

REVISTA

# ***PANTANEIRA***

ISSN 1677-0609

REVISTA PANTANEIRA	AQUIDAUANA, MS	P. 1-50	V. 15	2013
--------------------	----------------	---------	-------	------

Ficha catalográfica

Revista Pantaneira / Universidade Federal de Mato Grosso do Sul.  
Câmpus de Aquidauana. – Vol. 1, n. 1 (2000) - . Aquidauana, MS:  
UFMS/CEUA, 2000- .  
n. : il. ; 29 cm.

Anual  
Publicado semestralmente até 2002.  
ISSN 1677-0609

I. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – Periódicos. I.  
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Câmpus de Aquidauana.



# Apresentação

A edição 2013 da revista pantaneira oferece resultados da produção científica no âmbito de domínio das ciências do ambiente, destacando a geração de conhecimentos básicos em sismologia, como enriquecimento da qualidade da informação no ensino fundamental, além de levar o leitor interessado na problemática ambiental a rever a importância do entendimento da paisagem sob a ótica do desenvolvimento sustentável nas questões relativas ao uso do espaço rural, à movimentação de sedimentos e processos de assoreamento, bem como na preocupação com a questão da qualidade da água para o consumo humano.

Valter Guimarães  
*Coordenador*

**REVISTA**  
**PANTANEIRA**  
CÂMPUS DE AQUIDAUANA

COMISSÃO EDITORIAL

*Alice Maria Derbócio*  
*André Luiz Pinto*  
*Gilson Rodolfo Martins*  
*Kelcilene Grácia da Silva*  
*Mário Baldo*  
*Paulo Roberto Jóia*  
*Valter Guimarães*

Coordenação

*Valter Guimarães*

Consultoria

*Adyr Balastrieri Rodrigues - USP*  
*Agenor Martinho Correa - UEMS*  
*Alfredo Rau Abot - UEMS*  
*Antonio Celso - UNESP*  
*Arnaldo Yoso Sakamoto - UFMS*  
*Dióres Santos Abreu - UNESP*  
*Hideo Sudo - UNESP*  
*Homero Scalon Filho - UNIGRAN*  
*Iandara Alves Mendes - UNESP*  
*Jean Vicent Marie Guhur - UEM*  
*João Afonso Zavatini - UNESP*  
*João Lima Sant'Anna Neto - UNESP*  
*José Claudinei Lombardi - UNICAMP*  
*Ligia Maria Klein - UFP*  
*Rosangela A. M. Hespanhol - UNESP*  
*Silvina Rosa - UEM*  
*Tânia M. Baptista dos Santos - UEMS*  
*Tarcísio de Oliveira Valente - UFMS*

Revisão

*Valter Guimarães*

Foto Capa:

Impressão e Acabamento

**COORDENADORIA DE EDITORA E GRÁFICA - PROPP/UFMS**

Portão 14 - Estádio Morenã - Campus da UFMS

Fone: (67) 3345-7200 - Campo Grande - MS

e-mail: conselho@editora.ufms.br

# Sumário

Terremotos no Pantanal: Conceitos básicos sobre Sismologia no Ensino Fundamental .....	7
<i>Edna Maria Facincani, Marcelo Sousa de Assumpção, Antonio Conceição Paranhos Filho, Roberto Macedo Gamarra, George Sand Leão Araújo de França, Paola Bueno Quirino, Raquel Magalhães dos Santos</i>	
Análise Geomorfológica Preliminar do Processo de Assoreamento no Parque do lago em Campo Mourão - PR.....	20
<i>Anderson Henrique Neves Freire, Yara Campos Miranda, Oilson Alberto Gonzatto JunioR, Maristela Moresco Mezzomo</i>	
Assentamento Campina em Bodoquena/MS: O lugar (ambiente) em suas relações socioeconômicas .....	31
<i>Valter Guimarães</i>	
Qualidade Microbiológica, Físico e Química da água, distribuída para consumo humano no município de Aquidauana-MS .....	39
<i>Jenifer Aparecida Almeida Azambuja, Dirce Ferreira Luz, Marcos Paulo, Gonçalves de Rezende</i>	

# Terremotos no Pantanal: Conceitos Básicos Sobre Sismologia no Ensino Fundamental

*Edna Maria Facincani\**  
*Marcelo Sousa de Assumpção\*\**  
*Antonio Conceição Paranhos Filho\*\*\**  
*Roberto Macedo Gamarra\**  
*George Sand Leão Araújo de França\*\*\*\**  
*Paola Bueno Quirino\**  
*Raquel Magalhães dos Santos\**

**RESUMO:** Esse artigo tem por objetivo discutir os conceitos básicos da sismologia, tendo como objeto os terremotos na Bacia Sedimentar do Pantanal, com destaque no sismo de 15 de junho de 2009, visando sua divulgação para o ensino fundamental, principalmente para as escolas pantaneiras. A Bacia Sedimentar do Pantanal é considerada uma das regiões sísmicas do Brasil e seus maiores sismos ocorreram em Porto dos Gaúchos-MT (1955), Miranda-MS (1964) e Coxim-MS (2009), com magnitudes de 6.2, 5.4, e 4.8 respectivamente. A magnitude mb 4.8 do sismo de Coxim de 15 de junho de 2009, indica que a estabilidade tectônica da Plataforma Brasileira é relativa. A localização do epicentro ocorreu há 100 km a W de Coxim na região da Nhecolândia, fazenda Santo Antônio (S 18026'58" e W 55042'15") área epicentral, dentro do Pantanal. Apresentou intensidades de até VI (Escala Mercalli Modificada), com pequenos danos em algumas construções (queda e quebra de telhas e reboco) e quebra de objetos (domésticos e móveis) na área epicentral. Esse abalo sísmico foi sentido nas cidades de Coxim, Sonora, São Gabriel do Oeste, Miranda, Rio Verde, Rio Negro, Alcinoópolis, Corguinho, Anastácio, Rondonópolis, Nioaque, Aquidauana, Rochedo, Corumbá, Pedro Gomes e Campo Grande. Pelo menos duas pequenas réplicas foram percebidas por moradores na área epicentral.

**Palavras-chave:** Geodinâmica, Terremotos, Ensino.

**ABSTRACT:** *This paper aims to discuss the basics concepts of seismology, focusing on earthquakes occurred at the Pantanal Sedimentary Basin, with emphasis in earthquake from June 15, 2009, looking for its divulgation to basic education, mainly for Pantanal schools. The Pantanal Sedimentary Basin is considered one of the seismic regions of Brazil and its largest earthquakes have occurred at Porto dos Gauchos-MT (1955), Miranda-MS (1964) and Coxim-MS (2009), with magnitudes of 6.2, 5.4, and 4.8 respectively. The magnitude mb 4.8 of the Coxim earthquake in June 15, 2009, indicates that the tectonic stability of the Brazilian Platform is relative. The location of the epicenter was about 100 km westward from Coxim at the Nhecolândia region, Santo Antonio farm (S 18026'58" e W 55042'15") with the epicenter area, inside the Pantanal. It has presented intensities to VI (Modified Mercalli Scale), with minor damage to some buildings (fall and break tiles and plaster) and objects break (domestic and mobile) in the epicenter area. This earthquake has been felt at the cities of Coxim, Sonora, São Gabriel do Oeste, Miranda, Rio Verde, Rio Negro, Alcinoópolis, Corguinho, Anastácio, Rondonópolis, Nioaque, Aquidauana, Rochedo, Corumbá, Pedro Gomes e Campo Grande. At least two small replicas were perceived by residents at the epicentral area.*

**Keywords:** *Geodynamics, Earthquake, Education*

## 1. INTRODUÇÃO

A crosta terrestre é formada por placas tectônicas que estão constantemente em movimento e propagam no interior da Terra tensões, devido a pressões que são acumuladas em vista do atrito entre as placas, ocasionando os terremotos em determinados pontos e mais precisamente perto das bordas das placas.

O Brasil, por estar localizado na parte interna da placa tectônica Sul-Americana (região "intraplaca"), foi considerado, durante muito tempo, um país livre de tremores. Mas existem abalos sísmicos de menor grau, resultantes da movimentação que acontece dentro de uma mesma placa, associados a fraturas e descontinuidades crustais. A partir da década de 1970, com a expansão da rede sismográfica pelo país, descobriu-se o Brasil como território sujeito a atividades sísmicas, principalmente às intraplacas. Há concentração de sismos nas regiões Nordeste, Sudeste, Centro-Oeste e partes da Amazônia. No Centro-Oeste destaca-se uma faixa sísmica que vai do Pantanal e passa por Goiás e Tocantins.

O continente sul-americano é marcado por uma mega descontinuidade crustal, uma faixa denominada Lineamento Transbrasiliano (Schobbernhaus et al., 1975), separando o Cráton Amazônico e a porção leste da Plataforma Sul-Americana, com falhas de movimenta-

\*Campus de Aquidauana-UFMS - email: edna\_facincani@hotmail.com

\*\*Departamento de Geofísica-IAG-USP - email: Marcelo@iag.usp.br

\*\*\*Centro de Ciências Exatas e Tecnologia-UFMS - email: toniparanhos@gmail.com

\*\*\*\*Observatório Sismológico-UnB - email: rmgamarra@gmail.com

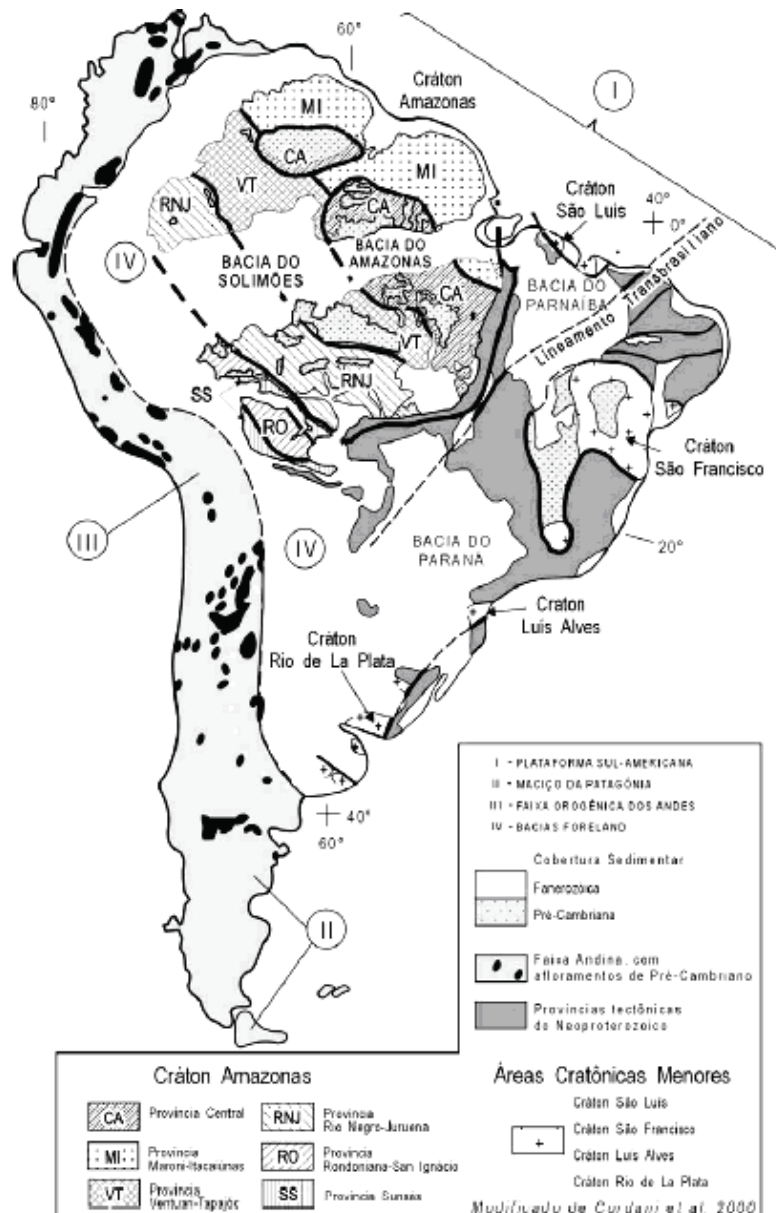
ção transcorrentes de direção N20-50E. A tectônica ressurgente (Hasui, 1990) e suas relações com a sismicidade na região Centro-Oeste é marcada por feixe de lineamentos de direção média de N450E. Estas estruturas rúpteis são feições neoproterozoicas, com reativações no Paleozoico, Mesozoico e Cenozoico.

Os abalos sísmicos ocorrem em toda região do globo e o Brasil hoje, já é considerado um país propício a terremotos, apesar de ter magnitudes baixas em nível mundial, esses abalos são mais perceptíveis nas regiões

Sudeste, Centro-Oeste e Nordeste. O Lineamento Transbrasiliano abrange os Estados de Goiás-Tocantins e pode ser considerado como o responsável pela origem e evolução da bacia do Pantanal, de idade quaternária e tectonicamente ativa (Facincani et al. 2011). O papel das estruturas associadas ao Lineamento Transbrasiliano na evolução da Bacia Sedimentar do Pantanal foi destacada por Soares et al. (1998), Assine & Soares (2004) e Facincani (2007), conforme a Figura 1.

No Brasil, estudos sobre neotectônica

**Figura 1.** Localização do Lineamento Transbrasiliano na América do Sul (Bizzi et al. 2003) fraturas, na porção sul da Bacia do Parnaíba (Saadi 1993) e nas escarpas abruptas e retilíneas das serras da Meruoca e Rosário, no noroeste do Ceará (Peuvast e Sales 2003).



e sismicidade são muito escassos, o que prejudica a obtenção de dados sobre sismos que ocorrem na região. Para que haja mais estudos e pesquisa sobre este fato o projeto Rede Sismográfica Integrada do Brasil-BRASIL (BRASIL, 2011), coordenado pelo Prof. Dr. Marcelo Assumpção do Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas (IAG) da Universidade de São Paulo (USP), visa monitorar as atividades sísmicas do Brasil e tem por finalidade emitir os dados sobre terremotos em tempo real. Existem alguns projetos de pesquisa em andamento sobre sismicidade coordenados pelo IAG/USP e pelo Observatório de Sismológico (UNB).

Por todas estas características foi instalada a Estação Sismográfica de Aquidauana (AQDB) no Campo de Instrução do 9º Batalhão de Engenharia de Combate do Exército (9º BEC), localizado a 9 km de Aquidauana-MS. A estação é composta por um sensor de banda larga de alta sensibilidade, marca Streckeisen, modelo STS-2, com resposta plana na faixa de 120s a 50 Hz. O registrador é da marca Kinemetrics, modelo Q-330, que apresenta flexibilidade para acesso e transmissão de dados via internet e receptores GPS, painéis solares e antena para internet via satélite.

Assim, os objetivos do presente trabalho são apresentar os conceitos básicos

sobre sismologia, o histórico dos abalos sísmicos na Bacia do Pantanal e caracterizar o sismo de 15 de junho de 2009 ocorrido no Pantanal da Nhecolândia, destacando sua localização, magnitude e intensidade, visando sua divulgação para o ensino fundamental, principalmente para as escolas pantaneiras.

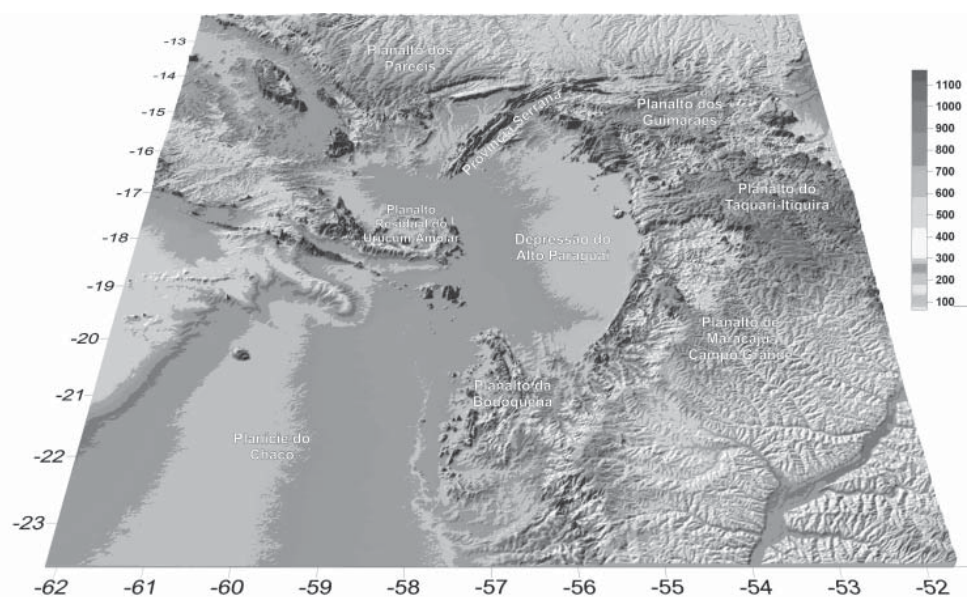
AAQDB ficará aberta ao público para visitas técnicas desde o ensino fundamental até o ensino superior, proporcionando maiores laços entre a universidade e diversos segmentos da sociedade aliando bases teóricas e práticas.

## 2. SISMICIDADE NA BACIA SEDIMENTAR DO PANTANAL

O Pantanal é uma bacia sedimentar de idade quaternária, tectonicamente ativa, posicionada na Bacia do Alto Paraguai, região Centro-Oeste do Brasil. A bacia é circundada pelos planaltos de Maracaju-Campo Grande e Taquari-Itiquira a leste, dos Guimarães e Parecis a norte, do Urucum-Amolar a oeste e da Bodoquena a sul (Figura 2).

