



**Universidade Estadual de Maringá**  
**Centro de Ciências Humanas, Letras e Artes**  
**Departamento de Geografia**  
**Programa de Pós-graduação – Mestrado em Geografia**

**DINÂMICA FLUVIAL E QUALIDADE DA ÁGUA DA BACIA DE  
DRENAGEM DO RIBEIRÃO MARINGÁ: CONTRIBUIÇÃO PARA O  
PLANEJAMENTO E GESTÃO AMBIENTAL**

**ADILSON RODRIGUES COELHO**

Sob Orientação de  
Prof. Dr. Manoel Luiz dos Santos

MARINGÁ  
2007



**Universidade Estadual de Maringá**  
**Centro de Ciências Humanas, Letras e Artes**  
**Departamento de Geografia**  
**Programa de Pós-graduação – Mestrado em Geografia**

**DINÂMICA FLUVIAL E QUALIDADE DA ÁGUA DA BACIA DE  
DRENAGEM DO RIBEIRÃO MARINGÁ: CONTRIBUIÇÃO PARA O  
PLANEJAMENTO E GESTÃO AMBIENTAL**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação, Mestrado em Geografia como parte dos requisitos para obtenção do título de “Mestre em Análise Ambiental e Regional”.

**ADILSON RODRIGUES COELHO**

Sob Orientação de  
Prof. Dr. Manoel Luiz dos Santos

MARINGÁ  
2007

## DEDICATÓRIA

*Dedico este trabalho ao criador de todas as coisas, aos meus pais: Dulce Rodrigues Coelho e Ivo Maich Coelho, aos meus avós, (in memoriam) Palmira e Julio Antonio, aos meus irmãos, à minha irmã, à minha sogra Maria, à minha esposa Edina e aos meus filhos Jorge Luis e Ivo Antonio. Dedico ainda a todos os Moradores da bacia hidrográfica do ribeirão Maringá.*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente ao Prof. Dr. Manoel Luiz dos Santos, pela orientação, amizade e confiança depositada na realização desse trabalho.

Ao Grupo de Estudos Multidisciplinares do Ambiente (GEMA) por disponibilizar seus laboratórios e equipamentos necessários para realização da pesquisa, bem como a contribuição de professores, funcionários e demais colegas.

Ao acadêmico Eduardo S. de Moraes pelo auxílio na análise da evolução da malha urbana.

Ao Prof. Dr. Nelson Vicente L. Gasparetto, pela amizade e pelas contribuições em todas as etapas deste trabalho.

Ao Prof. Dr. José Candido Stevaux, pela oportunidade de realizar o Estágio de Docência em Geografia.

Ao Prof. Dr. Paulo Fernando Soares pelo ensino de hidrologia prestado nas etapas conclusivas deste trabalho.

A prof. Dr<sup>a</sup>. Marta L. de Souza pela disponibilidade e auxílio nos trabalhos de Pós graduação.

Ao Prof. Dr. Ervim Lenzi do Laboratório de Agroquímica e Meio Ambiente pelo auxílio prestado.

A Geógrafa Maria Moraes (Laboratório de Sedimentologia – GEMA), pelo apoio e pela atenção dispensada aos alunos de Pós-graduação nas atividades do laboratório.

Aos técnicos do Laboratório de Agroquímica e Meio Ambiente Dirseu Galli e Sandra Adriana Ricardo de Mello.

Ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Estadual de Maringá, em especial a Cida, pelo apoio e amizade.

A Prefeitura Municipal de Maringá, que disponibilizou as informações para o desenvolvimento da pesquisa.

A Estação Climatológica Principal de Maringá, que disponibilizou os dados pluviométricos dos últimos 6 anos.

A (CAPES) Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, pela concessão de bolsa de estudos, a qual possibilitou a realização da pesquisa e a participação em cursos de aperfeiçoamento pessoal, como Congressos, Simpósios, Palestras, etc.

Ao criador de todas as coisas. Meus pais, irmãos em especial a Prof. Dr. Dulce Elena Coelho Barros pelo estímulo e revisão gramatical, sobrinhos, minha esposa Edina e meus filhos Jorge Luis e Ivo Antonio, pela compreensão de todas as horas as quais os troquei pelo presente estudo.

## SUMÁRIO

<b>ÍNDICE DE FIGURAS .....</b>	<b>VIII</b>
<b>ÍNDICE DE TABELAS .....</b>	<b>X</b>
<b>LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS .....</b>	<b>XI</b>
<b>ÍNDICE DE GRÁFICOS .....</b>	<b>XIII</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>XIV</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>XV</b>
<b>CAPÍTULO 1 .....</b>	<b>1</b>
<b>INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA .....</b>	<b>1</b>
1.1- OBJETIVOS .....	4
1.2- LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO .....	5
1.3- CARACTERIZAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO MARINGÁ .....	6
1.4- OCUPAÇÃO DA BACIA E OS PROBLEMAS AMBIENTAIS DECORRENTES DA URBANIZAÇÃO .....	10
<b>CAPÍTULO 2 .....</b>	<b>16</b>
<b>MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>	<b>16</b>
2.1- PERFIL LONGITUDINAL DO RIBEIRÃO MARINGÁ.....	23
2.2- ESTUDO DA EXPANSÃO URBANA .....	23
2.3- PRECIPITAÇÕES.....	24
2.4- SEÇÕES TRANSVERSAIS – MEDIDAS.....	25
2.5- VELOCIDADE DO FLUXO .....	25
2.6- VAZÃO .....	26
2.7- NÍVEL DE ÁGUA (LÂMINA DE ÁGUA) .....	26
2.8- CURVA CHAVE DE VAZÃO.....	26
2.9- CORRELAÇÃO PROC CORR.....	26
2.10- METAIS PESADOS .....	27
2.11- CARGA SUSPensa E ARMADILHAS DE SEDIMENTOS SUSPENSOS .....	27
2.12- TRANSPARÊNCIA .....	29
2.13- TEMPERATURA .....	30
2.14- PH, ACIDEZ E ALCALINIDADE .....	30
2.15- OXIGÊNIO DISSOLVIDO .....	30
2.16- CARACTERIZAÇÃO DO USO DO SOLO .....	30
<b>CAPÍTULO 3.....</b>	<b>31</b>
<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....</b>	<b>31</b>
3.1-MONITORAMENTO DA ÁGUA: IMPORTÂNCIA E PARÂMETROS ESTUDADOS .....	41
3.2- VARIÁVEIS LEVANTADAS NESTE TRABALHO E SUA IMPORTÂNCIA .....	44
3.3- CONCENTRAÇÃO DE SEDIMENTOS SUSPENSOS .....	47
3.4- USO DOS AGROTÓXICOS .....	48

3.5- USO DE AGROTÓXICOS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO MORANGUEIRA.....	48
<b>CAPÍTULO 4.....</b>	<b>50</b>
<b>RESULTADOS.....</b>	<b>50</b>
4.1- DINÂMICA DO ESCOAMENTO DO RIBEIRÃO MARINGÁ .....	50
4.2 EXPANSÃO URBANA DO MUNICÍPIO .....	52
4.3- PRECIPITAÇÃO.....	55
4.4- VAZÃO E CURVA CHAVE DE VAZÃO .....	57
4.5- ANÁLISE DA OCORRÊNCIA DOS METAIS PESADOS NO PERÍODO DE OUTUBRO DE 2000 A FEVEREIRO DE 2006.....	59
4.6- O PROCESSO DE DISPERSÃO DA POLUIÇÃO E A AMOSTRAGEM POR ARMADILHAS .....	73
4.7- CARGA SUSPensa HIDROTRANSPORTADA .....	78
4.8- CONCENTRAÇÃO DA CARGA SUSPensa NOS PONTOS DE MONITORAMENTO .....	81
4.9- TRANSPARÊNCIA .....	82
4.10- TEMPERATURA .....	86
4.11- PH ACIDEZ E ALCALINIDADE .....	87
4.12- OXIGÊNIO DISSOLVIDO .....	88
4.13- AMOSTRAGENS DE ÁGUA SUBTERRÂNEA (POÇO SR. ZICO) .....	89
4.14- O USO DO SOLO E APLICAÇÃO DE AGROQUÍMICOS .....	93
<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>95</b>
<b>BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>98</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>104</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Recreação aquática nas águas do Ribeirão Maringá.....	2
Figura 2 – Uso da água do Ribeirão Maringá pela população, para a lavagem de roupas e utensílios domésticos .....	2
Figura 3 – Mapa de localização da área de estudo (adaptado de BIAZIN, 2002). Organização Coelho 2006.....	5
Figura 4 - Córrego Mandacaru, na parte superior direita, junto à mancha urbana de Maringá, onde parcialmente tem suas nascentes. Na parte inferior esquerda, desenvolve-se o ribeirão Maringá. O intenso uso agrícola reservou pequenas manchas de mata nativa extremamente degradada. ....	11
Figura 5 - Aerofotografia mostrando as nascentes do ribeirão Maringá no sitio urbano e o intenso uso agrícola da área rural. Note a pequena ocorrência de áreas vegetadas.....	11
Figura 6 - Instalação de régua no córrego Romeira seção 2 .....	17
Figura 7 - Régua no baixo curso do Ribeirão Maringá .....	17
Figura 8 - Instalação de régua e armadilha sob a ponte do Córrego Mandacaru - seção 3.....	18
Figura 9 - Detalhe da armadilha construída com garrafas PET. Sentido do fluxo para a direita .....	18
Figura 10 - Instalação de régua no curso médio do Ribeirão Maringá - seção 4 .....	18
Figura 11 - Régua instalada na seção 4. Esta seção está situada após a estação de tratamento de esgoto da SANEPAR. Note a coloração da água .....	18
Figura 12 - Instalação de régua próxima a exutória do Ribeirão Maringá - seção 5 .	19
Figura 13 - Instalação de régua na seção 5. exutória do ribeirão Maringá. O fluxo é para o lado esquerdo .....	19
Figura 14 – Cruzamento de estrada no Ribeirão Maringá.....	20
Figura 15 – Assoreamento na margem direita do córrego Romeira.....	20
Figura 16 – Ponte sobre a seção do córrego Mandacaru .....	21
Figura 17 – Ribeirão Maringá após Estação de Tratamento da Sanepar.....	22
Figura 18 – Baixo curso do ribeirão Maringá. Note-se o desenvolvimento de uma planície de inundação em ambos os lados da ponte. A seta indica a seção monitorada do canal.....	22

Figura 19 – Armadilhas de água (metais e sedimentos) .....	28
Figura 20 – Perfil longitudinal da bacia hidrográfica do Ribeirão Maringá (COELHO, 2006).....	51
Figura 21 – Inundação da planície do ribeirão Maringá próxima à exutória, com suas margens ocupadas pelo uso agropecuário e cultivo de milho (época de cheia) 51	
Figura 22 – Mapa de Expansão Urbana da Bacia do Ribeirão Maringá.....	54
Figura 23 - Coloração da água do ribeirão Maringá, antes da estação de tratamento da Sanepar.....	82
Figura 24 - Coloração da água do ribeirão Maringá, após a estação de tratamento da Sanepar, a água escura é provocada por um sensível aumento na turbidez.....	82
Figura 25 - Abundante formação de espumas no ribeirão Maringá (trecho inferior), após a estação de tratamento da Sanepar .....	83
Figura 26 – Poço do Sr. Zico.....	92

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Tabela De Georeferenciamento .....	16
Tabela 2 - Concentrações de metais pesados ( $\mu\text{g L}^{-1}$ ) totais em matrizes ambientais: água, rochas e solos comparadas às da bacia do ribeirão Maringá, segundo Santos <i>et al</i> (2005) .....	32
Tabela 3 - Concentrações totais máximas permitidas de metais pesados, em $\mu\text{g L}^{-1}$ , pH e oxigênio dissolvido (OD), em $\text{mg L}^{-1}$ , em águas naturais, segundo diversos organismos internacionais e normas nacionais (SANTOS <i>et alli</i> , 2005). .....	32
Tabela 4 - Concentração Máxima de Metais Pesados, estabelecida no CONAMA, na resolução nº 20 de 18 de Junho de 1986 e resolução nº 357 de 17 de Março de 2005. ....	39
Tabela 5 - Ocorrência de metais pesados e classificação toxicológica .....	46
Tabela 6 - Levantamento dos agrotóxicos utilizados ao redor da bacia do ribeirão Morangueira .....	49
Tabela 7 - Correlação de Spearman (Vazão vs Carga Suspensa & Vazão vs Concentração de Metais) .....	59
Tabela 8 – Concentração de metais pesados dos cinco pontos de monitoramento..	60
Tabela 9 - Sedimentos coletados pelas armadilhas em 25 de maio de 2005 .....	74
Tabela 10 - Sedimentos coletados pelas armadilhas em 25 de agosto de 2005 .....	74
Tabela 11 - Sedimentos coletados pelas armadilhas em 25 de setembro de 2005 ..	74
Tabela 12 - Sedimentos coletados pelas armadilhas em 25 de outubro de 2005 .....	75
Tabela 13 - Concentração de Metais no mês de maio de 2005 .....	75
Tabela 14 - Concentração de Metais no mês de agosto de 2005 .....	76
Tabela 15 - Concentração de Metais no mês de setembro de 2005 .....	76
Tabela 16 - Concentração de Metais no mês de outubro de 2005.....	76
Tabela 17 - Metais Pesados detectados no Poço do Sr. Zico .....	91

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ANA: Agência Nacional de águas  
CONAMA: Conselho Nacional de Meio Ambiente  
Cfa: Clima sub-tropical  
IAP: Índice de abastecimento público  
IVA: Índice de vida aquática  
APP: Área de proteção permanente  
GEMA: Grupo de Estudos Multidisciplinares do Ambiente  
ETE: Estação de tratamento de esgotos  
UEM: Universidade Estadual de Maringá  
SANEPAR: Companhia de saneamento do Paraná  
ECPM: Estação Climatológica Principal de Maringá  
OD: oxigênio dissolvido  
PROC CORR: Procedure correlation  
SAS: Software  
pH: potencial hidrogeniônico  
INPE: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais  
PET: polietileno  
BIRD: Banco Internacional de Desenvolvimento  
GPS: Sistema de Posicionamento Global  
SIG: Sistema de informação geográfica  
IBGE: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística  
OMS: Organização Mundial da Saúde  
CE: Comunidade Européia  
Zn: Zinco  
Fe: Ferro  
Cu: Cobre  
Co: Cobalto  
Mn: Manganês  
Cr: Cromo  
Ni: Níquel  
Pb: Chumbo

Cd: Cádmió

DQO: Demanda Química de Oxigênio

DBO: Demanda Biológica de Oxigênio

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Precipitação no setor leste (a) e oeste (b) da bacia do ribeirão Maringá de novembro/2005 a março/2006.....	55
Gráfico 2 – Curva chave de vazão .....	58
Gráfico 3 - Ponto 1 – ribeirão Maringá .....	83
Gráfico 4 – Ponto 2 – córrego Romeira.....	84
Gráfico 5 – Ponto 3 – córrego Mandacaru .....	84
Gráfico 6 – Ponto 4 – ribeirão Maringá.....	84
Gráfico 7 – Ponto 5 – ribeirão Maringá.....	85
Gráfico 8 – Concentração de metais pesados totais no poço do Sr. Zico .....	91

## RESUMO

A cidade de Maringá está localizada no divisor de águas entre as bacias dos rios Pirapó e Ivaí. As bacias hidrográficas ocorrentes no município são constituídas de sub-bacias de pequena ordem da bacia do rio Pirapó (ribeirão Maringá e ribeirão Morangueira, quadrante norte do município) e da bacia do rio Ivaí (ribeirão Pingüim, quadrante Sul). As cabeceiras dessas drenagens estão dentro do sítio urbano, sendo que o seu desenvolvimento se dá em direção às áreas rurais. Uma consequência desta situação peculiar é a forte vulnerabilidade dos recursos hídricos do município ante os agentes poluentes produzidos pela atividade antrópica, recebendo efluentes produzidos tanto da cidade quanto da área rural. A degradação ambiental, daí resultante, é facilmente reconhecida mesmo após uma rápida observação. Dentro das drenagens tem-se a ocorrência de lixo e de compostos químicos orgânicos e inorgânicos que provocam, em certas épocas do ano, visíveis alterações na qualidade da água. Este estudo analisa as características geoambientais da bacia hidrográfica do Ribeirão Maringá, por intermédio da integração de dados físico-químicos da água, de geomorfologia de base e das características de ação antrópica. A produção de sedimentos na bacia foi monitorada por intermédio da concentração de carga sedimentar hidrotransportada nos pontos fixos de coleta. Apresenta as características da bacia hidrográfica do ribeirão Maringá, contemplando os aspectos biótico, abióticos e antrópicos que se inter-relacionam na bacia, a fim de entender as dinâmicas que regem esses processos físico-químicos e suas implicações com a urbanização da bacia. Neste sentido, ao longo de seis anos, foram coletadas amostras de água em cinco pontos de monitoramento na bacia. Analisou-se mensalmente a variação das características físico-químicas da água e a concentração dos metais pesados Cd, Pb, Cr, Fe, Cu, Mn, Zn, Ni e Co. Procurou-se correlacionar os diferentes teores de metais com as diferentes taxas de precipitação e vazão dos cinco pontos monitorados, com relação ao uso e ocupação do solo. Nas coletas foram medidos: pH, temperatura, transparência, oxigênio dissolvido. A carga de sedimentos nos pontos amostrados foi submetida à análise granulométrica e comparada às vazões que a carreiam, utilizou-se de curva chave de vazão, percebeu-se que os sedimentos com diferentes granulometrias distribuem-se de forma não homogênea ao longo da coluna d'água. Pelos resultados conclui-se que os metais pesados impactam a bacia ultrapassando os limites da resolução CONAMA 357/2005, em consequência da atividade antrópica exercida na mesma.

**Palavras-chave:** Qualidade da água, planejamento ambiental, bacia hidrográfica.

## ABSTRACT

Maringá City is located in the water divisor within the basins of the rivers Pirapó and Ivaí. The existing hydrographic basins in the municipality are constituted by small order sub-basins of the river Pirapó basin (Maringá riverside and Morangueira riverside, North quadrant of the city) and of the river Ivaí basin (Pingüim riverside, South quadrant). The heads of this drainage are inside the urban site, being their development towards the rural areas. A consequence of this peculiar situation is the strong vulnerability of the city's water resources facing the polluting agents produced by anthropic activity, receiving effluents produced both in the city as well as in the rural area. The environmental degradation, resulting from this, is easily recognized even after a brief observation. In the drainage there is the occurrence of garbage together with organic and inorganic chemical compounds which induce, in certain times of the year, visible alterations in water quality. This study analyses the geoenvironmental characteristics of the hydrographic basin of Maringá riverside through the integration of water physicochemical data, base geomorphology, and characteristics of anthropic action. The production of sediments in the basin was monitored through the concentration of sedimentary load hydrotransported in the fixed points of the sampling collection. It presents the characteristics of the hydrographic basin of Maringá riverside, contemplating biotic, abiotic and anthropic aspects which inter-relate in the basin, in order to understand the dynamics that rule these physicochemical processes and their implications in the basin urbanization. Hence, during six years, water samples were collected in five monitoring points of the basin. The variation in water physicochemical characteristics was evaluated monthly as well as the concentration of the heavy metals Cd, Pb, Cr, Fe, Cu, Mn, Zn, Ni, and Co. The different metal percentages were related to the different rates of precipitation and flow in the five monitored points, concerning the use and soil occupation. In the sample collections the following were measured: pH, temperature, transparency, dissolved oxygen. The sediment load in the sample points underwent granulometrical analysis and compared to the flows that carried it, rating curve flow was used, sediments with different granulometries were distributed heterogeneously along the water column. Through the results, it may be concluded that the heavy metals cause an impact to the basin breaking the limits of CONAMA 357/ 2005 resolution, due to anthropic activity performed in it.

**Key words:** Water quality, environmental planning, hydrographic basin.

## **CAPÍTULO 1**

### **INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA**

Na análise da paisagem como um sistema global, torna-se implícito que os elementos que fazem parte desse sistema participam de uma mesma dinâmica, em que a evolução de cada elemento não pode ser vista de modo separado.

Para Bertrand (1971), a paisagem não é a simples adição de elementos geográficos disparatados. É, numa determinada porção do espaço, o resultado da combinação dinâmica, portanto instável, de elementos físicos biológicos e antrópicos que, reagindo dialeticamente uns sobre os outros, fazem da paisagem um conjunto único indissociável em perpétua evolução.

O aumento demográfico e as necessidades antrópicas começaram a deteriorar e poluir o ambiente de forma preocupante. Assim, nos últimos 50 anos, a humanidade está se conscientizando da necessidade de preservar o ambiente (água, ar, solo). Em diversos países, legislações e normatizações pertinentes, com definições claras destes controles, foram surgindo e estão se aperfeiçoando, visando o uso racional dos recursos naturais. No Brasil estabeleceu-se uma Política Nacional para o Meio Ambiente, na qual, o Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA é o mentor de normas de conduta ambientais para o cidadão, empresa, ou mesmo o Estado (JUNGSTED, 1999).

A bacia do ribeirão Maringá é uma importante bacia da porção norte da cidade de Maringá. O acelerado crescimento do município e a conseqüente ocupação dessa bacia provocam transformações ambientais. Nas observações de campo constatou-se que em diversos pontos da bacia do ribeirão Maringá os resíduos industriais e domésticos estão depositados numa área de recarga do sistema hidrológico. No córrego Mandacarú são despejados esgotos clandestinos de lavanderias e outros tipos de indústrias instaladas às margens do córrego. As populações residentes na bacia usufruem de suas águas para recreação aquática. No ribeirão Maringá existe, a jusante do bairro Moradias Atenas, um local conhecido pelas crianças dessa região como o piscinão. O que mostra a necessidade de recreação da população mais carente e a falta de um projeto de ordem pública, já que o município não oferece, nessa região a esta população, outra opção de

banhos. Nos períodos de verão é normal a ocorrência de crianças pescando e nadando nos córregos contaminados da bacia. Conforme figuras 1 e 2.



**Figura 1 – Recreação aquática nas águas do Ribeirão Maringá**



**Figura 2 – Uso da água do Ribeirão Maringá pela população, para a lavagem de roupas e utensílios domésticos**

Faz-se necessário um estudo que contemple uma análise geoambiental multidisciplinar nessa bacia hidrográfica. Nesse sentido, o presente estudo contribui no conhecimento das características hidráulicas da bacia, estudando a dinâmica da vazão e a variabilidade das características físico-químicas da água em diferentes pontos de monitoramento ao longo da drenagem. Dessa maneira, pretende servir como um estudo piloto para a implantação futura de uma rede de monitoramento para todas as outras sub-bacias hidrográficas do município de Maringá. Esse estudo permitiu obter-se uma correlação entre as atividades desenvolvidas nos sítios urbano e rural que tenham reflexos nas variáveis levantadas no rio principal.

A rede de drenagem se constitui em um dos aspectos do meio físico que melhor representa as condições ambientais de uma região. A análise da qualidade da água exprime as condições do uso do solo, pois existe uma relação direta do uso do solo e da qualidade da água que o drena. Nesse sentido, esta pesquisa apresenta méritos hidrológicos e com reflexos sócio-econômicos.

Os méritos científicos residem em se realizar um estudo sobre as características hidráulicas e os metais hidro-transportados em drenagens do município, relacionando-se a ocorrência de metais pesados e a alteração de parâmetros físico-químicos e uso do solo do ribeirão Maringá. Este estudo possibilita avaliar se estes parâmetros são bons indicadores de alterações geoambientais promovidas pela atividade antrópica.

O mérito sócio-econômico consiste em se obter um resultado aplicável e concreto sobre aspectos ambientais (poluição hídrica) de suma importância para o planejamento ambiental do município, além de dotar o município de Maringá de um conjunto de estações fixas de monitoramento dos ribeirões. Com a continuidade dessa pesquisa, a partir de um monitoramento contínuo, o município terá uma série histórica de dados que permitirão a qualquer momento se reconhecer alterações das características da drenagem e com isso identificar os prováveis focos de contaminação, em razão da malha de amostragens. Permitirão, então, que sejam traçados planos de gestão de recursos hídricos do município que possibilitem o uso sustentável dos mesmos.

O conhecimento da dinâmica atual é fundamental para estudos ambientais nesse ecossistema, pois permite a análise do comportamento do período de cheias do canal e sua inter-relação com a precipitação. Este levantamento permite ainda,

uma comparação com as futuras alterações do regime hidrológico da bacia promovidas pela ação antrópica.

### 1.1- OBJETIVOS

**Objetivo geral:** A partir do monitoramento de variáveis físico-químicas da água, avaliar o grau de degradação da bacia hidrográfica, bem como as características do meio físico (relevo, vegetação, clima) em conjunto com as condições de uso e ocupação do solo da bacia hidrográfica do ribeirão Maringá.

**Objetivos específicos:** Analisar a degradação ambiental produzida pela ação antrópica.

Avaliar o impacto da ocupação e do uso do solo na bacia hidrográfica do ribeirão Maringá, com base nos parâmetros de qualidade da água.

Avaliar, quantitativamente, os metais pesados presentes nas drenagens da bacia hidrográfica.

Medir a quantidade de oxigênio dissolvido, pH, temperatura como indicador geoambientais.

Avaliar a variabilidade da concentração da carga suspensa hidrotransportada em diferentes vazões e o comportamento hidrológico das drenagens.

## 1.2- LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A bacia hidrográfica do ribeirão Maringá está localizada na porção norte do município de Maringá entre as latitudes  $23^{\circ} 16'$  e  $23^{\circ} 26'$  S, e longitudes  $51^{\circ} 55'$  e  $51^{\circ} 61'$  W, conforme mostra a figura n.º 3.

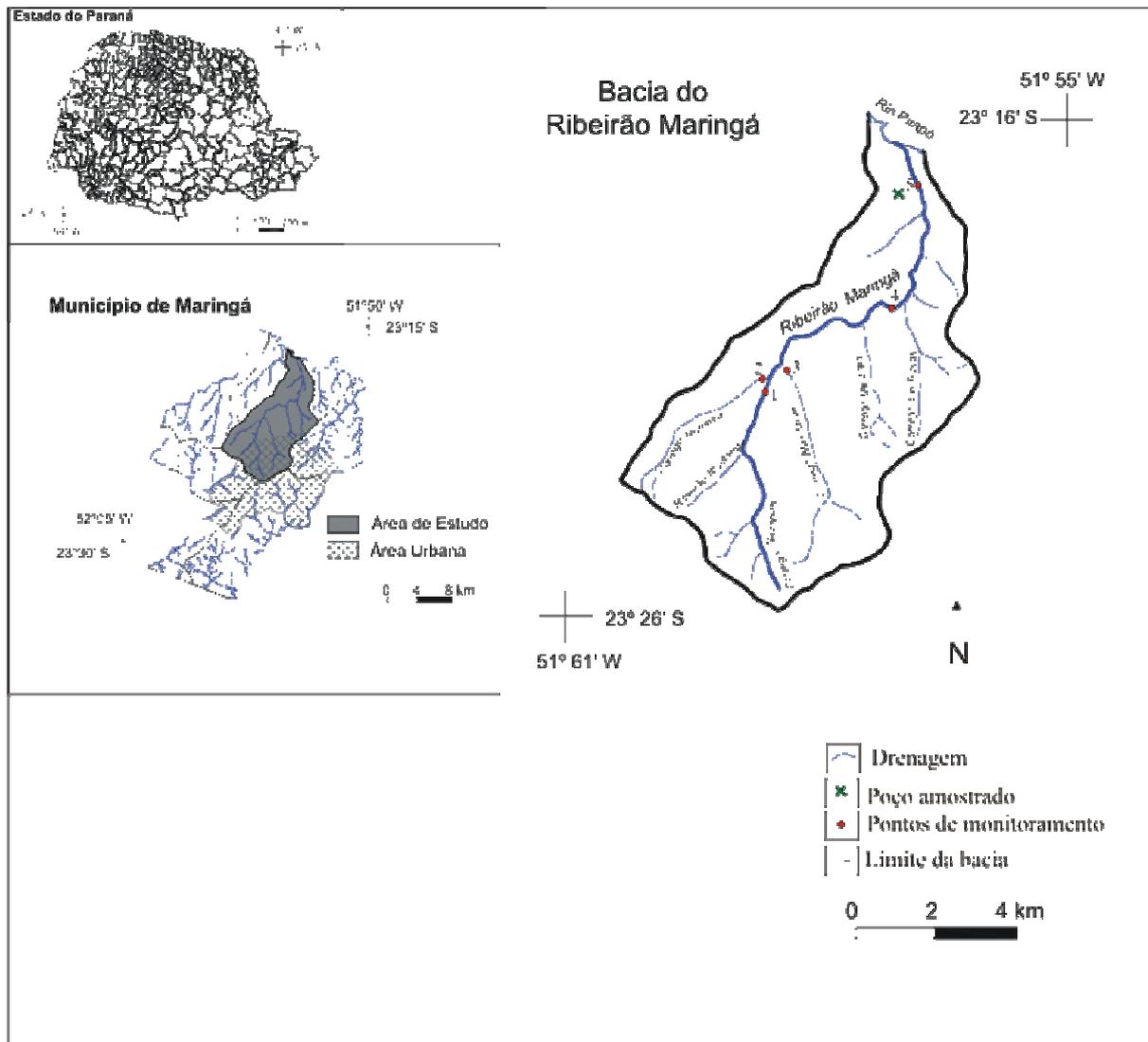


Figura 3 – Mapa de localização da área de estudo (adaptado de BIAZIN, 2002). Organização Coelho 2006.

### 1.3- CARACTERIZAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO MARINGÁ

A bacia hidrográfica se desenvolve sobre as rochas vulcânicas pertencentes à formação Serra Geral (WHITE, 1908), esta formação é composta por rochas vulcânicas principalmente básicas, com cores em geral preta e cinza escura, cinza esverdeada a castanho-escura e tons mais claros quando alterados. Sua textura varia de afanítica a porfirítica, exceto nas porções amigdalóides do topo dos derrames. Em termos mineralógicos destacam-se plagioclásios, piroxênios, anfibólios, opacos e quartzo.

Pinese e Nardy (apud, SALA 2005) descrevem que essa litologia se originou de um extenso evento vulcânico global de natureza fissural que inundou de lavas e recobriu aproximadamente 75% de toda superfície da bacia. Dividem as rochas vulcânicas do Terceiro Planalto paranaense em 3 unidades fundamentais, que podem ser reconhecidas por três tipos litológicos distintos: basaltos e andesitos toleíticos (negros, subfaneríticos, maciços ou vesiculares); riodacitos e riolitos do tipo Palmas (afíricos, com textura “sal e pimenta” e matriz granofírica); quartzo latitos e riolitos do tipo Chapecó (porfiríticos com textura vitrofírica). A de maior distribuição e mais tradicional é de caráter básico representada pelos basaltos.

A região de Maringá está inserida no Terceiro Planalto paranaense, onde também ocorrem preferencialmente rochas vulcânicas. No setor sudoeste, a montante da bacia, próximo a nascente do córrego Romeira, verifica-se a Formação Caiuá. Soares (1980, apud SALA 2005) descrevem essa formação, como constituídas de arenitos finos a médios, seleção regular a boa, arroxeados, estratificação cruzada de grande porte, assentadas discordantemente sobre o basalto. Na confluência do ribeirão Maringá com o rio Pirapó, são encontrados depósitos recentes que acompanham a drenagem da área, formando acumulações inconsolidadas de cascalho, areias, silte e argila de origem fluvial.

As características geomorfológicas, segundo Maack (1981), diz que a topografia da região é composta de suaves platôs com presença de vales mais profundos na direção do rio Ivaí, que, ao lado de pequenos espigões, constituem divisores de água secundários. Não são constatadas linhas de serras elevadas acima do nível geral do planalto, que é cortado por um nível de denudação visivelmente uniforme (Pós Gondwana Neo-Terciário). Abaixo desta linha uniforme,

foi modelada uma paisagem de colinas ou espigões suavemente arredondados durante o Neo-Terciário e Quaternário.

Inserida no Terceiro Planalto Paranaense, a bacia do ribeirão Maringá apresenta os interflúvios longos com centenas de metros de comprimento e topos suavemente arredondados de altitude não expressiva (SALA, 2005).

As características morfológicas de uma bacia de drenagem são importantes, à medida que determinam a maior ou menor rapidez e intensidade com que são sentidos os efeitos das precipitações.

Ao estudar os diferentes tipos de solos, deve-se considerar a influência das variações do relevo na formação da cobertura pedológica. O fator relevo influi, uma vez que a declividade das vertentes é responsável pela maior ou menor infiltração da água pluvial, bem como pela velocidade do escoamento da mesma, em superfície. Assim, se pode dizer que entre outros fatores, a espessura e o grau de desenvolvimento dos solos estão relacionados com a inclinação dos terrenos.

As margens dos córregos monitorados são formados por gleissolo cobertos por solos mais eutroféricos. A bacia apresenta enclaves de solos areníticos, pertencentes à formação caiuíá. O solo lança uma solução de óxido de ferro para a água fazendo com que o aspecto da água sub-superficial, nesses locais, seja de uma cor ferruginosa (amarelo avermelhado).

Observa-se, ao longo das vertentes, formas retilíneas suavemente onduladas, onde o substrato rochoso basáltico, associado ao clima tropical, permitiu a evolução de solos como: latossolo vermelho na parte superior da vertente, nitossolo na parte média e solos apresentando hidromorfia na parte inferior da vertente.

Para Sala (2005), a classe do Latossolo Vermelho de textura média, originados do arenito, encontra-se em uma área restrita a oeste da bacia, próximo ao córrego Romeira. E no setor leste da bacia, na parte média a inferior, próximo das pedreiras, verifica-se a presença de solos rasos, formados a partir da associação de Neossolos Litólicos e Cambissolos. Próximo às áreas de várzeas, nesse mesmo setor e na confluência dos corpos d'água tributários com o ribeirão Maringá, também foi verificado a presença de Gleissolos.

Os Nitossolos Vermelhos distroféricos latossólicos fazem parte da classe do quarto nível categórico do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos da EMBRAPA (1999). Esses solos apresentam no horizonte B nítico a presença de cerosidade, assim não atende aos requisitos para o B latossólico, no entanto, o B

latossólico pode ocorrer abaixo do B nítico aproximadamente a 2 metros da superfície. São derivados de basaltos, com textura argilosa ou muito argilosa, estrutura em blocos subangulares, angulares ou prismática moderada ou forte, com superfície de agregados reluzente, relacionada a cerosidade e/ou superfície de compressão EMBRAPA (1999).

O Latossolo Vermelho distroférico e/ou eutroférico derivado do basalto é profundo, contendo uma quantidade elevada de argila, superior a 60% e oxihidróxidos de ferro, possui uma consistência friável, muito plástica e pegajosa quando molhado. Varia de fortemente a bem drenado, embora ocorra variedades que apresenta cores pálidas, de drenagem moderada ou até imperfeitamente drenados, transicionais para condições de maior grau de gleização (EMBRAPA, 1999).

Os Neossolos Flúvicos aluviais (hidromórficos) são solos que apresentam oxiredução de compostos ferruginosos, por se encontrarem próximo aos canais de drenagem, por essa razão são solos gleizados de cores cinza a marrom escuro-avermelhada. Conforme o IAPAR (1984), esses solos também compreendem os solos orgânicos, pouco evoluídos, provenientes de restos vegetais em grau variável de decomposição acumulados em ambientes saturados em água. São solos constituídos por horizonte superficial de coloração escura, devido aos elevados teores de carbono orgânico residual recente.

Os Neossolos Litólicos compreendem solos constituídos por material mineral ou por material orgânico, pouco espesso com pouco desenvolvimento pedogenético, com horizonte A ou O hístico com menos de 40cm de espessura, assentado diretamente sobre a rocha ou sobre um horizonte C, admitindo um horizonte B em início de formação (EMBRAPA, 1999).

Os Cambissolos também são constituídos por material mineral, com horizonte B incipiente abaixo de qualquer horizonte superficial, admitindo a seqüência de horizonte A ou hístico, Bi, C, com ou sem R. O horizonte Bi pode apresentar textura argilosa, podendo ocorrer no perfil ligeiro acréscimo ou incremento de argila do A para o Bi. A estrutura desse horizonte pode se apresentar em blocos, granular ou prismática, em alguns casos também em grãos simples ou maciça. Alguns solos desta classe apresentam características morfológicas similares à da classe dos Latossolos, no entanto apresentam algumas características de solos pouco

evoluídos, como exemplo, 5% ou mais do volume do solo constando de fragmentos de rocha semi-intemperizada (EMBRAPA, 1999).

O clima do Paraná é classificado, segundo Koeppen (1948), como clima Cfa (sub-tropical), com médias térmicas entre 17°C e 19 °C, com pluviosidade média de 1.500 mm/ano e com chuvas bem distribuídas. O clima subtropical úmido abrange o Brasil meridional na porção localizada ao sul do trópico de capricórnio, com predominância da massa tropical atlântica úmida, que provoca chuvas fortes quando do encontro com a massa polar atlântica. No inverno, há freqüência de penetração de frente polar, dando origem às chuvas frontais, com precipitações decorrentes do encontro da massa quente com a fria, ocorrendo a condensação do vapor de água atmosférica.

Um dos fatores determinantes do clima de Maringá, é sua localização na altura do trópico de Capricórnio. Esta posição condiciona a ocorrência de elevadas temperaturas nos períodos de verão. Além desse fator, a condição topográfica do norte do Paraná favorece a penetração dos sistemas atmosféricos tanto tropicais quanto extratropicais, os quais acentuam os valores médios do clima registrados no município (SALA, 2005).

A precipitação média anual varia entre 1.250 a 1.500mm, sendo que no verão apresenta um maior índice pluviométrico, concentrando maior pluviosidade nos meses de novembro, dezembro, janeiro e fevereiro (ECPM, 2005).

