicas e climatológicas da bacia hidrográfica, especialmente a distribuição espacial e temporal da chuva. No estado de Mato Grosso do Sul, o período de suas ocorrências é entre os meses de janeiro a março, na época da estação chuvosa. A mesorregião do Sudoeste do território sul-mato-grossense possui 44

registros e representa 47% das ocorrências no estado (ATLAS BRASILEIRO DE DESASTRES NATURAIS, 2013).

A maior parte dessa mesorregião localiza-se ao sul da planície pantaneira, onde os fenômenos são intensificados devido a impermeabilização do solo e o assoreamento dos cursos d'água. O principal agente condicionante são as alterações humanas nos locais de ocorrências. Com isso, as áreas urbanas que expandem desordenadamente até os corpos hídricos ficam cada vez mais frágeis e vulneráveis ao risco de desastres.

Sob essa lógica, o homem pode ser considerado, dentro do conceito da geomorfologia antropogênica, um agente geomorfológico que com suas atividades modificam as propriedades e localização dos materiais superficiais, interferem em vetores, taxas e balanços dos processos e acabam gerando novas morfologias (RODRIGUES, 1997). Por isso, entende-se que a urbanização é um fenômeno geomorfológico que durante a apropriação antrópica e sua expansão são desencadeados ou originados novas magnitudes e frequências de desastres naturais, como por exemplo, os alagamentos e as inundações nas cidades. Contudo, a ação humana nesses meios físicos agrega-se a ideia de Tucci (1993).

Segundo Pedro; Nunes (2012), na escala territorial do local esses desastres em áreas urbanas desencadeiam catastróficos prejuízos originados pelas ocupações irregulares das áreas de planície de inundação. No caso dos corpos de águas canalizados podem ocorrer estouro das tubulações devido a pressão exercida pelo volume de água do escoamento superficial concentrado (PEDRO; NUNES, 2012).

Nesse sentido, as principais ocorrências em todo o estado podem ser identificadas na tabela 3 com os totais dos registros de inundação e de alagamentos:

**Tabela 3: Danos Humanos causados pelos desastres de inundação e alagamento no Estado de Mato Grosso do Sul, entre 1991 a 2012**

Fenômeno	Afetados	Desabrigados	Desalojados	Desaparecidos
<b>Inundação</b>	95.676	710	2.653	01
<b>Alagamento</b>	271.221	3.373	888	0

Fonte: BRASIL, 2013

A tabela 3 evidencia, portanto, que as inundações, com 99.040 danos humanos, são inferiores aos danos causados pelos alagamentos, totalizando 275.482 registros oficiais, entre o período de 1991 a 2012. Pelo Atlas Brasileiro de Desastres Naturais (2013), em ambos os tipos de desastre natural o Sudoeste do estado, localizado próximo a planície pantaneira, é onde acontecem as maiores incidências de danos relacionados a esses dois fenômenos hidrológicos.

No caso dos alagamentos os danos são de pequena magnitude por causa que a elevação das águas se processa lentamente, embora os transtornos causados sejam elevados, pois afetam a circulação de automóveis e pessoas, que prejudicam a limpeza residencial e comercial, após o escoamento superficial das águas. O principal elemento causador é a impermeabilização urbana, acelerada pelo crescimento urbanístico e demográfico, além de ocupações irregulares (ATLAS BRASILEIRO DE DESASTRES NATURAIS, 2013).

Nesses 21 anos de ocorrência, identifica-se que os alagamentos superaram, em número de pessoas afetadas, as inundações, representando 74% do total em todo o estado. Com relação ao número de desabrigados nota-se uma nova superioridade do fenômeno de alagamento, com 82,6 % sobre os 17,4% de ocorrência de inundações. Apenas o número de desalojados e desaparecidos referentes as inundações superaram os de alagamento, com 74,9% diante dos 25,1% e uma pessoa desaparecida, respectivamente. Isso comprova que o grau de perda humana é mais intenso quando ocorre o alagamento, visto que uma pessoa desabrigada perde a sua unidade de habitação, afetada pelo dano do desastre natural, necessitando de um abrigo para ficar.

Com isso, fica caracterizado as perdas econômicas e materiais relacionadas ao acúmulo momentâneo de águas nos centros urbanos, localizados em áreas próximos aos cursos de água. Um aspecto que os evidenciam é o déficit da rede de drenagem urbana em épocas de chuvas concentradas, causado pelo desordenado crescimento das cidades em áreas inadequadas e não considerando as dinâmicas naturais dos processos morfodinâmicos (SUERTEGARAY; NUNES, 2001).

Dessa maneira, os municípios sul mato-grossenses que mais sofreram severamente com as inundações, no ano de 2011, foram Campo Grande, Nioaque, Coxim, Ribas do Rio Pardo, Miranda, Maracaju e Nova Alvorada do Sul. No ano de 2010 os municípios de Guia Lopes da Laguna e Santa Rita do Pardo e em 2009 o

município de Sidrolândia. Dentre estes, Campo Grande assinalou o maior número de pessoas afetadas, com 18.099, seguido por Nioaque com 11.000 e Guia Lopes da Laguna com 8.500. No ano de 2011 o município de Coxim, com 7.000 pessoas afetadas, indicou o maior número de pessoas desabrigadas, 40, e Miranda em segundo lugar com 25 desabrigados (BRASIL, 2013).

No caso dos alagamentos severos, em 2005, Campo Grande, Bela Vista, Terenos e Guia Lopes da Laguna foram os mais afetados com 223.024, 23.411, 12.666 e 11.525 pessoas, respectivamente. Em 2009, Três Lagoas com 300 pessoas afetadas e em 2010 Batayporã com 290. Como Campo Grande é a cidade que mais expandiu até os corpos d'água, em 2005 se registrou 2.763 pessoas desabrigadas, 551 desalojadas e 510 feridos (BRASIL, 2013).

Os danos materiais ocasionados pelas inundações foram significativos e entre 1991 e 2012 registrou 157 episódios que atingiram construções e sistemas de infraestruturas urbanas. Desse total 114 habitações foram danificadas e apenas uma foi destruída, sobre os sistemas de infraestrutura, 29 estabelecimentos foram danificados, 10 destruídos e 3 locais comunitários danificados. De todos os municípios Miranda, Porto Murtinho, Santa Rita do Pardo, Nova Alvorada do Sul, Dois Irmãos do Buriti, Eldorado e Bataguassu são os que possuem danos mais expressivos do estado.

Em Miranda, considerado o mais afetado, apresentou-se 102 estabelecimentos e infraestruturas danificadas pela inundação de janeiro de 2010, devido ao excesso de chuva a montante do rio Miranda que atingiu as áreas urbanas e rurais.

Porto Murtinho ficou em segundo com 17 danificações materiais e 4 estruturas físicas destruídas, no mesmo ano. Isso ocorreu porque essas duas cidades apresentam ocupação desordenada na planície de inundação dos rios que as cortam (BRASIL, 2013). Por isso, as moradias e os habitantes desses lugares, por estarem em local errado, são alvos de desastres naturais relacionados ao aumento do nível dos rios.

No caso dos alagamentos foram computados danos materiais em 485 residências, 25 unidades de saúde, 2 prédios escolares, 40 habitações destruídas, além de 2 postos de saúde e 1 prédio de ensino. Durante esses 21 anos de análise, o de 2005 registrou algo incomum em eventos desse tipo, ou seja, 510 feridos na cidade de Campo Grande – MS.

Os municípios de Campo Grande, Bela Vista, Terenos e Guia Lopes da Laguna apresentaram os maiores danos humanos relacionados a eventos extremos mais severos desse período. Somaram juntos 485 casos, entre estruturas urbanas danificadas e destruídas. Dentre eles o município da capital sul mato-grossense teve os maiores prejuízos pois em relação a esse total teve 30 estruturas destruídas e 351 danificadas que representam, respectivamente, 10,6 % e 72,4 % (BRASIL, 2013).

De acordo com os estudos de Mattedi; Butzke (2001) além do fator climático alguns condicionantes antropogênicos também contribuem a tamanhos estragos, durante a ocorrência de inundações e/ou alagamentos. Na verdade, a impermeabilização do solo urbano, o lixo carregado pela chuva que entope as bocas de lobos e os canais de drenagem e a ocupação de encostas aumentam os riscos de danos. Isso significa que tanto os condicionantes naturais quanto os antrópicos são responsáveis por tais catástrofes.

Nesse sentido, as pessoas que vivem nas áreas de risco, junto aos corpos de água, contribuem para a formação de uma nova geomorfologia, dentro do conceito da geomorfologia antropogênica (RODRIGUES, 1997). Assim esse fator social de ocupação territorial e o descaso com a gestão da drenagem no nível local, indica que o homem como agente geomorfológico, além de interferir nas questões de saneamento, também influenciam no equilíbrio ecodinâmico dos meios estáveis e instáveis dos ambientes (TRICART, 1977).

Dessa maneira, a elaboração de um Plano Diretor de Drenagem Urbana, auxiliada pelas medidas não estruturais contribuiria para a redução dos alagamentos e os desastres e transtornos advindos tanto dos alagamentos e quanto das inundações.

#### **4.4 Planície de Inundação e sua função ecológica**

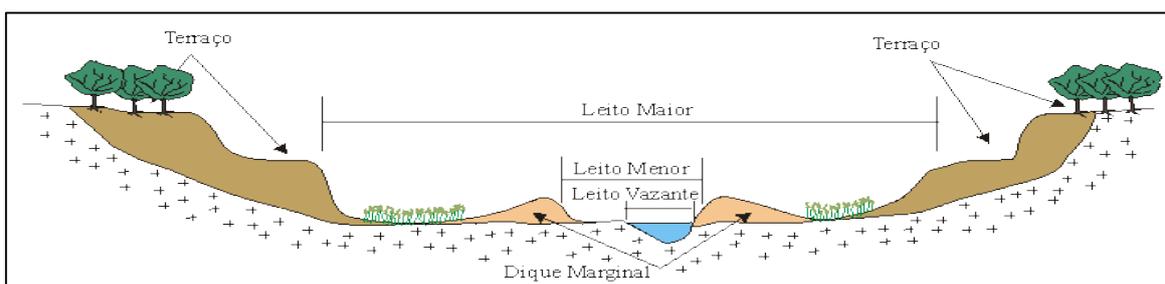
As áreas adjacentes aos cursos de rios e córregos possuem uma vegetação ciliar que periodicamente são submersas pelo aumento do nível das águas de seus leitos. O grande agente modificador dessa paisagem sazonal é a precipitação, pois alimenta o volume de água dos corpos hídricos até que estes sejam transbordados. Essas áreas que são invadidas pelas águas de transbordamento é o que se denominou de planícies de inundações.

Uma das suas principais funções ecológicas é a reprodução de alevinos e deposição de sedimentos para o desenvolvimento de cadeias alimentares entre as espécies. Também é considerada, dependendo da região onde se encontra, como local de fertilidade e rica em matéria orgânica, cujo ser humano aproveita para a agricultura, como por exemplo, os antigos egípcios que plantavam as margens do rio Nilo.

O ciclo de secas e cheias controla o seu funcionamento e as suas estruturas físicas, desempenhando importante influência na ciclagem de nutrientes e disponibilidade de água. Com isso, proporciona um ambiente produtivo para as plantas aquáticas, algas, bactérias, protozoários, invertebrados e peixes (ALHO et al, 1988; BAYLEY, 1989; BONETTO et al, 1969).

Para Guerra apud Pedro (2012, p. 84) a planície de inundação “corresponde a superfície pouco elevada acima do nível médio das águas, sendo frequentemente inundada por ocasião das cheias”. Dessa forma, o leito maior como também é conhecido contempla as áreas existentes após os diques marginais onde estão às várzeas e ocorrem os processos de erosão, transporte e deposição de sedimentos. A figura 4 ilustra a posição da planície de inundação nas áreas próximas aos cursos de água que é delimitada pelo terraço, cujo leito maior limita sua área de abrangência assim que as águas transbordam dos diques marginais.

**Figura 4: Esquema sobre as planícies de inundação**



**Fonte:** <http://www.rc.unesp.br/igce/aplicada/ead/interacao/inter11.html> (2012)

Elas são formadas pela ação fluvial, por isso suas definições variam em função do foco de estudo. Um deles a coloca como uma forma aluvial separada de seu canal por margens e construídas por sedimentos transportados pelos corpos de água (NANSON; CROKE, 1992).

Para Christofolletti (1980), sua definição agrega quatro categorias que a caracteriza, ou seja, pela topografia constitui-se em uma superfície uniforme próxima ao rio. Hidrologicamente é considerada uma superfície sujeita a inundação periódica. Na categoria geológica pode ser entendida como uma área do vale fluvial recoberta com materiais depositadas pelas cheias e geomorfologicamente trata-se duma forma de terreno composta de material inconsolidado e depositado pelo rio em épocas diferentes.

Nanson e Croke (1992) acrescentam na caracterização de Christofolletti (1980) que a planície de inundação é uma forma aluvial separada de seus canais por margens e construídas por sedimentos transportados pelo rio, e por isso, são definidas pelas inter-relações dos processos referentes ao rio e a planície que eles constroem.

Do ponto de vista ecológico, as planícies de inundação fazem parte do sistema de drenagem dos cursos d'água próximos a elas, formando um sistema rio-planície de inundação (JUNKE et al, 1989). Na verdade, são as áreas de transição aquática e terrestre onde existe um ecossistema e que não devem ser ocupadas indevidamente pois provocaria um desequilíbrio ambiental. Temos assim um sistema reconhecido pela diversidade e periodicamente a condições de pulsos de inundação (JUNK et al, 1989) onde em época de chuvas predomina ambientes aquáticos e em época de seca os terrestres. Com isso, esses pulsos influenciam tanto os ambientes da planície quanto as espécies e os processos biológicos característicos deles.

Sob essa ótica, além da relevância ecológica, os pulsos de inundação são importantes economicamente e para as obras de engenharia. Assim, conhecer suas ocorrências é possuir ferramentas geomorfológicas que possibilitam entender a interação rio-planície de inundação que é responsável pela construção e/ou destruição do ambiente através do trabalho de erosão e deposição realizado pelo rio (LEOPOLDO, 1994).

Contudo, Leopoldo et al (1964), diz que a planície de inundação, com relação a sua função e caracterização é....

uma feição deposicional do vale do rio associada com um regime climático ou hidrológico particular da bacia de drenagem. Os sedimentos são temporariamente estocados nela ao longo do vale e, sob condição de equilíbrio, sem aumento ou diminuição por um longo tempo (anos), a taxa de entrada de sedimentos é igual à de saída. Porém, uma alteração das condicionantes do equilíbrio, através de

processos tectônicos ou por mudanças no regime hidrológico, incluindo mudanças no aporte de sedimentos e de água, controle por barragens, poderá resultar na alteração da planície de inundação e levar a degradação e formação de terraço ou por outro lado levar à nova agradação (LEOPOLDO et al, 1964, p. 51).

Um grande exemplo de planície de inundação é o Pantanal Sul Mato-Grossense cujo regime de inundações é o fator ecológico principal, pois seus pulsos determinam os processos bióticos e abióticos (ADAMOLI, 1995). Esses processos contribuem na formação da composição das unidades de paisagem encontradas nele e, dessa forma, as alterações no regime de inundação acarretam transformações na vegetação, induzindo todo o bioma (ADAMOLI, 1995). Com a ocupação urbana e sua inconsequente expansão sobre essas regiões, surgem áreas frágeis e vulneráveis a desastres naturais. Nesse sentido, muitas cidades sofrem prejuízos econômicos e ambientais por estarem localizadas sobre elas.

#### **4.4.1 O Pantanal: Origem e Evolução**

Na região central da América do Sul encontramos uma particularidade ambiental que possui uma rica biodiversidade, ao qual se denominou Pantanal. Na verdade, se trata de uma depressão que concentra uma rica hidrografia cujo rio principal é o Paraguai. Nas suas áreas adjacentes, incluindo seus rios afluentes, existem as planícies de inundações e como essa região central é baixíssima ela pode ser considerada uma grande planície de inundação. Por possuir um relevo plano e os corpos de água migrarem para lá, em especial nas estações chuvosas, é uma das maiores extensões úmidas do planeta. Sua área é de 138.183 km<sup>2</sup>, com 65% e 35% do seu território no estado de Mato Grosso do Sul e Mato Grosso, respectivamente (SILVA; ABDON, 1998).

O Pantanal reúne muitos recursos naturais de grande importância socioeconômica e que requerem estudos em prol do desenvolvimento sustentável regional. Um exemplo são as vegetações flutuantes consideradas matérias-primas para o uso da biomassa, destinadas como fonte na produção de combustíveis sintéticos e biomateriais (BERGIER et al, 2008). Quem regula a produção e exportação das ilhas de biomassas flutuantes são os pulsos de inundações e segundo Pott e Pott (2004), a ocorrência dessas ilhas flutuantes é resultado da sucessão natural da vegetação

aquática e dependendo do tempo de desenvolvimento apresentam diferentes estruturas e fisionomias florísticas.

Encontra-se no alto curso do rio Paraguai, entre 90 e 200 m de altitude, tratando-se de uma imensa área de inundação e sedimentação provindos das áreas circundantes de trechos do Planalto dos Guimarães, a nordeste; dos Planaltos do Taquari-Itiquira e Maracaju-Campo Grande, a leste e dos Planaltos Residuais de Urucum-Amolar, a oeste (FRANCO; PINHEIRO, 1982). Foi dividido em onze pantanais de acordo com Silva e Abdon (1998) que consideraram em cada um deles uma relação com o material de origem, tipo de solo, drenagem, altimetria e vegetação associados às bacias hidrográficas.

Essa abordagem permitiu a caracterização de onze sub-regiões, tais como: Corixo Grande-Jauru-Paraguai (Pantanal de Cáceres), Cuiabá-Bento Gomes-Paraguazinho (Pantanal de Poconé), Itiquira-São Lourenço-Cuiabá (Pantanal de Barão de Melgaço), Taquari (Pantanal do Paiagua e Pantanal de Nhecolândia), Negro (Pantanal do Aobral), Miranda-Aquidauana (Pantanal do Miranda e Pantanal de Aquidauana), Nabileque (Pantanal do Nabileque), Jacadigo e de Paiaguas (Pantanal do Paiaguas) e a confluência do rio Nabileque com o Paraguai (Pantanal de Porto Murtinho).

Várias teorias buscam explicar a origem e a gênese do Pantanal. Com base no referencial de Ruellan (1988), a depressão pantaneira caracteriza-se como um exemplo de “bottonnière” escavado em terreno Pré-Cambriano que sofreu esvaziamento por uma sequência de processos erosivos. Entretanto até o Cretáceo Superior era uma vasta abóbada de escudo que funcionava como área de fornecimento detrítico para as bacias sedimentares do Grupo Bauru (Alto Paraná) e Parecis.

Para Alvarenga et al (1984), essa planície úmida era uma região afetada por processos morfoestruturais relacionados à movimentação de compensação isostática, repercutidos em abatimentos em áreas adjacentes, consequentes ao soerguimento das cordilheiras dos Andes. No Terciário Superior, processos naturais de erosão esculpiram o relevo e “rebaixaram as superfícies circundantes, provocando o recuo das escarpas, a dissecação das encostas e a erosão do terraço, fornecendo, assim, sedimentos à região do Pantanal” (BRASIL; ALVARENGA, 1989).

Segundo Ab'Saber (1939), as forças de movimento de rebaixamento moldaram o relevo do Pantanal, originadas “pelas fraturas e falhamentos encontradas no

embasamento e com influência direta da orogênese Andina”. Após isso sofreu um forte dissecamento em condições muito úmidas e que no Pleistoceno foram individualizados. Por isso, a sua gênese e evolução está vinculada aos longos períodos erosivos que acarretaram na formação da bacia sedimentar inserida no Pantanal, com uma parte no estado de Mato Grosso, conhecido como Pantanal Matogrossense, e outra em Mato Grosso do Sul, denominado de Pantanal Sul Mato-Grossense.

#### **4.4.2 Principais Características Físicas do Pantanal**

Na borda sudoeste do domínio do cerrado brasileiro localiza-se pontualmente a família de ecossistema do Pantanal. Na visão de Bertrand (1972), nesse geossistema ocorrem diferentes setores de geofácies, psamobiomas (Pantanal), helobiomas (Pantanais) e rupestrebiomas. Então as planícies pantaneiras são compostas por vários tipos de ecossistemas (AB’SABER, 2003).

Trata-se de uma faixa de transição geomorfológica brasileira entre as planícies do Holoceno e Pleistoceno. Na porção leste podem ser encontrados cristais rejuvenescidos e montanhas complexas da época do Pré-Devoniano e Pré-Cambriano. Com relação as suas potencialidades e diferenças paisagísticas possuem em comum o fato de pertencerem a categoria das planícies de inundação da margem esquerda do rio Paraguai.

Conforme Hamilton et al (1996) a região pode ser caracterizada como uma savana tropical inundada, onde sua maior parte situa-se em território brasileiro, com pequenas áreas (20% do total) na Bolívia e Paraguai.

Possui clima tropical, com uma estação chuvosa bem definida, cuja precipitação pluviométrica anual registra-se entre 1.000 e 1.700 mm, com chuvas mais concentradas entre novembro e março (BRASIL, 1979). De acordo com a classificação climática de Köppen o clima pantaneiro é do tipo Aw, isto é, verões úmidos e invernos secos com temperaturas média anual variando em torno de 25° C. No verão as máximas temperaturas atingem 40° C, apesar disso, devido à penetração de massas de ar frio oriundas das planícies dos pampas e do Chaco a temperatura diminui rapidamente e em certos locais ocorre geadas (POR, 1995).

Em conformidade com Valverde apud Silva (2002, p. 32) “o regime de verão úmido deve-se à penetração de massas de ar continental equatorial de origem amazônica,

enquanto o clima de inverno é dominado pelas massas de ar tropical do Atlântico, vindas das regiões de topografia mais alta”. Às vezes frentes polares alcançam a região e que durante o inverno se registra temperaturas extremas iguais a zero.

Do ponto de vista botânico, Pott et al (2009) revela que as proporções fitogeográficas do Pantanal são distribuídas com 50% de espécies de ampla distribuição, 30% de espécies do Cerrado e 20% de outras origens. Essa distribuição territorial baseou-se em coletas botânicas para herbário e listagem florística de vários anos. No caso das plantas de ampla distribuição podem ser encontradas muitas “gramíneas neotropicais, ciperáceas e outras espécies herbáceas e arbóreas, como pode ser inferido de epítetos específicos como americana, brasiliense, caribeum, guyanense (ou guianense), savannense, etc”. (POTT et al, 2009 p. 01). Assim identifica-se uma vegetação não homogênea cujas características de cerrado predominam a leste do território pantaneiro e as plantas amazônicas a oeste, junto aos rios e terrenos mais baixos.

Segundo Silva (1986), a geomorfologia da depressão do rio Paraguai relaciona-se ao escoamento sedimentológico das elevações e planaltos marginais e os planos de depressão. Isso aliado ao baixo declive da planície aluvial barra as águas escoadas e com elas os materiais alógenos que vão se acumulando sobre os mais antigos. Forma-se assim, leques aluviais, como por exemplo o das calhas rasas do rio Taquari (DECCO, 2011).

Os solos possuem diferenças em três porções territoriais. Na parte sul caracteriza-se como argiloso, fruto de depósitos aluviais dos rios Miranda, Negro e Paraguai. No Norte possuem horizonte subsuperficial com textura mais argilosa e, por fim, na parte central os solos são de natureza arenosa, erodidos na região de planalto e transportados pelo rio Taquari (SOARES, 2006).

Para Rezende Filho (2006, p. 31) os solos do Pantanal são “de origem sedimentar, recente ou sub-recente, ocorrendo em fases argilosas e arenosas, de forma alternada e descontínua. As áreas férteis correspondem à fase argilosa”.

#### **4.5 As geotecnologias aplicadas na produção do conhecimento geográfico**

Cada vez mais se modificam as relações de uso e ocupação do território. A tecnologia é a grande responsável por essas mudanças que ao mesmo tempo são positivas, mas também trazem reações negativas aos meios ambientes. Diante disso, as paisagens territoriais transformam-se constantemente, pois rios são poluídos e florestas são desmatadas. Nas cidades ocorre intenso crescimento demográfico e ocupações em áreas de risco, como as margens de córregos. A fronteira agropecuária expande-se cada vez mais. Enfim, uma gama de objetos para pesquisa e a produção do conhecimento geográfico ganha novos significados e desafios.