O Pantanal é uma bacia sedimentar estruturada por falhas, com extensão de cerca de 400 km, 250 km de largura e espessura que ultrapassa 400 m de sedimentos cenozoicos, constituindo

**Figura 2.** Modelo digital de elevação da região da depressão do Alto Paraguai, onde se encontra a bacia sedimentar do Pantanal Mato-Grossense (ASSINE, 2010).





a maior expressão da Neotectônica no Estado de Mato Grosso do Sul. Os epicentros de terremotos no Pantanal estão possivelmente alinhados ao Lineamento Transbrasiliano, parecem formar uma zona sísmica em continuidade à faixa sísmica de Goiás-Tocantins e podem não estar relacionados ao soerguimento dos Andes.

A equipe do IAG/USP realizou levantamentos sobre os dois maiores abalos já registrados no Estado (1964 e 2009) e verificaram que o epicentro (ponto da superfície acima de onde iniciou-se o abalo, com intensidade máxima de movimento) de todos eles foram no Pantanal, e tiveram profundidades em torno de 5 km. A maior intensidade observada dos abalos ficou em torno de VI (poucos danos no reboco e algumas casas), e não houve grandes estragos, já que se trata de uma região pouco habitada.

Estudos do IAG/USP apontam a Bacia do Pantanal como área afetada com a quinta maior magnitude já ocorrida no país. O fato aconteceu em Miranda-MS, no ano de 1964 e chegou a ter magnitude 5.4. Magnitude é a medida quantitativa do tamanho do tremor e está relacionada com a energia liberada e com a amplitude das ondas registradas pelos sismógrafos. O segundo maior tremor do Pantanal aconteceu em Coxim-MS, no dia 15 de junho de 2009, com magnitude 4.8 na escala Richter.

Assim, para monitorar todo o Centro-Oeste, compreender as atividades sísmicas na região e estudar a litosfera da Bacia do Pantanal, o Campus de Aquidauana da UFMS, em parceria com o IAG, integra a Rede Sismográfica Integrada do Brasil (BRASIS) e participa das pesquisas realizadas no Mato Grosso do Sul. A primeira estação sismográfica do Estado foi inaugurada no dia 1o de agosto de 2011, batizada por AQDB.

Entre 2003 e 2006 funcionou naquele local uma estação sismográfica temporária, com equipamentos emprestados pela Suíça. Com a estação permanente será possível, além de monitorar

os abalos, enviar os dados obtidos via satélite para a BRASIS e disponibilizá-los para que outras instituições participantes possam acessá-los pela internet, facilitando a divulgação dos conceitos básicos da sismologia para os diferentes segmentos da sociedade.

Em parceria com o projeto BRASIS, a Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS) participa de pesquisas sobre a Sismicidade da Bacia Sedimentar do Pantanal na região de Mato Grosso do Sul, coordenada pela Prof. Dra. Edna Maria Facincani do Campus de Aquidauana (CPAQ/UFMS) a partir da instalação da AQDB, com participação de acadêmicos dos cursos de Física, Matemática e Geografia da Instituição. A participação dos professores, alunos e técnicos da UFMS permitirá, além da compreensão da origem e evolução da Bacia do Pantanal, melhor capacitação e qualificação de mão de obra especializada em geodinâmica e sismicidade da litosfera. No ano de 2012 será lançado um capítulo de livro intitulado Terremotos no Pantanal pela editora UFMS, detalhando a sismicidade na bacia sedimentar do Pantanal.

### 3. BASE CONCEITUAL

Os conceitos utilizados nesse item foram baseados em Assumpção & Dias Neto (2000).

#### 3.1. O QUE É UM TERREMOTO?

Terremoto ou sismo é a ruptura repentina de uma falha ou fratura geológica gerando vibrações que se propagam em todas as direções. As rupturas ocorrem devido ao acúmulo de tensões no interior da Terra, principalmente relacionado ao movimento das placas litosféricas.

As tensões podem levar vários anos para se acumularem até atingir o limite de resistência das rochas. Quando estas não resistem mais às altas tensões, rompem-se em poucos segundos (geralmente ao longo de uma falha geológica). Cada lado da fratura desliza em relação

ao outro. A ruptura gera deslocamentos e ondas sísmicas, semelhantes às oscilações produzidas na superfície da água quando se atira uma pedra num lago. Quanto maior for a área da superfície da ruptura, maior será a magnitude do sismo. Os efeitos destrutivos das ondas sísmicas dependem da magnitude do terremoto e da distância do epicentro. O ponto inicial da ruptura é chamado de foco ou hipocentro, e sua projeção na superfície é chamada de epicentro.

Terremotos destrutivos ocorrem apenas algumas vezes por ano, mas centenas de terremotos ou sismos menores ocorrem diariamente em todo mundo sem causar danos. A grande maioria tem baixa magnitude ou ocorre com epicentro no mar, longe de regiões habitadas, e nem é percebida. A maior parte ocorre próximo às bordas das placas tectônicas, relacionada à interação entre duas placas litosféricas. Os sismos de grande magnitude ocorrem neste contato entre duas placas com movimento convergente.

O maior terremoto já registrado no mundo ocorreu no sul do Chile em 1960 (magnitude Richter 9,5) no contato entre a placa de Nazca e a da América do Sul. As profundidades dos sismos podem atingir 650 km. Os mais profundos distribuem-se em uma zona inclinada mostrando a região onde uma placa oceânica mergulha no manto por debaixo de outra placa. Esta zona é conhecida como Zona de Wadati-Benioff em homenagem aos sismólogos Kiyoo Wadati (Japão) e Hugo Benioff (Estados Unidos) que, de forma independente, reconheceram-na pela primeira vez. No Acre, por exemplo, ocorrem sismos frequentes com profundidades focais entre 600 e 650 km, situados no final da zona de Wadati-Benioff da placa de Nazca que mergulha no manto debaixo da América do Sul.

Embora mais de 90% da energia das tensões geológicas sejam liberadas por sismos em borda de placas, as regiões distantes dos limites das placas tectônicas também podem ter sismos, embora menos frequentes e de menores magnitudes. Nestas regiões “estáveis”,

referidas como intraplaca, os sismos têm pequenas profundidades, raramente chegam a 40 km, e correspondem a pequenas rupturas na crosta superior, como é o caso do Pantanal. Nenhuma região intraplaca está totalmente isenta de pequenos tremores. Em alguns casos raros, sismos intraplaca podem atingir magnitudes altas, acima de 7, e serem catastróficos.

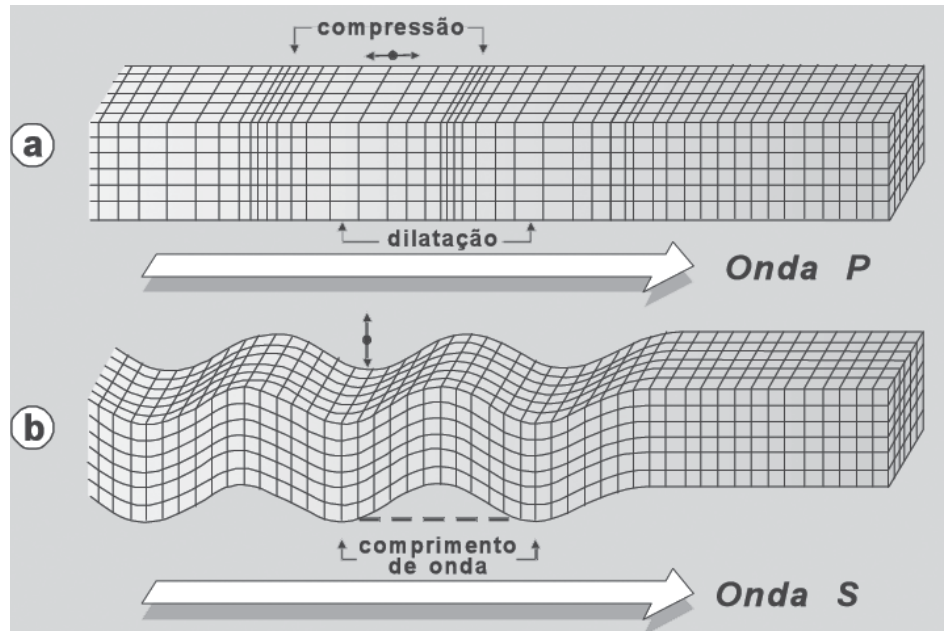
### 3.2. ONDAS SÍSMICAS

São vibrações ou oscilações que se propagam pelo interior da Terra em todas as direções, a partir do foco, ou hipocentro, causadas pela ruptura das rochas. Quanto maior for a área da superfície da ruptura, ou quanto maior for a tensão liberada pela ruptura, mais fortes serão as vibrações (maiores amplitudes de oscilação das partículas do meio). Estas ondas sísmicas são chamadas “elásticas” pois, ao se propagarem pelas rochas, as vibrações causam deformações no meio (variação de volume ou de forma) que desaparecem logo após a passagem das ondas.

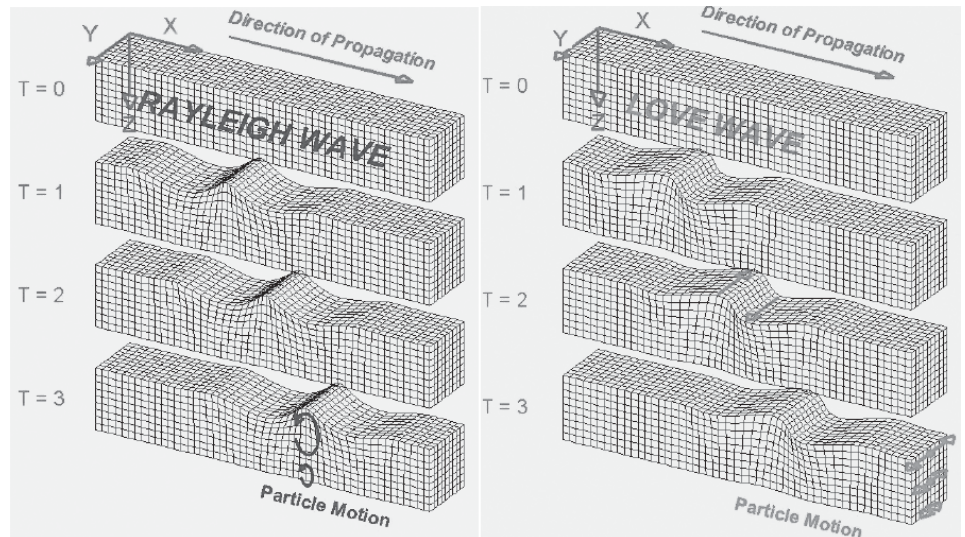
Existem dois tipos fundamentais de ondas: longitudinais (ou primárias, ondas P) e transversais (ou secundárias, ondas S). Nas ondas longitudinais, as partículas do meio vibram na mesma direção em que as ondas se propagam (Figura 3a). O som que se propaga no ar é uma onda P. A vibração longitudinal da onda P (paralela à direção de propagação) faz o chão da estação oscilar para cima (componente Z no detalhe do sismograma) e para frente (componente H) ao mesmo tempo, ou para baixo e para trás. Nas ondas transversais (ondas S) (Figura 3b), as partículas do meio oscilam perpendicularmente à direção de propagação da onda.

As ondas P possuem velocidade de propagação maior do que as ondas S, sendo, portanto, as primeiras registradas nos sismógrafos. As ondas P se propagam em meios, sólidos, líquidos ou gasosos. Já as ondas S propagam-se apenas em meios sólidos. As velocidades de propagação das ondas P e S dependem apenas do tipo de rocha, independente da amplitude ou frequência

**Figura 3.** a) Ondas P (longitudinais). b) Ondas S (transversais).



**Figura 4.** Ondas de superfície Rayleigh e Love. “X” é a direção radial, ou seja, a direção de propagação da onda. “Y” é a direção transversal, ou seja, direção horizontal perpendicular à propagação. A oscilação da onda Rayleigh (“movimento de partícula”) é uma elipse retrógrada no plano vertical-radial. A vibração da onda Love é apenas na direção transversal.



das vibrações, assim como a velocidade do som no ar (onda P) é sempre de 340 m/s.

A propagação das ondas P se dá pela alternância entre compressões e dilatações consecutivas do meio elástico, causando variações de volume do material. As ondas transversais propagam-se apenas em meio sólido, com as partículas oscilando perpendicularmente à direção de propagação. Isto pode ser exemplificado pelo movimento ondulatório de uma corda, quando fixada a uma de suas extremidades.

Dois outros tipos especiais de ondas sísmicas são muito comuns: as ondas de superfície Love e Rayleigh (Figura 4), que se propagam junto à superfície. As vibrações diminuem rapidamente com a profundidade. Nas ondas Love, as partículas vibram na direção horizontal perpendicular à da propagação das ondas (direção transversal); é um modo especial de propagação de ondas S polarizadas horizontalmente e restritas às camadas mais superficiais da Terra. Nas ondas Rayleigh, por outro lado, as partículas oscilam num plano vertical descrevendo uma elipse

(este movimento é parecido com as ondas do mar). As ondas Rayleigh são um modo especial de propagação por interferência construtiva de ondas P e S refletidas nas camadas mais rasas da Terra. As ondas de superfície têm velocidades de propagação menores do que as ondas P e S. Quanto mais raso for o terremoto, maiores amplitudes terão as ondas de superfície.

### **3.3. MEDINDO OS TERREMOTOS – INTENSIDADE MERCALLI**

Uma maneira de se medir a intensidade de um sismo ou terremoto é pelo efeito que ele causa. A classificação mais utilizada para os efeitos de um sismo é a chamada “Escala Mercalli”, com graus que variam de I a XII, conforme os efeitos nas pessoas, construções e na própria natureza. Portanto, é uma escala que não envolve medida direta com instrumentos, mas apenas classifica a intensidade das vibrações segundo a percepção do ser humano e os estragos causados. Apesar de se tratar de uma escala com certo grau de subjetividade, é importante no estudo dos sismos “históricos”, ou seja, dos sismos que não foram registrados por sismógrafos, como por exemplo, o sismo de 1886 no Rio de Janeiro. A Tabela 1 resume a descrição dos principais efeitos dos terremotos segundo a escala “Mercalli Modificada”, e os valores aproximados da aceleração do movimento do chão.

A intensidade das vibrações de um sismo depende da distância do epicentro. Um sismo relativamente pequeno, mas raso, pode causar sérios danos bem próximo ao epicentro (grande intensidade). Da mesma forma, sismos maiores como, por exemplo, os sismos profundos do Acre, podem não causar dano algum na superfície (baixa intensidade) por ter o foco muito profundo. Assim, a escala Mercalli não é muito apropriada para medir o “tamanho” de um sismo, ou seja, a energia total liberada pela ruptura. Para isso usa-se a “escala de magnitude”, desenvolvida originalmente em 1935 pelo sismólogo Charles Francis Richter, na Califórnia (EUA).

### **3.4. MEDINDO OS TERREMOTOS – MAGNITUDE RICHTER**

Utiliza-se uma escala logarítmica (base 10), onde cada unidade a mais na escala representa um aumento de dez vezes na amplitude das ondas. Por exemplo, um sismo de magnitude 5 causa vibrações com amplitudes dez vezes maiores do que um de magnitude 4 (observado na mesma distância); um de magnitude 6 teria vibrações cem vezes maiores que o de magnitude 4. Por este motivo não há um limite inferior na escala e as magnitudes podem ser até negativas para tremores muito pequenos (micro-tremores).

A magnitude Richter pode ser relacionada à quantidade total de energia liberada pela ruptura. O limite superior da magnitude é determinado, na prática, pela maior ruptura que a litosfera pode ter. A maior magnitude já medida até hoje foi de 9,5, para o superterremoto de maio de 1960 no sul do Chile, que rompeu o contato entre as placas de Nazca e da América do Sul por 1000 km ao longo da costa.

As conseqüências destrutivas das ondas sísmicas dependem tanto da magnitude e distância do terremoto, quanto da natureza do terreno que recebe as vibrações. Isto significa dizer que um mesmo terremoto produz conseqüências menos desastrosas em regiões de rochas “duras” (cristalinas) do que em regiões de rochas “mais moles” (rochas sedimentares ou solo).

## **4. SISMICIDADE DO BRASIL**

O Brasil era considerado assísmico até pouco tempo atrás, por não se conhecerem registros de sismos destrutivos, e os poucos abalos sentidos eram interpretados como “simples acomodações de camadas”. Estudos sismológicos a partir da década de 70 mostraram que a atividade sísmica no Brasil, apesar de baixa, não pode ser desprezada e é resultado de forças geológicas que atuam em toda a placa que contém o continente sul-americano (Assumpção & Dias Neto, 2000). Desde 1720 ocorrem

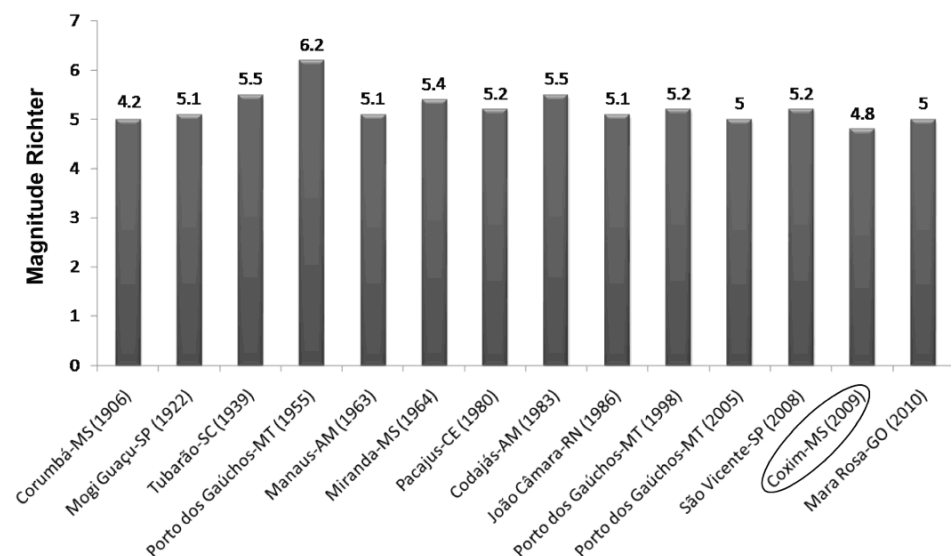
**Tabela 1.** Escala de Intensidade Mercalli Modificada (abreviada). A Escala Mercalli original é do século 19. Em 1931, A. Neumann modificou as descrições dos efeitos característicos de cada grau da escala e a chamou de Escala Mercalli Modificada, comumente abreviada por "MM".

