



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS, LETRAS E ARTES
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

FERNANDA BORTOLATTO

**DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DA QUALIDADE DA ÁGUA NA
BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO PIAVA – UMUARAMA –
PR**

**Maringá
2012**

FERNANDA BORTOLATTO

**DIAGNÓSTICO DA QUALIDADE DA ÁGUA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO
RIBEIRÃO PIAVA NO NOROESTE DO PARANÁ**

**Trabalho de Conclusão de Curso, do
Departamento de Geografia, do Centro
de Ciências Humanas, Letras e Artes, da
Universidade Estadual de Maringá.**

**Orientador: Prof. Dr. Nelson Vicente
LovattoGasparetto**

**Maringá
2012**

Dedico este trabalho a minha família, especialmente aos meus pais Valdenir e Dalva, que foram fundamentais para minha formação pessoal, espiritual e profissional. Por me ensinarem, ao longo de minha vida, que as barreiras podem sim ser vencidas esuperadas pelo amor, fé em Deus e união em família. Dedico também, a todos que foram indiretamente e diretamente fontes de inspiração e incentivo para a realização deste.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, pela vida, por ter guiado meus passos e me conduzir por caminhos que oportuno a conclusão deste.

A minha família que a base de toda a minha força e motivação.

Ao meu Pai Valdenir Bortolatto por toda compreensão, auxílio nos trabalhos de campo além de seu papel fundamental na minha vida.

A minha Mãe Dalva Garbeline P. Bortolatto por toda atenção, carinho e orações que sempre me motivaram ao longo da vida, na graduação e neste trabalho.

Ao meu irmão Leonardo Bortolatto que é meu anjo, companheiro e meu amigo, que sempre esteve ao meu lado.

A Universidade Estadual de Maringá e ao Departamento de Geografia.

Meu muito obrigado ao Professor Dr. Nelson Vicente Lovatto Gasparetto pelo voto de confiança mesmo no início do curso de Geografia e por ter acreditado na minha capacidade, pela Orientação indispensável, conversas e conselhos.

Ao Eduardo do Carmo pelo companheirismo, pela ajuda nos trabalhos de campo e por sempre me incentivar no mundo científico.

A turma de Geografia 2009, especialmente a Juliana, Tisugie, Elaine e Jessika.

Ao Grupo de Estudos Multidisciplinares da Geografia- GEMA, pelas análises realizadas quanto pelas amizades construídas e pelo convívio com excelentes profissionais em especial Professora Dra. Marta Luzia de Souza, Prof. Dr. José Cândido Stevaux, Prof. Dr. Edvard Elias de Souza Filho, Prof. Dr. Manoel Luis dos Santos.

Ao Laboratório de Saneamento ambiental do DEC/UEM, pela confiança, ajuda com as análises, e as amizades construídas e em especial a Química Tereza de Jesus que muito me ajudou para conclusão deste e Prof. Dr. Oswaldo Teruo Kaminata.

As minhas amigas de República Adriana, Juliana e Kathiuscia, que foram uma família para mim em Maringá, obrigada pelos momentos de descontração, pelas orações e torcida.

Ao Ministério Universidades Renovadas-RCC de Maringá-PR, que me mostrou um sonho de Amor para o Mundo por meio da fé e razão, em especial ao Grupo de Oração- GOU Tornados de Deus, que o Senhor confia para os servos da Geografia e arredores.

A todos meus amigos que sempre me deram apoio e motivação em especial a Eliakim Silvestre, Heloíza Lima, Kamyla Luqueti, Janaina Melo, Aline Rosiska, Jorge Santana, Luis Shimada, Carina Petsch.

A todos os professores que ao longo da graduação contribuíram para a minha formação acadêmica e profissional, em especial ao professor Dr. Claudivan Sanches Lopes, Prof. Dr. Edison Fortes, Prof. Dr. Hélio Silveira, Prof. Dr. Jorge Vila Lobos, Prof. Dr. Fernando Luiz de Paula Santil, e Prof. Dr. Elpidio Serra.

A todos os amigos da Pós- Graduação que me incentivaram a continuar na pesquisa em Geografia, em especial ao Prof. Ms. Pedro França Junior que motivou me, ao Ms. Alan Fontana e ao Prof. Ms. Vinicius Polzin Druciaki.

Agradecimento ao auxílio financeiro do CNPq. Processo nº 473023/2010-5

Água

Águas da terra...
águas de março...
águas dos rios...
águas da fonte...
que carrega a energia
de onde surge até o ser.
de noite, de dia...
segue o horizonte.
água que guarda
ou transporta a vida
água doce...
água florida
salgada...
ou refletida.
que circunda a terra...
que permite a vida
vem com os ventos do sul...
ou com os ventos do norte.
lava o tempo...
leva a semente.
límpida...
transparente.
transportando a luz,
saciando a sede
e ainda,
acalmando a mente.

Autora: TêreZagonel

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	viii
LISTA DE QUADROS	ix
RESUMO.....	xi
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. Objetivos.....	6
2. MATERIAS E MÉTODOS.....	7
2.1.Método do Cone de Imhoff.....	10
2.2. Sólidos Totais.....	10
2.3. Demanda Química de Oxigênio.....	11
2.4. Demanda Bioquímica de Oxigênio.....	11
2.5. Dureza da água.....	15
2.6. Bacteriologia.....	16
2.7. Metais Pesados.....	17
3. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	18
3.1. Características físico-naturais da área.....	18
3.2. Localização da Área de Estudo.....	19
3.3. Clima.....	19
3.4.Solo.....	20
3.5. Geomorfologia.....	20
4. Conclusões.....	42
5. REFERÊNCIAS.....	42

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Carta de Localização da bacia do ribeirão Piava.....	6
Figura 2-Equipamentos utilizados para as análises de água do ribeirão Piava.....	8
Figura 3–Equipamento Hach dr2700 spectrophotometer utilizado para as análises de sólidos em suspensão do ribeirão Piava de Umuarama-PR.....	8
Figura 4– Bomba de vácuo	9
Figura 5- Determinação de Escherichia coli em placas de Petri e os coliformes totais.	17
Figura 6- Análise de metais pesados Al, Cu, Fe, Mn, e Zn.....	18
Figura 7 -Pontos de coletas na bacia do ribeirão Piava de Ummuara- PR.....	19
Figura 8 - Carta de hipsometria da bacia do ribeirão Piava.....	21
Figura9 - Carta de declividade da bacia do ribeirão Piava.....	22
Figura-10- Fotografia do córrego Jaburandi, (Pt. 2) dentro da Voçoroca.....	27
Figura-11- Fotografia do córrego Jaburandi, (Pt. 2), grande quantidade de areia.....	27
Figura 12-Fotografia do córrego Jaburandi, (Pt. 2), quantida de água insuficiente para segunda coleta.....	28

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 -Parâmetros e valores permitidos pela Resolução doCONAMA No 357, de 2005.....	22
Quadro 2 -Resultados de pH, turbidez, temperatura, condutividade e cor da 1º Coleta na bacia de drenagens do Ribeirão Piava- Umuarama.....	24
Quadro 3 - Resultados de pH, turbidez, temperatura, condutividade e cor da 2º Coleta na bacia de drenagens do Ribeirão Piava- Umuarama.....	25

Quadro 4 - Resultados de pH, turbidez, temperatura, condutividade e cor da 3º Coleta na bacia de drenagens do Ribeirão Piava- Umuarama.....	25
Quadro 5 - Resultados de pH, turbidez, temperatura, condutividade e cor da 4º Coleta na bacia de drenagens do Ribeirão Piava- Umuarama.....	26
Quadro 6 - Teores de carga suspensa do ribeirão Piava de Umuarama– PR (1º coleta).	29
Quadro 7 - Teores de carga suspensa do ribeirão Piava de Umuarama– PR (2º coleta).	29
Quadro 8 - Teores de carga suspensa do ribeirão Piava de Umuarama– PR (3º coleta).	29
Quadro 9- Teores de carga suspensa do ribeirão Piava de Umuarama– PR (4º coleta).	30
Quadro 10 - Sólidos Sedim.da bacia do ribeirão Piava em Umuarama– PR (1º coleta).....	30
Quadro 11- Sólidos Sedimentares da bacia do ribeirão Piava em Umuarama – PR (2º coleta).....	31
Quadro 12 -Sólidos Sedimentares da bacia do ribeirão Piava em Umuarama – PR (3º coleta).....	31
Quadro 13 - Sólidos Sedimentares da bacia do ribeirão Piava em Umuarama – PR (4º coleta).....	32
Quadro 14 -Demanda Química de oxigênio da bacia do ribeirão Piava em Umuarama – PR (1º coleta).....	33
Quadro 15 -Demanda Química de oxigênio da bacia do ribeirão Piava em Umuarama – PR (2º coleta).....	33
Quadro 16 -Demanda Química de oxigênio da bacia do ribeirão Piava em Umuarama – PR (3º coleta).....	33
Quadro 17 -Demanda Química de oxigênio da bacia do ribeirão Piava em Umuarama – PR (4º coleta).....	33
Quadro 18 - Demanda Bioquímica de oxigênio da bacia do ribeirão Piava em Umuarama – PR (1º coleta).....	34
Quadro 19 - Demanda Bioquímica de oxigênio da bacia do ribeirão Piava em Umuarama – PR (2º coleta).....	34
Quadro 20 - Demanda Bioquímica de oxigênio da bacia do ribeirão Piava em Umuarama – PR (3º coleta).....	34
Quadro 21 - Demanda Bioquímica de oxigênio da bacia do ribeirão Piava em Umuarama – PR (4º coleta).....	35
Quadro 22 - Resultados Escherichia coli da água da bacia do ribeirão Piava em Umuarama-PR.....	36

Quadro 23 -Resultados de Coliformes totaisda água da bacia do ribeirão Piava em Umuarama – PR.....	36
Quadro 24 - Dureza da água da bacia do ribeirão Piava em Umuarama – PR (1º coleta).....	37
Quadro 25 - Dureza da água da bacia do ribeirão Piava em Umuarama – PR (2º coleta).....	38
Quadro 26 - Dureza da água da bacia do ribeirão Piava em Umuarama – PR (2º coleta).....	38
Quadro 27 - Dureza da água da bacia do ribeirão Piava em Umuarama – PR (2º coleta).....	38
Quadro 28 -Resultados de metais pesados da bacia do ribeirão Piava em Umuarama – PR	39
Quadro 29 -Resultados de metais pesados da bacia do ribeirão Piava em Umuarama – PR	40
Quadro 29 -Resultados de metais pesados da bacia do ribeirão Piava em Umuarama – PR	40
Quadro 29 -Resultados de metais pesados da bacia do ribeirão Piava em Umuarama – PR	40

RESUMO

O bacia hidrográfica do ribeirão Piava é responsável pelo abastecimento da área urbana de Umuarama-PR, além de ser um dos principais rios do noroeste paranaense. O mesmo é alvo de impactos ambientais, devido aos processos erosivos e de assoreamento o que em futuro próximo poderá comprometer o abastecimento da cidade. A partir das cartas temáticas que foram elaboradas, os trabalhos de campo e as análises físico-químicas da água foi possível comprovar a degradação ambiental na área de estudo. Os resultados evidenciaram altos valores de DBO e DQO que estão acima dos valores permitidos pela Resolução do CONAMA nº 357/200, os valores relacionados a concentração de sedimentos de acordo com as análises sendo os valores máximos de sólidos em suspensão: 1031,2 mg/L, sólidos sedimentares em Cone de Imhoff: 77 (ml.L/ h) e sólidos Totais: 375 mg/L . Segundo as análises e os trabalhos de campo foi possível avaliar que a nascente do ribeirão piava se encontra mais degradada em relação ao restante da bacia hidrográfica justamente onde feita a captação da água para o abastecimento da cidade de Umuarama-PR.

Palavras-chave: Assoreamento, Demanda Química de Oxigênio, Demanda Bioquímica de Oxigênio.

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos o diagnóstico ambiental tornou-se indispensável, visto que cada vez mais a ciência comprova que a qualidade de vida está relacionada com a conservação dos recursos naturais. Neste trabalho em específico foi realizado o diagnóstico da qualidade da água da bacia hidrográfica do ribeirão Piava de Umuarama-PR.

Para o monitoramento da qualidade da água o presente trabalho teve por objetivo apresentar procedimentos básicos adotados para o monitoramento da qualidade da água concentração de carga ou sólidos em suspensão, pH, turbidez, condutividade hidráulica, sólidos sedimentáveis em cone de Imhoff, sólidos totais, cor aparente, dureza total, dureza de cálcio e dureza de manganês, na bacia hidrográfica do ribeirão Piava dos municípios de Umuarama e Maria Helena- PR.

A cidade de Umuarama está localizada no Noroeste do estado do Paraná, na região Sul do Brasil, encontra-se Terceiro Planalto Paranaense ou Planalto de Guarapuava, a 430m acima do nível do mar, na latitude 23° 47' 55 Sul e Longitude 53° 18' 48 Oeste (Fig. 1). Está região foi colonizada pela (CMNP), com intuito de lotear e vender para os colonos que vieram das mais diversas partes do Brasil, sendo em maior número paulistas e mineiros com a intenção de cultivar o café, aproveitando as condições topográficas da região (BORTOLATTO; SOUZA, 2010).