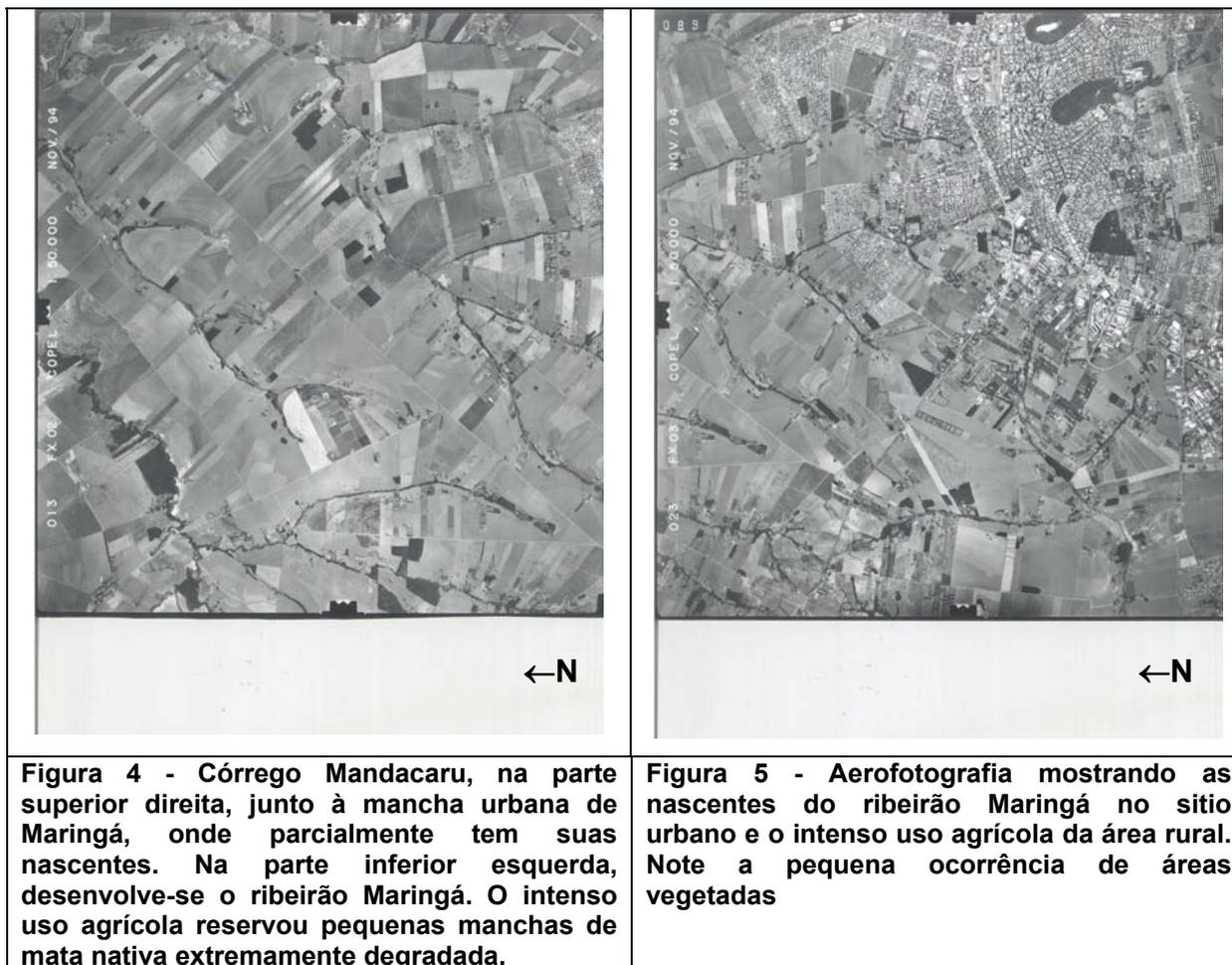
Maack (1981) ressalta que, quando as matas da floresta Estacional Semidecidual estavam presentes em grandes extensões do Terceiro Planalto Paranaense, em especial a região, Norte do Paraná, o clima existente era mais úmido, a mata mantinha uma umidade relativa do ar mais elevada. Com o avanço da colonização e do progresso da região, houve um desmatamento quase total da área, tornando o clima local e microclima mais seco.

A cobertura vegetal apresenta-se segmentada em três compartimentos. Em alguns topos área florestada, com a presença de algumas espécies de vegetação natural típica da floresta estacional semidecidual submontana, que outrora chegou a ocupar grandes extensões dessa área. Na média vertente verifica-se a presença da cultura temporária do soja e trigo. No vale observa-se apenas a presença de gramíneas e algumas espécies arbóreas isoladas, como a Santa Bárbara e leucena.

A bacia hidrográfica do ribeirão Maringá, passa por um intenso processo de aumento na produção agrícola, acelerado desenvolvimento urbano que levou à quase total eliminação da sua cobertura vegetal. Atualmente, encontram-se na área pequenos fragmentos de mata natural em algumas propriedades rurais e em algumas nascentes, sendo que a maior parte dos cursos dos rios se apresentam, totalmente desprotegidas de vegetação marginal, com culturas de grãos ou pastagens chegando até suas margens.

#### 1.4- OCUPAÇÃO DA BACIA E OS PROBLEMAS AMBIENTAIS DECORRENTES DA URBANIZAÇÃO

O uso do solo urbano e rural induz alterações nas características físicas, químicas e biológicas naturais das drenagens nas bacias hidrográficas nas quais estas áreas estão inseridas. Na região de Maringá, o intenso desmatamento promovido a partir da década de 1950 mudou drasticamente as condições naturais das bacias hidrográficas. A cobertura vegetal natural já na década de 1990 não representava 2% da cobertura original, como mostram as figuras 4 e 5. Isso ocasionou uma mudança no padrão da circulação da água, tanto de superfície como subterrânea, promovendo uma maior produção de sedimentos. Parte dos sedimentos produzidos, ficam retidos na bacia hidrográfica (na planície: em terraços e em colúvios e no canal fluvial), e parte deles é carregada pelas drenagens como carga suspensa (principalmente) e de fundo.



As nascentes do ribeirão Maringá e córrego Mandacaru são predominantemente urbanizadas. Esse aspecto modifica-se ao longo do percurso dos ribeirões que constituem a bacia hidrográfica do ribeirão Maringá. A partir do ponto 1 (figura 3), no alto curso do ribeirão Maringá, o uso e ocupação da bacia passa a ser predominantemente rural.

À medida que as vertentes da bacia hidrográfica vão sendo ocupadas, processos como a evapotranspiração, a infiltração e o escoamento superficial vão sendo alterados num sistema cumulativo. Decorrem disso, mudanças no estado energético da água, acumulada no solo na forma de energia potencial, que passa para a forma de energia dinâmica, sendo, por sua vez, afetada diretamente pela impermeabilização do solo nos topos das vertentes da bacia hidrográfica.

A partir das nascentes do ribeirão Maringá (onde o capital impõe-se à geomorfologia das áreas dos mananciais, através dos impactos gerados pela valorização do território), observa-se que as nascentes do ribeirão Maringá foram

aterradas. Nessas áreas são canalizadas as águas pluviais, com a finalidade de aumentar a jazente das cabeceiras das nascentes, estendendo-se a área de terra útil para a ocupação imobiliária. Assim, foram realizadas obras visando minimizar a erosão, através da impermeabilização e tubulação de nascentes que, por ora, demonstram-se intermitentes. Contudo, a erosão continua se acelerando nas descargas das tubulações de galerias pluviais.

As nascentes e seus mananciais tendem a deslocar-se para jazente, conforme o capital investe na exacerbação do uso irregular do solo, em desacordo com as leis ambientais. A mesma situação acontece ao longo dos córregos Mandacaru, ribeirão Maringá, Ibitinga e Romeira, que drenam a bacia hidrográfica do ribeirão Maringá, com uma invasão da área de proteção permanente – APP para os mais diversos tipos de uso do solo. Constata-se que em toda extensão do ribeirão Maringá, da nascente até a sua exutória, existe uma supressão da mata ciliar, que dá lugar ao desenvolvimento urbano, agrícola, industrial e pecuário, somada à avicultura, suinocultura e à piscicultura. A maior parte da bacia é ocupada pela agricultura, com vários tipos de culturas temporárias, cuja rotação do plantio ocorre duas vezes ao ano, podendo ocorrer até três vezes.

A bacia sedia, junto ao ribeirão Maringá, uma ETE (Estação de Tratamento de Esgotos) que lança nas águas deste ribeirão os seus resíduos “tratados”, lodo, espuma, matéria orgânica e carga sedimentar.

O ribeirão Maringá (figura 3) experimenta, desde suas nascentes e ao longo de suas vertentes e drenagens, a contaminação por esgotos clandestinos que, no período da seca, constituem a maior parte da água que escorre nas cabeceiras das vertentes.

O ribeirão Mandacaru (figura 3) sedia o mesmo tipo de ocupação e supressão de nascentes, além de experimentar uma descarga constante de galerias pluviais infectadas por esgotos clandestinos que também aumentam a vazão e o volume de água do mesmo. Cabe a ressalva de que, nas nascentes de ambos, instala-se um processo de desperenização das nascentes agravado, principalmente, pela impermeabilização do solo.

O ribeirão Ibitinga (figura 3) tem suas nascentes fora do perímetro urbano, porém capta as águas pluviais de “lavagem” da rodovia Maringá – Paranavaí. Constatou-se, em outros pontos da bacia hidrográfica, o uso das águas dos ribeirões para dessedentação de animais e piscicultura.

Na confluência desses ribeirões, as vertentes são cultivadas sob o plantio intensificado, mecanizado e com uso intensivo de agrotóxicos. Os peixes resultantes da piscicultura em tanques ali implementada são alimentados pelas águas do ribeirão Ibitinga e vendidos no comércio maringense.

A área do córrego Romeira (figura 3) também é destinada ao agroecossistema, à criação intensiva de aves e suínos, à dessedentação de animais desenvolvidas por meio de utilização de agrotóxicos e insumos agrícolas.

No córrego Mandacaru, no seu médio curso, percebe-se visualmente e através das análises físico-químicas a contaminação de suas águas em desacordo com o artigo 225 da Constituição Federal, que garante ao homem o ambiente equilibrado para o progresso e a vida.

Observou-se no ribeirão Maringá, próximo ao bairro Moradias Atenas, ocupações irregulares, indicando o início de uma favelização nas áreas de preservação permanente. Essas ocupações agravam o desmatamento da vegetação ciliar e dá espaço aos entulhos e descartes sem valor comercial. As famílias que ali residem com suas crianças utilizam-se da água do ribeirão Maringá para consumo, banho e recreação, além de lançarem seus dejetos e lixo domésticos. Essas famílias criam animais e se alimentam da caça e pesca no local, vivendo, portanto, sem as mínimas condições de saneamento necessárias. Observou-se, ainda, que à medida que o sítio urbano cresce, essas famílias e seus animais (cavalos, bois) vão se deslocando para locais com melhores pastagens e, para locais sem legislações específicas ou omissas.

É habitual perceber grandes áreas de descartes de lixo ao longo do ribeirão Maringá e de seus afluentes, como também são freqüentes os depósitos de lixo (vazadouros) em áreas de preservação permanente - APP invadidas e transformadas em áreas de estoque de materiais recicláveis.

No local da confluência do ribeirão Maringá com o ribeirão Pirapó ocorreu, em 1968, segundo proprietário rural da área, a dragagem do ribeirão Maringá. A retificação do canal posteriormente efetuada permitiu o uso e ocupação de antigas lagoas e pântanos. Em consequência disso a sinuosidade do ribeirão foi diminuída, restando diques marginais e lagoas secas como testemunhos.

O canal fluvial do ribeirão Maringá evolui ao longo do seu curso, apresentando-se encaixado desde suas nascentes e, ao receber seus tributários, sua vazão aumenta, e o ribeirão torna-se mais sinuoso, apresentando uma planície

de inundação apenas no seu curso inferior. Nesse local ocorre a interação entre o nível das águas do ribeirão Maringá e o nível das águas do rio Pirapó. Quando o último apresenta um nível elevado em suas águas tende a barrar a descarga da exutória do ribeirão Maringá o que faz com que as águas do ribeirão Maringá se elevem, extravasando-se para a planície de inundação. Assim, as alterações na geometria do canal podem aumentar os eventos de cheia no curso inferior.

Portanto, o capital local, regional e até mesmo global interpenetra de forma aguda os hábitos e os costumes locais e “infesta” a sociedade de mercadorias, por sua vez, substituíveis num piscar de olhos. Esses valores mercadológicos afetam os costumes, as tradições e principalmente os meios de vida com os quais o homem pretende lidar, influenciando no seu modo de envolvimento e relacionamento responsável e desejável com a sua realidade ambiental. Diante disso percebe-se a necessidade de diminuir a pressão socioeconômica nos pequenos córregos a fim de evitar uma total degeneração da bacia hidrográfica.

Nas margens dos ribeirões percebe-se a falência do Estado em lidar com as questões ambientais, evidenciando que nesses locais a Sociedade e Estado estão ainda no sub-desenvolvimento, possibilitando analisar o uso e ocupação da bacia sob a ótica de grandes contrastes.

De acordo com Ab’Saber (1998), se reflete a parcela de responsabilidade global sobre o local, onde os países desenvolvidos devem arcar com uma maior parcela do prejuízo ambiental, à medida que exportam boa parte do lixo tóxico ao fomentarem o uso de seus produtos, sejam agrotóxicos e outras substâncias que compõem os insumos agrícolas. O homem desprovido do conhecimento nega-se a acreditar que as águas e os peixes do ribeirão Maringá possam estar contaminados, deixa a sua racionalidade de lado e utiliza-se deles, assume que consome os peixes, a água, banha-se e defende seu uso, demonstrando resistência a adaptação ao meio em que ele (ribeirinhos) vive. Lembra as capivaras do Tietê, excluídas, segregadas, além de cegas dos seus direitos.

Iniciativas estão sendo tomadas por parte do Estado a longo prazo, no sentido de preservar os remanescentes de mata ciliar, tomando providências no cumprimento das legislações ambientais, leis federais e planos diretores. No entanto, a bacia reflete a forma pela qual se impõe o seu uso e ocupação, modificando sua dinâmica e funcionamento, com uma aceleração no tempo de resposta da bacia frente às precipitações pluviométricas. Pois o rápido processo de

urbanização concorre para o aumento do volume da água de escoamento superficial drenada pela bacia.

## CAPÍTULO 2

### MATERIAIS E MÉTODOS

Foram escolhidas cinco seções transversais dos canais para amostragens de água e sedimento (Figuras 6 a 16). As seções foram localizadas na confluência do ribeirão Maringá com o rio Pirapó e no médio curso do ribeirão Maringá e próximas às confluências com os principais afluentes os córregos Mandacarú, Maringá e Romeira (Figura 3). Cada seção foi georreferenciada e medida sua geometria e área (Tabela 1).

**Tabela 1 – Tabela De Georeferenciamento**

**Localização da área de estudos e pontos de monitoramento, georeferenciamento e perfis transversais**

ponto	localização	altitude	Latitude	longitude	uso e ocupação	seção
1	ribeirão Maringá	445 m	S 23° 22'26,5"	W 51° 58'07,6"	urbano/rural	4,7 m
2	córrego Romeira	420 m	S 23° 21'28,8"	W 51° 57'47,6"	rural	2,9 m
3	córrego Mandacarú	412 m	S 23° 21'24,7"	W 51° 57'19,8"	urbano/rural	4,12 m
4	ribeirão Maringá	401 m	S 23° 20'37,5"	W 51° 56'45,7"	rural	6,22 m
5	ribeirão Maringá	375 m	S 23° 17'23,8"	W 51° 55'03,3"	rural	6,38 m
6	ECPM	480 m	S 23° 25'	W 51° 57'	urbano	
7	pluviômetro	465 m	S 23° 23'10,9"	W 51° 58'04,5"	urbano	

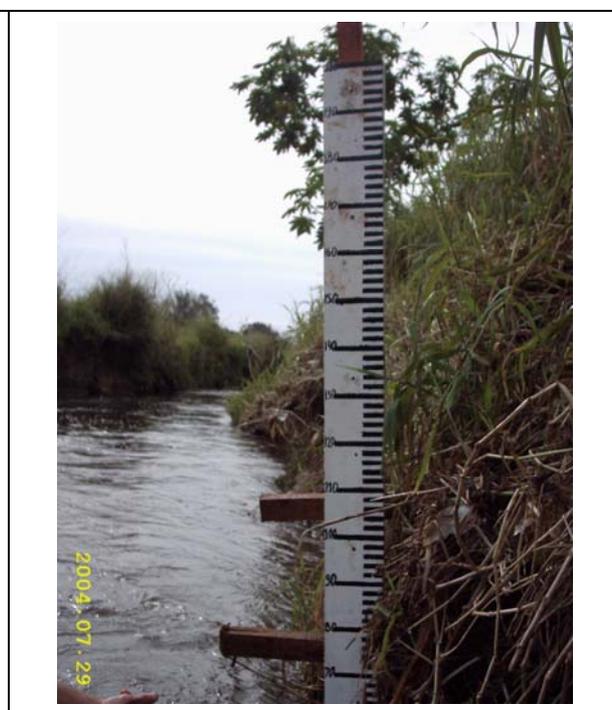
Utilizou-se de um GPS de Sistema portátil para o georeferenciamento dos 5 pontos de coleta, seções e pluviômetros. Posicionou-se o GPS portátil no ponto pretendido, anotou-se a leitura e desligou-se o aparelho por 15 minutos até a próxima leitura. Anotou-se a leitura novamente e desligou-se o aparelho por 30

minutos. Registrou-se a terceira e última leitura, 60 minutos após a segunda leitura, a fim de diminuir a ambigüidade e perceber a leitura com maior precisão.

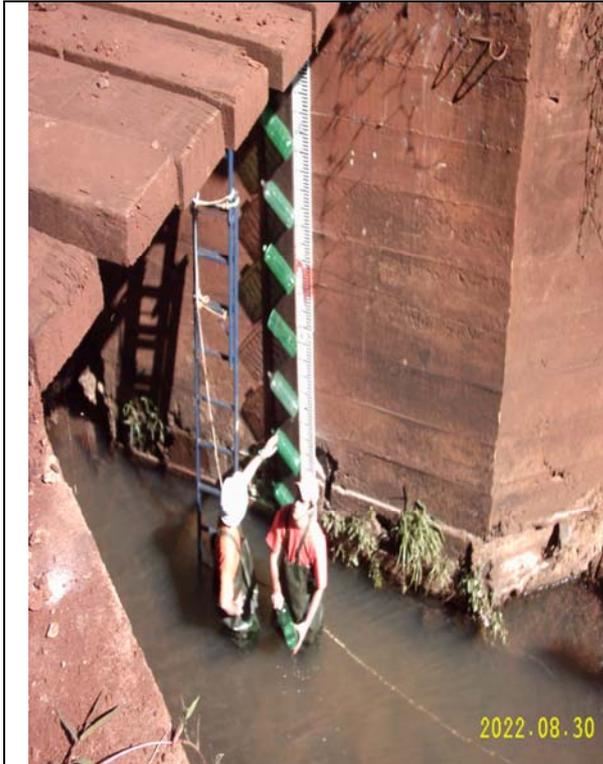
As seções 3 e 4 foram localizadas embaixo de pontes (Figuras 9 a12), para se aproveitar a construção em concreto que mantém inalterada a geometria da seção e, assim, possibilitar a construção de curvas chaves de vazão. A estrutura em concreto também permitiu a instalação de armadilhas para a coleta de água em diferentes vazões em um mesmo evento de cheia (Figura 10). As outras seções foram localizadas no leito natural do canal. Em todas as seções foram instaladas réguas para medição do nível d'água no momento da coleta.



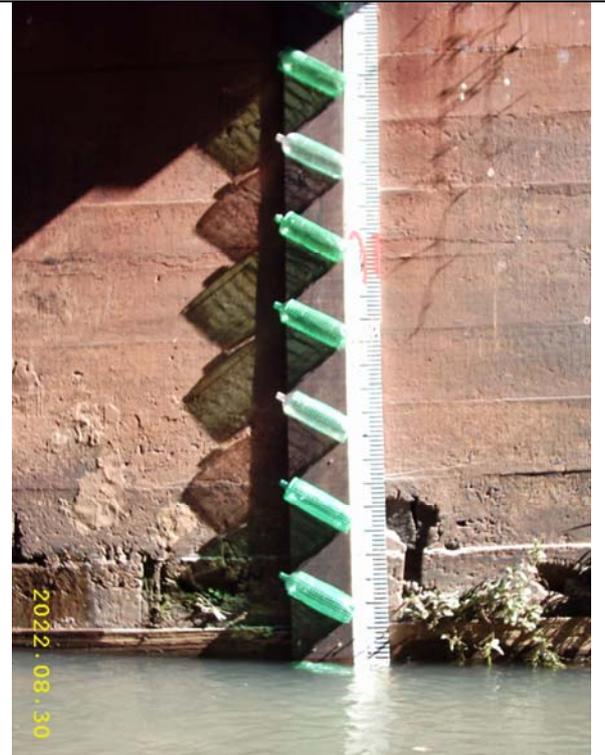
**Figura 6 - Instalação de régua no córrego Romeira seção 2**



**Figura 7 - Régua no baixo curso do Ribeirão Maringá**



**Figura 8 - Instalação de régua e armadilha sob a ponte do Córrego Mandacarú - seção 3**



**Figura 9 - Detalhe da armadilha construída com garrafas PET. Sentido do fluxo para a direita**



**Figura 10 - Instalação de régua no curso médio do Ribeirão Maringá - seção 4**



**Figura 11 - Régua instalada na seção 4. Esta seção está situada após a estação de tratamento de esgoto da SANEPAR. Note a coloração da água**



Para fazer o estudo, foram utilizados dados referentes às características físico-químicas da água, nos cinco pontos de monitoramento nas principais drenagens da bacia hidrográfica do ribeirão Maringá, obtidos por Biazin (2004) no período de outubro de 2000 a junho de 2002 e, pelo pesquisador no período de agosto de 2004 a fevereiro de 2006. Esses dados foram compilados em uma tabela hexaenal, a qual foi submetida a tratamentos estatísticos e comparações da evolução das variáveis físico-químicas dos dois triênios.

Foram realizadas coletas mensais de 2 litros de água, para análise de metais pesados e carga suspensa (no nível de base) das drenagens. As amostragens em todas as seções tiveram como objetivo reconhecer as alterações das variáveis físico-químicas medidas nos diferentes meses dos seis anos de pesquisa.

Um questionário (anexo 1) foi aplicado como forma de avaliar os agrotóxicos usados na bacia, ainda que não tenham sido realizadas análises de agroquímicos. A presença de metais pesados pode indicar a contaminação das águas por agrotóxicos. Os agrotóxicos mais utilizados na região segundo Oliveira *et. ali* (2003b), são: os inseticidas - Azodrim, Metafos, Karate, e da classe dos herbicidas – Round-up, Cobra, Classic, Scepter, Trifluralina, Scorpion e Pivot.

No ribeirão Maringá (ponto 1), perdeu-se a seção após o período de monitoramento, devido a construção de um novo cruzamento de estrada (figura 14). Esta construção exerceu influência sobre o fluxo de água na seção.



**Figura 14 – Cruzamento de estrada no Ribeirão Maringá**

No córrego Romeira (ponto 2), a seção permitiu perceber o assoreamento da margem direita, conforme figura abaixo, apresenta a sua margem esquerda mais baixa que a direita ocorrendo planície de inundação devido a construção de um cruzamento de estrada a jusante da seção. Conforme figura 15.



**Figura 15 – Assoreamento na margem direita do córrego Romeira**

No córrego Mandacarú (ponto 3), local de fixação das armadilhas de água e seção referente a curva chave de vazão, trata-se de uma seção fixa, sob a ponte do ribeirão Mandacarú cujas laterais em concreto não são erodidas e permitem o melhor monitoramento da mesma. Observando-se que no início da chuva ocorre a completa limpeza da seção e após a chuva torrencial ocorre uma pequena sedimentação lateral na margem direita, devido a diminuição da velocidade da água (figura 16).



**Figura 16 – Ponte sobre a seção do córrego Mandacarú**

No ribeirão Maringá (ponto 4), trata-se também de uma seção fixa sob ponte de concreto com detritos e entulhos de concreto descartados na margem esquerda da seção (Figura 17).



**Figura 17 – Ribeirão Maringá após Estação de Tratamento da Sanepar**

No baixo curso do ribeirão Maringá (ponto 5), trata-se de uma seção localizada sob ponte de madeira, local que ocorre o extravasamento das águas para fora do canal principal, ocorrendo assoreamento na margem esquerda da seção e erosão na margem direita da seção, trata-se da última seção antes da exutória do ribeirão Maringá no rio Pirapó (Figura 18).



**Figura 18 – Baixo curso do ribeirão Maringá. Note-se o desenvolvimento de uma planície de inundação em ambos os lados da ponte. A seta indica a seção monitorada do canal.**

## 2.1- PERFIL LONGITUDINAL DO RIBEIRÃO MARINGÁ

A partir da carta base do Município de Maringá, fornecida na escala de 1:50.000, com a equidistância de 20 metros, elaborou-se o perfil longitudinal do curso principal do ribeirão Maringá. Utilizou-se o curvímeter para se obter o comprimento total do ribeirão. As altitudes foram obtidas a partir das curvas de nível da carta base. Posteriormente, os valores adquiridos foram compilados, para gerarem um gráfico que representasse a variação de declividade longitudinal do canal.

## 2.2- ESTUDO DA EXPANSÃO URBANA

Para o estudo da expansão da malha urbana de Maringá na bacia hidrográfica homônima, foram utilizadas três imagens orbitais de duas diferentes resoluções. A primeira do satélite Landsat 5, sensor TM, datada de 27/08/1987 e distribuída pela University of Maryland (<http://glcf.umd.edu/index.shtml>). possui resolução espacial de 30 metros. A segunda imagem, datada de 03/08/2005, é do satélite CBERS 2, sensor CCD com resolução espacial de 20 metros, a qual foi adquirida via Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) por intermédio do site <<http://www.dgi.inpe.br>>. A diferente resolução dessas imagens, segundo Moreira *et al.* (2005), não implica em interferências na análise digital dos alvos desses sensores. Todas operações referentes ao geoprocessamento das imagens foram realizadas no laboratório de geoprocessamento do GEMA, pelo sistema de informação georreferenciado (SIG) ENVI 4.0.

Utilizou-se ainda parte do mosaico Landsat 5 disponibilizada pela NASA (<http://zulu.ssc.nasa.gov/mrsid>) como base para a correção geométrica das duas imagens. No caso de estudos multitemporais como este, faz-se necessário o ajuste das imagens para garantir o mesmo posicionamento dos objetos no espaço, conforme a projeção e o datum. O registro procedeu-se a partir da determinação de 6 a 10 pontos de controle no terreno, buscando uma margem de erro menor que 1 pixel ou 1 RMS. O método de processamento adotado para o ajuste das imagens foi o de convolução cúbica, considerado de maior interesse pela sua relevância com a perda de qualidade visual da imagem (CENTENO, 2003).

As imagens de sensoriamento remoto, em função de diversos fatores naturais e técnicos dos sensores, concentram seus níveis de cinza em pequenas faixas, dentre a variação de 0 a 255 às vezes dificulta a discriminação dos elementos presentes nas imagens. Para suprir essa deficiência e gerar uma imagem com boa visualização foi necessário aplicar técnicas de contraste. Empregou-se, nas imagens, o realce a partir do balanceamento das bandas em modo monocromático, optando-se pelo modo linear de ajuste do contraste, manipulando o histograma adequando-o de forma a encontrar uma boa qualidade de visualização das imagens (LILLESAND, 1994). Isto é possível devido a existência de diversas técnicas presentes em SIG's com o realce de informações texturais, morfológicas e geométricas a partir da manipulação do contraste nas imagens orbitais.

Já o recorte do limite da bacia do ribeirão Maringá foi realizado sobre as imagens a partir do vetor adquirido com a digitalização das cartas topográficas do município de Maringá produzidas pelo IBGE em 1972. O mesmo foi utilizado como base para elaboração do mapa de localização de Maringá.

A classificação de imagens orbitais é dividida em dois modos: supervisionadas e não supervisionadas. Considerando que o trabalho foi realizado em uma área de estudo conhecida, adotou-se o método de classificação supervisionada, pois, assim, as regiões de interesse pertinentes à cada classe constam de maior confiabilidade para o processamento do mapa temático. Constam como métodos de classificação supervisionada: paralelepípedo, distância mínima e máxima verossimilhança. O último foi utilizado devido a maior confiabilidade em generalizações estatísticas dos temas componentes do estudo.

O mapa de expansão urbana foi obtido pela superposição da área do sítio urbano de 1987 com a área do sítio urbano de 2005, obtida a partir de análises das imagens supracitadas.

### 2.3- PRECIPITAÇÕES

A precipitação é medida como a altura de água em milímetros ou lâmina que seria acumulada em uma superfície plana se nenhuma perda ocorresse (PAIVA, 2001).

Para se quantificar a precipitação da bacia no período deste estudo instalou-se um pluviômetro de cunha (PROLAB) de leitura direta na porção oeste da bacia hidrográfica do ribeirão Maringá.

Outros dados de Precipitação foram fornecidos pela Estação Climatológica Principal de Maringá (ECPM), que se encontra localizada na porção leste da bacia hidrográfica do ribeirão Maringá.

Comparou-se os dados obtidos no pluviômetro da ECPM (Estação Climatológica Principal de Maringá) porção leste com os dados obtidos no pluviômetro de Cunha instalado na porção oeste da bacia.

## 2.4- SEÇÕES TRANSVERSAIS – MEDIDAS

Os Perfis Transversais, nos cinco pontos de monitoramento na bacia hidrográfica do ribeirão Maringá, foram obtidos por meio da instalação de estacas de madeira nas extremidades da seção, compreendendo o nível de margens plenas. Como linha referencial para efetuar as medidas foi colocado um fio de nylon nivelado, a partir do qual foram obtidas as alturas de 30 em 30 cm, desde a linha até o leito do canal fluvial.

## 2.5- VELOCIDADE DO FLUXO

No momento da coleta mediu-se a velocidade da água (m/s) dos cinco pontos com molinete fluviométrico, que fornece a velocidade em número de bips por minutos. Para se obter a velocidade em m/s é necessário aplicar equações específicas para esse molinete.

$$N = \frac{N.^{\circ} \text{ bips} \times 10}{60}$$

$$\text{Se: } N \text{ for } \leq 3,103 \rightarrow V = 0,27037 \times N + 0,0068.$$

$$\text{Se: } N \text{ for } \geq 3,103 \rightarrow V = 0,27688 \times N - 0,0134.$$

V = m/s obteve-se as respectivas velocidades em m/s.

## 2.6- VAZÃO

A vazão foi determinada a partir da área das seções de medição e a velocidade em todos os pontos monitorados. A área da seção foi determinada pela medição da largura da seção e de sua profundidade.

$$Q = A \times V$$

Onde:

$$Q = \text{Vazão (m}^3/\text{s)}$$

$$A \rightarrow \text{Área da seção molhada (m}^2\text{)}$$

$$V \rightarrow \text{Velocidade (m/s)}$$

## 2.7- NÍVEL DE ÁGUA (LÂMINA DE ÁGUA)

O nível de água foi medido por meio de réguas limnimétricas instaladas nos cinco pontos de monitoramento. As séries de níveis obtidas, foram transformadas em séries de vazões, utilizou-se das vazões na construção de curva chave da seção do córrego Mandacarú (ponto 3). Esta curva relaciona nível vazão ao longo da coluna de água.

## 2.8- CURVA CHAVE DE VAZÃO

Uma vez obtida a série de níveis e suas respectivas vazões, ao longo da coluna de água no córrego Mandacarú (ponto 3), foram as mesmas relacionadas obtendo-se a curva de vazão para cada nível de água apontado na régua limnimétrica. Nesse ponto a medição das vazões consistiu em determinar a área da seção e a velocidade do fluxo de água em vários pontos distribuídos na vertical dessa mesma seção, tornando possível a construção da curva chave para o córrego Mandacarú.

## 2.9- CORRELAÇÃO PROC CORR

Com o intuito de verificar uma possível correlação entre as variáveis vazão, carga suspensa e concentração de metais, utilizou-se o coeficiente de correlação de

Spearman, denotado pela letra grega  $\rho$ . Esse coeficiente mede o grau de associação linear entre duas variáveis. O valor de  $\rho$  pode variar de  $-1$  a  $1$ , dependendo da relação encontrada: positivamente correlacionada (se uma variável tende a aumentar em grandeza conforme a outra variável também aumenta) ou negativamente correlacionada (se uma variável tende a diminuir conforme a outra variável aumenta). Esses coeficientes foram obtidos utilizando a PROC CORR (Procedure Correlation) do software SAS v.9.

## 2.10- METAIS PESADOS

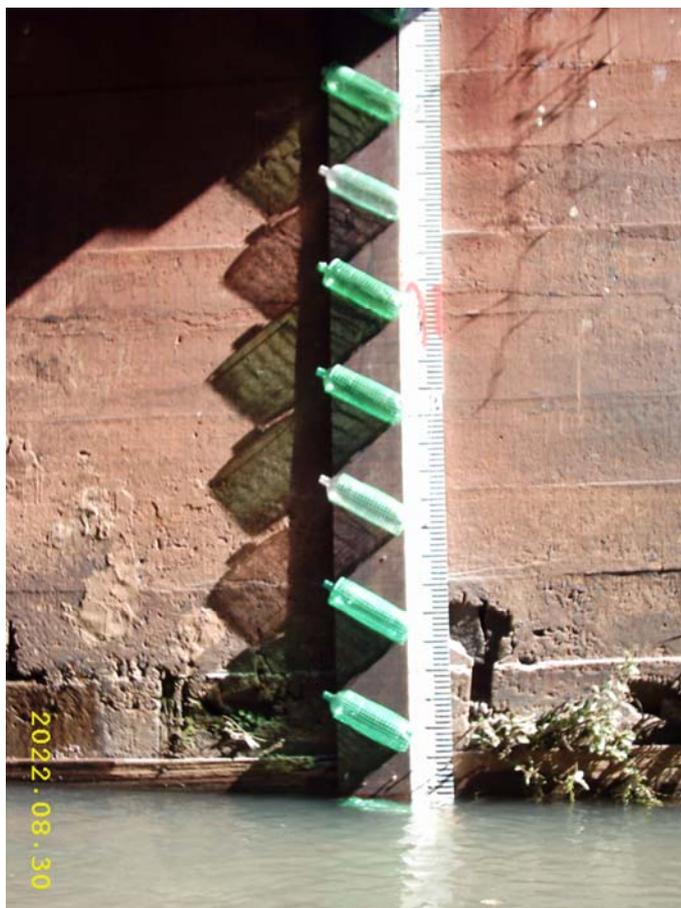
Foram coletados dois litros de água de cada um dos cinco pontos de monitoramento. 500 mL de água de cada um desses pontos foi encaminhada para o laboratório de agroquímica do GEMA/UEM. Do poço do Sr. Zico foram coletadas amostras de água subterrânea, tendo sido 500 mL enviada para o referido laboratório, e submetida à análise dos seguintes metais pesados: Cd, Pb, Cr, Fe, Cu, Mn, Zn, Ni e Co. Para leitura química desses elementos, as amostras foram colocadas em beakers de 500 mL com 5 mL de ácido nítrico em banho-maria, até concentrarem-se em 50 mL através da evaporação. Os valores obtidos foram comparados com a concentração de metais pesados (em mg/L) permitidos pelo CONAMA/2005 (Conselho Nacional do Meio Ambiente). O ácido nítrico é responsável pela queima da matéria orgânica existente nessas amostras. A leitura dessas amostras foi feita pelo espectrômetro de absorção atômica (modalidade chama), que indica a quantidade de cada elemento químico, em mg/L. No momento da coleta foram medidas a temperatura e pH (com um pHmetro de campo), o oxigênio dissolvido (com um oxímetro) e a velocidade do curso da água (com o molinete fluviômetro, em m/s). O uso do solo na bacia hidrográfica do ribeirão Maringá, ao longo desta pesquisa, foi sempre atualizado pelas verificações de campo.

## 2.11- CARGA SUSPensa E ARMADILHAS DE SEDIMENTOS SUSPENSOS

Foi separado um litro de água de cada ponto monitorado, para a análise da Carga Suspensa, por intermédio da filtragem da água por bomba de sucção e posterior secagem e pesagem dos filtros.

Foi instalado no ponto 3 (um aparato, constituído de 10 garrafas pet), fixadas a uma régua e numeradas de baixo para cima, num intervalo de 30 cm. Foram fixadas voltadas para o sentido contrário ao fluxo do ribeirão Mandacaru, para captar água, e com elas os sedimentos nas diferentes alturas da coluna de água. Foram encaminhados 500 mL de água de cada armadilha para análise de metais pesados e 1000 mL para o laboratório de sedimentologia do GEMA.

Posteriormente separou-se a água restante nas garrafas do sedimento retido no fundo das mesmas. A água foi medida no balão volumétrico e os sedimentos foram encaminhados para a estufa por 12 horas para a retirada da umidade, após efetuou-se a pesagem dos sedimentos na balança de precisão, a fim de se obter a carga hidro transportada em g/L (Figura 19).



**Figura 19 – Armadilhas de água (metais e sedimentos)**

## 2.12- TRANSPARÊNCIA

São os materiais em suspensão que tornam a água mais ou menos transparente, o que influi na penetração de luz. Utilizou-se para tanto o *disco de Secchi*<sup>1</sup> em todos os pontos de monitoramento para determinar a quantidade e qualidade da energia que chega a uma determinada profundidade na lâmina da água, verificando a profundidade da zona fótica.

Os procedimentos para leitura da profundidade de desaparecimento visual do *disco de Secchi* são:

- a leitura do desaparecimento visual do disco deve ser efetuada preferencialmente no mesmo local e hora;
- no local selecionado o disco é afundado na parte sombreada da água, preso a uma corda graduada;
- o disco é continuamente afundado até o seu completo desaparecimento;
- após anotar a profundidade de desaparecimento do disco (profundidade 1), este deve ser afundado mais um pouco;
- posteriormente, o disco é levantado até sua completa visualização (profundidade 2);
- a profundidade do desaparecimento visual do disco (transparência da água) é igual ao valor médio das profundidades 1 e 2;
- as leituras devem ser feitas no campo preferencialmente entre 10 e 14 horas. Devem ser evitadas medidas ao amanhecer e ao anoitecer.

---

<sup>1</sup> O *disco de Secchi* foi inventado pelo padre italiano Pietro Angelo Secchi. Foi utilizado pela primeira vez em 1865, durante suas viagens na nave Papal Imaculada Conceição, para medir a transparência da água do mar mediterrâneo. Era, na época, constituído de um pesado disco de metal preso por uma corda graduada afundado na água até seu desaparecimento. Inicialmente foram utilizados discos de diâmetro variado, tendo atingido até 2m. Atualmente são utilizados discos com 20cm de diâmetro. Este pode ser inteiramente branco como utilizado por muitos grupos de pesquisa no Brasil, ou pode ter alternado partes brancas e pretas. Segundo a literatura, este último oferece melhores possibilidades de ser contrastado com a água, sendo a profundidade determinada melhor relacionada com a transparência da água (TOLEDO, TALARICO, CHINEZ & AGUDO, 1983).

O tipo e concentração de matéria em suspensão controlam a transparência da água. Onde matéria e suspensão consiste em silte, argila, partículas finas de matéria orgânica e inorgânicas, compostos orgânicos solúveis, plâncton, e outros organismos microscópicos. Sendo a transparência o limite de visibilidade na água.