Grau	Descrição dos efeitos	Aceleração (g)
I	Não é sentido. Leves efeitos de período longo de terremotos grandes e distantes.	
II	Sentido por poucas pessoas paradas, em andares superiores ou em locais favoráveis.	<0,003
III	Sentido dentro de casa. Alguns objetos pendurados oscilam. Vibração parecida à passagem de um caminhão leve. Algumas pessoas sentem quantos segundos durou o tremor. Pode não ser reconhecido como um abalo sísmico.	0,004 – 0,008
IV	Objetos suspensos oscilam. Vibração parecida à de um caminhão pesado. Janelas, louças e portas fazem barulho. Paredes e estruturas de madeira rangem.	0,008 – 0,015
V	Sentido fora de casa. Algumas pessoas percebem de onde vêm as vibrações. Pessoas acordam. Líquido em recipiente é perturbado. Objetos pequenos e instáveis são deslocados. Portas oscilam, fecham e abrem.	0,015 – 0,04
VI	Sentido por todos. Muitos se assustam e saem às ruas. Pessoas andam sem firmeza. Janelas e louças são quebradas. Objetos e livros caem das prateleiras. Reboco fraco e construção de má qualidade racham.	0,04 – 0,08
VII	Difícil manter-se em pé. Objetos suspensos vibram. Móveis quebram. Danos em construção de má qualidade, e formam-se algumas trincas em construção normal. Queda de reboco, ladrilhos ou tijolos mal assentados e telhas. Ondas em piscinas. Pequenos escorregamentos de barrancos arenosos.	0,08 – 0,15
VIII	Danos em construções normais com colapso parcial. Algum dano em construções reforçadas. Queda de estuque e alguns muros de alvenaria. Queda de chaminés, monumentos, torres e caixas d'água. Galhos das árvores quebram-se. Trincas aparecem no chão.	0,15 – 0,3
IX	Pânico geral. Construções comuns são bastante danificadas, às vezes ocorre colapso total. Danos em construções reforçadas. Tubulação subterrânea quebrada. Rachaduras visíveis no solo.	0,3 – 0,6
X	A maioria das construções é destruída até as fundações. Danos sérios a barragens e diques. Grandes escorregamentos de terra. Água é lançada nas margens de rios e canais. Trilhos são levemente entortados.	0,60 – 1
XI	Trilhos são bastante entortados. Tubulações subterrâneas são completamente destruídas.	~1 – 2
XII	Destruição quase total. Grandes blocos de rocha são deslocados. Topografia e níveis são alterados. Objetos são lançados ao ar.	~ 2

tremores de terra com magnitude acima de 3.0 em diversas áreas do país (França & Assumpção, 2008). Magnitude de até 6 (com potencial de danos fortes) já foi registrada (Figura 5).

Pantanal, já foi acometida por outros tremores no passado, inclusive um no dia 13 de fevereiro de 1964, de magnitude 5.4, mostrando que a Bacia do Pantanal é marcada por abalos sísmicos

**Figura 5.** Maiores sismos do Brasil (por ordem cronológica). Destaque para o sismo de Coxim em 2009.



## 5. O TERREMOTO NO PANTANAL DE 15 DE JUNHO DE 2009

Um tremor de terra moderado sacudiu no final da tarde do dia 15 de junho de 2009, por volta das 18:15 h (horário de Mato Grosso do Sul), várias cidades do Estado de Mato Grosso do Sul, tais como, Coxim, Sonora, São Gabriel do Oeste, Miranda, Rio Verde, Rio Negro, Alcinópolis, Corguinho, Anastácio, Nioaque, Aquidauana, Rochedo, Corumbá, Pedro Gomes e Campo Grande, assustando bastante seus munícipes, que ouviram um estrondo muito forte, viram e sentiram o chão, paredes, janelas, cadeiras e garrafas tremerem, vidros de janelas quebraram-se, objetos caíram, rachaduras em algumas casas, pessoas abandonaram seus lares saindo para as ruas apavoradas, temendo a ocorrência de novos tremores (Figura 6).

Felizmente este tremor de terra aconteceu numa região pouco habitada do Pantanal. Porém, com magnitude moderada de 4.8 na escala Richter, causou muita apreensão nas pessoas a longas distâncias. A região do epicentro, 100 km a W de Coxim, dentro do

e sentido pela população da região. Esta magnitude é moderada para o Brasil, em países sísmicos este valor seria considerado pequeno, mas aqui causa susto e transtorno na população, pois não são muito frequentes. Apesar de raro, é um fenômeno natural, pode ser monitorado por meio de estações sismográficas.

Embora a bacia do Pantanal esteja estruturada por falhas normais, os sismos de 1964 e de 2009 evidenciam esforços compressivos, indicando modificação do regime de esforços. Falhas normais preexistentes podem estar sendo agora submetidas a esforços transpressivos/compressivos (Facincani et al 2011).

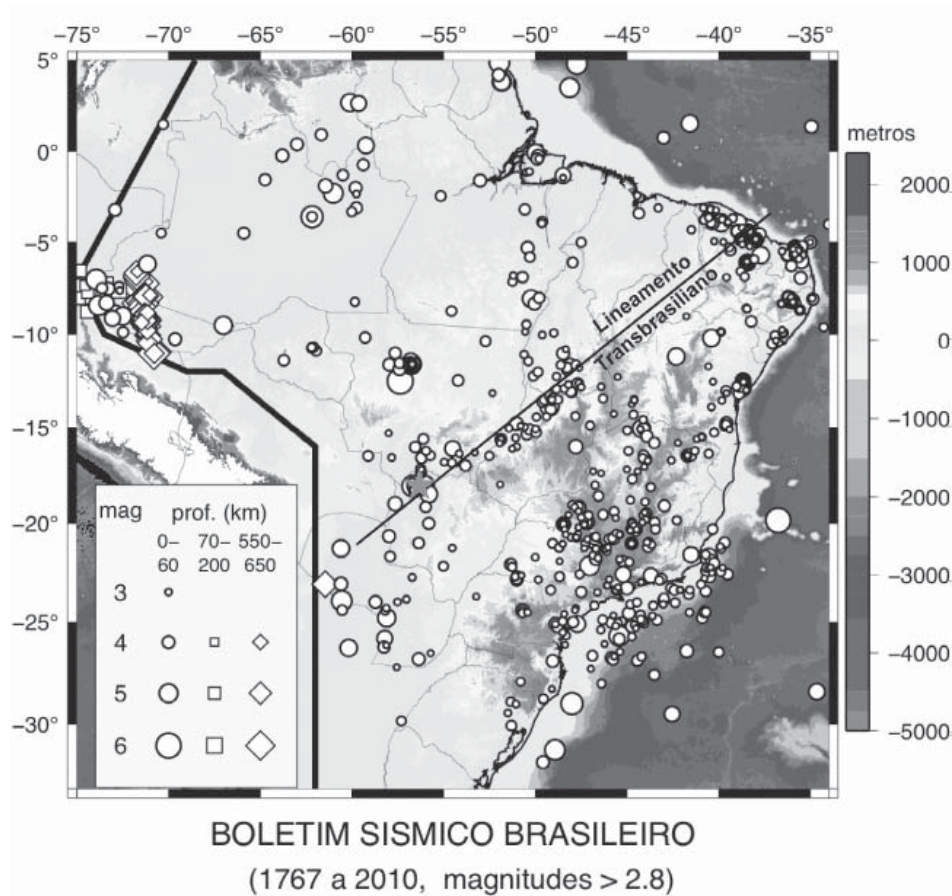
Este abalo ocorrido na região de Coxim-MS foi registrado por muitas estações sismográficas, tanto no Brasil, como em outros países. Análise preliminar do Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas da Universidade de São Paulo (IAG/USP) indica uma profundidade do foco de 5 km e uma falha do tipo inversa, resultado de esforços de compressão na crosta da região (IAG, 2011).

Historicamente a Bacia Sedimentar do Pantanal é considerada uma das regi-

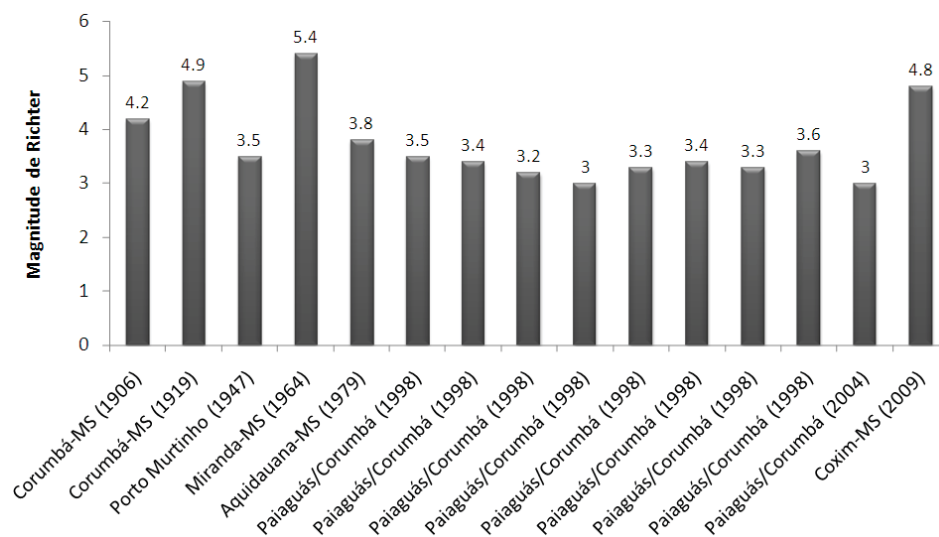
**Figura 6.** Danos causados pelo sismo de 2009 de Coxim-MS com intensidade VI na Escala de Intensidade Mercalli Modificada. Nota-se quedas e quebras de objetos, reboco e telhas e trincas em paredes. Local: Fazenda Santo Antônio, região da Nhecolândia, na Bacia do Pantanal (área epicentral).



**Figura 7.** Boletim Sísmico Brasileiro, mostrando os sismos com magnitude maior que 2.8 entre 1767 e 2010. A estrela mostra o sismo em Coxim-MS em 2009.



**Figura 8.** Principais sismos ocorridos no Pantanal de Mato Grosso do Sul.



Fonte: IAG/USP e SIS/UnB.

ões sísmicas do Brasil (Branner, 1912). Para Sykes (1978) e Talwani & Rajendran (1991), abalos sísmicos intraplaca resultam de rupturas ao longo de zonas de fraquezas preexistentes, localizadas próximas de inomogeneidades estruturais, as quais concentram esforços que, somados aos esforços regionais, são capazes de gerar terremotos. Riccomini & Assumpção (1999) propuseram um leque de causas possíveis da neotectônica no Brasil e de suas relações com a sismicidade.

Essas reativações na Bacia Sedimentar do Pantanal são registradas na sedimentação, tectônica, sismicidade e relevo/drenagem. (Figura 7).

Os maiores sismos ocorridos na Bacia do Pantanal foram os de Corumbá-MS (1906), Porto dos Gaúchos-MT (1955), Miranda-MS (1964) e Coxim-MS (2009), com magnitudes de 4.2, 6.2, 5.4, e 4.8 respectivamente. Tanto o de 1964 como o de 2009 foram resultado de falhamento inverso (Assumpção & Suárez, 1988; Assumpção et al., 2009). Ainda não se compreende muito bem a geodinâmica da Bacia do Pantanal, apesar de ser uma região em subsidência, as tensões neotectônicas na crosta superior são de compressão. A figura 8 mostra os principais sismos ocorridos no Pantanal de Mato Grosso do Sul.

A magnitude mb 4.8 do sismo de 15 de junho de 2009 foi bem determinada

com as ondas P de estações distantes, indicando que a estabilidade tectônica da Plataforma Brasileira é apenas relativa.

## 6. CONCLUSÕES

Atualmente, há sugestão da comunidade sismológica do Brasil para estudos e implantação de um código de construção civil que leve em conta o risco sísmico. Nenhuma região do mundo está completamente livre de tremores de terra, e sismos intraplaca merecem ser melhores compreendidos na sua origem e caracterização, como os terremotos do Pantanal que se caracterizam pela profundidade focal rasa em torno de 5km.

O maior sismo do Brasil ocorreu no norte de Mato Grosso em 1955 com magnitude 6.2. Um sismo desta magnitude pode provocar sérios danos em construções se ocorrer em área habitada. O Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas (IAG) da Universidade de São Paulo (USP) aponta a Bacia do Pantanal como área afetada com a quinta maior magnitude já ocorrida no país. O fato aconteceu em Miranda, no ano de 1964 e chegou a ter magnitude 5.4. O segundo maior tremor do Pantanal aconteceu em Coxim, no dia 15 de junho de 2009, com magnitude 4.8 na escala Richter.

Assim, para monitorar todo o Centro-Oeste, compreender as atividades



sísmicas na região e estudar a litosfera da Bacia do Pantanal, a UFMS em parceria com o IAG, integra a Rede Sismográfica Integrada do Brasil (BRASIS) e participa das pesquisas realizadas no Mato Grosso do Sul. A participação dos professores, alunos e técnicos da UFMS permitirá, além da compreensão da origem e evolução da Bacia do Pantanal, melhor capacitação e qualificação de mão de obra especializada em geodinâmica e sismicidade da litosfera e a divulgação dos conceitos básicos de sismologia para os alunos

da escola fundamental, com destaque as escolas pantaneiras, onde os abalos sísmicos são comuns.

## 7. AGRADECIMENTOS

Os autores externam seus agradecimentos ao CNPq pelas bolsas 303529/2010-5 (G.S.L.A. França) e 309724/2009-0 (M. Assumpção); à FAPESP (2007/55987-3), à Propp/UFMS (2011/0276) e BPRAM/CPAq-UFMS pelo apoio às pesquisas no Pantanal Mato-Grossense.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSINE, M.L. & SOARES, P.C. Quaternary of the Pantanal, west-central Brazil. *Quaternary International*, 114: 23-34. 2004.
- ASSINE, M.L. Pantanal Mato-Grossense: uma paisagem de exceção. In: MODENESI-GAUTTIERI, M.C.; BARTORELLI, A.; MANTESSO-NETO, V.; CARNEIRO, C.D.R.; LISBOA, M.B.A.L. (eds.). *A Obra de Aziz Nacib Ab'Saber*. São Paulo, Beca-BALL edições, p. 464-489. 2010.
- ASSUMPÇÃO, M. & DIAS NETO, C.M. Sismicidade e estrutura interna da Terra. In: Teixeira W., Toledo M. C. M., Fairchild T. R., Taioli F. (eds.) *Decifrando a Terra*. Cap. 3, p. 43-62. São Paulo: Oficina de Textos, 2000.
- ASSUMPÇÃO, M. & SUÁREZ, G. Source mechanisms of moderate size earthquakes and stress orientation in mid-plate South America. *Geophys. J.*, 92, 253-267. 1988.
- ASSUMPÇÃO, M.; FERNANDES, C.M. & FACINCANI, E.M. O sismo do Pantanal de 15/06/2009 de magnitude 4,8. 11o Congr. Bras. Geofísica, Salvador, SBGf. 2009.
- BIZZI, L.A.; SCHOBENHAUS, C.; VIDOTTI, R.M.; GONÇALVES, J.H. (Eds.). *Geologia, Tectônica e Recursos Minerais do Brasil*. Brasília, CPRM, 630p. 2003.
- BRANNER, J.C. Earthquakes in Brazil. *Bull. Seism. Soc. Am.* Vol. 2. No 2. p.105-117. 1912.
- BRASIS. BRAZILIAN Seismographic Integrated Systems. Rede Sismográfica Integrada do Brasil. (<http://www.sismo.iag.usp.br/sismologia/projetos.php>). Último acesso em 02 de março de 2011.
- FACINCANI, E.M. Geomorfologia e Geologia do Cenozóico do Médio Vale do Rio Aquidauana, Borda Sudeste da Bacia do Pantanal, MS. Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista - Unesp, Rio Claro, Relatório de Pós-Doutorado, 100p. 2007.
- FACINCANI, E.M.; ASSUMPÇÃO, M.S.; ASSINE, M.L.; FRANÇA, G.L.S.A. Sismicidade da Bacia do Pantanal Mato-Grossense. XIII Simpósio Nacional de Estudos Tectônicos (XIII SNET). VII International Symposium on Tectonics. pags. 314-317. Campinas-SP. 2011.
- FRANÇA, G. & ASSUMPÇÃO, M. Reflexos no Brasil de terremotos distantes. *Ciência Hoje*. Vol. 42. No 249. p 20-25. 2008.
- HASUI, Y. Neotectônica aspectos fundamentais da tectônica ressurgente no Brasil. In: *Workshop sobre a Tectônica e Sedimentação Cenozoica Continental no Sudeste Brasileiro*. Anais... Belo Horizonte: SBG-MG.p 1-31 (Boletim 11). 1990.