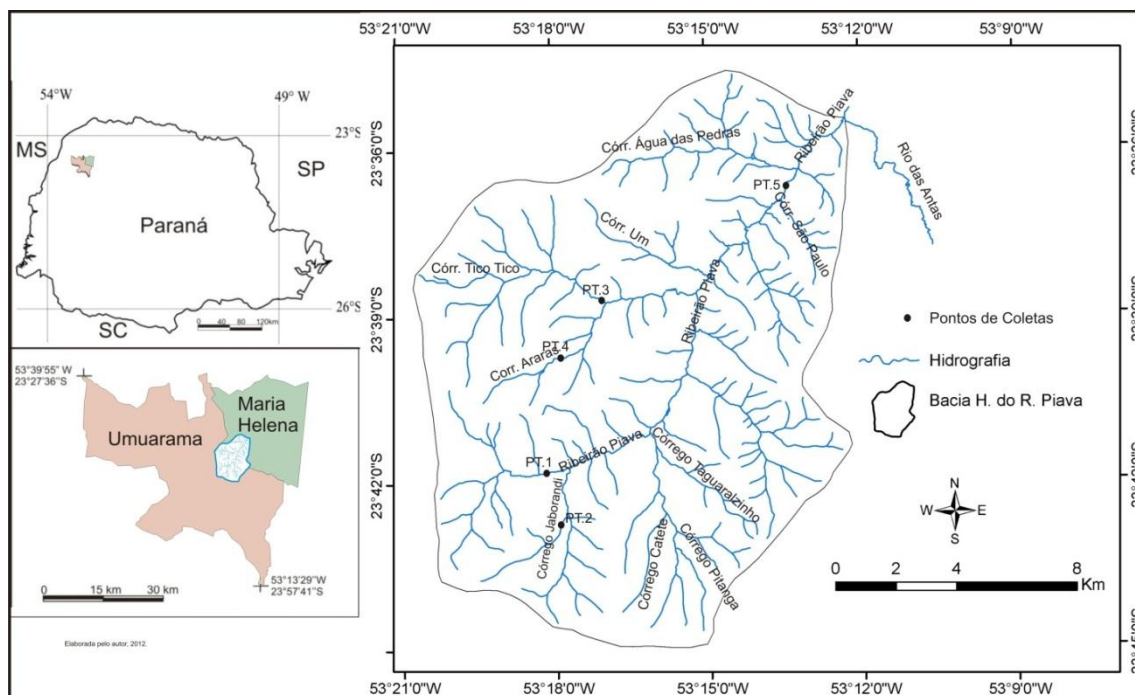


Figura-1. Carta de Localização da bacia do ribeirão Piava

A intensificação da interferência antrópica no meio físico, em virtude do aumento populacional e consequentemente da demanda de alimentos e recursos naturais tem desencadeado diversos impactos ambientais, afetando o sensível equilíbrio do ambiente (LEPSCH, 2002).

A bacia do ribeirão Piava, localizado no município de Umuarama, região noroeste do estado do Paraná, é utilizada para o abastecimento de água da área urbana de Umuarama. Na bacia desenvolvem-se processos erosivos desencadeando processos de assoreamento do corpo d'água que coloca em risco o abastecimento da população urbana.

O processo de degradação na região noroeste do estado do Paraná, iniciou-se com a forma de ocupação, por volta da década de 1950, que se caracterizou pelo intenso desmatamento para a exploração da cultura cafeeira. O desmatamento generalizado expôs a cobertura pedológica e desencadearam, de forma ampla, processos erosivos como ravinamentos, voçorocas, movimentos em massa dos solos, erosão areolar (GASPARETTO, 1999, NAKASHIMA; NÓBREGA, 2003).

Além da forma de ocupação, os processos erosivos da área de estudo podem estar atrelados aos tipos de solo da região, formados a partir da alteração do arenito da Formação Caiuá, que em sua maior parte, apresentam características que os tornam mais “vulneráveis” às atividades agrícolas e, em muitas áreas, altamente susceptíveis a

processos erosivos (FONSECA, 2006). Aliado a isso, à precariedade das práticas de manejo e uso dos solos, resulta na compactação do solo, diminuição dos níveis de infiltração de água, resultando no aumento do escoamento superficial decorrentes da drenagem das redes viárias e das áreas urbanizadas da bacia.

Diante do exposto, a realização de estudos que sejam capazes de identificar e mensurar os impactos sofridos pelo ribeirão Piava, tanto na área urbana como rural, avaliando a influência das duas áreas no processo de degradação, justifica-se por gerarem dados que possam conduzir à compreensão da gênese e evolução destes processos erosivos, bem como, a elaboração de carta que podem subsidiar a formulação de propostas de gerenciamento ambiental, condizentes com a realidade local, contribuindo para amenizar, prevenir ou até solucionar tais problemas.

O gerenciamento adequado da bacia ribeirão Piava, incluindo o planejamento, o uso e a conservação deste recurso natural, é de extrema necessidade primeiramente para a continuidade do abastecimento de água dos habitantes do município, seguido da preservação da microbacia no sentido de manter o equilíbrio ecológico.

A resolução CONAMA 357/2005 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. Assim, os padrões de qualidade da água apresentam parâmetros fundamentais à preservação do uso do corpo de água.

De acordo com a resolução CONAMA nº 357/2005, as águas classificadas como especiais somente poderão ser utilizadas para consumo humano após desinfecção das mesmas e, se destinarão à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação integral.

De acordo com Gastaldini e Mendonça (2001), os padrões de potabilidade para água são valores estabelecidos cientificamente que associam concentrações ou níveis de determinados parâmetros e efeitos no ambiente e na saúde. 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 abastecimento doméstico, padrão de qualidade do corpo receptor e padrão de lançamento no corpo receptor.

A degradação ambiental expande-se globalmente devido a uma série de fatores que a desencadeiam. Uma das condições que propicia essa degradação mais acelerada no meio ambiente foi a instalação de núcleos urbanos em locais inadequados. A região Noroeste do estado do Paraná sofreu um desmatamento generalizado, a partir da sua colonização, na década de 1950 promovido pela Companhia Melhoramentos Norte do Paraná (CMNP). Porém, foi na década de 1960 que ocorreu a drástica redução da floresta Pluvial Subtropical com o desenvolvimento dos núcleos urbanos. A redução da vegetação até então dominante expôs a cobertura pedológica de textura arenosa, favorecendo para a instalação dos processos erosivos. Inicialmente, foi introduzida a cultura do café, o qual foi erradicado na década de 70, sendo a mesma substituída por pastagens e culturas temporárias. De acordo com os estudos de Gasparetto (1999), o desmatamento generalizado expôs a cobertura pedológica e desencadeou, de forma ampla, processos erosivos como ravinamentos, voçorocas, movimentos em massa dos solos, erosão areolar. Os solos da região foram formados a partir da alteração do arenito da Formação Caiuá, que apresentam propriedades que os tornam mais “vulneráveis” às atividades agrícolas e, em muitas áreas, altamente sujeitas a processos erosivos (FONSECA, 2006).

Em um corpo hídrico os sólidos são caracterizados como cargas em suspensão e dissolvida, estas são transportadas na mesma velocidade em que a água flui. A carga sólida saltante e de arrasto representam entre 10 e 20% da carga em suspensão, podendo exceder devido ao tipo de rio. (Suguio e Bigarella, 1990).

Segundo Christofolletti (2002), a carga dissolvida compreende os constituintes intemperizados das rochas que são transportados em solução química pelas águas fluviais e subterrâneas.

Diante dos fatores que afetam o transporte de sedimento fluvial vale dizer que as condições locais, como natureza geológica, tipo de uso da terra, dissecação do relevo, tipo de solo e o clima exercem significativa importância no regime hidrossedimentológico (Hasnain e Thayyen, 1999).

O material suspenso influencia fisicamente no canal de drenagem, os sedimentos nos cursos fluviais alteram também as características físicas e químicas das águas. Em consequência as quantidades de sedimentos finos nos canais produzem turbidez, assim influenciando na qualidade da água. A carga suspensa é uma significativa fonte de poluição, devido a concentração na água, seus impactos no uso da água e seus efeitos no transporte de outros poluentes. (Ward e Elliot, 1995).

As moléculas de água quando se ionizam dividem-se em íons H^+ e OH^- . Define-se então pH como o logaritmo decimal da concentração efetiva ou atividade dos íons hidrogênio ($pH = -\log a_{H^+}$). De um modo geral as alterações naturais do pH têm origem na decomposição de rochas em contato com a água, absorção de gases da atmosfera, oxidação de matéria orgânica, fotossíntese, além da introdução de despejos domésticos e industriais.

No entanto, destaca-se que a relação turbidez concentração de SS apresentam algumas limitações, dado ao fato de que às partículas finas possuem turbidez específica muito maior que as partículas grossas, a medida de turbidez é muito sensível à concentração de materiais finos e pouco sensíveis à areia (Morris e Fan, 1997).

A água pura é um meio isolante, porém sua capacidade de solvência das substâncias, principalmente de sais, faz com que as águas naturais tenham, em geral, alto poder de condutividade elétrica. Esta condutividade depende do tipo de mineral dissolvido bem como da sua concentração. O aumento da temperatura também eleva a condutividade como nos

Além de alterar o canal de drenagem fisicamente, os sedimentos nos cursos fluviais alteram também as características físicas e químicas das águas. Um dos principais problemas relacionados à deterioração da qualidade da água dos rios vincula-se ao desequilíbrio no aporte de sedimentos finos nos canais, produzindo turbidez. O sedimento é uma significativa fonte de poluição, por sua concentração na água, seus impactos no uso da água e seus efeitos no transporte de outros poluentes (Ward e Elliot, 1995).

O canal de drenagem pode ser alterado fisicamente, os sedimentos nos cursos fluviais alteram também as características físicas e químicas das águas. Um dos principais problemas relacionados à deterioração da qualidade da água dos rios vincula-se ao desequilíbrio no aporte de sedimentos finos nos canais, produzindo turbidez. O sedimento é uma significativa fonte de poluição, por sua concentração na água, seus impactos no uso da água e seus efeitos no transporte de outros poluentes (Ward e Elliot, 1995).

Degradação ambiental Processos resultantes dos danos ao meio ambiente, pelos quais se perdem ou se reduzem algumas de suas propriedades, tais como a qualidade ou capacidade produtiva de recursos ambientais. (Manual Técnico do uso do solo -,2º edição).

Segundo a resolução CONAMA 357/2005 classifica as águas doces de acordo 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. Assim, os padrões de qualidade da água apresentam parâmetros fundamentais à preservação do uso do corpo de água.

Os parâmetros mais utilizados na avaliação do impacto ambiental causado pelo lançamento de efluentes nos corpos receptores são a Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO e a Demanda Química de Oxigênio . DQO. Esses dois parâmetros representam métodos indiretos, de análise simples e de custo relativamente baixo, para a quantificação do potencial poluidor dos efluentes.

A contaminação da água pode acontecer pela presença de substâncias químicas ou de microorganismos patogênicos. Entre os microorganismos, destacam-se as bactérias do grupo coliforme, que normalmente estão presentes em grandes quantidades no trato intestinal de seres humanos e outros animais. A principal representante desse grupo é a bactéria *Escherichia Coli*.

Os coliformes são definidos como bactérias bacilares, Gram-negativas, aeróbias facultativas e não formadoras de esporos, que fermentam a lactose produzindo gás, no decorrer de um período de 48 horas, a 36 °C. Essa definição operacional do grupo dos coliformes inclui microorganismos não relacionados (MADIGAM, et al., 2010). O principal representante desse grupo de bactérias é denominado *Escherichia coli*, também conhecida popularmente como *E. coli*. Por ser uma bactéria de fácil isolamento e identificação em água e por ter seu período de sobrevivência semelhante ao dos agentes patógenos mais comuns na flora intestinal, ela é considerada um excelente indicador de contaminação fecal.

1.1. JUSTIFICATIVA

Este trabalho se justifica pela importância de se entender algum aspecto da degradação da cabeceira do rio Piava, sendo que o mesmo é responsável pelo abastecimento de água da cidade de Umuarama.

Realização desse trabalho foi capaz de identificar e mensurar os impactos sofridos pela cabeceira do ribeirão Piava, tanto na área urbana como rural, avaliando a influência das duas áreas no processo de degradação, justifica-se por gerarem dados que possam conduzir a compreensão da gênese e evolução destes processos erosivos, bem como, a elaboração do mapa temático de identificação e distribuição da degradação ambiental, que podem subsidiar a formulação de propostas de gerenciamento ambiental, condizentes com a realidade local, contribuindo para amenizar, prevenir ou até solucionar tais problemas.

O gerenciamento adequado do ribeirão Piava, incluindo o planejamento, uso e a conservação deste recurso natural, é de extrema necessidade para a continuidade do abastecimento de água dos habitantes da área urbana, seguido da preservação da cabeceira, no sentido de manter o equilíbrio ecológico.

1.2.OBJETIVOS

O objetivo geral é realizar um diagnóstico ambiental da qualidade da água da bacia hidrográfica do ribeirão Piava de Umuarama PR.