No momento da coleta foram levantados dados referentes a:

#### 2.13- TEMPERATURA

Para a obtenção da temperatura da água nos pontos de monitoramento, utilizou-se o aparelho de campo de instrumentação analítica, termômetro DIGIMED, com a leitura efetuada após a estabilização do aparelho.

#### 2.14- PH, ACIDEZ E ALCALINIDADE

O pH da água nos cinco pontos de monitoramento, foi medido com o pHgâmetro de campo Digimed, instrumentação analítica, com a leitura efetuada após a estabilização do aparelho.

#### 2.15- OXIGÊNIO DISSOLVIDO

A concentração de oxigênio nos cinco pontos de monitoramento foi medida com oxímetro da Digimed, instrumentação analítica, pelo Método do Eletrodo de membranas, a leitura foi efetuada após a estabilização do aparelho.

#### 2.16- CARACTERIZAÇÃO DO USO DO SOLO

O uso do solo ao redor dos pontos de amostragem, ao longo da pesquisa, foi sempre atualizado pelas verificações de campo para cada um dos pontos cotados.

### **CAPÍTULO 3**

## **FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

O banco mundial (BIRD, 1993), com base em análise de evolução populacional das cidades brasileiras, (Cenários de Projeção e Perspectivas de Ocupação), concluiu que o nível de degradação ambiental tende a se agravar com o significativo comprometimento dos mananciais, em termos de quantidade e qualidade para abastecimento público. Constatou o aumento do risco de inundações, a disposição inadequada dos resíduos líquidos e sólidos, com reflexos sobre a poluição orgânica doméstica e industrial e inorgânica dos rios. Problemas dessa magnitude e complexidade são verificados em todo o Brasil, em suas regiões metropolitanas e rurais.

Diante desse contexto atual, muitas iniciativas governamentais e não governamentais, caminham no sentido de se viabilizar instrumentos técnicos e legais que possibilitem a recuperação ambiental. Assim, o monitoramento constante dos recursos hídricos se faz necessário, bem como a capacitação institucional para o controle do uso e ocupação do solo e dos recursos hídricos envolvendo as áreas de fiscalização, gestão e planejamento, bem como a mobilização e o ordenamento territorial, disposição adequada de efluentes, mecanismos para a reposição florísticas e recuperação de áreas degradadas. Essas iniciativas envolvem a população em geral, os agentes privados da urbanização e as diversas comunidades de interesses específicos visando a proteção dos recursos hídricos e mananciais de uso prioritário, medidas de conservação e manejo de solos, e a adequação da infra-estrutura.

Para efeito de comparação dos resultados obtidos, foram compilados os dados mostrados na Tabela 2, que mostram a concentração de metais pesados ocorrentes nas três matrizes ambientais: água (DURUM & HAFTTY, 1962), rochas (LEE, 1979; TAYLOR, 1962) e solos (MCBRIDE, 1994).

Para efeito de análise da qualidade da água da bacia hidrográfica do ribeirão Maringá, também foram compilados valores limites de concentração para cada elemento, preconizados pelo CONAMA através da Resolução N° 357/2005-CONAMA, e por organismos internacionais, tais como a OMS – Organização

Mundial da Saúde, Comunidade Européia - CE, etc. Estes dados estão apresentados na Tabela 3.

**Tabela 2 - Concentrações de metais pesados ( $\mu\text{g L}^{-1}$ ) totais em matrizes ambientais: água, rochas e solos comparadas às da bacia do ribeirão Maringá, segundo Santos *et al* (2005)**

Elemento	Concentração total de metais em matrizes ambientais						
	Bacia de estudo		Água		Rochas <sup>(*)</sup>		Solos
	mediana	intervalo	Rios Americanos <sup>(p)</sup>		(F-1)	(F-2)	(F-3)
	( $\mu\text{g L}^{-1}$ )	( $\mu\text{g L}^{-1}$ )	mediana	intervalo	média	média	Intervalo ( $\sigma$ )
		( $\mu\text{g L}^{-1}$ )	( $\mu\text{g L}^{-1}$ )	( $\mu\text{g g}^{-1}$ )	( $\mu\text{g g}^{-1}$ )	( $\mu\text{g g}^{-1}$ )	
Cádmio	nd	nd-11	...	...	0,15	0,2	0,06-1,1
Chumbo	20	13-67	4,0	nd-55	16,0	12,5	10-84
Cobalto	nd	nd-2,0	~0	nd-5,8	23,0	25	1,6-21,5
Cobre	8,0	1,0-100	5,3	0,83-105	70	55	6,0-80
Cromo	nd	nd-4,0	5,8	0,72-84	200	100	7,0-220
Ferro	1.080	90-4.400	300	31-1.670	50.000	56.300	---
Manganês	30	nd-130	20	nd-185	1.000	950	80-1.300
Níquel	nd	nd-6,0	10	nd-71	80	75	4,0-55
Zinco	10	4,0-400	~0	nd-215	132	70	17-125

<sup>(\*)</sup> rochas ígneas. <sup>(p)</sup> Rios da América do Norte (Durum & Hafty, 1962; <sup>(σ)</sup> Intervalo de valores médios; (F-1) Lee (1979); Taylor (1962); (F-3) McBride (1994); nd = não detectado (concentração do metal abaixo do limite de detecção do método)

**Tabela 3 - Concentrações totais máximas permitidas de metais pesados, em  $\mu\text{g L}^{-1}$ , pH e oxigênio dissolvido (OD), em  $\text{mg L}^{-1}$ , em águas naturais, segundo diversos organismos internacionais e normas nacionais (SANTOS *et alii*, 2005).**

Organismo	Metais									Propriedade	
	Cd	Pb	Co	Cu	Cr	Fé	Mn	Ni	Zn	pH	OD
	$\mu\text{g L}^{-1}$									$\text{mg L}^{-1}$	
CONAMA 2005	1	10	50	9	50	300	100	25	180	6,0-9,0	>5
OMS <sup>(*)</sup>	5	50	---	1.000	50	300	100	---	---		
CE**	5	50	---	100	50	300	50	50	100-3.000	6,5-8,5	
França	5	50	---	1.000	50	300	50	50	5.000	6,5-9,0	
EUA	10	10	---	50	10	200	50	---	5.000	6,5-8,5	
Canadá	5	50	---	1.000	50	300	50	---	5.000	6,5-8,5	

Fonte: Adaptação dos dados de Bittencourt e Hindi (2000). <sup>(σ)</sup> Resolução 357/2005-CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente). <sup>(\*)</sup> Organização Mundial da Saúde. (---) Limite não apresentado; CE = comunidade européia

## Metais pesados

Os metais pesados têm uma ocorrência natural, em concentrações variadas, nas rochas e nos solos (tabela 2). Por exemplo, o metal cobre (Cu) pode ser encontrado nas rochas magmáticas, na faixa de  $55 \mu\text{g g}^{-1}$  (TAYLOR, 1962) a  $70 \mu\text{g g}^{-1}$  (LEE, 1979). O solo que resulta da meteorização dessas rochas apresenta o referido metal num intervalo de valores variando de  $6,0$  a  $80 \mu\text{g g}^{-1}$  (MCBRIDE, 1994). Ainda na Tabela 2, observa-se que o mesmo elemento nas águas dos grandes rios da América do Norte foi detectado num intervalo de valores variando de  $0,83$  a  $105 \mu\text{g L}^{-1}$ , com média de  $5,3 \mu\text{g L}^{-1}$  (DURUM & HAFTTY, 1962). A maior ou menor disponibilidade dos metais da rocha e do solo para a solução do solo e para os fluxos de água, depende de uma série de fatores, entre eles: tipo de rocha, agentes físicos, químicos e biológicos atuando no intemperismo, composição do solo (fração mineral e fração orgânica), concentração hidrogeniônica e sua conseqüente atividade, atividade eletrônica do meio, ou simplesmente o potencial elétrico (E) que decide sobre o estado de oxidação do elemento, que o torna mais disponível ou menos disponível. Por exemplo, o  $\text{Fe}^{3+}$  num ambiente arejado, de  $\text{pH} = 7,0$  encontra-se precipitado na forma de  $\text{Fe}(\text{OH})_{3(s)}$ , pois apresenta um produto de solubilidade  $K_{ps} = 4,5 \cdot 10^{-37}$  (Harris, 2001). O  $\text{Fe}^{2+}$ , se existir no mesmo ambiente encontra-se solúvel, pois a concentração de  $\text{HO}^-$  (íons hidroxilos) não é suficiente para alcançar seu  $K_{ps} = 2,2 \cdot 10^{-15}$ . Os milhares de carros que diariamente andam pelas ruas liberam entre outros componentes o óxido de nitrogênio (II) –NO. Este vai para atmosfera e mediante reações fotoquímicas e químicas retorna na forma de  $\text{HNO}_{3(\text{particulado})}$ , o qual em meio aquoso origina  $\text{H}^+$ , que torna o meio mais ácido, liberando ou solubilizando a maioria dos cátions, entre eles, os metais pesados. Portanto, o fato de existir um metal numa matriz qualquer não significa que o mesmo seja solúvel na água (SANTOS *et ali*, 2005).

A água superficial apresenta em sua composição vários elementos químicos, sendo que alguns, em alta concentração, podem ser nocivos à saúde, como é o caso dos metais pesados que, além de toxidez, apresentam efeitos cumulativos nos organismos vivos. Altas concentrações de metais pesados em águas naturais, normalmente estão associadas à ação antrópica desenvolvida tanto no meio urbano, quanto no rural.

O Pb apresenta-se “naturalmente” nas matrizes: rocha, solo e água, porém, em concentrações não poluidoras. A contaminação por chumbo (Pb) provém da ação antrópica, geralmente da poluição ocasionada pelos gases da descarga dos carros, gases industriais e depósitos de indústrias metalúrgicas, encanamentos, soldas, plásticos, tintas, pigmentos, clínicas dentárias, etc. No organismo, esse elemento pode se acumular primeiramente nos tecidos moles (rins e fígado), e, posteriormente, nos ossos, dentes e cabelo. Cerca de 95% do chumbo acumulado se concentra nos ossos. Pequenas quantidades do metal se acumulam na massa cinzenta do cérebro e nos gânglios basais (KLASSEN, 1985).

O cádmio (Cd) é um elemento geoquimicamente raro, cuja concentração está na ordem de traços, isto é, abaixo de ppm ou  $\mu\text{g L}^{-1}$ .

O cromo (Cr) encontra-se naturalmente nas matrizes ambientais não poluídas. A contaminação por esse metal é devida à ação do homem, que o utiliza em indústrias, produção de cromados, na soldadura de aço, no acabamento de metais, curtimento de couros, etc. A presença de teores elevados de cromo na água possivelmente indica uma poluição antropogênica, uma vez que a concentração média deste elemento em águas naturais é de  $0,43 \mu\text{g L}^{-1}$  (BEREZUK, op. cit.). O cromo na forma de sais ou ácido possui uma ação corrosiva na pele.

A presença de níquel (Ni) é natural nas matrizes ambientais não poluídas. A ação antrópica o utiliza em atividades metalúrgicas com diversas finalidades, por exemplo, para dar maior resistência ao aço contra a corrosão. Pode ser encontrado como revestimento de objetos, em moedas, em catalisadores, em baterias (recarregáveis), em materiais magnéticos, em ligas e galvanoplastia. O níquel, quando ingerido em grandes doses, pode ocasionar distúrbios intestinais, afeta nervos, coração e sistema respiratório.

O zinco (Zn) também tem ocorrência natural em matrizes ambientais não poluídas. Apesar do Zn ser um micronutriente necessário à biota, em determinadas condições, ele pode ser considerado como indicador da ação antrópica, isto é, de poluição proveniente de indústrias metalúrgicas, acabamentos de metais, mineração e carvão. Segundo Lewis (1996) e Sax (1979) o índice de toxicidade do zinco é baixo, mas, causa efeitos nocivos ao organismo se o indivíduo ficar muito tempo exposto ao elemento. Esse elemento pode ocasionar úlceras nos dedos, mãos e antebraços, bem como promover falha no crescimento.

O cobre (Cu), encontra-se, “naturalmente” nas matrizes ambientais não poluídas. É um micronutriente necessário à biota que entra no ciclo biogeoquímico natural. O ser humano o espalha no ambiente utilizando-o em produtos industriais como na produção do bronze (liga de cobre com estanho) e do latão (liga de cobre com zinco). Na atividade agrícola é utilizado, principalmente, na forma de  $\text{CuSO}_4$ , como fungicida, no cultivo da uva e no combate à ferrugem do café. O cobre apesar de ser um micronutriente, em doses elevadas, é tóxico para biota. Os derivados do cobre são grandes responsáveis pela contaminação e intoxicação de pessoas. A ingestão de grandes quantidades de cobre pode causar: vômito, dor gástrica, náuseas, anemia, convulsões, danos ao fígado, coma e morte (LEWIS, 1996; SAX, 1979).

O manganês (Mn) tem ocorrência natural nas matrizes ambientais não poluídas. O manganês (Mn) é um micronutriente e participa do ciclo biogeoquímico natural. No referido ciclo, esse elemento é liberado durante a decomposição das plantas e animais. Os microorganismos têm uma função importante na oxidação e redução do manganês. Algumas dezenas de mg L<sup>-1</sup> podem ser encontradas em águas petrolíferas ou águas termais altamente mineralizadas. O ser humano utiliza o manganês combinando-o com outros elementos na produção de pilhas, de agentes oxidantes, na pirotecnia, em catalisadores, desinfetantes, desodorizantes e medicamentos.

O ferro (Fe) é um dos elementos principais das rochas magmáticas básicas. Os processos de intemperismo o liberam da rocha original e o introduzem no ciclo biogeoquímico. Sob a ação do ciclo hidrológico chega aos corpos d'água, seja na forma de íon livre, complexado ou particulado. A ação antrópica o necessita na maioria das suas atividades e engenhos que cria. Por exemplo, na construção civil, estruturas metálicas, máquinas, veículos, ferramentas, pigmentos eletrônicos para televisores, etc. A elevada concentração de Ferro na área estudada está diretamente ligada à composição dos basaltos que afloram na maior parte do Terceiro Planalto e ao cimento ferruginoso do arenito caiuá, que ocorre em uma pequena parte da área deste estudo.

O manejo do solo para produção agrícola promove uma remoção de materiais, principalmente no período em que o solo fica exposto (setembro/dezembro e fevereiro/abril), e com a precipitação, os sedimentos são

escoados até a rede de drenagem (BIAZIN *et al*, 2002). Por isso, a concentração por várias vezes ultrapassou o teor máximo permitido pelo CONAMA.

O cobalto (Co), encontra-se, também, “naturalmente” nas matrizes ambientais não poluídas. O ser humano em suas atividades o utiliza nas indústrias petroquímicas, em catalisadores, na composição de vidros, cerâmicas e esmaltes coloridos. O cobalto é empregado especialmente na produção de ligas magnéticas, também é destinado à fabricação de peças de precisão, de ligas especiais para odontologia, ou como matéria-prima na indústria de cerâmica. É utilizado também em processos de galvanoplastia, na preparação de agentes secantes e na fertilização de pastagens. Esse elemento, mesmo em baixas concentrações, sugere uma contribuição antrópica, a exemplo do que ocorre com o níquel.

### **Potencial Hidrogeniônico**

Na água quimicamente pura os íons H<sup>+</sup> estão em equilíbrio com os íons HO<sup>-</sup> e seu pH ( $\text{pH} = -\log \{H^+\}$ ) é neutro, ou seja, igual a 7. Nas águas da bacia esses valores se situam entre 6 a 8. Alterações desses valores podem indicar contaminação antrópica. O intervalo de pH admitido pela Resolução 357/2005 do CONAMA, para corpos de água de Classe 2, é de 6,0 a 9,0.

### **Oxigênio Dissolvido (OD)**

A quantidade de oxigênio dissolvido (OD) presente na água revela a possibilidade de manutenção de vida dos organismos aeróbios. A escassez de OD pode levar ao desaparecimento de peixes, moluscos, crustáceos e microrganismos necessários ao equilíbrio do sistema hídrico, uma vez que esses organismos são extremamente sensíveis à diminuição do OD de seu meio. As características de turbulência do fluxo do rio e a ocorrência de corredeiras ao longo de seu leito promovem uma aeração natural, permitindo que o rio incorpore, à suas águas, o oxigênio.

### **Transparência da água**

A transparência da água é função da concentração do material particulado (orgânico ou inorgânico) em suspensão na água. A principal parcela dos sólidos suspensos é composta por sedimentos do tamanho silte e argila, que são carreados pelo fluxo. A concentração desses sedimentos na água varia em função da oferta de

sedimentos na bacia hidrográfica, sendo normalmente maior durante o período de chuva. Porém, deve ser levado em consideração que o uso do solo influi na oferta de sedimentos para o canal, através da erosão do material das vertentes. Os estudos de Biazin *et al*, 2004b mostram que nas maiores vazões a água apresenta menor transparência, portanto, com maior concentração de carga suspensa. Por outro lado, em baixas vazões é evidenciado que a transparência da água é maior. A grande transparência da água nos momentos de menor vazão deve estar influenciada pelo uso do solo na bacia, épocas de plantio ou de colheita.

### **Legislação CONAMA e padrões de potabilidade**

A preocupação com a preservação dos recursos naturais para as gerações futuras não está firmada apenas no artigo 225 na Constituição Federativa do Brasil de 1988, inspirada ainda nas legislações espanhola, francesa, alemã, italiana e portuguesa elaborou-se a Lei 9.905/98, para dirimir atos contra o Meio Ambiente. Com a edição da lei dos crimes ambientais, inovações foram firmadas nos aspectos jurídicos- ambiental.

A criação da Agência Nacional de Águas (ANA) foi aprovada pelo Congresso Nacional, em 08 de junho de 2000, e transformada na Lei 9.984 em 17 de julho de 2000. O objetivo da ANA é regular o uso da água dos rios e lagos de domínio da União, assegurando quantidade e qualidade da água para usos múltiplos. Sendo assim, implementa o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos e desenvolve um conjunto de mecanismos jurídicos e administrativos que visa o planejamento racional da água. Com a participação efetiva de governos municipais, estaduais e sociedade civil, esses mecanismos passam a referendar a Lei 9.433/97, conhecida como lei das águas. Essa lei define que o sistema de informações sobre os recursos hídricos é um sistema de coleta, tratamento, armazenamento e recuperação de informações sobre recursos hídricos e fatores intervenientes em sua gestão. Ela estabelece o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos e implementa uma Política Nacional de Recursos Hídricos, para garantir acesso à água aos diferentes setores usuários (abastecimento humano, geração de energia elétrica, irrigação, navegação, abastecimento industrial e lazer, entre outros) .

O ecossistema aquático é extremamente susceptível a sofrer poluições e contaminações resultantes das atividades humanas. Diariamente nos deparamos com a proliferação do desrespeito para com a água. Essa barbárie ocorre de

diversas formas, em lugares distintos do globo. A inconseqüência do uso abusivo da água é uma triste face da realidade, em que a ignorância da população se reflete no desperdício cada vez maior dessa importante fonte de sobrevivência. O esgoto é uma forma visível de contaminação da água. A expansão demasiada de periferias metropolitanas e das indústrias sem o tratamento adequado de seus dejetos, indicam que esse problema tende a se agravar.

Os corpos de água devem ser enquadrados privilegiando o princípio dos usos múltiplos da água. Isso significa que um mesmo rio pode ter ao longo das suas drenagens vários enquadramentos em distintos corpos de água, de acordo com o CONAMA (2005), e com qualidades e usos distintos da água de cada corpo (PAIVA, 2001). O enquadramento total de um rio em uma mesma classe tem sido um equívoco em outras pesquisas, pois o mesmo rio pode apresentar corpos de água distintos que se enquadram em diferentes classes.

Segundo Gastaldini & Mendonça (2001), existem critérios e padrões de potabilidade da água. Os critérios são valores estabelecidos cientificamente que associam concentrações ou níveis de determinados parâmetros e efeitos no ambiente. Padrões são valores limites estabelecidos por lei para serem atendidos num determinado corpo hídrico destinado a um uso específico. Para o estabelecimento dos padrões de qualidade utilizam-se valores determinados pelos critérios. Os padrões de qualidade da água podem ser classificados em: padrão de qualidade da água para determinado uso, como por exemplo abastecimento doméstico, padrão de qualidade do corpo receptor e padrão de lançamento no corpo receptor.

O padrão de potabilidade da água para consumo humano, em vigor no Brasil, é o estabelecido pelo Ministério da Saúde (Portaria nº 36 de 19/01/1990). Esse padrão apresenta requisitos de características físicas e organolépticas, tais como, cor, turbidez, odor e sabor, além de características químicas que distinguem 41 substâncias potencialmente tóxicas, determina características bacteriológicas, para controle de patogênicos, e estabelece limites de radioatividade. Esse padrão, que tem função específica de proteger a saúde humana, é utilizado para água de consumo direto pelo homem. Os padrões de qualidade da água apresentam critérios numéricos ou qualitativos para os parâmetros fundamentais à preservação do uso do corpo de água. Assim, a resolução CONAMA (2005) classifica as águas doces segundo seus usos preponderantes. Os cursos de água devem ter o seu uso

prioritário definido por legislação e o enquadramento das águas estaduais é de responsabilidade dos órgãos estaduais. A partir daí, com base nos critérios de qualidade da água são, estabelecidos limites para todos os parâmetros que interferem com os usos a que são destinados.

Neste trabalho, um dos parâmetros analisados nas drenagens da bacia do ribeirão Maringá é a concentração de metais pesados. Esses elementos têm seus limites máximos de concentração admitidos para a classe 2 de corpos de água pelo CONAMA (tabela 4).

**Tabela 4 – Concentração Máxima de Metais Pesados, estabelecida no CONAMA, na resolução nº 20 de 18 de Junho de 1986 e resolução nº 357 de 17 de Março de 2005.**

<b>Concentração máxima permitida de metais pesados (mg/L)</b>		
<b>Substância</b>	<b>CONAMA 1986</b>	<b>CONAMA 2005</b>
Cobre	0,02	0,009
Cromo	0,05	0,05
Zinco	0,18	0,18
Chumbo	0,03	0,01
Níquel	0,025	0,025
Cádmio	0,001	0,001
Ferro	0,3	0,3
Manganês	0,1	0,1
Cobalto	0,2	0,05

Fonte: CONAMA, 1986 e 2005.

Comparando-se a resolução CONAMA nº 20, de 18 de junho de 1986, e a resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005 (Tabela 4), observa-se que a classificação das águas doces à partir da resolução nº 357/2005, quanto ao seu uso sofreu modificações, pois as águas classificadas como especiais somente poderão ser utilizadas para consumo humano após desinfecção das mesmas e, se destinaram à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação integral. Águas doces de classe 1 agora são destinadas à proteção das comunidades aquáticas em terras indígenas, além dos demais usos. Para águas doces de classe 2, foi permitido que as mesmas podem ser utilizadas para irrigação de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais as pessoas possam vir a ter contato. As águas doces de classe 3 podem ser destinadas também a pesca

amadora e a recreação de contato secundário. Quanto as águas doces de classe 4 a partir da nova resolução, não poderão mais serem utilizadas aos usos menos exigentes, sendo apenas destinadas à navegação e a harmonia paisagística.

Ocorre que em algumas classes de água doces houve o acréscimo dos tipos de utilização e, em outras foram restritos alguns usos. Verifica-se que os padrões de qualidade da água para enquadrarem-se na classe 1 ficaram mais exigentes, vários parâmetros tiveram seus valores reduzidos. Os parâmetros orgânicos foram acrescentados e servem para limitar elementos derivados de agrotóxicos que não são eliminados da água com tratamento simplificado (filtração e desinfecção). Observa-se ainda a inclusão de novos elementos e defensivos agrícolas, com suas respectivas concentrações, para o controle de suas concentrações na água.

Para cada uma das classes há uma correspondente qualidade a ser mantida na corpo de água, a qual é expressa por padrões, com o objetivo de preservar a qualidade do corpo de água. Para que efluentes sejam lançados em um corpo de água, estes devem ter qualidade que se enquadrem nos padrões de lançamento e, que não apresentem características em desacordo com o enquadramento do corpo de água.

O CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente), na sua resolução nº 357, de 17 de março de 2005 dispõe sobre a classificação dos corpos de água e estabelece diretrizes ambientais para o seu enquadramento. Esse órgão normatiza as condições e padrões de lançamento de efluentes e dá outras providências, bem como, considera que a água integra as preocupações do desenvolvimento sustentável, baseando-se nos princípios da função ecológica da propriedade, da preservação, da precaução, do poluidor pagador, do usuário pagador e da integração. De acordo com a Constituição Federal e a Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981 reconhece o valor intrínseco da água para a natureza. Dessa forma, visa controlar o lançamento de poluentes no meio ambiente, proíbe o lançamento em níveis nocivos ou perigosos para os seres humanos e outras formas de vida. Esse órgão ainda resolve no seu art. 1º diretrizes ambientais para o enquadramento dos corpos de água superficiais, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes. No seu capítulo IV: Art.24, dispõe das condições e dá padrões de lançamentos de efluentes. Os efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderão ser lançados direta ou indiretamente, nos corpos de água, após o

devido tratamento e desde que obedeam às condições, padrões e exigências dispostos nesta resolução e em outras normas aplicadas.

### 3.1-MONITORAMENTO DA ÁGUA: IMPORTÂNCIA E PARÂMETROS ESTUDADOS

O monitoramento é a determinação contínua e periódica da quantidade de poluentes ou de contaminação radioativa presente no meio ambiente (Koide & Souza, 2001). Por meio do monitoramento continuado da água é possível obter informações acerca da condição da qualidade das águas de uma bacia hidrográfica. Em outra definição dos autores, o monitoramento é reconhecido como a coleta para um propósito determinado de medições ou observações sistemáticas e intercomparáveis, em uma série espaço temporal de qualquer variável ou atributo ambiental que forneça uma visão sinóptica ou uma amostra representativa do meio ambiente.

De acordo com Cruz (2003), os rios refletem todas as características da bacia de drenagem, como litologia, geomorfologia, clima, solo e ação antrópica, além da ocupação intensa dos solos, orientada ou não para a agricultura.

Segundo Goldenfum (2001) cada estudo poderá abranger um conjunto diferente de variáveis e processos monitorados, mas de uma forma geral os seguintes elementos devem ser considerados no monitoramento de uma bacia hidrográfica: precipitação, interceptação, evaporação, evapotranspiração, água superficiais, águas subsuperficiais, infiltração, erosão, sedimentação, qualidade da água, dados climatológicos. No mesmo sentido, Silveira e Tucci (apud PAIVA, 2001) explicam que o monitoramento convencional de pequenas bacias (áreas menores que 100 quilômetros quadrados), implica na necessidade de uso de linígrafos, pluviógrafos, e de manutenção especial dos aparelhos. Uma vez que o leito se altera com frequência, além de operações especializadas e seguros contra depredações. Não diferente, Koide & Souza (2001) consideram ideal fazer o monitoramento da qualidade da água em conjunto com o monitoramento hidrológico de bacias hidrográficas, uma vez que é desejável que os dois aspectos do ecossistema aquáticos (qualidade e quantidade) caminhem juntos.

Segundo Koide & Souza (2001) as seguintes etapas devem ser seguidas no monitoramento:

- 1- Estabelecimento de objetivos;
- 2- Definição de métodos e análise de resultados;
- 3- Definição do modo de apresentação e disseminação dos resultados;
- 4- Seleção dos locais (pontos) de amostragem;
- 5- Seleção das características de qualidade da água que serão medidas e seus métodos de exame;
- 6- Seleção da metodologia de amostragem;
- 7- Periodicidade de amostragem;
- 8- Levantamento dos recursos necessários (orçamento do programa).

Dentre os objetivos, vale ressaltar:

- A) Verificar conformidade com padrões de qualidade da água para usos diversos;
- B) Fornecer informações para o planejamento do desenvolvimento dos recursos hídricos;
- C) Determinar eficiência de processos de tratamento e de métodos de controle de poluição;
- D) Fornecer dados para formulação de programa de controle de poluição;
- E) Fornecer informação para seleção de processos de tratamento e para projetos desses sistemas de tratamento.

Para Gastaldini & Mendonça (2001), o conhecimento sobre qualidade da água evoluiu no último século, a partir do aumento da necessidade de uso da capacidade de medição e interpretação de característica da água. A seguir é mostrada a seqüência das preocupações com aspectos da qualidade de água:

Segundo Gastaldini & Mendonça (*op.cit.*), no monitoramento da qualidade da água os seguintes aspectos e parâmetros devem ser observados:

- Poluição fecal
- Poluição orgânica
- Salinização
- Poluição por metais
- Eutrofização
- Resíduos radioativos

- Nitratos
- Chuvas ácidas

Os parâmetros utilizados na caracterização de corpos receptores são:

- Temperatura
- Cor
- Odor
- Resíduos e sólidos totais em suspensão
- Matéria em suspensão, Turbidez e Transparência
- Condutividade
- Ph, Acidez e Alcalinidade
- Potencial Redox ( oxidação-redução na água)
- Oxigênio dissolvido
- Dióxido de Carbono
- Dureza (cálcio dissolvido e magnésio)
- Clorofila
- Nitrogênio
- Fósforo
- Algas
- Matéria Orgânica
- Carbono Orgânico total
- DQO (susceptibilidade para oxidação de materiais orgânicos e inorgânicos)
- DBO (demanda biológica de oxigênio)

Os termos monitoramento e avaliação de qualidade de água são geralmente confundidos e usados como sinônimos. A avaliação da qualidade da água é um estudo das características físicas, químicas e biológicas da água, relativas aos efeitos humanos e usos propostos, particularmente aqueles que afetam a saúde pública e do ecossistema em si. O monitoramento de qualidade de água é a coleta de informações em locais fixos e intervalos regulares para obtenção de dados que permitam o conhecimento das condições atuais e da evolução.

O desenvolvimento de índices vem com a premissa de oferecer uma avaliação integrada, entretanto há de se considerar sempre a avaliação detalhada

da qualidade das águas. Hoje os índices específicos para os principais usos do recurso hídrico são:

- Águas destinadas para fins de abastecimento público – IAP;
- Águas destinadas para a proteção da vida aquática – IVA;
- Águas destinadas para o banho – Classificação praia.

Dessa forma, o desenvolvimento de índices encontra-se ainda limitado, segundo Gastaldini (2001), devido, principalmente, à dificuldade de consenso no estabelecimento de um índice largamente aplicado. Uma apreensão entre os profissionais de qualidade da água é que os índices possam ser mal empregados e as informações técnicas venham a ser perdidas ou ocultadas nas associações dos dados. Os mesmos devem ser usados para a finalidade para as quais foram criados, isto é, avaliação média de longo prazo da qualidade da água, para tomadas de decisão na fase de planejamento. Não devem ser aplicados para decisões que requeiram conhecimento mais detalhado dos corpos d'água e, podem ser classificados em três tipos: índices baseados na opinião de especialistas, índices baseados em métodos estatísticos e índices biológicos.

### 3.2- VARIÁVEIS LEVANTADAS NESTE TRABALHO E SUA IMPORTÂNCIA

Para este trabalho se elegeu um conjunto de variáveis a ser monitorado com base na sua importância como um indicador de alterações ambientais por impactação antrópica. Para a escolha dessas variáveis abaixo listadas, também foi levada em consideração a facilidade da sua obtenção. O custo de sua análise em laboratório e sua provável ocorrência devido às características do uso do solo do município de Maringá. Foram levantados:

- O cromo total (Cr), metal altamente tóxico, no homem causa úlceras cutâneas, câncer de pulmão, perturbação do septo nasal. Ocorre em curtumes de couro e em galvanoplastia, atividades essas ocorrentes na bacia do ribeirão Maringá.

- O níquel total (Ni), que pode causar dermatites nos indivíduos mais sensíveis, afetar nervos cardíacos e respiratórios, não ocorre como metal nativo, ocorrendo em indústrias químicas, aditivos, óleos de motores e lubrificantes. A presença do Ni pode indicar contaminação a partir de postos de combustíveis e/ou de indústrias de reciclagem desses produtos.

- O chumbo total (Pb) é altamente tóxico, cumulativo, devendo-se controlar rigorosamente a exposição pelo homem. O chumbo ocorre em indústrias de baterias, chapas de metal, aditivos em gasolina, munição, reciclagem de sucata para reutilização do chumbo, todas essas atividades urbanas estão presentes na bacia hidrográfica estudada.

- O ferro total (Fe) em pequenas concentrações constitui a hemoglobina do sangue, ocorre no basalto e em solos eutroféricos, é natural em nossa bacia.

- O cobre total (Cu) ocorre nativo no basalto, e em indústrias metalúrgicas, tratamentos agrícolas, herbicidas (agroecossistema), fungicidas (sulfato de cobre).

- O manganês total (Mn) ocorre em metalúrgicas, tinturarias e também em fertilizantes, no homem irrita a pele, porém em pequena concentração faz parte da vitamina B1.

- O zinco total (Zn) causa no homem secura na garganta, paladar adocicado, tosse, fraqueza e febre, ocorre na metalurgia, fundição e na refinação, indústrias de recicladoras de chumbo.

- O cádmio total (Cd) é considerado tóxico em baixíssima concentração, atua no aparelho gastrointestinal, podendo causar intoxicação aguda e crônica de efeito cumulativo, responsável por doenças cardiovasculares e hipertensão.

A tabela 5 mostra uma síntese da ocorrência natural ou derivada da ação antropica e suas implicações toxicológicas. Ressalte-se que as atividades industriais na bacia hidrográfica estudada não são intensas, porém são razoavelmente expressivas. Esse fato justifica a escolha da análise desses elementos na água, como um indicador geo-ambiental.

**Tabela 5 - Ocorrência de metais pesados e classificação toxicológica**

<b>Metal Pesado</b>	<b>Ocorrência</b>	<b>Classificação Toxicológica</b>
Cobre	Ocorre nativo basalto. Indústria metalúrgica, tratamentos agrícolas, herbicidas (agroecossistema) fungicidas – sulfato de cobre.	Ser humano. * Constitui hemoglobina catalisador celular. Nocivo, perigo para organismos aquáticos, vômitos, câimbras, convulsões, morte no homem.
Cromo	Curtumes de couro, galvanoplastia.	Úlceras cutâneas, câncer de pulmão, perturbação do septo nasal.
Zinco	Metalurgia, fundição na refinação, Ind. recicladoras de chumbo.	Secura na garganta, paladar adocicado, tosse, fraqueza, febre.
Chumbo	Ind. Baterias, chapas de metal, aditivos em gasolina, munição. Reciclagem de sucata para reutilização do chumbo.	*Constitui hemoglobina, afeta o cérebro e o sistema nervoso em geral. O sangue, rins, sist. Digestivo, reprodutor, causa mutação genética.
Níquel	Não ocorre como metal nativo. Ind. química, aditivos óleos de motores e lubrificantes.	Não aparenta ser tóxico em utensílios culinários.
Cádmio	Fundição e refinação de metais, como zinco, chumbo e cobre – derivados de Cádmio, são utilizados em pigmentos, tinturas, baterias, solda.	Cancerígeno, e causa danos no sistema reprodutor.
Ferro	Ocorre no basalto e em solos eutroféricos, é natural em nossa bacia.	*Constitui hemoglobina.
Manganês	Metalúrgicas, tinturaria, fertilizantes.	Irritação na pele, *Vitamina B <sub>1</sub> .
Cobalto	Pigmentos, corados, cerâmicas, catalisadores, laboratórios, coloração de vidros azuis.	*Constitui hemoglobina, Vitamina B <sub>12</sub> .

\* podem tornar-se tóxico quando ultrapassam determinada concentração limite. (São os micronutrientes) em pequenas quantidades.

### 3.3- CONCENTRAÇÃO DE SEDIMENTOS SUSPENSOS

Os sedimentos hidrotransportados pelos ribeirões podem ser relacionados à remoção intensa de detritos das vertentes, à agricultura, às construções e edificações urbanas; à erosão dentrificadas nos canais, evidenciando determinados modos de uso do solo e das águas. Isso reflete em prejuízos estéticos, físicos (aumento da carga de sedimentos em suspensão) ou químicos (materiais dissolvidos) para os diversos usos das águas fluviais.

Os constituintes intemperizados das rochas que são transportados em solução química compõem a carga dissolvida dos cursos de água (PITTI, 1971 *in URBAN*, 2002). A constituição química das águas dos rios é determinada por vários fatores, tais como o clima, a geologia, a topografia, a vegetação, o tempo gasto para o escoamento superficial ou subterrâneo e, os componentes denudacionais e não denudacionais. Embora não seja visível, a carga dissolvida representa parcela importante da denudação continental. Muitos rios carregam maior quantidade de matéria dissolvida do que partículas em suspensão. A decomposição de florestas propicia o fornecimento de ácidos orgânicos, principalmente quando existem pântanos e lagoas. A utilização que se realiza nas áreas drenadas pela bacia hidrográfica repercute diretamente na composição química das águas.

Em geral a carga em suspensão é a fração mais fina do material do leito, sendo mantida suspensa pela ação da turbulência. A deposição da carga em suspensão pode ocorrer em trechos de águas muito calmas ou em lagos. Nos rios brasileiros, a carga em suspensão é bem maior que a carga dissolvida, principalmente nos meses da estação chuvosa. Portanto a carga em suspensão é quase sempre maior na época chuvosa. O canal fluvial funciona como meio de transporte, mas não como principal elemento produtor de sedimentos.

A carga suspensa monitorada nos cinco pontos da bacia é muito importante, pois além de ser veículo de contaminação difusa, representa a quantidade de sedimento produzidos na bacia, demonstrando, indiretamente, os processos erosivos.

### 3.4- USO DOS AGROTÓXICOS

A partir da década de 1960, os agrotóxicos (inseticidas e herbicidas) e fertilizantes químicos passaram a ser utilizados em larga escala para aumentar a produção agrícola em várias regiões do mundo. Sua utilização se popularizou, entre outros fatores, porque proporciona o aumento da produtividade por área cultivada. O uso excessivo ou inadequado de produtos químicos causa, no entanto, graves impactos ao ambiente: contaminação dos aquíferos e solos quando transportados pelas águas da irrigação e das chuvas, comprometem a qualidade hídrica dos rios, córregos e lagos, poluindo as reservas de água potável. Os produtos químicos utilizados na agricultura ainda apresentam riscos para a saúde humana. Segundo dados divulgados no jornal O Estado de São Paulo (2001), nos anos de 1998-1999 foram registrados no Paraná 29,2 mil casos de intoxicação por agrotóxicos de pessoas envolvidas na sua aplicação nas lavouras. Os consumidores de alimentos produzidos com agrotóxicos também não estão livres de uma contaminação lenta processada ao longo dos anos.