Neste quesito, as tecnologias beneficiam as análises geográficas, pois permitem estudos detalhados e precisos dos fenômenos espaciais. Assim, o mapeamento geotécnico contribui a todo tipo de análise e planejamento territorial e, principalmente, produz conhecimento geográfico que facilita a intervenção nos espaços geográficos.

Do ponto de vista geográfico, as geotecnologias são o conjunto de técnicas de coleta, processamento, análise e oferta de informações com referência geográfica, onde o software e o hardware compõem-se em ferramentas de planejamento e gestão do território (ROSA, 2005). Dentre elas, podemos destacar os sistemas de informação geográfica (SIG), a cartografia digital, o sensoriamento remoto, o sistema de posicionamento global e a topografia.

Assim o geoprocessamento, segundo Rosa; Brito (1996), envolve 4 categorias básicas de técnicas ao tratamento da informação espacial:

- 1) Procedimentos de coleta de informação espacial;
- 2) Técnicas de armazenamento de dados geográficos;
- 3) Técnicas de tratamento e análise de dados geográficos;
- 4) Técnicas para o uso integrado de informação espacial, como os sistemas GIS – Geographic Information Systems, LIS – Land Information Systems, AM/FM – Automated Mapping/Facilities Management, CADD – Computer – Aided Drafting and Design.

Portanto, o geoprocessamento se refere a informações temáticas “amarradas” à superfície terrestre, através de um sistema de coordenadas geográficas e/ou UTM's (ROSA, 2005). Em estudos com pouco detalhe utilizamos as coordenadas geográficas. Quando o recorte espacial exige um detalhamento maior (grande escala)

usamos as coordenadas UTM (FITZ, 2008), porque reduz o valor absoluto das deformações angulares.

À vista disso, cria-se uma base cartográfica que de acordo com Clark (1995) é o começo do emprego do SIG, ou seja, um dos componentes que auxiliará a elaboração e a representação de fenômenos geográficos (escorregamento, inundação, alagamentos, queimadas, etc.) ou espaços transformados (cidades, regiões hidrográficas e paisagens geomorfológicas). Assim, deve-se seguir os princípios básicos da cartografia como a elipsoide de referência, o datum geodésico, a projeção cartográfica, a precisão gráfica e a generalização.

Uma das primeiras categorias descritas por Rosa; Brito (1996) na produção de mapas e atualização cartográfica do território é o sensoriamento remoto. Nessa técnica as informações dos alvos são adquiridas através do processo de radiação eletromagnética (reflexão e/ou emissão do espectro dos objetos) captadas por sensores.

Por isso, envolve duas fases: a aquisição de dados, cujo sistema dos sensores processam informações das radiações recebidas, e a utilização e aplicação de dados, onde são direcionadas as várias possibilidades de aplicabilidade das informações processadas (ROSA, 2005).

Para Rosa (2005, p. 83) os sensores são capazes de “responder à radiação eletromagnética em certa faixa do espectro eletromagnética, registrando-a e gerando um produto cartográfico que possibilita a sua interpretação”. Além disso, são constituídos por um coletor (lente, espelho ou antena) e um sistema de registro de informações (detector ou filme).

Desse modo, o emprego do sensoriamento no mapeamento geográfico possibilita agilidade e redução de custos com o uso de imagens orbitais, acompanhado de uma excelente resolução espacial, obtida pelo emprego de sensores multiespectrais de alta tecnologia (ROSA, 2005).

Torna-se, portanto, uma ferramenta geotecnológica eficaz para ser aplicada na produção do conhecimento geográfico. Nesse caso, o sensor permite a aquisição das imagens orbitais desejadas e evita um novo recobrimento aéreo na aquisição de imagens que teria um alto custo ao empreendedor. Tais imagens podem ser obtidas em sites da NASA, EMBRAPA, INPE, IMASUL SISLA, entre outros.

#### 4.5.1 Informações derivadas de Sensoriamento Remoto

O sensoriamento remoto possibilita obter informações de alvos, de maneira que não ocorra o contato físico com ele. As informações são adquiridas através da radiação eletromagnética refletida e/ou emitida pelos alvos, geradas por fontes naturais como o Sol e a Terra, ou por fontes artificiais como o Radar (NOVO, 1989; MOREIRA, 2001; ROSA, 1992). A figura 5 ilustra como são obtidas as imagens da superfície da Terra por sensoriamento remoto.

**Figura 5: Obtenção de Imagem da Superfície Terrestre por meio de Sensoriamento Remoto**



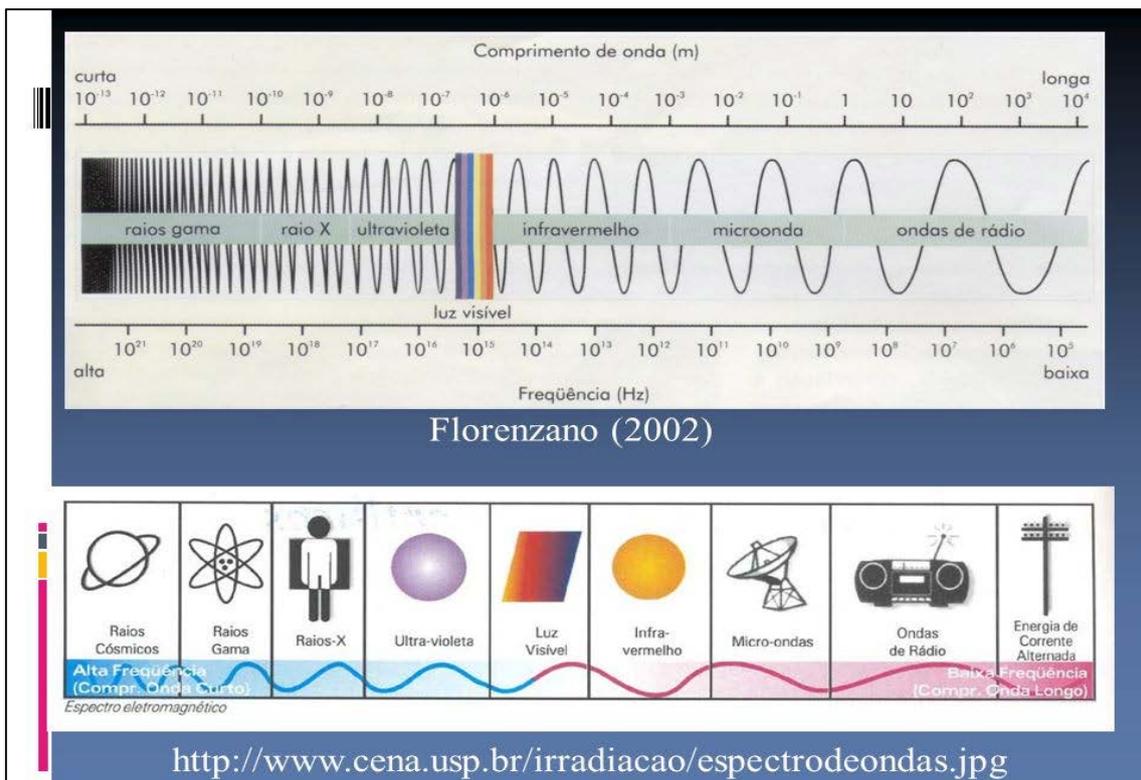
Fonte – Florenzano (2002)

Os sensores permitem obter informações espectrais, espaciais e de intensidade de energia e são a base do sensoriamento remoto que é a tecnologia de aquisição, a distância, de dados geográficos. Como revela a figura 5, o sensor capta a radiação eletromagnética refletida ou emitida pela superfície em diferentes comprimentos de onda ou frequência (FLORENZANO, 2008).

Existem dois tipos de sensores, os ópticos que captam a energia da região do ultravioleta, do visível e do infravermelho, e, os do tipo radar que obtém a radiação na região de micro-ondas. Suas diferenças é que este último registra a energia que retorna do pulso enviado por sua antena, enquanto o óptico depende da energia solar ou refletida pela superfície terrestre.

Na figura 6 pode ser compreendido os espectros eletromagnéticos, com destaque para as respectivas faixas de funcionamento de ambos os tipos de sensores.

**Figura 6: Faixa Espectral Eletromagnética do funcionamento espectral dos sensores**



Fonte: FLORENZANO (2002)

Com base em Verstappen (1977) e Florenzano (1993) a contribuição de imagens aeroespaciais adquiridas por sensores, no estudo e mapeamento geomorfológico divide-se em 3 categorias:

- 1 – como base cartográfica para o levantamento de informações e apoio de campo;
- 2 – na extração de dados geomorfológicos e na elaboração de cartas morfométricas, de risco (escorregamento e inundação) e geomorfológicas completas e;
- 3 – na análise integrada e no mapeamento da paisagem.

Sob essa lógica, interpretar as imagens derivadas do sensoriamento remoto representa dar significados aos objetos nelas configurados e identificados. Por isso, conhecer a área de estudo e sua temática, tais como relevo, área urbana, clima, rede hidrográfica ou áreas de inundação, facilitam o processo de interpretação e aumenta o potencial de leitura das imagens e isso melhora a qualidade do produto cartográfico que será elaborado (FLORENZANO, 2008).

Dentre os sensores de radar utilizados, destacamos o Scanning Multichannel Microwave Radiometer – SMMR (Radiômetro de Microondas Multicanal), que mede a emissão de energia da superfície terrestre e da atmosfera e expressa a temperatura

de brilho em várias frequências nas polarizações vertical e horizontal. Ele é indicado para medir a presença de água na superfície da Terra (FLORENZANO, 1993).

Na Geografia muito se utiliza os sensores dos satélites da série Landsat, como por exemplo, o Thematic Mapper (TM) e o Enhanced Thematic Mapper (ETM), pois favorecem informações espaciais e espectrais. Eles permitem o registro das formas dos objetos e suas propriedades biológicas, físicas e químicas (FLORENZANO, 2008).

Sendo assim as imagens são compostas por faixas espectrais (canais ou bandas) obtidas por sensores multiespectrais, cujos objetos não são representados com a mesma tonalidade. Isso ocorre devido a quantidade de energia refletida pelos objetos variarem ao longo do espectro eletromagnético (FLORENZANO, 2002).

Portanto, os atributos das imagens derivadas dos sensores, dependendo dos objetivos dos estudos, representam uma composição de bandas que possibilitam visualizá-las no visível, a falsa cor. Os quadros 1 e 2 exemplificam essas bandas com a categorização espectral no visível e suas principais finalidades para o mapeamento cartográfico. O quadro 2 referência as bandas das imagens Landsat 5 e 7 TM, compostas por 7 bandas, e o quadro 3 as do Landsat 8 ETM, distribuídas em 11 bandas. Cada banda associada com outras proporcionam uma determinada finalidade, que varia de acordo com o que se deseja elaborar e identificar, no recorte espacial dos estudos geográficos.

**Quadro 2– Características e Aplicações das bandas espectrais das imagens Landsat 5 e 7 TM**

<b>Bandas</b>	<b>Intervalo Espectral - <math>\mu\text{m}</math></b>	<b>Características e Aplicação das bandas</b>
1	0,45 – 0,52	Penetração em corpos de água, com elevada transparência, permitindo estudos batimétricos. Sofre absorção pela clorofila e pigmentos fotossintéticos auxiliares (carotenóides). Apresenta sensibilidade a plumas de fumaça oriundas de queimadas ou atividade industrial. Pode apresentar atenuação pela atmosfera.
2	0,52 – 0,60	Apresenta grande sensibilidade à presença de sedimentos em suspensão, possibilitando sua análise em termos de quantidade e qualidade. Boa penetração em corpos de água.
3	0,63 – 0,69	A vegetação verde, densa e uniforme, apresenta grande absorção, ficando escura, permitindo bom contraste entre as áreas ocupadas com vegetação (ex.: solo exposto, estradas e áreas urbanas). Apresenta bom contraste entre diferentes tipos de cobertura vegetal (ex.: campo, cerrado e floresta). Permite análise da variação litológica em regiões com pouca cobertura vegetal. Permite o mapeamento da drenagem através da visualização da mata galeria e entalhe dos cursos dos rios em regiões com pouca cobertura vegetal. É a banda mais utilizada para delimitar a mancha urbana, incluindo identificação de novos loteamentos. Permite a identificação de áreas agrícolas.

4	0,76 – 0,90	Os corpos de água absorvem muita energia nesta banda e ficam escuros, permitindo o mapeamento da rede de drenagem e delineamento de corpos de água. A vegetação verde, densa e uniforme, reflete muita energia nesta banda, aparecendo bem clara nas imagens. Apresenta sensibilidade à rugosidade da copa das florestas (dossel florestal). Apresenta sensibilidade à morfologia do terreno, permitindo a obtenção de informações sobre Geomorfologia, Solos e Geologia. Serve para análise e mapeamento de feições geológicas e estruturais. Serve para separar e mapear áreas ocupadas com <i>pinus</i> e <i>eucalipto</i> . Serve para mapear áreas ocupadas com vegetação que foram queimadas. Permite a visualização de áreas ocupadas com macrófitas aquáticas (ex.: aguapé). Permite a identificação de áreas agrícolas.
5	1,55 – 1,75	Apresenta sensibilidade ao teor de umidade das plantas, servindo para observar estresse na vegetação, causado por desequilíbrio hídrico. Esta banda sofre perturbações em caso de ocorrer excesso de chuva antes da obtenção da cena pelo satélite.
6	10,4 – 12,5	Apresenta sensibilidade aos fenômenos relativos aos contrastes térmicos, servindo para detectar propriedades termais de rochas, solos, vegetação e água.
7	2,08 – 2,35	Apresenta sensibilidade à morfologia do terreno, permitindo obter informações sobre Geomorfologia, Solos e Geologia. Esta banda serve para identificar minerais com íons hidroxilas. Potencialmente favorável à discriminação de produtos de alteração hidrotermal.

Fonte: FLORENZANO, 2008

**Quadro 3: Características e Aplicações das bandas espectrais das imagens Landsat 8 ETM**

Bandas	Intervalo Espectral - $\mu\text{m}$	Características e Aplicação das bandas
1	0,43 – 0,45	Litoral Aerossol - Estudos costeiros e aerossóis
2	0,45 – 0,51	Azul - Mapeamento batimétrico, solo distintiva de vegetação e de folha caduca da vegetação coníferas
3	0,53 – 0,59	Verde - Enfatiza vegetação de pico, o que é útil para a avaliação do vigor das plantas
4	0,63 – 0,67	Vermelho – Discrimina encostas de vegetação
5	0,85 – 0,88	Infravermelho Próximo (NIR) - Enfatiza teor de biomassa e costas
6	1,57 – 1,65	Ondas Curtas de Infravermelho (SWIR 1) - Discrimina o conteúdo de umidade do solo e da vegetação; penetra nuvens finas
7	2,11 – 2,29	Ondas Curtas de Infravermelho (SWIR 2) - Melhorou o conteúdo do solo e da vegetação e penetração nuvem fina umidade
8	0,50 – 0,68	Panorâmico - Resolução 15 metros, definição de imagem mais nítida
9	1,36 – 1,38	Cirrus - Melhor detecção de contaminação cirros
10	10,60 – 11,19	TIRS 1 - Resolução de 100 metros, o mapeamento térmico e estimou a umidade do solo
11	11,50 – 12,51	TIRS 2 - Resolução de 100 metros, o mapeamento térmico melhorado e estimou a umidade do solo

Fonte: MENESES; ALMEIDA, 2012

Diante da análise desses dois quadros podem ser realizados diversos estudos que representem o mais próximo possível da realidade, auxiliando na identificação de objetos e seus respectivos significados. Isso faz parte de um procedimento de interpretação de imagens de satélites por sensoriamento remoto, cujo produto final é um mapa. Ocasionalmente da própria imagem cria-se um produto cartográfico,

principalmente quando os dados são utilizados no formato digital e analisados no computador por meio do uso de softwares de processamentos de imagens, como por exemplo o Spring e o ArcGis (FLORENZANO, 2002).

#### **4.5.2 Sistema de Informações Geográficas – SIG**

A década de 70 foi marcada pelo desenvolvimento de recursos de hardware dos sistemas comerciais, parte do avanço tecnológico que se expandia cada vez mais. Entretanto, foi na década de 80 que os SIG's cresceram aceleradamente e duram até os dias atuais (CÂMARA, 1995). No Brasil o primeiro SIG foi criado pelo Dr. Roger Tonlinson no ano de 1982 e, a partir disso, se incentivou o aparecimento de grupos interessados no desenvolvimento dessa tecnologia, dentro os quais se destacaram a UFRJ – Universidade Federal do Rio de Janeiro com o SAGA, a CPqD/TELEBRÁS – Centro de Pesquisa e Desenvolvimento da TELEBRÁS e o INPE – Instituto Nacional de Pesquisa Espacial (CÂMARA et al, 2001).

Conforme ressalta Câmara et al (2001), o geoprocessamento está relacionado com a utilização de técnicas matemáticas e computacionais objetivando tratar informações geográficas. Os seus instrumentos computacionais são denominados de SIG e possibilitam realizar análises complexas, pois agrega dados de variadas fontes e cria bancos de dados georreferenciados que torna possível automatizar a produção de produtos cartográficos (mapas e cartas).

Com base em Paranhos Filho et al (2008), um SIG é formado por um hardware, um software e um banco de dados geográficos e pessoais. O Hardware diz respeito ao conjunto organizado do computador necessário a execução do software e providencia espaço para armazenar dados geográficos e programas (BARBOSA, 2014). O software é atribuído aos programas inseridos num sistema operacional para coletar, armazenar, processar e analisar dados geográficos (BARBOSA, 2014). Por fim, os dados são informações, imagens e/ou mapas associados em forma digital (vetorial ou raster) que alimenta o software para estudar uma infinidade de possibilidades.

Para Barbosa (2014, p. 32) a base de dados é formada:

por dois elementos, um com dados espaciais que descrevem a forma e posição de elementos da superfície terrestre e uma base de dados com atributos descrevendo as características ou qualidades destes elementos. Em alguns sistemas, as bases de dados espaciais e de atributos são distintas uma das outras. Enquanto em outros elas estão integradas muito proximamente numa única entidade. O dado espacial ou geográfico pode assumir três formas distintas: ponto, linha e área. Ao dado espacial atribuem-se valores ou atributos do espaço geográfico. As feições vetoriais são mais comumente representadas em arquivos shapefile (SHP). O formato SHP é um dos padrões de armazenamento de feições vetoriais mais utilizadas em SIG, podendo ser manipulado em vários softwares.

Diante disso podemos empregar a definição de Rosa apud Barbosa (2014, p. 32) sobre o SIG, ressaltando que existem outras, ou seja:

um conjunto de ferramentas computacionais composto de equipamentos e programas que, por meio de técnicas, integra dados, pessoas e instituições, de forma a tornar possível a coleta, o armazenamento, o processamento, a análise e a oferta de informação georreferenciada produzida por meio de aplicações disponíveis, que visam maior facilidade, segurança e agilidade nas atividades humanas referentes ao monitoramento, planejamento e tomada de decisão relativa ao espaço geográfico.

#### **4.5.3 O Cálculo do Índice de Umidade – NDWI**

Os princípios do sensoriamento remoto no processamento de imagens contribuem para estudos de diversas naturezas. O NDWI faz parte da operação aritmética da divisão das bandas espectrais das imagens de satélites.

De acordo com Meneses; Almeida (2012), essa aritmética é uma das mais simples formulações algorítmicas de processamento de imagens multiespectrais que promove expressivos resultados. O processo de transformação dos dados ocorre pixel a pixel através de uma regra matemática pré-definida e envolve duas bandas (do mesmo sensor ou de datas de aquisição diferentes) espectrais no mínimo, como é o caso do NDWI.

A divisão juntamente com a subtração é a categoria de operação aritmética mais usada e sua principal aplicação relaciona-se com a redução do número de imagens, pois o resultado de sua utilização é uma única imagem. Diante disso, ela possibilita a discriminação na cena da imagem sutis variações de reflectância de alvos específicos,

como por exemplo, tipo de litologia, áreas alagáveis e inundáveis ou os tipos de vegetação. Por isso, será destacado na cena exclusivamente as propriedades do tipo de alvo desejado. Por esta razão, ela se tornou uma das mais usadas e se baseia nos parâmetros físicos do sensor e no comportamento da reflectância dos alvos, determinando as características de uma imagem (MENESES; ALMEIDA, 2012).

Essa operação aritmética (divisão), com imagens Landsat 5 e 7 TM, torna possível o cálculo do índice de água mais conhecido como um Índice de Diferença Normalizada da Água – NDWI, que é baseada na curva de reflectância da água. O cálculo desse índice necessita de uma banda situada na região do comprimento de onda próxima da cor verde ( $\pm 490 - 580$  nm) e de uma banda situada no comprimento de onda infravermelho próximo ( $\pm 760 - 1.000$  nm), conforme a equação (MENESES; ALMEIDA, 2012).

$$NDWI = \frac{G - NIR}{G + NIR}$$

onde G é a banda *green* (verde) e NIR é o infravermelho próximo

Segundo Gao (1996) o NDWI indica a presença de água na vegetação, podendo ser observado na reflectância das bandas espectrais 4 e 5 (Landsat 5 e 7 TM), correspondentes ao infravermelho próximo. A banda 4 permite o mapeamento da rede de drenagem, o delineamento dos corpos d'água e a visualização de áreas ocupadas com macrófitas aquáticas (aguapés). Na banda 5 se identifica o teor de umidade das plantas para se observar o estresse na vegetação causado pelo desequilíbrio hídrico e também as perturbações do excesso de chuvas. Dessa maneira, esse índice utiliza imagens das bandas NIR (infravermelho próximo) e G (verde), e segundo Polidório (2004), expressam o comportamento espectral da água e os valores de NDWI, dos corpos d'água, terão um alto brilho, após a sua aplicação.

Na verdade, a refletância espectral dessas duas bandas (4 e 5) centram-se aproximadamente em 860 e 1240 nm, onde na faixa próxima de 860 nm se pode esperar uma refletância da água muito baixa e na faixa de 1240 nm, a refletância esperada é zero (BARBOSA, 2012). Por isso, quando aplicamos o cálculo proposto por Gao (1996) os corpos d'água nos fornecem valores de NDWI com alto valor de brilho.

O solo exposto, antes da aplicação do NDWI apresenta um comportamento espectral, na banda 5, com altos valores de brilho e isso dificulta a análise da influência hídrica na interpretação da imagem. Porém quando aplicamos o NDWI o solo exposto aparece com baixo valor de brilho (BARBOSA, 2012), assim sendo, se torna possível descrever a potencialidade do cálculo na discriminação das áreas de inundações e alagamentos, principalmente no Pantanal Sul-mato-grossense (CARDOZO et. al., 2009).

## 5. Metodologia

### 5.1 Análise Laboratorial: O programa ArcGis como software de processamento de imagens e elaboração de mapeamento digital

O ArcGis é um software produzido pela empresa norte-americana ESRI (Environmental Systems Research Institute) cujos aplicativos realizam tarefas como análise espacial, armazenamento, manipulação, processamento de dados geográficos e mapeamento.

Ele é constituído por ArcCatalog (gerencia dados a serem trabalhados); ArcMap que é a aplicação central do ArcGis (trabalha com dados e informações geográficas, gera mapas, entre outros); ArcToolBox que por ser uma extensão do ArcMap apresenta ferramentas que possibilita realizar operações mais elaboradas com os dados geográficos; ArcReader (Permite visualizar e explorar arquivos já desenvolvidos no ArcMap); ArcScene(aplicativo que processa dados geográficos em 3D e cria vídeos e animações) e o ArcGlobe um aplicativo que apresenta um globo terrestre onde se pode navegar em três dimensões (SILVA, 2010).

Nele, as informações são organizadas em arquivos de vários formatos, cujo armazenamento dos dados espaciais é dividido em dois tipos – vetorial e raster. Dessa maneira, o espaço é representado por meio de estruturas geométricas e os dados geográficos organizados em tabelas de atributos chamadas de dados alfanuméricos.

Dentre os formatos, temos o Shapefile (um arquivo vetorial de extensão shp e sempre acompanhado por dois arquivos de formato dbf e shx); o Grid, JPG, TIFF, MrSid, entre outros que são arquivos raster (imagens de satélite, carta topográfica, fotografias aéreas); o Layer um arquivo de extensão lyr que está vinculado ao arquivo de dados (sombreamento de cor, rótulos, fonte, cor, etc.); a Base de Dados (geodatabase – mdb que consiste em uma coleção de dados de vários tipos como as feições, imagens e dados tabulares); a Tabela que consiste numa tabela de atributos no formato dbf; o MXD onde se armazena o mapa e o TIN que é um modelo de superfície baseado em um vetor que representa a superfície geográfica com triângulos contíguos não sobrepostos, possuindo valores x, y, z (SILVA, 2010).