1.3.OBJETIVOS ESPECIFICOS

Caracterização da área de estudo sendo ela físico-natural, para identificar o condicionamento dos processos de degradação ambiental em relação ao uso e manejo inadequado dos recursos naturais disponíveis na área de estudo.

A avaliar por meio de trabalho de campo os pontos mais comprometidos em relação aos processos erosivos identificados na bacia hidrográfica do ribeirão Piava na região noroeste do Paraná.

Após a identificação desses locais degradados foram determinados os pontos de coletas para realizar o monitoramento da água e dos sedimentos por meio de análises.

1. MATERIAL E MÉTODOS

Para se alcançar aos objetivos da pesquisa foi realizada primeiramente a caracterização geográfica da área, por meio dos levantamentos bibliográficos de fontes diversas de pesquisadores que deram algum tipo de enfoque geográfico na região. Para a

elaboração das cartas temáticas foram utilizadas cartas topográficas do município de Xambrê SF22YCV1 e Maria Helena SF22YCV2 com escala de 1:50.000. Todo o processo de aplicação de técnicas de realce, classificação, georeferenciamento e vetorização das imagens foram realizadas nos *softwares* Corel Draw.X3 versão 13 e SPRING 5.06.

A bacia hidrográfica foi escolhida por apresentar problemas ambientais em relação aos processos erosivos e alta concentração de sedimento

As temperaturas foram medidas durante as quatro coletas da água na bacia de drenagens ribeirão piava, após coletadas as amostras foram acomodadas em caixas térmicas e posteriormente houve a adição de gelo no recipiente, para serem transportadas de forma adequada para os laboratórios onde foram realizadas as análises.

Os equipamentos utilizados para as análises (Fig.2) realizadas no laboratório de Saneamento e Meio Ambiente vinculado ao departamento de Engenharia Civil – DEC, da Universidade Estadual de Maringá e no Laboratório de sedimentologia do Grupo de Estudos Multidisciplinares do Ambiente – GEMA/UEM.

No laboratório de Saneamento e Meio Ambiente – (DEC), primeiramente foi aferido o pH e pipetado amostra para a leitura do DQO, em sequência foi transferido um litro de cada amostra para o Cone de Imhoff para a realização do teste de sólidos sedimentáveis (SS). Após 1h de sedimentação, uma alíquota do sobrenadante foi retirada para a medida final no efluente de: DBO, turbidez, condutividade, dureza total, dureza de cálcio, dureza de magnésio, sólidos em suspensão (Fig. 3), sólidos totais, óleos e graxas, metais pesados (alumínio, cobre, ferro, manganês e zinco),

As unidades usadas para medir a turbidez são vinculadas ao tipo de instrumento utilizado, destacam-se a NTU para o turbidímetro, assim como para todos os seguintes aparelhos: graus °C para o termômetro, μ para o condutivímetro e PtCo para Colorímetro ou medidor de cor microprocessado.

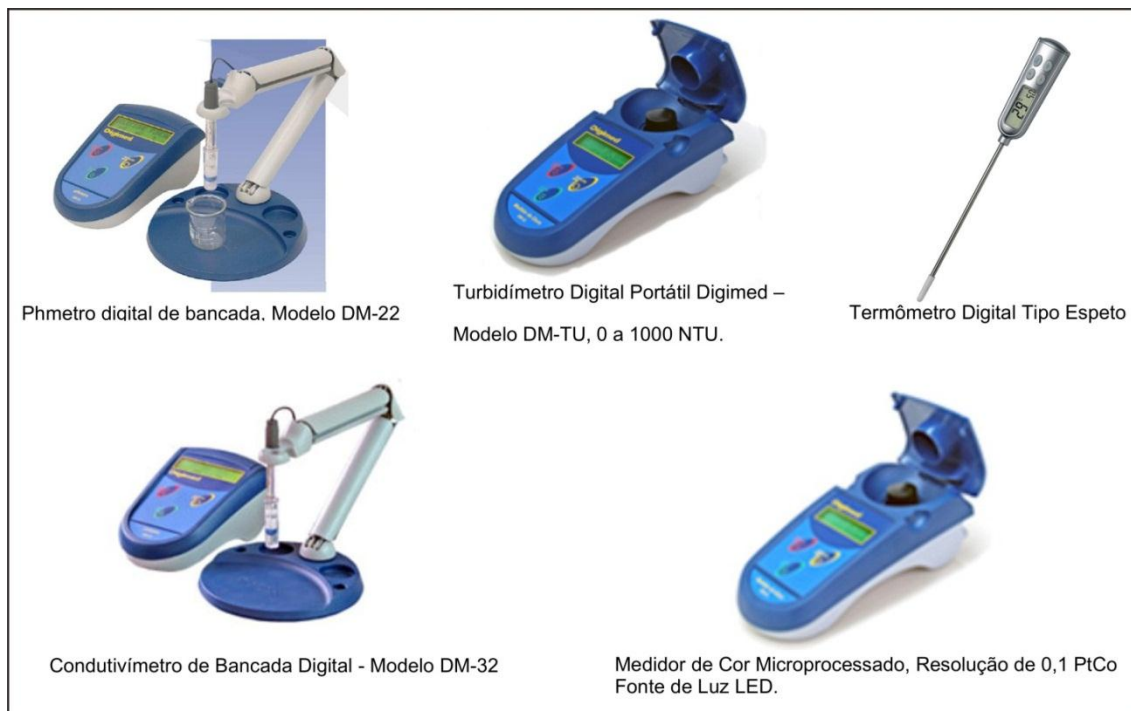


Figura 2– Equipamentos utilizados para as análises de água do ribeirão Piava.

Para a leitura do Sólidos em suspensão foi empregado o espectrofotômetro modelo DR/ 2010 – HACH, método 630 (Fig. 4).



Figura 3– Equipamento Hach dr2700 spectrophotometer utilizado para as análises de sólidos em suspensão do ribeirão Piava de Umuarama-PR.

No Laboratório de sedimentologia - (GEMA), foi realizado a análise de determinação da carga em suspensão, processo que possibilita identificar a quantidade de matéria orgânica e carga total de sólidos, pelo método de Orfeo (1995) (Fig. 4).



Figura 4– Bomba de vácuo

A determinação da carga em suspensão foi obtida pelo método descrito por Orfeo (1995). Optou-se pelo método de filtração utilizando a bomba a vácuo e filtros 31 analíticos AP40 em microfibras de vidro, sem resina, 47 mm de diâmetro.

Primeiramente os filtros foram numerados e colocados na mufla por um período de 1 hora a temperatura constante de 480 °C para eliminação de possíveis interferências. Após os filtros foram colocados no dessecador por 20 minutos, depois pesados em balança analítica de precisão até obter peso constante.

De cada ponto amostral foi filtrada uma alíquota de 1 L de água superficial. Os filtros foram conectados a um kitassato acoplado a uma bomba a vácuo. Após a filtração as amostras foram secas em estufa à temperatura de 105 °C durante 24 h, em seguida os filtros foram colocados no dessecador por 20 minutos e pesados em balança analítica de precisão até obter peso constante.

Para determinação do conteúdo mineral e da matéria orgânica em suspensão, os filtros foram colocados na mufla à temperatura de 480 °C por 4 horas, sendo novamente colocados no dessecador e pesados. A equação para determinação da carga suspensa total e matéria orgânica é explicada no quadro 1.

Quadro 1- Equação para análise da carga em suspensão conforme Orfeo (1995)

Carga total em suspensão	Matéria orgânica em suspensão	Sedimento em suspensão
$C_{ss} = (\text{Peso final} - \text{Peso inicial}) \times 1000/0,5$	$MO = (\text{Peso final} - \text{Peso pós-queima}) \times 1000/0,5$	$S_s = (C_{ss} - MO)$
<i>Onde: C_{ss} (carga total em suspensão); 1000 (para a conversão das unidades g em mg) e 0,5 (corresponde ao volume filtrado). MO (matéria orgânica em suspensão); S_s (sedimento em suspensão).</i>		

1.1.Método do Cone de Imhoff

O método do Cone de Imhoff é realizado por sedimentação das partículas em suspensão pela ação da gravidade, a partir de 1 litro de amostra em repouso durante 1 hora.

Quantidade de material que sedimenta, por ação da força de gravidade, a partir de um litro de amostra em repouso por 1 hora em cone de Imhoff. É constituído pelos materiais inicialmente em suspensão em águas e efluentes domésticos e industriais, que podem ser removidos por sedimentação, após um período de decantação. O resíduo sedimentável (sólidos sedimentáveis) é medido em ensaio específico, e expresso em mL/L.(NBR 9896/1993).

Para determinar o teor de sólidos sedimentáveis em amostras de águas residuárias, através do método do Cone de Imhoff.

1) Materiais Reagentes:

1 Cone de Imhoff de 1000 mL

1 bastão de vidro

Água destilada

a) Transferir a amostra homogeneizada para o Cone de Imhoff até a marca de 1000 mL.

b) Deixar decantar por 45 minutos.

c) Após este tempo, deslocar delicadamente as partículas aderidas á parede do Cone através de movimentos circulares com um bastão de vidro.

d) Deixar decantar por mais 15 minutos.

e) Fazer a leitura do material sedimentado, em mL.

2.2. Sólidos Totais

Para a obtenção dos resultados dos sólidos Totais foram utilizados Beckers devidamente tarados e pesados, a seguir adicionadas as amostras nos beckers, os mesmos foram levados para a chapa a 70°C até todo liquido evaporar e restar os partículas sólidas, em sequencia os beckers com as amostras são levados a estufa a 100°C e retirados após duas horas e levados para dissecador. As amostras nos beckers são pesadas após 12 horas. Para a obtenção de cada valor é subtraído o peso inicial do becker sem amostra do peso do Becker com as partículas sólidas.

1.2. Demanda Química de Oxigênio

O teste de DQO Demanda química de oxigênio (DQO)- Método da digestão ácida com determinação colorimétrica na faixa entre 0 a 1500 mg.L⁻¹ DQO, empregando-se o espectrofotômetro modelo DR/ 2010 – HACH. Utiliza um forte oxidante químico (dicromato de potássio), ácido, e calor para oxidar o carbono orgânico em dióxido de carbono e água . O teste de DQO mede a quantidade de dicromato (oxidante) consumido no rompimento da matéria orgânica .

- Mais oxidante consumido = Altos níveis de orgânicos

- Menos oxidante consumido = Baixos níveis de orgânicos

O sofre interferências do Cloreto, porém e uma Metodologia estável e é mais rápido do que o DBO (2 horas versus 5 dias).

DQO é uma medida indireta dos orgânicos, é a medida pelos orgânicos oxidados com um forte oxidante (dicromato) e medição da quantidade de oxidante consumido na reação. A correlação entre a DQO e DBO é muito discutível e, na grande maioria das situações, não se aplica. DQO é uma medida do oxigênio equivalente do conteúdo de matéria orgânica de uma amostra que é passível de oxidação por um forte oxidante químico. As análises laboratoriais empregadas estão de acordo com o “Standard Methods for examination of Water and Wastewater” publicado pela APHA (1998).

2.4. Demanda Bioquímica de Oxigênio

DQO é uma medida indireta da quantidade de compostos orgânicos presentes na amostra de água. A DBO de uma água é a quantidade de oxigênio necessária para oxidar a matéria orgânica por decomposição microbiana aeróbia para uma forma inorgânica estável. A DBO é normalmente considerada como a quantidade de oxigênio consumido durante um determinado período de tempo, numa temperatura de incubação específica.

As amostras Um período de tempo de 5 dias numa temperatura de incubação de 20°C é freqüentemente usado e referido como DBO_{5,20}.

Como fatores químicos, físicos e biológicos que determinam a DBO, citamos:

I) oxigênio dissolvido

II) Microrganismo: deve existir um grupo misto de microrganismo (denominado de semente), que seja capaz de oxidar a matéria orgânica em água e gás carbônico.

III) Nutrientes: como nitrogênio, fósforo, enxofre, magnésio, ferro e cálcio são indispensáveis para garantia de microrganismo vivos durante todo o período de incubação.

IV) Temperatura: qualquer reação bioquímica, tem como fator de importância a temperatura, que aumenta ou diminui a velocidade da reação de oxidação.

V) pH: as reações que ocorrem na DBO, para garantia de sobrevivência dos microrganismos, tem como faixa ideal de pH de 6,5 a 8,5.

VI) Tempo: para oxidação completa da matéria orgânica são necessários cerca de 20 dias, mas convencionou-se que, o período de incubação é de 5 dias, neste período aproximadamente 70% da matéria orgânica é oxidada.

VII) Tóxicos: A presença de mercúrio, cobre, zinco, cádmio, chumbo, cianetos, formaldeídos, influenciam no sistema enzimático dos microrganismos, podendo leva-los à morte.

Em resumo, a DBO é a medida das necessidades respiratórias de uma população microbiológica.

A DBO é um excelente índice para indicar a eficiência de uma ETE (estação de tratamento de esgotos), quando se compara a DBO do esgoto bruto e do efluente final.