### 3.5- USO DE AGROTÓXICOS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO MORANGUEIRA

Segundo Vandresen & Stipp (2004), grande quantidade de defensivos agrícolas é utilizada na agricultura com a finalidade de aumentar a produtividade e garantir a produção de alimentos para a humanidade. Mas o uso de agrotóxicos oferece riscos ambientais e para a saúde pública, com a contaminação dos solos agrícolas, águas superficiais, águas subterrâneas, alimentos e intoxicação dos trabalhadores rurais.

Bevenue (*apud* VANDRESEN & STIPP, 2004) afirma que a contaminação no homem por agrotóxicos pode ocorrer de duas maneiras gerais: através da exposição ocupacional, no manuseio dos agrotóxicos desde a sua fabricação até a sua aplicação, e pela exposição ambiental, em que a exposição do homem aos agrotóxicos ocorre principalmente através dos alimentos contaminados e ingeridos, mas também em menor proporção, na água bebida, no ar respirado e durante o seu trabalho na denominada exposição ocupacional.

O Round up (glifosato), segundo Bacelar Jr. (*apud* VANDRESEN & STIPP, 2004), é um herbicida não seletivo e de ação sistêmica, provoca no homem problemas dermatológicos (dermatite de contato) e também irrita as mucosas em especial a ocular.

Segundo Oliveira *et ali* (2003), o levantamento dos agrotóxicos utilizados ao redor da bacia do ribeirão Morangueira, localizada na região norte da cidade de Maringá, lindeira com a bacia hidrográfica do ribeirão Maringá são demonstrados a seguir na tabela n.º 6.

**Tabela 6 - Levantamento dos agrotóxicos utilizados ao redor da bacia do ribeirão Morangueira**

Classe	Nome comercial	Princípio ativo	Classe química	Lavoura	Área cultivada (alqueire)
inseticida	azodrim	monocrotofós	Organofosforado	Soja, trigo e milho	133
	metafos	metamidofós	Organofosforado	Soja, trigo e milho	80
	karate	Lambda cialotrina	piretróide	Soja, trigo e milho	26
herbicida	Round-up	glifosato	glisina	Soja, trigo e milho	82
	cobra	lactofen	Difenil éter	Soja e trigo	20
	classic	Clorimuron etil	Sulfonil uréia	Soja e trigo	72
	Scepter	imazaquin	imidazolinona	Soja e trigo	91
	trifluralina	trifluralina	dinitroanilina	Soja, trigo e milho	91
	Scorpion	flumetsulan	sulfonamida	Soja e trigo	20
	Pivot	imazaquin	imidazolinona	Soja e trigo	52

Fonte: Oliveira *et al* (2003)

No mesmo sentido, aplicou-se o questionário (anexo 1) em moradores da bacia hidrográfica do ribeirão Maringá, verificando-se na área rural a utilização de 13.1 litros de praguicidas como Round-up- 5 a 10 L/alq; Classic- 200g/alq; Aramo - 1.2 L/alq; Cobra com Classiq-1.5 L/alq; Agrofós-3 L/alq; Galaxe-1.2 L/alq; Opera -1.2 litros por alqueire por ano, e dependendo do tempo atmosférico, na hora da colheita é comum a aplicação de mais 5 litros de Round-up por alqueire para a dessecação do soja.

## **CAPÍTULO 4**

### **RESULTADOS**

#### **4.1- DINÂMICA DO ESCOAMENTO DO RIBEIRÃO MARINGÁ**

O ribeirão Maringá apresenta suas nascentes na parte central da cidade de Maringá, próximo à estrada de ferro, dentro do sítio urbano na altitude de 580 m. O curso superior do ribeirão Maringá (os dois km mais a montante) apresenta uma declividade média de 0,05 %. No curso médio desse ribeirão (o km 2 ao km 16) a declividade média é de 0,005 %. No seu curso inferior as declividades são ainda mais baixas (do km 16 ao km 20), fazendo com que essa região seja quase plana (figura 20).

O ribeirão Maringá desenvolve as suas drenagens no sentido norte da cidade de Maringá, observando-se que dentro da malha urbana nos primeiros mil metros de canal ocorre o maior declividade e as maiores cotas. Do km 16 ao km 20 na sua exutória o ribeirão Maringá está na altitude de 400 m, mantendo essa altitude média por 5 km. Essa região, em virtude da sua baixa declividade e por estar na mesma cota do rio Pirapó (400m), é influenciada diretamente por este rio, que ao se elevar promove o barramento do fluxo de água do canal do ribeirão Maringá.

De acordo com Biazin (2003), a declividade total do ribeirão Maringá é de 0,82%, o que denota uma suave declividade. Próximo à sua nascente a declividade é de 2,66 %, superior à declividade do córrego Romeira (2%) e do córrego Mandacarú (1,4%). Verifica-se que as maiores declividades encontram-se próximas as nascentes e principalmente aos córregos Romeira e ribeirão Maringá.

O perfil longitudinal do ribeirão Maringá mostrado (Figura 20), apresenta-se de forma côncava, com declividades maiores em direção às nascentes. O leito desse curso de água, em sua maioria, é rochoso, mas o baixo curso do ribeirão Maringá é formado por leito móvel, devido à baixa declividade e assoreamento, configurando-se num perfil típico de clima úmido.



**Figura 20 – Perfil longitudinal da bacia hidrográfica do Ribeirão Maringá (COELHO, 2006)**

As áreas mais suscetíveis à erosão são as áreas das cabeceiras. No entanto, observa-se erosão próximo ao baixo curso do ribeirão Maringá (ponto 5), devido à retificação do canal realizada em 1985, fazendo com que o “novo” curso de água procure entrar em equilíbrio.

Essa região configura-se na planície de inundação do ribeirão Maringá, com dinâmicas próprias resultantes dessa inter-relação. O barramento do ribeirão Maringá promove a elevação da coluna de água por cerca de 5 km a montante da exutória, onde a altitude do canal se mantém na mesma cota do Pirapó. Com isso, havendo chuva intensa na bacia hidrográfica do ribeirão Maringá, as águas do canal extravasam suas margens causando inundações. A Figura 21 demonstra essa situação.



**Figura 21 – Inundação da planície do ribeirão Maringá próxima à exutória, com suas margens ocupadas pelo uso agropecuário e cultivo de milho (época de cheia)**

O ribeirão Maringá nesse trecho de 5 km apresenta um canal estreito e raso. Com a cheia do ribeirão, grande parte da planície original é inundada, surgem lagoas e charcos. Por se tratar de uma área que está a jusante da ETE (Estação de Tratamento de Esgotos), cuja água está mais contaminada por metais pesados, o solo da planície de inundação também é contaminado por metais (SALA, 2001). As inundações podem trazer mais problemas quando atingem áreas de pastagens, pela contaminação do pasto por metais pesados, e conseqüentemente do gado devido à alimentação e à dessedentação. Esses metais são cumulativos e acabam concentrando-se no topo da cadeia alimentar. Outro fator é relacionado às inundações, perda de área útil e acidentes com animais ali criados.

As águas do ribeirão Maringá, no seu curso inferior, pode permanecer, mesmo em dias sem chuva, na bacia hidrográfica acima das margens do canal fluvial e somente vão baixando conforme baixem também as águas do rio Pirapó. Este fato demonstra a importância de um estudo integrado de bacias hidrográficas. Embora tenha ocorrido a retificação do canal do ribeirão Maringá, observa-se que o preponderante regulador de vazão nos últimos km do ribeirão Maringá em dias de grande precipitação é o rio Pirapó.

#### 4.2 EXPANSÃO URBANA DO MUNICÍPIO

A expansão urbana na bacia hidrográfica do ribeirão Maringá se dá no sentido norte em relação ao centro da cidade de Maringá. A área da bacia corresponde a 50.92 km<sup>2</sup>, destes, 36.75 km<sup>2</sup> são utilizados pela agropecuária juntamente com as áreas de reserva legal, ou seja, 72.17 % do total da bacia. Até 1986 a área urbanizada da bacia correspondia a 7.97 km<sup>2</sup>, ou seja 15.66% da bacia, no entanto de 1987 a 2005 a bacia experimentou um crescimento urbano de 6.20 km<sup>2</sup>, ou seja mais de 12,17% da mesma. Para o ano de 2005 o urbano total em relação a 1987 é de 14,17 km<sup>2</sup>, representando 27.83% da bacia (Figura 22).

Esse incremento da área urbanizada foi devido à abertura de novos loteamentos, tais como Jardim Paris, Jardim Real, Jardim Brasil, etc. Esse crescimento do sítio urbano gera ocupações de áreas de risco e de preservação ambiental e produz, como conseqüência, a diminuição das áreas de cultivo e de matas nativas.

Os novos loteamentos são predominantemente utilizados para moradias. Conseqüentemente, também abrigam setores comerciais, como postos de gasolina, oficinas mecânicas, lavanderias, etc, aumentando a pressão sobre o ambiente natural devido ao aumento da carga de efluentes.

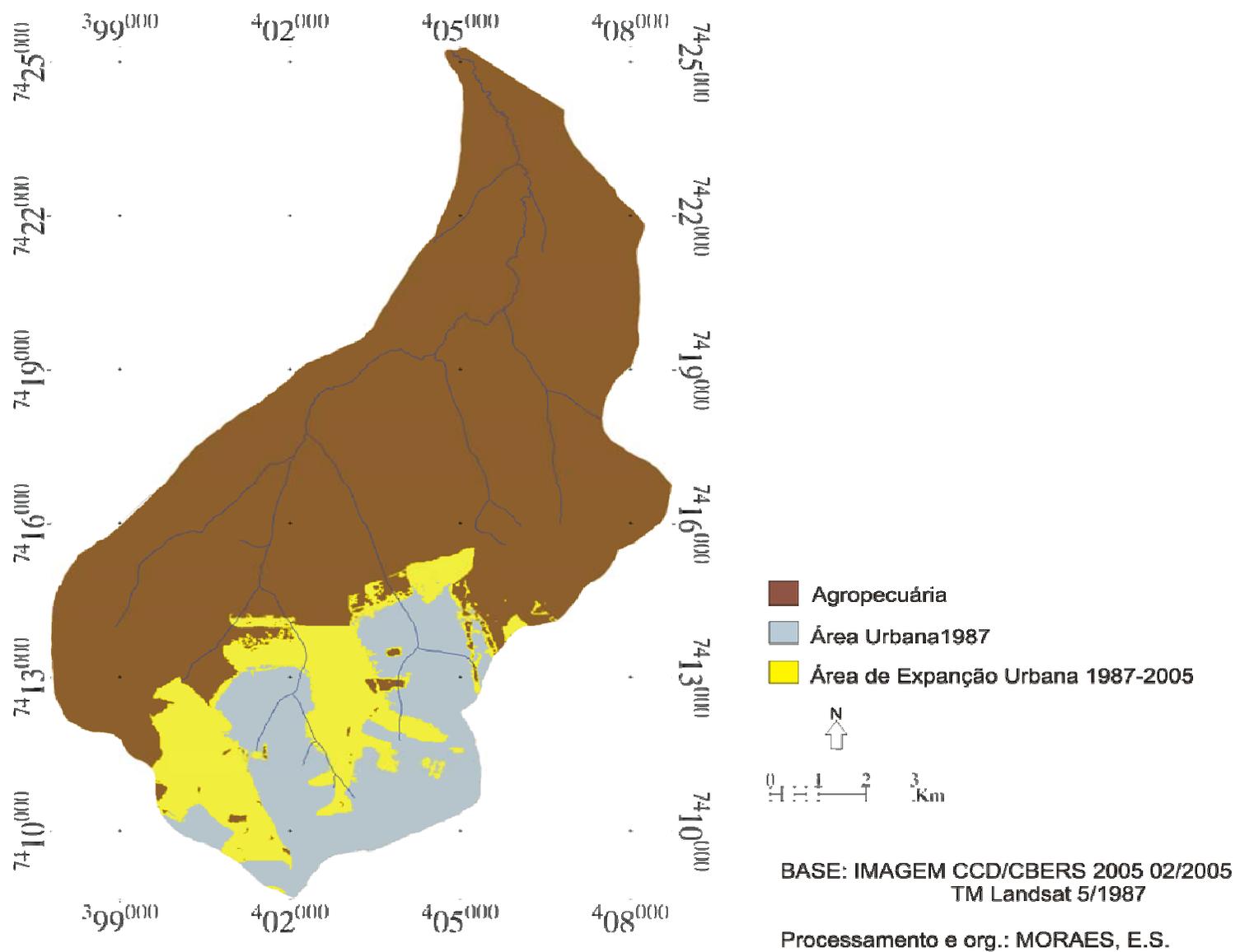
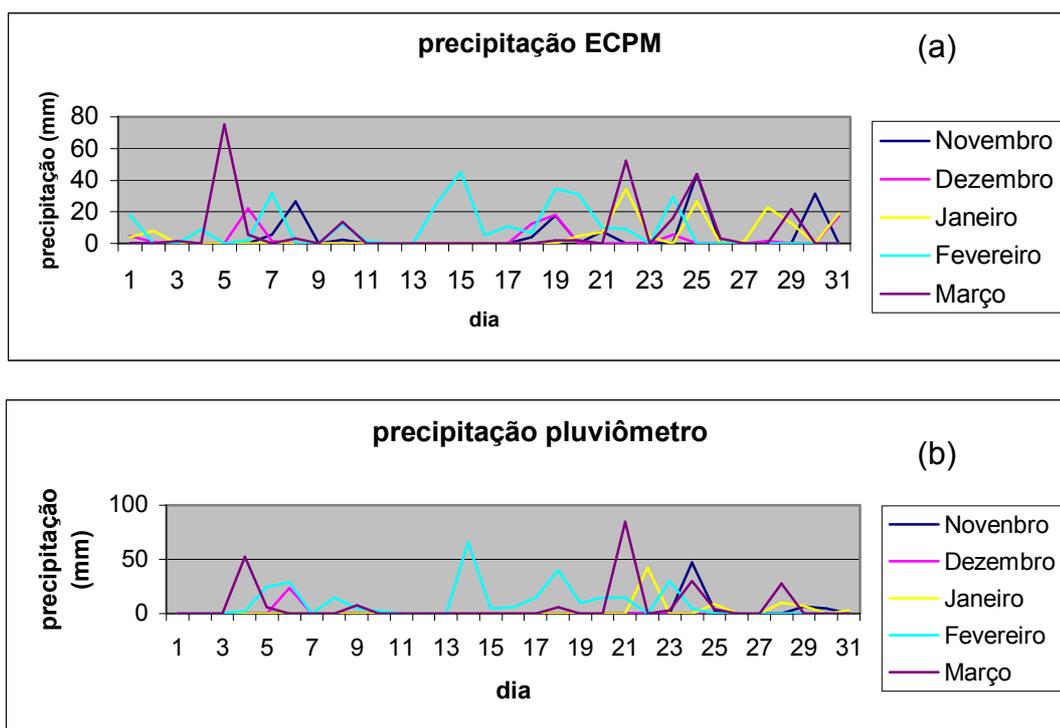


Figura 22 – Mapa de Expansão Urbana da Bacia do Ribeirão Maringá

### 4.3- PRECIPITAÇÃO

Comparando-se a precipitação ocorrida no setor leste (ECPM) e oeste (pluviômetro) da bacia no período de novembro de 2005 a março 2006, observa-se um diferente comportamento entre os dois setores da bacia. Esses dados estão apresentados no Gráfico 1.



**Gráfico 1 – Precipitação no setor leste (a) e oeste (b) da bacia do ribeirão Maringá de novembro/2005 a março/2006**

Esse comportamento se deve ao movimento geral da atmosfera, com presença de chuvas convectivas que inferem características e intensidades de precipitações diferentes, nos diferentes pontos de coleta da precipitação da bacia.

A pluviosidade medida na ECPM (Estação Climatológica Principal de Maringá) nos últimos 6 anos possibilita acompanhar a freqüência da intensidade da precipitação que ocorre na porção leste da bacia hidrográfica do ribeirão Maringá. Verifica-se que no ano de 2000 a precipitação total anual foi de 1748,3 mm de chuva, com um total de 136 dias de chuva por ano, com onze dias de chuva por mês (em média). Nesse ano, o maior número de dias de chuva por mês ocorreu em janeiro, março e dezembro, com dezesseis dias de chuva cada.

No ano de 2001, o total anual precipitado diminuiu em 99,9 mm, percebendo um total precipitado de 1648,4 mm de chuva. No entanto, o ano apresentou o mesmo total de dias de chuva que o ano de 2000 (136 dias de chuva por ano) e a mesma média de onze dias de chuva por mês. Os meses que apresentaram o maior número de dias de chuva foram: fevereiro (18 dias de chuva) e dezembro (16 dias dia de chuva).

No ano de 2002, o total anual precipitado voltou a se elevar, percebendo a maior precipitação total anual, 1750,9 mm de chuva. O total de dias de chuva por ano diminuiu para 111 dias e a média de dias de chuva por mês diminuiu para 9,3. O maior número de dias de chuva ocorreu em janeiro (17 dias de chuva) e em novembro (16 dias de chuva). Portanto, a intensidade das chuvas aumentou nesse ano.

No ano de 2003, o total anual precipitado reduziu-se em relação a 2002 em 242,9 mm de chuva, precipitando um total de 1508,0 mm de chuva. O total de dias de chuva por ano diminuiu para 110 dias, a média de dias de chuva por mês diminuiu para 9,2. O maior número de dias de chuva ocorreu em janeiro (20 dias de chuva) e em fevereiro (17 dias de chuva).

No ano de 2004, o total anual precipitado foi de 1714,6 mm, elevando-se em relação a 2003 em 206,6 mm. Elevou-se também o total de dias de chuva para 127 por ano, resultando em uma média de dias de chuva por mês de 10,5 dias. A maior quantidade de dias de chuva por mês ocorreu em outubro (14 dias de chuva) e em dezembro (14 dias).

No ano de 2005 torna a reduzir-se o total precipitado, atingindo o menor valor ao longo dos 6 anos, 1397,0 mm de chuva (353,5 mm a menos que o ano de maior precipitação – 2002 com 1750,9 mm), apresentando um total de 110 dias de chuva por ano e uma média de 9,2 dias de chuva por ano.

De acordo com os dados da ECPM (Estação Climatológica Principal de Maringá), podemos verificar valores decrescentes, de 2000 a 2005, na precipitação total anual efetiva sobre a bacia hidrográfica do ribeirão Maringá. Apresentando uma redução no total precipitado no segundo triênio de 528 mm em relação ao primeiro triênio.

#### 4.4- VAZÃO E CURVA CHAVE DE VAZÃO

A vazão é o volume de água escoado em uma unidade de tempo em uma determinada seção de um curso de água, sendo o resultado final dos processos hidrológico de uma bacia (ANTONELI, 2004). Nesse sentido, foram levantadas a vazão nos 5 pontos fixos de monitoramento na bacia hidrográfica do ribeirão Maringá.

As medidas de vazão foram mensais, no entanto em dias aleatórios, não obedecendo nenhum critério com relação à precipitação. Portanto, o maior número de medidas está relacionado à vazão de base das drenagens da bacia.

No trecho superior do ribeirão Maringá, a vazão no ponto 1, ao longo do período monitorado (outubro de 2000 a fevereiro de 2006), atingiu seu maior pico em março de 2002 com 1,37 m<sup>3</sup>/s, e a menor vazão nessa seção foi de 0,43 m<sup>3</sup>/s em agosto de 2005.

No córrego Romeira (ponto 2) a vazão encontrada em março de 2002 foi de 0,81 m<sup>3</sup>/s e em agosto de 2005, foi de 0,39 m<sup>3</sup>/s.

Na seção do ribeirão Mandacarú (ponto 3), a vazão encontrada em março de 2002 foi de 4,74 m<sup>3</sup>/s e em agosto de 2005, foi de 3,40 m<sup>3</sup>/s. No momento da precipitação a vazão máxima desse ribeirão foi de 33 m<sup>3</sup>/s registrada em fevereiro de 2006. Como será discutido adiante.

No ribeirão Maringá (ponto 4), após a ETE (Estação de Tratamento de Esgotos) a vazão encontrada em março de 2002 foi de 9,42 m<sup>3</sup>/s e em agosto de 2005, foi de 5,22 m<sup>3</sup>/s.

No ponto 5 próximo a exutória do ribeirão Maringá, a vazão encontrada em março de 2002 foi de 10,34 m<sup>3</sup>/s e em agosto de 2005, foi de 6,32 m<sup>3</sup>/s.

Dos dados de vazão, resultantes do estudo de três anos nos mesmos pontos na bacia hidrográfica do ribeirão Maringá, efetuado por Biazin *et.alli* (2003) de 2000 a 2002 e dos dados levantados e comparados nos anos de 2004, 2005 e 2006 na presente pesquisa de Mestrado, refletem uma tendência na diminuição da vazão de base do ribeirão Maringá. Esse fato deve estar relacionado à diminuição da precipitação na bacia, em consequência disso a oferta de água para o freático diminui, e a vazão de base retrai-se. Outro fator que concorre no mesmo sentido é a impermeabilização da bacia aumentada pelo crescimento urbano.

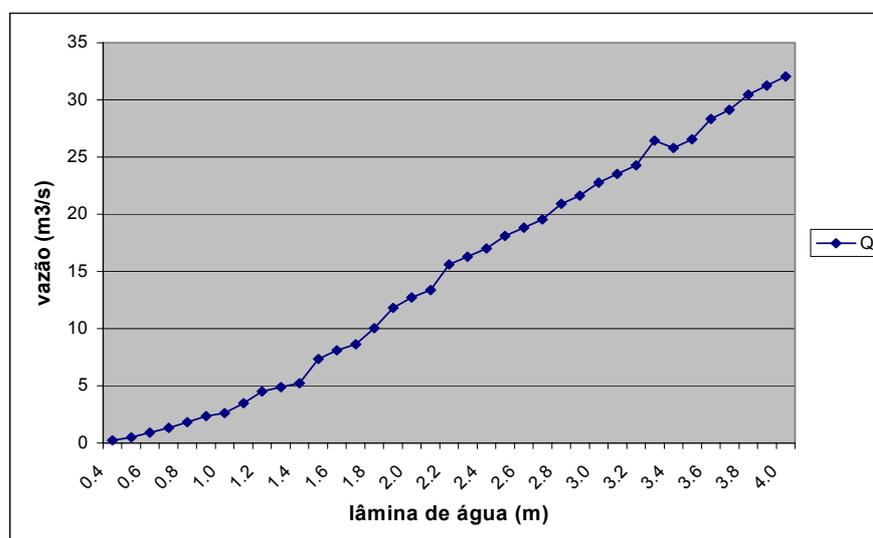
Para se conhecer as variações nas concentrações de sedimentos suspensos e dos metais pesados em diferentes vazões na bacia, medidas na armadilha colocada no córrego Mandacaru (ponto 3), foi necessário se conhecer as diferentes vazões do canal fluvial.

Para isso coletou-se a variação da vazão (nível X velocidade de água) no córrego Mandacará em um dia de intensa precipitação na bacia

No dia 14 de fevereiro de 2006 foram medidas velocidades da água quando o córrego Mandacará elevou suas águas a quatro metros. Nesse dia a precipitação registrada na ECPM foi de 25,8 mm e no pluviômetro de Cunha (oeste da bacia) foi de 66 mm.

A coleta dos dados correu durante quatro horas e vinte minutos, esperou-se que o nível de água da seção chegasse ao seu máximo para aquela precipitação. A partir daí, mediu-se durante o decenso do nível de água as diferentes vazões em diferentes níveis.

O resultado disso é a curva chave de vazão mostrada no gráfico 2, que registra para uma altura de lâmina de água de 4 metros a vazão de 32 metros cúbicos por segundo, com uma velocidade de fluxo de 1,94 m/s. Isso mostra a enorme variação de vazão dentro do sistema fluvial estudado que varia de cerca de 0,8 metros cúbicos a 32 metros cúbicos por segundo (máxima vazão medida).



**Gráfico 2 – Curva chave de vazão**

As observações de campo, durante as coletas para a construção da curva chave demonstram a rápida resposta do sistema fluvial diante da precipitação na bacia, com o rápido escoamento da água precipitada.

Os dados amostrados durante os seis anos foram submetidos à correlação de Spearman. Essa correlação avalia o quanto andam juntas as variáveis “vazão” e “metais pesados”, apenas o metal pesado Zn demonstrou correlação com a vazão (tabela 7)

**Tabela 7 - Correlação de Spearman (Vazão vs Carga Suspensa & Vazão vs Concentração de Metais)**

Vazão vs	$\rho$ - Spearman	p-valor
Fe	-0.05988	0.5440
Cu	0.13644	0.1972
Mn	-0.20983	0.0748
<b>Zn</b>	<b>0.31198</b>	<b>0.0015</b>
Cr	0.21839	0.1276
Pb	0.15784	0.1620
Cd	-0.07212	0.8431
Co	0.10125	0.5031
Ni	0.23314	0.1189
Carga Suspensa	0.08318	0.3966

• Apresentou correlação

O P-valor é a medida que indica se existe ou não correlação entre as variáveis, se p-valor<0.05, então as variáveis estão correlacionadas.

#### 4.5- ANÁLISE DA OCORRÊNCIA DOS METAIS PESADOS NO PERÍODO DE OUTUBRO DE 2000 A FEVEREIRO DE 2006

A análise descritiva da concentração de metais na água dos cinco pontos amostrados na bacia hidrográfica do ribeirão Maringá está sumarizada na tabela 8. Nessa tabela, as concentrações acima da permitida pela resolução CONAMA/2005 estão destacados em vermelho. Os dados das coletas mensais relacionados à concentração de metais pesados dos cinco pontos de monitoramento constam das tabelas abaixo.

Tabela 8 – Concentração de metais pesados dos cinco pontos de monitoramento (mg/L)

<b>Ponto 1</b>									
Meses	Fe	Cu	Mn	Zn	Cr	Pb	Cd	Co	Ni
out/00	2,284	0,003	nd	0,095	0,004	0,034	nd	0,003	0,005
nov/00	0,014	0,004	0,0005	0,0002	nd	0,006	nd	0,002	nd
dez/00	0,015	0,0018	0,004	0,0111	nd	0,007	nd	0,002	0,002
jan/01	2,155	0,004	0,13	0,0126	0,002	0,022	nd	0,003	0,004
fev/01	5,963	0,012	0,166	0,0534	0,011	0,024	nd	0,005	0,008
mar/01	6,576	0,0201	0,18	0,0124	0,016	nd	nd	0,006	0,006
abr/01	1,004	0,0023	0,053	0,0074	0,002	0,003	0,0014	nd	nd
mai/01	0,86	0,0037	0,103	0,008	0,003	0,044	0,0009	0,007	0,009
jun/01	0,013	0,0011	0,081	0,0012	nd	0,009	nd	nd	0,002
jul/01	0,007	0,0016	0,047	0,0022	0,006	0,007	nd	0,002	0,003
ago/01	0,316	0,0034	0,067	0,0087	0,003	0,022	nd	nd	0,004
set/01	0,007	0,0012	0,011	0,009	0,001	0,007	nd	0,0042	0,0003
out/01	7,5	0,0145	0,07	0,0114	0,004	0,011	nd	0,01	0,003
dez/01	0,605	0,0028	0,013	0,0105	0,006	0,017	0,0005	0,0001	nd
jan/02	0,01	0,0009	0,025	0,0062	0,002	0,009	nd	0,002	0,0045
fev/02	0,009	0,0015	0,027	0,0063	0,003	0,008	nd	0,0085	0,0021
mar/02	0,726	0,0074	0,037	0,0114	0,028	0,058	0,0025	0,0002	0,0112
abr/02	0,402	0,0068	nd	0,0068	0,004	0,006	nd	0,001	0,005
mai/02	1,284	0,0056	0,02	0,02	0,007	0,0038	nd	0,007	0,0043
jun/02	0,688	0,0042	0,058	0,0224	0,0015	0,043	nd	0,0049	0,0085
ago/04	0,137	0,0024	nd	0,0479	nd	0,013	nd	nd	0,005
set/04	0,599	0,0041	0,019	0,0108	nd	0,014	nd	nd	nd
nov/04	nd	0,0053	0,018	0,0746	nd	0,014	nd	nd	nd
jan/05	0,1457	0,0048	0,016	0,0111	0,001	0,009	nd	nd	nd
mai/05	0,36	0,0049	0,003	0,0063	nd	0,011	nd	nd	nd
jul/05	1,461	0,0077	nd	0,0107	nd	nd	nd	nd	nd
ago/05	0,726	0,0032	nd	0,0086	nd	0,011	nd	nd	nd
set/05	0,578	0,0029	nd	0,002	nd	0,005	nd	0,001	nd
out/05	0,018	0,0046	0,002	0,0172	nd	nd	nd	nd	nd
nov/05	0,052	0,0026	nd	0,019	nd	0,007	nd	nd	nd
dez/05	0,922	0,0674	0,0144	0,0056	nd	nd	nd	nd	nd
jan/06	0,0081	0,0019	nd	0,003	0,002	nd	nd	nd	nd
fev/06	1,499	nd	0,023	0,0104	nd	nd	nd	nd	nd

<b>Ponto 2</b>									
Meses	Fe	Cu	Mn	Zn	Cr	Pb	Cd	Co	Ni
out/00	1,077	0,002	nd	0,0103	0,003	0,033	nd	0,003	0,004
nov/00	0,026	0,0005	0,001	0,0004	nd	0,001	nd	0,003	nd
dez/00	0,037	0,0012	0,005	0,0107	nd	0,004	nd	0,002	nd
jan/01	2,082	0,0028	0,094	0,00091	0,001	0,014	nd	0,002	0,003
fev/01	3,703	0,0087	0,118	0,0162	0,007	0,032	0,0002	0,005	0,007
mar/01	1,283	0,0035	0,053	0,0056	0,002	nd	nd	nd	0,002
abr/01	0,278	nd	nd	0,0017	0,0013	nd	nd	nd	nd
mai/01	1,235	0,0058	0,096	0,0109	0,003	0,033	0,0011	0,008	0,01
jun/01	0,036	0,0012	0,056	0,0024	nd	0,007	nd	nd	0,001
jul/01	0,006	0,0014	0,04	0,0019	0,011	nd	nd	0,002	0,003
ago/01	0,525	0,0023	0,059	0,008	0,001	0,013	nd	nd	0,003
set/01	0,004	0,0018	0,011	0,0044	0,001	0,007	nd	0,0045	0,0002
out/01	0,174	0,0009	nd	0,0061	nd	nd	nd	0,002	0,0005
dez/01	0,896	0,0033	0,025	0,0118	0,008	0,017	0,0005	0,0001	nd
jan/02	0,045	0,0004	0,009	0,0024	0,004	0,038	nd	0,001	0,0032

fev/02	0,003	0,0017	0,015	0,0014	0,002	0,006	nd	0,0079	0,0011
mar/02	0,259	0,0044	0,019	0,0134	0,024	0,027	0,0009	0,0001	0,0026
abr/02	0,22	0,0008	nd	nd	0,006	0,015	nd	nd	0,007
mai/02	1,489	0,0053	0,021	0,0123	0,009	0,0063	nd	0,007	0,0058
jun/02	0,623	0,0034	0,05	0,0075	0,0006	0,029	nd	0,004	0,0072
ago/04	1,281	nd	nd	0,0036	nd	0,018	nd	nd	0,002
set/04	1,608	0,0038	0,033	0,0075	nd	0,01	nd	nd	nd
nov/04	0,244	0,0192	0,038	0,1619	nd	nd	nd	nd	nd
jan/05	0,2324	0,0656	0,0274	0,035	nd	0,018	nd	nd	nd
	1,805	0,0157	0,021	0,006	nd	0,004	nd	nd	nd
jul/05	2,508	0,0043	0,035	0,0064	nd	nd	nd	nd	nd
ago/05	1,206	nd	nd	0,0082	nd	0,016	nd	nd	nd
set/05	1,159	0,004	nd	0,0036	nd	0,008	nd	nd	nd
out/05	0,013	0,0028	nd	0,0071	nd	nd	nd	nd	nd
nov/05	0,006	0,0014	nd	0,0076	nd	0,005	nd	nd	nd
dez/05	0,3	nd	0,0548	0,0015	nd	0,008	nd	nd	nd
jan/06	8	0,0228	nd	0,008	0,0015	nd	nd	nd	nd
fev/06	1,282	nd	0,021	0,0093	nd	nd	nd	nd	nd
jan/05	0,2324	0,0656	0,0274	0,035	nd	0,018	nd	nd	nd

**Ponto3**

Meses	Fe	Cu	Mn	Zn	Cr	Pb	Cd	Co	Ni
out/00	0,909	0,001	nd	0,0106	0,003	0,036	nd	0,006	0,004
nov/00	0,018	0,0005	0,0008	0,0004	nd	0,006	nd	0,003	0,002
dez/00	0,015	0,0012	0,006	0,0109	nd	0,004	nd	0,002	nd
jan/01	0,846	0,0028	0,026	0,0229	0,001	0,008	nd	0,002	0,003
fev/01	0,127	0,0012	0,039	0,0066	nd	0,014	0,0006	0,003	0,006
mar/01	0,708	0,0032	0,035	0,0078	0,002	nd	nd	nd	0,001
abr/01	0,454	0,0005	nd	0,0105	nd	nd	0,0004	nd	nd
mai/01	0,035	0,0017	0,047	0,0051	nd	0,022	0,0007	0,005	0,006
jun/01	0,014	0,0014	0,05	0,0006	0,001	0,008	nd	nd	0,002
jul/01	0,003	0,0018	0,022	0,0019	0,017	0,007	nd	0,001	0,002
ago/01	0,197	0,0025	0,027	0,0121	0,002	0,015	nd	nd	0,005
set/01	0,392	0,0047	0,002	0,009	0,002	0,024	nd	0,0064	0,0042
out/01	0,234	0,0012	nd	0,0061	nd	0,003	nd	0,004	0,0018
dez/01	0,487	0,0029	0,002	0,0073	0,011	0,019	0,0005	0,001	nd
jan/02	0,009	0,0004	0,003	0,0045	0,006	0,04	nd	0,001	0,005
fev/02	0,007	0,0004	nd	nd	0,003	0,01	nd	0,0082	0,0089
mar/02	0,169	0,0027	nd	0,0073	0,024	0,017	0,0008	0,0009	0,0016
abr/02	0,495	0,0097	0,004	0,0161	0,011	0,016	nd	0,001	0,011
mai/02	0,496	0,0034	0,001	0,008	0,009	0,0066	nd	0,005	0,005
jun/02	0,393	0,0035	0,057	0,0135	0,0017	0,045	nd	0,0054	0,0087
ago/04	0,0168	0,0016	nd	0,0609	nd	0,024	nd	nd	0,001
set/04	0,314	0,0031	0,009	0,0182	nd	0,013	nd	nd	nd
nov/04	0,479	0,002	0,015	0,014	nd	0,018	nd	nd	nd
jan/05	0,1072	0,0245	0,0071	0,0196	nd	0,005	nd	nd	nd
mai/05	0,238	0,0042	nd	0,0094	nd	0,003	nd	nd	nd
jul/05	1,418	0,103	0,012	0,0385	nd	nd	nd	nd	nd
ago/05	0,442	nd	nd	0,0065	nd	0,014	nd	0,001	nd
set/05	0,158	nd	nd	0,0005	nd	nd	nd	nd	nd
out/05	0,024	0,0062	nd	0,0076	nd	nd	nd	nd	nd

nov/05	0,108	0,0054	0,005	0,0087	nd	0,008	nd	nd	nd
dez/05	0,0476	nd	0,0079	0,0049	nd	0,01	nd	nd	nd
jan/06	0,07	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
fev/06	1,952	0,3625	0,008	0,1442	nd	nd	nd	nd	nd

**Ponto4**

Meses	Fe	Cu	Mn	Zn	Cr	Pb	Cd	Co	Ni
out/00	1,484	0,002	nd	0,026	nd	0,041	nd	0,005	0,006
nov/00	0,007	0,0016	0,001	0,0003	nd	0,008	nd	0,003	nd
dez/00	0,019	0,005	0,005	0,0108	nd	0,004	nd	0,003	nd
jan/01	1,37	0,0079	0,063	0,0384	0,001	0,008	nd	0,004	0,005
fev/01	0,308	0,0167	0,105	0,0873	0,002	0,027	0,001	0,009	0,013
mar/01	1,695	0,0099	0,079	0,0455	0,005	nd	nd	0,001	0,002
abr/01	1,72	0,008	0,023	0,0498	0,0023	nd	0,0006	nd	nd
mai/01	0,075	0,0067	0,085	0,0409	nd	0,016	0,0005	0,004	0,005
jun/01	0,009	0,0026	0,07	0,0029	0,002	0,011	nd	nd	0,003
jul/01	0,012	0,0053	0,04	0,0199	0,023	0,01	nd	0,002	0,003
ago/01	1,616	0,0123	0,102	0,0813	0,005	0,033	nd	0,002	0,007
set/01	0,824	0,0063	0,016	0,0279	0,003	0,024	nd	0,0062	0,0024
out/01	3,5	0,0092	0,014	0,0437	nd	0,016	nd	0,007	0,0021
dez/01	0,093	0,0066	0,015	0,0537	0,014	0,004	0,0005	0,0009	nd
jan/02	0,012	0,0013	0,013	0,0241	0,007	0,039	nd	0,002	0,0058
fev/02	0,004	0,0015	nd	nd	0,002	0,008	nd	0,0088	0,0081
mar/02	1,719	0,0162	0,018	0,2	0,027	0,044	0,0009	0,0008	0,0036
abr/02	0,704	0,0093	0,009	0,0412	0,014	0,012	nd	0,002	0,012
mai/02	0,998	0,0086	0,018	0,0794	0,014	0,0149	nd	0,009	0,0065
jun/02	0,754	0,0057	0,064	0,0321	0,0027	0,138	nd	0,0167	0,0304
ago/04	1,91	0,0048	nd	0,0382	0,002	0,34	nd	nd	0,002
set/04	0,06	0,0056	0,024	0,0249	0,002	0,009	nd	nd	nd
nov/04	0,421	0,058	0,028	0,0289	nd	0,022	nd	nd	nd
jan/05	0,2284	0,1415	0,0238	0,0817	nd	0,009	nd	nd	nd
mai/05	1,48	0,0205	0,009	0,0461	nd	0,02	nd	nd	nd
jul/05	1,508	0,0078	0,026	0,0155	nd	nd	nd	nd	nd
ago/05	0,892	0,0009	nd	0,0222	nd	0,013	nd	0,001	nd
set/05	0,041	0,0008	nd	0,0168	nd	nd	nd	nd	nd
out/05	0,009	0,0043	0,004	0,0124	nd	nd	nd	nd	nd
nov/05	0,029	0,0032	0,016	0,0082	nd	0,012	nd	nd	nd
dez/05	0,0045	nd	0,0559	0,0019	nd	0,005	nd	nd	nd
jan/06	1,27	0,0045	nd	0,0141	nd	nd	nd	nd	nd
fev/06	1,974	0,0177	0,029	0,0221	nd	nd	nd	nd	nd

**Ponto 5**

Meses	Fe	Cu	Mn	Zn	Cr	Pb	Cd	Co	Ni
out/00	2,185	0,003	nd	0,013	nd	0,048	nd	0,004	0,003
nov/00	0,01	0,0008	0,0009	nd	nd	0,007	nd	0,004	nd
dez/00	0,063	0,0082	0,005	0,0105	nd	0,001	nd	0,002	nd
jan/01	3,3	0,0092	0,149	0,0176	0,003	0,031	nd	0,005	0,005
fev/01	3,198	0,0147	0,189	0,0198	0,008	0,052	0,0003	0,011	0,016
mar/01	2,443	0,0073	0,156	0,0168	0,006	nd	nd	0,002	0,002
abr/01	0,258	0,0015	0,091	0,0143	nd	nd	nd	nd	nd
mai/01	0,165	0,0069	0,153	0,0142	nd	0,035	0,0006	0,008	0,008
jun/01	0,167	0,0045	0,134	0,0104	0,003	0,287	nd	nd	0,006
jul/01	0,0173	0,1155	0,102	0,002	0,024	0,005	nd	0,003	0,004
ago/01	3,934	0,0131	0,224	0,0335	0,006	0,055	nd	0,008	0,014
set/01	0,009	0,0019	0,046	0,0063	0,002	0,006	nd	0,0071	0,0017

out/01	2,582	0,0045	0,029	0,0115	nd	nd	nd	0,007	0,0012
dez/01	2,179	0,0064	0,042	0,0104	0,016	0,009	0,0005	0,001	nd
jan/02	0,22	0,0034	0,045	0,0105	0,007	0,037	nd	0,003	0,0062
fev/02	0,005	0,0012	nd	nd	0,002	0,008	nd	0,009	0,0073
mar/02	3,096	0,0097	0,04	0,0212	0,028	0,027	0,0009	0,001	0,0026
abr/02	2	0,0094	0,035	0,023	0,016	0,014	nd	0,002	0,014
mai/02	0,115	0,0106	0,107	0,0327	0,016	0,0174	nd	0,021	0,0138
jun/02	0,11	0,0094	0,24	0,031	0,0044	0,048	nd	0,0061	0,0091
ago/04	6,97	0,0165	nd	0,0172	0,007	0,026	nd	nd	0,007
set/04	0,414	0,0054	0,054	0,0428	0,003	0,015	nd	nd	nd
nov/04	1,834	0,0169	0,049	0,0157	nd	0,029	nd	nd	nd
jan/05	0,3999	nd	0,0541	0,008	nd	0,01	nd	nd	nd
mai/05	1,168	0,0324	0,009	0,0118	nd	0,006	nd	nd	nd
jul/05	1,663	0,0043	0,03	0,0084	nd	nd	nd	nd	nd
ago/05	1,277	nd	nd	0,0163	nd	0,014	nd	0,001	nd
set/05	1,318	nd	0,016	0,0086	nd	nd	nd	nd	nd
out/05	0,028	0,0062	0,035	0,0096	nd	nd	nd	nd	nd
nov/05	0,329	0,0061	0,046	0,0123	nd	0,006	nd	nd	nd
dez/05	0,0032	nd	0,0641	0,0014	nd	nd	nd	nd	nd
jan/06	2,295	nd	nd	0,001	0,001	0,001	nd	nd	nd
fev/06	4,568	0,0173	0,097	0,0136	nd	nd	nd	nd	nd

### Ferro total (Fe):

Para o período estudado o ribeirão Maringá (ponto 1) revela que o ferro (Fe) foi detectado na sua maior concentração 6,576 mg/L em março de 2001, a menor concentração foi registrada em junho de 2001 sendo 0,007 mg/L. O ferro (Fe) não foi detectado em apenas uma das amostras no ponto 1 (mês de novembro de 2004 ,no segundo triênio). Esse metal apresenta uma diminuição na sua concentração na água nos últimos três anos 2004, 2005 e 2006 para o (ponto 1). Os teores de Fe detectados na água na maior parte das coletas ultrapassou o permitido pelo CONAMA/2005 que é de 0,3 mg/L de ferro. Nos últimos três anos a maior concentração de ferro detectada foi de 1,499 mg/L, cerca de 4,3 vezes menor que a maior concentração dos primeiros três anos. Porém está 4,9 vezes acima do limite permitido pelo CONAMA/2005 para corpos de água de classe 2; o que sugere uma correlação com os índices pluviométricos do período.