O processamento de imagens e o mapeamento digital com referências geográficas devem, em primeiro lugar, partir de uma minuciosa organização de dados no ArcCatalog. Isso porque ele permite a visualização dos dados em três formas

(Contentes - conteúdo do diretório; Preview – pré-visualização que exhibe os dados espacialmente ou em forma de tabela de atributos e Metadata – informações sobre os dados armazenados e retificados).

## **5.2 Seleção das imagens de satélites**

Definida a área de estudo a seleção das imagens devem ser realizadas em sites que possuam um mapa – índice, onde esteja estabelecido a sua órbita/ponto que indica a área central da imagem desejada. O primeiro passo de escolha é a data da imagem pois a época (dia, mês e ano) permitirá um melhor estudo. Também indicará se há presença de nuvens ou não, pois as nuvens prejudicam a qualidade da análise dos elementos de interpretação das informações dos objetos, áreas, ou fenômenos, dos quais os básicos são a cor, a textura, o tamanho, a forma, a sombra, a altura, o padrão e a localização (MOREIRA, 2001).

De acordo com Florenzano (2002), a data da imagem é primordial visto que ela representa o momento da passagem do satélite e a fisionomia da paisagem da área estudada. Assim poderá ser diferenciado se a imagem foi tirada antes ou depois da estação chuvosa ou de seca, se trata de uma área de inundação, é de desmatamento, de incêndio ou crescimento urbano, entre outros.

Aliadas a essa interpretação os softwares possuem aplicativos que possibilitam elaborar mapas de diversas finalidades, como por exemplo o cálculo do índice de umidade para delimitar áreas sujeitas a alagamentos e inundações ou implantações de aterros sanitários.

Portanto, a seleção das imagens para atingir os objetivos propostos nesse trabalho foi feita no site do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE (<http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>). Este site ofereceu imagens com boa qualidade e resolução do período desejado para realizar as análises, entre os períodos de chuvas e estiagem, relativos ao recorte espacial em estudo, ou seja, a discriminação das áreas alagáveis e inundáveis.

### **5.3 Mapeamento Digital de Identificação das Áreas Sujeitas a Alagamentos e Inundações**

Ao todo foram elaborados 3 mapas no software ArcGis que permitiram a identificação e análise de toda a área de estudo. Também fez uso de algumas figuras no Google Earth, delimitando as localidades sujeitas aos riscos de impactos ambientais e/ou danos e desastres naturais.

Além do conhecimento prévio da área e dos seus aspectos históricos, essa ferramenta metodológica possibilitou a elaboração do roteiro de campo, pois o Google Earth permite mapear e identificar algumas fisionomias da paisagem para a visita de campo nos pontos pré-definidos. Isso contribui para uma melhor qualidade de informações na interpretação da paisagem.

No primeiro procedimento metodológico utilizou-se imagens de satélites Landsat 5 e uma carta topográfica de escala 1: 100.000 cujos parâmetros geográficos foram utilizados para uma análise sistêmica dos locais afetados pela inundação e alagamentos. O objetivo dessa etapa foi entender como se comportou esses dois fenômenos hidrológicos em períodos distintos (chuvoso e estiagem), afim de gerar um produto cartográfico identificando as áreas sujeitas a alagamentos e inundações.

Nas figuras, utilizou-se as ferramentas disponibilizadas pelo próprio Google Earth para espacializar e diferenciar os elementos da paisagem das áreas sujeitas aos riscos de anomalias hidrológicas. Além disso, as imagens de alta resolução do Google Earth permitiram confrontar as feições paisagísticas em relação ao comportamento espectral do NDWI das imagens Landsat 5, localizando e caracterizando as situações de risco a desastres naturais. Por fim, possibilitou a elaboração de um quadro demonstrativo das unidades da paisagem dos locais potencialmente propensos a sofrerem alagamentos e inundações.

Diante disso, tornou-se possível um planejamento de pesquisa de campo dirigida pelo Google Earth, apoiada no referencial de Cullen (1983), afim de levantamento fotográfico das áreas mais suscetíveis a desastres naturais e impactos ambientais. Assim, o material adquirido da realidade proporcionou a elaboração de um quadro demonstrativo, relativo às realidades de cada situação de risco estudada.

### 5.3.1 Mapeamento das áreas úmidas antes e depois da construção do Dique

Essa etapa metodológica apoiou-se nas propostas de Cardozo et. al. (2009), Gao (1996) e Polidorio (2004) que auxiliaram na aplicação do NDWI para identificar áreas úmidas na região estudada. Utilizou-se as bandas 4 e 5 da imagem de satélite Landsat 5 TM, órbita/ponto 227/075, pois permitem identificar a presença de corpos d'água e a umidade das plantas e, conseqüentemente, as áreas sujeitas a alagamentos e inundações (POLIDORIO, 2004). Essas bandas possibilitam o cálculo do NDWI que utiliza imagens das bandas NIR – infravermelho próximo e G - verde.

Esse índice foi apresentado por Gao (1996) para indicar a umidade da vegetação, adquirida na reflectância dessas duas bandas, cujo cálculo produz imagens onde os corpos de água terão alto valor de brilho. Segundo Cardozo et al (2009), o NDWI possibilita a discriminação das áreas alagadas e inundadas do Pantanal sul-mato-grossense.

No ArcGis, a álgebra de mapas permite realizar a análise espacial cartográfica usando dados raster, pelo fato deles serem geograficamente cadeias de números referenciados. Desse modo o NDWI pode ser calculado no ArcToolbox – Spatial Analyst Tools – Raster Calculator, criando a sua expressão de cálculo.

$$NDWI = \frac{Banda\ 4 - Banda\ 5}{Banda\ 4 + Banda\ 5}$$

A equação contribuiu para a criação de dois produtos cartográficos que espacializaram no território murtinhense as áreas mais úmidas. Com isso pode ser identificado os locais mais vulneráveis e frágeis ao risco de inundação e alagamento e também áreas aptas para a implantação de aterros sanitários. Esses mapas são referentes ao período de seca e cheia do ano de 2010, ou seja, depois da construção do dique. Embora nos mapas do NDWI se identifique na calha principal do rio Paraguai, tonalidades de azul diferentes, ou seja, na estiagem o azul é mais forte e no chuvoso o azul é mais claro, o mapeamento não interferiu nos resultados previstos nos objetivos. Na verdade, a diferença de tonalidades está relacionada a concentração de sedimentos.

Entretanto era preciso comparar o comportamento das áreas úmidas antes da construção do dique. Como as únicas encontradas do período anterior à construção

dessa barreira de contenção de enchentes no rio Paraguai, a qualidade das imagens Landsat 3 estavam ruins, utilizou-se a Carta Topográfica de Porto Murtinho – MS, Folha SF-21-V-D-V, do ano de 1973, escala 1:100.000 – Projeção UTM, no intuito de conhecer o uso e ocupação da região e identificar as áreas úmidas antes do dique.

#### **5.4 Pesquisa de campo dirigida por Google Earth**

O primeiro momento dessa etapa metodológica partiu da análise e entendimento da abordagem de Cullen (2006) sobre a paisagem urbana. Buscando contextualizar os elementos existentes nas realidades das situações de estudo, tal como ruas, avenidas, habitações, canais de drenagem, vegetação, relevo e saneamento básico. Assim, tornou-se possível o planejamento de uma pesquisa de campo dirigida pelo Google Earth, ou seja, a escolha de locais para registrar imagens concernente as áreas de risco a alagamentos e inundações.

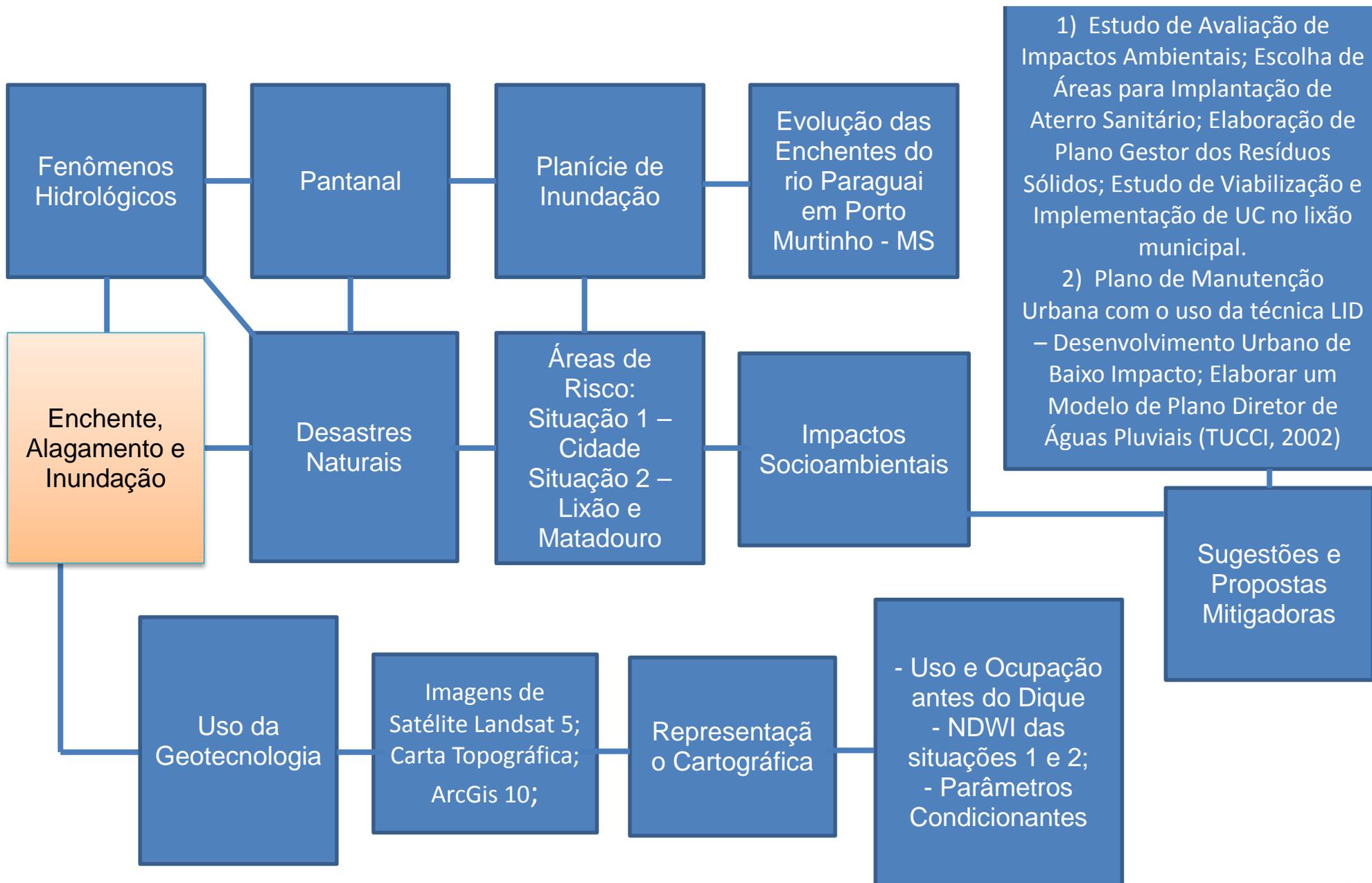
Com a delimitação de todo o recorte espacial a ser visitado, adicionou-se marcadores (ponto 1, ponto 2, etc.) para identificar, na imagem de alta resolução, os pontos escolhidos. Isso facilitou organizar o roteiro de campo e a elaboração de uma planilha de preenchimento, com informações sobre os locais escolhidos. As informações relacionaram os pontos visitados com suas respectivas coordenadas, número das fotos da câmera digital (SONY/Cyber shot - 10.1 mega pixel) e a descrição das observações feitas em cada um deles.

O segundo momento ocorreu de maneira objetiva e organizada. A percepção individual do observador, somadas ao conhecimento adquirido no estudo da abordagem de Cullen (2006) permitiu a realização de um levantamento fotográfico que transmitisse a vivência dos moradores. Além disso, as sensações transmitidas ao se percorrer o roteiro elaborado oportunizaram a particularização de cada ponto de visto, com relação as inter-relações imprimidas no seu ambiente.

#### **5.5 Fluxograma dos procedimentos metodológicos**

Os procedimentos metodológicos que permitiram o aprofundamento teórico desta pesquisa foram resumidos no fluxograma representado pela figura 7. Trata-se de uma normatização do produto da pesquisa, ou seja, a modelização representada em quadros que traduzem os produtos da pesquisa, relacionando a discussão, os resultados e a conclusão da dissertação. Segundo Libault (1971) é o quarto nível da organização de informações da investigação científica geográfica.

Figura 7: Fluxograma dos procedimentos metodológicos



## 6. Resultados e Discussões

### 6.1 As principais ocorrências de enchentes em Porto Murtinho - MS

O Pantanal faz parte de uma depressão geológica do rio Paraguai, localizado na bacia Platina e possui uma rica formação fitogeográfica biodiversificada. Por essa razão seu ecossistema se constitui como um mosaico onde ocorrem trocas bióticas e abióticas, interagindo entre si e compondo as várias regiões sujeitas a inundações (KMITTA, 2010).

Com base em Costa (1999), nesse grande sistema ecológico o tipo de geologia e geomorfologia produzem a hidrologia, a fauna, a flora e o conjunto climático da região. E quando esses fatores se inter-relacionam e geram alagamentos e inundações, cujas funções dão continuidade e especificidades ao seu sistema hidrológico.

Desse modo, fica conhecido que o início das chuvas ocorre em outubro e termina em março, período em que o Pantanal se torna uma área alagada. Em determinadas áreas, como o Feixe dos Morros, próximo a Porto Murtinho – MS, a água se avoluma e se propaga, dando origem as enchentes. Para Corrêa Filho (1946, p. 62) nessa “enorme planície o rio se espraia, erijando afluentes, como a nota dominante do concerto das forças naturais, arrastando o seu limo fertilizante, improvisando lagoas e semeando ilhas de vegetação, que recebem a empreite da sua influência inelutável”.

Diante disso, o Pantanal deve ser considerado como área de preservação ambiental, cuja principal característica hidrológica está relacionada aos ciclos de seca e inundações. Esse fenômeno cíclico tem a função ecológica de recircular nutriente continuamente para dar suporte a micro e a macro vegetação, além de converter matéria inorgânica em orgânica, produzindo, assim, uma fonte de alimento animal muito nutritiva (KMITTA, 2010). Então, podemos destacar duas variabilidades, interanual e plurianual, que alternam os períodos de seca e de chuvas e são justamente elas que influenciam os danos acarretados pelas enchentes.

Nesse contexto, Bergier et al (2008, p. 48) considera que:

a oscilação interanual do nível do rio Paraguai é uma resposta integrada da quantidade de água precipitada na Bacia do Alto Paraguai, da quantidade de água evapotranspirada e da quantidade de água drenada para aquíferos subterrâneos. Portanto, mudanças no regime de chuva e mudanças estruturais na Bacia do Alto Paraguai

serão necessariamente refletidas nas oscilações interanuais registradas na série temporal. Entre as mudanças estruturais pode se destacar a mudança do uso da terra na parte alta da Bacia do rio Taquari.

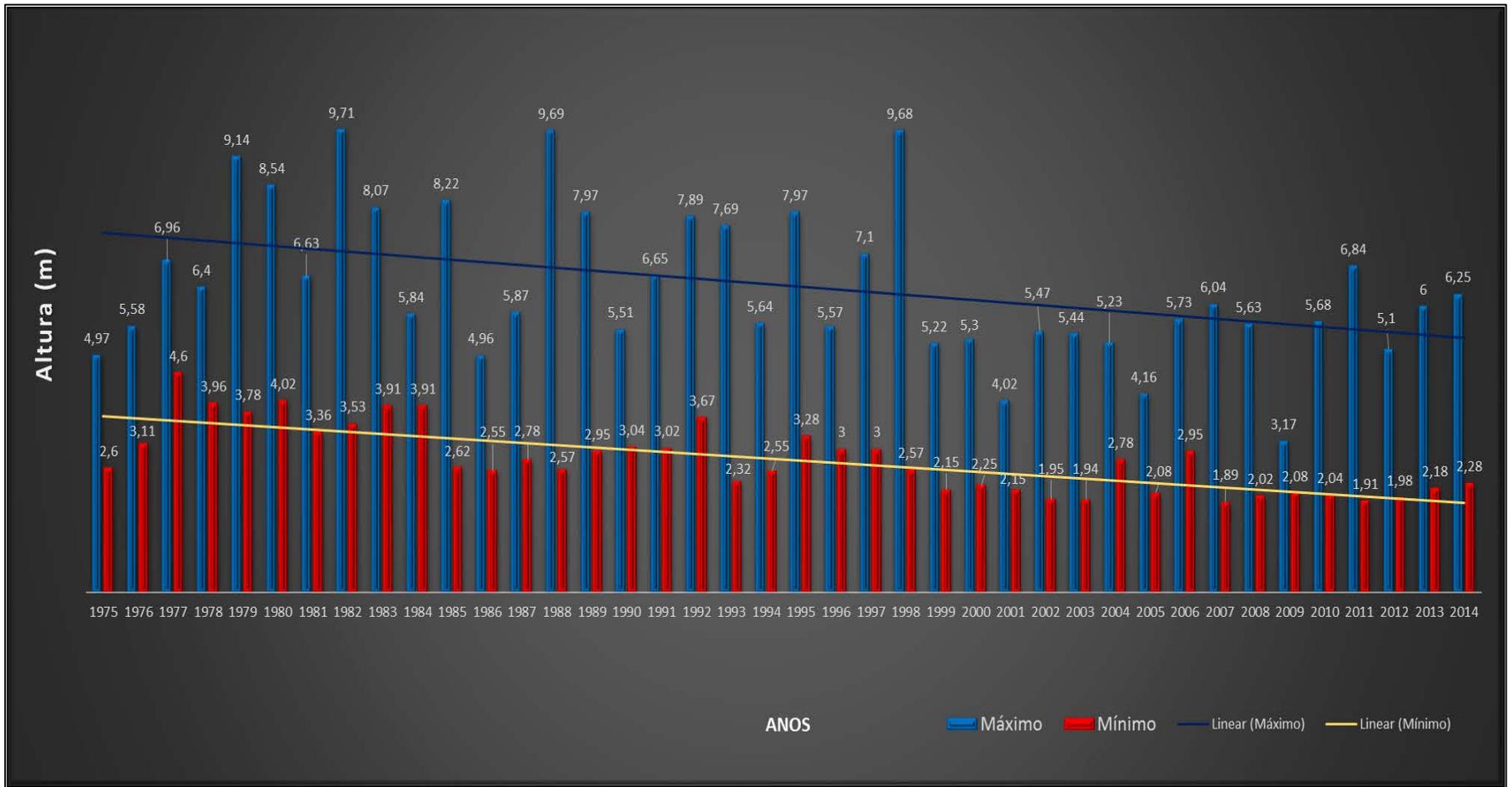
Corrêa Filho (1946) descreve o mesmo fenômeno como uma pulsação periódica do Pantanal com características hidrológicas muito importantes ao seu ecossistema e que é responsável por enchentes mais intensas e menos intensas.

Nesse sentido, a função do Pantanal é a de um grande reservatório que provoca uma defasagem de 1 a 5 meses, entre as vazões de entrada e saída (KMITTA, 2010) e segundo o Estudo de Desenvolvimento Integrado da Bacia do Alto Paraguai – EDIBAP, a vazão média de saída é de 1.261 m<sup>3</sup>. Nas cheias as águas do rio Paraguai vão lentamente rumo ao sul – de Corumbá até Porto Murtinho, podendo demorar entre 2 a 4 meses e entorno de 6 meses para deixar o território brasileiro, até a região do Chaco (KMITTA, 2010). A vista disso, as enchentes podem incidir em Porto Murtinho fora do período das chuvas, como as ocorridas em junho de 1979.

No trecho próximo ao Feixe dos Morros, em território murtinhense, quando as águas a montante (Alto Paraguai) chegam avolumadas ocorrem as enchentes, cuja capacidade máxima anual permite registrar o total da vazão de água que sai do Pantanal e que pelos ciclos de seca e inundações são diferentes entre os períodos interanual e plurianual (KMITTA, 2010).

Todo esse processo que regula o ciclo das enchentes em Porto Murtinho – MS foram representados no gráfico 2. Nele se pode observar os níveis, em metros, da altura atingida das águas do rio Paraguai, entre 1975 e 2014. Nesse período amostral pode ser identificado que as principais enchentes ocorreram nos anos de 1979, 1982, 1988 e 1998, sendo seus níveis máximos da altura das águas de 9,14m, 9,71m, 9,69m e 9,68m, respectivamente.

**Gráfico 2: Principais ocorrências de enchentes na cidade de Porto Murtinho – MS, entre os anos de 1975 a 2014**

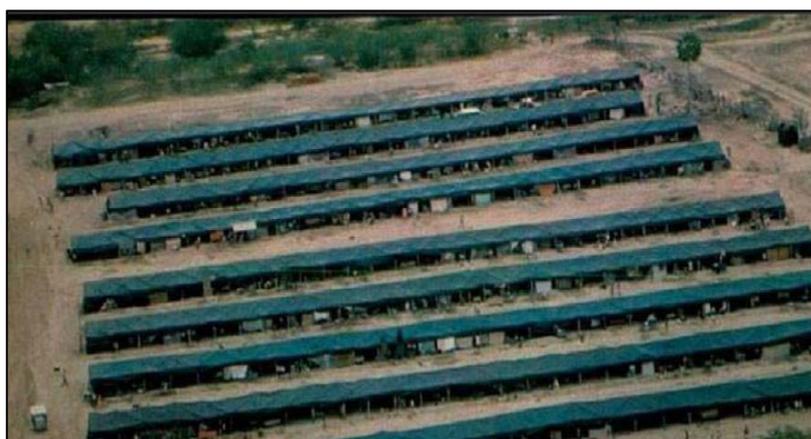


Fonte: Agencia da Marinha Brasileira de Porto Murtinho – MS. Elaborado pelo autor.

Nos dois primeiros anos (1979 e 1982) não havia sido construído o dique, assim as águas avolumadas causaram danos significativos – desastre natural. Isso não ocorreu nos outros anos porque o dique protegeu a cidade da invasão das águas de enchente.

Nos apontamentos de Kmitta (2010) o ano de 1979 e 1982 foram marcados pela construção da cidade de Iona (figura 8), pois a cidade ficou tomada pelas águas do rio Paraguai. Nesses períodos se verificou a mortandade de animais, a carência de alimentos, êxodo da cidade (militares pediam transferência para outras regiões e moradores se ausentavam e não mais voltavam), as casas foram destruídas e a baixa temperatura, o frio intenso da madrugada, a umidade excessiva e os dias muito quente agravaram a situação.

**Figura 8: Cidade de Iona a 7 km do núcleo da cidade de Porto Murtinho - MS**



Fonte: Revista Veja. Ed. 13/junho/1979. Fotos de Pedro Martinelli

Voltando ao gráfico 2, nota-se que as linhas de tendência de máximo e mínimo nível da altura das águas de enchente, apontam para um decréscimo do volume de água do rio Paraguai durante os anos de 1975 a 2014. Os anos que mais se observa a alta das enchentes são 1979 (9,14 m), 1980 (8,54 m), 1982 (9,71 m), 1983 (8,07 m), 1985 (8,22 m), 1988 (9,69 m), 1989 (7,97 m), 1991 (6,65 m), 1992 (7,89 m), 1993 (7,69 m), 1995 (7,97 m), 1997 (7,10 m), 1998 (9,68 m), 2007 (6,06 m), 2010 (5,68 m) 2011 (6,84 m) 2013 (6 m) e 2014 (6,25).

Como o dique foi construído entre maio de 1982 e fevereiro de 1985 pode ser dito que a partir do ano de 1985, caso ele não existisse, a cidade passaria os mesmos

danos enfrentados na época da cidade de Iona. Isso comprova a importância do dique ao bem estar da população murtinhense.

Outro aspecto que se destaca é que entre os anos de 1979 a 1998 o nível das enchentes foi superior e mais intenso aos anos compreendidos entre 1999 a 2014. No primeiro período, trata-se do início do ciclo plurianual, onde a altura do nível das águas do rio Paraguai vai subindo, estagnando entre 1999 e 2005, até novamente começar a elevar-se em 2006, porém com alturas menos significativas do que as apresentadas no primeiro período.