2) Material utilizado para Demanda Química de Oxigênio

- 1 Bomba de ar comprimido (compressor de ar)
- 1 Incubadora de DBO termostaticamente controlada à temperatura de 20°C mais ou menos 1°C
- 4 Frascos de rolha esmerilhada, com capacidade de 250 a 300 mL para DBO
- 4 Erlenmeyers de 250 mL
- 4 Provetas graduadas de 100 mL
- 10 Pipetas graduadas de 5 mL
- 4 Bastões de vidro
- 1 Bureta de 25 mL

- 4 Béqueres de 100 mL
- 4 Placas de petri

3) Reagentes utilizado para Demanda Química de Oxigênio

- Ácido Clorídrico R (ou 50% SR)
- Cloreto manganoso 80% SR
- Goma de amido 1% SI
- Hidróxido de Sódio 30% SR
- Iodeto de Potássio R (ou 10% SR)
- Tiosulfato de sódio N/80 SV
- Solução tampão de Fosfato, pH = 7,2
- Solução de Sulfato de Magnésio ($MgSO_4 \cdot 7H_2O$) 2,25 % SR
- Solução de cloreto de cálcio ($CaCl_2$) 2,75 % SR
- Solução de cloreto Férrico ($FeCl_3 \cdot 6H_2O$) 0,0025% SR
- Água destilada / deionizada
- Água de diluição

4) Preparo da água de diluição para Demanda Química de Oxigênio

Utilizando um compressor de ar comprimido, sature com ar a água deionizada de maneira a obter um elevado teor de oxigênio dissolvido.

Em cada litro de água deionizada, adicione 1 mL da solução tampão fosfato, 1 mL de solução de sulfato de magnésio, 1 mL de solução de cloreto de cálcio e 1 mL de solução de cloreto férrico.

Para armazenar a água de diluição, é necessário que o recipiente, seja lavado com mistura sulfocrômica, enxágüe com água corrente e finalmente com destilada/deionizada.

Ressalta-se, que não se devem completar os estoques de água de diluição com soluções recentemente preparadas, e ainda, deve-se utilizar a água de diluição somente depois de 30 minutos de ter ocorrido a sua saturação com ar.

5) Diluição para Demanda Química de Oxigênio

Quando a amostra a ser analisada é de natureza desconhecida, é necessário que se prepare diluições, de modo que se consiga uma depleção do OD, em 5 dias, de aproximadamente 2,5 mg/L. Alguns autores, aceitam que a depleção de OD, varie de 2,5 a 3,5 mg/L.

Para esgoto doméstico bruto e decantado, tem-se obtido depleções de OD, consideradas aceitáveis, diluições a 1%, 2%, 3%, 4% e 5%. No caso de se receber diversas amostras de esgotos diferentes para se definir teoricamente qual a quantidade de amostra a ser introdução no frasco de 300 mL para DBO poderá ser calculada pela formula: 1200 ML da amostra a ser adicionada = SDBO estimada.

Para se avaliar esgotos totalmente desconhecidos deve-se utilizar um conjunto de diluições, por exemplo, 0,5 , 1,0 , 3,0 , 6,0 , e 12 mL e escolher aquela diluição que leva a uma depleção de OD próxima de 2,5 mg/ L.

Ressalta-se que depois de escolhido o volume do esgoto a ser colocado no frasco de 300 mL para avaliação da DBO, deve-se tomar novas amostras do esgoto para se obter resultados mais confiáveis. Quando avalia-se esgotos altamente orgânicos, é quase impossível, se fazer medidas precisas de pequenos volumes (0,1 mL, 0,2 mL, etc...), neste caso, faz-se uma diluição, exemplo, 1:10 da amostra original, o que se permite realizar a análise utilizando volume maiores.

V- Determine imediatamente o “OD” nos vidros 2 e 4.

VI – Após 5 dias determine o “OD” nos vidros 1 e 3.

Obs: OD do vidro nº 2 – OD do vidro nº 1 de vera ser = 0,2.

OD do vidro nº 4 deve ser pelo menos de 7 mg / L

6) Cálculos utilizado para Demanda Química de Oxigênio

$(OD \text{ do vidro nº 4} - OD \text{ do vidro nº 3}) \times \text{fator de diluição} = DBO \text{ em mg / L. } (A - B) \times 100 \text{mg / L de DBO}_5 = \text{-----\% de diluição:}$

A = mg / L de OD da amostra instantânea (vidro 4)

B = mg / L de OD da amostra de 5 dias (vidro 3)

Exemplo de cálculo:

- Volume de amostra introduzida nos frascos 3 e 4 = 300 mL
- Volume do frasco 3 e 4 = 300 mL
- OD inicial da amostra diluída (vidro 4) = 8,0 mg / L
- OD final da amostra de 5 dias (vidro 3) = 4,0 mg / L

DBO5 em mg / L = $(8,0 - 4,0) \times 100 = 4 \times 100 = 400 ?$

DBO5 = 400 mg / L

2.5. Dureza da água

A dureza da água é predominantemente causada pela presença de sais de Cálcio e Magnésio, de modo que os principais íons levados em consideração na medição são os de Cálcio (Ca^{2+}) e Magnésio (Mg^{2+}). Dureza da água é a propriedade relacionada com a concentração de íons de determinados minerais dissolvidos nesta substância eventualmente também o Zinco, Estrôncio, Ferro ou Alumínio podem ser levados em conta na aferição da dureza.

- 1) Determinar o teor de cálcio e magnésio numa amostra de água (potável ou não), expresso em termos de CaCO_3 .

Na titulação tomar o cuidado de adicionar as gotas de EDTA em intervalos de 3 a 5 segundos, sendo que a titulação não deve exceder a 5 min.

- a) Pipetar 100 mL da água a ser analisada num erlenmeyer de 250 mL.
- b) Adicionar 1 mL de solução NH_4OH concentrado, até obter $\text{pH } 10 \pm 0,1$.
- c) Adicionar um tablete de tampão para dureza e agitar até completa dissolução.
- d) Titular lentamente com a solução de EDTA 0,01 mol/L com agitação

constante até mudança da

coloração avermelhada para verde (observar a primeira alteração de cor e se for preciso adicionar

mais uma gota de EDTA).

- e) Anotar o volume gasto e repetir o procedimento.

Cálculo: dureza total (mg de CaCO_3) = $\frac{\text{mL de EDTA} \times f \times 1000}{\text{mL da amostra}}$

- 2) Determinação do Ca^{2+}

a) Pipetar 100 mL da água a ser analisada num erlenmeyer de 250 mL. Adicionar 2 mL de solução NaOH 1,0 mol/L, para elevar o pH entre 12 e 13, testando com o papel indicador universal ou pHmetro.

b) Adicionar 0,1 a 0,2 de murexida à amostra e agitar até completa dissolução.

c) Titular lentamente com a solução de EDTA 0,01 mol/L com agitação constante até mudança da coloração de róseo para púrpura (observar a primeira alteração de cor e se for preciso adicionar mais uma gota de EDTA).

d) Anotar o volume gasto e repetir o procedimento com uma nova alíquota da amostra.

$$\text{Cálculo: (mg/L de Ca}^{2+}\text{)} = \frac{40,08 \times \text{mL de EDTA} \times 0,01 \times 1000 \cdot f}{\text{mL da amostra}}$$

3) Determinação de Mg²⁺.

a) O Mg²⁺ é determinado através da diferença dos volumes de EDTA gastos nas titulações 1 e 2 (dureza total e a de Ca²⁺)

$$\text{Cálculo: (mg/L de Mg}^{2+}\text{)} = \frac{24,31 \times (V1 - V2) \times 0,01 \times 1000 \cdot f}{\text{mL da amostra}}$$

Considerar como V1 o volume de EDTA gasto na determinação da dureza total e V2 o volume de EDTA gasto na determinação do Ca²⁺.

$$\text{Cálculo: (mg/L de Mg}^{2+}\text{)} = \frac{24,31 \times (V1 - V2) \times 0,01 \times 1000 \cdot f}{\text{mL da amostra}}$$

2.6. Bacteriologia

As quatro coletas das amostras seguiram as recomendações da American Public Health Association (1995).

As análises de coliformes totais e escherichia coli foram realizadas no laboratório de saneamento e meio ambiente, no sublaboratório de bacteriologia.

Para as análises de coliformes totais foram realizadas inoculações de 10, 1 e 0,1 ml das amostras, em três séries de três tubos com caldo lauril sulfato triptose em dupla concentração, incubados a 35 ± 0,5°C/ 24-48 horas e examinados quanto a produção de gás em tubos de Durhan invertidos. Os tubos positivos foram submetidos a prova de confirmação em caldo bile verde brilhante (VBB) a 35 ± 0,5°C/ 24-48 horas. Na

determinação de coliformes foram utilizados tubos de ensaio contendo 10 ml de caldo EC, incubados a 44,5°C/ 24 horas. Para determinação de *Escherichia coli* foram feitas estrias em placas de petri contendo Ágar EMB e incubadas à 35° C/24 horas. O resultado foi expresso em Número Mais Provável (NMP), sendo utilizada a tabela do “Índice de NMP e intervalo de confiança em nível de 95% de probabilidade, para diversas combinações de tubos positivos (Fig. 6).

Avaliaram-se também as alterações visíveis macroscopicamente na água, indicativo de sua qualidade físico-química (Picinin et al, 2001).

Para as análises de *Escherichia coli* foi utilizado o IDEXX-Quanti-tray/2000 projetado para quantificar a contagem bacteriana de amostras de 100ML, usando a tecnologia Substrato IDEXX definido, com produtos reagentes. As amostras foram adicionadas na placa reagente QUANTI-TRAY/2000, em seguida seladas e aferidas no TRAY-QUANT e incubar por os sentidos reagentes. Em seguida, foi realizada a contagem do número de poços positivos para grandes e pequenos e foi utilizado a tabela de NMP para acompanhar determinado o número mais provável (NMP) (Fig. 5)



Figura 5- Determinação de *Escherichia coli* em placas de Petri e os coliformes totais.

2.7. Metais Pesados

As aferições dos metais, alumínio, cobre, ferro, manganês e zinco foram feitas no Espectrofotômetro de Absorção Atômica da VARIAN, mod. AA 240 FS com Forno

de Grafite mod. GTA-120; Gerador Automático de Vapor mod. VGA 77 AA; Amostrador Automático mod. PSD-120; Recirculador Lytron Kodiak Chiller; Sistema de Amostragem automática e Preparação de Amostras mod. SPS3. As Lâmpadas acopladas foram: **Al, Cu, Fe, Mn, e Zn** (Fig. 6).

Os materiais de consumo: Gases em cilindro: oxido nitroso, acetileno, nitrogênio e argônio. Filtros de milipore de 0,45µm.



Figura 6- Análise de metais pesados Al, Cu, Fe, Mn, e Zn.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1. Características físico-naturais da área

As características físico-naturais da área em estudo são: o clima, o substrato rochoso, o solo, a hidrografia, a geomorfologia e a vegetação. O município de Umuarama encontra-se entre as bacias dos rios Ivaí e Piquiri, que deságuam no rio Paraná. Num raio de nove quilômetros em torno da cidade estão as cabeceiras dos seguintes ribeirões: Vermelho: nasce no fundo do seminário Bom Pastor e deságua no rio Xambrê; Pinhalzinho: tem sua nascente no Bosque do Índio e deságua no Goioerê; Veado: nasce na farinheira (Companhia Lorenz) e deságua no rio Paraná Guaíra e o

Piava, que abastece a cidade de Umuarama e deságua no rio Anta, e depois no rio Ivaí (Fig. 7).