No ponto 2, córrego Romeira, predominantemente rural, o ferro foi detectado em todas as amostragens durante os seis anos. A maior concentração de ferro foi detectada no mês de fevereiro de 2001, sendo encontrado 3,703 mg/L, 12,3 vezes maior que o limite CONAMA/2005; a menor concentração foi de 0,003 mg/L no mês de fevereiro de 2002.

No II Triênio, a maior concentração de ferro foi de 2,508 mg/L em julho de 2005 e, a menor concentração 0,006 mg/L em novembro de 2005, apresentando também redução na concentração de ferro quando comparado ao I triênio.

No ponto 3, no ribeirão Mandacaru, predominantemente urbano, a maior concentração de ferro detectada foi 0,909 mg/L em outubro de 2000, 3,03 vezes maior que o limite CONAMA e, a menor concentração 0,003 mg/L em julho de 2001. No II triênio a maior concentração de ferro de 1,952 mg/l obtida em fevereiro de 2006 (após a chuva), foi 6,5 vezes maior que o limite CONAMA e, a menor concentração para o período de 0,024 mg/l.

O aumento da concentração de ferro nas águas do ribeirão Mandacaru para o II triênio, sugerem correlação com o rápido crescimento urbano, abertura de loteamento a montante do ponto 3, que remobiliza materiais ao longo da vertente, como fator de agravo no índice de concentração de ferro.

No ponto 4, ribeirão Maringá, após a ETE (Estação de Tratamento de Esgotos) a maior concentração de ferro para o I triênio é de 1,719 mg/L em março de 2002 e a menor, é de 0,004 mg/L em fevereiro de 2002; para o II triênio o ferro elevou-se para 1,974 mg/L em fevereiro de 2002, em relação ao I triênio e em relação ao ponto 3 no II triênio. Os resultados indicam entrada de ferro no sistema entre o ponto 3 e o ponto 4. O mínimo de ferro percebido para o II triênio é de 0,0045 em dezembro de 2005.

No ponto 5, ribeirão Maringá, o maior índice de ferro no próximo a exutória no I triênio de 3,934 mg/L em agosto de 2001 e, o menor registro foi de 0,009 mg/L em setembro de 2001; para o II triênio obteve-se maior concentração de ferro 6,97 mg/L em agosto de 2004 e, o menor índice 0,0032 mg/L em dezembro de 2005. Nesse ponto foi percebido a maior concentração de ferro das águas do ribeirão Maringá, 6,97 mg/L que é 23,23 vezes maior que o limite CONAMA para corpos de água de classe 2; sugere além da entrada de ferro no sistema a juzante do ponto 4 a tendência na elevação da concentração de ferro do ponto 1 para o ponto 5 próximo da exutória do canal fluvial do ribeirão Maringá que deságua no rio Pirapó, cabendo a ressalva de que entre o ponto 3 e o ponto 5 o uso e a ocupação do solo é predominantemente agrícola e caracteriza-se como um agroecossistema.

É interessante notar que nos pontos mais próximos ao sítio urbano (pontos 1 e 3) as concentrações de Fe total foram as mais baixas do sistema esse fato,

provavelmente, se deve à impermeabilização do solo pelo sítio urbano, que induz a uma pequena produção de ferro, por erosão, nessa área.

### **Cobre total (Cu):**

O cobre foi encontrado em sua maior concentração 0,0201 mg/L em março de 2001 no primeiro triênio, e na mínima concentração 0,0009 mg/L em janeiro de 2002. No segundo triênio o índice máximo foi de 0,0614 mg/L em dezembro de 2005 e o mínimo de 0,0019 em janeiro de 2006. O cobre aumentou mais de 3 vezes no segundo triênio em relação ao primeiro triênio, percebendo-se também aumento no teor mínimo.

No córrego Romeira (ponto 2) o cobre não foi detectado em apenas quatro meses (abril de 2001, agosto de 2004, dezembro de 2005, fevereiro de 2006). Percebe-se que sua concentração máxima (acima do limite CONAMA/2005) ocorreu no segundo triênio; muito embora esteja presente na água do córrego Romeira em 99% das amostras do primeiro triênio em concentrações próximas a do limite CONAMA. Segundo o CONAMA, as águas do córrego Romeira não estavam contaminadas de outubro de 2000 a setembro de 2004. Pela mesma resolução estavam contaminadas nos meses de novembro de 2004 (0,0192 mg/L), em janeiro de 2005 alcançou o seu índice máximo (0,0656 mg/L) e em maio de 2005 (0,0157 mg/L), e em janeiro (0,0228 mg/L) de Cu. O ponto 2 é predominantemente de uso agrícola, com rotação de culturas apresentando 2 safras por ano: milho, soja e girassol. Sugere-se que essa contaminação decorre do uso de insumos agrícolas.

No córrego Mandacarú (ponto 3) o cobre foi percebido acima do limite CONAMA apenas em abril de 2002 no primeiro triênio (0,0097 mg/L), pouco acima do limite. No entanto no segundo triênio, no mês de janeiro de 2005 apresentou a concentração de 0,0245 mg/L; em julho apresentou 0,103 mg/L e, o seu índice máximo para esse ponto foi de 0,365 mg/L em fevereiro de 2006. Este último valor é 40,55 vezes maior que o limite CONAMA para corpos de água de classe 2. Nos meses de agosto, setembro e dezembro de 2005 e janeiro de 2006 não foram detectados cobre nas amostras de água do ponto 3. O índice mínimo percebido foi 0,0004 mg/L de Cu. Esse ponto é de uso urbano/rural e as contaminações refletem os usos de seus entornos que podem estar atreladas à atividade industrial no sítio urbano, além do uso de insumos agrícolas na área agrícola em torno do ponto 3.

No ribeirão Maringá (ponto 4) no primeiro triênio o maior índice de Cu foi percebido em fevereiro de 2001 sendo 0,0167 mg/L e o menor em janeiro de 2002 com 0,0013 mg/L. No segundo triênio a maior concentração ocorreu em maio de 2005 (0,0205 mg/L) e, a menor concentração em setembro de 2005 (0,0008 mg/L). As concentrações de Cu, para o ponto 4, também sofreram aumento no segundo triênio analisado, quando comparadas com o primeiro.

No baixo curso do ribeirão Maringá (ponto 5) o maior índice de cobre encontrado 0,1155 mg/L ocorreu em julho de 2001 no primeiro triênio e, o menor 0,0008 mg/L em novembro de 2000. No segundo triênio o índice maior foi de 0,0324 mg/L em maio de 2005 e o menor valor registrado foi de 0,0043 mg/L. Refletindo um aumento de índice de cobre do ponto 4 para o ponto 5 em mais de 50%.

#### **Manganês total (Mn):**

No ponto 1 as concentrações de manganês estão normalmente abaixo do limite permitido pelo CONAMA. Em apenas quatro meses no primeiro triênio de análise (janeiro, fevereiro, março e maio de 2001) elas estiveram ligeiramente acima do limite estabelecido. No primeiro triênio e, o menor 0,0008 mg/L. O índice mínimo para o primeiro triênio foi de 0,0005 mg/L de Mn em novembro de 2000. Os índices de todas as amostras de água do segundo triênio de agosto de 2004 a fevereiro de 2006 caíram e, em nenhuma amostra, se obteve valor de Manganês superior ao índice CONAMA/2005 (0,1 mg/L). Isso indica uma melhora na qualidade da água no ponto 1, no segundo triênio, no que concerne ao elemento Manganês. Embora o mínimo de Manganês 0,002 mg/L em outubro de 2005 seja maior que o mínimo obtido em novembro de 2000 sendo 0,0005 mg/L.

No córrego Romeira (ponto 2) o Manganês foi encontrado no primeiro triênio apenas em fevereiro de 2001 apresentando 0,118 mg/L e no II triênio não ultrapassou o índice CONAMA, o índice mínimo percebido foi de 0,001 mg/L em novembro de 2000.

No ribeirão Maringá (ponto 3) o Manganês não ultrapassou o limite CONAMA em nenhuma das amostras, ao longo de seis anos. A concentração mínima foi obtida no primeiro triênio 0,0008 mg/L, em novembro de 2000, e a máxima 0,057 mg/L, em junho de 2002 no mesmo triênio. Já no segundo triênio os valores apresentam um pequeno decréscimo. Mostrando uma menor concentração nos últimos anos.

No ponto 4 se elevam as concentrações de manganês no primeiro e segundo triênio para valores acima do permitido pelo CONAMA/2005, tornando as águas do ribeirão Maringá contaminadas por Manganês para corpos de água de classe 2. Tal fato sugere a entrada de Manganês no sistema fluvial entre o 3º e o 4º ponto o qual recebe esgoto “tratado” da ETE (Estação de Tratamento de Esgotos). Esse elemento atinge as concentrações máximas de 0,105 mg/L em fevereiro de 2001 e 0,102 mg/L em agosto de 2001, a menor concentração foi percebida em novembro de 2000 com 0,001 mg/L.

No baixo curso do ribeirão Maringá (ponto 5) o Manganês aparece em concentração acima do limite CONAMA, na maior parte das amostras do primeiro triênio, obtendo-se o máximo de 0,24 mg/L em junho de 2002. No segundo triênio não foi encontrado Manganês acima do limite CONAMA em nenhuma amostra.

O aumento da concentração de manganês do córrego Mandacarú (ponto 3) para o baixo curso do ribeirão Maringá (ponto 5), sugere contaminação das águas por ação antrópica, provavelmente, ligada à ETE.

#### **Zinco total (Zn):**

O zinco não foi encontrado acima do limite CONAMA 0,18 mg/L em nenhuma das amostras nos cinco pontos de coleta. Esse elemento foi detectado abaixo do limite ao longo dos seis anos em todas as amostras do ribeirão Maringá (ponto 1), em 99% das amostras do córrego Romeira (ponto 2), em 98% das amostras do córrego Mandacarú (ponto 3), em 99% das amostras do ribeirão Maringá (ponto 4) e em 98% das amostras no baixo curso do ribeirão Maringá (ponto 5). Nos cinco pontos amostrados, as águas não mostram contaminação para corpos de água de classe 2. No entanto o zinco é um metal pesado cumulativo e pode trazer prejuízos ambientais e a seres vivos, podendo acumular-se e causar sérios danos.

Como mostra a tabela 8 a maior concentração de zinco foi detectada no ribeirão Maringá (ponto 1) no segundo triênio apresentando 0,0746 mg/L em novembro de 2004, a menor concentração foi encontrada em novembro de 2000 no primeiro triênio 0,0002 mg/L.

No córrego Romeira (ponto 2), a maior concentração de zinco foi detectada em novembro de 2004 sendo de 0,1619 mg/L próximo ao limite CONAMA no segundo triênio, e a menor concentração em novembro de 2000 sendo 0,0004 mg/L no primeiro triênio.

No córrego Mandacarú (ponto 3) a maior concentração de zinco foi detectada em fevereiro de 2006, apresentando 0,1442 mg/L próximo ao limite CONAMA no segundo triênio, e a menor concentração encontrada foi de 0,0004 mg/L em novembro de 2000 no I triênio.

No ribeirão Maringá (ponto 4), a maior concentração de zinco foi detectada em fevereiro de 2001 sendo de 0,0873 mg/L no primeiro triênio, não apresentando sensível aumento no segundo triênio, a mínima encontrada foi de 0,0003 mg/L no primeiro triênio. No segundo triênio a mínima concentração foi percebida em dezembro de 2005 sendo 0,0019 mg/L de zinco que corresponde a seis vezes mais que a mínima do primeiro triênio. De modo geral, as concentrações de zinco se elevam após o ponto 4, mesmo se mantendo dentro do limite permitido pelo CONAMA/2005.

No baixo curso do ribeirão Maringá (ponto 5) o zinco apresenta a sua maior concentração sendo 0,0428 mg/L em setembro de 2004 (segundo triênio) e a menor concentração (0,001 mg/L) em janeiro de 2006.

#### **Cromo total (Cr):**

O cromo no ribeirão Maringá (ponto 1) não ultrapassou o limite CONAMA em nenhuma das amostras. No primeiro triênio foi detectado esse metal pesado em 97% das amostras, no segundo triênio o mesmo foi detectado apenas em 20% das amostras, demonstrando uma menor disponibilidade do metal no ponto 1 para o segundo triênio.

No córrego Romeira (ponto 2), o cromo também não ultrapassou o limite CONAMA, sendo que no primeiro triênio encontrou-se o metal em 96% das amostras. No segundo triênio, reduziu-se para apenas 10% das amostras, demonstrando menor disponibilidade no sistema no II triênio. Isso reflete em melhoria da qualidade da água do córrego Romeira para esse elemento.

No córrego Mandacarú (ponto 3) o cromo apareceu em 95% das amostras abaixo do limite CONAMA no primeiro triênio. No segundo triênio, não foi detectado a presença de cromo em nenhuma das amostras do ponto 3.

No ribeirão Maringá (ponto 4), o cromo foi encontrado em 95% das amostras do I triênio e, em apenas 20% das amostras do segundo triênio. Esse metal ocorre em pequena concentração abaixo do limite estabelecido pelo CONAMA/2005, mas

se evidencia sua entrada no sistema, já que as águas nos pontos a montante da ETE não apresentam traços de cromo no mesmo período.

No baixo curso do ribeirão Maringá (ponto 5), o cromo foi detectado em 94% das amostras do primeiro triênio e foi detectado no segundo triênio, nos mesmos dias de amostragens do ponto 4, em teores mais elevados. O que denota uma acumulação de cromo do ponto 3 em relação ao ponto 4 e deste para o ponto 5, em direção à exutória do ribeirão Maringá.

### **Chumbo total (Pb):**

No primeiro triênio (ponto 1), o chumbo foi detectado em 99% das amostras de água, nesse período apresentou a maior concentração desse metal (0,058 mg/L) sendo 5,8 vezes maior que o permitido pelo CONAMA. Em 50% das amostragens coletadas, no período de outubro de 2000 a junho de 2002, a concentração de chumbo ultrapassou o limite CONAMA/2005.

No segundo triênio, a contaminação por chumbo no ribeirão Maringá (ponto 1) diminuiu sensivelmente, não sendo detectado em 41% das amostras. Deve-se ressaltar, entretanto, que, em cerca de 30% das amostras restantes, as concentrações de chumbo estiveram pouco acima do limite estabelecido pelo CONAMA. Note-se que esse corpo de água é utilizado para a dessedentação de animais e recreação aquática de contato primário.

No córrego Romeira (ponto 2), o chumbo também diminuiu seus teores no segundo triênio em relação ao primeiro triênio, mas as águas do córrego Romeira permanecem contaminadas acima do limite CONAMA/2005.

No córrego Mandacarú (ponto 3), as águas demonstram uma menor concentração de chumbo no último triênio, embora permaneçam acima do limite CONAMA, no ribeirão Mandacarú.

No ribeirão Maringá (ponto 4), as águas do ribeirão Maringá encontram-se contaminadas por chumbo (Pb) em até 4,4 vezes acima do limite permitido pelo CONAMA/2005 ao longo de seis anos de amostragem.

No baixo curso do ribeirão Maringá (ponto 5), as águas do ribeirão apresentaram maior concentração de chumbo em relação ao ponto 4, embora apresentem uma sensível redução na concentração de chumbo no segundo triênio. Os teores encontrados são suficientes para classificar a água como contaminada por

chumbo, segundo CONAMA/2005 para corpos de água de classe 2 em cerca de 50% do período amostrado.

É interessante se notar que em cerca de 40% das amostras coletadas no último triênio não se detectou presença de chumbo (no nível de detecção do equipamento de leitura). Isso demonstra claramente a contaminação das águas pela ação antrópica, que promove, em diferentes momentos, uma maior ou menor concentração de metais pesados no sistema de drenagem.

### **Cádmio total (Cd):**

O cádmio, no ribeirão Maringá (ponto 1), foi detectado em apenas 20% das amostras do primeiro triênio acima do limite CONAMA/2005 e no segundo triênio não foram detectadas contaminações por cádmio em nenhuma das amostras do segundo triênio. Isso aponta para uma melhoria da qualidade das águas no que concerne ao cádmio no ponto I no II triênio.

No córrego Romeira (ponto 2), o cádmio foi percebido em apenas uma amostra acima do limite CONAMA/2005, no primeiro triênio, e não foi detectado em nenhuma das amostras no segundo triênio.

No córrego Mandacarú (ponto 3), não foi encontrado cádmio em nenhuma das amostras hexaenal acima do limite, e foram encontradas apenas amostras com cádmio em limites inferiores ao máximo permitido pelo CONAMA/2005, em 5% das amostras dos 6 anos do ribeirão mandacarú.

No ribeirão Maringá (ponto 4), foi encontrado apenas 1 amostra de cádmio no limite CONAMA que é de 0,001mg/L, em fevereiro de 2001, no primeiro triênio. No segundo triênio, o cádmio não foi detectado em nenhuma das amostras.

No baixo curso do ribeirão Maringá (ponto 5), o cádmio não foi detectado acima do limite CONAMA em nenhuma das amostras dos últimos 6 anos. A presença de cádmio foi reduzida do ponto 1 em direção ao ponto 5, próximo à exutória do ribeirão Maringá. Diluiu-se ao longo de 17 km, um percentual muito pequeno; admite-se ainda que o Cd pode encontrar-se acumulado em sedimentos do fundo do leito do canal ou em depósitos fluviais. Além da hipótese de ter alcançado a cadeia alimentar e ictiofauna trata-se de metal pesado, tóxico, cumulativo e de grande periculosidade. Nesse sentido, deve se restringir sua exposição ao homem e ao ambiente.

**Cobalto total (Co):**

O cobalto, no ribeirão Maringá (ponto 1), não foi encontrado acima do limite CONAMA/2005 em nenhuma das amostras do primeiro triênio, muito embora apareça em concentrações menos expressivas em 97% das amostras do período. No segundo triênio, o cobalto somente foi encontrado em uma das amostras com teor abaixo do limite CONAMA/2005. Isso denota uma melhoria na qualidade da água do ponto 1 no segundo triênio, no que tange ao metal pesado cobalto.

No córrego Romeira (ponto 2), apresentou cobalto abaixo do limite CONAMA/2005 em 94% das amostras no primeiro triênio, no segundo triênio não se detectou esse elemento em 100% das amostras de água desse córrego (tabela 8).

No córrego Mandacarú (ponto 3), o cobalto apresentou redução nos seus teores, tendo sido encontrado no segundo triênio em apenas uma das amostras do período.

No ribeirão Maringá (ponto 4), o valor de cobalto reduziu-se no segundo triênio, em relação ao primeiro triênio. O mínimo de concentração percebido manteve-se no mesmo valor do ponto 3 que é de 0,001mg/L; não apresentando acréscimo após a ETE, para o mesmo dia de amostragem em 25 de agosto de 2005.

No baixo curso do ribeirão Maringá (ponto 5), o valor de cobalto também reduziu-se no segundo triênio em relação ao primeiro. O elemento cobalto foi encontrado em índices abaixo do limite CONAMA/2005 em 98% das amostras. Nas proximidades do ribeirão Maringá (ponto 1), na área urbanizada da bacia hidrográfica, tem-se a ocorrência de indústrias têxteis, lavanderias, entre outras atividades poluidoras. Nas nascentes desse ribeirão, observam-se galerias pluviais lançando rejeitos industriais na drenagem, isso sugere que a fonte da contaminação por cobalto venha dessa região

**Níquel total (Ni):**

No ribeirão Maringá (ponto 1), encontrou-se níquel em 97% das amostras do primeiro triênio, estando as mesmas abaixo do limite CONAMA/2005. No segundo triênio, encontrou-se níquel em apenas uma das amostras, em agosto de 2004, apresentando a concentração de 0,005 mg/L de níquel (tabela 8).

No córrego Romeira (ponto 2), o níquel foi encontrado em 96% das amostras de água no primeiro triênio e no segundo triênio, similarmente ao ribeirão Maringá

(ponto 1), foi detectado apenas em agosto de 2004 com a concentração de 0,002mg/L , estando, portanto, abaixo do limite CONAMA/2005.

No córrego Mandacarú (ponto 3), no primeiro triênio, o níquel ocorreu em 97% das amostras, abaixo do índice permitido, tendo sido também detectado no mesmo dia 25 de agosto de 2004 com a concentração de 0,001mg/L. Isso demonstra uma redução na concentração nos pontos amostrados do ribeirão Maringá (ponto 1) e córrego Romeira (ponto 2), em relação ao córrego Mandacarú (ponto 3). Porém no ribeirão Maringá (ponto 4), após a ETE, há um acréscimo de 100% no teor do níquel encontrado, no mesmo dia 25 de agosto de 2004, no córrego Mandacarú (ponto 3). Ainda houve acréscimo no seu teor no baixo curso do ribeirão Maringá (ponto 5), em relação ao alto curso do ribeirão Maringá (ponto 1), passando de 0,005mg/L para 0,007mg/L.

A única amostra de água do ribeirão Maringá que percebeu valor acima do permitido pelo CONAMA/2005 foi a amostra de 25 de junho de 2002 (primeiro triênio), apresentando a concentração de 0,0304mg/L de níquel no ponto à jusante da ETE (ponto 4). No mesmo dia 25 de junho de 2002, a amostra de água no baixo curso do ribeirão Maringá (ponto 5) percebeu 0,0091mg/L, estando abaixo do limite CONAMA/2005. Apresentou a mesma média na concentração de níquel dos pontos 1, 2 ,3 e 5, demonstrando entrada de níquel no sistema fluvial entre o córrego Mandacarú (ponto 3) e o ribeirão Maringá (ponto 4).

A concentração de metais pesados nos cinco pontos de coleta, embora com diferentes teores no decorrer dos seis anos desta pesquisa, demonstra que os córregos são, freqüentemente, contaminados por metais pesados, para corpos de água de classe 2.

Para os metais Pb, Cu, e Zn, seus elevados níveis de concentração, refletem a atividade agrícola na bacia do ribeirão Maringá, principalmente no cultivo da soja, e outras, que vêm utilizando em escala significativa o produto glifosato, no qual foi constatada a presença destes elementos nas seguintes concentrações: Cu 0,0184 mg L<sup>-1</sup>; Pb 0,020 mg L<sup>-1</sup>; e, Zn mg L<sup>-1</sup>.

Os resultados sugerem que a principal fonte de Ferro para as águas são os latossolos argilosos e arenosos ricos em Ferro, desenvolvidos sobre os basaltos e o arenito. Estes são carregados para o rio nos momentos de maior pluviosidade, aumentando a turbidez da água e a concentração de Fe (COELHO, 2004).

Analisando-se comparativamente as concentrações dos metais pesados encontrados nas águas da bacia com os encontrados nos rios da América do Norte (Tabela 2), medidos em 1962 (há 43 anos) observa-se que: 1) Os níveis de concentração dos metais Cd, Co, Cr, Mn, Ni encontram-se abaixo dos apresentados para os rios Norte-Americanos há 43 anos atrás, o que demonstra o baixo grau de impactação do rio para estes metais, e reflete, provavelmente, a maior industrialização nas bacias hidrográficas daquele país, desde aquela época; 2) Os níveis de concentração dos elementos Pb, Cu, Zn e Fe na bacia do ribeirão Maringá, encontram-se acima dos apresentados para rios Norte-americanos, refletindo a vocação agrícola desta bacia.

#### 4.6- O PROCESSO DE DISPERSÃO DA POLUIÇÃO E A AMOSTRAGEM POR ARMADILHAS

A carga poluidora de um usuário afeta distintamente o padrão ambiental. Essa dispersão pode ocorrer em várias bacias (sub-bacias) ou (trechos) e, assim, transferir a poluição para outros usuários. O uso de armadilhas possibilita o estudo de aspectos da poluição difusa na bacia hidrográfica do ribeirão Maringá. Mapear essa matriz de impactos requer amplos estudos e conhecimento do processo de difusão da poluição, ou seja, as contribuições nas emissões de cada usuários numa bacia, para o padrão de cada bacia, são afetadas pelas emissões de outros usuários em outras bacias.

As armadilhas foram utilizadas na tentativa de medir a poluição difusa e de conhecer o comportamento das variáveis monitoradas com aumento da precipitação e, conseqüentemente, com o aumento da vazão.

##### **4.6.1- Armadilhas de Água (Metais e Sedimentos)**

As armadilhas instaladas apresentaram as seguintes vantagens no monitoramento da qualidade da água do ribeirão Mandacarú: 1) possibilitou o monitoramento da diluição e da concentração de metais pesados; 2) possibilitou o monitoramento da carga detritica que o ribeirão transporta (transporte de sedimentos); 3) permitiu correlacionar os dados gerados com dados de chuva e vazão.

Contudo esses dispositivos apresentam algumas desvantagens: os recipientes coletores da água podem ser obstruídos por detritos, na passagem da onda de cheia, dificultando a coleta da água; o tempo necessário para encher os coletores durante a onda de cheia pode ser maior do que o tempo da recessão da onda de cheia, uma vez que o tempo necessário para encher um coletor (garrafa pet 2 litros) por emersão é próximo a 1 minuto (esse tempo é suficiente para a coluna de água baixar mais de 10 cm); os recipientes podem ser levados pela onda de cheia; os coletores de água devem ser verificados, imprescindivelmente, após a chuva e substituídos por outros vazios, o que nem sempre é tarefa fácil e depende das vias de acesso ao ponto monitorado; pode ocorrer o aprisionamento de ar nos coletores de água.

#### 4.6.2- Sedimentos das armadilhas no córrego Mandacarú

A instalação das armadilhas possibilitou a obtenção de dados relativos à carga de sedimentos e sua distribuição na coluna de água. Esses dados, referentes ao período de maio a outubro de 2005, estão mostrados na tabela 9. Esse método, criado especificamente para o presente estudo, proporcionou conhecer a carga sólida que o ribeirão carrega em uma determinada altura e vazão, sob uma determinada precipitação na bacia. Armadilhas semelhantes também foram utilizadas em Douhi (2004), e em Antoneli (2004) na obtenção de descarga fluvial.

**Tabela 9 - Sedimentos coletados pelas armadilhas em 25 de maio de 2005**

	A1(1m)	A2(1,3m)	A3(1,6m)	A4(1,9m)	A5(2,2m)	A6(2,5m)	A7(2,8m)	A8(3,1m)	A9(3,4m)	A10(3,7m)
g/L	13,5	62,8	1,2	13,1	0,44	0,55	2,29	1,52	0,8	2,5
Q m3/s	2,62	4,86	8,12	11,81	15,59	18,11	20,90	23,51	25,78	29,13

**Tabela 10 - Sedimentos coletados pelas armadilhas em 25 de agosto de 2005**

	A1(1m)	A2(1,3m)	A3(1,6m)	A4(1,9m)	A5(2,2m)
g/l	77,3	127,9	102,6	193,4	86,4
Q m3/s	2,62	4,86	8,12	11,81	15,59

**Tabela 11 - Sedimentos coletados pelas armadilhas em 25 de setembro de 2005**

	A1(1m)	A2(1,3m)	A3(1,6m)	A4(1,9m)	A5(2,2m)	A6(2,5m)	A7(2,8m)	A8(3,1m)
g/l	20,3	4,0	1,4	0,49	1,0	0,68	0,71	0,55
Q m3/s	2,62	4,86	8,12	11,81	15,59	18,11	20,90	23,51

**Tabela 12 - Sedimentos coletados pelas armadilhas em 25 de outubro de 2005**

	A1(1m)	A2(1,3m)	A3(1,6m)	A4(1,9m)	A5(2,2m)	A6(2,5m)	A7(2,8m)	A8(3,1m)	A9(3,4m)	A10(3,7m)
g/l	182,8	124,4	69,8	78,0	12,7	28,0	6,0	3,0	2,3	6,6
Q m3/s	2,62	4,86	8,12	11,81	15,59	18,11	20,90	23,51	25,78	29,13

Verifica-se ocorrência de diminuição na concentração dos sedimentos, com o aumento da vazão. Essa diminuição de concentração é maior nos primeiros momentos do aumento na vazão devido à chegada da onda de cheia. A intensidade da precipitação e a variabilidade do tempo de recorrência da vazão influenciam essa concentração.

Observe-se que, no ponto de coleta, as concentrações de sedimentos em suspensão, em alguns momentos, é maior do que as cocentrações verificadas por Biazin (2005) e Kuerten (2006), para o rio Ivaí e as verificadas por Barros (2006).

Segundo Biazin (2005), os meses de outubro e novembro possuem uma alta concentração de sedimentos suspensos nas águas do rio Ivaí (0,01886 g/L e 0,0252 g/L) apresentando uma média de 0,013 g/L de sedimentos em suspensão, quatro vezes maior que o valor encontrado no rio Paraná que foi de 0,0032 g/L (BARROS, 2006 e KUERTEN, 2006).

Contudo o estudo do Córrego Mandacaru revela que a carga suspensa no momento de cheia é 14 mil vezes maior que a do rio Ivaí e 60 mil vezes maior que a do Rio Paraná.

A grande concentração de sedimentos evidenciada na drenagem monitorada é produzida principalmente pela erosão marginal à montante do ponto de coleta.

#### 4.6.3- Concentração de metais pesados nas armadilhas do córrego Mandacará

**Tabela 13 - Concentração de Metais no mês de maio de 2005**

Mai/05										
CONAMA	A1-1.0m Q 2.62	A2-1.3m Q 4.86	A3-1.6m Q 8.12	A4-1.9m Q 11.81	A5-2.2m Q 15.59	A6-2.5m Q 18.11	A7-2.8m Q 20.90	A8-3.1m Q 23.51	A9-3.4m Q 25.78	A10-3.7m Q 29.13
<b>Fe/0,3</b>	0,139	0,078	<b>3,08</b>	0,063	0,055	0,049	<b>1,118</b>	0,074	<b>0,859</b>	<b>2,675</b>
<b>Cu/0,009</b>	0,0033	nd	<b>0,0099</b>	nd	nd	nd	0,0028	0,0006	0,0005	0,0011
<b>Mn/0,1</b>	0,007	nd	<b>0,173</b>	0,004	nd	<b>0,198</b>	<b>0,517</b>	<b>0,208</b>	<b>0,685</b>	<b>1,697</b>
<b>Zn/0,18</b>	0,04	0,0052	0,0111	0,0089	0,004	0,004	0,0499	0,0135	0,0254	0,0373
<b>Cr/0,05</b>	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
<b>Pb/0,01</b>	nd	nd	nd	0,003	0,002	0,003	0,003	0,004	0,002	0,003
<b>Cd/0,001</b>	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
<b>Co/0,05</b>	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
<b>Ni/0,025</b>	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd

Vazão (m/s); Metais (g/L)

**Tabela 14 - Concentração de Metais no mês de agosto de 2005**

<b>Ago/05</b>					
CONAMA	A1-1.0m Q 2.62	A2-1.3m Q 4.86	A3-1.6m Q 8.12	A4-1.9m Q 11.81	A5-2.2m Q 15.59
<b>Fe/0,3</b>	<b>11,252</b>	<b>1,931</b>	<b>1,306</b>	<b>1,185</b>	<b>2,579</b>
<b>Cu/0,009</b>	0,0086	0,0034	0,0019	0,0007	0,0018
<b>Mn/0,1</b>	<b>2,056</b>	<b>0,553</b>	0,043	nd	nd
<b>Zn/0,18</b>	0,1125	0,0864	0,0133	0,1738	0,0187
<b>Cr/0,05</b>	nd	nd	nd	nd	nd
<b>Pb/0,01</b>	<b>0,015</b>	<b>0,015</b>	0,009	<b>0,01</b>	<b>0,01</b>
<b>Cd/0,001</b>	nd	nd	nd	nd	nd
<b>Co/0,05</b>	0,009	0,004	nd	nd	nd
<b>Ni/0,025</b>	nd	nd	nd	nd	nd

Vazão (m/s); Metais (g/L)

**Tabela 15 - Concentração de Metais no mês de setembro de 2005**

<b>Set/05</b>										
CONAMA	A1-1.0m Q 2.62	A2-1.3m Q 4.86	A3-1.6m Q 8.12	A4-1.9m Q 11.81	A5-2.2m Q 15.59	A6-2.5m Q 18.11	A7-2.8m Q 20.90	A8-3.1m Q 23.51	A9-3.4m Q 25.78	A10-3.7m Q 29.13
<b>Fe/0,03</b>	<b>9,8</b>	<b>4,5</b>	<b>6,08</b>	<b>6,09</b>	<b>4,614</b>	<b>4,303</b>	<b>0,682</b>	<b>0,65</b>	<b>0,551</b>	<b>0,763</b>
<b>Cu/0,009</b>	<b>0,0598</b>	<b>0,0643</b>	<b>0,0435</b>	<b>0,0349</b>	<b>0,0526</b>	<b>0,0442</b>	<b>0,0301</b>	<b>0,0108</b>	<b>0,0238</b>	<b>0,0344</b>
<b>Mn/0,1</b>	<b>1,342</b>	<b>1,124</b>	<b>0,875</b>	<b>1,019</b>	<b>1,121</b>	<b>0,791</b>	<b>0,23</b>	<b>0,021</b>	<b>0,059</b>	<b>0,124</b>
<b>Zn/0,18</b>	0,1076	0,045	0,0299	0,0288	0,0553	0,0303	0,0198	0,0099	0,075	0,0132
<b>Cr/0,05</b>	0,013	0,008	0,006	0,004	0,005	0,005	0,004	0,003	0,002	0,001
<b>Pb/0,01</b>	<b>0,032</b>	<b>0,017</b>	<b>0,014</b>	<b>0,015</b>	<b>0,01</b>	<b>0,009</b>	nd	nd	nd	nd
<b>Cd/0,001</b>	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
<b>Co/0,05</b>	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
<b>Ni/0,025</b>	0,009	0,004	0,005	0,003	0,004	0,005	0,004	0,003	0,003	0,002

Vazão (m/s); Metais (g/L)

**Tabela 16 - Concentração de Metais no mês de outubro de 2005**

<b>Out/05</b>										
CONAMA	A1-1.0m Q 2.62	A2-1.3m Q 4.86	A3-1.6m Q 8.12	A4-1.9m Q 11.81	A5-2.2m Q 15.59	A6-2.5m Q 18.11	A7-2.8m Q 20.90	A8-3.1m Q 23.51	A9-3.4m Q 25.78	A10-3.7m Q 29.13
<b>Fe/0,3</b>	<b>5,001</b>	0,115	<b>3,711</b>	<b>4,88</b>	<b>6,79</b>	<b>4,69</b>	<b>9,87</b>	<b>9,73</b>	<b>10,08</b>	<b>8,89</b>
<b>Cu/0,009</b>	nd	0,0011	0,0086	0,0079	<b>0,0155</b>	0,0054	nd	nd	nd	0,0283
<b>Mn/0,1</b>	<b>1,927</b>	<b>0,522</b>	<b>1,073</b>	<b>1,334</b>	<b>1,125</b>	<b>1,382</b>	<b>1,701</b>	<b>1,564</b>	<b>1,991</b>	<b>0,109</b>
<b>Zn/0,18</b>	0,0151	0,0039	0,0945	0,0256	0,0291	0,005	0,0049	0,0019	0,0037	0,0101
<b>Cr/0,05</b>	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
<b>Pb/0,01</b>	nd	nd	nd	0,001	<b>0,015</b>	nd	nd	nd	nd	nd
<b>Cd/0,001</b>	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
<b>Co/0,05</b>	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
<b>Ni/0,025</b>	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd

Vazão (m/s); Metais (g/L)

A análise dos metais, resultante das coletas na seção do ribeirão Mandacarú (ponto 3), espelha a concentração de metais pesados ao longo da coluna de água. As armadilhas instaladas neste ponto foram capazes de captar água em 10 níveis diferentes. Essas armadilhas proporcionaram analisar a concentração de metais pesados de 30 em 30 cm ao longo da coluna de água no momento da chuva, indicando quais metais pesados e em quais concentrações são transportados e distribuídos no canal fluvial.