## **6.2 O Dique e sua função urbana**

Uma boa parte das cidades brasileiras se expandiu ao redor dos rios. Nesse sentido, como os rios elevam os seus níveis, elas correm o risco de serem invadidas pelas suas águas. Nas situadas as margens do rio Paraguai, na região do Pantanal, as enchentes são agravadas pela baixa declividade. Diante disso conter essa elevação é garantir o bem estar de suas populações. Uma maneira de sanar essa problemática, que pode causar um desastre natural, é a construção de diques ao redor dessas cidades.

Em conformidade com Botelho (2004), no que se refere às medidas de controle de enchentes os diques se classificam como uma medida estrutural que altera o sistema fluvial dos rios. Para Tucci (2001), é uma medida estrutural intensiva, pois tenta minimizar as causas do problema com medidas compensatórias, que funcionam como reservatórios ou bacias de amortecimento que foram difundidos no território brasileiro na década de 1970.

Assim, podemos dizer que os diques são muros construídos para controlar as águas de um rio, evitando o seu transbordamento e a inundação das áreas de entorno (BOTELHO, 2004). O maior exemplo dessa obra hidráulica contra as enchentes em áreas urbanas no Brasil é o dique da cidade de Porto Alegre (RS) – o Muro de Mauá. Juntamente com a construção dessa barreira de contenção devem ser feitas casas de bombas e comportas que auxiliaram na retirada do excesso de água em sua região interna, nos canais de macrodrenagem pluvial (Figura 9).

**Figura 9: Casa de Bombas e Comportas contra Enchentes sobre o dique ao redor de Porto Murtinho - MS**



Foto: SILVA, R. P (2014)

As enchentes que assolaram a cidade de Porto Murtinho – MS, nas décadas de 1970 e 1980 fez com que fosse construído um dique ao redor da sua malha urbana. A escolha do dique se deu pelo alto custo que seria a mudança da localização e pela resistência dos moradores de saírem de suas casas.

Para os governos Estadual e Federal a questão econômica da transferência do núcleo da cidade a 7 km das margens do rio, com a replantação de toda sua infraestrutura, custaria aos cofres públicos 990 milhões de Cruzeiros. Essa cifra, na época, representava 540 milhões a mais do que optar em obras de contenção de inundações como a do dique.

Conforme Kmitta (2010), nesse período a cidade possuía uma rede distribuição de água que correspondia a apenas 30% da extensão total das ruas do perímetro urbano, não existia rede de esgoto sanitário e nem de águas pluviais. A fossa séptica ou ligações simples dos sanitários ficavam ao fundo dos terrenos e que com a chuva os dejetos eram levados para as ruas, formando poças e proliferando focos endêmicos.

A autora ainda salienta que antes da construção do dique as margens do rio eram utilizadas para pesca, banho, lazer e atracadouros de embarcações, como mostra a figura 10. As ações cívicas e públicas realizavam-se na Avenida da Beira do rio. Quando se concluiu a sua construção tudo mudou e o espaço entre a cidade e o dique foi lentamente invadido pelas águas. Em entrevista com moradores ela identificou algumas insatisfações com relação às modificações da paisagem local e a mudança

dos hábitos e costumes. Outro aspecto apontado foi a alteração do clima local, pois os moradores disseram a ela que elevou-se a temperatura por ele formar uma barreira ao redor da cidade, impedindo assim a entrada de ar fresco (KMITTA, 2010).

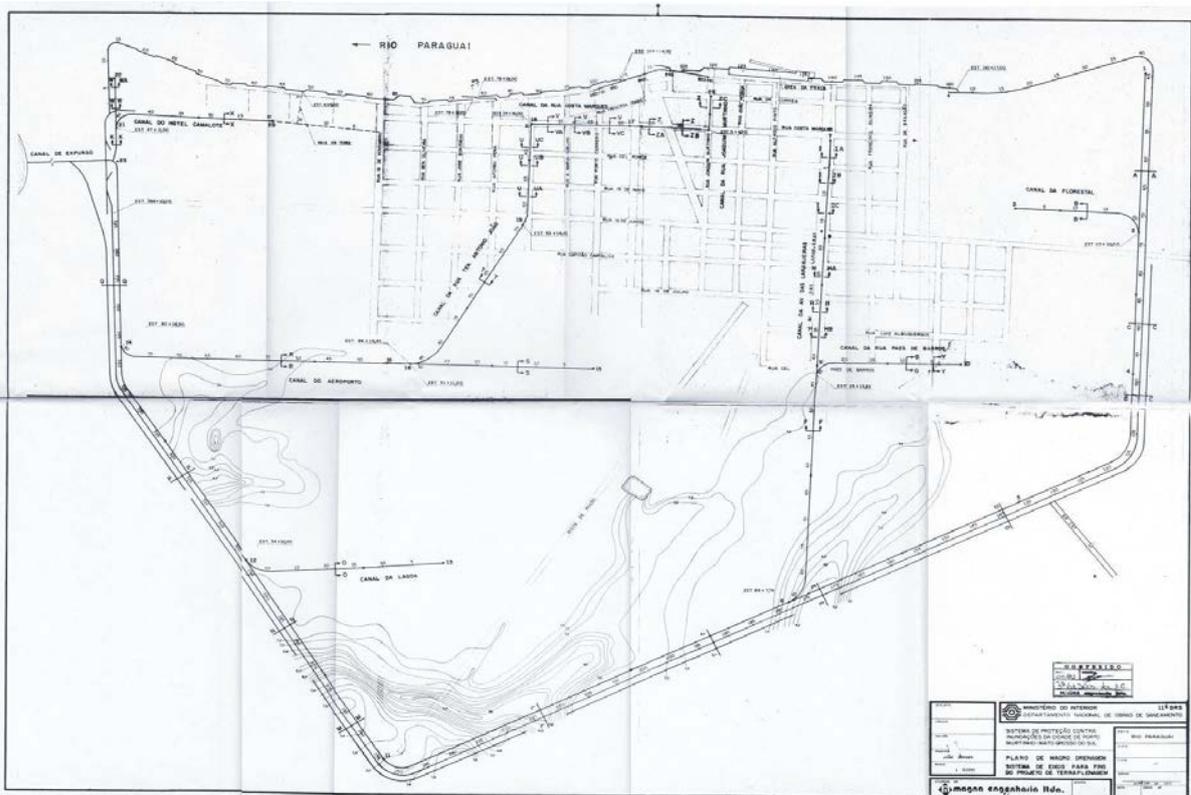
**Figura 10: Cidade antes da construção do dique**



Fonte: Arquivo AGESUL (1980)

Desse modo construiu-se um dique de terra com 11 m de altura, 10,5 km de comprimento e largura com base inferior de 20 m e superior de 16 m (figura 11). No ano de 1998 deu-se início a construção da mureta de argamassa com a finalidade de tentar evitar a erosão pluvial. A sua principal função urbana foi a de “evitar a inundação provocada pelas elevações extraordinárias dos níveis de águas do rio Paraguai, similares as de 1979 e 1982 e também de dotar a área protegida de um sistema de macrodrenagem pluvial e a viabilização do desenvolvimento portuário da região” (KMITTA,2010, p. 194).

**Figura 11: Planta Inicial dos contornos do dique de proteção contra inundações em 1980**



Fonte – Arquivo AGESUL (1980)

Com o fim da construção do dique a cidade ficou protegida contra as enchentes e houve a melhoria das estradas, de medidas de saneamento e da dinamização do serviço portuário (KMITTA, 2010). Também aconteceu uma desaceleração das erosões nas margens do rio que ameaçavam ruir os edifícios próximos.

Hoje, pode-se perceber que essa barreira de contenção traz um sentimento de tranquilidade e proteção acerca do risco de desastre natural. Com isso, a coexistência do natural e do artificial constroem novos elementos constituintes da paisagem urbana dessa cidade, mas também revela uma preocupação a sua população, a de que até quando esse empreendimento suportará toda a pressão das enchentes e também as dúvidas de águas avolumadas que podem ultrapassar a sua altura máxima ou até mesmo romper-se. Assim, as interrelações entre a cidade, as enchentes e o dique se configuram como uma conflitante realidade de ocupação indevida da planície de inundação e os ciclos das águas do Pantanal.

### **6.3 Condicionantes naturais e antrópicos como agentes caracterizadores das áreas alagadas e inundáveis**

Os condicionantes são agentes que possibilitam caracterizar as áreas alagáveis e inundáveis, ou seja, entender os processos hidrológicos que predominam em determinadas áreas. No caso dos naturais é possível compreender a dinâmica do escoamento da água nas bacias hidrográficas, de acordo com o regime de chuvas conhecido. Nos antrópicos a investigação sobre o aumento da vazão contribui para o conhecimento das causas e efeitos desses condicionantes (LEOPOLDO; WOLMAN, 1957).

De acordo Leopoldo; Wolman (1957) pelas características do vale conseguimos prever a velocidade do processo de inundação, cujo fator básico para determinar isso é a relação entre declividade e descarga líquida. Assim, os vales encaixados e vertentes com altas declividades predispõem as águas a atingirem grandes velocidades em curto tempo, causando inundações bruscas e mais destrutivas. Os vales abertos, com extensas planícies e terraços fluviais, predispõem inundações e alagamentos de maior lentidão, devido ao menor gradiente de declividade das vertentes do entorno, como é o caso da região do Baixo Pantanal, no estado de Mato Grosso do Sul. Dessa forma as intensas chuvas e/ou de longa duração favorecem saturação dos solos, o que aumenta o escoamento superficial e a concentração de águas nessas regiões.

Por isso a vegetação possui tamanha importância, pois auxilia na retenção de água no solo e diminui a velocidade do escoamento superficial, minimizando a erosão (AMARAL; RIBEIRO, 2009).

Conforme apontou Silveira (2007), os agentes antrópicos revelam que as interferências humanas nas áreas urbanas produzem impactos diretos tanto para o próprio local como para a população. No caso da cidade de Porto Murtinho – MS trata-se de um alagamento, pois ela é circundada por um dique que não permite a inundação da cidade. Com isso, identifica-se que tais impactos são o aumento da vazão motivada pela impermeabilização do solo urbano, a redução da vazão dos cursos d'água nos períodos de estiagem, o aumento da erosão, o aumento da presença de sedimentos na água, presença de lixo nos cursos d'água ou carregados

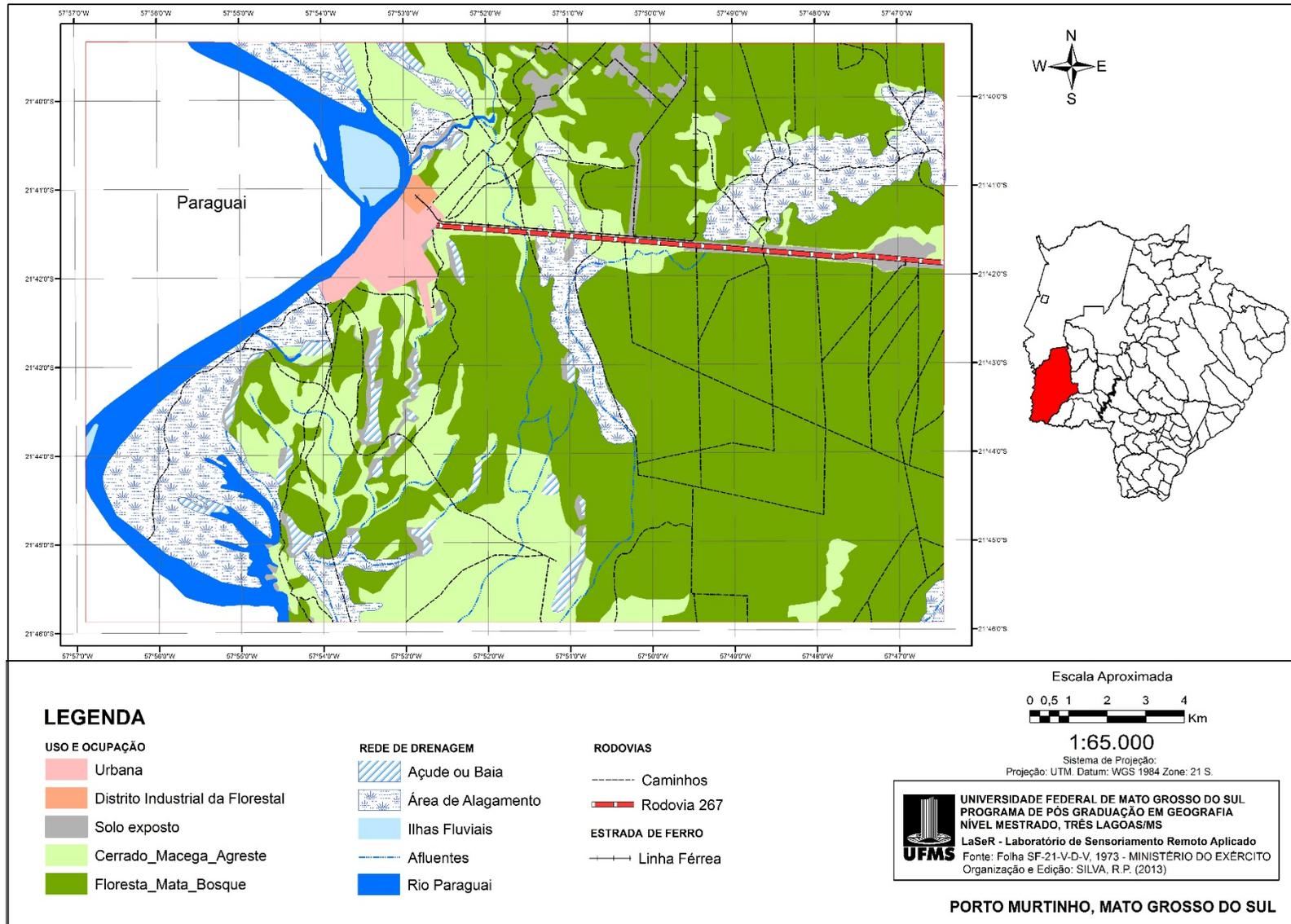
pelos sistemas de captação das águas pluviais e a presença de esgotos, oriundos das redes de coleta e de lançamentos irregulares nos sistemas de drenagem de águas pluviais (SILVEIRA, 2007).

#### **6.4 Áreas úmidas no entorno do dique da cidade de Porto Murtinho – MS**

Esta cidade por ter sido construída na planície de inundação do Pantanal sul-matogrossense, fica suscetível ao fenômeno natural de enchente, do leito menor, dos rios Paraguai e Amonguija. Pelo mapeamento das informações cartográficas torna-se possível evidenciar os padrões de uso e ocupação dos espaços, melhorando a compreensão das interações nele existente e permite apontar soluções necessárias ao planejamento ambiental (SANTOS, 2004), relacionadas a esses fenômenos hidrológicos.

A figura 12 – mapa das áreas alagáveis e inundáveis antes da construção do dique, gerado a partir da Carta Topográfica de Porto Murtinho – MS, do ano de 1973, padronizou e organizou o espaço em questão para que se perceba a influência das áreas inundadas nos diversos tipos de uso ali representados, antes da construção do dique. Dessa maneira ele representa a vulnerabilidade da cidade murtinhense com relação ao processo de inundação das águas do rio Paraguai, em períodos de chuva. Pois naquela época o espaço ocupado pela malha urbana (cor rosa) estava sujeito ao processo de inundação, o que ficou comprovado com as cheias dos anos de 1979 e 1982. Também era vulnerável à inundação o Distrito Industrial da Florestal S/A, onde funcionava um porto fluvial para escoar a produção de erva-mate e posteriormente processava e escoava o tanino extraído da madeira quebracho, trazida pela estrada de ferro Murtinho-São Roque.

**Figura 12: Mapa das áreas alagáveis e inundáveis antes da construção do dique**



Outra informação importante desse mapa é o uso do solo urbano sobre as áreas de Floresta, Mata e Bosque (cor verde) e as áreas de Cerrado (verde claro). Além do conjunto de corpos hídricos da rede de drenagem natural do rio Paraguai (afluentes, baias ou açudes e as áreas de inundação) que circundam a malha urbana, representadas na legenda do mapa como alagamentos. Assim, podemos compreender que se trata de uma ocupação indevida sobre um vale aberto, com extensas planícies e terraços fluviais e que em época de chuvas, devido a sua baixa declividade, ocorre um aumento do escoamento superficial que concentra a água e satura o solo, como apontou Leopoldo; Wolman (1957).

A cobertura vegetal nativa (tons de verde), naquela época, encontrava-se preservada, com exceção das áreas ocupadas pelo núcleo urbano e o distrito industrial da Florestal que ocupavam o lugar da Mata Ciliar que foi desmatada. O solo exposto, outro fator de observação, era local de onde extraía a madeira e que se construíam caminhos (KMITTA, 2010).

Pela rede de drenagem nota-se que toda a área, em época de precipitações intensas era sujeita a inundação devido ao transbordamento das águas do rio Paraguai, e que após as enchentes de 1979, onde a cota registrada foi de 9,14 metros, e a de 1982, subindo para 9, 71 metros, foi construído um dique com 11 km de extensão, 3 metros de altura, com uma base variando de 16 a 20 metros e uma largura em seu topo variando de 4 a 8 metros.

Por tal processo hidrológico, houve a necessidade da construção de um dique que impedisse a inundação de sua área urbana. Por isso, as regiões ao seu redor, fora da cidade, são inundáveis e as de dentro alagáveis. A área do lixão que também possui uma concentração urbana em suas proximidades, estando dentro de região de manancial de abastecimento de água pode ser considerada como um local de potencial risco socioambiental. Além disso, na área urbana murtinhense, devido a uma rede de drenagem inadequada, o alagamento de suas ruas e casas pode ser evidenciado, no período de chuva, como cenários de risco de impactos.

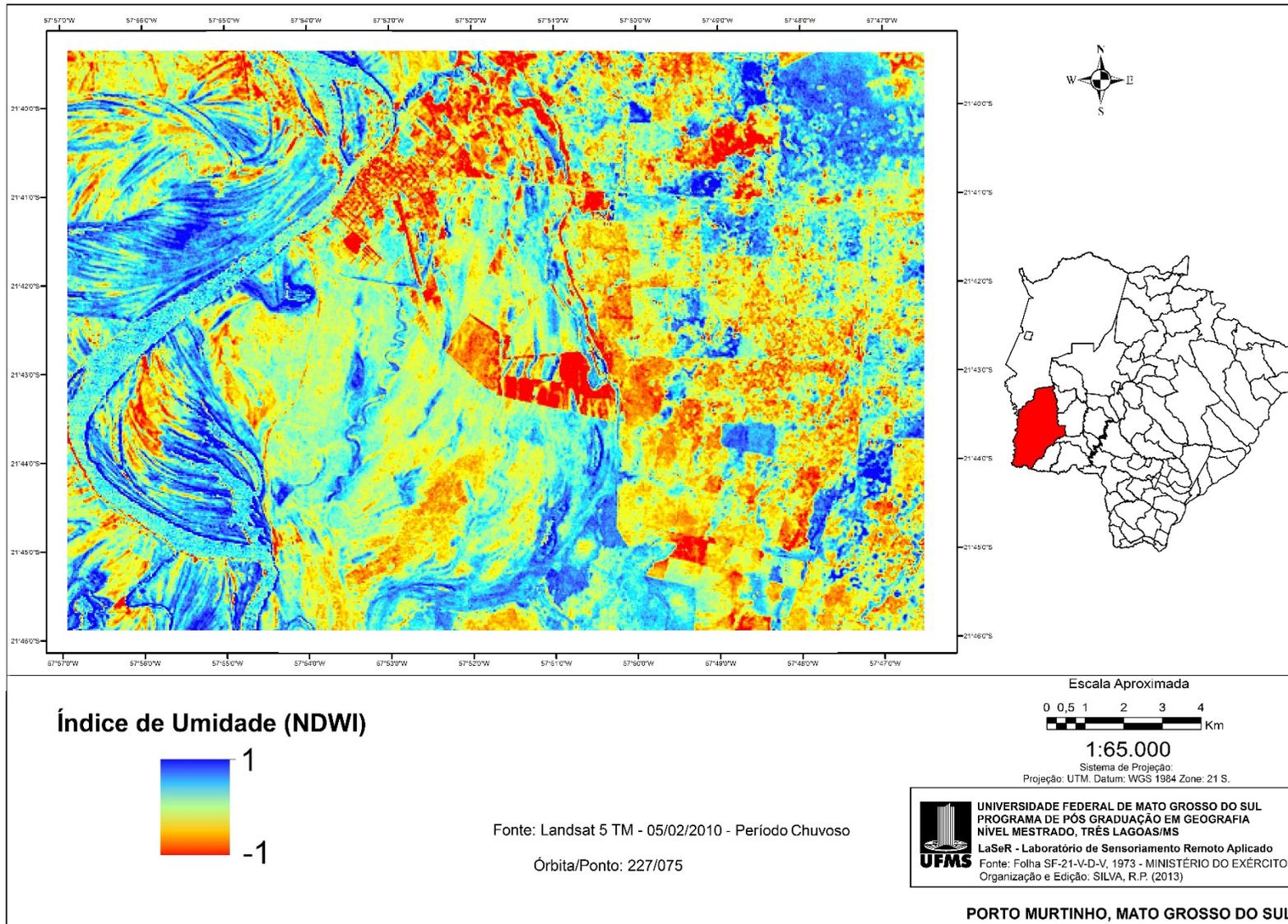
Segundo Barbosa (2012), quando aplicamos o NDWI o solo exposto aparece com baixo valor de brilho, assim sendo, se torna possível descrever a potencialidade do cálculo na discriminação das áreas de inundações e alagamentos, principalmente no

Pantanal sul-mato-grossense (CARDOZO et al, 2009). Assim, elaborou-se duas Carta-Imagem, com as bandas 4 e 5 TM do satélite Landsat 5, órbita/ponto: 227/075, sendo uma do 05/02/2010 que representou o período chuvoso e outra do 07/09/2010 representando o período de seca (Figuras 13 e 14). Essas figuras permitem análises do comportamento tanto das águas avolumadas de enchentes que geram as inundações, quanto dos alagamentos provocados pelas precipitações sobre a cidade.

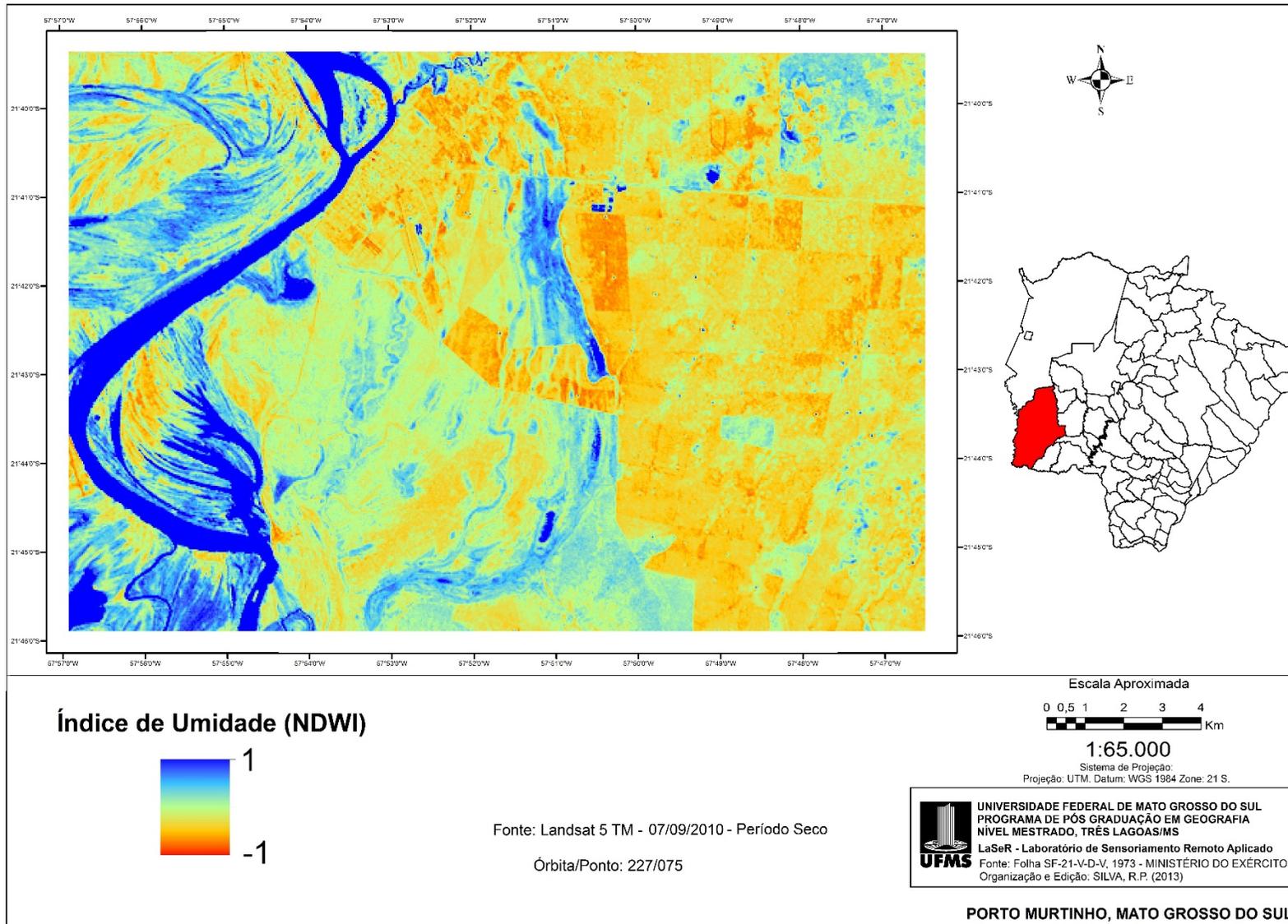
Uma característica marcante da figura 13 é a diferença da cor azul da calha principal do rio Paraguai com relação ao da figura 14. Na primeira, o azul é mais claro devido ao período que ele representa, ou seja, o chuvoso onde é nítida a identificação de material suspenso na água. Como se trata de um rio de planície os sedimentos das áreas mais altas são transportados até a calha principal (SCAPIN, 2005), além disso, os materiais sedimentares das regiões acima (Ladário, Corumbá, etc....) vão sendo trazidos pelo rio Paraguai e seus afluentes até a região de Porto Murtinho – MS. Dessa maneira, a presença de sedimentos suspensos interfere no grau de brilho das tonalidades azuis das duas cartas imagens elaboradas.