3.2. Localização da Área de Estudo

A cidade de Umuarama está localizada no Noroeste do estado do Paraná, na região Sul do Brasil, encontra-se Terceiro Planalto Paranaense ou Planalto de Guarapuava, a 430m acima do nível do mar, na latitude $23^{\circ} 47' 55$ Sul e Longitude $53^{\circ} 18' 48$ Oeste (Fig. 7)

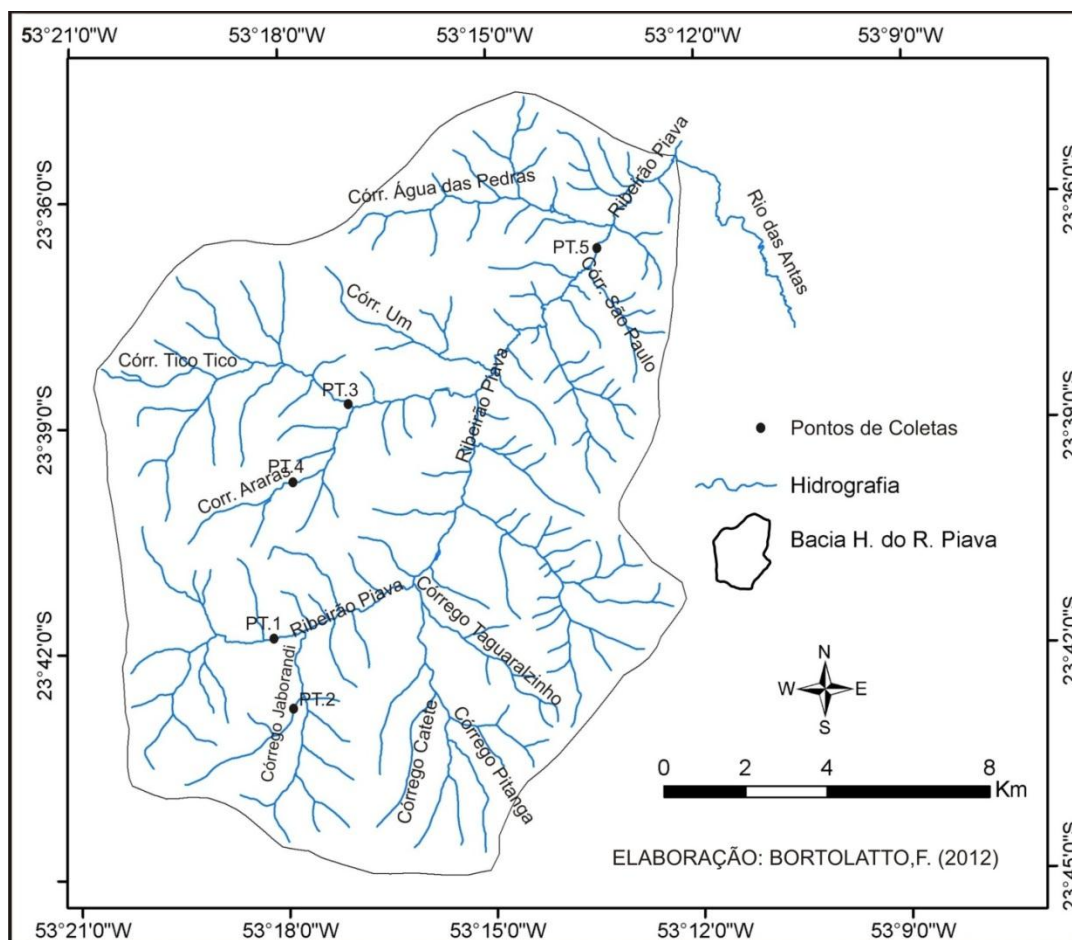


Figura- 7. Pontos de coletas na bacia do ribeirão Piava de Umuarama- PR.

3.3. Clima

Maack (1968) classifica o clima da região como subtropical úmido mesotérmico, situa-se na zona pluvial tropical, apresentando clima chuvoso, temperado quente e com raras geadas noturnas, com tendências de concentrações das chuvas nos meses de verão

sem estação seca definida. Sendo a temperatura mais baixa registrada de $-1,4^{\circ}\text{C}$ em julho de 1975 e a mais alta de $46,0^{\circ}\text{C}$ em novembro de 2009.

3.4.Solo

Os principais tipos de solos encontrados na região correspondem aos Latossolos Vermelhos com textura média a arenosa e Argissolos Vermelhos com textura arenosa. A região caracteriza-se por apresentar processos acelerados de erosão hídrica na qual comprometem estradas, áreas urbanizadas e agrícolas, trazendo prejuízos sociais, econômicos e diminuindo a capacidade produtiva dos solos. Para recomendar o melhor uso de um solo é necessário interpretar as suas características e avaliar as suas limitações e adaptabilidade para o uso específico previsto. Uma vez inventariados os fatores que maior influência tem sobre o uso da terra, destacando-se a natureza do solo, o potencial erosivo, a drenagem e o clima, os mesmos deverão ser devidamente interpretados e analisados em conjunto para a determinação da capacidade de uso daquele solo (LEPSCH, 1983). Após a retirada da vegetação nativa na região, ocorreu a implantação da cultura do café em um primeiro momento, depois foi inserida culturas temporárias como trigo e milho. Assim, o solo descoberto sem nenhuma cobertura ficou muito mais vulnerável aos processos erosivos.

3.5. Geomorfologia

O município de Umuarama dentro da nova classificação proposta por Santos et al (2006) o subplanalto de Umuarama é uma das subunidades morfo-esculturais do Terceiro Planalto Paranaense de Maack (1968). Apresenta dissecação média e ocupa uma área de $11.592,61\text{km}^2$. As classes de declividades predominantes são de 6-12%, apresenta gradiente de 380 metros com altitudes variando entre 240m e 620m. As formas predominantes do relevo são constituídas por topos alongados e aplainados (Fig. 8), ou seja, o relevo é plano, apresentando vertentes convexas e vales em “berço” modelados em rochas da Formação Caiuá (MINEROPAR, 2006).

Na bacia do ribeirão Piava observaram-se altitudes variando de 320m a 500m, ou seja, a bacia possui gradiente de 180m da sua foz até as áreas mais altas. Verifica-se a partir da carta hipsométrica (Fig. 9) topos alongados e vertentes longas, que representa uma área de relevo suave.

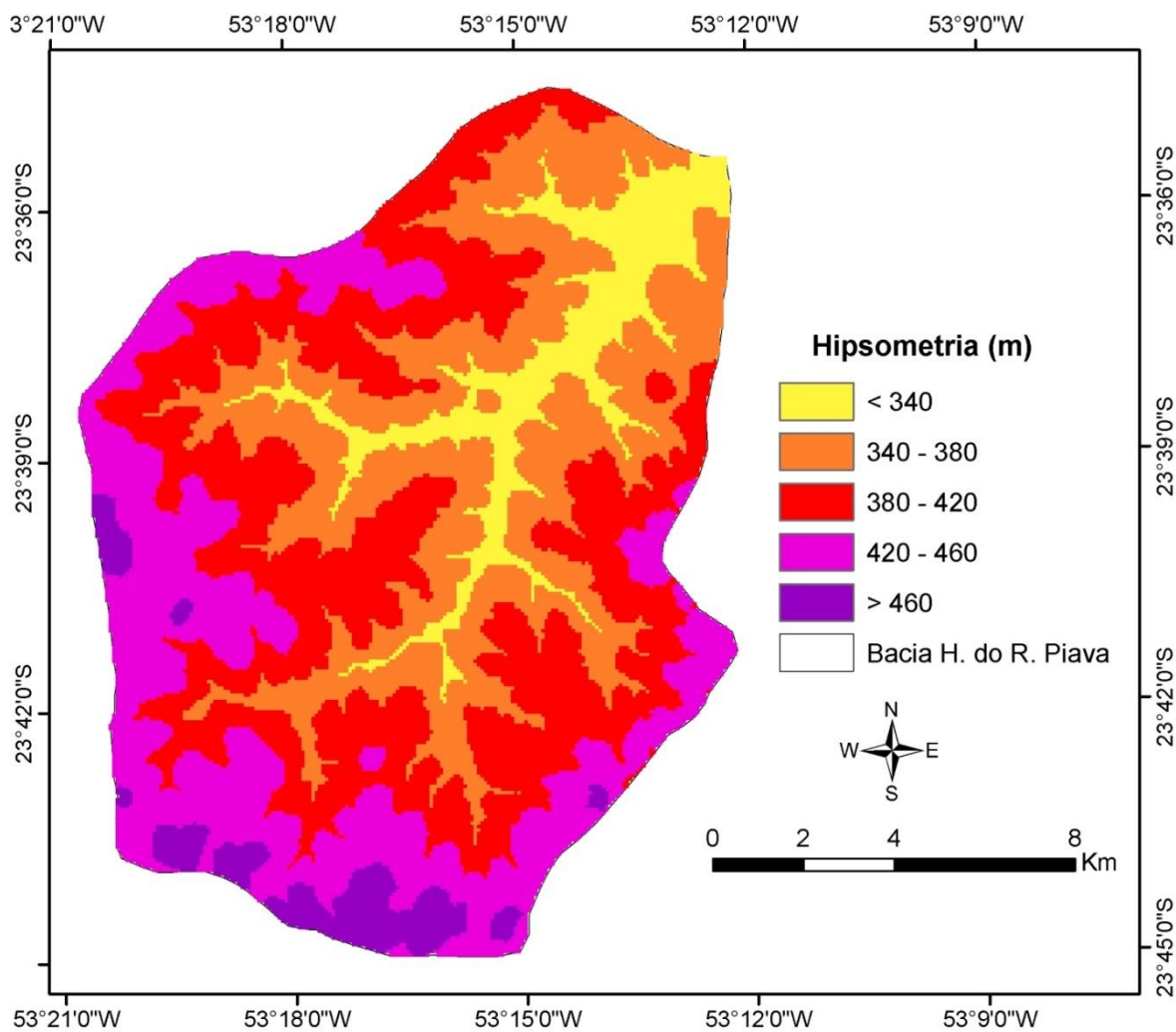


Figura-8. Carta de hipsometria da bacia do ribeirão Piava

Na carta de declividade é possível observar algumas áreas com maiores declividades, sempre situadas próximas às áreas de drenagem, contudo, na bacia predominam as declividades baixas nos topos e média vertente, compostas pelas classes de 0-3 de 3-6 e de 6-10, 10-20, + 20%, o que evidência um relevo pouco acidentado (Fig. 9).

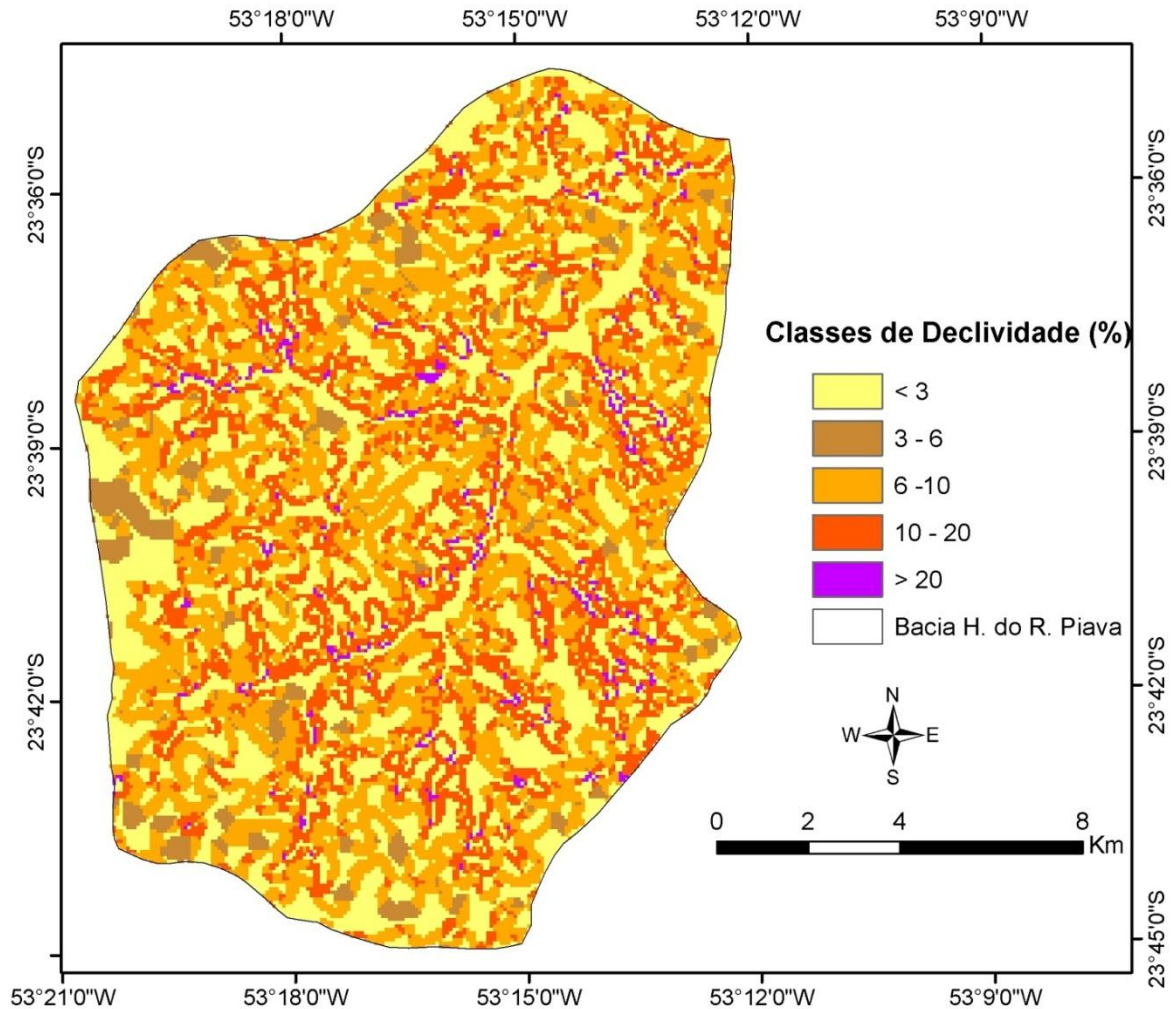


Figura 9 - Carta de declividade da bacia do ribeirão Piava

Analisando-se a figura 9 verifica-se a presença de relevo plano a suavemente ondulado. Áreas com declive em torno de 6% a 10%, outras com ligeira declividade margeando os canais de drenagem onde ocorrem os pequenos rios que ocorrem na área.

É caracterizado por colinas suaves de cumes arredondados, devido ao desgaste erosivo, separado por vales poucos sinuosos e quase retilíneos, o terreno é tido como pouco acidentado.