As amostras de água, após análise de laboratório (Laboratório de Agroquímica – GEMA), apresentaram uma concentração de Pb ao longo da coluna de água acima do limite estabelecido pelo CONAMA/2005, conforme tabela N° 13 a 16.

Constatou-se a presença de ferro (**Fe**) em todas as armadilhas ao longo da coluna d'água no período de 4 meses amostrados; a maioria das amostras apresentou concentração acima do limite CONAMA/2005 que é de 0,3 mg/L de ferro, para corpos de água doce de classe 2. A maior concentração de ferro foi verificada na amostra de água contida na armadilha n° 1, a 1 metro de profundidade, onde apurou-se 11,252 mg/L de ferro total, uma concentração 37,5 vezes maior que o permitido pelo CONAMA/2005. Em outubro de 2005, o ferro total (Fe) somente não foi detectado acima do limite CONAMA/2005 na armadilha n° 2.

O cobre total (**Cu**), em 25 de setembro de 2005 ultrapassou o limite CONAMA/2005 em todas as armadilhas, com maior teor encontrado na armadilha n° 2 com 0,0643 mg/L, isto é, 7,14 vezes maior que o limite, a uma altura de 1,30 m na coluna de água. O cobre total (Cu) não foi detectado em concentrações acima das estabelecidas pelo CONAMA apenas no mês de agosto de 2006. Nos outros meses de coleta, em pelo menos uma das coletas, a concentração encontrada foi mais alta do que a admissível.

O manganês total (**Mn**) foi encontrado em todas as armadilhas e em todas as alturas ao longo da coluna de água, com a concentração diminuindo, com o aumento da coluna de água. A sua maior concentração foi obtida na armadilha n° 1, a 1 metro de altura da coluna. O manganês total (Mn) foi encontrado acima do limite em todas as armadilhas em outubro de 2005.

O zinco total (**Zn**), embora apareça em todas as amostras de todas as armadilhas em todos os meses amostrados, não ultrapassou o limite CONAMA/2005 em nenhuma das amostras. O zinco total (Zn) foi encontrado em todas as

armadilhas abaixo do limite CONAMA/2005.

O cromo total (**Cr**) foi encontrado, em todas as armadilhas da seção, somente no dia 25 de setembro de 2005; denotando uso industrial. O Cromo total (Cr) não foi detectado em nenhuma das armadilhas, nos outros meses de coleta.

O chumbo total (**Pb**) foi encontrado, em limites acima que o permitido pelo CONAMA/2005, nas armadilhas 1, 2, 4, e 5, no mês de agosto, nas armadilhas de número 1 a 6, no mês de setembro e no mês de outubro apenas na armadilha 5. A maior concentração foi verificada na armadilha n.º 1 (0,032 mg/L) com teor 3,2 vezes maior que o limite, no mês de setembro.

O cádmio total (**Cd**) não foi encontrado em nenhuma das amostras.

O cobalto total (**Co**) foi encontrado apenas nas armadilhas 1 e 2 em 25 de agosto de 2005. Na armadilha n.º 1 foi encontrado cobalto 9 vezes acima do limite; e na armadilha n.º 2, 4 vezes acima do limite CONAMA/2005, havendo diluição com o aumento da vazão.

O níquel total (**Ni**) foi percebido em 25 de setembro de 2005 em todas as armadilhas da coluna de água, nunca ultrapassando o limite estabelecido pelo CONAMA/2005.

O níquel total (Ni) não foi detectado no mês de outubro de 2005 em nenhuma das armadilhas.

De maneira geral há uma diluição da concentração de metais com o aumento da coluna de água, as variações na concentração dos metais Cu, Pb, Cr e Co indicam a ação antrópica.

#### 4.7- CARGA SUSPensa HIDROTRANSPORTADA

Constata-se que o rio transporta mais sedimentos no início das chuvas, o que se pode observar comparando as concentrações das cargas suspensas hidrotransportadas dos períodos normais e quantidade de sedimentos acumuladas nas armadilhas de sedimentos, nas maiores vazões.

Segundo Antoneli (2004), as partículas de silte e argila, a partir do momento em que são colocadas em movimento, são carregados à mesma velocidade da água, enquanto a força gerada pela turbulência for maior que a gravidade. Quando o fluxo turbulento atinge o limite crítico, as partículas tendem a se sedimentar.

A carga suspensa sedimentar transportada é um importante indicativo do índice de gradiente, ou seja, relação entre declividade e extensão do canal, sendo estritamente relacionado aos conceitos de competência e capacidade no transporte fluvial. A competência refere-se ao tamanho das partículas que podem ser movimentadas pelo fluxo, e à capacidade refere-se à quantidade de material que pode ser movimentado por unidade de tempo. Dessa forma, estudos comportamentais da carga sedimentar transportada são relevantes, pois sua dinâmica é inerente a outros processos que ocorrem no canal fluvial, tal como a formação de terraços fluviais e planícies de inundação, permitindo a compreensão da hidrologia, geomorfologia, entre outros eventos ambientais. A quantificação de sedimentos transportados é fundamental para elaborar relatórios que tratam de problemas como assoreamento de rios e assoreamento de reservatórios, que podem, algumas vezes, provocar a inviabilidade na utilização do canal para irrigação, navegação entre outros (PAIVA, 2001).

Segundo Cristofolletti (1981), a carga detrítica de um canal se constitui pela mistura de partículas de várias espécies, tamanhos e formas. Mecanicamente, a partícula se distingue pela sua densidade, tamanho (pelo seu diâmetro maior) e forma (pela medição da esfericidade). Esses materiais, em uma pequena parcela, originam-se dos detritos obtidos no leito dos cursos de água. Por meio da ação erosiva, todavia, a parcela maior é proveniente da remoção detrítica das vertentes. O fluxo e o transporte de sedimentos são respostas a inúmeros processos que caracterizam o estado do equilíbrio do sistema fluvial.

Há décadas o tratamento estatístico da distribuição dos sedimentos em uma amostra é muito difundido em geociências. Ele permite conhecer a distribuição de frequência dos tamanhos dos sedimentos de uma determinada amostra. Silva (1987) preocupou-se em verificar, através de tratamentos estatísticos, a Média Aritmética do tamanho dos sedimentos hidrotransportados, que é uma medida de posição que somente pode ser aplicada a dados apresentados nas escalas de intervalo ou razão.

Quanto ao Desvio Padrão, seu fundamento é igualmente o da média, consiste em, primeiramente, tomarmos a somatória do módulo desses desvios, sendo o valor obtido dividido pelo número de observações. A Assimetria e a Curtose são dois parâmetros que servem para indicar o quão está próxima da normalidade de uma distribuição. Essa condição de normalidade (estatística) é simbolizada pela curva de

distribuição chamada curva normal ou de Gauss. A Assimetria e a Curtose informam, portanto, o quanto esta curva é representativa da distribuição deformada em relação à curva normal. A Assimetria informa, especificamente, sobre a distribuição das classes quanto à distribuição dos valores máximos das classes, ou seja, o achatamento da distribuição de freqüência, informa, basicamente, acerca da deformação lateral da distribuição; a Curtose, por outro lado, fundamentalmente, nos informa sobre a deformação vertical da mesma. Ambas, todavia, abordam aspectos relacionados à homogeneidade/heterogeneidade internas da distribuição, constituem, juntamente com os outros parâmetros considerados, elementos que permitem a caracterização matemática da realidade ambiental analisada nas seguintes amostras.

Os sedimentos capturados pelas armadilhas de sedimentos no córrego Mandacarú foram submetidos à análise granulométrica (dados para curva acumulativa – escala phi) na seqüência da armadilha 1 para a armadilha 5, no mês de agosto de 2005. Obteve-se para a Amostra 1 a 1 metro de altura um tamanho médio das partículas de 6,962 e o desvio padrão de 2,164. Obteve-se para a Amostra 2 a 1,3 metros de altura a média de 6,390 e o desvio padrão de 2,465. Obteve-se para a Amostra 3 a 1,6 metros de altura a média de 6,492 e o desvio padrão de 2,345. Obteve-se para a Amostra 4 a 1,90 metros de altura a média de 6,248 e o desvio padrão de 2,530. Obteve-se para a Amostra 5 a 2,20 metros de altura a média de 6,149 e o desvio padrão de 2,545. Em todas as amostras o tamanho médio da distribuição dos sedimentos é da classe argila.

De acordo com a análise granulométrica dos sedimentos coletados no córrego Mandacarú, a granulometria dos sedimentos tende a diminuir da armadilha 1 para a armadilha 5. Quanto à assimetria e às médias, os dados estatísticos apresentados nessas análises demonstram também diminuir, assim como a curtose, apresentando aumento somente no desvio padrão. Esses dados comparados com a carga sedimentar armazenada nas mesmas armadilhas, que também demonstram que o rio transporta mais sedimento no início da chuva, carregando as partículas mais finas e em menor quantidade nas armadilhas superiores da coluna de água (armadilhas de 5 a 10).

Contudo encontrou-se a presença de seixos na amostra de sedimentos suspensos. A armadilha nº 4, no mês de setembro de 2005, demonstrou a capacidade de arraste do ribeirão Maringá em momentos de altas precipitações.

Foram, igualmente, encontrados nessa armadilha seixos de basalto, de calcedônia e de quartzo. Parte desses seixos, muito provavelmente, provém de parte da decomposição do asfalto e materiais de construção utilizados no sítio urbano, tendo sido carregados para o canal fluvial.

#### 4.8- CONCENTRAÇÃO DA CARGA SUSPensa NOS PONTOS DE MONITORAMENTO

Para se conhecer o comportamento da produção de sedimentos pela bacia hidrográfica, foi monitorada, ao longo de todo o período desta pesquisa, a concentração dos sedimentos hidrotransportados nas vazões de base das drenagens.

Essa análise revela, para o ponto 1 do ribeirão Maringá (ponto mais à montante), uma concentração média de (0,0347 g/L). Sendo a concentração máxima de carga suspensa de (0,3234 g/L) registrada em outubro de 2001. A concentração mínima para esse ponto durante o período monitorado foi de (0,0016 g/L), obtida em janeiro de 2006. A máxima concentração obtida para esse ponto decorre da implantação dos loteamentos Rebouças e Monte Rei, à montante do ponto 1. Isso mostra nitidamente a influência da ação antrópica na produção de sedimentos na bacia.

No córrego Romeira (ponto 2), a maior concentração de carga suspensa (0,18755 g/L) ocorreu no mês de março de 2002, e a menor (0,0027 g/L) concentração de carga suspensa em outubro de 2001. A concentração média observada foi de (0,0221 g/L).

No córrego Mandacarú (ponto 3) a maior concentração de carga suspensa encontrada (0,1876 g/L) ocorreu em março de 2002 e a menor concentração de carga suspensa (0,0014 g/L) foi registrada em agosto de 2004. A concentração média observada foi de (0,0166 g/L).

No ribeirão Maringá (ponto 4) a maior carga suspensa (0,2585 g/L) ocorreu em março de 2002 e a menor (0,0066 g/L) em janeiro de 2005. A concentração média observada foi de (0,0337 g/L).

No baixo curso do ribeirão Maringá (ponto 5) a maior carga suspensa (0,19635 g/L) foi registrada em março de 2002, e a menor carga suspensa encontrada (0,0083 g/L) em janeiro de 2005. A concentração média observada foi de

(0,0423 g/L).

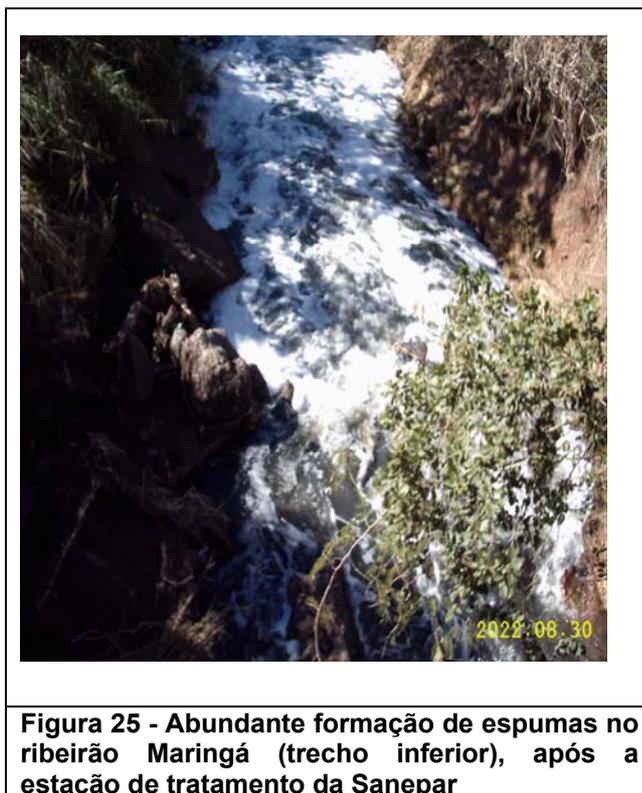
De um modo geral, a concentração da carga suspensa aumenta no sentido da montante para jusante da bacia hidrográfica. Isso se deve ao maior aporte de sedimentos produzidos pelos tributários do canal principal, à medida que ele se desenvolve. A concentração média dos sedimentos coletados no ponto 3 (córrego Mandacarú) em período de vazão de vazante foi de (0,016 g/L). Esse valor é 12 mil vezes menor do que o valor máximo de concentração obtido na armadilha 4, em 25 de agosto de 2005 (193,4 g/L). Isso demonstra a enorme importância da pluviosidade na produção dos sedimentos na bacia hidrográfica do ribeirão Maringá.

#### 4.9- TRANSPARÊNCIA

A luz que penetra na lâmina de água exerce efeitos básicos sobre a produtividade aquática, pois ela afeta o ciclo dos nutrientes, os gases dissolvidos e a bióta. O uso do disco de Secchi nos pontos 1, 2 e 3, não se mostrou eficiente, uma vez que as lâminas de água nesses pontos apresentaram profundidades inferiores à profundidade máxima de transparência em dias sem chuva. Porém, nos pontos 4 e 5 foi possível sua utilização, já que o ponto 4 está localizado após a ETE (Estação de Tratamento de Esgoto).

Para efeito de comparação, foram fotografados trechos do rio cuja água não apresenta visualmente mudança da coloração por efeito de poluentes e trechos onde esta alteração é visível (Figuras 23, 24 e 25).





Os gráficos 3 a 7 mostram os valores de transparência da água nos ribeirões Maringá, Romeira e Mandacarú (em centímetros de profundidade) dos pontos de 1 a 5, medidos de agosto de 2004 a fevereiro de 2006.

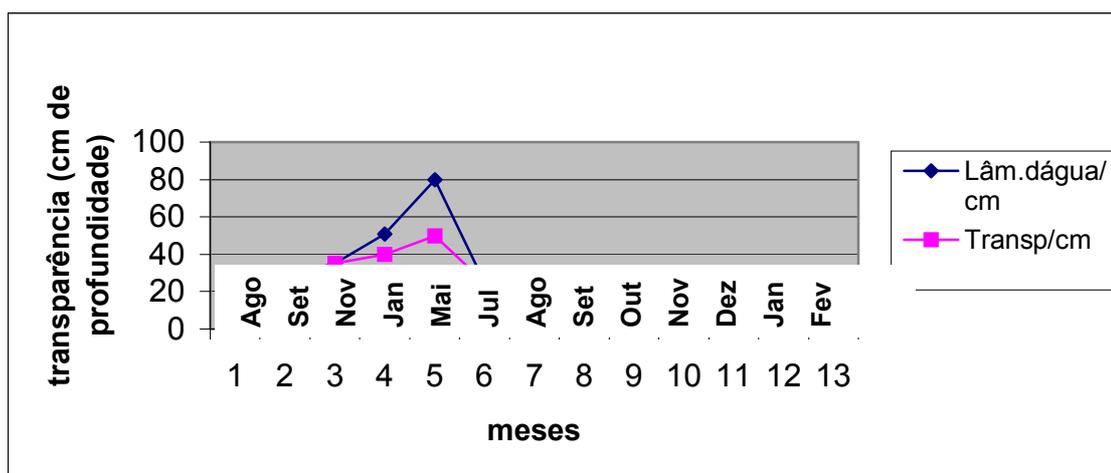


Gráfico 3 - Ponto 1 – ribeirão Maringá

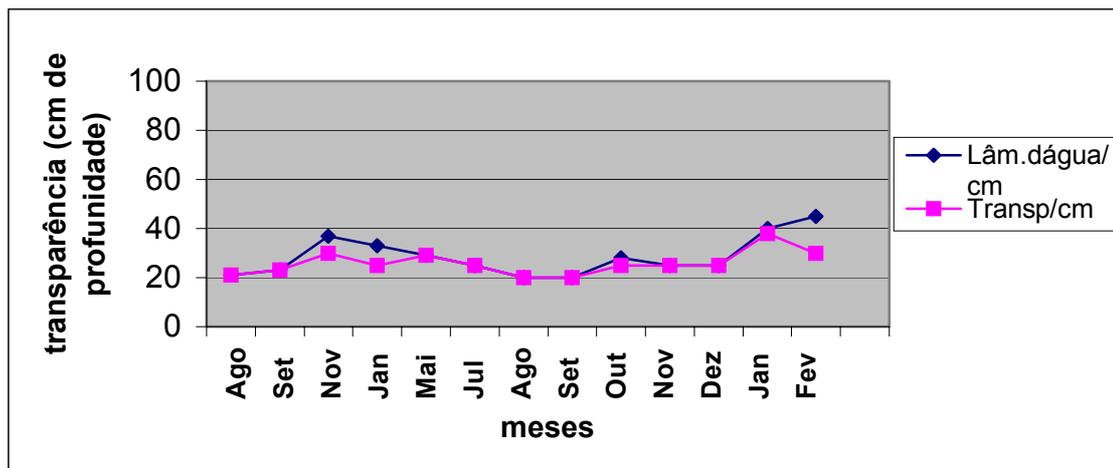


Gráfico 4 - Ponto 2 - córrego Romeira

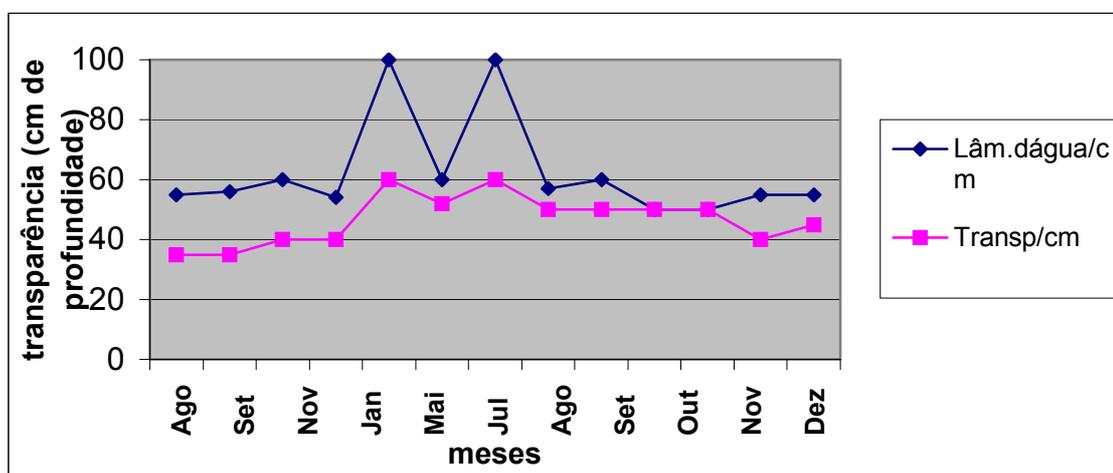


Gráfico 5 - Ponto 3 - córrego Mandacaru

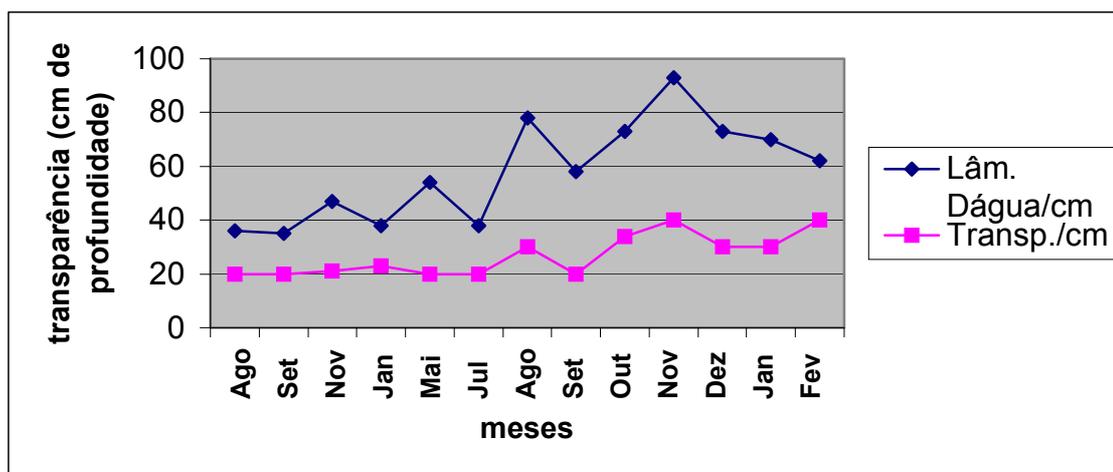


Gráfico 6 - Ponto 4 - ribeirão Maringá

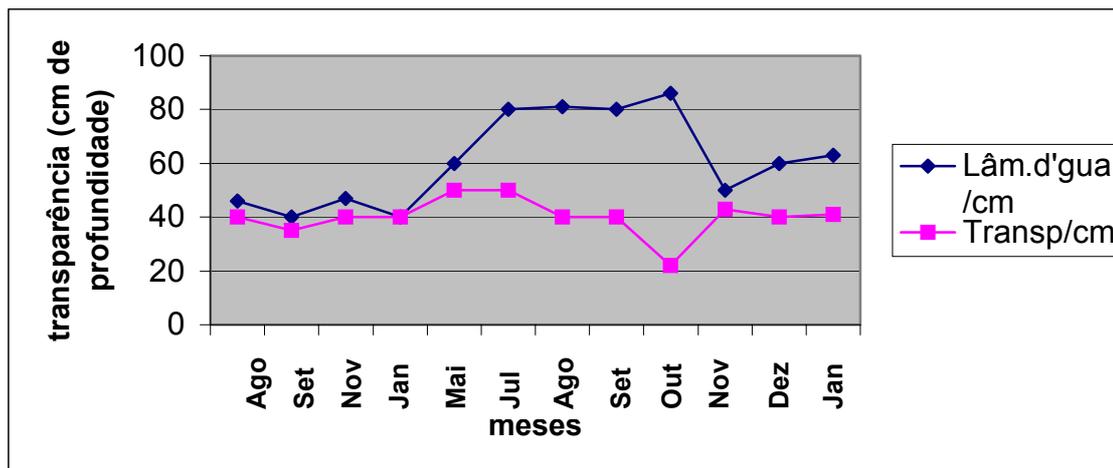


Gráfico 7 – Ponto 5 – ribeirão Maringá

Note-se que a transparência no ribeirão Maringá (ponto 1) só pôde ser medida no mês de janeiro de 2005 e maio de 2005 sendo 40 cm e 50 cm respectivamente, devido a lâmina de água estar funda o suficiente para que o disco de Secchi fosse utilizado.

Nos outros meses, o uso do disco de Secchi não se demonstrou aplicável, devido à lâmina de água estar em profundidade menor que o limite de transparência.

No córrego Romeira (ponto 2), foi possível utilizar o disco de Secchi nos meses de novembro de 2004 (30 cm), janeiro de 2005 (25 cm), outubro de 2005 (25 cm), janeiro de 2006 (38 cm) e fevereiro de 2006 (30 cm), indicando uma melhor aplicação do disco nesse ponto. Ocorreu uma diminuição na transparência no mês de janeiro de 2005 do ribeirão Maringá (ponto 1) de 40 cm para 25 cm no córrego Romeira (ponto 2), essa diferença pode estar ligada ao uso do solo predominantemente urbano o ponto 1 e rural no ponto 2. Advém, daí, uma maior oferta de sedimentos para o ponto 2 o que diminui a transparência da água.

No córrego Mandacarú (ponto 3), o disco de Secchi foi aplicado em todas as amostragens de agosto de 2004 a fevereiro de 2006, apresentando a transparência menor em outubro de 2005 com 22 cm apenas.

No ribeirão Maringá (ponto 4), o disco de Secchi foi utilizado em todas as amostragens dos 3 anos, ocorrendo uma diminuição na transparência do córrego Mandacarú (ponto 3) em relação ao ribeirão Maringá (ponto 4). A menor transparência que se obteve foi de apenas 20 cm em julho e setembro de 2005, esse fato sugere a incorporação de sedimentos lançados pela ETE (Estação de

Tratamento de Esgotos) localizada entre o córrego Mandacarú (ponto 3) e o ribeirão Maringá (ponto 4).

No baixo curso do ribeirão Maringá (ponto 5), o uso de disco de Secchi foi possível em todas as amostras ao longo dos 3 anos (4,5,6). Percebeu-se que a menor transparência registrada no ponto foi de 22 cm em julho e em setembro de 2005, sendo que a transparência elevou-se do ribeirão Maringá (ponto 4) após a ETE (Estação de Tratamento de Esgotos) para o baixo curso do ribeirão Maringá (ponto 5), em dobro, próximo à exutória, o que sugere a decantação da carga de sedimentos lançada pela ETE do ribeirão Maringá (ponto 4) para o baixo curso do ribeirão Maringá (ponto 5).

#### 4.10- TEMPERATURA

A variação do calor da água, promovida pela radiação solar, ou condução de calor pelos sedimentos ou por rios tributários, modificam os processos químicos, físicos e biológicos através de resfriamento ou aquecimento da água.

As maiores e menores temperaturas registradas respectivamente para cada ponto são:

Para o ribeirão Maringá (ponto 1) a maior temperatura registrada é de 28,2 C° em dezembro de 2000 e a menor de 17,7 C° em junho de 2001. E para o córrego Romeira (ponto 2), a maior temperatura é de 25,5 C° em fevereiro de 2006 e a menor de 17,4 C° em junho de 2001. No córrego Mandacarú (ponto 3) a maior temperatura registrada foi de 27,6 C° em janeiro de 2005 e a menor de 18 C° em junho de 2001. No ribeirão Maringá (ponto 4) a maior temperatura é de 28,6 C° em janeiro de 2005 e a menor temperatura registrada foi de 17,9 C° em junho de 2001. No baixo curso do ribeirão Maringá (ponto 5) a maior temperatura é de 28,5 C° em dezembro de 2000 e, a menor temperatura em junho de 2001 de 17,1 C°.

Percebe-se a tendência de aumento da temperatura do ribeirão Maringá (ponto 4), após a ETE (Estação de Tratamento de Esgotos), em relação aos pontos 1, 2 e 3. No baixo curso do ribeirão Maringá (ponto 5), a temperatura diminuiu em 0,8 C° em relação ao ponto 4 no mesmo dia de amostragem. Observou-se ao longo da pesquisa um aumento da temperatura do ribeirão Maringá (ponto 4) em relação aos demais, o que sugere os efeitos da ETE (Estação de Tratamento de Esgoto).

Com o aumento da temperatura da água, a taxa de oxigênio cai, porque a solubilidade desse gás diminui, podendo ocasionar a morte de organismos, aumentando a ação decompositora de bactérias, tornando a água mais turva, que prejudica a passagem da luz e diminui a taxa de fotossíntese. Como há menor produção de alimentos e de oxigênio, mais organismos morrem.

#### 4.11- PH ACIDEZ E ALCALINIDADE

O pH influencia processos biológicos e químicos nos corpos de água e os processos associados com abastecimento e tratamento de águas residuárias. O pH é uma medida do balanço ácido de uma solução e é definido pelo negativo do logaritmo na base 10 da concentração de íons hidrogênio. Segundo o CONAMA, nas águas naturais os valores do pH varia entre 6 a 9, para corpos de água de classe 2.

O maior teor de pH 8,07 foi verificado em agosto de 2004 no ribeirão Maringá (ponto 1), e o menor teor 6,2 em janeiro de 2006.

No córrego Romeira (ponto 2) o maior pH medido foi de 7,65 em setembro de 2004 e o menor pH medido foi de 5,9 em janeiro de 2006.

No córrego Mandacarú (ponto 3) que se desenvolve na área urbana, o maior pH medido foi de 7,73 em maio de 2002 e o menor pH medido foi de 4,9 em janeiro de 2006. Isso sugere contaminação da água por atividade antrópica.

No ribeirão Maringá (ponto 4) o maior pH 7,48 em setembro de 2004 e o menor pH 6,8 em janeiro de 2006.

No baixo curso do ribeirão Maringá (ponto 5) o maior pH 7,49 em maio de 2002 e o menor em janeiro de 2006, pH 6,7.

Isso demonstra que o pH passa de levemente ácido para alcalino nos últimos três anos monitorados, sendo que no córrego Mandacarú (ponto 3) em janeiro de 2006 ocorreu o menor teor medido do pH sendo de 4,9; no ponto 4 após a ETE (Estação de Tratamento de Esgotos) novamente sobe o teor do pH para 6,8 no mesmo mês. Em janeiro de 2006 o pH aumentou do alto curso para o baixo curso passando de ácido a alcalino. Isso deve estar relacionado ao incremento da vazão do ribeirão Maringá.

#### 4.12- OXIGÊNIO DISSOLVIDO

A medida do Oxigênio Dissolvido na água é uma das maneiras mais empregadas para se obter informações a respeito das trocas biológicas e bioquímicas da água. O oxigênio encontrado na água é proveniente da atmosfera ou da fotossíntese de plantas aquáticas, e é utilizado por muitos processos bioquímicos respiratórios, bem como nas reações inorgânicas de mineralização. A concentração de Oxigênio Dissolvido depende da temperatura, da pressão parcial do gás e das concentrações de vários íons. As variações de OD (Oxigênio Dissolvido) na água afetam profundamente a vida dos animais aquáticos; de um modo geral, a presença ou a ausência de oxigênio limita a existência de organismos aquáticos.

O Oxigênio Dissolvido, segundo Gastaldini & Mendonça (2001), varia sazonalmente e dentro do período de 24 horas, de acordo com a temperatura e atividade biológica (fotossíntese e transpiração). Como ocorre no ponto 4 após a ETE (Estação de Tratamento de Esgoto) queda significativa no Oxigênio Dissolvido e aumento de temperatura, elevando-se novamente o teor de Oxigênio Dissolvido no ponto 5 e, diminui a temperatura do corpo de água.

No ribeirão Maringá, a concentração mais elevada de OD foi registrada em agosto de 2001, 8,87 mg/L, e o menor valor 2,5 mg/L em fevereiro de 2006, apresentando diminuição no oxigênio dissolvido das amostras dos anos de 2004, 2005 e 2006 em relação aos primeiros três anos de oxigênio dissolvido.

No córrego Romeira (ponto 2), a maior concentração de OD foi verificada em janeiro de 2001 8,8 mg/L e a menor de 2,4 mg/L em setembro de 2005.

No córrego Mandacarú a maior concentração foi de 8,53 mg/L em julho de 2001 e a menor em fevereiro de 2006 de 2,1 mg/L.

No baixo curso do ribeirão Maringá a maior concentração de OD após a ETE (Estação de Tratamento de Esgotos) foi de 7,57 mg/L em fevereiro de 2000 e a menor em fevereiro de 2006 com 1,6 mg/L, diminuindo substancialmente nos últimos três anos. Isto sugere que uma maior quantidade de esgotos tratados foram lançados nas águas do ribeirão Maringá, alcançando índices muito abaixo do permitido pelo CONAMA/2005.

No ribeirão Maringá, próximo a exutória, a maior concentração de OD foi de 6,77 mg/L, em junho de 2001, e a menor de 1,5 mg/L, em fevereiro de 2006, sendo

esta a menor concentração encontrada ao longo do estudo de seis anos na bacia hidrográfica do ribeirão Maringá.

Essa análise dos dados disponíveis revela a perda da qualidade da água em termos do parâmetro OD, do ribeirão Maringá (ponto 1 zona urbanizada) para o ribeirão Maringá próximo a exutória (ponto 5), onde verificou-se a maior discrepância, atingindo a menor quantidade de OD em mg/L de água. Esta análise sugere que a atividade antrópica tem aumentado a carga de efluentes despejados nas drenagens analisadas e que em decorrência disso a quantidade de OD tem diminuído sensivelmente ao longo do período estudado.

#### 4.13- AMOSTRAGENS DE ÁGUA SUBTERRÂNEA (POÇO SR. ZICO)

A água Subterrânea proporciona uma série de benefícios: ela é barata, porque possui qualidades naturalmente adequadas e ocorre espalhada por extensas áreas, permanece disponível durante os períodos de seca, devido aos grandes volumes armazenados em subsuperfície. As áreas próximas à superfície do solo não estão permanentemente saturadas com água, e apenas recebem um suprimento temporalmente intermitente.

Segundo Koide (2001), a qualidade da água subterrânea pode afetar nossa saúde, a sociedade e a economia. Por muito tempo a água subterrânea foi considerada como um recurso hídrico protegido da contaminação pelas camadas de rocha e solo que agiriam como barreiras e filtros. No entanto, o excesso de infiltração que não evapotranspirado ou retido, usualmente penetra pelo solo até atingir o lençol freático, contribuindo para a recarga do aquífero. Se esta água contém solutos, parte desses podem reagir ou ficar retida no solo, ser absorvida pelas plantas ou mesmo ser devolvida para a atmosfera. A água pode carrear outros solutos ou substâncias presentes no solo. Esses solutos e ou outras substâncias carregadas pela água podem contribuir para a poluição dos aquíferos (HILLEL *apud* KOIDE, 2001).

Para Koide (*opcit*), ao penetrar no solo, a água atravessa uma zona usualmente aerada e rica em matéria orgânica e microorganismos. O contato da água com esse meio favorece uma intensa interação física, química e biológica dos contaminantes já presentes na água. A região mais superficial da zona vadosa é a mais importante barreira natural contra a contaminação das águas subterrâneas,

seja por microorganismos (bactérias, protozoários ou vírus), por compostos orgânicos (biodegradáveis, hidrocarbonetos ou compostos orgânicos sintéticos), ou por substâncias inorgânicas (metais, nitratos, carbonatos, fosfatos e outros). Sendo assim ao atingir a zona saturada os contaminantes podem sofrer um processo mais intenso de diluição e dispersão.

O processo de contaminação das águas subsuperficiais é extremamente lento, porém de remediação muito difícil e onerosa caso os contaminantes não sejam facilmente degradáveis. Alguns contaminantes dissolvidos são absorvidos ou podem reagir quimicamente com os constituintes do solo. Além disso, plantas e microorganismos consomem algumas substâncias dissolvidas na água, que podem, potencialmente, ser poluentes. É recomendável que se mantenham distâncias mínimas entre poços de bombeamento e fontes poluidoras, tais como foças sépticas, valas de infiltração de efluentes domésticos, estábulos, silos. Quanto às contaminações devido às atividades agrícolas. O mesmo autor afirma que o uso e o manejo de fertilizantes e pesticidas podem introduzir contaminação no meio de três maneiras: 1) derrame durante a manipulação; 2) escoamento de águas de lavagem e de carregamento de equipamentos de aplicação; 3) poluição difusa introduzida pelo uso dos fertilizantes e pesticidas, principalmente quando os produtos são utilizados em quantidade excessiva. Outra grande fonte de contaminação é proveniente do armazenamento em locais inadequados, como próximos a poços abertos ou abandonados, sumidouros e depressões de terreno onde a água tende a se acumular em locais a céu aberto.

Vandresen & Stipp (2004) afirmam que dentre as conseqüências indesejáveis do uso de pesticidas, podem ser citadas a presença de resíduos na água, no solo, no ar, nos tecidos vegetais, animais e como decorrência da destruição de microorganismos do solo, efeitos prejudiciais sobre organismos não-alvos, mortalidade de insetos benéficos e presença de resíduos em alimentos, além da contaminação ocupacional.

A criação de animais gera uma quantidade apreciável de dejetos, que podem provocar problemas de contaminação semelhantes aos dos esgotos domésticos, podendo introduzir contaminação por nitratos, bactérias, sulfatos e sólidos dissolvidos.

Para se avaliar a possível contaminação da água subterrânea no lençol livre foi amostrada a água do poço escavado na propriedade do Sr. Zico, próximo ao

baixo curso do ribeirão Maringá (ponto 5), após aplicação de pesticidas e da ocorrência de chuva. As águas apresentaram contaminação por Zinco, Cobre e Ferro, decorrente da proximidade do poço com as plantações que ocorrem por toda a vertente. Os resultados estão apresentados na tabela 17. Isso sugere a contaminação por herbicida e insumos agrícolas, que têm em sua constituição metais pesados utilizados como fixadores como o Zinco e o Cobre (COELHO 2003, 2004; SANTOS, *et al.*, 2005).