Os trabalhos de Borges et al (2015), Scheren (2014), Polidório et al (2004) e Gonzaga et al (2011) contribuem no entendimento dessa diferença de tonalidades entre ambas as figuras. Além disso, como se trata de uma planície de inundação a área constitui-se em um local de deposição (SCHEREN, 2014) cujo material suspenso explica a diferença dos NDWI entre as estações de chuva e seca.

Figura 13: Mapa do Índice de Umidade (NDWI) do período chuvoso



**Figura 14: Mapa do Índice de Umidade (NDWI) do período de estiagem**



Diferentemente do mapa representado na figura 12, as cartas-imagens (figuras 13 e 14) representam o mesmo espaço e fenômeno hidrológico, mas após a construção do dique. Revelam também a predominância da cor azul no mapa do período chuvoso (figura 13) e permite identificar que o dique protege a cidade, das águas avolumadas do rio Paraguai. No caso da área do lixão o problema é a inundação do rio Paraguai e Amonguija, pois não existe um dique para impedir o avanço das águas de ambos os rios. Entretanto, observa-se que no interior do dique, na malha urbana, existem tonalidades azuis que indicam o acúmulo de água e isso comprova o processo de alagamento como causa de uma rede de drenagem artificial mal planejada e relevo plano.

No mapa da figura 13 o comportamento do NDWI indica um extravasamento do leito menor do rio Paraguai, da Foz do rio Amonguija e das áreas ao redor do dique, que comparadas com o mapa da figura 12 coincidem com os locais de inundação. Os tons em azul representam os corpos d'água, as áreas inundadas e alagadas e os solos úmidos. Podemos notar que o acúmulo de água predomina em quase toda a área analisada, com exceção das tonalidades vermelhas e laranjadas que indicam ocupação urbana, pastagem e solo exposto. Nota-se que na BR-267 a água é presença marcante, comprovando a inundação do km 6, em abril de 2013.

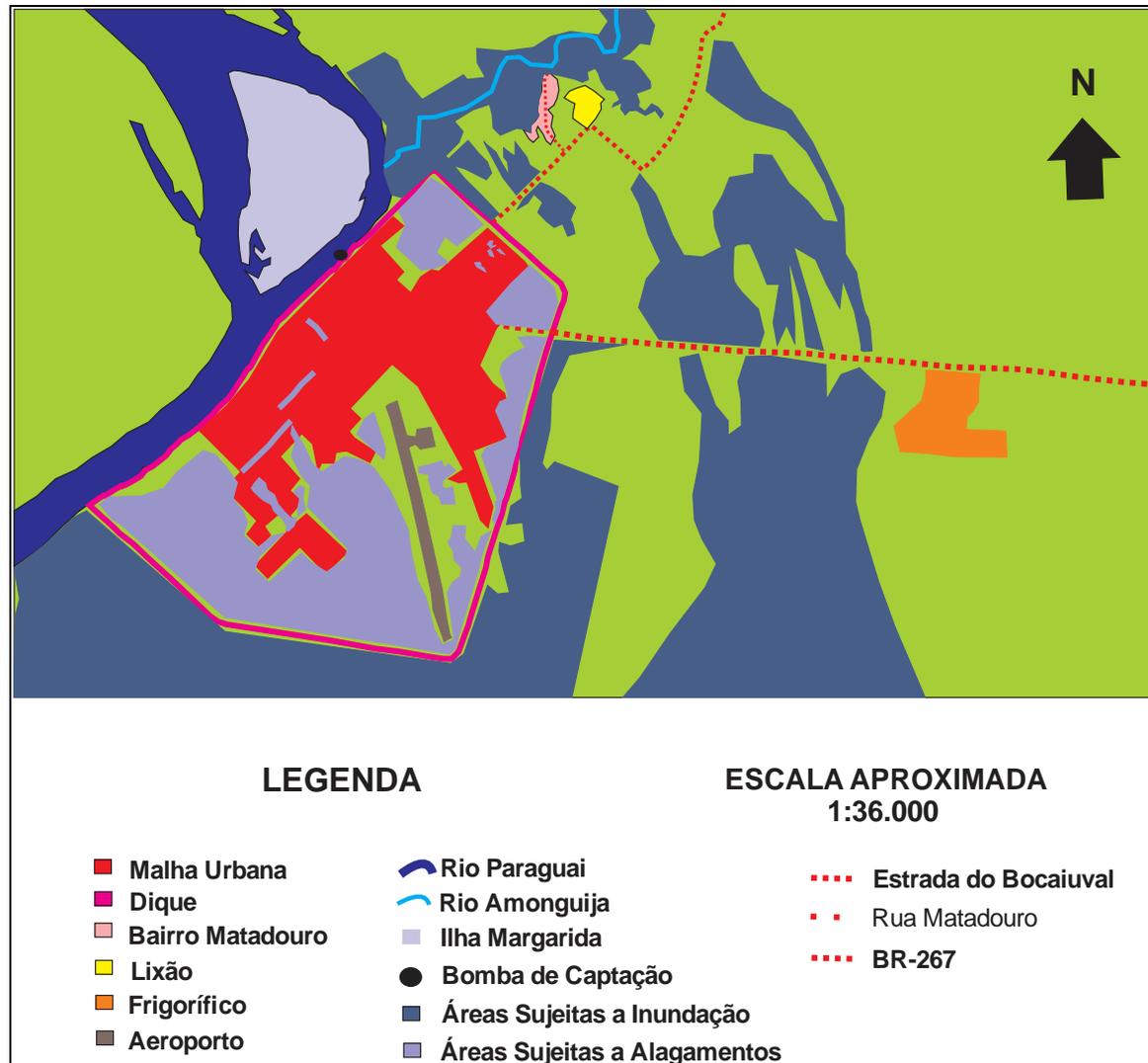
O mapa da figura 14 esboça o comportamento do índice NDWI do período de seca, no ano de 2010, do mês de setembro, onde predomina a refletância do solo, ou seja, valores mais baixos do índice de umidade, próximos a  $-1$ . Notamos uma inversão de domínio das tonalidades azuis e possibilita compreender que no período de seca o nível freático é reduzido e a situação das inundações e alagamentos são modificadas, onde o solo e a vegetação apresentam altas refletâncias.

Contudo, os valores de NDWI tanto do período chuvoso quanto do seco, variaram de 1 a  $-1$ , onde os que se aproximam de 1 indicam o teor de umidade representados pelas tonalidades azuis e os que se aproximam de  $-1$  indicam a falta de umidade em tonalidade amarelas, vermelhas e laranjadas. Diante disso a aplicação do NDWI destacou os corpos d'água com altos valores de brilho e foram diferentes no período de chuva e de seca. Isso nos permite a diferenciação entre os processos de inundação e alagamentos, cujo fator determinante se evidenciou com a construção do dique e mostrou toda a dinâmica hídrica nessa planície de inundação.

Quando se compara o mapa da figura 12 com os mapas das figuras 13 e 14, áreas de inundações e alagamentos depois da construção do dique, é possível compreender as diferentes situações da malha urbana e das áreas adjacentes fora dos limites do dique.

Dessa maneira, podemos identificar durante o período de chuva, a existência de dois fenômenos hidrológicos (figura 15): o alagamento de alguns locais urbanos que se concentram nas partes periféricas e as inundações na área do entorno do lixão, localizada próxima ao manancial de abastecimento de água, onde existe uma concentração urbana. Estes fenômenos relacionam-se com a precipitação elevada e a carência de um sistema de drenagem urbana eficaz. Eles podem afetar tanto a população da cidade, quanto a da concentração urbana próxima ao local de destino final desses resíduos sólidos. Também poderão provocar sérios impactos ambientais, como a contaminação do manancial de abastecimento de água da cidade, o comprometimento da qualidade do solo e subsolo da área do lixão e, conseqüentemente, afetar a qualidade de vida da população urbana e rural do entorno do dique.

Figura 15: Áreas Sujeitas a Alagamentos e Inundações



Fonte: Digital Globe. Organizado e Elaborado por SILVA, R. P. (2015).

## **6.5 Identificação e caracterização das situações de risco a desastres naturais em Porto Murtinho-MS**

Nos dois últimos anos (2013 e 2014), a cidade de Porto Murtinho – MS sofreu sérias consequências a respeito dos desastres naturais de origem hidrológicas (alagamentos e inundações). Neste caso, estão relacionados, num primeiro momento com a enchente do rio Paraguai que causa a inundação das áreas circundantes do dique e, num segundo, pela chuva intensa que promove alagamentos nas vias públicas e habitações residenciais e comerciais. Os impactos advindos deles não chegaram as tamanhas proporções as de 1979 e 1982, entretanto causou problemas localizados como invasão das águas nas casas e ruas.

De acordo com Tominaga (2009), existem 4 níveis de intensidade com que os riscos e danos possam ser classificados. No caso estudado, o enquadramento do desastre é o nível III pois se decretou situação de emergência, ou seja, de grande intensidade, com danos importantes e prejuízos vultosos, entre 10% e 30% do PIB municipal. Entretanto a situação se restabeleceu com recursos locais e complementados com recursos estaduais e federais (RELATÓRIO DA DEFESA CIVIL, 2014).

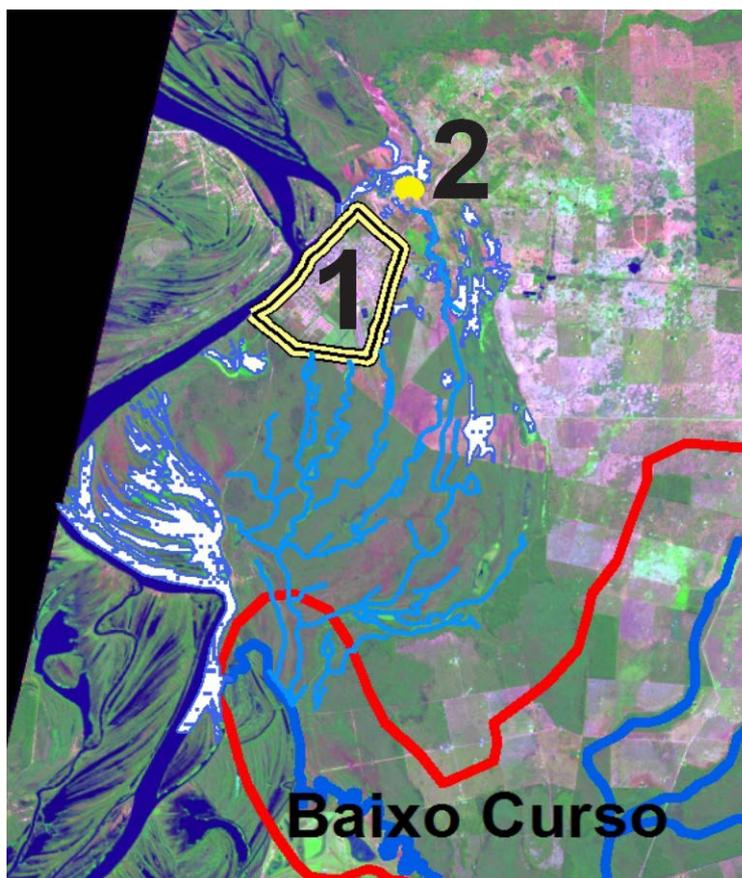
Diante disso, pode-se identificar e caracterizar duas situações (Figura 16) de risco a desastres naturais referentes aos alagamentos (situação 1) e às inundações (situação 2). A primeira relaciona-se a quantidade de chuva que cai sobre a malha urbana, onde a deficiente rede de drenagem prejudica o rápido escoamento pluvial, causando o alagamento de casas e ruas. A segunda situação ocorre fora da cidade, mais precisamente onde se localiza o lixão municipal, em área a montante do manancial de abastecimento de água.

Por esse motivo essas áreas são motivo de grande preocupação, pois colocam em risco as pessoas que nelas vivem e comprometem os recursos naturais para o futuro. No segundo caso, o potencial risco socioambiental pode modificar as propriedades físicas, químicas e biológicas da água que abastece toda a população murtinhense, além de contribuir ao processo de degradação ambiental.

Diante disso, o que está em questão é a qualidade de vida de uma população atingida sazonalmente por esses desastres naturais. Um exemplo foram os ocorridos na década de 1979 e 1982, quando toda a cidade foi invadida pelas águas do rio Paraguai, sendo necessário se construir a cidade de Iona a 7 km do núcleo atual. Esse

fato também fez com que se erguesse um dique de contenção das enchentes extraordinárias do rio que a banha. Todavia novos problemas relacionados com os alagamentos que surgiram.

**Figura 16: Localização das situações de risco a desastre natural: Alagamentos (1) e Inundações (2)**



Fonte: Landsat 5. Organização: SILVA, R. P. (2015).

### **6.5.1 Situação 1: O alagamento em Porto Murtinho - MS**

De acordo com a figura 15 (áreas sujeitas a alagamentos) e a figura 16 (localização da situação 1) e numa entrevista informal com o Engenheiro Civil José Abrão Neto, foi possível identificar e caracterizar a situação 1 com a questão do alagamento. O referido engenheiro presenciou a construção do dique e além de prestar serviços ao município conhece muito bem a cidade. Suas informações contribuíram para entender um pouco da dinâmica desse processo hidrológico que assola o referido município, permitindo a constatação dos danos desse cenário.

As áreas de risco e potenciais de risco de impactos referentes aos alagamentos dependem do grau de ocupação das áreas sujeitas a esses processos (TUCCI, 2001). No caso dessa cidade, as águas pluviais afetam a vida de seus moradores. Na figura 17, podem ser identificados os bairros mais afetadas, tais como o Salim Cafure; o sudeste do Bairro COHAB - Joquey Club, onde se identifica a baia Pirinzal e que também possui áreas de invasão urbana e a parte final do Bairro Dom Pepe II que se encontra próxima do canal interno de escoamento do dique e também da continuação da baia Pirinzal.

**Figura 17: Bairros mais afetados pelos alagamentos na malha urbana murtinhense**



Fonte: Digital Globe. Organizado e Elaborado por SILVA, R. P. (2015).

Na cidade, segundo o engenheiro, os problemas aparecem quando o índice pluviométrico ultrapassa 200 mm e são agravados devido à falta de drenagem eficiente e da limpeza permanente dos canais de escoamento da macrodrenagem interna e externa do dique.

No caso da carente rede de drenagem urbana, notam-se sessões dos tubos de escoamento assoreadas, em função da declividade mínima e da baixa velocidade das águas da chuva. Isso se dá pelo fato do terreno murtinhense apresentar uma topografia plana, o que intensifica o acúmulo de sedimentos, lixo e entulhos nas secções de drenagem. Como a declividade é mínima a água vai se empossando até alagar as áreas urbanas próximas (ruas, avenidas, casas e bairros).

Nesse sentido, a malha urbana é afetada pelas águas da chuva porque 90% da cidade não possui rede de drenagem eficaz e os asfaltos novos não foram interligados a galerias de águas pluviais. Nas galerias não se realizam manutenções constantes e muitos munícipes interligaram a rede de esgoto de suas casas nas redes de drenagem das águas pluviais (figura18). Com isso, o sistema de bombeamento de esgoto é sobrecarregado, retornando ao próprio sistema de esgoto residencial, aflorando-o ao solo urbano. Tais fatos comprovam as ressalvas de Cavalheiro (1995), Porto et al (2001), Botelho; Rossato (2002), Costa (2002), Botelho (2004) e Botelho; Silva (2004), ou seja, de que nas áreas urbanas, os condicionantes antrópicos assumem grande importância, principalmente a ocupação intensa e desordenada e a inadequação do sistema de drenagem urbana. Dentre estas modificações geradas pela ocupação do espaço urbano se destaca a impermeabilidade através da pavimentação das vias de circulação da cidade (BOTELHO; SILVA, 2004).

**Figura 18: Esgoto Residencial em Canal de Drenagem**



Foto: SILVA, R. P. (2014)

Outro fator importante a se ressaltar, como alertou o engenheiro entrevistado informalmente, está relacionado à limpeza e manutenção da rede de drenagem urbana, que é precária. Essa rede de drenagem, construída em 1982, nunca sofreu uma inspeção interna e muito menos remoção do material depositado pelo assoreamento, na sua parte fechada, embora ocorra a limpeza dos canais de escoamento a céu aberto (os valetões como são chamados). Desse modo, Botelho (2004) justifica que as situações de alagamentos na área urbana são agravados pela obstrução dos bueiros, bocas de lobo etc.

Contudo, os alagamentos das casas e outros prédios públicos ou privados estão relacionados por fatores locais dentro da área urbana, agravado pela deficiente drenagem urbana. Assim, em épocas de intensas chuvas, como ressaltou o próprio engenheiro, as ruas e casas caracterizam-se por situações de risco a impactos – desastre natural em solo urbano.

O que pode comprovar isso são as informações contidas no Relatório Geral sobre Inundações da Defesa Civil de Porto Murtinho - MS (2014), onde estão relacionados os danos causados pelos alagamentos ocorridos em 2013 e 2014. Nele também se encontra anexado o Relatório Consolidado de Informações sobre as Ações e Atendimentos Realizados pela Secretaria Municipal de Assistência Social e

Cidadania, na gestão da Secretária e Primeira Dama Mirian dos Santos. Este documento foi disponibilizado pelo coordenador geral 1º Tenente Bombeiro Militar da Defesa Civil Municipal.

Por esses documentos elaborou-se a tabela 4 comparando os dois anos com relação ao número de pessoas atingidas na cidade. Assim evidencia que o ano de 2014 houve uma redução muito considerável do número de pessoas que foram atendidas pelos órgãos competentes nas ações, tais como Corpo de Bombeiro e as equipes da administração pública.

**Tabela 4: Total de pessoas atingidas pelos alagamentos em 2013 e 2014 na cidade de Porto Murtinho –MS.**

<b>Ano</b>	<b>Total de pessoas atingidas</b>
2013	280
2014	30

Fonte – Relatório da Defesa Civil de Porto Murtinho/MS

Em 2013 improvisou-se 3 abrigos para as 280 pessoas cujas casas foram invadidas pelas águas, impossibilitando-as de continuarem nelas. Os locais que abrigaram essas pessoas se tratou de duas escolas municipais (Iza Maria Gauna e Thomaz Larangeiras) e o Centro de Múltiplas Atividades – CMA. Nesses abrigos foram acomodadas 80 famílias compostas de várias faixas etárias, sendo dada a prioridade aos mais necessitados, como os recém-nascidos, os deficientes, as gestantes e os idosos. Algumas equipes limpavam, cozinhavam e serviam refeições aos desabrigados e como o período de existência dos abrigos durou mais de uma semana, o que prejudicaria o andamento das atividades escolares, eles foram transferidos para a casa Paroquial Municipal. Algumas famílias das áreas atendidas dos bairros Cohab, Jóquei Club, Salim Cafure e Florestal foram contempladas com unidades habitacionais. Com relação as doações, registraram-se 378 cestas básicas, sendo 198 vindas da Defesa Civil Estadual, 801 cobertores, 154 kits limpezas, 127 colchões, entre outras.

No ano de 2014, no bairro Cohab socorreu-se 20 crianças e 10 adultos, estes removidos para a Escola Municipal Iza Maria Gauna, para serem atendidas pela Assistência Social. Segundo esse relatório seis famílias se recusaram a sair de suas

casas. Após os alagamentos vistoriaram-se as áreas afetadas, nas ruas Carandá, Jatobá e dos Camalotes (Bairro Cohab). Foi contabilizado 16 residências, sendo algumas com rachaduras, com presença de umidade nas paredes e pisos, a presença de esgoto acumulado e minando nos quintais como representadas nas figuras 19 e 20 – exemplos de alagamentos. Dessa maneira algumas delas foram consideradas em péssimas condições habitacionais e, por isso, fechadas.

**19 – Casa invadida por alagamento na Cohab    20 – Pessoas indo embora de suas casas**



Fonte: Prefeitura Municipal de Porto Murinho - Fotógrafo Giva (2014)

#### **6.5.1.1 Impactos dos alagamentos sobre a malha urbana murтинhense e algumas propostas mitigadoras para minimizar problemas socioambientais**

Segundo o Manual de Drenagem e Manejo de águas pluviais: gerenciamento do sistema de drenagem urbana (São Paulo, 2000) a drenagem urbana deve ser sustentável. Assim, entender a lógica dos alagamentos é conhecer as suas consequências e compreender a probabilidade de suas ocorrências (HOLTZ et al, 2009). A primeira relaciona-se pela avaliação da profundidade atingida dentro das residências das áreas alagadas e a segunda a partir do tempo de recorrência. Os impactos advindos deles são causados originam-se da impermeabilização do solo que aumenta o volume pluvial escoado, reduzindo o amortecimento e causando vazões máximas superiores as das vazões do período pré-urbanização (TUCCI; GENS, 1995).

Assim, os danos relacionam-se aos problemas de drenagem urbana nas áreas de risco, ocupadas por pessoas de baixa renda. Dentre os agravantes podemos citar a falta de projetos de execução para resolver essas questões, cuja prática atual é a de

conduzir as águas pluviais o mais longe possível das áreas de risco. Isso gera um efeito borboleta, ou seja, aumenta-se a capacidade condutora do poder do sistema. Essa abordagem além de dispendiosa apenas transfere os pontos de alagamentos. Além disso, como na maioria das cidades brasileiras existe grande quantidade de resíduos sólidos estes são levados para as redes de drenagem, pela lavagem das ruas e práticas irracionais de educação ambiental, provocando obstrução do sistema que originam alagamentos localizados (TUCCI; GENS, 1995).

Pelo referencial de Holtz et. al. (2009) existem três tipos de danos relacionados a profundidade: 0,1m onde se perde bens materiais, mas as pessoas não deixam as residências; 0,8m cujos danos são estruturais, os bens são perdidos e os moradores devem sair de suas casas e o 1,5m considerado o mais intenso, pois ocorre a perda total dos bens, com probabilidade de afogamento e arrastamento de pessoas. Com relação as consequências de ocorrências, este mesmo autor assinala a frequência que uma determinada área é atingida, onde se analisa a magnitude do evento.

Desse modo, podemos evidenciar que a magnitude dos alagamentos na malha urbana murtinhense são mais significativos no bairro COHAB, isto é, nos anos de 2013 e 2014 ele foi o único que se registrou ocorrências de alagamentos. Como nas áreas de risco localizadas nesse bairro as pessoas saíram de suas casas, perderam seus bens e se observou a presença de danos estruturais, identifica-se que as águas alagadas atingiram a cota de 0,8m. Isso justifica-se como área potencial de risco pois o dique que circunda a cidade perto desse bairro aterrou a antiga baía Pirinzal e como as residências ocupam essa área elas estão sujeitas a esse desastre natural.