Para as etapas posteriores deste trabalho serão desenvolvidas um estudo mais voltado para as questões ambientais e sociais.

Os resultados e interpretação dos resultados foram baseados na Resolução do CONAMA N^o 357 de 17 de março de 2005 publicada no dou n^o 053, de 18/03/2005, págs. 58-63 (Quadro 1), que posteriormente foi alterada pela resolução 410/2009. Foram baseados também pela resolução do CONAMA N^o 430/2011, pela resolução

CONAMA no 274 de 2000 e pela segunda a Portaria n°. 1469 de 29/12/2000 no Capítulo III - DOS DEVERES E DAS RESPONSABILIDADES, do Ministério da Saúde.

Quadro 1 – Parâmetros e valores permitidos pela Resolução do CONAMA No 357, de 2005

Parâmetros	Valor Máximo
Alumínio Dissolvido	0,1 µg/L ou 100 mg/ L
Cobre Dissolvido	0,009 mg/ L Cu
Ferro Dissolvido	0,3 m/g Fe
Manganês Total	0,1 mg/ L Mn
Zinco Total	0,18 mg/L V
pH	Deve estar entre os valores 6,0 a 9,0
Turbidez	Até 100 UNT
DBO	5 dias a 20 °C até 5mg/L O ₂ ;
Coliformes termotolerantes	> 1000 termotolerantes por 100 mililitros 80% ou mais de pelo menos 6 (seis) amostras coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral.

Os resultados (Quadro 2, 3 e 4), estão de acordo com padrão de potabilidade em vigor no Brasil, preconiza uma faixa de pH entre 6,5 e 8,5. Normalmente a água apresenta-se boa para ingestão para pH na faixa de 5,5 a 8,0.

A turbidez pode ser definida como a dificuldade da passagem de um feixe de luz por uma amostra, causada por absorção e espalhamento do mesmo ao entrar em contato com as partículas dissolvidas presentes. Os resultados de turbidez da primeira coleta no ponto 3 do córrego Tico-Tico apresenta 67,6NTU o que foi correlacionado pela chuvas ocorridas dois dias anteriores a coleta. Sendo que na segunda coleta os valor de turbidez tanto do ponto 3, como dos outros se apresentaram mais baixos. O ponto 5 há um valor significativo porém não há comparações com a primeira coleta. Pois esse ponto foi acrescentado devido a exclusão do ponto 2 na segunda coleta pois o mesmo apresentou baixos níveis de água no rio devido a assoreamento do canal. Na terceira coleta turbidez do ponto 3 também apresentou 19,9NTU, porém mais baixo que na segunda coleta.

A temperatura pode variar em função de fontes naturais (energia solar) e fontes antropogênicas (despejos industriais e águas de resfriamento de máquinas). Os resultados nos quadros 2 ,3 e 4, aparem estáveis de acordo com a estação do inverno.

Condutividade Elétrica é capacidade que a água possui de conduzir corrente elétrica. Este parâmetro está relacionado com a presença de íons dissolvidos na água, que são partículas carregadas eletricamente Quanto maior for a quantidade de íons

dissolvidos, maior será a condutividade elétrica na água. O ponto 1, destaca se nos resultados da primeira e da segunda coleta, sendo que seu resultado de 42,2 μ S apresentam-se o mesmo em ambas. Esse valor é maior que os demais devido a estar no canal principal da bacia, mesmo sendo nascente da bacia hidrográfica.

A cor resulta da existência, na água, de substâncias em solução; pode ser causada pelo ferro ou manganês, pela decomposição da matéria orgânica da água (principalmente vegetais), pelas algas ou pela introdução de esgotos industriais e domésticos. Padrão de potabilidade: intensidade de cor inferior a 5 unidades. Todos os resultados estão fora dos padrões de qualidade para consumo imediato, porém se tratando de uma rede de drenagem só o ponto 3 apresenta na primeira coleta índices elevados, e o ponto 5, o valor do ponto 5 pode ser resultado da alta sedimentação causada pela implantação da bomba para irrigação na propriedade, próximo do ponto de coleta.

Quadro 2 – Resultados de pH, turbidez, temperatura, condutividade e cor da 1º Coleta na bacia de drenagens do Ribeirão Piava- Umuarama.

BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO PIAVA DE UMUARAMA-PR (1º Coleta)						
Ponto	Localização	pH	Turbid. (NTU)	Temp.(°C)	Condut.(μS)	Cor Pt/Co)
Pt. 1	Nasc. rib.Piava	6,57	5,12	19,1	42,2	17,6
Pt. 2	Cór. Jaburandi	6,60	49,0	19,8	26,2	37,8
Pt. 3	Córreg. Tico-tico	6,64	67,6	20,2	38,6	86,1
Pt. 4	Córrego Araras	6,51	2,52	21,0	31,1	17,9

O desequilíbrio entre a quantidade desses íons no interior da massa d'água fará com que esta tenha um pH superior a 7,0 (mais hidroxilas) ou inferior (mais cátions H⁺). A relação dióxido de carbono-bicarbonatos presentes nas águas naturais é o principal fator de definição do nível do pH, pois o dióxido dissolvido transforma-se em ácido carbônico.

Quadro 3 – Resultados de pH, turbidez, temperatura, condutividade e cor da 2º Coleta na bacia de drenagens do Ribeirão Piava- Umuarama.

BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO PIAVA DE UMUARAMA-PR (2º Coleta)						
Ponto	Localização	pH	Turbid. (NTU)	Temp.(°C)	Condut.(μS)	Cor Pt/Co)
Pt.1	Nasc. rib.Piava	7,09	3,49	17,0	42,2	14,1
Pt.3	Córreg.Tico-tico	7,24	6,65	17,8	39,7	24,9

Pt.4	Córrego Araras	6,71	1,49	18,4	29,7	18,7
Pt.5	Rib. Piava	7,77	33,4	19,8	38,3	107,3

Os resultados de pH da terceira coleta apresentaram os mais ácidos, principalmente o ponto 4 (córrego Araras) (Quadro 4), essa acidez pode estar relacionada com grande quantidade de capim braquiária e samambaias, que podem estar associados a acidez do solo.

Quadro 4 – Resultados de pH, turbidez, temperatura, condutividade e cor da 3ª Coleta na bacia de drenagens do Ribeirão Piava- Umuarama.

BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO PIAVA DE UMUARAMA-PR (3ª Coleta)						
Ponto	Localização	pH	Turbid. (NTU)	Temp.(°C)	Condut.(µS)	Cor Pt/Co)
Pt.1	Nasc. rib.Piava	6,36	4,08	20,1	31,5	14,7
Pt.3	Córreg.Tico-tico	6,44	19,9	20,4	34,8	36,3
Pt.4	Córrego Araras	6,09	1,27	20,8	26,6	20,3
Pt.5	Rib. Piava	6,66	7,52	21,0	32,2	90,5

Os resultados da última coleta ou quarta coleta, podem ser relacionados pelo período de estiagem do mês de agosto, sendo a data que as amostras foram coletadas. Devido a esse período de menos precipitação pode se observar que a turbidez do córrego Tico-tico sendo ponto-3, diminui da primeira coleta para última, essa relação também pode ser feita cor a cor. As chuvas levam grande quantidade de sedimentos para a rede de drenagens que faz com que a cor da água fique mais escura devido a quantidade de partículas provenientes do solo, rochas e matéria orgânica, esses dados foram relacionados com os dados da primeira coleta. Com o período de estiagem o nível de água do canal diminui e assim a quantidade de partículas suspensa na água também, isso reflete em uma água com coloração mais límpida que da primeira coleta.

Quadro 5 – Resultados de pH, turbidez, temperatura, condutividade e cor da 4ª Coleta na bacia de drenagens do Ribeirão Piava- Umuarama-PR.

BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO PIAVA DE UMUARAMA-PR (4ª Coleta)						
Ponto	Localização	pH	Turbid.(NTU)	Temp.(°C)	Condut.(µS)	Cor Pt/Co)
Pt.1	Nasc. rib.Piava	6,36	3,75	20,8	41,9	5,6
Pt.3	Córreg.Tico-tico	6,35	6,90	21,2	43,3	6,4

Pt.4	Córrego Araras	6,22	2,17	21,8	37,1	11,0
Pt.5	Rib. Piava	6,49	6,00	22,7	37,5	15,3

São caracterizadas como sólidos todas as partículas presentes em suspensão ou em solução, sedimentáveis ou não, orgânicas ou minerais. A determinação da quantidade total de sólidos presentes em uma amostra é chamada de sólidos totais. A separação dos tipos de sólidos presentes na mistura é feita em laboratório e classificada.

Foram caracterizadas como carga de sólidos todos os materiais presentes em suspensão e/ou em solução que ficaram retidos no filtro. Na primeira coleta as concentrações de carga suspensa se mostram elevadas (Quadro 6). Isso ocorreu por que essa coleta foi realizada após um período de chuvas.

A água com excessivo teor de sólidos em suspensão ou minerais dissolvidos tem sua utilidade limitada. Uma água com presença de 500 mg/L de sólidos dissolvidos, geralmente, ainda é viável para uso doméstico, mas provavelmente inadequada para utilização em muitos processos industriais. Água com teor de sólidos superior a 1000 mg/L torna-se inadequada para consumo humano e possivelmente será corrosiva e até abrasiva. (Quadro 6)

Em relação aos valores de sólidos em suspensão, de acordo com a Resolução do CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005, os resultados apresentaram o padrão de determinação de sólidos, somente o ponto 2, do quadro 6, foi o que ultrapassou o percentual da resolução, diante das circunstâncias de assoreamento do canal não foi possível realizar as outras coletas, devido a isso os estudos de matérias em suspensão nos cursos hidrológicos se fazem necessário. Pois o córrego Jaburandi encontra-se dentro de uma voçoroca (Fig. 10), a segunda coleta não foi possível de ser realizada, pois não havia água suficiente para a metodologia utilizada para coleta, e se a mesma fosse realizada os resultados não seriam adequados para o estudo.



Figura 10 - Fotografia do córrego Jaburandi, (Pt. 2) dentro da Voçoroca



Figura 11- Fotografia do córrego Jaburandi, (Pt. 2), grande quantidade de areia



Figura 12- Fotografia do córrego Jaburandi, (Pt. 2), quantidade de água insuficiente para segunda coleta

A matéria orgânica foi determinada após a pesagem na mufla a 480°C, o ponto que apresentou o percentual mais elevado foi justamente o ponto 2 da primeira coleta. Porém o ponto 3, do córrego Tico-tico também apresentou um percentual elevado em todas as coletas (Quadros 6, 7, 8), esses resultados podem ser relacionados a grande quantidade de árvores arbóreas as margens do córrego e ao transporte de sedimentos do entorno para o córrego.

A carga total dos quadros 6, 7, 8 são apenas relacionados com a matéria orgânica, pois os sólidos em suspensão não fazem parte dos valores totais de carga total, os sólidos em suspensão foram medidos com outra metodologia e estão no mesmo quadro para serem correlacionados.

Com a correlação dos resultados de sólidos em suspensão e carga total, pode se verificar que quanto maior a quantidade de sedimentos os valores entre sólidos em suspensão e carga total se aproximam, alguns exemplos são: o ponto 2 (quadro 6), o ponto 3 (quadro 6), o ponto 5 (quadro 7), o ponto 3 (quadro 8). Com essa relação pode definir que quanto maior for os sólidos em suspensão maior a carga total.

Quadro 6 - Teores de carga suspensa do ribeirão Piava de Umuarama – PR (1º coleta)

Carga Suspensa da bacia do ribeirão Piava de Umuarama-PR (1º Coleta)				
Pontos	Localização	Matéria Orgânica (Mg/L)	Carga de Sólidos (Mg/L)	Carga Total (Mg/L)
Pt. 1	Nasc. do rib.Piava	3,26	2,13	5,40
Pt. 2	Cór. Jaburandi	17,0	1031,20	1048,20
Pt. 3	Córrego Tico-tico	12,13	51,40	63,53
Pt. 4	Córrego Araras	6,06	5,0	11,06

Quadro 7 - Teores de carga suspensa da bacia do ribeirão Piava em Umuarama – PR (2º coleta)

Carga Suspensa da bacia do ribeirão Piava de Umuarama-PR (2º Coleta)				
Pontos	Localização	Matéria Orgânica (Mg/L)	Carga de Sólidos (Mg/L)	Carga Total (Mg/L)
Pt. 1	Nasc. do rib.Piava	5,0	7,46	12,46
Pt. 3	Córrego Tico-tico	7,33	12,26	19,60
Pt. 4	Córrego Araras	6,26	8,73	15,0
Pt. 5	Rib. Piava	9,86	22,0	31,86

Quadro 8 - Teores de carga suspensa da bacia do ribeirão Piava em Umuarama – PR (3º coleta)

Carga Suspensa da bacia do ribeirão Piava de Umuarama-PR (3º Coleta)				
Pontos	Localização	Matéria Orgânica (Mg/L)	Carga de Sólidos (Mg/L)	Carga Total (Mg/L)
Pt. 1	Nasc. do rib.Piava	3,53	1,13	4,66
Pt. 3	Córrego Tico-tico	7,66	15,26	22,93
Pt. 4	Córrego Araras	5,53	1,53	7,06
Pt. 5	Rib. Piava	0,73	24,86	25,60

A análise da carga suspensa na bacia do ribeirão Piava identificou que o ponto 2 (corrêgo Jaburandi (Quadro 9), encontrava se comprometido em relação a qualidade da água. Sendo que comprovado no segundo trabalho de campo onde não foi possível a coleta das amostras devido ao assoreamento do córrego.