**Tabela 17 - Metais Pesados detectados no Poço do Sr. Zico**

Meses	Fe	Cu	Mn	Zn	Cr	Pb	Cd	Co	Ni
Nov/05	nd	nd	nd	0,02	nd	nd	nd	nd	nd
Jan/06	nd	nd	nd	0,0061	nd	nd	nd	nd	nd
Fev/06	0,186	0,2288	nd	0,1027	nd	nd	nd	nd	nd
CONAMA	0,3	0,009	0,1	0,18	0,05	0,01	0,001	0,05	0,025

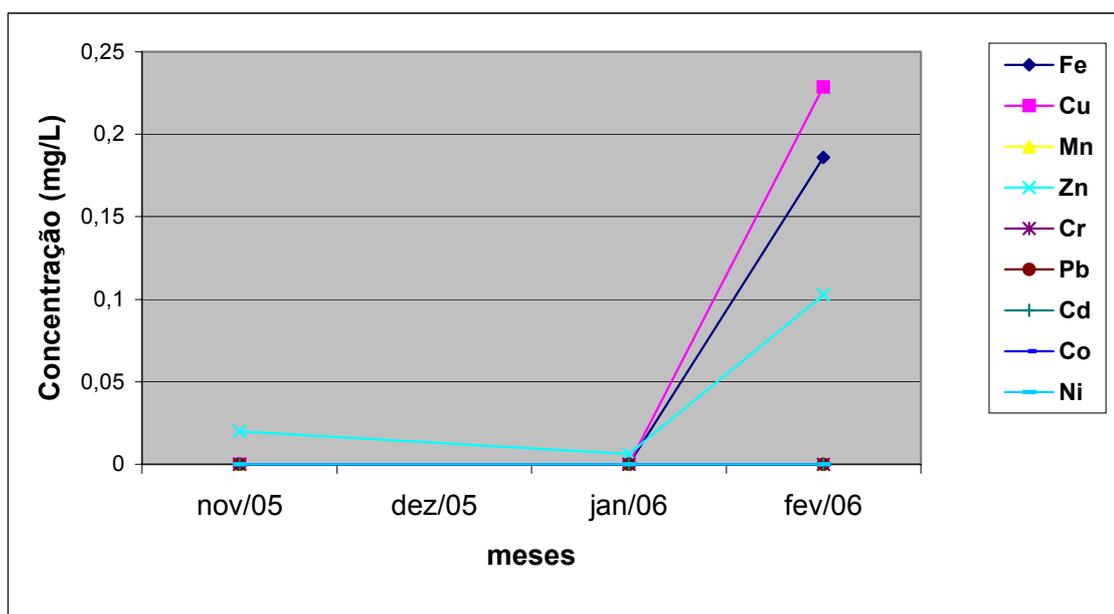
Legenda:

vermelho – acima do limite CONAMA/2005

nd – não detectado

Metais (mg/L)

Encontrou-se zinco e ferro na água do poço em pequenas concentrações ao longo de três meses. Também foi encontrado Cobre em concentração além do permitido pelo CONAMA 2005, que é de 0,18 mg/L. Assim a água estava contaminada por cobre, e portanto imprópria para consumo humano, conforme gráfico nº 8 de concentração de metais pesados totais no poço do Sr. Zico.



**Gráfico 8 - Concentração de metais pesados totais no poço do Sr. Zico**

Para Koide (2001), a proteção dos poços para abastecimento pode ser bastante complexa, caso se deseje estabelecê-la dentro da melhor técnica, sendo necessário considerar-se as características hidráulicas dos aquíferos, a taxa de exploração, as características e persistência dos contaminantes, etc. É necessário estabelecer-se diferentes perímetros de proteção, em função das atividades que podem ser exercidas em seu interior. Em uma primeira zona mais próxima do poço, somente devem ser permitidas atividades relacionadas com a operação dos poços, de modo a oferecer uma proteção efetiva contra vírus, bactérias patogênicas e produtos químicos. Em uma segunda zona devem ser proibidas atividades potencialmente poluidoras, tais como: disposição de resíduos e efluentes, agricultura e pecuária intensiva. Em uma terceira zona, mais distantes é necessária apenas o estabelecimento de um certo controle ambiental com vista a proteção do solo e das águas. A Figura 26 mostra o poço do Sr. Zico, utilizado para dessedentação de animais.



**Figura 26 – Poço do Sr. Zico**

É necessário pensar no ambiente dos entornos dos poços de exploração de água subterrânea. Principalmente nesse caso onde o poço é raso (cavado), que retira água do lençol freático de superfície livre, e está sujeito a pressão atmosférica e infiltrações de água de chuva contaminada pela lavoura.

#### 4.14- O USO DO SOLO E APLICAÇÃO DE AGROQUÍMICOS

O questionário de uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica do ribeirão Maringá aplicado aleatoriamente nos produtores rurais revela um uso intensivo de agrotóxicos na área rural da bacia. O herbicida mais usado é o handup (glifosato), em 100% das propriedades rurais que mantêm culturas temporárias soja e milho, no entanto, apenas 20% dos entrevistados utilizam-se das águas do ribeirão Maringá para dessedentação de animais. Indiretamente eles utilizam as águas do rio; constroem lagoas na planície de inundação. O rio sobe e deposita águas nas mesmas e essas lagoas servem para a desedentação dos animais. Dez por cento dos entrevistados mantêm piscicultura, e embora, a água não venha do ribeirão Maringá são usadas nascentes que afloram dentro da lavoura de soja. Noventa por cento das propriedades rurais utilizam-se de curva de nível. Apenas dez por cento dos agricultores utilizam irrigação no cultivo de hortaliças, a água é, nesse caso, captada em poços.

Quanto a rotação de culturas se dá duas vezes ao ano com a colheita do milho safrinha (de inverno) e o plantio do soja no verão. Todos os entrevistados admitem ter orientação técnica, dizem devolver as embalagens de agrotóxicos aos vendedores, e utilizam adubo todo o ano. Segundo os entrevistados ocorreram três casos de intoxicação por agrotóxicos na bacia nos últimos três anos. Em cem por cento das propriedades rurais não há rejeito de sobras de produção, a matéria orgânica resultante das atividades é incorporada ao solo. Quando a pergunta foi sobre ao consumo de peixe do rio, todos os proprietários rurais admitiram já ter consumido peixes do rio e sessenta por cento já consumiram água do rio. Cem por cento dos entrevistados já se banharam no rio há alguns anos atrás.

Quanto ao manejo do solo cem por cento dos entrevistados aram a terra. Posteriormente, praticam plantio direto, com pulverização de Handup e utilização de plantadeiras.

Quando a pergunta foi: Qual a importância do rio para você? A resposta em cem por cento das entrevistas foi: “precisamos muito da água, para os animais, para irrigação, recreação e para a pesca, no entanto do jeito que está não precisa nem ter”. Colocando que fizeram o reflorestamento das áreas de proteção permanente e o cercamento de 30 m das duas margens do rio. Deixaram a seguinte pergunta: o que vocês vão fazer para melhorar a qualidade das águas?

Na área urbana encontrou-se uso da água para dessedentação de animais diretamente no rio; lançamento de galerias pluviais, irrigação de plantas e mudas ornamentais. Dos entrevistados das pequenas indústrias, metalúrgicas, mecânicas e comércios, oitenta por cento admitem usar algum tipo de produto químico e lançam pequenas quantidades de resíduos nos esgotos ou fossas.

## CONCLUSÃO

O monitoramento da qualidade da água do ribeirão Maringá (para as variáveis analisadas) e a análise do uso do solo tanto urbano quanto rural revelam que:

- As águas do ribeirão Maringá são usadas para banho, recreação, pesca, irrigação, dessedentação.
- As análises químicas sobre a concentração dos teores de metais pesados demonstram que as águas estão contaminadas por metais pesados.
- O Fe e o Mn provêm da sua concentração natural nos solos da bacia, porém o Pb, o Cd, o Cu e o Zn são provenientes da atividade antrópica.
- A produção dos sedimentos em suspensão é menor na época de estiagem e está associada à erosão marginal e à atividade antrópica.
- São utilizados 13,1 litros de pesticidas por alqueire de terra na área rural da bacia.
- O aumento na concentração de Fe e Cu, no segundo triênio, pode estar ligada ao aumento na produção agrícola.
- As águas do córrego Mandacarú encontram-se contaminadas por chumbo (Pb), na média total ao longo de seis anos de monitoramento (anexo 4, gráfico 1).
- As águas do ribeirão Maringá encontram-se contaminadas por chumbo (Pb), na média total, ao longo dos seis anos de monitoramento (anexo 4, gráfico 2).
- Segundo a resolução do CONAMA/2005 para corpos de água de classe 2 os índices de Pb (chumbo) em vermelho, dispostos na tabela 8, de metais pesados monitorados, encontram-se acima do limite permitido. O Cobre total (Cu), Manganês total (Mn), Cadmio total (Cd), ultrapassaram o limite permitido, o que tem relação com a chuva que ocorreu nesse período, conforme observado nas armadilhas, configurando o aumento na concentração de ferro total da água, que pode ser atribuído a grande quantidade de ferro contida no solo eutroférico e no basalto, que apresentou um aumento no dia de chuva.
- A área de preservação permanente (APP) para o baixo curso do ribeirão Maringá, na confluência com o rio Pirapó e em sua planície de inundação,

deve ser alterada em 30 metros do curso habitual do ribeirão para 30 metros, à partir do leito maior do ribeirão Maringá (margens plenas) alcançadas na máxima cheia do ribeirão.

- O aumento dessa margem (APP) evitará o uso de solos contaminados por metais pesados, bem como a exposição da criação de gado à água do ribeirão.
- O quadro industrial, ainda que pequeno, e aliado ao agroecossistema mostra-se suficiente para impactar a bacia hidrográfica do ribeirão Maringá.
- A utilização irracional dos recursos naturais conduz a uma degradação acelerada do meio ambiente, ainda que parte da humanidade esteja mais consciente das ameaças que pesam sobre ele.
- A suposta crença de que o crescimento econômico possa beneficiar a todos e permitir conciliar, a um só tempo, progresso material e equidade entre a condição humana, a natureza e o meio ambiente nem sempre é exercido.
- O gerenciamento ambiental deve considerar os fatores bióticos, abióticos e antrópicos de maneira holística, visando a preservação dos recursos renováveis e não renováveis dos ecossistemas.
- O presente estudo propiciou o monitoramento das características químicas e físicas da água dos principais cursos da bacia, gerando dados que refletem a atual qualidade dos cursos de água e desse ambiente geográfico.
- Tratar os esgotos urbanos e industriais é uma necessidade premente para melhoria ambiental.
- A carga poluidora agrícola (agrotóxicos), pouco estudada, deve se adequar ao potencial de assimilação dos corpos de água.
- Este estudo revela que não estão sendo efetivadas medidas de precauções a erosão, embora cem por cento da área agrícola da bacia seja composta de curva de nível.
- A tomada de decisão em relação ao uso do solo e da água é urgente. Isso revela a necessidade de criação de normas de conservação do solo nas áreas agrícolas.
- Emergem questões que necessitam de planos de gestão ambiental integrados de bacias hidrográficas, que se revertam em soluções de

conservação da qualidade do ambiente. Deve-se priorizar a qualidade das águas e a sua manutenção, visando a recuperação do ambiente e os usos múltiplos das águas.

## BIBLIOGRAFIA

AB'SABER, Aziz N.; MULLER-PLANTENBERG, Clarita (orgs.). **Previsão de impactos**. São Paulo: Edusp, 1998.

ANTONELI, V. **Monitoramento e Análise Hidro-Sedimentológica da bacia do Arroio Boa Vista**. Guamiranga-Pr, 2004. (dissertação de mestrado).

ATKINS, P.W. **Físico – Química**. vol. 1, 6. ed. Rio de Janeiro: LTC Editora, 1999.

BARROS, C. S. **Dinâmica sedimentar e hidrológica na confluência do rio Ivaí com o rio Paraná, município de Icaraíma-PR**. Universidade Estadual de Maringá. DGE, 2006. (dissertação de mestrado).

BEREZUK, A. G. **Classificação e análise da Qualidade da água subterrânea da cidade de Maringá-PR**. Dissertação de Mestrado. Departamento de Geografia, Universidade Estadual de Maringá, 2002.102 p.

BERTRAND, G. **Paisagem e geografia física global**. Esboço Metodológico. Caderno de Ciências da Terra. São Paulo, v. 13, IG-USP, 1971.

BIAZIN, P. C. **Característica sedimentar e hidrológica do rio Ivaí em sua foz com o rio Paraná, Icaraíma-PR**. Universidade Estadual de Maringá. DGE, 2005. (dissertação de mestrado).

BIAZIN, P. C. **Concentração de sedimentod em suspensão na bacia do ribeirão Maringá, como um indicador geoambiental**. Trabalho de Conclusão de Curso. Maringá, 2003.

BIAZIN, P. C.; SANTOS, M. L. dos; GASPARETTO, N. V. L. **Variabilidade na concentração da carga suspensa no Ribeirão Maringá-PR, em decorrência da atividade antrópica**. In: IV Congresso Brasileiro de Pesquisas Ambientais e Saúde. **Actas do....** 2004b. p. 99-102.

BIAZIN, P. C.; SANTOS, M. L. dos; LANDI, D. **Concentração de sedimentos em suspensão no ribeirão Maringá, como um indicador Geoambiental**. In: **I Seminário Nacional de Impactos Sócio-Ambientais Urbanos**, 2002, Curitiba. Contribuições Científico Técnica do I Seminário Nacional de Impactos Sócio-Ambientais. Curitiba: Universidade Federal do Paraná - DGE, 2002. p. 546-555.

BRADY, E.J. **Química Geral**. vol. 1, 2. ed. Rio De Janeiro, RJ: LTC Editora, 1896.

CENTENO, Jorge Silva. **Sensoriamento remoto e processamento de imagens digitais**. Curitiba: UFPR. 2003

CHIN, A.; GREGORY, K. J. **Managing river channel adjustments**. Department of Geography, Texas A&M University, College Station, TX 77843, USA. Department of

Geography, University of Southsmp-ton, Southampton, UK. Received 14 November 2003; received in revised form 8 september 2004; accepted 8 October 2004. Available online 13 January 2005.

CHRISTOFOLETTI, Antonio (1936). **Geomorfologia Fluvial**. São Paulo: Edgar Blucher, 1981. v.1. o canal fluvial.

CHRISTOFOLETTI, Antonio (1974). C 48 G. **Geomorfologia**. São Paulo: Edgar Blucher, Ed. Universidade de São Paulo, 1974. Ilust.1. Geomorfologia.

COELHO NETTO. A. L. Hidrologia de Encostas na Interface com a Geomorfologia. In: **Geomorfologia: Uma Atualização de Bases e Conceitos**, organizado por Guerra A. J. T. e CUNHA, SB.; Ed. Bertrand Brasil, cap. 3, 1995.

COELHO, A. R.; SANTOS, M. L. dos; GASPARETTO, N. V. L. Impactos Urbano Industrial na bacia Hidrográfica do ribeirão Pingüim. In: **XIII Semana de Geografia, 2003, Maringá. Clima e Organização do Espaço Geográfico**. Universidade Estadual de Maringá: DGE, 2003. p. 117-121.

CONAMA, Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução n.º 20**. Brasília-DF, 18 de Junho, 1986.

CONAMA, Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução n.º 357**. Brasília-DF, 17 de março, 2005.

CRUZ, L. B. S. **Diagnóstico ambiental da bacia hidrográfica do rio Uberaba-MG**. Tese de Doutorado, UNICAMP, fevereiro 2003.

CURTY, M. G.; CRUZ, A. C.; MENDES, M. T. R. **Apresentação de Trabalhos Acadêmicos, Dissertações e Teses (NBR 14724/2002)**. Maringá: Dental Press Ed., 2002.

DOUHI, N. **Análise das condições físico-ocupacionais e suas implicações no comportamento hídrico da bacia hidrográfica do rio Xaxim**. Prudentópolis-Pr: DGE, 2004. (dissertação de mestrado).

DURUM, W. H.; HAFPTY, J. Implications of the minor element content of some major streams of the world. **Geochim. Cosmochim. Acta**. v. 27. 1962. p. 01-11.

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**, Serviço de Produção e Informação - SPI. Brasília (DF), 1999.

ENDLICH, Ângela Maria. **Maringá e o tecer da rede urbana regional**. Presidente Prudente. UNESP, 1998.

GARCEZ, L. N.; ALVAREZ, G. A. **Hidrologia**. 2. ed. Rev. e Atualizada. São Paulo: Editora Edgard Blucher Ltda, 2002.

GASTALDINI, M.C.C. & MENDONÇA, A. S. F. Conceitos para avaliação da qualidade da água. In: PAIVA, J. B.; PAIVA, E. M. C. D. (Org.). **Hidrologia aplicada à gestão de pequenas bacias hidrográficas**. Porto Alegre: ABRH, 2001.

GERARDIE & MENDES, L. H. de O.; landara Alves, (org.). **Teoria, Técnica, Espaços e Atividades**. Rio Claro: programa de pós-graduação em Geografia – UNESP; Associação de Geografia Teorética – AGETEO, 2001.

GOLDENFUN, J. A. Simulação hidrosedimentológica em pequenas bacias rurais. Dissertação (mestrado), 1991. In: **Hidrologia aplicada à gestão de pequenas bacias hidrográficas**. Organizado por João Batista Dias de Paiva e Eloiza Maria Cauduro Dias de Paiva. Porto Alegre: ABRH, 2001.

HARRIS, D. C. **Análise Química Quantitativa**. Tradução da quinta edição inglesa feita por Carlos Alberto da Silva Riehl & Alcides Wagner Serpa Guarino. Rio de Janeiro: LTC – Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 2001. 862 p.

<http://glcf.umiacs.umd.edu/index.shtml>

<http://www.dqi.inpe.br>

<http://zulu.ssc.nasa.gov/mrsid>

INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ (IAPAR). **Cartas climáticas do estado do Paraná**, Londrina-PR, 1984.

INSTITUTO BRASILEIRO de GEOGRAFIA e ESTATÍSTICA. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira**. Rio de Janeiro: IBGE (Séries Manuais Técnicos de Geociências). 1992.

JORNAL O ESTADO DE SÃO PAULO, 2001.

JUNGSTED, L. O. C. **Direito Ambiental**. Rio de Janeiro: THEX Editora, 1999. 787 p.

KLASSEN, C. D. **Metais Pesados e Antagonistas dos Metais Pesados**. In: GILMAN e GOODMAN. As bases farmacológicas da terapêutica. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan, 1999. 323 p.

KOEPPEL, W. **Climatologia. Con un estudio de los climas de la tierra**. FCE, México, 1948.

KOIDE, S.; SOUZA, M. A de. **Monitoramento da qualidade da água in: hidrologia aplicada à gestão de pequenas bacias hidrográficas**. Organizado por João Batista Dias de Paiva e Eloiza Maria Cauduro Dias de Paiva. Porto Alegre: ABRH, 2001.

KUERTEN, S. **Varição longitudinal das características sedimentares e hidrológicas do rio Ivaí-Pr em seu curso inferior**. Universidade Estadual de Maringá. DGE, 2006. (dissertação de mestrado).

LEE, J.D. **Química inorgânica não tão concisa**. 4. ed. Santa Catarina-SC: Editora Edgard Blücher Ltda.

LEE, J.D. **Química Inorgânica**. Tradução da 2.<sup>a</sup> edição inglesa feita por MAAR, J. H. São Paulo: Editora Edgard Blücher Ltda., 1979. p. 484.

**Leis ambientais federais e cidadania**. Organizado pela Comissão de Assessoramento para Fundos de Vale. Jorge Guerra Villalobos; Valter Tadeu Dubiela, Edson Ikeda, Martina Untergberger, Reinaldo Barbosa. Maringá: Massoni, 2002.

LEWIS, R. J. **Sax's Dangerous Properties of Industrial Materials**. 9. ed. New York: Van Nostrand Reinhold, a) v. I, II and III. 1996.

LILLESAND, T. M. E KIEFER, R. W. **Remote sensing and image interpretation**. New York: John Wiley e Sons, Inc, 1994.

LUZ, France. **O fenômeno da rede urbana numa zona pioneira: Maringá**. Maringá: Prefeitura Municipal de Maringá, 1997.

MAACK, R. **Geografia Física do Estado do Paraná**. Curitiba: Secretaria da Cultura e do Esporte do Governo do Estado do Paraná, 1981.

McBRIDE, M. B. **Environmental Chemistry of soils**. Oxford: Oxford University Press, 1994. 406 p.

MELO, U.; SUMMERHAYES, C. P.; TONER, L. G. (1975). Metodologia Para o Estudo de Material em Suspensão na Água do Mar. **Boletim Técnico da Petrobrás**. Rio de Janeiro, 18(3/4):115-127.

MENDES, César Miranda. **O edifício no jardim: um plano destruído**. São Paulo: USP, 1992.

MONTEIRO, C. A. F. **Geossistemas: a história de uma procura**. São Paulo: Contexto, 2000.

MONTEIRO. **Clima e excepcionalismo: conjecturas sobre o desempenho da atmosfera como fenômeno geográfico**. Florianópolis: Editora da UFSC, 1991.

MORAIS, E. S., SANTOS, M. L. dos; COELHO, A. R. Indicadores físico-químicos da qualidade da água do rio Ivaí em seu curso inferior: ênfase em análise geoambiental. In: **XIV EAIC – Encontro Anual de Iniciação Científica**. Universidade Estadual do Centro Oeste – UNICENTRO. Guarapuava-Pr, 2005.

MOREIRA, Maurício Alves. **Fundamentos do Sensoriamento Remoto e metodologia de aplicação**. Viçosa: UFV, 2003.

MOREIRA, Mauricio Alves; CARDOSO, Viviane; FREITAS; Ramon Moraes de; RUDORFF, Bernado Friedrich Theodor. **Comparação da resposta espectral de alvos em imagens CBERS-2/CCD e LANDSAT-5/TM** in Anais do XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Goiânia, 2005.

MOTTA, R. S. **Utilização de critérios econômicos para a valorização da água no Brasil**. Rio de Janeiro. IPEA, 1998.

NOVO, Evlyn M. L. de Moraes. **Sensoriamento remoto princípios e aplicações**. São Paulo: Editora Edgard Blucher Ltda, 1988.

OLIVEIRA, T. M. de; COSSICH, E. S.; TAVARES, C. R. G.; ARROYO, P. A.; PERUÇO, J. D.; SANTOS, M. L. dos; SOUZA FILHO, E. E. de. (2003a). Diagnóstico da qualidade físico-química e biológica da bacia do alto rio Pirapó. In: **XV Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. 2003. Curitiba**. Anais do XV Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Curitiba: Sociedade Brasileira de Recursos Hídricos, 2003. v. 1, p. 1-7.

OLIVEIRA, T. M. de; COSSICH, E. S.; TAVARES, C. R. G.; ARROYO, P. A.; PERUÇO, J. D.; SANTOS, M. L. dos; SOUZA FILHO, E. E. de. (2003b). **Reflexos da agricultura nos recursos hídricos**. In: **IV Seminário Internacional Sobre Agroecologia**. I Congresso Brasileiro de Agroecologia e V Seminário Estadual de Agroecologia. Porto Alegre- RS. Anais do Cdrom, p.1-4

ORFEO, O. (1992a). Turbidez Como Herramienta Sedimentometrica en Cursos de Agua del Noreste Argentino. **Cuarta Reunión Argentina de Sedimentología**, La Plata. In: Actas da, Tomo II, 145-149.

ORFEO, O. (1992b). Particulometria Por Filtracion Selectiva de Sedimentos Suspendidos en Muestras muy Pequenãs. **Cuarta Reunión Argentina de Sedimentología**, La Plata. In: Actas da. Tomo II, 139-144.

PAIVA, J.B. & PAIVA, M.C.D. **Hidrologia Aplicada a Gestão de Pequenas Bacias Hidrográficas**. Porto Alegre: ABRH, 2001.

PERUÇO, J.D. **Identificação das principais fontes poluidoras de afluentes da bacia do Alto rio Pirapó**. tese de mestrado, E.Q., 2004.

RAMOS, F. *et al.* **Engenharia hidrológica**. Rio de Janeiro: ABRH. Editora UFRJ, 1989. vol.2.

SALA, M. G. **Degradação dos solos da bacia do ribeirão Maringá: Análise da concentração de Metais Pesados**. PIBIC/CNPq – UEM, 2001.

SALA, M.G. **Indicadores de fragilidade ambiental na bacia do ribeirão Maringá-Pr**. tese de mestrado, DGE, 2005.

SANTOS, M.L.; LENZI, E.; COELHO, A. R. **Ocorrência de Metais Pesados no Curso Inferior do rio Ivaí, em decorrência do uso do solo em sua bacia hidrográfica**. Submetido a revista da Associação Brasileira de Recursos Hídricos.

Rio de Janeiro, 2005.

SAX, N. I. **Dangerous Properties of Industrial Materials**. 5. ed. New York: Van Nostrand Reinhold, 1979. 217 p.

SILVA, J. X. da. **Análise ambiental**. Rio de Janeiro: UFRJ, 1987.

TAYLOR, S. R. **Abundance of chemical elements in the continental crust: a new table**. Geochim. Cosmochim. Acta. v. 28. 1962. p. 1273-1285.

TOLEDO, J. R. A. P. de; TALARICO, N.; CHINEZ, S. J.; AGUDO, E. G. 1983. **Aplicação de modelos simplificados para a avaliação de processo de eutrofização em lagos e reservatórios tropicais**. Anais 12.º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. CETESB, p.1-34.

TOMAZONI, J. C. (1998). **O Processo Erosivo e o Material Hidrotransportado na Bacia Hidrográfica do Rio Pinhal**. Curso de Pós-graduação em Geologia da Universidade Federal do Paraná, Dissertação de Mestrado. Inédito. 238 p.

URBAN, Teresa. Comp. **Em outras Palavras: Meio Ambiente para Jornalistas**. Compilado por Teresa Urban. Curitiba: SENAR-Pr/ SEMA, 2002.

VANDRESEN, Júlia; STIPP, Nilza A. F. Uma abordagem sobre o uso de agrotóxicos na microbacia do Ribeirão dos Apertados-Paraná. In: **Boletim de Geografia**. Ano 22, n. 1. Universidade Estadual de Maringá, Departamento de Geografia. 22(1): 49-66. 2004.

WELZ, B.; SPERLING, M. **Atomic absorption spectrometry**. 3. rev. ed. Weinheim (Germany): VCH Verlagsgesellschaft mbH, 1999. 941.

WHITE, L. C. **Relatório da Comissão de Estudos das Minas de Carvão de Pedra do Brasil**. Rio de Janeiro: Imprensa Nacional, 1908.

## **ANEXOS**

**ANEXO 1****QUESTIONÁRIO**

USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO MARINGÁ E A SUA RELAÇÃO COM O USO DE AGROTÓXICOS, INSUMOS E PRODUTOS QUÍMICOS.

**A) IDENTIFICAÇÃO:**

Nome:

Endereço:

Localização:

Tamanho da Propriedade:

Tipo de cultura:

**B) FINALIDADE DO SOLO:** 1(sim) 2(não)

1. ( ) urbano
2. ( ) pecuária
3. ( ) agrícola
4. ( ) industrial
5. ( ) rural
6. ( ) comercial
7. ( ) residencial
8. ( ) utiliza água para dessedentação de animais
9. ( ) tem piscicultura
10. ( ) utiliza curvas de nível
11. ( ) irrigada
12. ( ) rotação de cultura. Em que época do ano?
13. ( ) há orientação técnica? Qual?
14. ( ) usa agrotóxico. Qual? Quando?
15. ( ) usa produto químico? Qual o destino das embalagens?
16. ( ) usa insumo? Qual?
17. ( ) usa adubo? Com que frequência? Qual a época do ano?
18. ( ) há caso de intoxicação?
19. ( ) há rejeito? Qual?.....
20. ( ) há esgoto?
21. ( ) há fossa?
22. ( ) Já consumiu peixes do rio?
23. ( ) Já consumiu água do rio?
24. ( ) Já banhou-se no rio?
25. ( ) Ritmo de manejo do solo? Arar? Plantio Direto?

Qual a importância do rio para você?

## ANEXO 2

## TABELAS

Tabela 1: Estatísticas descritivas por ano para o ribeirão Maringá ponto 1.

Ano	Metais	Media	Desvio Padrão	Variância	Mínimo	Mediana	Máximo
0	Fe	0.7710	1.3103	1.7169	0.0140	0.0150	2.2840
	Cu	0.0029	0.0011	0.0000	0.0018	0.0030	0.0040
	Mn	0.0023	0.0025	0.0000	0.0005	0.0023	0.0040
	Zn	0.0354	0.0519	0.0027	0.0002	0.0111	0.0950
	Cr	0.0040	.	.	0.0040	0.0040	0.0040
	Pb	0.0157	0.0159	0.0003	0.0060	0.0070	0.0340
	Cd	.	.	.	.	.	.
	Co	0.0023	0.0006	0.0000	0.0020	0.0020	0.0030
	Ni	0.0035	0.0021	0.0000	0.0020	0.0035	0.0050
1	Fe	2.2733	2.9166	8.5063	0.0070	0.8600	7.5000
	Cu	0.0061	0.0064	0.0000	0.0011	0.0034	0.0201
	Mn	0.0837	0.0562	0.0032	0.0110	0.0700	0.1800
	Zn	0.0124	0.0141	0.0002	0.0012	0.0090	0.0534
	Cr	0.0054	0.0047	0.0000	0.0010	0.0035	0.0160
	Pb	0.0166	0.0121	0.0001	0.0030	0.0140	0.0440
	Cd	0.0009	0.0005	0.0000	0.0005	0.0009	0.0014
	Co	0.0047	0.0031	0.0000	0.0001	0.0046	0.0100
	Ni	0.0044	0.0028	0.0000	0.0003	0.0040	0.0090
2	Fe	0.5198	0.4878	0.2379	0.0090	0.5450	1.2840
	Cu	0.0044	0.0027	0.0000	0.0009	0.0049	0.0074
	Mn	0.0334	0.0151	0.0002	0.0200	0.0270	0.0580
	Zn	0.0122	0.0073	0.0001	0.0062	0.0091	0.0224
	Cr	0.0076	0.0102	0.0001	0.0015	0.0035	0.0280
	Pb	0.0213	0.0232	0.0005	0.0038	0.0085	0.0580
	Cd	0.0025	.	.	0.0025	0.0025	0.0025
	Co	0.0039	0.0034	0.0000	0.0002	0.0035	0.0085
	Ni	0.0059	0.0033	0.0000	0.0021	0.0048	0.0112
4	Fe	0.3680	0.3267	0.1067	0.1370	0.3680	0.5990
	Cu	0.0039	0.0015	0.0000	0.0024	0.0041	0.0053
	Mn	0.0185	0.0007	0.0000	0.0180	0.0185	0.0190
	Zn	0.0444	0.0320	0.0010	0.0108	0.0479	0.0746
	Cr	.	.	.	.	.	.
	Pb	0.0137	0.0006	0.0000	0.0130	0.0140	0.0140
	Cd	.	.	.	.	.	.

	Co	.	.	.	.	.	.
	Ni	0.0050	.	.	0.0050	0.0050	0.0050
5	Fe	0.4772	0.5091	0.2592	0.0180	0.3600	1.4610
	Cu	0.0123	0.0223	0.0005	0.0026	0.0047	0.0674
	Mn	0.0089	0.0074	0.0001	0.0020	0.0087	0.0160
	Zn	0.0101	0.0058	0.0000	0.0020	0.0097	0.0190
	Cr	0.0010	.	.	0.0010	0.0010	0.0010
	Pb	0.0086	0.0026	0.0000	0.0050	0.0090	0.0110
	Cd	.	.	.	.	.	.
	Co	0.0010	.	.	0.0010	0.0010	0.0010
	Ni	.	.	.	.	.	.
6	Fe	0.7536	1.0542	1.1114	0.0081	0.7536	1.4990
	Cu	0.0019	.	.	0.0019	0.0019	0.0019
	Mn	0.0230	.	.	0.0230	0.0230	0.0230
	Zn	0.0067	0.0052	0.0000	0.0030	0.0067	0.0104
	Cr	0.0020	.	.	0.0020	0.0020	0.0020
	Pb	.	.	.	.	.	.
	Cd	.	.	.	.	.	.
	Co	.	.	.	.	.	.
	Ni	.	.	.	.	.	.

Tabela 2: Estatísticas descritivas por ano para o córrego Romeira ponto 2.

Ano	Metais	Media	Desvio Padrão	Variância	Mínimo	Mediana	Máximo
0	Fe	0.3800	0.6036	0.3644	0.0260	0.0370	1.0770
	Cu	0.0012	0.0008	0.0000	0.0005	0.0012	0.0020
	Mn	0.0030	0.0028	0.0000	0.0010	0.0030	0.0050
	Zn	0.0071	0.0058	0.0000	0.0004	0.0103	0.0107
	Cr	0.0030	.	.	0.0030	0.0030	0.0030
	Pb	0.0127	0.0177	0.0003	0.0010	0.0040	0.0330
	Cd	.	.	.	.	.	.
	Co	0.0027	0.0006	0.0000	0.0020	0.0030	0.0030
	Ni	0.0040	.	.	0.0040	0.0040	0.0040
1	Fe	0.9293	1.1361	1.2907	0.0040	0.5250	3.7030
	Cu	0.0032	0.0024	0.0000	0.0009	0.0026	0.0087
	Mn	0.0613	0.0352	0.0012	0.0110	0.0560	0.1180
	Zn	0.0064	0.0049	0.0000	0.0009	0.0056	0.0162
	Cr	0.0039	0.0038	0.0000	0.0010	0.0020	0.0110
	Pb	0.0176	0.0108	0.0001	0.0070	0.0140	0.0330
	Cd	0.0006	0.0005	0.0000	0.0002	0.0005	0.0011

	Co	0.0034	0.0026	0.0000	0.0001	0.0020	0.0080
	Ni	0.0033	0.0032	0.0000	0.0002	0.0030	0.0100
2	Fe	0.4398	0.5589	0.3124	0.0030	0.2395	1.4890
	Cu	0.0027	0.0020	0.0000	0.0004	0.0026	0.0053
	Mn	0.0228	0.0159	0.0003	0.0090	0.0190	0.0500
	Zn	0.0074	0.0055	0.0000	0.0014	0.0075	0.0134
	Cr	0.0076	0.0086	0.0001	0.0006	0.0050	0.0240
	Pb	0.0202	0.0131	0.0002	0.0060	0.0210	0.0380
	Cd	0.0009	.	.	0.0009	0.0009	0.0009
	Co	0.0040	0.0035	0.0000	0.0001	0.0040	0.0079
	Ni	0.0045	0.0025	0.0000	0.0011	0.0045	0.0072
4	Fe	1.0443	0.7121	0.5071	0.2440	1.2810	1.6080
	Cu	0.0115	0.0109	0.0001	0.0038	0.0115	0.0192
	Mn	0.0355	0.0035	0.0000	0.0330	0.0355	0.0380
	Zn	0.0577	0.0903	0.0082	0.0036	0.0075	0.1619
	Cr	.	.	.	.	.	.
	Pb	0.0140	0.0057	0.0000	0.0100	0.0140	0.0180
	Cd	.	.	.	.	.	.
	Co	.	.	.	.	.	.
	Ni	0.0020	.	.	0.0020	0.0020	0.0020
5	Fe	0.9037	0.9225	0.8510	0.0060	0.7295	2.5080
	Cu	0.0156	0.0250	0.0006	0.0014	0.0042	0.0656
	Mn	0.0346	0.0147	0.0002	0.0210	0.0312	0.0548
	Zn	0.0094	0.0106	0.0001	0.0015	0.0068	0.0350
	Cr	.	.	.	.	.	.
	Pb	0.0098	0.0058	0.0000	0.0040	0.0080	0.0180
	Cd	.	.	.	.	.	.
	Co	.	.	.	.	.	.
	Ni	.	.	.	.	.	.
6	Fe	4.6410	4.7503	22.5658	1.2820	4.6410	8.0000
	Cu	0.0228	.	.	0.0228	0.0228	0.0228
	Mn	0.0210	0.0009	.	0.0210	0.0210	0.0210
	Zn	0.0087	.	0.0000	0.0080	0.0087	0.0093
	Cr	0.0015	.	.	0.0015	0.0015	0.0015
	Pb	.	.	.	.	.	.
	Cd	.	.	.	.	.	.
	Co	.	.	.	.	.	.
	Ni	.	.	.	.	.	.

Tabela 3: Estatísticas descritivas por ano para o córrego Mandacaru ponto 3.

Ano	Metais	Media	Desvio Padrão	Variância	Mínimo	Mediana	Máximo
0	Fe	0.3140	0.5153	0.2655	0.0150	0.0180	0.9090
	Cu	0.0009	0.0004	0.0000	0.0005	0.0010	0.0012
	Mn	0.0034	0.0037	0.0000	0.0008	0.0034	0.0060
	Zn	0.0073	0.0060	0.0000	0.0004	0.0106	0.0109
	Cr	0.0030	.	.	0.0030	0.0030	0.0030
	Pb	0.0153	0.0179	0.0003	0.0040	0.0060	0.0360
	Cd	.	.	.	.	.	.
	Co	0.0037	0.0021	0.0000	0.0020	0.0030	0.0060
	Ni	0.0030	0.0014	0.0000	0.0020	0.0030	0.0040
1	Fe	0.3179	0.2852	0.0813	0.0030	0.2340	0.8460
	Cu	0.0022	0.0012	0.0000	0.0005	0.0018	0.0047
	Mn	0.0278	0.0173	0.0003	0.0020	0.0270	0.0500
	Zn	0.0082	0.0059	0.0000	0.0006	0.0073	0.0229
	Cr	0.0051	0.0063	0.0000	0.0010	0.0020	0.0170
	Pb	0.0133	0.0073	0.0001	0.0030	0.0140	0.0240
	Cd	0.0006	0.0001	0.0000	0.0004	0.0006	0.0007
	Co	0.0032	0.0021	0.0000	0.0010	0.0030	0.0064
	Ni	0.0034	0.0019	0.0000	0.0010	0.0030	0.0060
2	Fe	0.2615	0.2297	0.0528	0.0070	0.2810	0.4960
	Cu	0.0034	0.0034	0.0000	0.0004	0.0031	0.0097
	Mn	0.0163	0.0272	0.0007	0.0010	0.0035	0.0570
	Zn	0.0099	0.0048	0.0000	0.0045	0.0080	0.0161
	Cr	0.0091	0.0081	0.0001	0.0017	0.0075	0.0240
	Pb	0.0224	0.0161	0.0003	0.0066	0.0165	0.0450
	Cd	0.0008	.	.	0.0008	0.0008	0.0008
	Co	0.0036	0.0031	0.0000	0.0009	0.0030	0.0082
	Ni	0.0067	0.0034	0.0000	0.0016	0.0069	0.0110
4	Fe	0.2699	0.2342	0.0549	0.0168	0.3140	0.4790
	Cu	0.0022	0.0008	0.0000	0.0016	0.0020	0.0031
	Mn	0.0120	0.0042	0.0000	0.0090	0.0120	0.0150
	Zn	0.0310	0.0260	0.0007	0.0140	0.0182	0.0609
	Cr	.	.	.	.	.	.
	Pb	0.0183	0.0055	0.0000	0.0130	0.0180	0.0240
	Cd	.	.	.	.	.	.
	Co	.	.	.	.	.	.
	Ni	0.0010	.	.	0.0010	0.0010	0.0010

5	Fe	0.3179	0.4638	0.2151	0.0240	0.1330	1.4180
	Cu	0.0287	0.0424	0.0018	0.0042	0.0062	0.1030
	Mn	0.0080	0.0029	0.0000	0.0050	0.0075	0.0120
	Zn	0.0120	0.0120	0.0001	0.0005	0.0082	0.0385
	Cr	.	.	.	.	.	.
	Pb	0.0080	0.0043	0.0000	0.0030	0.0080	0.0140
	Cd	.	.	.	.	.	.
	Co	0.0010	.	.	0.0010	0.0010	0.0010
	Ni	.	.	.	.	.	.
6	Fe	1.0110	1.3308	1.7710	0.0700	1.0110	1.9520
	Cu	0.3625	.	.	0.3625	0.3625	0.3625
	Mn	0.0080	.	.	0.0080	0.0080	0.0080
	Zn	0.1442	.	.	0.1442	0.1442	0.1442
	Cr	.	.	.	.	.	.
	Pb	.	.	.	.	.	.
	Cd	.	.	.	.	.	.
	Co	.	.	.	.	.	.
	Ni	.	.	.	.	.	.