No sentido de sanar ou mesmo evitar os danos e os impactos advindos dos alagamentos seria necessária uma análise integrada dessa paisagem urbana para estudo de elaboração de um Plano de Manutenção Urbana para a gestão da drenagem urbana. De acordo com Holtz et al (2009) e Tucci; Gens (1995) os problemas nas áreas alagadas podem estar vinculados a falta de manutenção e a má utilização de seus mecanismos (assoreamento das calhas dos corpos receptores e ao mau funcionamento das estruturas de armazenamento das águas pluviais). Isso pode explicar as áreas sujeitas a alagamentos em Porto Murinho – MS. No caso do bairro COHAB, o mais afetado entre esses dois anos, pode ser percebido que em 2014 o número das pessoas afetadas diminuiu. Esta diminuição pode estar relacionada ao aprofundamento do solo urbano, em parte da Baía Pirinzal – área de risco, na parte

interna do dique, realizado pela Secretaria de Infraestrutura Municipal. Esse empreendimento compensou o nível atingido pelas águas de alagamento nas habitações da área. Se tratou, na verdade, de uma bacia de amortecimento em loteamentos com áreas de risco.

Uma iniciativa que poderia ser incorporada nessa realidade seria o uso da técnica LID (Desenvolvimento Urbano de Baixo Impacto), aplicada no condado de Prince George – Maryland, EUA, que busca a conservação de áreas verdes em meio urbano, principalmente nas áreas de risco, e o controle dos processos hidrológicos de forma integrada às atividades locais e nas áreas potenciais de risco. No Brasil o Ministério das Cidades tem estimulado a utilização de LID para implantar e ampliar sistemas de drenagem urbana sustentáveis (BRASIL, 2006).

Essa técnica faz parte das BMP's (Best Management Practices) compreendidas como técnicas focando na não transferência dos problemas para jusante pelo controle do escoamento na rede de drenagem, isto é, não diretamente no curso d'água e sim mais próximo de sua fonte. Para Tucci; Genz (1995) o seu uso pode ser indicado aos municípios com problemas de alagamentos pois é mais eficiente, barato e soluciona o problema mais próximo da sua origem, sem afetar as outras regiões.

Em conformidade com Tucci (2002) essas técnicas são parte do processo de gerenciamento da drenagem urbana. Por isso, é preciso elaborar um modelo de Plano Diretor de Águas Pluviais (PDAP) abordando o seguinte exposto: Política das águas pluviais, Medidas estruturais e não – estruturais, Produtos, Programas e Informações. Com isso o PDAP juntamente com os demais planos setoriais e dos cenários de diagnóstico e prognóstico do funcionamento dos sistemas de drenagem propor alternativas de controle ou medidas estruturais e não estruturais, como o uso das BMP's, buscar sanar os problemas de alagamentos para os riscos avaliados.

### **6.5.2 Situação 2: A Baixa Bacia do rio Amonguija e as formas urbanas de sua paisagem**

A Baixa Bacia do rio Amonguija, região da foz, localiza-se na sub-região do Pantanal de Porto Murtinho (SILVA; ABDON,1998), entre as latitudes de 21° 41' 14,56" S e 21° 40'18,53" S, e longitudes de 57° 52' 57" O e 57° 51'57,18" O. A figura 2 mostrada na parte introdutória desta dissertação - na área de trabalho, indica as formas urbanas de sua paisagem (lixão e ocupações antrópicas) e, principalmente, a

sua proximidade as áreas de inundação desse trecho do pantanal sul-matogrossense.

Encontra-se próximo da Foz do rio Amonguija com o rio Paraguai e por isso está sujeita a frequentes inundações. Possui uma concentração urbana, antiga vila do Matadouro Municipal, com precária infraestrutura e fica ao lado do destino final dos resíduos sólidos urbanos – Lixão a céu aberto. Por essa razão podemos notar traços de uma paisagem urbana que pode trazer sentimentos de topofobia, como apontou TUAN (2005) em seu livro sobre as paisagens do medo, ou seja, as aversões que as pessoas sentem dos lugares insalubres.

Em época de chuva seguido do transbordamento das águas desses dois rios, o sentimento de preocupação com essa localidade se intensifica, pois a área fica sujeita aos impactos advindos da inundação. Dentre eles a possibilidade do resíduo sólido e seu chorume escoarem até as casas do seu entorno e até mesmo para a calha do rio Amonguija.

Entre a Baixa Bacia do rio Amonguija e a cidade de Porto Murtinho, foi construído um dique de contenção de água para evitar a inundação da cidade, mas não evita a inundação no seu entorno, onde encontramos esse lixão e o povoamento urbano. Nesse sentido, do ponto de vista urbano, essa área pode ser considerada um espaço ocupado inadequadamente e com riscos socioambientais.

Para percebermos essa fisionomia com seus aspectos naturais e urbanos que permitem uma análise de sua paisagem, identificando as dinâmicas territoriais ali atuantes, tais como a degradação, a formação de um espaço urbano insalubre, a má gestão do resíduo sólido final e os riscos de impactos socioambientais, recorreu-se há análise da paisagem urbana de Cullen (2006).

Esse referencial exprime a arte de tornar coerente e organizado, visualmente, o emaranhado de edificações, ruas e espaços que constituem o ambiente urbano, permitindo a identificação dos diferentes tipos de uso do solo (CULLEN, 1983). Nesse sentido, realizou-se uma ida de campo ao local de estudo, para atentar-se a ótica, ao local e ao conteúdo, objetivando estruturar o conceito de paisagem urbana imposta por essa referência bibliográfica.

Diante disso, pode-se constatar uma paisagem intrínseca aos sentimentos de desafeto a aversão que as pessoas têm para com determinados lugares, espaços ou paisagens (TUAN, 2005), como pode ser comprovado nas figuras 21, 22, 23, 24.

**Figura 21: Entulhos**



**Figura 22: Casas com resto de material**



**Figura 23: Limite entre o lixão e as casas**



**Figura 24: Lixo, Residência e esgoto na rua**



Fotos: SILVA, R. P. (2014)

Assim sendo, ficou evidente que a paisagem analisada, não apenas é composta por aquilo que está à frente de nossos olhos, mas também por aquilo que se esconde em nossas mentes e que nos revela um desconforto (TUAN, 2005). Na verdade, percebemos e sentimos um ambiente insalubre sujeito a riscos socioambientais ao meio e aos moradores da antiga vila do Matadouro, como nas figuras 25, 26 e 27, retratando duas realidades preocupantes. Uma refletindo as péssimas condições de moradia e acomodações (figuras 25 e 26) e outra o risco de impactos quando o lixão é inundado (figura 27).

**Figura 25: Cozinha Insalubre**



**Figura 26: Criança entre entulhos**



Fotos: SILVA, R. P. (2014)

**Figura 27: Inundação no Lixão Municipal e o rio Amonguija ao fundo**



Fonte: Prefeitura municipal de Porto Murtinho – Fotógrafo Giva (2014)

Desse modo, a caracterização urbana da Baixa Bacia do rio Amonguija é marcada por uma situação com moradias e saneamento comprometidos quanto às condições dignas da qualidade de vida das pessoas que ali habitam. Possibilita também, dizer que tal espaço geográfico caracteriza-se por uma segregação espacial, onde residem paraguaios e brasileiros em péssimas condições de vida.

Segundo Corrêa (1997), a situação 2 faz parte de uma área segregada, vinculada, apresentando estruturas sociais marcadas pela uniformidade da população. Por essa razão são refletidas na distribuição de renda de seus moradores, pois a alta renda, a baixa renda ou nenhuma renda definirão o tipo de residência e a localidade da mesma, em termos de acessibilidade e amenidades.

Dessa maneira, essa área é na verdade um espaço segregado que foi ocupado por paraguaios e brasileiros, sujeitos as atipicidades do processo de inundação das casas. Esse fato pode afetar a qualidade de suas vidas e causar impactos ambientais no solo e na água dos rios Amonguija e Paraguai. Com isso fica evidenciado a necessidade de um melhor planejamento urbano no local, para realocar esses moradores e implantar um zoneamento ambiental com a finalidade de construir uma Unidade de Conservação, onde está localizado o lixão a céu aberto e essa concentração urbana.

#### **6.5.2.1 A inundação no Lixão Municipal em Área de Manancial de Abastecimento**

A ocupação e o tipo de uso do solo causam impactos socioambientais que geram situações problemáticas. Conforme Lefebvre (1991), essas situações intensificam-se devido à expansão urbana, ao aumento demográfico, a produção econômica e a vida social que fazem crescer o consumo e, conseqüentemente, a produção do lixo. Nesse sentido, os municípios devem rever seus conceitos de planejamento ambiental e efetuar corretamente o uso do solo, ainda mais aqueles localizados em áreas de manancial de abastecimento.

Sob essa ótica, fica nítida a omissão dos órgãos públicos sobre as ocupações das áreas de risco e de preservação permanente, revelando as falhas ou inexistência de seus planejamentos urbanos. Segundo Gomes; Soares (2004), a ocupação imprópria de determinadas áreas provoca transformações socioespaciais, tais como, degradação ambiental, poluição de seus recursos hídricos, aumento de poluição, extermínio das áreas verdes e deposição de resíduos em áreas de risco e/ou de preservação.

A figura 28 mostra um uso e uma ocupação indevida sobre a planície de inundação (áreas 1, 2 e 3) em área de manancial de abastecimento da cidade de Porto Murtinho – MS. Nela se identifica o uso inadequado do meio ambiente, onde existe um núcleo de características urbanas insalubre, muito próximo ao lixão a céu aberto que também não deveria estar lá. Dessa maneira, fica comprovado o risco de desastre em época de chuvas, pois o escoamento superficial das águas precipitadas, além de chegar nas áreas ocupadas pelas pessoas, pode também escoar o chorume empossado até o rio Amonguija, parte integrante do manancial de abastecimento de água da cidade.

De acordo com o Código Florestal (Lei nº 4.771/65), as margens de rios e quaisquer outros corpos de água, naturais ou artificiais, são considerados Área de Preservação Permanente (APP) e, por esta razão, não deveriam ser ocupadas (BRASIL, 1965). Nesse caso temos uma área ambientalmente frágil, principalmente na estação chuvosa, quando o nível desse rio se eleva até quase atingir o lixão e o núcleo urbano. Além disso onde ocorre inundação (planícies de inundação) também são consideradas como áreas de preservação. Fica evidenciado, portanto, que o lixão e o núcleo urbano encontram-se sobre área de preservação ambiental – Mata Ciliar.

**Figura 28: Localização da Situação 2 (Ocupações Urbanas e Lixão sobre área de Inundação)**



Fonte: Digital Globe. Organizado e Elaborado por SILVA, R. P. (2015)

Percebe-se que a proximidade do lixão municipal possibilita questionamentos relacionados ao risco de impactos socioambientais. Uma primeira ação seria a sua inutilização, mudando de local o espaço destinado ao resíduo sólido produzido. Assim, escolher um outro local para Aterro Sanitário, no mínimo controlado, deve ser uma das prioridades do planejamento urbano do poder público municipal dessa cidade.

A relevância dessa problemática se justifica pelo fato de que os lixões e aterros controlados estão entre os maiores causadores de impactos ambientais, visto que recebem resíduos sólidos de diversas origens. Eles podem causar problemas de vários tipos e, dessa forma, há a necessidade de avaliar os reais danos causados por

essa prática irracional de descarga de lixo a céu aberto. Com isso evidenciar os efeitos ecológicos, econômicos e sociais das atividades antrópicas é tarefa das prefeituras por meio da Avaliação de Impacto Ambiental – AIA.

Com relação ao impacto ambiental a Resolução do CONAMA nº 001/86 enfatiza que “qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que direta ou indiretamente afetam: a saúde, a segurança e o bem estar da população; as atividades sociais e econômicas, a biota, as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; e a qualidade dos recursos ambientais”. Com base nisso a situação 2 é fato evidenciado, por sua localização, de que essa resolução ambiental corre o risco de ser descumprida, ameaçando os recursos ambientais e a saúde humana.

Fica claro a necessidade de um estudo sobre impactos socioambientais, por meio de perícias, para constatar o grau de dano, ou seja, diagnosticar os tipos de impactos causados pelo desastre natural da inundação nessa realidade.

Com base em Silva et al (2005), no Brasil os lixões e aterros controlados são os que mais causam impactos ao ambiente onde se localizam. Isso por receberem resíduos de várias origens (industrial, doméstico, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição), podendo ser nos estados sólidos e semissólido. Dessa maneira, a disposição final deles de forma inadequada configuram-se como problemas sanitários, econômicos e estéticos (BRASIL, 2006).

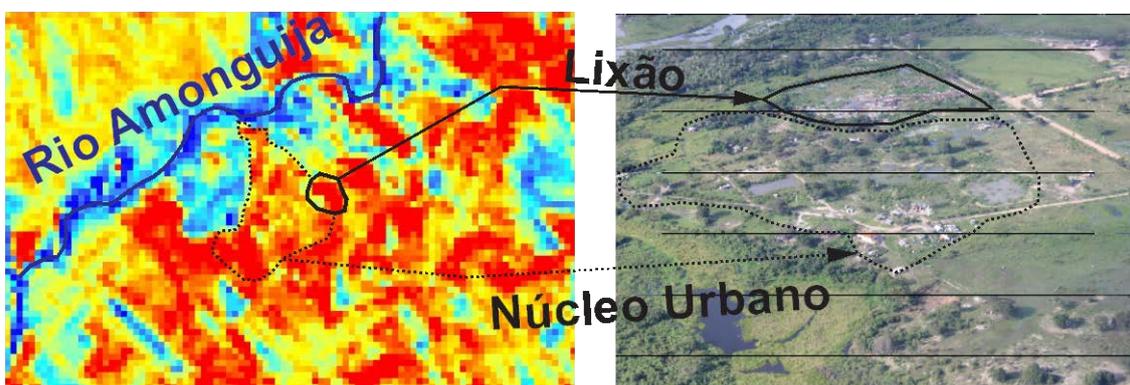
Por exemplo, no ano de 2014, registrou-se a ocorrência de inundação na área da situação 2. Nele, o núcleo urbano – rua do assentamento Matadouro, é o local sujeito a potenciais riscos em épocas de chuvas concentradas e por tal foi o mais atingido desta situação, pois afetou diretamente pessoas que ali viviam.

Segundo o Relatório Geral da Inundação de junho de 2014, feito pela Defesa Civil de Porto Murinho, nesse assentamento foram socorridas 2 famílias desalojadas, incluindo 4 pessoas e 3 famílias desabrigadas, sendo 3 adultos e 6 crianças. O fato ocorrido resultou-se de um evento extremo adverso natural, do grupo hidrológico e subgrupo da inundação, definido como a submersão de áreas fora dos limites normais de um curso de água, em zonas que normalmente não se encontram submersas. O

transbordamento ocorre de modo gradual, geralmente ocasionado por chuvas prolongadas em áreas de planície.

Para configurar espacialmente esse fenômeno no território, elaborou-se a figura 29, que representa a distribuição espacial do índice de umidade na área onde se localizam o assentamento Matadouro e o Lixão Municipal. Nela é possível constatar que realmente as áreas podem sofrer influência desse tipo de desastre natural, pois são rodeadas por águas advindas da elevação do rio Amonguija e do empocamento devido ao acúmulo das águas durante chuvas intensas.

**Figura 29: Feições Paisagísticas com relação ao comportamento espectral do índice de umidade da situação 2**



Fonte: Landsat 5 e Digital Globe. Organizado e Elaborado por SILVA, R. P. (2015).

Desse modo, a situação 2 possui uma subdivisão de áreas suscetíveis a danos que afeta diretamente os seres humanos e a biota local (solo, vegetação, recursos hídricos). Além disso, o núcleo urbano que não possui um saneamento básico adequado, também contribui para agravar os impactos ambientais.

Tanto uma quanto a outra podem ser enquadradas no artigo 48 da Lei no 12.305, de 2 de agosto de 2010, pois são proibidas nas áreas de disposição final de resíduos a criação de animais domésticos (Figura 30); o uso de rejeitos para alimentação (Figura 31); fixação de habitações temporárias ou permanentes (Figura 32) e a catação (Figura 33). Esses enquadramentos podem ser comprovados no quadro 4 a seguir.

**Quadro 4: Enquadramento de alguns locais da situação 2 na Lei 12.305**

<b>Figuras</b>	<b>Descrição</b>
<p data-bbox="491 344 533 376"><b>30</b></p> 	<p data-bbox="810 398 1353 651">Presença de cabritos e carneiros nas proximidades do Lixão Municipal das chácaras vizinhas que são parte de uma pequena pecuária extensiva para consumo humano.</p>
<p data-bbox="491 703 533 734"><b>31</b></p> 	<p data-bbox="842 757 1321 954">Utensílios e alimentos adquiridos no lixão. Ao fogo pedaços de batatas e panelas coletados, disse o morador do barraco.</p>
<p data-bbox="491 1061 533 1093"><b>32</b></p> 	<p data-bbox="820 1115 1343 1312">Tipo de habitação temporária e permanente do núcleo urbano ao lado do lixão. Em sua maioria são casas de material aproveitado.</p>
<p data-bbox="491 1420 533 1451"><b>33</b></p> 	<p data-bbox="833 1469 1331 1666">Catador de lixo que reside ao lado do lixão. Percebe-se em sua pele algumas queimaduras e manchas indicadoras de Hanseníase.</p>

Fotos: SILVA, R. P. (2014)

### **6.5.2.2 Riscos de impactos no lixão municipal de Porto Murtinho – MS**

O município de Porto Murtinho – MS, assim como vários do território brasileiro, ainda não conseguiu resolver os problemas ambientais do destino final de seus resíduos sólidos e os depositam a céu aberto – os lixões. Pela lei 12.305, sancionada em 2010, todos os municípios deveriam adaptar-se a Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS, o que não ocorreu. Na verdade, pouco se avançou e o país destina inadequadamente 17,8% das 63 milhões de toneladas de lixo produzidas anualmente. Esta prática inadequada está proibida desde agosto de 2014, o que levou os representantes legais dos municípios a pedirem um prazo maior para se adaptarem a essa política. Porém, o descumprimento dessa lei pode acarretar multas de até 50 milhões de reais, devido ao fato de que o lixo causa impactos negativos aos ambientes, como margens de ruas e leito de rios.

Esse problema é de difícil solução e a maioria das cidades brasileiras possuem um serviço de coleta deficitário, não prevendo segregação de seus resíduos na fonte. O que se observa é o hábito inadequado com a disposição final em locais indevidos como lotes baldios, margens de rios e lagos, fundos de vale e na lateral das estradas.

Em consequência dessa prática irracional, os impactos ambientais negativos podem ocasionar a contaminação de corpos d'água, assoreamento, enchentes, proliferação de vetores transmissores de doenças (macros e micros), além da poluição visual, mau cheiro e contaminação ambiental (MUCELIN; BELLINI, 2006).

Percebe-se que o Lixão Municipal de Porto Murtinho – MS localiza-se sobre uma planície de inundação, que também é área de manancial de abastecimento. Esta, assim, dentro de uma bacia hidrográfica tributária do rio Paraguai, local denominado de Baixa Bacia do rio Amonguija, onde em épocas de chuvas o fator determinante é o escoamento pluvial, pois várias são as drenagens receptivas das águas da chuva que antes de migrarem até o rio Amonguija, empoçam e formam chorumes, devido ao baixo relevo e a pouca impermeabilização do solo.

Dessa maneira, esse lixão encontra-se em área imprópria, dentro de uma bacia hidrográfica que segundo Pinto et. al. (1976) deve ser compreendida como “área geográfica coletora da água da chuva que, escoando pela superfície do solo, atinge a seção considerada”. Por tal fato faz parte de um espaço topográfico determinado a alimentar cursos de água por meio de vários processos de movimentação da água, dos quais podem ser destacados o escoamento superficial, subsuperficial e infiltração.

Por isso o maior risco desse lixão está vinculado a contaminação do manancial de abastecimento da cidade de Porto Murtinho – MS, cujo chorume (figuras 34 e 35) que se forma em época de chuva pode chegar até o rio Amonguija e modificar a qualidade de sua água e toda a biota ao seu redor.

**Figura 34: Vista Aérea do Lixão Municipal de Porto Murtinho – MS com Chorume Empoçado**



Fonte: Prefeitura municipal de Porto Murtinho – Fotógrafo Giva (2014)

**Figura 35: Chorume Empoçado no Lixão Municipal de Porto Murtinho-MS**



Foto: SILVA, R. P. (2014)

O perigo de contaminação do manancial pelo chorume empoçado pode repercutir direta ou indiretamente nos rios abaixo da Baixa Bacia do Amonguija. Com isso, essa referida bacia deve ser estudada como um todo, correlacionando o quadro natural e os processos antrópicos, da maneira que apontam Christofolletti (1980) e Bertoni; Lombardi Neto (1990).

Nesse sentido, fatores como a saliência do relevo e a forma de ocupação dos solos devem ser consideradas, pois, acabam implicando nas mudanças do sistema natural, como a irregularidade do escoamento superficial, da infiltração, da substituição da cobertura vegetal, da poluição das águas e solos (TOMAZONI et al, 2005). Dessa forma serão acarretados desequilíbrios que modificarão sua área. Pela saliência do relevo a área em estudo é plana o que aumenta o empoçamento de chorume e quando escoado vai deixando suas propriedades malélicas sobre o solo até seu destino final, o rio e/ou córregos. Por consequência, ao longo do tempo, modificam-se as propriedades estáveis da paisagem e que pela ocupação irregular dos solos esse processo se intensifica.

Portanto, deve ser considerada como uma unidade de planejamento e gestão cuja área comporta não apenas a interação dos elementos do quadro natural, gradativamente sendo alterada pela ação química do chorume, mas sim de um uso antrópico devastador da biota. Assim, um diagnóstico considerando a totalidade de

interações desses elementos deve contribuir na identificação dos problemas relacionados com a água (LIMA, 2008).

Segundo Souza; Fernandes (2000) para gerenciar e planejar esse risco de desastre natural os aspectos naturais, não apenas o hídrico, mas os sociais, econômicos, políticos, culturais e ambientais devem ser analisados em conjunto. Isso devido a capacidade de suporte ao desenvolvimento do local do lixão, visto que ele possui um limite e que ultrapassado promoverá alterações fisiológicas e morfológicas da vegetação e do solo.

Sendo assim, o lixão municipal murtinhense pode produzir significativas modificações nas composições de sais, matéria orgânica e temperatura da água desse manancial de abastecimento, cujo elemento determinante será o resíduo poluidor do chorume.

Em suma pode ser identificado três possíveis tipos de danos: os do meio físico, os do meio biótico e os do meio antrópico. No meio físico temos os processos erosivos, a compactação do solo através dos veículos que diminui o poder de infiltração da água no solo, possíveis depreciações da qualidade da água subterrânea, proliferação de macro e micro vetores e a poluição do solo e do ar. No meio antrópico os impactos podem estar relacionados com a desnudação do solo, poluição das áreas circunvizinhas, a contaminação dos catadores e a poluição visual. Por fim, no meio biótico podemos ter a ocorrência de diminuição da base genética, redução da biota do solo e da capacidade de sustentação da Fauna, interrupção de fluxos gênicos, redução da biodiversidade nativa e stress da fauna local.

### **6.5.2.3 Impactos relacionados ao uso e ocupação da rua Matadouro – Antigo Matadouro Municipal**

Nesse núcleo urbano moram 34 famílias, cerca de 130 pessoas, residindo em 16 casas de material aproveitado, 16 de madeira e 2 de tijolo. De todas elas o destino final do lixo é a queima e/ ou enterramento. Das 34 habitações apenas duas não possuem energia elétrica. Tratam-se de casas pequenas, com no máximo dois cômodos cada e todas não possuem tratamento de água domiciliar, sendo escoado superficialmente - figuras 36 e 37. O abastecimento de água é feito pela rede pública em 25 delas, e no restante por poços. Dentre os moradores a maioria é do sexo

masculino (82) e 83 são alfabetizados. Nas habitações, em sua totalidade, as fezes e urinas são destinadas a fossas e as principais doenças registradas são a hanseníase (4 casos), a Hipertensão Arterial (10 ocorrências) e 2 casos de diabetes. Essa caracterização referente ao saneamento básico do local foi baseada na Ficha A (Ficha de Cadastro da Secretaria Municipal de Saúde do Sistema de Informação de Atenção Básica do local, do ano de 2013) e permite conhecer o perfil socioeconômico dos moradores do Bairro Matadouro, revelando como sendo uma área de condições precárias para a vivência humana, por ser um bairro insalubre.