- IAG. Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas. Universidade de São Paulo (USP). Tremor de terra na região de Coxim-MS. (<http://www.sismo.iag.usp.br/sismologia/noticias.php?id=9>). Último acesso em 2 de maio de 2011.
- PEUVAST, J.P.; SALES, V.C. Mapa Morfoestrutural do Estado do Ceará e regiões adjacentes do Rio Grande do Norte e Paraíba: nota explicativa. In: Atlas digital de geologia e recursos minerais do Estado do Ceará. Fortaleza: CPRM. 1 CD-ROM. 2003.
- RICCOMINI, C. & ASSUMPÇÃO, M. Quaternary tectonics in Brazil. *Episodes*, 22(3), 221-225. 1999.
- SAADI, A. Neotectônica da plataforma brasileira: esboço e interpretação preliminares. *Geonomos*, Belo Horizonte, v. 1, p. 1-15. 1993.
- SCHOBENHAUS, C.; RIBEIRO, C.L.; OLIVA, L.A.; TAKANOHASHI, J.T.; LINDENMAYER, Z.G.; VASCONCELOS, J.B. & ORLANDI, V. Folha Goiás (SD-22). In: Carta Geológica do Brasil ao Milionésimo, DNPM, Brasília, 113 p. 1975.
- SOARES, P.C.; RABELO, L. & ASSINE, M.L. The Pantanal Basin: recent tectonics, relationship to the Transbrasiliano Lineament. In: INPE, 9º Simpósio Brasileiro Sensoriamento Remoto. Santos, v.CD ROM, 11p. 1998.
- SYKES, L. Intraplate seismicity, reactivation of pre-existing zones of weakness, alkaline magmatism, and other tectonism postdating continental fragmentation. *Rev. Geophys. Space Phys.* 16, 621-688. 1978.
- TALWANI, P. & RAJENDRAN, K. Some seismological and geometric features of intraplate earthquakes. *Tectonophysics* 186, 19-41. 1991.

# Análise Geomorfológica Preliminar do Processo de Assoreamento no Parque do Lago em Campo Mourão – PR

Freire, Vanderson Henrique Neves\*

Miranda, Yara Campos\*\*

Gonzatto Junior, Oilson Alberto\*\*\*

Mezzomo, Maristela Moresco\*\*\*\*

---

**RESUMO:** Este trabalho apresenta uma análise geomorfológica preliminar do processo de assoreamento no Parque Municipal Joaquim Teodoro de Oliveira em Campo Mourão – PR. A análise visa a compreensão dos fenômenos envolvidos e possíveis causas, bem como vislumbra os métodos empregados pelos órgãos competentes para a correção ou mitigação do problema. Essa análise possibilitou verificar que a ocorrência do assoreamento envolve um conjunto de situações, como a dinâmica hídrica fluvial, o carregamento de sedimentos pelas águas pluviais e a erosão em zona rural.

**Palavras-chave:** Geomorfologia, Assoreamento, Parque Municipal Joaquim Teodoro de Oliveira.

**ABSTRACT:** This article presents a preliminary geomorphological analysis of siltation process in Parque do Lago in Campo Mourão – PR. The analysis aims for the understanding of the phenomena involved and possible causes, as well as discuss the applied methods by the legal bodies for solving or mitigating the problem. This analysis allowed to verify the occurrence of siltation involved a set of situations, like the fluvial hydric dynamics, the sediment transportation by pluvial water and the erosion on countryside.

**Keywords:** Geomorphology, Siltation, Parque Municipal Joaquim Teodoro de Oliveira.

## INTRODUÇÃO

O presente artigo apresenta uma análise geomorfológica preliminar do processo de assoreamento do lago de um parque municipal localizado no município de Campo Mourão-PR. O objetivo do estudo foi verificar quais os fenômenos e causas envolvidas no processo de assoreamento do lago, tendo em vista que é um parque localizado em área urbana, utilizado pela população para práticas de esporte e lazer, e por ser um dos pontos turísticos do município.

O Parque Municipal Joaquim Teodoro de Oliveira, também conhecido como “Parque do Lago”, é uma Unidade de Conservação (UC) municipal que integra o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC). O município de Campo Mourão localiza-se na mesorregião centro-ocidental do estado do Paraná. De acordo com o censo do IBGE de 2010, possui área total de 757,9 km<sup>2</sup> e população de 87.194 habitantes (Figura 1).

O Parque está situado no setor sudeste do perímetro urbano de Campo Mourão (Imagem 1). É constituído basicamente por dois fragmentos florestais com vegetação em diferentes estágios sucessivos, área com gramíneas para uso público e um lago, formado pelo represamento do Rio do Campo.

---

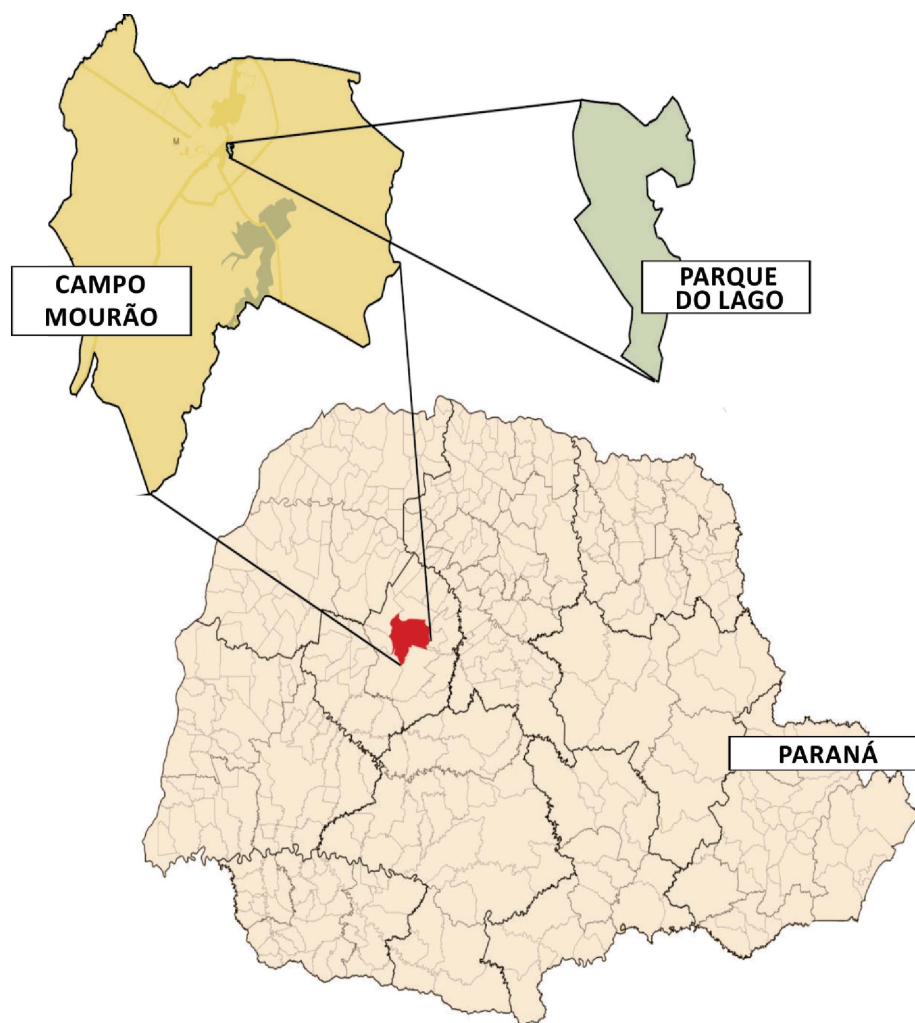
\*Acadêmico da Universidade Tecnológica Federal do Paraná/Curso de Engenharia Ambiental/vanderson\_92@hotmail.com

\*\*Acadêmico da Universidade Tecnológica Federal do Paraná/Curso de Engenharia Ambiental/yaracmiranda@hotmail.com

\*\*\*Acadêmico da Universidade Tecnológica Federal do Paraná/Curso de Engenharia Ambiental/oilson.agjr@hotmail.com

\*\*\*\*Professora da Universidade Tecnológica Federal do Paraná/Curso de Engenharia Ambiental/mezzomo@utfpr.edu.br

**Figura 1.** Localização do Parque Joaquim Teodoro de Oliveira dentro do município de Campo Mourão.



Fonte: Adaptado de <pt.wikipedia.org/wiki/Campo\_Mourão> e <wikimapia.org/4458448/pt/Parque-do-Lago>. Organizado pelos autores.

Anteriormente tratado como local de captação de água para abastecimento público por meio do Departamento de Água e Esgoto (DAE), tornou-se parque no início da década de 1970, recebendo infraestrutura de lazer. Ao final desta década (1970), a área do parque foi ampliada com a anexação de uma faixa de terra em sua margem direita com vegetação de grande porte, implantação de área interna para estacionamento e restaurante e, por fim, represamento do Rio do Campo.

Em 1987 foi estabelecido, pela Lei nº 568/87, o Parque Joaquim Teodoro de Oliveira, com uma área de 229.617,32 m<sup>2</sup>, sujeito ao regime especial do Código Florestal (LEI 4.771/65), a lei de Proteção à Fauna (LEI 5.197/67), entre outras normas complementares.

Em 1993, o parque foi revitalizado com a ampliação da lâmina d'água delimitada com uma malha de rochas e tela na sua borda, além da construção de duas pontes, o que possibilitou a complementação do circuito de caminhada pavimentada, com 2.100 m. Além disso, foram efetuados serviços de drenagem e terraplanagem em uma antiga área de várzea, com o plantio de grama e instalação de cancha de areia, playground e equipamentos de ginástica.

No parque encontram-se a sede do Centro de Referência em Educação Ambiental e Meio Ambiente (CREAMA) e o Ecomuseu, construído em parceria com a Companhia de Saneamento do Paraná (SANEPAR) no intuito de promover atividades de educação ambiental junto à rede de escolas do município e a popu-

**Imagem 1.** Localização do Parque no Município de Campo Mourão - PR.



Fonte: Google Earth, 2007.

lação em geral, contudo, atualmente o Ecomuseu encontra-se desativado.

Em 1996 a área do parque foi ampliada para 262.187,55m<sup>2</sup>. No entanto, com a diminuição da frequência das atividades culturais, como teatro ao ar livre, dança, circo e atividades esportivas, entre outros acontecimentos, o parque enfrenta, atualmente, dificuldades com sua manutenção, pois, aparentemente, acumula a necessidade de inúmeras readequações e reformas de estruturas e equipamentos que precisam ser executadas.

No percurso das águas do lago observa-se formação de pequenas “ilhas” com processos de sucessão ecológica, instalados de acordo com os levantamentos e observações realizados por pesquisadores da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR para o plano de manejo do parque. Nesses locais, constata-se a gradativa ocupação da vegetação e de várias espécies animais, destacando representantes da avifauna em processo de nidificação (EQUIPE, 2008).

À montante do lago situa-se uma extensa área de várzea margeando o Rio do Campo, o qual apresenta planícies aluviais como característica morfológica. Nestas áreas de planícies, os sedimentos ficam retidos em meio à vegetação, que conforme a intensidade e volume das precipitações, são desprendidos e transportados até o lago

onde ficam retidos. O aspecto mais incômodo à população e, em consequência, à administração municipal, é o assoreamento do lago, um problema recorrente desde a sua formação, responsável pelo desequilíbrio do fluxo anterior.

Em geral, os cursos d’água possuem certa estabilidade quanto ao transporte de sedimentos, que podem ser carregados por solução (carga dissolvida, transportada como solução química), suspensão (transporte de partículas menores, com o fluxo) ou saltação (transporte de partículas maiores, rolando, deslizando ou saltando). Esta estabilidade representa a tendência natural com que os sedimentos são depositados quando o fluxo da água se torna menos intenso (alteração do fluxo), devido às diferentes granulações das partículas e/ou as distintas turbulências do escoamento (CARVALHO, 2000).

Inúmeros fatores influentes na formação de depósitos sedimentares nos rios são indicados por Carvalho (2000). Cabe considerar alguns dos principais como: os sedimentos afluentes, a eficiência de retenção do sedimento no reservatório, e a densidade dos depósitos e volume de sedimentos depositados.

Por outro lado, dos fatores contribuintes para o transporte de sedimentos, pode-se citar a quantidade e intensidade fluvial; o tipo, a formação, a cobertura e o uso do solo; a topografia; a erosão

das terras; o escoamento superficial; as especificidades dos sedimentos; além das condições morfológicas do canal.

O aumento da deposição de sedimentos acarreta na diminuição da capacidade de armazenamento do reservatório, o remanso influencia de maneira mais significativa para montante, a velocidade no lago se intensifica e uma quantidade maior de sedimentos passa a escoar até a jusante, retardando a eficiência de retenção das partículas, inferindo que a evolução do fundo do reservatório é fortemente dependente da geometria do reservatório e da dimensão do sedimento depositado (CARVALHO et al, 2000).

De acordo com Carvalho (2000), o tempo evidencia a maior severidade dos efeitos do assoreamento e torna mais difícil a resolução deste problema, que possivelmente afetará o curso tanto à montante quanto à jusante.

Para Lopes (1993) e Carvalho (1994 e 2000), as variáveis influentes nas predições de assoreamento são a carga de sedimentos (a quantidade de matéria sólida no afluente de uma seção de um curso d'água); a eficiência de retenção de sedimentos (a razão entre a carga sólida que se deposita no leito e a carga sólida total); e o peso específico dos depósitos de sedimentos (a relação entre o peso seco do material e o volume ocupado pelo depósito).

Shen e Lai (1996), aconselham que o processo de assoreamento pode ser controlado e mitigado por meio de três medidas: controle da erosão e da retenção de sedimentos visando a redução da quantidade final de sedimentos que entra no reservatório; utilização de métodos mecânicos, como dragagem, para a retirada de sedimentos e passagem do escoamento carregado de sedimentos através do reservatório e posterior liberação por descarga de fundo.

## METODOLOGIA

O presente trabalho foi desenvolvido a partir de um método sistêmico de análise,

com o objetivo de relacionar informações contidas na literatura com dados obtidos em campo. Assim sendo, foi inicialmente feita pesquisa bibliográfica, com leitura de artigos e livros direcionados à temática de assoreamento e erosão, a fim de melhor entender os processos envolvidos na dinâmica hídrica de lagos e reservatórios e comparar com estudos já feitos em outras áreas. Após isso, foi feita coleta de dados junto à Prefeitura Municipal de Campo Mourão e ao Instituto Ambiental do Paraná (IAP- Escritório Regional de Campo Mourão), para obter dados técnicos sobre o local, incluindo o Relatório Técnico/Parecer (acerca da realização do processo de dragagem), o Plano de Manejo do Parque Municipal Joaquim Teodoro de Oliveira e o Parecer da Equipe Técnica quanto ao Plano de Manejo.

Para desenvolver a base teórica do trabalho e obter dados gerais sobre o município, de forma a possibilitar a análise posterior dos dados coletados, foram utilizados materiais como:

- Carta Topográfica de Campo Mourão escala 1:50.000, 1990;

- Atlas Geológico do Estado do Paraná, folha Campo Mourão escala 1:250.000, Mineropar, 2001;

- Atlas Geomorfológico do Estado do Paraná, folha Campo Mourão escala 1:500.000, Mineropar/UFPR, 2006;

- Mapa de Solos do Paraná, escala 1:250.000, Embrapa, 2007;

- Imagens de satélite do Google Earth 2007, para a área do parque e à montante do rio;

Com o levantamento teórico e dos dados sobre a área de estudo, realizou-se três visitas in loco para visualização e registro fotográfico da atual situação do Parque do Lago e áreas adjacentes, sendo observada a situação das galerias pluviais, áreas urbanas com solo exposto e os processos de carregamento de sedimentos nas proximidades (escoamento superficial).

Com as informações teóricas e as análises básicas feitas em campo, foi desenvolvida uma análise integrada, associando as informações obtidas.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados evidenciaram que há relação direta entre o processo de assoreamento do lago do parque com a dinâmica da paisagem em que o mesmo está inserido. Dessa forma, entende-se que a compreensão sobre o meio físico e antrópico do parque e do seu entorno, é importante para que se desenvolva a visão integrada entre as causas e os processos.

O substrato rochoso predominante no município e que compõe a base da área do parque, pertence ao Grupo São Bento, Formação Serra Geral, com rochas efusivas basálticas maciças e amigdalóides, resultantes de vulcanismo de fissura continental da era mesozóica (MINEROPAR, 2001). Geomorfologicamente, o município está localizado na subunidade morfoescultural do Planalto de Campo Mourão, dentro da unidade morfoescultural do Terceiro Planalto Paranaense e unidade morfoestrutural da Bacia Sedimentar do Paraná, apresentando relevo suavemente ondulado a ondulado (MINEROPAR, 2001). Predomina o solo do tipo Latossolo Vermelho distroférrico de textura argilosa, com presença de Neossolo Litólico em declividades mais acentuadas (EMBRAPA, 2007).

Em relação à vegetação, o município encontra-se em uma área de ecótono entre a Floresta Estacional Semidecidual Montana, Floresta Ombrófila Mista Montana e pequenos fragmentos de Cerrado (RODERJAN et al, 2002). O clima é subtropical úmido mesotérmico com tendência de concentração de chuva nos meses de verão, não possuindo estação seca definida. A média anual

de precipitação fica entre 1600 e 1800 mm. O mês considerado mais quente é janeiro, e em julho são registradas as temperaturas mais baixas do ano (CAVIGLIONE et al., 2000).

Estas características físicas do contexto municipal de Campo Mourão também se repetem no Parque Joaquim Teodoro de Oliveira, com diferenças apenas em relação às características de vegetação e solo, já que é uma área de várzea, e, portanto tendem a apresentar - embora não confirmado devido à ausência de informações técnicas sobre a área - solo do tipo Organossolo ou Neossolo Flúvico. Em áreas próximas há declividades acentuadas e afloramentos rochosos, evidenciando assim, a presença de Neossolos Litólicos. A vegetação do parque possui dois fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual Montana e áreas com gramíneas.

O rio que forma o lago é o Rio do Campo, que possui padrão de drenagem paralela, sendo que o tipo do canal apresenta-se sinuoso com a formação de meandros no percurso a montante do lago, característico de área de várzea. Na área próxima ao objeto de estudo, ainda dentro do parque, o relevo possui baixa declividade e, conseqüentemente, baixa susceptibilidade à erosão.

Na parte em que o assoreamento ocorre já existe vegetação e fauna, principalmente composta por aves. O assoreamento tem formado 'ilhas' de sedimentos dentro do lago (Foto 1).