Quadro 9 - Teores de carga suspensa da bacia do ribeirão Piava em Umuarama – PR (4º coleta)

Carga Suspensa da bacia do ribeirão Piava de Umuarama-PR (4º Coleta)				
Pontos	Localização	Matéria Orgânica (Mg/L)	Carga de Sólidos (Mg/L)	Carga Total (Mg/L)
Pt. 1	Nasc. do rib.Piava	7,93	3,26	11,20
Pt. 3	Córrego Tico-tico	9,60	11,60	21,20
Pt. 4	Córrego Araras	7,60	4,53	12,13
Pt. 5	Rib. Piava	4,33	12,93	17,26

O ponto 5 (ribeirão Piava) apresentou sólidos sedimentares que requer uma atenção, pois os processos erosivos que estendem se ao longo da rede drenagem podem ser agravados com chuvas e ao longo do tempo acarretar o assoreamento do mesmo. Pois a vegetação marginal escassa contribui para a degradação ambiental do ribeirão Piava, aumento a probabilidade de assoreamento da rede de drenagem e podendo comprometer o abastecimento de água da aérea urbana de Umuarama-Pr.

Sendo que o objetivo dos sólidos sedimentáveis em cone de Imhoff, é indicar o volume que decanta em um determinado período de tempo. Ou seja no (Quadro 10), o resultado do ponto 2 apresenta que em um volume de 1000ml, 0,1 é se sólidos sedimentares, esses valores para um curso hidrológico pode ser agravados com as precipitações, pois a os sedimentos são levados ao canal assoreando o mesmo e impedindo o fluxo natural.

Quadro 10 - Sólidos Sedimentares da bacia do ribeirão Piava em Umuarama – PR (1º coleta)

Sólidos em Suspensão, Sedimentares em Cone de Imhoff e Sólidos Totais da bacia do ribeirão Piava de Umuarama-PR (1º Coleta)				
Pontos	Localização	Sólidos em suspensão (mg/L)	Sólidos Sed. em Cone de Imhoff (ml.L/ h)	Sólidos Totais (mg/L)
Pt. 1	Nasc. do rib.Piava	2,1	0,01	77
Pt. 3	Córrego Tico-tico	1031,2	0,1	375
Pt. 4	Córrego Araras	51,4	0,02	190
Pt. 5	Rib. Piava	5,0	0,01	38

Na segunda coleta devido ao período de estiagem o nível dos canais apresentaram se bem baixos do que a média, devido a isso a água tinha aparência límpida com pouco material flutuante. Porém o ribeirão Piava sendo ponto 5 (Quadro 11), apresentou um valor bem maior que os outros pontos, isso pode ser devido ao

esvaziamento de uma represa de pesca, ao qual pode ter influenciado no resultado de sólidos sedimentares, nesse ponto pode ser observado acima no quadro 3, qua a coloração da água estava bem acima o admitido pelos padrões de potabilidade.

Quadro 11 - Sólidos Sedimentares da bacia do ribeirão Piava em Umuarama – PR (2º coleta)

Sólidos em Suspensão, Sedimentares em Cone de Imhoff e Sólidos Totais da bacia do ribeirão Piava de Umuarama-PR (2º Coleta)				
Pontos	Localização	Sólidos em suspensão (mg/L)	Sólidos Sed. em Cone de Imhoff (ml.L/ h)	Sólidos Totais (mg/L)
Pt. 1	Nasc. do rib.Piava	7,4	7,4	45
Pt. 3	Córrego Tico-tico	12,2	12,2	48
Pt. 4	Córrego Araras	8,7	8,7	22
Pt. 5	Rib. Piava	22,0	22,0	77

Os sólidos sedimentares na terceira coleta apresentou resultados acima do permitido pelo Resolução CONAMA 357/2005, tanto o ponto 3, como o ponto 4 (Quadro 12), apresentou resultados de sólidos sedimentares altos. Os resultados podem ser correlacionados com as chuvas de dois dias anteriores a terceira coleta, juntamente com a ausências necesseraria da vegetação os sólidos sedimentares são transportados até o canal de drenagem com maior facilidade.

Quadro 12 - Sólidos Sedimentares da bacia do ribeirão Piava em Umuarama – PR (3º coleta)

Sólidos em Suspensão, Sedimentares em Cone de Imhoff e Sólidos Totais da bacia do ribeirão Piava de Umuarama-PR (3º Coleta)				
Pontos	Localização	Sólidos em suspensão (mg/L)	Sólidos Sed. em Cone de Imhoff (ml.L/ h)	Sólidos Totais (mg/L)
Pt. 1	Nasc. do rib.Piava	1,0	0,01	67
Pt. 3	Córrego Tico-tico	17,0	0,1	77
Pt. 4	Córrego Araras	1,0	0,02	47
Pt. 5	Rib. Piava	2,0	0,01	62

O ponto 3 (Quadro 13), apresenta um 7,6 mg/L e segundo a Resolução CONAMA 357/2005, que estabelece 5,0 mg/L. Esse valor elevado provavelmente está relacionado com a quantidade de matéria orgânica presente na amostra, esse resultado pode ser correlacionado com as análises de matéria orgânica (Quadro 5, ponto 3).

Quadro 13 - Sólidos Sedimentares da bacia do ribeirão Piava em Umuarama – PR (3º coleta)

Sólidos em Suspensão, Sedimentares em Cone de Imhoff e Sólidos Totais da bacia do ribeirão Piava de Umuarama-PR (4º Coleta)				
Pontos	Localização	Sólidos em suspensão (mg/L)	Sólidos Sed. em Cone de Imhoff (ml.L/ h)	Sólidos Totais (mg/L)
Pt. 1	Nasc. do rib.Piava	2,3	0,01	54
Pt. 3	Córrego Tico-tico	2,2	0,1	54
Pt. 4	Córrego Araras	4,6	0,2	23
Pt. 5	Rib. Piava	5,1	0,2	47

Segundo Van Haandel & Marais (1999), através da determinação de DBO experimentalmente e da DQO teórica para diferentes substâncias, observaram variações na relação DBO/DQO oscilando entre 0,36 e 0,75.

A diferença entre DBO e DQO, é na preparação e tempo para leitura, a DQO é uma leitura mais rápida da matéria orgânica presente na amostra.

Os pontos apresentaram valores menores que 4,0 mg/L. Em relação a DBO, (Quadro 14), os resultados foram inferiores a 4,0 mg/L somente o ponto 3 apresentou DBO.

A Segunda coleta de DQO, apresentou resultados superiores a primeira coleta, e os valores foram surpreendentes principalmente em relação a nascente do ribeirão Piava, ponto 1 (Quadro 14) com 8,9 mg/L, o ponto 4 (Quadro 14) também apresentou um valor superior a primeira coleta, porém os valores de DBO, não apresentaram altos valores, somente o ponto 1(Quadro 15) apresentou resultado superior com 5,1mg/L, esse resultado esta próximo o permitido porém levando em consideração que está dentro de uma área de proteção permanente ambiental, deve ser olhado com cautela ainda mais por estar próximo a captação da água que abastece o município de Umuarama.

Quadro 14. Demanda Química de oxigênio da bacia do ribeirão Piava em Umuarama – PR (1º coleta)

(DQO) Demanda Química de Oxigênio da bacia do rib. Piava de Umuarama-PR		
1º Coleta		
Pontos	Localização	Resultado: mg/L
Pt. 1	Nascente do ribeirão Piava	<4
Pt. 2	Córrego Jaburandi	<4
Pt. 3	Córrego Tico-tico	7,6
Pt. 4	Córrego Araras	<4

Resolução CONAMA 357/2005, que estabelece 5,0 mg/L. Esse valor elevado provavelmente está relacionado com a quantidade de matéria orgânica que foi apresentado no quadro 5, fora esse ponto todos os outros se apresentaram dentro da resolução.

O resultado da terceira coleta em relação ao ponto 1, correspondente a nascente do ribeirão Piava (Quadro 15), apresentou 12,8 mg/L, esse resultado supera mais que o dobro o permitido pela resolução CONAMA 357/2005, sendo assim que os resultados apresentados devem ser levados em consideração e perante aos órgãos públicos serem cabíveis as devidas providencias em relação a proteção do mesmo, de onde é capitada a água para abastecimento urbano da cidade de Umuarama-Pr.

Quadro 15 - Demanda Química de oxigênio da bacia do ribeirão Piava em Umuarama – PR (2º coleta)

(DQO) Demanda Química de Oxigênio da bacia do rib. Piava de Umuarama-PR		
2º Coleta		
Pontos	Localização	Resultado: mg/L
Pt. 1	Nascente do ribeirão Piava	9,8
Pt. 3	Córrego Tico-tico	5,3
Pt. 4	Córrego Araras	10,5
Pt. 5	Ribeirão Piava	<4

Quadro 16 - Demanda Química de oxigênio da bacia do ribeirão Piava em Umuarama – PR (3º coleta)

(DQO) Demanda Química de Oxigênio da bacia do rib. Piava de Umuarama-PR		
3º Coleta		
Pontos	Localização	Resultado: mg/L
Pt. 1	Nascente do ribeirão Piava	12,8
Pt. 3	Córrego Tico-tico	4
Pt. 4	Córrego Araras	<4
Pt. 5	Ribeirão Piava	4

Quadro 17 - Demanda Química de oxigênio da bacia do ribeirão Piava em Umuarama – PR (4º coleta)

(DQO) Demanda Química de Oxigênio da bacia do rib. Piava de Umuarama-PR		
4º Coleta		
Pontos	Localização	Resultado: mg/L
Pt. 1	Nascente do ribeirão Piava	3,9
Pt. 3	Córrego Tico-tico	3,8
Pt. 4	Córrego Araras	4
Pt. 5	Ribeirão Piava	3,7

Os maiores aumentos em termos de DBO, num corpo d'água, são provocados por despejos de origem predominantemente orgânica. A presença de um alto teor de matéria orgânica pode induzir ao completo esgotamento do oxigênio na água, provocando o desaparecimento de peixes e outras formas de vida aquática. Um elevado valor da DBO pode indicar um incremento da microflora presente e interferir no equilíbrio da vida aquática, além de produzir sabores e odores desagradáveis e, ainda, pode obstruir os filtros de areia utilizados nas estações de tratamento de água.

Os resultados de DBO, que ultrapassaram a resolução CONAMA 357/2005, foram os pontos 1 (Quadro 18) com 4,8, ponto 2(Quadro 19) com 5,1 e o ponto 1 (Quadro 20) com 6,4. Tais pontos que correspondem a nascente do ribeirão Piava, esses resultados podem avaliados as providencias de preservação que devem ser implantadas e fiscalizar as que possuem.

Quadro 18 - Demanda Bioquímica de oxigênio da bacia do ribeirão Piava em Umuarama – PR (1º coleta)

(DBO) Demanda Bioquímica de Oxigênio da bacia do rib. Piava de Umuarama-PR		
1º Coleta		
Pontos	Localização	Resultado: mg/L
Pt. 1	Nascente do ribeirão Piava	1,8
Pt. 2	Córrego Jaburandi	1,4
Pt. 3	Córrego Tico-tico	4,8
Pt. 4	Córrego Araras	2,9

Quadro 19 - Demanda Bioquímica de oxigênio da bacia do ribeirão Piava em Umuarama – PR (2º coleta)

(DBO) Demanda Bioquímica de Oxigênio da bacia do rib. Piava de Umuarama-PR		
2º Coleta		
Pontos	Localização	Resultado: mg/L
Pt. 1	Nascente do ribeirão Piava	5,1
Pt. 3	Córrego Tico-tico	4,2
Pt. 4	Córrego Araras	4,4
Pt. 5	Ribeirão Piava	2,3

Quadro 20 - Demanda Bioquímica de oxigênio da bacia do ribeirão Piava em Umuarama – PR
(3º coleta)

(DBO) Demanda Bioquímica de Oxigênio da bacia do rib. Piava de Umuarama-PR		
3º Coleta		
Pontos	Localização	Resultado: mg/L
Pt. 1	Nascente do ribeirão Piava	6,4
Pt. 3	Córrego Tico-tico	3,7
Pt. 4	Córrego Araras	3,0
Pt. 5	Ribeirão Piava	3,8

Quadro 21- Demanda Bioquímica de oxigênio da bacia do ribeirão Piava em Umuarama – PR
(4º coleta)

(DBO) Demanda Bioquímica de Oxigênio da bacia do rib. Piava de Umuarama-PR		
4º Coleta		
Pontos	Localização	Resultado: mg/L
Pt. 1	Nascente do ribeirão Piava	2,6
Pt. 3	Córrego Tico-tico	2,5
Pt. 4	Córrego Araras	2,7
Pt. 5	Ribeirão Piava	2,4

A DBO é o parâmetro tradicionalmente mais usado para a caracterização de águas residuárias brutas e tratadas, como também para a caracterização da qualidade dos corpos d'água. A quantidade de matéria orgânica presente, indicada pela DBO, é importante para se conhecer o potencial poluidor de um efluente, para o dimensionamento do sistema de tratamento mais adequado e medir a eficiência desse sistema. Quanto maior o grau de poluição orgânica, maior a DBO do curso d'água. Os resultados obtidos nas coletas foram significativos e pode ser correlacionados com os resultados de DQO.