**Figura 36 - Esgoto residencial próximo a canal hídrico    Figura 37 – Esgoto ao lado das casas**



Fotos: SILVA, R. P. (2014)

Por tais condições, pode ser identificado um crescimento urbano em local impróprio, sem critérios e respaldo técnico que comprometerão o futuro da população dessa área. Trata-se de uma preocupação com o meio ambiente, pois esse crescimento sem planejamento adequado provocará uma poluição do solo (LOMBARDO, 1985). Em razão disso o desprovimento de infraestrutura, equipamentos urbanos e ausência de moradias dignas tornam-se fatores que determinam o grau de vulnerabilidade das pessoas às condições ambientais, como por exemplo a inundação e os danos advindos dela (FROTA; MEIRELES, 2008).

Sob essa ótica, entende-se que o crescimento urbano ocorreu sem planejamento, ordenamento e com infraestruturas que garantiriam um ambiente saudável, condição está essencial a qualidade de vida. Assim, no Bairro Matadouro a cada dia é acarretado alterações significativas ao meio ambiente, alterando a particularidade de alguns suprimentos de vital importância ao ser humano, tais como ar fresco, água potável, alimento, espaços de lazer, vegetação nativa, dentre outros. Além de ser um local insalubre localiza-se ao lado de um lixão.

Outro aspecto importante é o desmatamento provocado pelas áreas ocupadas que prejudicam a infiltração das águas pluviais, favorecendo o alagamento e o escoamento superficial. Segundo Mota (1999), o processo que se desenvolve acarretará graves mudanças ambientais aos recursos naturais pela emissão de resíduos. Por isso, o desmatamento, a impermeabilização do solo, aterramentos de drenagens naturais, modificação dos ecossistemas, poluição ambiental e assoreamentos ou erosões serão as principais alterações sofridas nesse ambiente.

Por tal realidade, por ser uma ocupação sobre a planície de inundação pantaneira e dessa forma, suscetível a alagamentos e escoamento pluvial, os esgotos das casas podem escorrer pelos baixos canais de drenagens do terreno (drenagem fluvial e pluvial), até o leito do rio Amonguijá, tributário do rio Paraguai. Dessa forma, este rio poderá ser contaminado e tornar o local mais insalubre.

As figuras 38, 39 e 40 do quadro 5, exemplificam no final da rua do Matadouro os fatores impactantes que pode transportar resíduos domésticos e sedimentos até o rio Amonguijá. No primeiro caso, a chuva escoar e leva consigo o esgoto das casas e possíveis contaminantes domésticos que podem causar a diminuição do poder de autodepuração dos corpos hídricos, acelerar o crescimento de fitoplâncton que provocará a diminuição de oxigênio e também problemas advindos da eutrofização como a floração das algas, maus odores, mortandade de peixes e distúrbios com mosquitos e insetos. No caso do transporte dos sedimentos a água provoca erosões e assoreamento, que além de causar rachaduras no solo e o desbarrancamento do leito dos rios, diminuem o volume útil do corpo de água pois acumulam sedimentos.

**Quadro 5: Tipos de Uso e Ocupação do Lixão Municipal em desacordo com a Lei 12.305/2010**

Figuras	Descrição
<p>(38)</p> 	<p>Começo de erosão intensificado em época de chuvas devido o escoamento superficial da rua até o rio Amonguija. Este, por sua vez, ao fundo, eleva-se e influencia também no processo erosivo.</p>
<p>(39)</p> 	<p>Residências ao fundo cujo resíduo doméstico e os sedimentos da rua transportados até essa erosão no rio Amonguija.</p>
<p>(40)</p> 	<p>Assoreamento da margem do rio Amonguija ocasionada por provável desbarrancamento de encosta.</p>

Fotos: SILVA, R. P. (2014)

## **6.6 Espacialização das áreas de risco a alagamentos e inundações na cidade de Porto Murtinho - MS**

A espacialização das áreas de risco a alagamentos e inundações possibilitaram identificar os locais mais críticos a sofrerem danos advindos desses desastres naturais.

Na comparação dos mapas gerados do NDWI o alto brilho de tons azuis apontam onde existe maior risco a alagamentos e inundações. No caso dos alagamentos, o NDWI indicou nas áreas periféricas da cidade, parte interna do dique, o potencial risco do dano, da atividade lesiva e do nexos causal (DINIZ, 1997). Na situação da inundação do lixão e da rua Matadouro, o NDWI revelou o perigo da contaminação do manancial de abastecimento de água que abastece a cidade, além dos perigos a impactos socioambientais da biota ao redor do Lixão municipal e do bairro Matadouro.

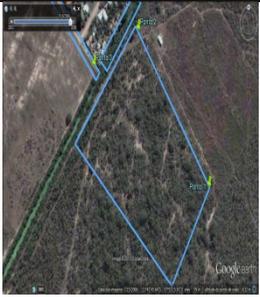
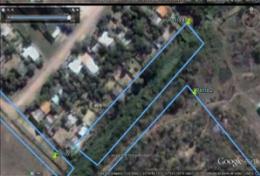
No conhecimento adquirido nessa análise, elaborou-se a figura 41 e a tabela 5, que especializam e caracterizam as principais áreas de risco a inundações e alagamentos, na parte interna e externa do dique. É ressaltado, portanto, a localização e a interpretação das unidades de paisagem, distribuídas em 15 pontos. Cada um dos pontos representa uma área relativa a situações de risco, associadas a um ou outro desses fenômenos hidrológicos.

**Figura 41: Espacialidade das Áreas Alagáveis e Inundáveis no entorno do Dique (parte externa e interna)**



Fonte: Digital Globe (2015)

**Tabela 5: Interpretação das unidades da paisagem das áreas alagáveis e inundáveis**

Área	Pontos	Coordenadas	Imagem	Fotos	Processo Hidrológico
1 Bairro Don Pepe	1	21° 42'47,34''S 57°53'09,17''O			Área Alagável
	2	21° 42'40,83''S 57°53'15,32''O			Área Alagável
2 Rua 15 de Novembro	3	21° 42'42,32''S 57°53'19,16''O			Área Alagável
3 Valetão do Bairro Don Pepe	4	21° 42'39,21''S 57°53'15,49''O			Área Alagável
4 Rua 13 de Junho	5	21° 42'18,77''S 57°53'19,39''O			Área Alagável
	6	21° 42'23,22''S 57°52'23,36''O			Área Alagável

5 Bairro Jockey Club	7	21° 42'14,36''S 57°52'27,32''O			Área Alagável
	8	21° 42'06,08''S 57°52'28,52''O			
6 Bairro Salim Cafure	9	21° 41'39,42''S 57°52'23,34''O			Área Alagável
7 Rua Salim Cafure Filho	10	21° 41'42,35''S 57°52'33,74''O			Área Alagável
8 Bairro Matadouro	11	21° 41'05,30''S 57°52'15,80''O			Área Inundável

8  
Bairro do Antigo  
Matadouro e  
Entorno do Lixão

12	21° 40'59,53''S 57°52'16,07''O			Área Inundável
13	21° 40'50,98''S 57°52'14,95''O			Área Inundável
14	21° 40'58,35''S 57°52'13,53''O			Área Inundável
15	21° 40'59,35''S 57°52'16,07''O			Área Inundável

Organizado e Elaborado por SILVA. R. P. (2015)

## 7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As principais ocorrências de enchentes entre 1975 e 2014 permite concluir que o município de Porto Murtinho – MS é alvo de desastres naturais, decorrentes de fenômenos hidrológicos, devido ao relevo plano, ao ciclo das cheias desse rio, a deficiente rede de drenagem urbana e a ocupação irregular.

Na malha urbana, o alagamento acontece por causa da chuva, pois seu escoamento e sua infiltração ocorre lentamente. Além disso, ela fica retida no solo urbano pelo entupimento dos bueiros e a falta de rede de drenagem pluvial adequada, o que a faz invadir as casas e se concentrar nas ruas e avenidas.

Na área do lixão municipal e da rua Matadouro, o terreno plano, a ocupação urbana sem planejamento, o saneamento básico ineficiente e a deposição de chorume colocam em risco a biota local, pois localiza-se sobre a planície de inundação dos rios Paraguai e Amonguija, que também se encontra próximo da área de manancial de abastecimento de água para uso e consumo humano.

A função urbana do dique, ao redor da cidade, impede a entrada de água do extravasamento do rio Paraguai - inundação, fenômeno hidrológico causado pelas águas avolumadas desse rio pantaneiro, mas não evita o alagamento das ruas, avenidas, casas e prédios públicos e privados.

À vista disso, o estudo dos condicionantes (parâmetros físicos e antrópicos) possibilita identificar e caracterizar, nessas duas situações, o risco e os potenciais riscos socioambientais, com relação aos impactos provocados pelos alagamentos e inundações. Por isso, a análise da paisagem e o índice NDWI, com o emprego das imagens de satélites, que permitiram mapear os fenômenos analisados, contribuíram nas interpretações sobre a área de estudo, possibilitando um conhecimento que busque a melhoria de práticas diagnosticáveis sobre os danos, as atividades lesivas e o nexos causal. Isso ajudará a direcionar o planejamento ambiental nas duas situações apontadas.

Dessa maneira, conclui-se que essa metodologia embasa a análise perceptiva e visual dos ambientes que somados aos mapas digitais, imagens de satélites e os aspectos geomorfológicos das paisagens orientam ao exercício de um trabalho de campo eficaz e de qualidade. Por isso, é uma ferramenta fundamental para se

descobrir e entender os elementos das fisionomias da paisagem, onde a leitura que cada um pode ter dos espaços geográficos ganha maior riqueza de informações.

Assim, foi possível realizar a caracterização das áreas sujeitas a inundações e alagamentos, onde se pode identificar áreas de risco e potenciais de risco, referentes aos impactos provocados por esses dois desastres naturais. Dessa maneira, é possível dizer que os problemas relacionados a eles dependem do grau de ocupação das áreas sujeitas a tais processos.

Portanto, a elevação do nível das águas do rio Paraguai, entre 1975 e 2014, identifica que os desastres naturais relacionados a inundação ocorre pela pulsação periódica do Pantanal. No caso dos alagamentos o principal fator de dano socioambiental é a carente rede de drenagem pluvial que devido ao crescimento urbano, sem planejamento, coloca em risco a vida de sua população.

Nesse sentido, as duas situações caracterizadas, sobre os possíveis impactos socioambientais, devem ser tratadas com maior seriedade por parte das políticas públicas locais. Desse modo, para minimizar as consequências desses dois desastres naturais sugere-se as seguintes propostas mitigadoras:

- Estudo de Avaliação de Impactos Ambientais;
- Escolha de áreas para a implantação de Aterro Sanitário e Fechamento do Lixão;
- Elaboração de Plano Gestor dos Resíduos Sólidos;
- Estudo de viabilização e Implementação de uma Unidade de Conservação no local do lixão municipal;
- Plano de manutenção urbana com o uso da técnica LID – Desenvolvimento Urbano de Baixo Impacto e a Elaboração de um modelo de Plano Diretor de Águas Pluviais.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

ABDON, M. de M.; SILVA, J. dos S.V. da; POTT, V.J.; POTT, A.; SILVA, M.P. da. Utilização de dados analógicos do Landsat-TM na discriminação da vegetação de parte da sub-região da Nhecolândia no Pantanal. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.33, p.1799-1813, 1998.

AB'SABER, A. N. Os Domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas/ Aziz Ab'Saber. – São Paulo: Ateliê Editorial, 2003.

AB'SABER, A. N. Bases conceituais e papel do conhecimento na previsão de impactos. In: MULLER-PLANTENBERG, C.; AB'SABER, A. N. (Orgs.). *Previsão de impactos: estudo de impacto ambiental no leste, oeste e sul. Experiências no Brasil, na Rússia e na Alemanha*. São Paulo: Edusp, 1994.

AB' SABER, A. N. O Pantanal Mato-grossense e a Teoria dos Refúgios. *Revista Brasileira de Geografia*. IBGE. Ano 1, No 1 (Janeiro/março 1939). Rio de Janeiro, 1939, p.9-57.

ADAMOLI, J. Zoneamento ecológico do Pantanal baseado no regime de inundações. In: *Encontro sobre Sensoriamento Remoto aplicado a estudos no Pantanal*, 1995, Corumbá. Anais. São José dos Campos: Inpe, 2005. p. 15-17.

ALCANTARA-AYALA, 2002. *Geomorphology, natural hazards, vulnerability and preservation of natural disasters in developing countris*. *Geomorphology* 47, (2002). P. 107-124.

ALHO, C. J. R.; LACHER, JR.; GONÇALVES, H. C. *Environmental degradation in the Pantanal Ecosystem Bioscience*, v. 38, n.3, p. 164-171, 1988.

ALMEIDA, Antônio. Como se posicionam os professores perante manifestações culturais com impacto na natureza. Resultados de uma investigação. *Revista Eletrônica de Enseñanza de las Ciencias*, vol. 8, no 2. Lisboa, 2009. Disponível em: [http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen8//ART15\\_Vo18\\_N2.pdf](http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen8//ART15_Vo18_N2.pdf).

ALVARENGA, S. M.; BRASIL PINHEIRO, R. A. E.; KUX, H. J. M. *Estudo Geomorfológico Aplicado a Bacia do Alto Paraguai e Pantanaís Mato-grossenses*, 1984.

AMADO, Frederico Augusto Di Trindade. *Direito ambiental esquematizado/ Frederico Augusto Di Trindade*. Rio de Janeiro – Forense: São Paulo: MÉTODO, 2011.

AMARAL, R.; RIBEIRO, R.R. 2009. Enchentes e Inundações. In: *Desastres Naturais, conhecer para prevenir*. Tominaga, L.K.; Santoro, J.; Amaral, R. (Organizadores). Instituto Geológico, São Paulo. P. 40-53.

ANUÁRIO BRASILEIRO DE DESASTRES NATURAIS: 2012 / Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres. - Brasília: CENAD, 2012.

ARAUJO, L. A. de. (2010). Perícia Ambiental, capítulo 4. A questão ambiental: diferentes abordagens/ Sandra Baptista da Cunha, Antonio José Teixeira Guerra (organizadores). – 6ª ed. – Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010.

ATLAS BRASILEIRO DE DESASTRES NATURAIS: 1991 a 2012/ Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres. 2 ed. rev. ampl. – Florianópolis. CEPED UFSC, 2013.

BARBOSA, E. H. B. Geotecnologia aplicada ao diagnóstico físico-conservacionista da bacia transfronteiriça do rio Apa. Dissertação (Mestrado em Geografia CPTL/UFMS). Três Lagos, Mato Grosso do Sul, 2014.

BARBOSA, E. H. B. Aplicação do NDWI para a identificação de áreas úmidas no Pantanal de Porto Murtinho, Foz do rio Apa. III Fórum Regional de Programas de Pós-graduação em Geografia do Centro-Oeste e Triângulo Mineiro, 2012. UFMS, Três Lagoas – MS. Artigo.

*BAYLEY, P. B. Aquatic Environments in the Amazon Basin, with an analysis of carbon sources, fish production, and yield. In: DODGE, D. P. (ed). Proceedings of the international Large River Symposium, Can. Spex. Publ. Fish. Aquat. Science. 106. P. 399-408, 1989.*

*BECHARA, E. Dicionário escolar da Academia Brasileira de Letras: língua portuguesa/ Evanildo Bechara (organizador).-São Paulo: Companhia Editora Nacional, 2011, 1312p.: 21cm*

BERGIER, I.; ISHII, I. H.; SALIS, S. M. S.; PELLEGRIN, L. A.; RESENDE, E. K.; TOMAS, W. M.; SOARES, M. T. S. S. Cenários de Desenvolvimento Sustentável no Pantanal em Função de Tendências Hidroclimáticas. Documentos - Embrapa Pantanal, Corumbá, 2008. 21p.

BERNARDES, J.A; FERREIRA. Sociedade e Natureza, capítulo 1. A questão ambiental: diferentes abordagens/ Sandra Baptista da Cunha, Antônio José Teixeira Guerra (organizadores). – 6ª ed. – Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. Conservação do Solo. São Paulo – SP: Ícone, 1990.

BERTRAND, Georges; BERTRAND, Claude. Uma geografia transversal e de travessias: o meio ambiente através dos territórios e das temporalidades. Maringá: Massoni, 2007.

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

*BONETTO, A. A.; CORDIVIOLA DE YUAN, E.; PIGNALBERI, C.; OLIVEROS, O. Ciclos hidrológicos del Rio Paraná y las poblaciones de peces contenidas em las cuencas temporárias de su valle de inundacion. Physis, v. 29, n. 78, p.213-223, 1969.*

BORGES, R. O.; CAMARGO, F. F.; CAMPAGNOLI, F.; BAYER, M. Aplicação do índice da diferença normalizada da água (NDWI) na delimitação de fluxos de sedimentos em suspensão no Rio Araguaia: avaliação das imagens Landsat 8 para o

monitoramento hidroviário. Anais XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, João Pessoa-PB, Brasil, 25 a 29 de abril de 2015, INPE.

BOTELHO, R. G. M. Enchentes em Áreas Urbanas no Brasil. Seminário A Questão Ambiental Urbana: expectativas e perspectivas. (CD-ROM). Universidade de Brasília – Brasília (DF), 2004.

BOTELHO, R.G.M.; ROSSATO, M.S. Erosão em áreas urbanas no Brasil: formas de ocorrência e fatores agravantes. XIII Encontro Nacional de Geógrafos. (CD-ROM), Joao Pessoa (PB), 2002.

BOTELHO, R.G.M.; SILVA, A. Bacia Hidrográfica e Qualidade Ambiental. In: Reflexões sobre a Geografia Física Brasileira. A. C. Vitte e A. J. T. Guerra (orgs.) Bertrand Brasil, Rio de Janeiro, 153-192, 2004.

BRASIL, A. E.; ALVARENGA, S. M. Relevo. IN: Geografia do Brasil – Região Centro Oeste, volume 1. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Diretoria de Geociências. Rio de Janeiro. 1989. p. 53-69.

BRASIL: Relatório da Primeira Fase, Descrição Física e Recursos Naturais, Estudo de Desenvolvimento Integrado da Bacia do Alto Paraguai (Convênio Governo Brasileiro-UNDP-OEA) – Superintendência do Desenvolvimento da Região Centro-Oeste, Brasília, 1979.

BRASIL, Resolução do CONAMA, no. 001, de 23 de janeiro de 1986. Da Política Nacional do Meio Ambiente resolve, em seu artigo 1º, incisos I, II, III e IV, resolve. Diário Oficial da União, Brasília, DF, de 17 de fevereiro de 1986. Disponível em <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res0186.html>. Acessado em 30 de março de 2015.

BRASIL, Ministério das Minas e Energia, Secretária Geral. Projeto RADAMBRASIL, Boletim Técnico. Série Geomorfologia. 1984. p. 93-180.

BRASIL. Lei 12.305, de 02 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, de 03 de agosto de 2010, cap. VI, em seu artigo 48, incisos I, II, III, IV e V, proibi.

BRASIL. Lei 6.938, de 31 de agosto de 1981. Da Política Nacional do Meio Ambiente, no artigo 3º, inciso I, para os fins previsto nesta lei, define o meio ambiente. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 01 set. 1988. Disponível em: <http://www.legisweb.com.br/legislação/?id=82280>. Acessado em 27 de março de 2015.

BRASIL, Lei 4.771, de 15 de setembro de 1965. Presidência da República Casa Civil, no artigo 1º, inciso II, para efeitos desta lei, entende por APP. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 16 de set. 1965. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil>. Acessado em 30 de março de 2015.

BRASIL, 2005. Portaria nº. 500, de 8 de novembro de 2005. Brasília: Ministério das Comunicações.

BRASIL. Programa Drenagem Urbana Sustentável. Ministério das Cidades. 2006. Manual para apresentação de propostas. 23 p. 2006.

BRASIL. Ministério da Integração Nacional. Secretaria Nacional de Defesa Civil. Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres. Anuário brasileiro de desastres naturais: 2012 / Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres. - Brasília: CENAD, 2012. 84 p.: il. color.; 30 cm.

BRASIL. Ministério da Integração Nacional. Secretaria Nacional de Defesa Civil. Banco de Dados e Registros de desastres: sistema integrado de informação sobre desastres – S21D. 2013. Disponível em: <http://2id.integração.gov.br> acesso em: 10 mar. 2013.

CAMÂRA, G. Modelos, Linguagens e Arquiteturas para Banco de Dados. Tese (Doutorado em Computação Gráfica Aplicada). São José dos Campos, INPE, dezembro de 1995. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/teses/gilberto/>. Acesso em: 29 de março de 2015.

CÂMARA, G.; DAVIS, C.; MONTEIRO, A. M. V. Introdução à ciência da geoinformação. INPE-10506-RPQ/249.IMPE, São José dos Campos, São Paulo, 2001.

CARDOZO, F. da S. et.al., Discriminação de áreas alagadas no Pantanal sul-matogrossense a partir de imagens orbitais. Anais 2º Simpósio de Geotecnologias no Pantanal, Embrapa Informática Agropecuária – INPE, p.99-106. Corumbá, 2009.

CARVALHO, C. S.; MACEDO, E. S.; OGURA, organizadores. 2007. Mapeamento de Riscos em Encostas e Margem de Rios. Brasília, Ministério das Cidades, Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), 176 pp.

CARVALHO, C. S; Galvão, T. Ação de Apoio à prevenção e erradicação de riscos em assentamentos precários. In: *Brasil, Prevenção de Riscos e Deslizamentos de Encostas. Guia para para Elaboração de Políticas Municipais*. Ministério das Cidades; Cities Alliance, 2006, p.10-17.

CASTRO, A. L. 1999. Manual de Planejamento em Defesa Civil: estudo de riscos e medicina de desastres. Brasília: *MPO/Departamento de Defesa Civil*. 1999; 133p.

CASTRO, A. L. C. de; CALHEIROS, L. B.; CUNHA, M.I.R.; BRINGEL, M. I. N. da Costa. 2003. Manual de Desastres Naturais – Volume I. Ministério da Integração Nacional. Brasília. 174p.

CAVALHEIRO, F. Urbanização e alterações ambientais. In: *Análise Ambiental: uma visão multidisciplinar*, 2ª ed. S.M.Tauk-Tornisielo, N. Gobbi e H. G. Fowler (orgs.), São Paulo: Editora da Universidade Estadual Paulista. 144-124, 1995.

CLARKE, K.C. (1995) *Analytical and Computer Cartography*. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ. 334p.

CORRÊA FILHO, V. *Pantanaís Matogrossenses* (Devassamento e Ocupação). IBGE. Conselho Nacional de Geografia. Rio de Janeiro: 1946. 170p

CORRÊA, R. L. Trajetórias Geográficas. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1997. (cap. 5,6,7 e 8), p.121-180.

CORRÊA, R. S. – 2004 - Efeitos dos incêndios florestais na zona de enraizamento em encostas íngremes: vertente norte, Maciço da Tijuca, RJ. Tese de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Geografia/UFRJ.

CORTEZ, A. T. C. A questão de resíduos sólidos domiciliares: coleta seletiva e reciclagem – A experiência de Rio Claro (SP). Tese (Doutorado), Universidade Estadual Paulista – UNESP, Rio Claro – SP, 2002.

COSTA, A.J,S.T. Hidrografia e a cidade do Rio de Janeiro. In: Estudos de geografia fluminense. G. J. Marafon e M. F. Ribeiro (orgs.) Rio de Janeiro. Livraria e Editora Infobook Ltda., p. 193-209, 2002.

COSTA, M. de F. História de um país inexistente; o Pantanal entre os séculos XVI e XVIII. São Paulo: Estação Liberdade/Kosmos, 1999. 277p.

COSTA, M.V; CHAVES, P.V.; OLIVEIRA, F.C. Uso das técnicas de Avaliação de Impacto Ambiental em Estudos Realizados no Ceará. Sociedade Brasileira de Estudos Interdisciplinares da Comunicação, Intercom IN XXVIII Congresso Brasileiro de Ciências da Comunicação, 2005.

CHRISTOFOLETTI, A. Geomorfologia Fluvial. São Paulo: Edgard Blucher, 1981.

CRISTOFOLETTI, A. Geomorfologia. São Paulo. Edgard Blücher, 2ª edição, 1980, 150p.

CULLEN, G. Paisagem Urbana. São Paulo: Martins Fontes, 1983.

CULLEN, G. Paisagem Urbana. Lisboa: Edições 70, 2006.