Com as informações coletadas junto à Prefeitura Municipal de Campo Mourão e no Instituto Ambiental do Paraná (Escritório Regional de Campo Mourão), constatou-se que o Parque

**Foto 1.** Assoreamento do Parque do Lago.



Fonte: Acervo dos Autores.

possui Plano de Manejo. Constituiu-se de um documento técnico, mediante o qual, fundamentado nos objetivos gerais de uma unidade de conservação, estabelece o seu zoneamento e as normas que devem presidir o uso da área e o manejo dos recursos naturais, inclusive a implantação das estruturas físicas necessárias à gestão da unidade (EQUIPE, 2008). A equipe idealizadora do plano de manejo do parque envolveu representantes de diferentes instituições, como o Município de Campo Mourão, envolvendo a Secretaria de Planejamento, Secretaria de Agricultura e Meio Ambiente e Secretaria de Desenvolvimento Econômico / Divisão de Turismo; Agenda 21 Local; Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR; Faculdade Estadual de Ciências e Letras de Campo Mourão – FECILCAM; Faculdade Integrado; Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural – EMATUR/PR; Secretaria de Estado de Agricultura e Abastecimento – SEAB; Companhia

o assoreamento, a dragagem, além de obras para manutenção do próprio parque. As medidas previstas no plano de manejo foram inicialmente cumpridas, sendo feita a manutenção e obras de reforma no parque, além de uma dragagem na área de assoreamento. Contudo, após a primeira retirada, a periodicidade que deveria ser efetuada em relação às dragagens não foi cumprida. Atualmente, a área de assoreamento está igual ou maior à que existia na época da última dragagem, ocorrida no ano de 2008, e não existe previsão de quando será feita uma nova dragagem. Os recursos gastos neste procedimento e outras benfeitorias realizadas no ambiente do parque naquele ano estão apresentadas na Tabela 1.

Ao observar todo o contexto que envolve a referida problemática do assoreamento e consciente dos possíveis motivos para a ocorrência do mesmo, destacam-se a falta de manejo do parque e de melhorias das áreas adjacentes e à

**Tabela 1.** Relação de Gastos da Prefeitura Municipal de Campo Mourão no Parque.

Serviço Realizado	Valor Pago (R\$)	Empresa Vencedora
Dragagens e transporte de 25.930 m <sup>3</sup> de assoreamento	145.000,00	PH Dragagens Ltda (Contrato 139/2008)
Recuperação da Pista de Caminhada 2.289 m <sup>2</sup>	36.393,10	CODUSA
Recuperação da Barragem	19.000,00	CODUSA
Remoção de 9500 m <sup>3</sup> de terra do leito do lago	66.500,00	AT TERRAPLENAGEM
Demolição e Construção de ponte 78 m <sup>2</sup>	42.910,00	Versátil Engenharia Ltda
Pintura	6.900,00	E.S. Iora e Companhia Ltda
Total gasto com recursos próprios	296.649,90	-----

Fonte: Prefeitura Municipal de Campo Mourão – Secretaria de Agricultura e Meio Ambiente.

de Saneamento do Paraná – SANEPAR; Instituto Ambiental do Paraná – IAP; Polícia Ambiental – Força Verde; e o Corpo de Bombeiros.

O Plano de Manejo que foi elaborado a pedido da Prefeitura Municipal de Campo Mourão, em relação à conservação e manutenção do parque, apresentava como única medida contra

montante do lago. Estes fatores inferem como possíveis causas o escoamento superficial ocasionado pelas águas pluviais, que associado ao solo exposto das áreas agrícolas, disposição das estradas rurais, restos de materiais de construção e pouca ou ausência de vegetação ciliar, acabam por promover o carregamento dos sedimentos para dentro do rio do



Campo (Imagem 2). Observando a formação da área mais representativa de assoreamento, pode-se supor que a maioria dos sedimentos em questão é proveniente dessas áreas à montante do parque, onde há forte presença de uso agrícola do solo, além das situações de solo exposto na área urbana.

**Imagem 2.** Vegetação ciliar reduzida próximo à ponte e estrada que cortam o Rio do Campo, a montante do lago.



**Fonte:** Google Earth, 2007.

Preocupante também é a forma de ocupação urbana, com ruas sem asfalto em direção ao rio e sem galerias para captação das águas pluviais (Foto 2).

Nas áreas urbanas pavimentadas também se percebe contribuições relevantes para o processo de erosão e transporte de sedimentos, uma vez que a água da chuva transporta materiais, vindos de obras e locais com solo exposto, para as galerias pluviais (Foto 3), as quais deságuam no lago. Além disso, nas áreas próximas ao parque, a declividade acentuada contribui para acelerar o escoamento superficial. Ainda que essa matéria não seja levada diretamente para o lago, os sedimentos chegam de forma indireta, já que o rio

é que está recebendo estes sedimentos e, por conseguinte, o lago.

Foto 2 - Presença de ruas sem pavimentação e galeria de águas pluviais, com solo exposto e fluxo das águas superficiais em direção ao rio. Fonte: Acervo dos Autores.

Além do problema do assoreamento existente na parte inicial da configuração do lago, em outros pontos do parque foram constatadas situações de risco de novos assoreamentos, como no caso da barragem existente a jusante do lago (Foto 4). Esta barragem gera um processo natural de sedimentação, formando uma barreira física para o material que é transportado pelo rio. Além disso, a dinâmica natural do Rio do Campo propicia o assoreamento, uma vez que em áreas de várzea há forte sedimentação, ou seja, o rio passa a buscar sua condição anterior.

Outro aspecto observado se refere aos sedimentos vindos superficialmente da área urbana do entorno do parque e

**Foto 2.** Presença de ruas sem pavimentação e galeria de águas pluviais, com solo exposto e fluxo das águas superficiais em direção ao rio.



Fonte: Acervo dos Autores.

**Foto 3.** Transporte de sedimentos nas áreas urbanas pelas galerias pluviais, que depositam o material diretamente no lago.



Fonte: Acervo dos Autores.

não por meio das redes pluviais. Pode-se citar como exemplo, a abertura de um novo bairro vizinho ao parque que, devido ao solo exposto, têm apresentado problemas com erosão laminar e linear causada pelas águas pluviais (Foto 5). Entende-se que tal problema erosivo não se encaixa no assoreamento em questão devido à localização dos bancos de sedimento no lago estar à montante do rio, porém, esta área apre-

senta potencial para novos problemas, pois a falta de manejo adequado pode gerar uma nova área de assoreamento no lago ou ainda aumentar a já existente. O solo do próprio parque também não contribui para o processo, pois há presença de cobertura de gramíneas e mata ciliar no seu entorno.

Diante disso, a compreensão se volta para o fato de que estes fatores (solo exposto, restos de materiais de

Foto 4. Barragem à jusante do lago.



Fonte: Acervo dos Autores.

Foto 5. Deposição dos sedimentos no parque oriundos do bairro vizinho.



Fonte: Acervo dos Autores.

construção como areia, declividade, ausência de vegetação ciliar, falta de manejo) quando associados, podem gerar processos de erosão e assoreamento, o que faz com que a existência do lago de forma ambientalmente equilibrada, necessite de um maior monitoramento e atividades de manejo por parte dos órgãos responsáveis para que haja manutenção da qualidade ambiental e se faça jus ao dinheiro público investido no local.

Em matéria divulgada no jornal local ‘Tribuna do Interior’ de 28 de março de 2012 (nº 8.207), foi tratada da temática do assoreamento no Parque Municipal Joaquim Teodoro de Oliveira, onde foi afirmado que em apenas 5 anos o lago pode virar um banhado se medidas não forem tomadas. Pelo que se pôde observar, a Prefeitura Municipal de Campo Mourão vê a dragagem como um procedimento inviável e dispensável, devido ao seu alto custo e sua baixa eficiência.

Segundo o pesquisador Mauro Parolin (FECILCAM), a prática da dragagem apenas faria com que o processo de assoreamento se acelerasse. Uma solução apontada pelo pesquisador seria “esvaziar o lago, retirar a barragem, e retificar o canal do rio deixando-o paralelo à vegetação da margem direita do lago (...) paralelo a esse canal, fazer outro buraco que será cheio de água e formará o lago”, usando apenas a camada superficial de água para o lago. Isso diminuiria de forma considerável o processo de assoreamento, porém deve-se levar em conta, que ainda assim, o problema não será completamente eliminado, além de ser um projeto de custo especialmente elevado.

## CONCLUSÃO

Nem todo processo de erosão pode ser evitado, uma vez que faz parte da dinâmica pedomorfofogenética da paisagem, tendo, conseqüentemente, como local para o depósito do material as áreas de menor altitude (nível de base), sendo geralmente um rio. Esse rio transportará tais sedimentos ao longo do seu percurso, depositando em algumas áreas e retirando novos sedimentos de outras. A presença de uma barragem provoca mudanças importantes na dinâmica de um curso d'água, pois a velocidade do rio é dissipada, deixando que os sedimentos, antes em movimento, acabem se depositando nessas áreas. Logo, o assoreamento de uma área de barragem é um processo natural, especialmente, como é o caso em questão, em uma área que era naturalmente de várzea. A barragem atua como um obstáculo que o rio procura superar para retomar sua dinâmica natural.

Mesmo sendo, nesse caso, relativamente natural, ações antrópicas podem acelerar consideravelmente o assoreamento: estradas, tanto rurais quanto urbanas, se constituem como um caminho preferencial para o escoamento superficial, e quando não há manejo desses elementos, tornam-se um meio rápido de transporte de sedimentos para o rio; galerias pluviais também

propiciam o transporte do material, devendo-se evitar a exposição de solo nas áreas urbanas; a derrubada da mata ciliar, e eventual substituição dela por agricultura, facilitam o escoamento do solo direto para o corpo hídrico, levando mais matéria, tanto por escoamento superficial laminar como linear. Esses fatores são considerados como os possíveis agravantes para o assoreamento da área estudada. Pôde-se observar, porém, que novas áreas ocupadas próximas ao lago já estão com acentuados problemas de erosão e o pouco manejo realizado parece estar sendo inadequado. Isso pode levar a uma situação futura ainda pior para a área, se não forem tomadas providências adequadas para a manutenção do parque e o manejo em todo o caminho percorrido pelo rio e em seu contexto como bacia hidrográfica.

Não se pode simplesmente ignorar a ocorrência desse processo, sobretudo em uma área de valor turístico e de lazer, onde pode haver perdas econômicas e sociais com a falta de manutenção da área. Tratando-se de investimento público, é dever da população também contribuir na fiscalização da manutenção da área. Além do aspecto turístico, deve-se considerar que o assoreamento não é um processo isolado, mas um problema de escala muito maior, pois é consequência de processos erosivos que podem estar ocorrendo ao longo da bacia hidrográfica do Rio do Campo, que inclui principalmente áreas de uso agrícola, onde a perda da camada superficial do solo, considerada mais ‘fértil’, tem importância econômica relevante. Levando isso em consideração, a presença do assoreamento é um sinal alarmante de que é necessário o manejo e o combate à erosão, com a utilização de técnicas de plantio direto e recuperação das áreas de vegetação ripária (ciliar). Já para amenizar o processo de assoreamento, é fundamental que seja feita a dragagem do material concentrado, não sendo essa uma solução final, mas uma medida mitigadora do processo em um espaço de tempo relativamente curto.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CARVALHO, N. O. Assoreamento de Reservatórios – Conseqüências e Mitigação dos Efeitos. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE SEDIMENTOS, 4., 2000, Santa Maria – RS. Anais Eletrônicos. CD-ROM 1-22p.
- CARVALHO, N. O. Hidrossedimentologia Prática. Rio de Janeiro, RJ: CPRM e ELE-TROBRÁS, 1994.
- CARVALHO, N. O.; FILIZOLA JR., S. P. M. C.; LIMA, J. E. F. W. Guia de Avaliação de Assoreamento de Reservatórios. Brasília. [S.l.]: ANEEL, 2000.
- CAVIGLIONE, João Henrique; KIIHL, Laura Regina Bernardes; CARAMORI, Paulo Henrique; OLIVEIRA, Dalziza. Cartas climáticas do Paraná. Londrina: IAPAR, 2000. Disponível em: <<http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=677>>. Acesso em 14 de março de 2012.
- EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Mapas de solo do estado do Paraná: escala 1:250.000. Carta de Solos MI-505. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2007.
- EQUIPE, T. I. Site da Prefeitura Municipal de Campo Mourão. Disponível em: <<http://www.campomourao.pr.gov.br/?p=YWxyb3RsaXMvcnV0YXNtZUB6aHo/YWQ9OQ>>. Acesso em: 28 mar. 2012.
- EQUIPE, T. Plano de Manejo - Parque do Lago. Campo Mourão, 04 abr. 2008.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Censo Demográfico. 2010. Disponível em: <<http://www.ibge.br>>. Acesso em: 20 mar 2011.
- LOPES, V. L. Estudo do assoreamento do reservatório de Americana. São Paulo: Dissertação de Mestrado em Geociências, 1993. 85 p. Universidade Estadual Paulista-UNESP – Rio Claro.
- MINEROPAR – Serviço Geológico do Paraná. Atlas Geológico do Estado do Paraná. 2001, 116 p. Disponível em: <[http://www.mineropar.pr.gov.br/arquivos/File/2\\_Geral/Geomorfologia/Atlas\\_Geomorforlogico\\_Parana\\_2006.pdf](http://www.mineropar.pr.gov.br/arquivos/File/2_Geral/Geomorfologia/Atlas_Geomorforlogico_Parana_2006.pdf)> . Acesso em: 28 mar. 2011.
- MINEROPAR – Serviço Geológico do Paraná. Descrição das Unidades Litoestratigráficas. Folha de Campo Mourão. Escala 1:250.000. 2005.
- MINEROPAR – Serviço Geológico do Paraná. Mapa de Vulnerabilidade Geoambiental do Paraná. Disponível em: <[http://www.mineropar.pr.gov.br/arquivos/File/2\\_Geral/Geomorfologia/Mapa\\_Vulnerabilidade\\_Geoambiental\\_PR\\_650000\\_2007.pdf](http://www.mineropar.pr.gov.br/arquivos/File/2_Geral/Geomorfologia/Mapa_Vulnerabilidade_Geoambiental_PR_650000_2007.pdf)>. Acesso em: 28 mar. 2011.
- Ministério do Exército. Carta Topográfica do Município de Campo Mourão. Escala 1:50.000, 1990.
- RODERJAN, C. V.; GALVÃO, F.; KUNIYOSHI, Y. S.; HATSCHBACH, G. G. As regiões fitogeográficas do Estado do Paraná. Ciência e Ambiente, 24: 75-92, jan/jun 2002.
- SHEN, H. W.; LAI, J. S. Sustain Reservoir Useful Life by Flushing Sediment. International Journal of Sediment Research, Beijing, v. XI, n. 3, p. 11-17, 1996.

# Assentamento Campina em Bodoquena/MS: O Lugar (Ambiente) em suas Relações Socioeconômicas\*

Valter Guimarães\*

**RESUMO:** A Geografia, como ciência das organizações espaciais, tem estado presente cientificamente na contribuição à busca de soluções para os problemas presentes na superfície da Terra. A questão das formas de utilização da terra em áreas rurais, principalmente agrícola, parece estar à frente dos resultados diagnosticados até então, relacionados à probabilidade do surgimento de situações que podem colocar em risco a sustentabilidade do ambiente. No caso dos projetos de assentamentos rurais, o processo de implementação da ocupação aliado ao incentivo à permanência do “homem no campo” tem registrado situações diretas de desinteresse por parte de assentados com vocação de pequeno produtor agrícola, quando, principalmente, as áreas destinadas à fixação destes se identifica com situações classificadas como de ordem natural, que é o caso do acentuado gradiente das encostas das terras rurais nos assentamentos do município de Bodoquena em Mato Grosso do Sul. Estudos prévios de reconhecimento a campo, realizados durante os meses de setembro e outubro de 2011 mostram que o interesse pelo uso agrícola do solo tem ficado restrito a uma produção de subsistência e em alguns casos com uma pequena comercialização dos excedentes (fato raro). Os estudos em Geografia Regional no entendimento da paisagem nas pequenas propriedades, principalmente a da área do Projeto de Assentamento Campina do município de Bodoquena/MS que de início além de revelou problemas de regularização fundiária, traz ainda a falta de estímulo a novas investidas no campo da produtividade, mas principalmente os perigos da ocupação das encostas do relevo serrano. Nessa primeira etapa, os objetivos da investigação caminharam na busca do conhecimento do “lugar” obtendo-se resultados que revelam sua dinâmica natural, social e econômica, com similaridades no campo produtivo de subsistência familiar tanto agrícola como na criação de animais, revelando estagnação, porém, com o agravante da topografia do relevo local aliada ainda a pouca espessura dos solos, podendo colocar em risco o aproveitamento dos recursos naturais sem medidas e cuidados adequados a uma convivência harmoniosa com aquele ambiente.

**Palavras-chave:** Geografia Regional, Atividades Humanas, Assentamento Campina

## INTRODUÇÃO

Nos estudos das organizações espaciais em Geografia, a Geomorfologia possui importante papel na elaboração de estratégias de planejamento, pois os estudos das formas de relevo e de seus processos de evolução permitem o conhecimento das causas dos mecanismos da deterioração e oferece meios para corrigir falhas e evitar calamidades futuras. Os desequilíbrios que se registram nas encostas ocorrem, na maioria das vezes, por fatores como clima, topografia, geologia, intemperismo, solos e tipos de ocupação. No caso de chuvas concentradas associadas a forte declividade e ao desmatamento podem criar áreas potenciais de erosão e de movimento de massa, fornecedoras de sedimentos para os leitos fluviais.