Tabela 4: Estatísticas descritivas por ano para o ribeirão Maringá ponto 4.

Ano	Metais	Media	Desvio Padrão	Variância	Mínimo	Mediana	Máximo
0	Fe	0.5033	0.8493	0.7213	0.0070	0.0190	1.4840
	Cu	0.0029	0.0019	0.0000	0.0016	0.0020	0.0050
	Mn	0.0030	0.0028	0.0000	0.0010	0.0030	0.0050
	Zn	0.0124	0.0129	0.0002	0.0003	0.0108	0.0260
	Cr	.	.	.	.	.	.
	Pb	0.0177	0.0203	0.0004	0.0040	0.0080	0.0410
	Cd	.	.	.	.	.	.
	Co	0.0037	0.0012	0.0000	0.0030	0.0030	0.0050
	Ni	0.0060	.	.	0.0060	0.0060	0.0060
1	Fe	1.0202	1.0913	1.1910	0.0090	0.8240	3.5000
	Cu	0.0083	0.0038	0.0000	0.0026	0.0079	0.0167
	Mn	0.0556	0.0354	0.0013	0.0140	0.0630	0.1050
	Zn	0.0447	0.0244	0.0006	0.0029	0.0437	0.0873
	Cr	0.0064	0.0074	0.0001	0.0010	0.0030	0.0230
	Pb	0.0166	0.0096	0.0001	0.0040	0.0160	0.0330
	Cd	0.0007	0.0002	0.0000	0.0005	0.0006	0.0010
	Co	0.0040	0.0029	0.0000	0.0009	0.0040	0.0090

	Ni	0.0047	0.0035	0.0000	0.0020	0.0030	0.0130
2	Fe	0.6985	0.6462	0.4176	0.0040	0.7290	1.7190
	Cu	0.0071	0.0056	0.0000	0.0013	0.0072	0.0162
	Mn	0.0244	0.0225	0.0005	0.0090	0.0180	0.0640
	Zn	0.0754	0.0728	0.0053	0.0241	0.0412	0.2000
	Cr	0.0111	0.0094	0.0001	0.0020	0.0105	0.0270
	Pb	0.0427	0.0490	0.0024	0.0080	0.0270	0.1380
	Cd	0.0009	.	.	0.0009	0.0009	0.0009
	Co	0.0066	0.0061	0.0000	0.0008	0.0054	0.0167
	Ni	0.0111	0.0099	0.0001	0.0036	0.0073	0.0304
4	Fe	0.7970	0.9806	0.9617	0.0600	0.4210	1.9100
	Cu	0.0228	0.0305	0.0009	0.0048	0.0056	0.0580
	Mn	0.0260	0.0028	0.0000	0.0240	0.0260	0.0280
	Zn	0.0307	0.0068	0.0000	0.0249	0.0289	0.0382
	Cr	0.0020	0.0000	0.0000	0.0020	0.0020	0.0020
	Pb	0.1237	0.1875	0.0351	0.0090	0.0220	0.3400
	Cd	.	.	.	.	.	.
	Co	.	.	.	.	.	.
	Ni	0.0020	.	.	0.0020	0.0020	0.0020
5	Fe	0.5240	0.6674	0.4455	0.0045	0.1347	1.5080
	Cu	0.0256	0.0516	0.0027	0.0008	0.0043	0.1415
	Mn	0.0225	0.0184	0.0003	0.0040	0.0199	0.0559
	Zn	0.0256	0.0262	0.0007	0.0019	0.0162	0.0817
	Cr	.	.	.	.	.	.
	Pb	0.0118	0.0055	0.0000	0.0050	0.0120	0.0200
	Cd	.	.	.	.	.	.
	Co	0.0010	.	.	0.0010	0.0010	0.0010
	Ni	.	.	.	.	.	.
6	Fe	1.6220	0.4978	0.2478	1.2700	1.6220	1.9740
	Cu	0.0111	0.0093	0.0001	0.0045	0.0111	0.0177
	Mn	0.0290	.	.	0.0290	0.0290	0.0290
	Zn	0.0181	0.0057	0.0000	0.0141	0.0181	0.0221
	Cr	.	.	.	.	.	.
	Pb	.	.	.	.	.	.
	Cd	.	.	.	.	.	.
	Co	.	.	.	.	.	.
	Ni	.	.	.	.	.	.

Tabela 5: Estatísticas descritivas por ano para o baixo curso do ribeirão Maringá ponto 5.

Ano	Metais	Media	Desvio Padrão	Variância	Mínimo	Mediana	Máximo
0	Fe	0.7527	1.2407	1.5394	0.0100	0.0630	2.1850
	Cu	0.0040	0.0038	0.0000	0.0008	0.0030	0.0082
	Mn	0.0030	0.0029	0.0000	0.0009	0.0030	0.0050
	Zn	0.0118	0.0018	0.0000	0.0105	0.0118	0.0130
	Cr	.	.	.	.	.	.
	Pb	0.0187	0.0256	0.0007	0.0010	0.0070	0.0480
	Cd	.	.	.	.	.	.
	Co	0.0033	0.0012	0.0000	0.0020	0.0040	0.0040
	Ni	0.0030	.	.	0.0030	0.0030	0.0030
1	Fe	1.6593	1.5431	2.3813	0.0090	2.1790	3.9340
	Cu	0.0169	0.0330	0.0011	0.0015	0.0069	0.1155
	Mn	0.1195	0.0632	0.0040	0.0290	0.1340	0.2240
	Zn	0.0143	0.0082	0.0001	0.0020	0.0142	0.0335
	Cr	0.0085	0.0077	0.0001	0.0020	0.0060	0.0240
	Pb	0.0600	0.0938	0.0088	0.0050	0.0330	0.2870
	Cd	0.0005	0.0002	0.0000	0.0003	0.0005	0.0006
	Co	0.0058	0.0033	0.0000	0.0010	0.0070	0.0110
	Ni	0.0064	0.0053	0.0000	0.0012	0.0050	0.0160
2	Fe	0.9243	1.3063	1.7065	0.0050	0.1675	3.0960
	Cu	0.0073	0.0039	0.0000	0.0012	0.0094	0.0106
	Mn	0.0934	0.0870	0.0076	0.0350	0.0450	0.2400
	Zn	0.0237	0.0089	0.0001	0.0105	0.0230	0.0327
	Cr	0.0122	0.0097	0.0001	0.0020	0.0115	0.0280
	Pb	0.0252	0.0151	0.0002	0.0080	0.0222	0.0480
	Cd	0.0009	.	.	0.0009	0.0009	0.0009
	Co	0.0070	0.0075	0.0001	0.0010	0.0046	0.0210
	Ni	0.0088	0.0045	0.0000	0.0026	0.0082	0.0140
4	Fe	3.0727	3.4491	11.8960	0.4140	1.8340	6.9700
	Cu	0.0129	0.0065	0.0000	0.0054	0.0165	0.0169
	Mn	0.0515	0.0035	0.0000	0.0490	0.0515	0.0540
	Zn	0.0252	0.0152	0.0002	0.0157	0.0172	0.0428
	Cr	0.0050	0.0028	0.0000	0.0030	0.0050	0.0070
	Pb	0.0233	0.0074	0.0001	0.0150	0.0260	0.0290
	Cd	.	.	.	.	.	.
	Co	.	.	.	.	.	.

	Ni	0.0070	.	.	0.0070	0.0070	0.0070
5	Fe	0.7733	0.6528	0.4262	0.0032	0.7840	1.6630
	Cu	0.0123	0.0135	0.0002	0.0043	0.0062	0.0324
	Mn	0.0363	0.0199	0.0004	0.0090	0.0350	0.0641
	Zn	0.0096	0.0043	0.0000	0.0014	0.0091	0.0163
	Cr	.	.	.	.	.	.
	Pb	0.0090	0.0038	0.0000	0.0060	0.0080	0.0140
	Cd	.	.	.	.	.	.
	Co	0.0010	.	.	0.0010	0.0010	0.0010
	Ni	.	.	.	.	.	.
6	Fe	3.4315	1.6073	2.5833	2.2950	3.4315	4.5680
	Cu	0.0173	.	.	0.0173	0.0173	0.0173
	Mn	0.0970	.	.	0.0970	0.0970	0.0970
	Zn	0.0073	0.0089	0.0001	0.0010	0.0073	0.0136
	Cr	0.0010	.	.	0.0010	0.0010	0.0010
	Pb	0.0010	.	.	0.0010	0.0010	0.0010
	Cd	.	.	.	.	.	.
	Co	.	.	.	.	.	.
	Ni	.	.	.	.	.	.

Tabela 6: Estatísticas descritivas por ponto.

Ponto	Metais	Media	Desvio Padrão	Variância	Mínimo	Mediana	Máximo
1	Ano	2.6364	1.9814	3.9261	0.0000	2.0000	6.0000
	Fe	1.1620	1.9481	3.7951	0.0070	0.5780	7.5000
	Cu	0.0067	0.0118	0.0001	0.0009	0.0039	0.0674
	Mn	0.0475	0.0502	0.0025	0.0005	0.0250	0.1800
	Zn	0.0165	0.0211	0.0004	0.0002	0.0105	0.0950
	Cr	0.0056	0.0066	0.0000	0.0010	0.0030	0.0280
	Pb	0.0157	0.0139	0.0002	0.0030	0.0110	0.0580
	Cd	0.0013	0.0009	0.0000	0.0005	0.0012	0.0025
	Co	0.0038	0.0029	0.0000	0.0001	0.0030	0.0100
	Ni	0.0048	0.0028	0.0000	0.0003	0.0044	0.0112
2	Ano	2.6364	1.9814	3.9261	0.0000	2.0000	6.0000
	Fe	1.0196	1.5249	2.3252	0.0030	0.5250	8.0000
	Cu	0.0068	0.0128	0.0002	0.0004	0.0031	0.0656
	Mn	0.0392	0.0304	0.0009	0.0010	0.0330	0.1180
	Zn	0.0123	0.0280	0.0008	0.0004	0.0073	0.1619
	Cr	0.0050	0.0058	0.0000	0.0006	0.0030	0.0240

	Pb	0.0154	0.0110	0.0001	0.0010	0.0135	0.0380
	Cd	0.0007	0.0004	0.0000	0.0002	0.0007	0.0011
	Co	0.0034	0.0026	0.0000	0.0001	0.0030	0.0080
	Ni	0.0037	0.0028	0.0000	0.0002	0.0030	0.0100
3	Ano	2.6364	1.9814	3.9261	0.0000	2.0000	6.0000
	Fe	0.3449	0.4315	0.1862	0.0030	0.1970	1.9520
	Cu	0.0193	0.0687	0.0047	0.0004	0.0027	0.3625
	Mn	0.0175	0.0177	0.0003	0.0008	0.0085	0.0570
	Zn	0.0159	0.0266	0.0007	0.0004	0.0087	0.1442
	Cr	0.0067	0.0070	0.0000	0.0010	0.0030	0.0240
	Pb	0.0152	0.0112	0.0001	0.0030	0.0135	0.0450
	Cd	0.0006	0.0002	0.0000	0.0004	0.0006	0.0008
	Co	0.0033	0.0023	0.0000	0.0009	0.0030	0.0082
	Ni	0.0043	0.0029	0.0000	0.0010	0.0041	0.0110
4	Ano	2.6364	1.9814	3.9261	0.0000	2.0000	6.0000
	Fe	0.8106	0.8578	0.7358	0.0040	0.7040	3.5000
	Cu	0.0129	0.0256	0.0007	0.0008	0.0065	0.1415
	Mn	0.0354	0.0308	0.0009	0.0010	0.0238	0.1050
	Zn	0.0387	0.0377	0.0014	0.0003	0.0284	0.2000
	Cr	0.0075	0.0080	0.0001	0.0010	0.0030	0.0270
	Pb	0.0342	0.0677	0.0046	0.0040	0.0140	0.3400
	Cd	0.0007	0.0002	0.0000	0.0005	0.0006	0.0010
	Co	0.0046	0.0041	0.0000	0.0008	0.0030	0.0167
	Ni	0.0069	0.0069	0.0000	0.0020	0.0050	0.0304
5	Ano	2.6364	1.9814	3.9261	0.0000	2.0000	6.0000
	Fe	1.4643	1.6563	2.7434	0.0032	1.1680	6.9700
	Cu	0.0124	0.0213	0.0005	0.0008	0.0071	0.1155
	Mn	0.0801	0.0661	0.0044	0.0009	0.0515	0.2400
	Zn	0.0150	0.0095	0.0001	0.0010	0.0130	0.0428
	Cr	0.0090	0.0081	0.0001	0.0010	0.0060	0.0280
	Pb	0.0318	0.0558	0.0031	0.0010	0.0150	0.2870
	Cd	0.0006	0.0003	0.0000	0.0003	0.0006	0.0009
	Co	0.0055	0.0048	0.0000	0.0010	0.0040	0.0210
	Ni	0.0071	0.0048	0.0000	0.0012	0.0062	0.0160

## ANEXO 3

Tabela 7: Correlação de Spearman (Vazão vs Carga Suspensa &amp; Vazão vs Concentração de Metais).

Vazão vs	$\rho$ - Spearman	p-valor
Fe	-0.05988	0.5440
Cu	0.13644	0.1972
Mn	-0.20983	0.0748
<b>Zn</b>	<b>0.31198</b>	<b>0.0015</b>
Cr	0.21839	0.1276
Pb	0.15784	0.1620
Cd	-0.07212	0.8431
Co	0.10125	0.5031
Ni	0.23314	0.1189
Carga Suspensa	0.08318	0.3966

- Apresentou correlação

O P-valor é a medida que indica se existe ou não correlação entre as variáveis, se p-valor<0.05, então as variáveis estão correlacionadas.

## ANEXO 4

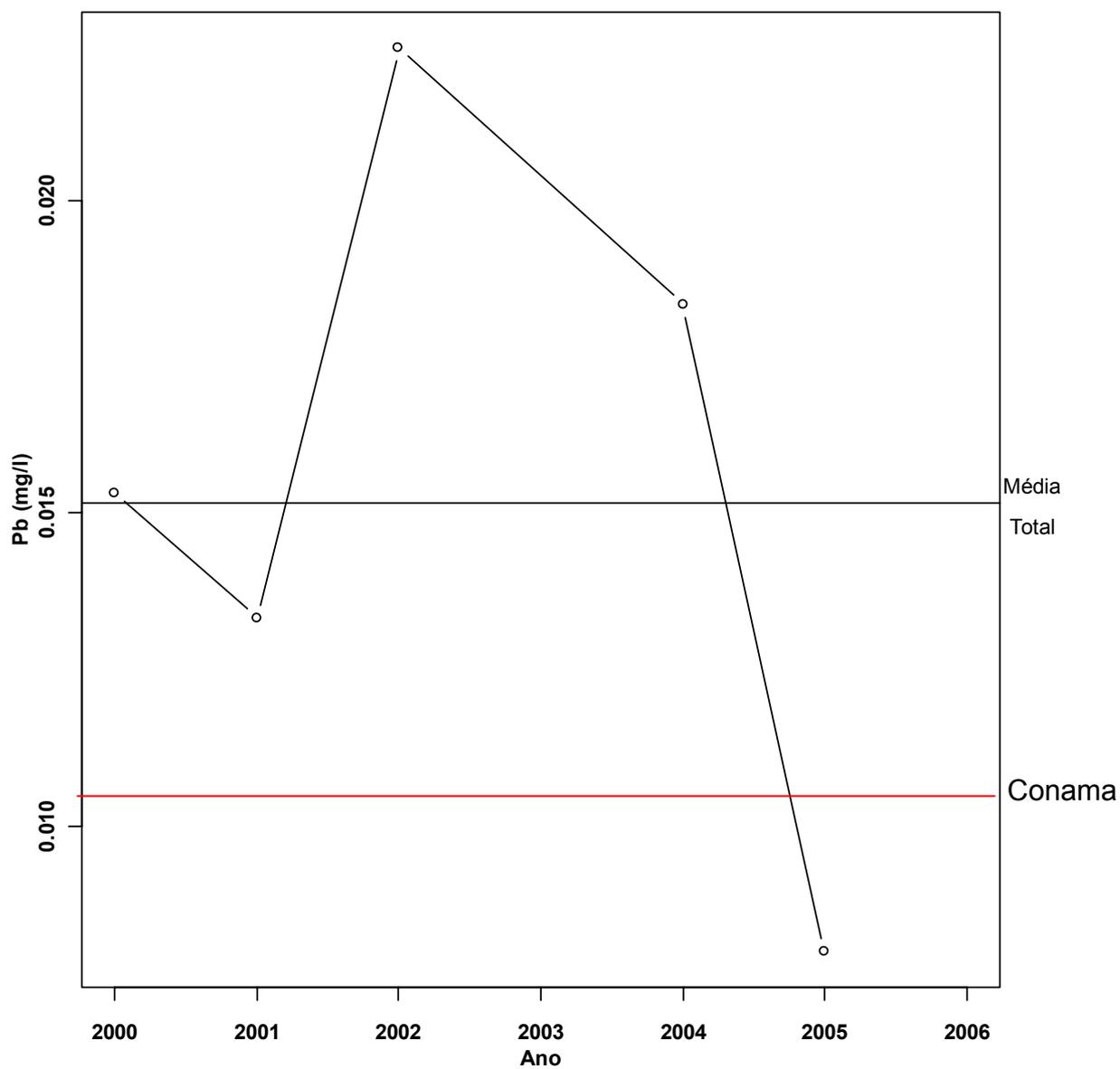


Gráfico 1: Média total de Pb para o ponto 3 – Córrego Mandacarú

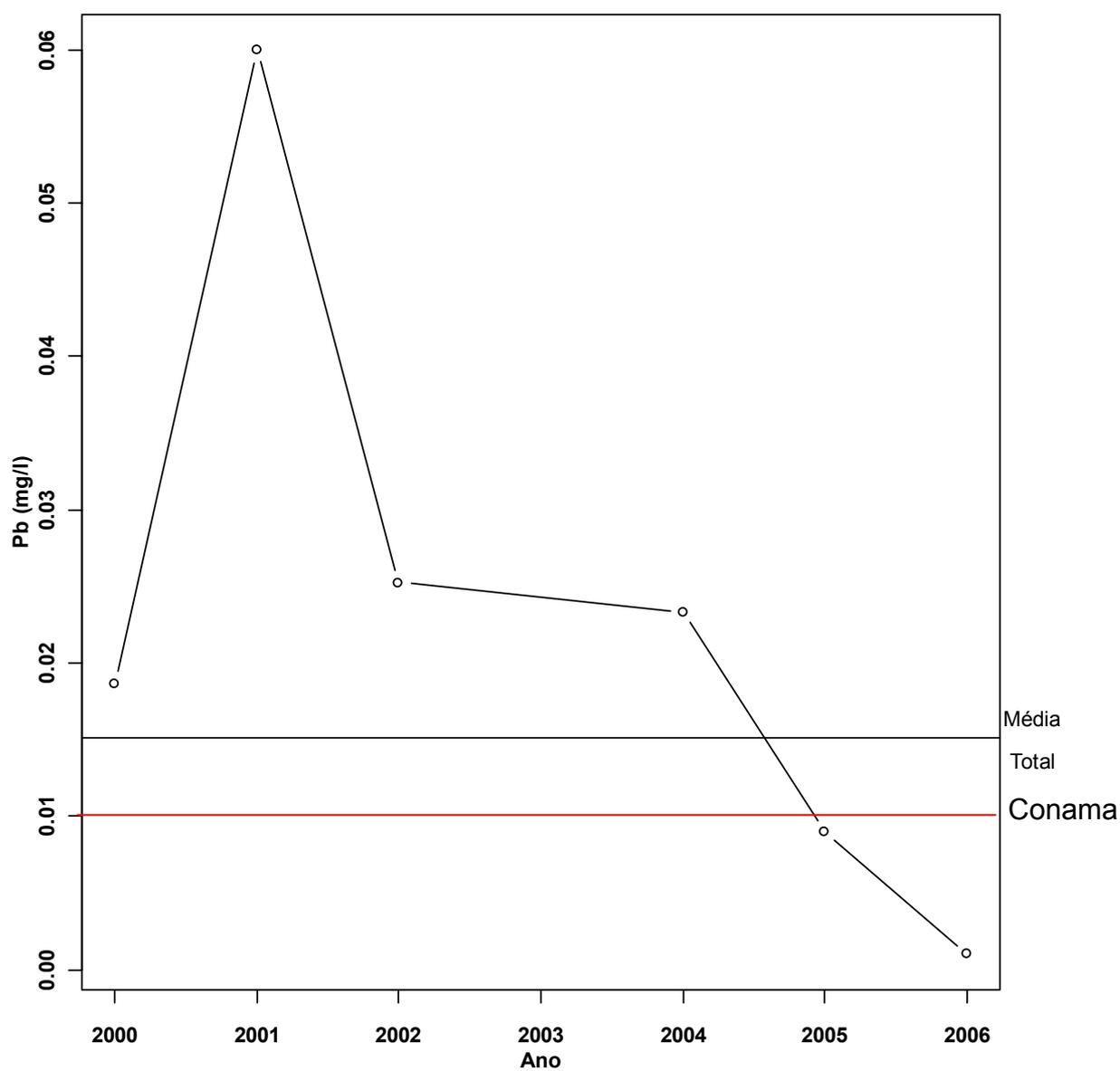


Gráfico 2: Média total de Pb para o ponto 5 – ribeirão Maringá próximo a exutória

## ANEXO 5

### Ponto 1 hexaenal

Meses	Velocidade (m/s)	PH	O2 (mg/l)	Temp./C°	Vazão (m3/s)	Uso do solo	Carga Susp.g/l	Lâm.d'água/cm	Transp/cm
out/00	0,637	7,14	6,89	27,6		solo desc./ colhido	0,0074		
nov/00	0,3672	7,25	7,29	27,5		solo desc.	0,0249		
dez/00	0,86	7,5	8,1	28,2		soja	0,0197		
jan/01	0,502	6,98	8,29	27,1		pasto/ soja	0,0182		
fev/01	0,9095	7,42	7,04	24,4		pasto/soja alta	0,0597		
mar/01	0,637	6,92	7,52	25,6		pasto/ milho safrinha	0,0954		
abr/01	0,6827	7,01	7,74	25,3		pasto/ milho safrinha	0,0163		
mai/01	0,727	7,04	8,33	23,2		pasto/ milho safrinha	0,0087		
jun/01	0,6827	6,86	7,99	17,7		pasto/ milho safrinha	0,026		
jul/01	0,727	7	8,44	21,5		pasto/ milho safrinha	0,0091		
ago/01	0,637	6,94	8,87	23,2	0,7424646	pasto/ milho colh.	0,0137		
set/01	0,5475	6,72	8,3	24,8	1,0926027	pasto/ solo desc.	0,0109		
out/01	0,502	7,15	7,99	24,9	1,0191733	pasto/ loteamento	0,3234		
dez/01	0,59	7,41		26,9	0,81856	soja/ pasto subst	0,0184		
jan/02	0,5475				1,045525	soja	0,0216		
fev/02	0,59	6,99	8,2	22,5	0,9570762	soja	0,0256		
mar/02	0,4574	7,01	7,57	25,9	1,3739068	soja/ mato	0,1886		
abr/02	0,5475	7,2	7,52	23,9	0,8826027	milho peq.	0,0187		
mai/02	0,5475	7,69	8,56	21,7	1,1478082	milho	0,0167		
jun/02	0,59	7,34	8,6	19,3	0,9409745	milho	0,0042		
ago/04	0,4574	8,07	8	25	0,7424646	pasto/ milho colh.	0,0051	29	29
set/04	0,5475	7,65	6,1	24	1,0926027	pasto/mata.	0,0028	28	28
nov/04			5	23,9		pasto/ loteamento	0,0116	35	35
jan/05	0,5475		5	23,9	0,81856	soja/ pasto substituído	0,0031	51	40
mai/05	0,3672	7,89	4,7	21,8	1,045525	milho	0,0175	80	50

jul/05	0,5475	7,4	5	17,9	0,64331	Milho/pastagem	0,0017	25	25
ago/05	0,5475	7,7	3,4	24,6	0,43745	Pasto/entre safra	0,0139	17	17
set/05	0,6827	7,85	2,8	20,6	0,4796	pasto s/ mata ciliar	0,0134	15	15
out/05	0,9556	7,3	3,4	21	0,898264	milho	0,0073	20	20
nov/05	0,7728	6,66	3,8	26,5	0,544824	milho	0,0054	15	15
dez/05	0,9556	6,92	4,84	25	0,898264	pasto/milho	0,0025	20	20
jan/06	0,3672	6,2	4,8	24	0,5508	rotação de cultura	0,0016	15	15
fev/06	0,9556	7,15	2,5	26,6	1,347396	solo exposto	0,135	30	30

## Ponto 2

Meses	Velocidade (m/s)	PH	O2 (mg/l)	Temp./C°	Vazão (m3/s)	Uso do solo	Carga Susp.g/l	Lâm.d'água/cm	Transp/cm
out/00	0,6827	6,85	7,42	24,5		solo desc./ colhido	0,0053		
nov/00	0,4574	6,81	7,72	24,2		soja	0,01005		
dez/00	0,59	6,97	7,83	24,4		soja	0,0197		
jan/01	0,502	6,65	8,8	24,2		soja	0,0143		
fev/01	0,6827	7,13	7,4	23,3		soja alta	0,0664		
mar/01	0,5	6,53	7,8	23,1		mato/ milho safrinha	0,0199		
abr/01	0,637	6,43	7,84	23,3		solo descoberto	0,0173		
mai/01	0,6827	6,63	8,37	21,9		trigo/ milho safrinha	0,0147		
jun/01	0,59	6,38	8,06	17,4		trigo/ milho safrinha	0,0348		
jul/01	0,4574	6,61	8,79	19,5		trigo	0,0157		
ago/01	0,5475	6,46	8,48	21	1,0515068	trigo	0,0113		
set/01	0,637	6,35	8,37	22,7	0,9037676	trigo	0,0108		
out/01	0,637	6,76	7,99	21	0,90243	mato	0,0027		
dez/01	0,909	6,88		23,6	0,5538228	soja	0,0209		
jan/02	0,637				0,78446	soja	0,0058		
fev/02	0,6827	6,66	8,02	22,2	0,8069064	soja	0,0203		
mar/02	0,727	6,2	7,73	24	0,8123108	soja/ mato	0,18755		
abr/02	0,6827	7,05	7,98	22,3	0,6776036	desnudo	0,0059		

mai/02	1,0479	7,35	8,56	20,2	0,6345548	milho	0,0087		
jun/02	0,502	6,99	8,41	19,8	1,0092131	trigo	0,005		
ago/04	0,502	7,45	6,1	22,2	1,0515068	trigo/milho	0,0179	21	21
set/04	0,367	7,65	6,1	24	0,9037676	trigo/pastagem	0,0063	23	23
nov/04			4,8	25,3		mato	0,0171	37	30
jan/05	0,502		3,5	25,2	0,5538228	soja	0,0083	33	25
mai/05	0,727	7,33	4,6	23,9	0,78446	Girassol/pasto	0,0318	29	29
jul/05	0,4123	7,38	4,8	18,5	0,2989175	Girassol/pasto	0,0096	25	25
ago/05	0,6827	7,34	3,5	24	0,395966	soja/ mato	0,0233	20	20
set/05	0,59	7,51	2,4	24,3	0,3422	desnudo	0,0207	20	20
out/05	0,59	7,1	3,8	22	0,47908	milho	0,0101	28	25
nov/05	0,3672	6,76	6,1	25,4	0,26622	trigo	0,0066	25	25
dez/05	0,59	6,76	4,54	24	0,42775	trigo/ solo desc.	0,0081	25	25
jan/06	0,4123	5,9	4,2	23,8	0,478268	rotação de cultura	0,0647	40	38
fev/06	0,3672	6,93	2,8	25,5	0,479196	solo exposto	0,0086	45	30

### Ponto 3

Meses	Velocidade (m/s)	PH	O2 (mg/l)	Temp.C°	Vazão (m3/s)	Uso do solo	Carga Susp./gl	Lâm.d'água/cm	Transp/cm
out/00	0,232	7,23	7,33	25,9		pasto/solo desc.	0,00315		
nov/00	0,27717	7,27	7,41	26,5		pasto/ soja	0,00765		
dez/00	0,27	7,39	7,9	26,6		soja/ pasto	0,0153		
jan/01	0,3223	6,96	8,45	26,2		pasto	0,0105		
fev/01	0,3223	7,41	7,2	24,4		soja alta	0,0124		
mar/01	0,27717	6,95	7,84	24,8		pasto	0,0181		
abr/01	0,59	6,79	7,55	24,5		pasto	0,0145		
mai/01	0,5475	6,99	8,28	22,9		pasto	0,007		
jun/01	0,5474	6,75	7,87	18		pasto/ trigo	0,0209		
jul/01	0,4123	6,77	8,53	20,7		pasto/ solo desc.	0,0124		
ago/01	0,4574	6,92	8,4	22,3	6,2949278	pasto	0,0034		
set/01	0,4574	6,89	7,98	24,3		pasto/ solo desc.quei	0,0092		
out/01	0,232	7,07	8	23,3	6,7887931	pasto/ soja	0,0023		

dez/01	0,1419	7,37		25,7	5,7734319	pasto/ soja	0,0179		
jan/02	0,187				8,6437165	pasto/ soja	0,0028		
fev/02	0,232	7,5	8,04	22,5	7,6885775	pasto/ soja	0,0183		
mar/02	0,3672	6,86	7,63	25,3	4,7429874	soja/ mato/ pasto	0,1876		
abr/02	0,4123	7,17	6,88	24,3	3,9203856	desnudo	0,0324		
mai/02	0,4574	7,73	8,41	21,4	2,3979011	trigo	0,0261		
jun/02	0,2771	7,31	8,48	20	4,092656	pasto/ trigo	0,003		
ago/04	0,141	7,66	13,8	23,9	6,2949278	pasto	0,0014	55	35
set/04	0,141	7,8	6,7	25,9		pasto/ trigo	0,0021	56	35
nov/04			5,2	24,7		pasto/ soja	0,0122	60	40
jan/05	0,141		3	27,6	5,7734319	pasto/ soja/milho	0,0039	54	40
mai/05	0,187	7,66	4,6	24	7,7044	pasto/ milho	0,0164	100	60
jul/05	0,187	7,4	4,2	19,6	4,62264	Trigo/milho	0,0054	60	52
ago/05	0,187	7,47	3,2	25,3	7,7044	trigo/ pasto	0,0216	100	60
set/05	0,141	7,71		24	3,3112	desnudo	0,01	57	50
out/05	0,141	6,9	3,2	21,3	3,4855	trigo	0,0085	60	50
nov/05	0,141	6,57	6,5	25,6	2,9046	pasto/ trigo	0,0017	50	50
dez/05	0,187	6,76	4,58	24,6	3,8522	pasto/ trigo	0,002	50	50
jan/06	0,187	4,9	4,1	23	4,2374		0,0223	55	40
fev/06	0,2771	7,21	2,1	26,7	6,279		0,017	55	45

**Ponto 4**

Meses	Velocidade (m/s)	PH	O2 (mg/l)	Temp. C°	Vazão (m3/s)	Uso do solo	Carga Susp.g/l	Lâm. Dágua/cm	Transp./cm
out/00	0,5	7,13	5,49	26,8		solo desc.	0,0183		
nov/00	0,54754	7,13	6,07	27,6		soja	0,0263		
dez/00	0,36	7,07	5,89	27,7		pasto/ soja	0,0333		
jan/01	0,4574	6,89	7,01	27,7		soja	0,032		
fev/01	0,7728	7,16	6,31	24,2		pasto/ soja alta	0,0892		
mar/01	0,727	6,78	6,18	25,2		pasto/ trigo	0,0421		
abr/01	0,817	6,64	5,87	25,2		pasto/ trigo	0,0393		
mai/01	0,727	6,78	6,68	22,9		pasto	0,032		
jun/01	0,817	6,6	7,03	17,9		pasto/ trigo	0,0261		
jul/01	0,59	6,63	6,64	21,6		pasto/ trigo	0,0413		
ago/01	0,727	6,61	5,69	23,2	2,496664	pasto/ trigo	0,022		
set/01	0,727	6,78	5,85	25,1	2,502373	pasto/ solo desc.	0,0231		
out/01	0,59	6,77	5,52	25,1	2,7456	pasto/ milho	0,0896		
dez/01	0,637	7,14		27,3	2,895682	pasto/ soja	0,033		
jan/02	0,59				4,0883474	pasto/ soja	0,0171		
fev/02	0,7728	7,32	7,57	22,6	3,7120535	pasto/ soja	0,0191		
mar/02	0,5475	6,57	5,34	26	5,3049771	pasto/ soja/ mato	0,20585		
abr/02	0,7728	7,08	5,98	24,2	3,3090062	pasto/ solo desnudo	0,033		
mai/02	0,6827	7,47	7,5	21,5	4,5146843	pasto/ trigo	0,0113		
jun/02	0,6827	7,12	7,45	20,4	8,9261022	pasto/ trigo	0,0109		
ago/04	0,502	6,91	6,3	24,5	2,496664	pasto/ trigo	0,0116	36	20
set/04	0,2771	7,48	4,7	24,8	2,502373	pasto/ solo desc.	0,0187	35	20
nov/04			4,5	24,8		pasto/ milho	0,0293	47	21
jan/05	0,3672		2,4	28,6	2,895682	pasto/ soja	0,0066	38	23
mai/05	0,59	7,22	2	24,8	4,0883474	Milho/aveia	0,0177	54	20
jul/05	0,3672	7,22	2,9	19,3	0,867913	Trigo	0,0145	38	20
ago/05	0,4123	7,19	1,9	24,5	2,0003	trigo	0,0251	78	30
set/05	0,4123	7,23		25,1	1,4874	pasto/ solo desnudo	0,0223	58	20
out/05	0,4574	7,3	2,1	21,2	2,0768	pasto/ trigo	0,0121	73	34
nov/05	0,3223	6,85	2,4	27,3	2,9973	pasto/ trigo	0,0196	93	40
dez/05	0,3223	6,56	2,07	27	1,4634	pasto/ trigo	0,0225	73	30

jan/06	0,4574	6,8	3,8	24	1,9915		0,0315	70	30
fev/06	0,3223	6,86	1,6	28,4	1,2429		0,0369	62	40

**Ponto 5**

Meses	Velocidade (m/s)	PH	O2 (mg/l)	Temp. C°	Vazão (m3/s)	Uso do solo	Carga Susp.g /l	Lâm.d'gua/cm	Transp/cm
out/00	0,727	7	4,64	27,2		pasto/ solo desc.	0,0195		
nov/00	0,909	6,96	5,08	27,6		pasto/ soja	0,0396		
dez/00	0,502	6,94	4,7	28,5		pasto/ soja	0,0303		
jan/01	0,909	6,78	5,77	27,4		pasto	0,0444		
fev/01	1,00182	6,98	4,97	25,3		pasto	0,061		
mar/01	1,14	6,7	5,5	25,3		pasto/ milho safrinha	0,042		
abr/01	0,863	6,51	5,2	25,2		pasto/ milho safrinha	0,0415		
mai/01	0,727	6,6	5,63	23,1		pasto	0,0348		
jun/01	0,863	6,46	6,77	17,1		pasto	0,0351		
jul/01	0,7728	6,5	6,19	21		pasto	0,0619		
ago/01	0,9556	7,21	5,39	23,1		pasto	0,0138		
set/01	1,00182	6,53	4,97	25,3		pasto/ solo desc.	0,0273		
out/01	0,9556	6,66	4,74	25,5	2,00136	pasto	0,0504		
dez/01	1,00182	7,05		27,7	1,7	pasto/ soja	0,0401		
jan/02	1,2325				2,2069	pasto/ soja	0,0337		
fev/02	1,1864	7,16	6,54	22,8	2,0991	pasto/ soja	0,0592		
mar/02	1,325	6,42	4,9	26,2	1,6483018	pasto	0,19635		
abr/02	0,86	6,99	4,83	23,8	2,6127906	pasto	0,07		
mai/02	0,502	7,49	7,7	22		pasto	0,0749		
jun/02	0,7728	6,91	6,45	19,8	2,1467391	pasto	0,0214		
ago/04	0,637	7,36	11,6	24,4	1,8694	pasto	0,0105	46	40
set/04	0,86	7,38	6,4	24,9	2,1947	pasto/ solo desc.	0,0227	40	35
nov/04			3,4	24,3		pasto	0,0926	47	40
jan/05	0,5475		2,1	28,5	1,7	pasto/ soja	0,0083	40	40
mai/05	0,817	7,21	2,4	24,5	2,2069	pasto	0,0204	60	50
jul/05	0,727	7,19	3,7	19,8	3,7106	pasto/ soja	0,0181	80	50
ago/05	0,637	7,16	4,4	24,2	3,2918	pasto/colheita de trigo	0,0275	81	40
set/05	1,00182	7,39		24,8	5,1132	pasto	0,0102	80	40

out/05	0,6827	7,2	2,1	21	3,7458	pasto	0,0522	86	22
nov/05	0,86	6,77	4,8	27	2,7434	pasto	0,0114	50	43
dez/05	0,7728	6,84	3,31	26,6	2,9582	pasto	0,0621	60	40
jan/06	0,5475	6,7	3,9	24	3,4492		0,024	63	41
fev/06	0,86	6,76	1,5	27,4	3,5664		0,038	65	30