DECCO, H. F. Dinâmica da paisagem em ambientes salinos no pantanal da Nhecolândia – MS: estudo de caso da Lagoa Salina de Rondon. Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação – Mestrado em Geografia/CPTL/UFMS, 2011.

DINIZ, J. (1997). Perícia Ambiental: aspectos agrônômicos. São Paulo, IX COBREAP, 16 pp. (Apostila).

*EM-DAT Emergency Database, 2009. OFDA/CRED – The Office of US Foreign Disaster Assistance/ Centre for Research on the Epidemiology of Disasters – Universite Catholique de Louvain, Brussels, Belgium. Disponível em: <http://www.emdat.be/Database>. Acesso em julho de 2013.*

FERNANDES, F. A. G. *Oralidade e literatura; manifestações e abordagens no Brasil*. Londrina: Eduel, 2003. 228p.

FERNANDEZ, O.V.Q. & SOUZA FILHO, E.E. Efeitos do regime hidrológico sobre a evolução de um conjunto de ilhas no rio Paraná. Boletim Paranaense de Geociências, Curitiba: UFPR, nº 43, p161-171, 1995.

FERREIRA, M. de M. (org.). História oral: desafios para o século XXI. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz/Casa Osvaldo Cruz/CPDOC Fundação Getúlio Vargas, 2000.

FITZ, P. R. Cartografia Básica/ Paulo Roberto Fitz – São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

FLORENZANO, T. G. Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais/Tereas Gallotti Florenzano, (org.). São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

FLORENZANO, T. G. Imagens de satélite para estudos ambientais/Teresa Gallotti Florenzano. São Paulo: Oficina de Textos, 2002.

FLORENZANO, T. G. Unidades geomorfológicas da Região Sudeste (SP) identificadas por imagens de satélite. Tese (Doutorado em Geografia Física) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1993.

FRANCO, M. do S. M.; PINHEIRO, R. Geomorfologia, In: BRASIL. Ministério das Minas e Energia Secretaria Geral Projeto RADAMBRASIL Folha SE.21 – Corumbá e parte da Folha SE.20, Rio de Janeiro, 1982 (Levantamento de Recursos Naturais, 27).

FROTA, H. B.; MEIRELES, A. J. de A. A justiça ambiental como paradigma para as políticas de desenvolvimento urbano no Brasil. Anais do XVII Congresso Nacional do CONPEDI, Brasília – DF, 2008.

GAO, B. C. *NDWI – A normalized difference water index for remote sensing of vegetation liquid water from space. Remote Sensing of Environment. V. 58, p. 257-266, 1996. 112p.*

GOMES, M. A. S.; SOARES, B. R. Reflexões sobre qualidade ambiental urbana. Estudos Geográficos, Rio Claro, 2(2): 21-30, jul-dez - 2004. Disponível em: [www.rc.unesp.br/igce/grad/geografia/revista.htm](http://www.rc.unesp.br/igce/grad/geografia/revista.htm). Acessado em 05 mar. 2010.

GONTIJO, N. T. Avaliação das relações de frequência entre precipitações e enchentes raras por meio de séries sintéticas e simulação hidrológicas. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Engenharia, Programa de Pós-graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos, Belo Horizonte, 2007.

GONZAGA, E. P.; SANTOS, V. V.; NICÁCIO, R. M. Análise do comportamento do NDVI e NDWI em períodos de diferentes intensidades pluviométricas no Sertão alagoano. Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR, C, PR, Brasil, 30 de abril a 05 de maio de 2011, INPE P. 1736, 2011.

GRAMINHA, C. A. Uso da Filatelia como recurso didático e informativo sobre Desastres Naturais. In: Congresso Brasileiro sobre Desastres Naturais Rio Claro, 2012.

GUERRA, A. J. T. Geomorfologia urbana/Antonio José Teixeira Guerra (org.). – Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011.

HAMILTON, S. K., SIPPEL, S. J., MELACK, J. M. *Inundation patterns in the Pan-tanal wetland of South America determined from passive microwave remote sensing. Arch. Hydrobiol*, v.137, n.1, 1996.

HOLTZ, J.; PIMENTEL, I. M. C.; SOUZA, V. C.B. Avaliação das áreas de alagamento na bacia do riacho Reginaldo/AL. XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Maceió, Alagoas: FAPEL/UFAL-CNPq, 2009.

INSTITUTO POLITÉCNICO DE BEJA. Engenharia topográfica. Disponível em: [http://www.estig.ipbeja.pt/~hjmo/coordenacao\\_top.html](http://www.estig.ipbeja.pt/~hjmo/coordenacao_top.html). Acesso em: março de 2015. MARCOUIZOS, Fátima Tostes; IDOETA, Ivan Valeije. Sistemas TM, sistema topográfico local. São Paulo: Epusp, 2003.

JUNK, W.J.; BAYLEY, P.B. & SPARKS, R.E. *The Flood Pulse Concept in River-Floodplain Systems. In: D.P. Dodge (Ed) Proceedings of the International Large River Symposium. Can. Spec. Public. Fish. Aquat. Sci.*, 106. 110-127, 1989.

KOBIYAMA M.; Mendonça, M.; Moreno, D.A; Marcelino, I.P.V.O; Marcelino, E.V; Gonçalves., E.F; Brazetti. L.L.P. Goerl, R.F. Morelli, G. S. F.; Rudorff, F.M. 2006. Prevenção de Desastres: Conceitos Básicos. Curitiba.Ed. Organic Trading, 109. Disponível em <http://labhidro.ufsc.br/publicacoes.html>.

KMITTA, I. do R. Experiências vividas, naturezas construídas: enchentes no Pantanal (PM-1970-1990). Tese (Doutorado). Dourados-MS, 2010.

LEFEBVRE, H. (1976). *Espacio y Política. Barcelona: Ediciones Península.*

LEON, BRAZ. Porto Murtinho. Nossa Terra, nossa gente, nossa história. Porto Murtinho, Mato Grosso do Sul, 1999.

LEON, BRAZ. Porto Murtinho: Um paraíso no Pantanal sul-mato-grossense. Porto Murtinho, Mato Grosso do Sul, 1994.

LEOPOLDO & WOLMAN, 1957. *River Channel patterns: braided, meandering and straight. VS Geol-Surv. Prof. Paper 282B: 29-84.*

LEOPOLDO, L. B. *A view of the river. Cambridge: Harvard University Press, 1994. p. 110-125.*

LEOPOLDO, L.B., WOLMAN, M.G. & MILLER, J.P. *Fluvial processes in geomorphology. San Francisco: Freedman, 1964, 319 p.*

LIBAULT, A. Os quartos níveis da pesquisa geográfica. Método em Questão, nº 1. São Paulo: IGEOG-USP, 1971. 20p.

LIMA, A. de S. Zoneamento Geoambiental da sub-bacia do rio Jacarecica – SE. Dissertação (Mestrado em Geografia), UFS, São Cristóvão – SE, 2008, P. 138.

LINDELL M. K; PERRY, R.W. (2004) *Communicating Environmental Risk in Multiethnic Communities. Califórnia. Sage Publications, 2004.*

LOMBARDO, M. A. Ilha de Calor nas Metr6poles: o exemplo de S6o Paulo. S6o Paulo: Hucitec, 1985.

MAFFRA, C. Q. T; MAZZOLA, N. As raz6es dos desastres em territ6rio brasileiro. In: Santos, R. F. dos (org.). Vulnerabilidade Ambiental: desastres naturais ou fen6menos induzidos? Bras6lia: MMA, 2007. 192.

MARCELINO, E. V. Desastres Naturais e Geotecnologias: conceitos b6sicos. Caderno Did6tico no.1. INPE/CRS, Santa Maria, 2008.

MATTEDI, M. A.; BUTZKE, I. C. A rela76o entre o social e o natural nas abordagens de Hazards e de Desastres. Ambiente & Sociedade, S6o Paulo, n. 9, p-2-2. 2001.

MELLO, G. et al. Variabilidade espacial de perdas de solo, do potencial natural e risco de eros6o em 6reas intensamente cultivadas. Revista Brasileira de Engenharia Agr6cola e Ambiental, v.10, n.2, p.315–322. Campina Grande, PB, 2006.

MENESCAL, R. de A; CRUZ, P.T.; CARVALHO, R.V. de; FONTENELLE, A. de S.; OLIVEIRA, S.K.F.de. (2001) Uma Metodologia para Avalia76o do Potencial de Risco em Barragens do Semi-6rido. In: XXIV Semin6rio Nacional de Grandes Barragens, 2001, Fortaleza-CE. Anais do XXIV Semin6rio Nacional de Grandes Barragens. Rio de Janeiro: CBDB, 2001.

MENESES, P. R.; ALMEIDA, T. de. Introdu76o ao processamento de imagens de sensoriamento remoto. Bras6lia, Distrito Federal: UnB/CNPq, 2012.

MINIST6RIO DAS CIDADES/INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOL6GICAS – IPT – Mapeamento de riscos em encostas e margens de rios. Bras6lia: Minist6rio das Cidades; Instituto de Pesquisas Tecnol6gicas – IPT, 2007. 176 p.

MINIST6RIO DAS CIDADES / INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOL6GICAS – IPT – Mapeamento de riscos em encostas e margens de rios. Bras6lia: Minist6rio das Cidades; Instituto de Pesquisas Tecnol6gicas – IPT, 2007.

*NARSON, G. C.; CROKE, J. C. A genetic classification of floodplain, Geomorphology, n. 4, p. 459-486, 1992.*

MOREIRA, M. A. Sensores Remotos. In: Fundamentos do Sensoriamento Remoto e Metodologias de Aplica76o. S6o Jos6 dos Campos: IMPE, 2001. Atualiza76o do livro. Dispon6vel em: <http://www.leb.esalq.usp.br/disciplinas/topo/leb210/angulo/sensores.pdf>. Acesso em 29/03/2015.

MOTA, S. Urbaniza76o e Meio Ambiente. Rio de Janeiro: ABES, 1999, P. 43.  
MUCELIN, C. A., BELLINI, L. M. A percep76o de impactos ambientais no ecossistema urbano de Medianeira. In: Encontro Nacional de Difus6o Tecnol6gica, 3, Medianeira. Anais...Medianeira: UTFPR, 2006. 1 CD-ROM.

NOVO, E. M. L. M. Sensoriamento Remoto: princ6pios e aplica76es. S6o Paulo: Edgard Blucher, 2008.

NOVO, E. M. L. de M. Sensoriamento Remoto: princípios e aplicações. São Paulo, Editora Edgard Blücher Ltda, 1989.

PARANHOS FILHO, A. C.; TORRES, T. G.; LASTORIA, G. Sensoriamento Remoto Aplicado: Introdução as Geotecnologias. 1ª Ed. Campo Grande, MS: Editora UFMS, 2008.

PEDRO, L. C.; NUNES, J. O. R. A relação entre processos morfodinâmicos e os desastres naturais: uma leitura das áreas vulneráveis a inundações e alagamentos em Presidente Prudente - SP. Caderno Prudentino de Geografia, Presidente Prudente, n. 34, v.2, p. 81-96, ago./dez. 2012.

PELLEGRIN, L.A. (Ed.). Impactos ambientais e socioeconômicos na bacia do rio Taquari: Pantanal. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2005. p.183-198.

PINTO, N. L. de S. et al. Hidrologia Básica. São Paulo, Edgard Blücher, 1976.

POLIDORIO, A. M. et.al., Índice indicador de corpos d'água para imagens multiespectrais. In. I Simpósio de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação. 9, 2004. Recife Anais... Disponível em CD-ROM não paginado.

*POR, F. D. The Pantanal of Mato Grosso (Brazil). Dordrecht: K. A. Publishers, 1995. 122p.*

PORTO et.al. Drenagem urbana. In: Hidrologia: ciência e aplicação. C. E. M. Tucci (org.) Porto Alegre: Editora da Universidade/UFRGS, P. 769-847, 2001.

POTT, A.; POTT, V. J.; JUNIOR, G. A. D. Fitogeografia do Pantanal. III CLAE e IX CEB, 10 a 17 de setembro de 2009, São Lourenço – MG, 2009.

*POTT, A.; POTT, V.J. Features and conservation of the Brazilian Pantanal wetland. Wetlands Ecology and Management, v.12, p.547-552, 2004.*

RECKZIEGEL, B. W.; ROBAINA, L.E.S. 2007. Desastres naturais no estado do Rio Grande do Sul no período de 1980 a 2005: enchentes e enxurradas. Universidade Federal de Santa Maria e Gerência Regional do Patrimônio da União de Alagoas. 12 pp.

RELATÓRIO GERAL SOBRE INUNDAÇÕES DA DEFESA CIVIL DE PORTO MURTINHO - MS. Relatório Geral sobre Inundação da Defesa Civil de Porto Murtinho – MS. Corpo de Bombeiro Militar da Defesa Civil Municipal, Porto Murtinho, Mato Grosso do Sul, 2014.

REZENDE FILHO, A. T. Estudo da variabilidade e espacialização das unidades da paisagem: Banhado (baía/vazante), lagoa salina e lagoa salitrada no Pantanal da Nhecolândia, MS. Dissertação (Mestrado em Geografia) – UFMS/CPAQ, Aquidauana, 2006.

ROCHA, P.C., SANTOS, M.L. & COMUNELLO, E. *The Disequilibrium Stage of Upper Parana River Flood System, Southern-Central Brazil. V REQUI/ I CQPLI, Lisboa, Portugal. Jul/2001. p.137-140, 2001.*

RODRIGUES, C. Geomorfologia aplicada: avaliação de experiências e de instrumentos de planejamento físico-territorial e ambiental brasileiros. São Paulo, 276 p. (Tese de Doutorado, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da USP.)  
ROSA, R. Geotecnologia na geografia aplicada. Revista do Departamento de Geografia. São Paulo. v.16. p. 81-90, 2005.

ROSA, R. Introdução ao Sensoriamento Remoto. 2º Ed. Ver. Uberlândia: Edufu, 1992.

ROSA, R.; BRITO, J. L. S. Introdução ao Geoprocessamento: Sistema de Informação Geográfica. Uberlândia, 1996.

ROSA, R.; LEITE, M. E. Geografia e Geotecnologias no Estudo Urbano. Caminhos de Geografia – Revista On-line. P. 180-186. Fevereiro, 2006. Disponível em: [www.ig.ufu.br](http://www.ig.ufu.br)

ROSS, J. L. S. Ecogeografia do Brasil: subsídios para planejamento ambiental/ Jurandy Ross. São Paulo: Oficina de Textos, 2009.

ROSS, J. L. S. Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados. Revista do Departamento de Geografia, São Paulo, v. 1, n. 8, p. 63-74. 1994.

ROSS, J. L. S. Relevo Brasileiro – Uma Nova Proposta de Classificação. In. Revista do Departamento de Geografia nº 04. FFLCH – USP, São Paulo, 1990.

RUELLAN, A. Contribuição das pesquisas em zona tropical ao desenvolvimento da ciência do solo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS DO SOLO, 21 1988, Campinas. A responsabilidade social da ciência do solo. Campinas, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1988a, p. 405-414.

SANTOS, M. A. Espaço e método. São Paulo: Nobel, 1985.

SANTOS, R.F. dos. Planejamento Ambiental: teoria e prática. São Paulo: Oficina de Textos, 2004. 184p.

SANTOS, R.F.S, organizadora. 2007. Vulnerabilidade Ambiental. Brasília: MMA, 192 pp.

SANTOS, M.L., ROCHA, P.C. & COMUNELLO, E. Sistema Fluvial do Rio Paraná (Brasil) em seu Curso Superior: Um Exemplo de Planície Aluvial em Desequilíbrio. V REQUI/ I CQPLI, Lisboa, Portugal. Jul/2001. p.145-148, 2001.

SÃO PAULO (cidade). Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano. Manual de drenagem e manejo de águas pluviais: gerenciamento do sistema de drenagem urbana. São Paulo: SMDU, 2012.

SCAPIN, J. Caracterização do transporte de sedimentos em um pequeno rio urbano na cidade de Santa Maria – RS. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil), Santa Maria, Rio Grande do Sul, UFSM, 2005.

SCHEUREN, J.M.; POLAIN, O.; BELOW, R.; GUHA-SAPIR, D; PONSERRE, S. 2008. Annual Disaster Statistical Review-The Numbers and Trend 2007. CRED – Centre for Research on the Epidemiology of Disasters. 2008, Unuversité Catholique de Louvain, Brussels, Belgium. Disponível em: <http://www.emdat.be/Documente/Publications>. Acessado em julho de 2013.

SCHEREN, R. S. Urbanização na planície de inundação do rio Gravataí – RS. Dissertação (Mestrado em Geografia), Porto Alegre, Rio Grande do Sul, UFRS, 2014.

SILVA, S. A. F da; ARAGÃO, M. H. S.; SILVA, G. A. B. da; SILVA, T. S.; ALMEIDA, M. M. de; SOUZA, N. C. de. Caracterização de impactos ambientais causados por um vazadouro na cidade de Mogeiro – PB. Encontro Nacional de Educação, Ciência e Tecnologia/UEPB, Campina Grande, Paraíba, sem datação.

SILVA, R. F. da; CANÇADO, J. C.; LORANDI, R.; GALIANO, V. A.; MOREIRA, M. A. A. Aplicação metodológica para seleção de áreas para disposição de resíduos sólidos industriais cerâmicos. Estudo de caso: Porto Ferreira – SP. Geociências, v.24, n. 3, p. 305-317, 2005.

SILVA, J. dos S. V. da; SANTOS, R.F. dos. Zoneamento para planejamento ambiental: vantagens e restrições de métodos e técnicas. Cadernos de Ciência & Tecnologia, Brasília, v.21, n. 2, p. 221-263, maio e agosto de 2004.

SILVA, D. S. (1998). Os Desastres não são Fatalidades Incontroláveis, Considerações sobre Planejamento e Gestão de Crises em Vales e jusante de Barragens. Em: Santos, M. A.; Silva, D. S. (Orgs.) Risco e Gestão de Crises em Vales e jusante de Barragens. LNEC/IST, Lisboa, Portugal.

SILVA, T. C. Contribuição da geomorfologia para o conhecimento e valorização do Pantanal. In: Simpósio sobre Recursos Naturais e sócio-econômico do Pantanal, 1. 1986, Corumbá – MS. Anais. Brasília – DF. EMBRAPA/CPAP, 1986.

SILVA, J. S.; ABDON, M.M. Delimitação do Pantanal Brasileiro e suas Sub-regiões. Pesq. Agropec. Bras., Brasília, v. 33, Número Especial, p. 1703-1711, out. 1998.

SILVA, R. de C. Estudo do balanço de radiação no pantanal sul-mato-grossense. Dissertação (Mestrado em Meteorologia), São José dos Campos, São Paulo: INPE, 2002.

SILVA, V.C.B. Iniciando no ARCGIS. Apostila (Disciplina Sistema de Informação Geográfica). Departamento de Ciências Biológica, Ambientais e de Saúde – DCBAS, Belo Horizonte, Minas Gerais, 2010. Uni-BH, 2010.

SILVEIRA, R.D. 2007. Relação entre tipos de tempo, eventos de precipitação extrema e inundações no espaço urbano de São Sepé, RS. Dissertação de mestrado, Centro de Ciências Naturais e Exatas, Universidade Federal de Santa Maria, 154 pp.

SOARES, A. F.; SILVA, J. dos S. V.; FERRARI, D. L. Solos da paisagem do Pantanal brasileiro – adequação para o atual sistema de classificação. Anais 1º Simpósio de Geotecnologias no Pantanal, Campo Grande, Brasil, 11-15 de novembro de 2006, Embrapa Informática Agropecuária/INPE, p. 275-284, 2006.

SORIANO, E. A Comunicação de Riscos de Desastres Naturais no Brasil. In: Congresso Brasileiro sobre Desastres Naturais, Rio Claro, 2012.

SOUZA, E. R. de; FERNANDES, M. R. Sub-bacias hidrográficas: unidades básicas para o planejamento e gestão sustentáveis das atividades rurais. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, nov./dez. 2000. Disponível em: <<http://www.deg.ufla.br/Irriga>> Acessado em 30 de março de 2015.

SUERTEGARAY, Dirce Maria Antunes; NUNES, João Osvaldo Rodrigues. A natureza da Geografia Física na Geografia. Revista Terra Livre, n.17, 2º semestre/2001. São Paulo, Associação dos Geógrafos Brasileiros.

TAMANINI, M. S. A. Diagnóstico físico-ambiental para determinação da fragilidade potencial e emergente da Bacia do Baixo Curso do Rio Passaúna em Araucária - PR. 2008. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008.

TAMURA, E. Bacia Hidrológica Experimental. Campinas: Trabalho de Conclusão de Curso. Faculdade de Engenharia Ambiental, PUC – Campinas, 2006.

THOMAZ, S. M., ROBERTO, M.C. & BINI, L.M. Caracterização Limnológica dos Ambientes Aquáticos e Influência dos Níveis Fluviométricos. In: VAZZOLER, A.E.A.M., AGOSTINHO, A.A., HAHNN, N. S. (eds), A Planície De Inundação Do Alto Rio Paraná. Maringá: UEM-Nupelia, 1997.

TOMAZONI, J. C. et al. A sistematização dos fatores da EUPS em SIG para quantificação da erosão laminar na bacia do rio Anta Gorda (PR). Estudos Geográficos, Rio Claro. 3(1): 01-02, jan./jun. 2005 (ISSN 1678-698X). Disponível em: <http://www.rc.unesp.br/igce/grand/geografia/revista.htm>. Acesso em 30 de março de 2015.

TOMINAGA, L.K. - Avaliação de Metodologia de Análise de Risco a escorregamentos: Aplicação de um Ensaio em Ubatuba, 2007. SP, Tese (Doutorado). Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras Humanas da Universidade de São Paulo. São Paulo; Tese de Doutor, 220 p + mapas.

TOMINAGA, L. K. Desastres Naturais: por que ocorrem? In: TOMINAGA, L. K.; SANTORO, J.; AMARAL, R. do (orgs). Desastres Naturais: conhecer para prevenir. São Paulo: Instituto Geológico, 2009.

TRICART, J. Ecodinâmica. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 1977.

TUAN, YI-FU, 1930. Paisagens do medo/Yi-Fu Tuan; tradução livro de Oliveira – São Paulo: Editora UNESP, 2005.

TUCCI, C. E. M. Controle de enchentes. In: TUCCI, C. E. M. (Org.). Hidrologia: ciência e aplicação. Porto Alegre: Editora da Universidade/Edusp; ABRH, 1993. 994 p.

TUCCI, C.E.M. Hidrologia: Ciência e Aplicação. 2ª ed., Porto Alegre: Ed. Universidade/UFGS: ABRH, p. 177-437, 2001. Tucci (org.) Porto Alegre: Editora da Universidade/UFRGS, P. 769-847, 2001.

TUCCI, C.E.M. Controle de enchentes. In: Hidrologia, Ciência e Aplicação, 3º ed., Porto Alegre, ABRH – Editora UFRGS, P. 621 – 658, 2002.

TUCCI, C. E. M.; GENZ, F. Controle do Impacto da Urbanização. In: Tucci, C. E. M., Porto, R. L.; Barros, M. T. – organizadores; Drenagem Urbana, Coleção ABRH de Recursos Hídricos, vol. 5, Editora da Universidade, Porto Alegre. 1995.

*UN-ISDR – International Strategy for Disaster Reduction. 2009. Terminology on Disaster Risk Reduction. Disponível em <http://unisdr.org>. Acesso em julho de 2013.*

VALENCIO, N. F. L da S.; MARCHEZINI, V.; SIENA, M.; CRISTOFANI, G. (2005). Chuvas no Brasil: representações e práticas sociais. Revista Política e Sociedade. V.4, n.7, p.163-183, Florianópolis.

VALVERDE, D. Fundamentos geográficos de planejamento rural do Município de Corumbá. Revista Brasileira Geográfica, v. 34, n. 1, 1972, p. 49-144.

*VERSTAPPEN, H. Th. Remote sensing in geomorphology. Amsterdam, Elsevier, 1997.*

VITTAE, A. C.; MELLO, J. P. Determinação da fragilidade ambiental na bacia do Rio Verde, região Nordeste do Estado de São Paulo, Brasil. Territorium, Portugal, v. 2, n. 16, 2009. Disponível em:  
<[http://www1.ci.uc.pt/nicif/riscos/downloads/t16/fragilidade\\_ambiental.pdf](http://www1.ci.uc.pt/nicif/riscos/downloads/t16/fragilidade_ambiental.pdf)>.