CUNHA e GUERRA, 1994 & CLAVAL 1997, consideram que uma das principais medidas para implementação das políticas de desenvolvimento sustentável é impedir que ambientes, desconhecidas a suas fragilidades, sejam explorados brutalmente, como acontece em ambientes utilizados como simples fonte de recursos naturais. Nestes termos, os estudos relacionados à sustentabilidade ambiental são utilizados no campo do conhecimento geográfico, como também na análise da integração das atividades humanas com o meio natural, bem como no planejamento do uso dos solos agrícolas nas terras rurais

\*Extrato do projeto “Probabilidades do surgimento de áreas de Risco Ambiental na utilização da terra em pequenas propriedades rurais no município de Bodoquena/MS”CPQ/PROPP-UFMS

\*\*Coordenador da Pesquisa. CPAQ/UFMS

principalmente aquelas ocupadas por assentados no município de Bodoquena/MS, de domínio do relevo serrano, por ser esta uma área com problemas ambientais, na qual seus moradores exercem influência direta sobre o meio-físico.

O município de Bodoquena surgiu da área do antigo Distrito Dr. Arnaldo Estevão de Figueiredo, antiga colônia agrícola criada em maio de 1.950 pelo governo do então Estado de Mato Grosso, posteriormente denominado de Distrito Campão (núcleo urbano da antiga colônia), desmembrada das terras do município de Miranda, Decreto-Lei 87/80 de 13 de maio de 1.980.

Por fim, Justificou-se esta pesquisa por se perceber a falta de políticas públicas, de recursos financeiros e o descaso com a região que entendeu-se estar fazendo com que os moradores se desinteressem por aproveitar ao máximo as condições que o meio oferece, precisando ser conscientizados de como melhor conviver harmoniosamente com estes ambientes.

Nesta investigação, o apoio do poder público municipal de Bodoquena, bem como dos demais órgãos públicos federais e estaduais envolvidos com a questão fundiária e do uso e ocupação da terra tem caminhando favoravelmente conforme demonstrado no fornecimento de informações quando de nossa busca de subsídios para a elaboração do projeto e conclusão da primeira etapa das atividades programadas.

Por fim, em constante rodízio, tem-se tido o envolvimento de acadêmicos dos cursos de Geografia: Licenciatura e Bacharelado, oferecido no campus de Aquidauana no processo de coleta de dados, pelo que agradecemos até então as ajudas da Francelina, Alcimari, Nathalia, Andréia, Patrícia, Rogério, Vanês e Genilda.

## **METODOLOGIA E MATERIAIS**

A Teoria do equilíbrio dinâmico considera o modelado terrestre como um sistema aberto onde as relações entre as formas e os processos atuantes mostram que todos os elementos da topografia estão mutuamente ajustados

de modo que se modifica na mesma proporção, evidenciando a necessidade de manejo adequado. Probabilisticamente, a dinâmica dos elementos componentes da Paisagem, notadamente os de ordem natural, leva-se a uma avaliação básica da ajustagem das formas. Nesse projeto, inicialmente para o estudo da importância da geomorfologia ambiental no entendimento da paisagem nas pequenas propriedades, principalmente as das áreas de assentamentos rurais do município de Bodoquena/MS, previu-se seguir as seguintes etapas:

- revisão da bibliografia, enfatizando os principais aspectos físico-naturais e culturais do município;
- reavaliação dos subsídios coletados para a elaboração desse projeto incluindo-se aqueles gentilmente fornecidos por órgãos públicos e moradores das áreas rurais visitadas;
- levantamento do histórico da ocupação, observando-se os aspectos ligados à agricultura familiar, buscando subsídios para o entendimento das dificuldades que os pequenos produtores enfrentam utilizando-se de metodologia da elaboração, aplicação, tabulação de questionários e procedimentos analíticos.
- análise e interpretação dos resultados da primeira fase de realização da pesquisa.

## **1. OS PROJETOS DE ASSENTAMENTOS RURAIS EM BODOQUENA**

### **1.1 ASSENTAMENTO SUMATRA**

**Localização geográfica:** a noroeste da sede do município de Bodoquena

**Área total:** 4.719,81 hectares

**Distância da sede:** 35 km da cidade de Bodoquena

**Quantidade de famílias assentadas:** no início foram 135 famílias;

**Atualmente:** 120 famílias

**Tamanho dos lotes:** maior equivale a 39,12 hectares e o menor 14 hectares.

**Hidrografia:**

O assentamento é servido pelos canais fluviais dos: córrego Iguaçu, córrego Lambari, córrego Bahia Bonita, córrego Paca, córrego Pedreira, córrego Tereré, córrego Capim Branco e o córrego Peixe Frito.

O córrego Iguaçu deságua no córrego Peixe Frito;

Os córregos Capim Branco e Seco se confluenciam com o córrego Iguaçu;

O córrego Pedreira se confluencia com o Córrego Lambari; e este, por sua vez, é tributário do córrego Iguaçu.

#### **Habitações/quantidade de famílias:**

**córrego Iguaçu:** 13 lotes

**córrego Lambari:** 04 lotes

**córrego Bahia Bonita:** 13 lotes

**córrego Paca:** 12 lotes

**córrego Pedreira:** 06 lotes

**córrego Capim Branco:** 08 lotes.

**Córrego Peixe Frito:** 14 lotes.

#### **Produção/ Atividades produtivas:**

Agricultura, pecuária, agroindústria.

**Produção agrícola:** abóbora cabotiã, arroz, banana, milho, mandioca, amendoim, feijão, hortaliças em geral. São destinados ao consumo e à comercialização na feira livre do município e no próprio comércio local; alguns produtos são vendidos para fora do município, outros são fornecidos para a Agroindústria dentro do próprio assentamento, onde são transformados em subprodutos e vendidos dentro e fora do assentamento contribuindo para a renda local das famílias. Produzem também cana-de-açúcar para alimentar o gado.

Pecuária: predomina o gado de corte que são vendidos para frigoríficos fora do município, já que o mesmo não possui um. Também há o gado leiteiro que

atende dentro e fora do município com a venda de derivados e do próprio leite, no qual o laticínio busca duas vezes por semana no assentamento.

Cita-se também a criação de suínos e aves, também para subsistência e comercialização.

**IMPORTANTE; Há duas ou mais famílias com mais de cinco lotes; alguns possuem mais de uma família.**

**Todos os lotes são produtivos.**

## **1.2 ASSENTAMENTO CANAÃ**

**Localização geográfica:** a sudoeste da sede do município de Bodoquena

**Área total:** 4.491,2385ha

**Localização da sede:** 25 km

**Quantidade de famílias assentadas:** 237 famílias

**Atualmente:** 272 famílias

**Tamanho dos lotes:** 1 hectare à 57 hectares

#### **Hidrografia:**

O assentamento é servido pelo Rio Salobra e os canais fluviais dos: Córrego Seco, Córrego Azul, Córrego Palhadão e Córrego Limoeiro.

O Córrego Azul confluencia com o Córrego Limoeiro que deságua no Rio Salobra.

#### **Produção/ Atividades produtivas:**

Pecuária, agricultura e atividade turística.

**Produção agrícola:** banana, milho, mandioca, feijão, arroz, hortaliças em geral. São destinados em grande parte

**Figura 1.** Canal sinuoso do córrego Iguaçu



Fonte: Coleta de dados em 2011.

**Figura 2.** Residência no Assentamento Sumatra.



Fonte: Coleta de dados em 2011.



ao consumo local devido às dificuldades de manejo do solo, já que a topografia da região apresenta um relevo muito acidentado. Produz também cana-de-açúcar para alimentar o gado.

**Pecuária:** predomina o gado leiteiro que atende dentro e fora do município com a venda do leite e derivados, o leite é transportado pelo laticínio que busca duas vezes por semana no assentamento.

Desenvolve também a criação de suínos e aves, tanto para subsistência como comercialização.

**Turismo:** A atividade turística desenvolve-se na região do Córrego Azul e Rio Salobra.

**Vários lotes possuem mais de uma família.**

**Todos os lotes são produtivos.**

**Quantidade de família:** 80 famílias

Atualmente: 80 famílias

**Hidrografia:**

A então Fazenda Palmares conta com as bacias hidrográficas do Rio Chapena e Rio do Peixe.

**Produção/ Atividades produtivas:**

Pecuária, agricultura de subsistência.

**Produção agrícola:** Produzem hortaliça, mandioca e frutas destinadas ao consumo.

**Pecuária:** Predomina o gado de corte que são vendidos para frigoríficos fora do município, já que o mesmo não possui um.

### O PROJETO DE ASSENTAMENTO CAMPINA

Limites Geográficos: A área da gleba Campina posiciona-se entre a faixa da rodovia MS-178 a Oeste, canal fluvial do

Figura 3. Residência na bacia do córrego Seco



Fonte: levantamento de campo (2011)

### 1.3 ASSENTAMENTO BARREIRO – ÁREA DA FAZENDA PALMARES (INCRA, 2012)

**Localização geográfica:** a sudoeste da sede do município de Bodoquena

**Área total:** 1.751,2575 hectares

**Localização da sede:** 35 km da cidade de Bodoquena, acesso pela MS-178.

córrego Escondido a Leste, cabeceiras de nascentes formadoras dos canais fluviais dos córregos Campina e Escondido ao Sul e, faixas de domínio do rio Salobra ao Norte. Há ainda o espaço geográfico ocupado pelo conhecido popularmente como Campina I assentado em terras da antiga colônia agrícola Dr. Arnaldo Estevão de Figueiredo.

**Área total:** 2.408,83 hectares.

**Localização da sede:** 9 km da cidade de Bodoquena

**Quantidade de famílias assentadas:** 76 famílias no início

**Tamanho dos lotes:** maior possui 57,40 hectares e o menor possui 11,76 hectares.

**Hidrografia:**

Algumas propriedades são servidas pelos Córregos Campina e o Escondido.

O Córrego Campina não se confluncia com o Córrego Escondido.

É importante ressaltar, especificamente nesse Assentamento, as dificuldades na localização e uso de reservas subterrâneas de águas para atendimento a várias propriedades, desprovidas de águas de fluxo superficial natural.

**Habitações/quantidade de famílias:**

**Córrego Campina:** 72 lotes

**Córrego Escondido:** 04 lotes

**Produção/ Atividades produtivas:**

Agricultura, pecuária, turismo.

**Produção agrícola:** banana, milho, mandioca, feijão, hortaliças em geral. São destinados ao consumo e á comer-

Além da criação de suínos e aves, também para subsistência e comercialização.

**A METODOLOGIA DO CONHECIMENTO COMO RECONHECIMENTO GEOGRÁFICO DO “LUGAR” CAMPINA**

Com a finalidade de oportunizar e melhorar a quantidade e a qualidade do conhecimento acadêmico, as visitas a campo foram organizadas considerando-se:

**I – A FAMILIA E O QUINTAL DA CASA DO ASSENTADO:**

A conversa gira em torno do conhecimento comum quando nos dirigimos à casa de alguém e após os cumprimentos iniciais, teremos, por iniciativa dos moradores ou de nossa curiosidade, procurar saber:

-de que “jeito” é a familia (todos que a compõe e se moram juntos, outros); a casa por dentro (seus cômodos e o que eles contêm);

-Na sequência, como estamos numa casa de área rural, nos parece oportuno conhecer o “quintal” da casa, o que ele contém de área, criatórios, poços, pri-

**Tabela 1.** distribuição do quantitativo de lotes por agrupamentos de áreas.

n° dos lotes	qte.de lotes	classe areal de agrupamento (ha)
01 ao 18; 20 ao 34; 36 ao 42, 56, 57, 59, 60, 62, 64, 65, 67, 69, 71 e 73	51	entre 11 e <16
19, 35, 48, 49, 58, 61, 66, 68, 70, 72, 74 e 75	12	entre 16 e <21
45, 47, 51, 52, 53, 54, e 63	07	entre 21 e <31
43, 44 e 76	03	entre 31 e <41
46, 50 e 55	03	acima de 41

Fonte: Incra/Constop (1997)

cialização na feira livre do município e no próprio comércio local, alguns produtos são vendidos para fora do município. Produz também cana-de-açúcar para alimentar o gado.

**Pecuária:** predomina o gado de corte que são vendidos para frigoríficos fora do município, já q ue o mesmo não possui um. Também há o gado leiteiro que atende dentro e fora do município com a venda de derivados e do próprio leite, no qual o laticínio busca duas vezes por semana no assentamento.

vadas, paióis, hortas (o que planta, se planta o ano todo e quem cuida), outros.

Algo mais que os moradores, por acaso acrescentarem!

**II – A PROPRIEDADE RURAL:**

-Existindo divisão do espaço total, como é essa divisão (plantio, pasto, outros);

-Na topografia do terreno (se predomina área plana; se predomina área inclinada);

**Figura 4 .** Assentamento Campina, desmatamento para utilização de atividades de criação de animais.



Fonte: pesquisa a campo (2012)

-Pedir para falar de erosão (quando ele considera que ela existe; se já existiu na propriedade e em caso positivo como foi cuidada);

-Existência de rio, córrego, riacho, mina d'água, outro (pedir para falar do uso da água; se tem o ano todo; se a desloca para algum outro lugar da propriedade; outros);

-Existência de Reserva Vegetal (tamanho e nomes populares das plantas: árvores, arbustos, planta rasteira; se é utilizada para algum local da propriedade; se no interior dela existe água corrente; outros);

Algo mais que os moradores, por acaso acrescentarem!

### **III – RELAÇÕES COM O PODER PÚBLICO:**

-Tipos de ajudas na esfera federal (legalização da terra, ajuda financeira, insumos, sementes, outros);

-Tipos de ajudas na esfera estadual (ajuda alimentar, ajuda financeira, insumos, sementes, outros);

-Tipos de ajudas na esfera municipal (estradas, escoamento da produção, mer-

cado consumidor da produção, transporte escolar, assistência à saúde, outros);

Algo mais que os moradores, por acaso acrescentarem!

No final de cada visita, com a permissão do proprietário, foi identificada a localização da propriedade, utilizando-se sistema global de posicionamento (GPS), de propriedade da UFMS, permitindo a plotagem cartográfica de cada local visitado.

### **ANÁLISE DOS RESULTADOS**

Estas terras foram divididas em setenta e seis lotes totalizando 54,77% da área e, por se tratar de região de domínio topográfico serrano tem agrupada uma área de 43,57% de reserva legal/preservação, ficando 1,66% ocupados com estradas vicinais e pequeno núcleo urbano (escola municipal).

Das cinquenta e quatro propriedades visitadas, 1/3 delas tem apenas dois moradores e 13% delas tem apenas um morador. Assim 46% das propriedades apresentam indicativos não comuns à ocupação de habitat rural. Buscando estabelecer uma relação entre numero

de moradores com o número de cômodos das casas, verificou-se que 91% das casas forneciam acomodações para no mínimo quatro e no máximo onze moradores. Percebe-se nessa comparação que fica evidente que o esvaziamento humano tem sido um indicador negativo na contextualização do processo de estabilização conhecido como permanência do homem no meio rural.

Outro resultado que chamou a atenção é que na maioria das propriedades procura-se utilizar dos espaços para a produção de hortaliças e lavouras de feijão, milho além de fruticultura. Na cidade de Bodoquena a administração municipal disponibilizou espaço na área urbana para que os produtores rurais dos assentamentos viabilizassem a comer-

menos em mais de 50% das propriedades não há apoio do governo com relação a recursos provenientes dos diferentes tipos de ajuda financeira, fator que se soma a uma problemática que vem se arrastando desde o início do processo de ocupação dos lotes que é o da dívida pra com o INCRA, pois cada propriedade é ciente de que a terra não foi cedida gratuitamente e do débito continua pendente naquele Órgão. Ainda considera-se o benefício do abastecimento de água encanada oriunda de poços semi-artesianos, condição necessária atualmente para que as famílias lá permaneçam. A maioria das propriedades não possui poço comum, uma vez que estão assentadas sobre terrenos afetados por orogenia

**Figura 5.** Assentamento Campina – produção de hortaliças para subsistência e comercialização na “feirinha” da cidade de Bodoquena.



Fonte: pesquisa de campo (2013)

cialização dos seus produtos, o que tem sido feito como “feirinha” aos sábados.

Por outro lado das informações obtidas há também resultados que ora contribui, ora podem se tornar motivos de preocupação aos moradores. Pelo

de dobras assimétricas fragilizando a disponibilidade de reservas de águas e sustentação do nível do lençol freático a baixa profundidade.

Do ponto de vista de entendimento do relevo local pode-se dizer que a existência

de atividade erosiva ainda não merece destaque apesar do domínio de topografia onde o gradiente de inclinação, este sim representando cuidados constantes no manejo das atividades agrícolas como um todo.

Outro quesito da conversa com os moradores demonstrou que todos estão cientes da existência de reserva legal e que este espaço é representado pela área serrana que exerce a função de divisor de águas entre o nível de base do canal do córrego Escondido, com o nível de base do canal do córrego Campina e divisor deste com o nível de base do canal do rio Betione. Trata-se então de área de reserva coletiva, visto que a maioria dos lotes possui área muito pequena para produtividade e fixação dos assentados no meio rural.

Durante a visita às propriedades percebeu-se que a área do assentamento Campina é servida parcialmente pelas águas do canal do córrego Campina cujos principais alimentadores posicionam-se em trechos de topografia elevada ao sul da referida área. Este córrego devido a comportamentos de variação da altura do nível das águas ocorridas sucessivamente no período das chuvas

marcou a topografia de forma a permitir, atualmente, o surgimento de pequenos braços condutores de águas, mas que não se distanciam muito do canal principal, pouco contribuindo e limitando o uso das águas naquele ambiente.

A área do Projeto de Assentamento Campina revela-se tanto aos olhos do Observador como aos julgamentos dos resultados obtidos, que a paisagem apresenta, até então cenários de contemplação harmoniosa das relações entre o homem e o ambiente. Sinais de agressividade ainda pouco representam na escala de riscos. A distribuição espacial das propriedades rurais projeta retratos de um lugar onde todas as possibilidades de avanços agressivos à Natureza começam a permitir a introdução de modelos que os resultados de outras pesquisas têm condenado, quais sejam o de permitir ao Homem sentir-se dono do espaço vivido, sem aprender a conviver com as necessidades naturais daquele espaço. Quaisquer caminhos dentro deste ambiente induzem a predizer que as perspectivas futuras podem tornar o Lugar insustentável às necessidades desse mesmo Homem.

## BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- BRASIL, M. E. P. F. Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária-INCRA. Planta Geral do Parcelamento da Gleba Campina em Bodoquena-MS. Escala 1:20.000, Brasília, setembro de 1997.
- BRASIL, M. E. P. F. Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária-INCRA. Projetos de Assentamentos no Brasil, até 2011. Situação em Mato Grosso do Sul.
- CUNHA, Sandra Baptista e GUERRA, Antônio J. Teixeira (1994). "Geomorfologia – Uma Atualização de Bases e Conceitos". Rio de Janeiro, Editora Bertand Brasil.
- FLORENZANO, Teresa Gallotti. (2002) Imagens de satélite para estudos ambientais. Oficina de Textos. São Paulo.
- GUIMARÃES, V. & CHRISTOFOLETTI, A. (2001) Altas Bacias dos Rios Negro e Taboco/MS: subsídios aos programas de desenvolvimento regional. Mendes, I.A. & Gerardi, L.H.de O. (org). 315:340 – AGETEO/UNESP – Rio Claro.
- MARAFON, G.J. e PESSOA, V.L.S.(Orgs). (2008) Agricultura, Desenvolvimento e Transformações Socioespaciais. Assis Editora. Uberlândia/MG.
- SCHNEIDER, S. (2003) A pluriatividade na agricultura familiar. Porto Alegre: Editora da UFRGS.
- TUAN, Yi – Fu. (1980) – Topofilia – Um Estudo da Percepção, Atitudes e Valores do Meio Ambiente. Editora Difel – São Paulo.
- VEIGA, A. da V. (1994) Diagnóstico do meio físico de bacias hidrográficas: modelo e aplicação – Editora da UFSC, 112 páginas – Florianópolis.

# Qualidade Microbiológica, Físico e Química da água, distribuída para consumo humano no município de Aquidauana-MS

Jenifer Aparecida Almeida Azambuja\*

Dirce Ferreira Luz\*\*

Marcos Paulo Gonçalves de Rezende\*

**RESUMO:** Objetivou-se verificar a qualidade microbiológica, física e química da água de redes de distribuição para o consumo da população do município de Aquidauana-MS. Analisou-se por meio de quatro campanhas nos anos de 2010 e 2011, sendo duas na estação seca (seca1, seca2) e duas na chuvosa (chuvosa1 e chuvosa2), os teores de pH, cor (c), turbidez (TBD), Cloro (Cl), coliformes fecais (CF) e totais (CT), em 13 amostras de água oriundas de endereços representativos do sistema da SANESUL de distribuição de água. Para o tratamento dos dados, utilizou-se o programa Bioestat 5.3, calculando: média, desvio padrão, amplitude, normalidade, variância e correlação. Não houve evidência contra a normalidade de acordo com o teste de Kolmogorov-Smirnov ( $p < 0,05$ ) nas amostras. O C, TBD e pH, obtiveram maiores teores na estação chuvosa, sendo essa superioridade de  $1,73 \pm 1,47$  UC,  $2,66 \pm 1,72$  NTU e  $1,1 \pm 0,75$  respectivamente em relação a seca. Observou-se que nas campanhas da estação seca o pH apresentou valor superior ao máximo permitido pelos padrões de potabilidade vigentes, necessitando de melhor monitoramento. A TBD em uma das 12 amostras analisadas apresentou 6 NTU (chuvosa1) a mais que o máximo permitido, indicando presença de material em suspensão nesse local. O Cl demonstrou comportamento contrário, verificando na estação seca, teores de  $0,70 \pm 0,45$  mais elevados que a estação chuvosa, porém dentro do permitido pela legislação (2,0 mg/L). Dentro os parâmetros físico-químicos, houve apenas diferença significativa ( $p < 0,05$ ) do Cl entre as campanhas. Houve ausência de coliformes nas amostras de água. Houve correlação de magnitude alta entre as duas coletas da estação seca sendo  $r: 0,99$  e baixa entre a chuvosa2 e seca2 de  $r: 0,52$ . Conclui-se que as estações influenciaram apenas no parâmetro Cl, havendo ausência de CT e CF, ao passo que se faz necessário apenas melhor monitoramento do pH para qualificar a água como própria para consumo humano de acordo com as normativas vigentes.

**Palavras-chave:** hidrologia, microbiologia, potabilidade, saúde.

## INTRODUÇÃO

A água é um recurso mineral essencial para manutenção da vida, fornecendo recursos de múltiplas utilizações (LACERDA et al, 2009). Segundo Albuquerque (2001) apesar da grande concentração de água no planeta, a maior parte está localizada em calotas polares, bem como geleiras, inacessíveis para o consumo; dessa maneira a alternativa para abastecimento de água para a população, são por meio de rios, córregos e principalmente de águas subterrâneas.

Para captação nos mananciais, devem se obter as condições definidas na Resolução nº. 20 de 18/06/1986 do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), que classifica as águas doces, salobras e salinas do país. Todavia a água por ser um solvente, pode dissolver variadas substâncias solúveis, o que a torna vulnerável a variados contaminantes químicos e microbiológicos, que podem gerar danos à saúde humana (CAMPOS et al., 2002). Para Silva & Araújo (2003), as principais fontes de poluição são esgoto doméstico e industrial em fossas e tanques sépticos, a disposição inadequada de resíduos sólidos urbanos e industriais, postos de combustíveis e de lavagem e a modernização da agricultura.

Segundo dados obtidos da UNESCO (1999), o consumo de água contaminada é responsável por 34 mil

\*Estudante; Departamento de Biociências; Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, Rua: Oscar Trindade de Barros, Aquidauana, 79200-000, E-mail: marcos\_re\_z@hotmail.com;

\*\*Departamento de Biociências; Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, Rua: Oscar Trindade de Barros, Aquidauana, 79200-000.

óbitos diariamente. Wrege (2000) em suas pesquisas verificou que no ano de 2000 a cada 14 segundos morria uma criança devido à má qualidade da água. Campos et al. (2002) retrata que o controle para manutenção da qualidade da água, se dá através da utilização de recursos tecnológicos, gerando sistemas sanitários de coleta e tratamento de esgoto, evitando que resíduos sólidos entrem em contato com recursos hídricos.

Nesse sentido, o Ministério da Saúde (2007) elaborou leis que integram ações de vigilância da qualidade da água, de modo a garantir à população por meio de um conjunto de ações adotadas pelas autoridades de saúde pública, água que atenda a padrões e normas, que garanta nenhum risco ao consumo desta pela população. Colvara et al. (2009) reporta que no Brasil, a Norma de Qualidade da Água para Consumo Humano, definida na portaria nº 518, de 25 de março de 2004, do Ministério da Saúde, estabelece os valores máximos permitidos para as características bacteriológicas, organolépticas, físicas e químicas para uma água potável.

Nesse ínterim, objetivou-se verificar a qualidade microbiológica, física e química da água de redes de distribuição para o consumo da população do município de Aquidauana-MS.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi conduzido em parceria com a Empresa de Saneamento do Estado de Mato Grosso do Sul (SANESUL), sendo a área amostral cavaletes de residências e escolas públicas localizados na porção central do município de Aquidauana, MS.

Considerando que a partir do momento em que é feita a captação da água do manancial, ela é encaminhada a Estação de Tratamento de Água (ETA), para a realização das análises bacteriológicas e físico-químicas, acompanhou-se coletas de amostra de água realizadas em 13 pontos das redes de distribuição de água, durante 4 campanhas: fevereiro de 2010 (chuvosa1) onde houve a concentração de chuvas nas últimas 24 horas, outubro de 2010 (seca1) onde havia ausência de chuva nas últimas 24 horas. O mesmo procedimento foi realizado em 2011, com coletas em fevereiro (chuvosa2) e outubro (seca2).

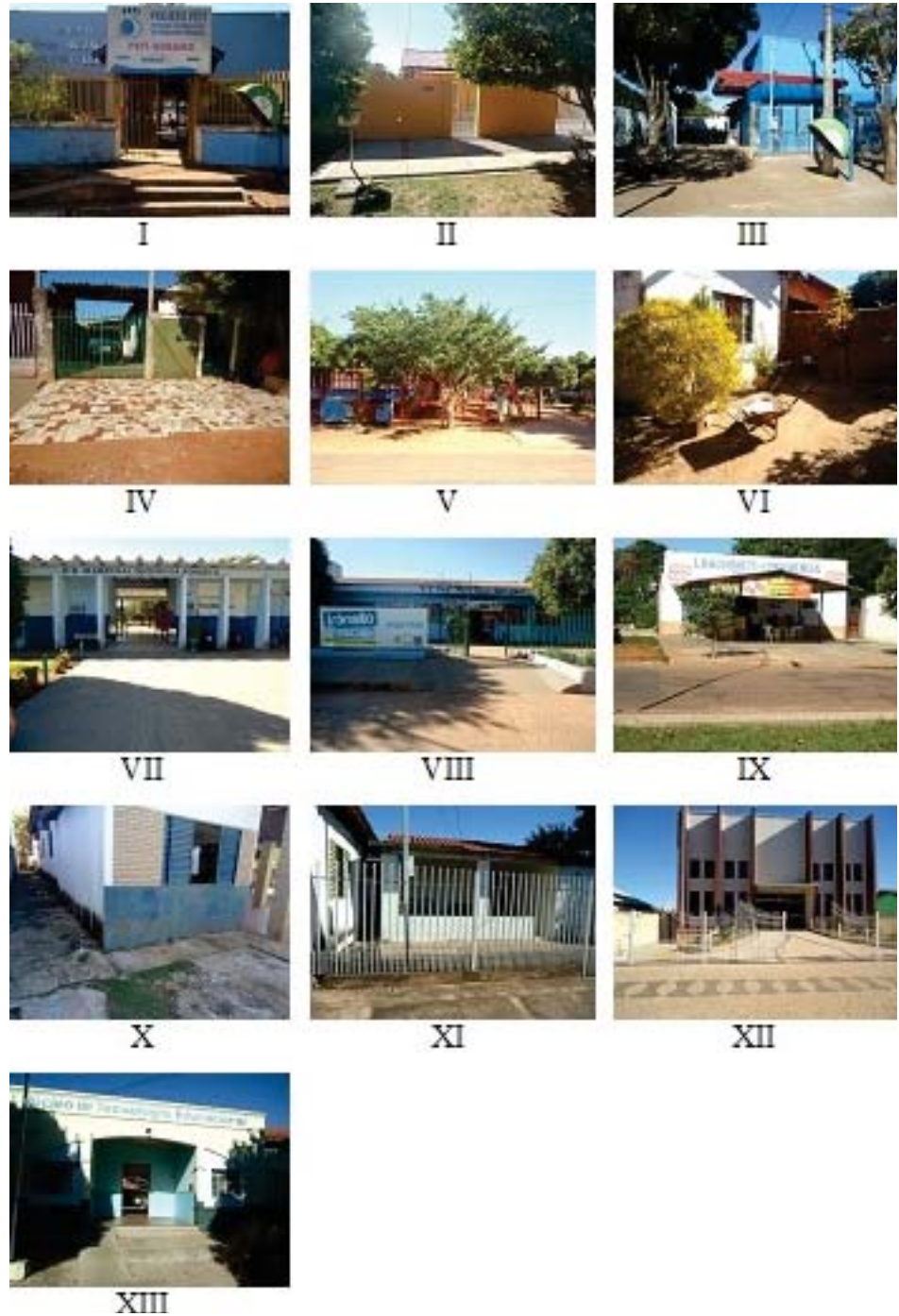
No total foram coletadas 52 amostras de água para análise bacteriológica, o qual dessas apenas em 12 pontos aleatórios analisaram parâmetros físico-químicos, exceto o Cloro que foi realizado nas 52 amostras em vista que o mesmo tem como principal função o combate direto para diminuição dos coliformes na água (tabela 1 e figura 1).

**Tabela 1.** Pontos de coleta nas redes de distribuição de água do município de Aquidauana/MS. 2010/2011.

Ponto	Local de coleta	Parâmetro analisado
I	Rua Bichara Salamene (PETI)	Todos
II	Avenida do Contorno, nº 699	Coliformes e cloro
III	Rua Carlos Ferreira Bandeira SIN (PS)	Coliformes e cloro
IV	Rua Antônio Campelo, nº 698	Coliformes e cloro
V	Rua Francisco Pereira Alves SIN (CAIC)	Coliformes e cloro
VI	Travessa Primavera, nº 26	Coliformes e cloro
VII	Rua Aniceto Rondon SIN (ESCOLA)	Coliformes e cloro
VIII	Rua Marly Russo Rodrigues (ESCOLA)	Coliformes e cloro
IX	Avenida Mato Grosso SIN	Coliformes e cloro
X	Rua Francisco Vieira Coutinho SIN	Todos
XI	Avenida Doutor Sabino, nº 406	Todos
XII	Rua Cassimiro Brum, nº576	Coliformes e cloro
XIII	Rua Estevão Alves Corrêa (ESCOLA)	Coliformes e cloro

\*Todos: pH, cor, turbidez, cloro e coliformes.

**Figura 1.** Locais de coleta de água para análise físico-química e microbiológica, Aquidauana/MS. As imagens seguem o mesmo número da tabela (1) de descrição dos pontos amostrais, 2010/2011.



No momento da coleta da água, utilizaram-se frascos de plásticos etiquetados para armazenar as amostras, acondicionando as em caixas térmicas a temperatura ambiente, para encaminhamento ao Laboratório da SANESUL onde imediatamente procederam-se as análises laboratoriais (figura 2) de acordo com técnicas descritas por Feng et al. (2002), McPherson (1999), Benetti &

Bidone (1993), American Public Health Association (1995).

Para tratamentos estatísticos dos dados utilizaram-se o programa Bioestat 5.3, calculando por campanha a normalidade, média, variância, desvio padrão e coeficiente de variação. Posteriormente com o resultado da normalidade, verificou-se se houve alguma evidência contra normalidade de acordo com o



teste de Kolmogorov-Smirnov ( $p < 0,05$ ). Realizou-se a análise de variância (ANOVA) para verificar se houve diferença significativa pelo teste de Turkey ( $p < 0,05$ ) entre todas as campanhas.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve evidência contra a normalidade de acordo com o teste de Kolmogorov-Smirnov ( $p < 0,05$ ) nas amostras.

justificado pelo valor 0,00 na amostra III. Esses maiores valores de cor nas estações chuvosas, possivelmente se relaciona com o material orgânico que entra nas redes devido o aumento do fluxo de água na cheia durante a captação.

Moura et al. (2009) também verificou maiores valores de cor no período chuvoso, o autor discutiu que tal fato ocorre devido pequenas concentrações de sedimentos que são carregados das redes durante a chuva.

**Tabela 2.** Comparativos dos valores em cada campanha da cor da água da rede de distribuição do município de Aquidauana, MS. 2010/2011.

Pr.	Amostra (UC)	Campanha			
		Chuvosa <sup>1</sup>	Chuvosa <sup>2</sup>	Seca <sup>1</sup>	Seca <sup>2</sup>
Cor	I	1,20	5,00	0,00	0,00
	X	0,00	4,20	0,00	0,00
	XI	0,00	0,00	0,00	0,00
	Média	0,40	3,06	0,00	0,00
	Varição	0,48	7,21	0,00	0,00
	Desvio padrão	0,69	2,68	0,00	0,00
	CV(%)	172,50	87,58	0,00	0,00
	Curtose	2,00	1,99	0,00	0,00
	Normalidade	0,25 <sup>ns</sup>	0,18 <sup>ns</sup>	0,00	0,00

CV%: coeficiente de variação; ns: nenhuma evidência contra a normalidade de acordo com o teste de Kolmogorov-Smirnov ( $p < 0,05$ ).

**Tabela 3.** Variação dos valores em cada campanha da turbidez da água da rede de distribuição do município de Aquidauana, MS. 2010/2011.

Pr.	Amostra (NTO)	Campanha			
		Chuvosa <sup>1</sup>	Chuvosa <sup>2</sup>	Seca <sup>1</sup>	Seca <sup>2</sup>
Turbidez	I	2,23	3,69	0,90	1,54
	X	1,04	3,11	0,89	1,35
	XI	11,0	1,87	0,88	1,42
	Média	4,75	2,89	0,89	1,43
	Varição	29,58	0,86	0,00	0,00
	Desvio padrão	5,43	0,92	0,01	0,09
	CV(%)	114,31	31,83	1,12	6,29
	Curtose	2,00	2,00	2,00	2,03
	Normalidade	0,25 <sup>ns</sup>	0,16 <sup>ns</sup>	0,16 <sup>ns</sup>	0,27 <sup>ns</sup>

CV%: coeficiente de variação; ns: nenhuma evidência contra a normalidade de acordo com o teste de Kolmogorov-Smirnov ( $p < 0,05$ ).

A cor da água (tabela 2), nas amostras coletadas na seca apresentaram valores 0,00, enquanto a chuvosa1 e a chuvosa2 0,40 e 3,06 respectivamente. A análise de coeficiente de variação foi alto na estação chuvosa1, decorrente do valor da amostra I. Com menor proporção, foi verificado o mesmo na chuvosa2,

A turbidez (tabela 3) apresentou comportamento semelhante à cor, sendo os maiores valores verificados nas estações chuvosas. Com relação aos pontos entre cada campanha percebeu-se variação alta apenas na estação chuvosa1, influenciada pelo valor da amostra III. A amostra XI da estação chuvosa1 apresentou índice com valor 11 influenciando no alto valor

do coeficiente de variação da turbidez (chuvosa<sup>1</sup>), sendo 77,02% a mais que os outros dois valores verificados nessa mesma campanha.

Segundo Piveli (2007), esse valor alto na amostra XI deve ser melhor monitorado, pois indica presença de ma-

teriais em suspensão na água, podendo desqualificar esteticamente essa água, pois estará imprópria para o consumo humano. Pinto (2003) reporta que há menor penetração da luz na água, é oriunda de partículas em suspensão.

Dos parâmetros analisados o pH

**Tabela 4.** Variação dos valores em cada campanha do pH da água da rede de distribuição do município de Aquidauana, MS. 2010/2011.

Pr.	Amostra	Campanha			
		Chuvosa <sup>1</sup>	Chuvosa <sup>2</sup>	Seca <sup>1</sup>	Seca <sup>2</sup>
pH	I	7,42	6,13	5,98	5,47
	X	7,23	6,15	5,88	5,54
	XI	7,16	6,12	5,91	5,50
	Média	7,27	6,13	5,92	5,50
	Variação	0,01	0,00	0,00	0,00
	Desvio padrão	0,01	0,01	0,04	0,03
	CV(%)	0,13	0,16	0,67	0,54
	Curtose	2,00	2,09	2,04	2,01
	Normalidade	0,25 <sup>ns</sup>	0,08 <sup>ns</sup>	0,27 <sup>ns</sup>	0,27 <sup>ns</sup>

CV%: coeficiente de variação; ns: nenhuma evidência contra a normalidade de acordo com o teste de Kolmogorov-Smirnov ( $p < 0,05$ ).

**Tabela 5.** Análise de variância do cloro nos pontos de uma mesma estação e entre as estações de redes de distribuição de água do município de Aquidauana, MS. 2010/2011.

Pr.	Amostra	Campanha			
		Chuvosa <sup>1</sup>	Chuvosa <sup>2</sup>	Seca <sup>1</sup>	Seca <sup>2</sup>
Cloro	I	0,50	0,80	1,00	1,20
	II	0,50	1,00	0,80	1,20
	III	0,50	1,00	1,20	1,40
	IV	0,60	1,00	1,60	1,60
	V	0,70	1,00	1,20	1,40
	VI	0,50	1,00	1,20	1,60
	VII	0,40	1,00	1,10	1,60
	VIII	0,00	1,00	1,80	1,60
	IX	0,20	1,00	1,40	1,60
	X	0,60	0,80	1,40	1,80
	XI	1,00	1,00	1,40	1,80
	XII	0,60	1,00	1,40	1,80
	XIII	0,60	1,00	1,60	1,80
	Média	0,51	0,96	1,30	1,56
	Variação	0,05	0,00	0,07	0,04
	Desvio padrão	0,22	0,07	0,26	0,20
	CV(%)	43,13	7,29	20,00	12,82
	Curtose	3,89	4,68	2,56	2,17
	Teste de Normalidade	0,02 <sup>ns</sup>	0,00 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>	0,00 <sup>ns</sup>

CV%: coeficiente de variação; ns: nenhuma evidência contra a normalidade de acordo com o teste de Kolmogorov-Smirnov ( $p < 0,05$ ).

(tabela 4) foi o que obteve maior equilíbrio no geral entre os valores das três amostras em cada campanha. Por meio dos baixos valores do coeficiente de variação, percebeu-se um equilíbrio entre as amostras em cada campanha. Todavia, notam-se que nas amostras coletadas na seca apesar de pouca variabilidade, apresentou uma maior tendência de pH ácido.

Araújo et al. (2011) analisando água coletada na Comunidade Sepé Tiarajú/MS, também identificou oscilações nos valores do pH (4,25 a 7,43), no caso a concentração mínima ficou bem mais próxima do permitido, o autor ainda referiu esse baixo valor a fatores técnicos (instrumentos) na distribuição da água. Já Pinto (2011) verificou maior concentração do pH na estação chuvosa, sendo semelhante aos resultados aqui demonstrados.

O cloro (tabela 5) apresentou maiores valores na estação seca, possivelmente devido a essa estação exigir maior demanda para evitar a

Meyer (1994), reporta que a diminuição do cloro está relacionada ao aumento do pH, sendo essa maior reação vista em temperatura ambiente, onde o tempo de reação do cloro é de décimos de segundo (Van Bremem, 1984).

Schembri & Ennes (2005) reporta que apesar da importância do cloro, o mesmo não apresenta 100% de eficácia para garantir ausência de microrganismos na água. Comparando a presente pesquisa com a de Brasil (2005), percebe-se uma “pequena” semelhança, em vista que o autor encontrou concentrações de cloro acima do permitido em duas amostragem das 4 realizadas. Fernanda e Santos (2007) analisando água em 18 escolas, observou que 77,77% demonstraram concentrações acima do permitido.

De acordo com a tabela 6, apenas o cloro apresentou diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre todas as campanhas (tabela 6), possivelmente oriundo da baixa concentração verificada pela média na estação chuvosa.

**Tabela 6.** Análise de variância entre as médias de cor, turbidez e pH nas estações seca e chuvosa de redes de distribuição de água do município Aquidauana, MS. 2010/2011.

Parâmetro	Cor	Turbidez	pH	Cloro
Média	0,86 AA	3.08AA	6.12AA	1,08 ABCD
F	3,41	1,17	2,24	59,94
(p)	0,07	0,37	0,16	0,00

\*Letras iguais não diferem estatisticamente pelo teste de Turkey ( $p < 0,05$ ).

**Tabela 7.** Amplitude da cor, turbidez e pH de redes de distribuição de água do município Aquidauana, MS. 2010/2011.

Pr.	Unid.	Estação				VMP
		chuvosa1	chuvosa2	seca1	seca2	
Cor	UC	0,40	3,06	0,00	0,00	15
Turbidez	NTO	4,75	2,89	0,89	1,43	5
pH	-	7,27	6,13	5,92	5,50	6.0 – 8.5
Cloro	Mg/L	0.51	0.96	1.30	1.56	0,2 – 2,0

VMP: valor máximo permitido.

proliferação de coliformes. Outro fator é que na estação chuvosa a maior quantidade de material orgânico na rede como visto pela pequena variação do pH, o que deteriora mais rápido o cloro, esse processo pode ser melhor visto ao comparar os valores do ponto VIII entre as campanhas.

Ao analisarmos a amplitude sobre os valores médios de cada campanha, verificou-se que apenas o pH da água foi considerado irregular nas coletas realizadas na seca (tabela 7), o que indica que deve-se ter um melhor monitoramento nessa estação, para controlar essa oscilação do pH. Todavia se não houver nenhum

processo de verificação do que está podendo influenciar nesse valor, essa água se manterá desqualificada para o consumo humano de acordo com órgãos vigentes.

De acordo com a tabela 8, percebeu-se que foram encontrados no geral uma amostra isolada de turbidez fora do padrão, bem como uma de cloro, não sendo proporção relevante, em comparação ao total dos cavaletes analisados. Já o pH obteve proporção bem significativa, sendo 50% fora do padrão, como discutido na tabela 7. Pode-se ainda dizer que valores de pH próximo a neutralidade tenha alguma correlação com processo de diluição na determinada água por conta da grande

pluviosidade, diluindo então esses valores de pH tornando-os não mais ácidos e sim neutros.

Com relação à microbiologia da água, percebeu-se ausência de 100% dos coliformes totais e termotolerantes nas redes de distribuição de água (tabela 9), sendo tal resultado satisfatório para qualificação da qualidade de água fornecido a população.

Leite et al. (2009) analisando a qualidade da água de diversas localidades da UNIVAP, obteve os mesmos resultados, não encontrando nos seus ensaios microbiológicos, qualquer tipo de contaminação microbiana ou fúngica, indicando que a água estava

**Tabela 8.** Frequência simples dos valores de cor, turbidez, pH e cloro encontrados nas amostras de água de acordo com o padrão de potabilidade. 2010/2011.

Parâmetro	Cor	Turbidez	pH	Cloro
Dentro do padrão	12	11	6	51
Fora do padrão	0	1	6	1
Total	12	12	12	52
Frequência dentro do padrão (%)	100	91,66	50	98,07

**Tabela 9.** Ausência ou presença de coliformes totais e termotolerantes nas redes de distribuição de água do município de Aquidauana, MS. 2010/2011.

Ponto	Índice							
	Chuva1		Chuva2		Seca1		Seca2	
	CT	CF	CT	CF	CT	CF	CT	CF
I	A	A	A	A	A	A	A	A
II	A	A	A	A	A	A	A	A
III	A	A	A	A	A	A	A	A
IV	A	A	A	A	A	A	A	A
V	A	A	A	A	A	A	A	A
VI	A	A	A	A	A	A	A	A
VII	A	A	A	A	A	A	A	A
VIII	A	A	A	A	A	A	A	A
IX	A	A	A	A	A	A	A	A
X	A	A	A	A	A	A	A	A
XI	A	A	A	A	A	A	A	A
XII	A	A	A	A	A	A	A	A
XIII	A	A	A	A	A	A	A	A
Total de coliformes	0	0	0	0	0	0	0	0
FAAC (%)	100	100	100	100	100	100	100	100
Fr (%)	25		25		25		25	

\*A: ausência; P: presença; CT: coliformes totais; CF: coliformes termotolerantes. frequência absoluta de ausência de coliformes; Fr (%): frequência relativa de cada campanha em relação ao geral.

**Tabela 10.** Análise de similaridade das amostras por meio do ranking do coeficiente de correlação de Pearson. 2010/2011.

	Chuvosa1	Chuvosa2	Seca1
Chuvosa2	0,68		
Seca1	0,70	0,64	
Seca2	0,76	0,63	0,99*

\*H0: rejeitado a 5%.

em conformidade com as legislações vigentes.

Alves (2007) estudando bactérias na água de abastecimento da cidade de Piracicaba identificou bactérias na água das redes, sendo o período chuvoso, o mais crítico. O mesmo foi verificado por Ramos et al. (2008) pesquisando sobre a qualidade microbiológica da água consumida pela população do Distrito do Sana, Macaé/ RJ, onde houve ocorrência de bactérias do grupo coliformes termotolerantes na água em todas as estações do ano.

Carvalho (2009) avaliando a qualidade físico-química e microbiológica da água de um campus universitário de Ipatinga/ MG, condenou a água de acordo com os resultados obtidos nas suas análises das amostras de água dos bebedouros em relação às bactérias heterotróficas, de acordo com a Portaria n. 518/2004 do Ministério da Saúde, ou seja, estão impróprias para o consumo humano.

Por meio do coeficiente de correlação de Pearson (tabela 10), percebeu-se maior correlação entre as estações secas, indicando que as mesmas obtiveram comportamento semelhante em relação às oscilações dos parâmetros analisados.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui por meio dos resultados que as estações secas e chuvosas influenciam nos valores de cor e turbidez, sendo maior na chuvosa, devido à dispersão de material em suspensão, possivelmente entrados nas redes devido à pluviosidade.

As amostras de água nas duas campanhas na seca, apresentaram concentração do pH abaixo do permitido, sendo necessário um maior monitoramento nas redes de distribuição para identificação do que pode está influenciando nesse valor. O cloro e a turbidez apresentaram apenas uma amostra fora do padrão permitido, sendo considerado um fato isolado, pela baixa proporção entre todas as amostras, porém também se sugere um monitoramento nesses pontos amostrais para identificação do que pode estar influenciando nesse valor.

A SANESUL demonstrou eficiente quanto ao controle de coliformes nas redes de distribuição de água, havendo ausência de coliformes tanto totais como termotolerantes nas 52 amostras analisadas. Portanto, a qualidade da água tratada pela SANESUL no município de Aquidauana pode ser considerada satisfatória no ponto de vista microbiológico, quanto aos parâmetros físico-químicos foram detectadas algumas amostras que não atenderam aos padrões permitidos para turbidez, pH e cloro.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, S.A. Cartilha ecológica: educação ambiental. Curitiba: Educarte, 2001.

ALVES, M.C.; SUZUKI, L.G.A. & SUZUKI, L.E.A.S. Densidade do solo e infiltração de água como indicadores da qualidade física de um latossolo vermelho distrófico e m recuperação. Revista Brasileira de Ciências do Solo, v.31, p.617-625, 2007.

- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. Standard methods for the examination of water and wastewater. 19 ed. New York, 1995. 1134 p.
- ARAÚJO, G. F. R.; TONANI, K. A. A.; JULIÃO, F. C.; CARDOSO, O. O.; ALVES, R. I. S.; RAGAZZI, M. F.; SAMPAIO, C. F.; SEGURA-MUNOZ, S. I. Qualidade físico-química e microbiológica da água para o consumo humano e a relação com a saúde: estudo em uma comunidade rural no estado de São Paulo. *O Mundo da Saúde*, São Paulo: v.35, n.1, p.98-104, 2011.
- BENETTI, A., BIDONE, F. O meio ambiente e os recursos hídricos. In: TUC – CI, C. E. M. Hidrologia: ciência e aplicação. São Paul: Edusp, Cap. 22, p. 849 – 75, 1993.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Inspeção sanitária em abastecimento de água / Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde. – Brasília : Ministério da Saúde, 2005.
- CAMPOS, J. A. D. B.; FARACHE FILHO, A.; FARIA, J. B. Qualidade sanitária da água distribuída para o consumo pelo sistema de abastecimento público da cidade de Araraquara – SP. *Alim. Nutr.*, São Paulo, v.13, p.117 – 129, 2002.
- CARVALHO, D. R.; FORTUNATO, J. N.; VILELA, A. F.; BADARÓ. Avaliação da qualidade físico-química e microbiológica da água de um Campus Universitário de Ipatinga – MG. *NUTRIR GERAIS – Revista Digital de Nutrição*, Ipatinga, v. 3, n. 5, p. 417-427, 2009.
- COLVARE, J. G., LIMA, A. S., SILVA, W. P. Avaliação da contaminação de água subterrânea em poços artesanais no sul do Rio Grande do Sul. *Braz. J. Food Technol.*, II SSA, janeiro 2009.
- CONAMA. Livro das Resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA. 1ª ed. Brasília: MMA, 2006. 808p.
- FENG, P.; WEAGANT, D. S.; GRANT, A. M. Enumeração de *Escherichia coli* e as bactérias coliformes. 2002.
- FERNANDEZ, A.T.; SANTOS, V. C. Avaliação de parâmetros físico-químicos e microbiológicos da água de abastecimento escolar, no município de Silva Jardim, RJ. *Revista Higiene Alimentar*, São Paulo, v.21, n.154, p.93-98, 2007.
- LACERDA, L.M.; MOTA, R.A.; SENA, M.J. Qualidade microbiológica da água utilizada em fazendas leiteiras para limpeza das tetas de vacas e equipamentos leiteiros em três municípios do estado do Maranhão. *Arquivos do Instituto Biológico*, São Paulo, v.76, n.4, p.569-575, 2009.
- LEITE, A.; BELO, R. A. S.; KHOURI, S.; ARAKAWA, N. S. Análise físico-química e microbiológica da qualidade da água de diversas localidades da Universidade do Vale do Paraíba – UNIVAP. *Anais do XIII Encontro Latino Americano de Iniciação Científica e IX Encontro Latino Americano de Pós-Graduação – Universidade do Vale do Paraíba*, 2009.
- McPHERSON, L. Chlorine control: controlling the addition of chlorine into a process. *Water Eng. Manage.*, v.3, n.7, p. 30 – 33, 1999.
- MEYER, S. T. O Uso de cloro na desinfecção de águas, a formação de trihalometanos e os riscos potenciais à saúde pública. *Cadernos Saúde Pública*. Rio de Janeiro, v.10, n.1, p.99-110, 1994.
- MINISTÉRIO DA SAÚDE. Inspeção sanitária em abastecimento de água. Série A. Normas e Manuais Técnicos. Brasília /DF • 2007.
- MOURA, A.C.; ASSUMPCÃO, R.A.B. BISCHOFF, J. Monitoramento físico-químico e microbiológico da água do rio Cascavel durante o período de 2003 a 2006. *Arq. Inst. Biol.*, São Paulo, v.76, n.1, p.17-22, 2009.

- PINTO, F. R. Qualidade da água em propriedades rurais da microbacia hidrográfica do Córrego Rico, Jaboticabal – SP. Tese de Doutorado, 2011.
- PINTO, A. Luiz;. Saneamento Básico e Qualidade das Águas Subterrâneas. In: Moretti, Edvaldo C. E Calixto, Maria José M. S. (Org.); Geografia e Produção Regional: Sociedade e Ambiente. Campo Grande–MS, Editora da UFMS; p.11, p.55. 2003.
- PIVELI, R. P. Curso: Qualidade das águas de poluição - AULA 8: Ferro, Manganês e Metais pesados em águas, 2007. Disponível em: <200.144.189.36/phd/LeArq.aspx?id\_arq=734 >. Acesso em 28 maio de 2012.
- RAMOS, G. D. M.; JUNIOR, H. F. M.; SILVA, V. L.; CASTELAN, F. G.; GUERRA, A. F.; FERNANDES, M. M.; GASPAR, A. Qualidade microbiológica da água consumida pela população do Distrito do Sana, Macaé, Rio de Janeiro. Revista do Instituto Adolfo Lutz (Impr.), v.67 n.2, 2008.
- SCHEMBRI, M. C. A. C.; ENNES, Y. M. Deterioração da qualidade da água distribuída: o caso de Belo Horizonte. Anais do 19º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. 2005.
- SILVA, R. C. A.; ARAÚJO, T. M. Qualidade da água do manancial subterrâneo em áreas urbanas de Feira de Santana (BA). Ciência & Saúde Coletiva, Rio de Janeiro, v. 8, n. 4, p. 1019-1028, 2003.
- UNESCO, Água doce: a que preço? O Correio da UNESCO, São Paulo, p. 17 – 36, abr. 1999.
- VAN BREMEM, J., 1984. Water Quality. International Course in Sanitary Engineering. Delft: IHE/International Institute for Infrastructural, Hydraulic and Environmental Engineering. (Mimeo.)
- WREGG, M. A. A ética da água. InformANDES, v.1, n. 96, p.12, 2000.