Um conjunto de parâmetros foi analisado na água para garantir sua potabilidade. A análise microbiológica constitui-se da determinação do Número Mais Provável de coliformes, cuja presença, segundo a legislação vigente (Brasil, 2000), é indicativa de contaminação.

A Bacteriologia segundo a Resolução do Conama 357, inciso XI - conceitua coliformes termo tolerantes como bactérias gram-negativas, em forma de bacilos, oxidase-negativas, caracterizadas pela atividade da enzima β -galactosidase. Podem crescer em meios contendo agentes tenso-ativos e fermentar a lactose nas temperaturas de 44°C - 45°C, com produção de ácido, gás e aldeído.

Além de estarem presentes em fezes humanas e de animais homeotérmicos, ocorrem em solos, plantas ou outras matrizes ambientais que não tenham sido

contaminados por material fecal; XXIII - *Escherichia coli* (*E. Coli*): bactéria pertencente a família Enterobactriaceae caracterizada pela atividade da enzima β -glicuronidase. Produz indol a partir do aminoácido triptofano. É a única espécie do grupo dos coliformes termotolerantes cujo habitat exclusivo é o intestino humano e de animais homeotermicos, onde ocorre em densidades elevadas ponto 1, 3 e 4 da primeira coleta (Quadro 22), na segunda e terceira coleta os valores estavam adequados, somente o ponto 1 da segunda coleta apresentou resultado elevado (Quadro 20), na quarta coleta o ponto 3 novamente elevou o número de *Escherichia coli* (Quadro 20).

Quadro 22. Resultados *Escherichia coli* da água da bacia do ribeirão Piava em Umuarama-PR

ESCHERICHIA COLI					
Pontos	Localização	1º Coleta	2º Coleta	3º Coleta	4º Coleta
Pt. 1	Nascente do ribeirão Piava	816,4	436,0	139,0	238,2
Pt. 2	Córrego Jaburandi	80,1	-----	-----	-----
Pt. 3	Córrego Tico-tico	>2419,6	249,5	48,4	517,2
Pt. 4	Córrego Araras	601,5	101,4	69,4	83,3
Pt. 5	Ribeirão Piava	-----	204,2	13,5	135,4

Os Coliformes totais são comuns em água de rio; porém houve uma predominância de >2419,6 nos resultados de quase todas as coletas, somente a terceira coleta (Quadro 23) apresentou valores apropriados para o uso da água conforme as normas do Conama 357/2005 da classe III, as demais não são apropriadas para irrigação de hortaliças, consumo humano e restrito ao consumo animal.

Quadro 23 Resultados de Coliformes totais da água da bacia do ribeirão Piava em Umuarama - PR

COLIFORMES TOTAIS					
Pontos	Localização	1º Coleta	2º Coleta	3º Coleta	4º Coleta
Pt. 1	Nascente do ribeirão Piava	>2419,6	>2419,6	10,0	>2419,6
Pt. 2	Córrego Jaburandi	>2419,6	-----	-----	-----
Pt. 3	Córrego Tico-tico	>2419,6	>2419,6	7,0	>2419,6
Pt. 4	Córrego Araras	>2419,6	1553,1	125,6	>2419,6
Pt. 5	Ribeirão Piava	-----	>2419,6	97,1	>2419,6

O método titrimétrico do EDTA é o método mais comumente empregado na determinação de dureza da água sendo baseado na reação do ácido etilenodiaminatetracético (EDTA) ou seus sais de sódio que formam complexos solúveis quelatos com certos cátions metálicos.

A reação que ocorre num $\text{pH} = 10 \pm 0,1$, necessita de um indicador (preto de eriocromo T ou calmagita) para assinalar o ponto final da reação. Indefinidamente para não ocorrer precipitação de CaCO_3 ou Mg(OH)_2 . Além do mais, o complexo muda de cor em valores de pH elevados. O outro fator que melhora a nitidez do ponto final é a presença de magnésio que deve ser adicionada em pequena quantidade na forma de um sal complexo metricamente neutro de EDTA.

Alguns metais interferem no método causando um enfraquecimento do ponto final tornando-o, às vezes, indistinto. Esta interferência pode ser reduzida pela adição do inibidor MgCDTA (1,2 – ciclo hexono diamina tetracetato de magnésio), o qual tem vantagem de não ser tóxico e/ou malcheiroso, mas libera algum magnésio na solução contribuindo para a dureza.

São utilizados para indicar a total complexação de determinados íons, antes ligados a estes, pelo EDTA: $\text{M-Ind} + \text{EDTA} \times \text{M-EDTA} + \text{Ind}$. Onde M é o metal e Ind é o indicador.

O ponto final da titulação é indicada pela mudança de cor devido a passagem do complexo ao seu estado livre.

É a presença de sais alcalinos de cálcio, sódio e magnésio, algumas vezes ferro e alumínio. O cálcio e o magnésio possuem ocorrências naturais nos mananciais. É oportuno lembrar que a presença em níveis elevados destes sais provoca um aumento do consumo de sabão e detergentes. Valor máximo permitido 500mg/l.

De acordo com os parâmetros de potabilidade da água, os quadros 23, 24 e 25 não apresentam valores de dureza total acima do permitido para a classe II segundo o CONAMA 357, de enquadramento do uso da água.

No quadro 24, as concentrações de dureza de cálcio e magnésio aparecem equilibradas, porém nos quadros 25 e 26, as durezas de cálcio não foram detectadas nas análises, mas em comparação com a dureza de magnésio que manteve se na totalidade.

Quadro 24 - Dureza da água da bacia do ribeirão Piava em Umuarama – PR (1º coleta)

Dureza de Cálcio, Dureza de Magnésio e Dureza Total da Bacia Hidr. do ribeirão Piava de Umuarama - PR				
1º Coleta				
Pontos	Localização	Dureza de Cálcio	Dur. de Magnésio	Dureza Total
Pt. 1	Nasc. do rib. Piava	18,1	16,8	34,9
Pt. 2	Córrego Jaburandi	7,2	7,1	14,3
Pt. 3	Córrego Tico-tico	17,0	10,6	27,6
Pt. 4	Córrego Araras	12,0	10,9	22,9

Quadro 25 - Dureza da água da bacia do ribeirão Piava em Umuarama – PR (2º coleta)

Dureza de Cálcio, Dureza de Magnésio e Dureza Total da Bacia Hidr. do ribeirão Piava de Umuarama - PR				
2º Coleta				
Pontos	Localização	Dureza de Cálcio	Dur. de Magnésio	Dureza Total
Pt. 1	Nasc. do rib.Piava	n/d	1,35	1,35
Pt. 3	Córrego Tico-tico	n/d	1,85	1,85
Pt. 4	Córrego Araras	n/d	1,01	1,01
Pt. 5	Rib. Piava	n/d	1,05	1,05

Quadro 26 - Dureza da água da bacia do ribeirão Piava em Umuarama – PR (3º coleta)

Dureza de Cálcio, Dureza de Magnésio e Dureza Total da Bacia Hidr. do ribeirão Piava de Umuarama - PR				
3º Coleta				
Pontos	Localização	Dureza de Cálcio	Dur. de Magnésio	Dureza Total
Pt. 1	Nasc. do rib.Piava	n/d	12,0	12,0
Pt. 3	Córrego Tico-tico	n/d	14,2	14,2
Pt. 4	Córrego Araras	n/d	10,7	10,7
Pt. 5	Rib. Piava	n/d	13,0	13,0

Em relação a Dureza de cálcio os pontos 3 e 4 da 4º coleta apresentaram resultados bem maiores que a média para a somatória da dureza total, esses valores com o período de estiagem, pois o nível de água baixa e com desgaste nas rochas aumentam os níveis de concentração da Dureza de Cálcio (Quadro 25).

Quadro 27 - Dureza da água da bacia do ribeirão Piava em Umuarama – PR (4º coleta)

Dureza de Cálcio, Dureza de Magnésio e Dureza Total da Bacia Hidr. do ribeirão Piava de Umuarama - PR				
4º Coleta		Medida: mg/L.N		
Pontos	Localização	Dureza de Cálcio	Dur. de Magnésio	Dureza Total
Pt. 1	Nasc. do rib.Piava	17,5	2,1	19,6
Pt. 3	Córrego Tico-tico	22,9	15,1	38,0
Pt. 4	Córrego Araras	30,5	29,7	45,2
Pt. 5	Rib. Piava	32,0	10,2	42,2

A “dureza” na água para consumo humano é causada essencialmente pela presença de sais de cálcio e magnésio, sendo considerada “dura” quando existem valores significativos destes sais e “macia” quando contém pequenas quantidades.

Os resultados de alumínio estão dentro dos valores permitidos para consumo humano e as demais utilizações da água, coletas 1, 2, 3, 4 dos respectivos quadros 28, 29, 30 e 31.

As análises de cobre não apresentaram resultados que identificassem a presença do cobre nas coletas 1, 2, 3, 4 dos respectivos quadros 28, 29, 30 e 31. Porém o ponto 3 da quarta coleta (Quadro 29) apresentou um resultado de 0,046 mg/L, sendo que o permitido entro da classificação do CONAMA 357/2005 é 0,009 mg/L.

A presença do ferro na água em níveis elevados pode causar problemas de saúde, manchas nos objetos utilizados e dos principais exemplos são as louças sanitárias, pois a água fica em constante contato, nas roupas e provoca um odor fétido a água. Altera o sabor e a cor das águas Valor máximo permitido 0,3 mg/L.

Em relação aos resultados de Ferro o ponto 3 da primeira coleta (Quadro 26) apresentou valor de 0,862 mg/L, na segunda coleta o 3 (Quadro 27) apresentou 0,330 mg/L, na terceira coleta 0,328 mg/L (Quadro 28), sendo que nas três coletas o valores estão acima do permitido. O ponto cinco apresentou 0,818 mg/L na segunda coleta (Quadro 27), 0,703mg/L na terceira coleta (Quadro 28) e 0,430 mg/L na quarta coleta Quadro 28).

De acordo com a tabela na resolução do CONAMA 357/2005, o teor de Zinco permitido é de 0,018mg/L, levando em consideração isso pode se observar que a primeira coleta (Quadro 28), a segunda coleta (Quadro 29) e a quarta coleta (Quadro 30) não apresentaram resultados dentro do valor permitido acima. Mas no quadro 31, referente a terceira coleta todos os pontos apresentaram valores acima de 0,018mg/L.

Quadro 28. Resultados de metais pesados da bacia do ribeirão Piava em Umuarama – PR

Metais Pesados da Bacia Hidrográfica do ribeirão Piava de Umuarama- PR						
1º Coleta- unidade de medida mg/L						
Pontos	Localização	Alumínio	Cobre	Ferro	Manganês	Zinco
Pt. 1	Nasc. do rib. Piava	2,062	n/d	0,262	0,053	n/d
Pt. 2	Córrego Jaburandi	1,965	n/d	0,272	0,534	n/d
Pt. 3	Córrego Tico-tico	3,185	n/d	0,862	0,695	n/d
Pt. 4	Córrego Araras	3,470	n/d	0,176	0,069	n/d

Quadro 29 - Resultados de metais pesados da bacia do ribeirão Piava em Umuarama – PR

Metais Pesados da Bacia Hidrográfica do ribeirão Piava de Umuarama- PR						
2º Coleta- unidade de medida mg/L						
Pontos	Localização	Alumínio	Cobre	Ferro	Manganês	Zinco
Pt. 1	Nasc. do rib.Piava	1,552	n/d	0,134	0,315	0,005
Pt. 3	Córrego Tico-tico	1,728	n/d	0,330	0,097	0,003
Pt. 4	Córrego Araras	1,495	n/d	0,111	0,046	0,005
Pt. 5	Rib. Piava	2,548	n/d	0,818	0,606	0,004

Quadro 30 - Resultados de metais pesados da bacia do ribeirão Piava em Umuarama – PR

Metais Pesados da Bacia Hidrográfica do ribeirão Piava de Umuarama- PR						
3º Coleta- unidade de medida mg/L						
Pontos	Localização	Alumínio	Cobre	Ferro	Manganês	Zinco
Pt. 1	Nasc. do rib.Piava	1,222	n/d	0,146	0,076	0,026
Pt. 3	Córrego Tico-tico	1,353	n/d	0,328	0,140	0,021
Pt. 4	Córrego Araras	1,234	n/d	0,145	0,061	0,022
Pt. 5	Rib. Piava	1,454	n/d	0,703	0,133	0,028

Quadro 31 - Resultados de metais pesados da bacia do ribeirão Piava em Umuarama – PR

Metais Pesados da Bacia Hidrográfica do ribeirão Piava de Umuarama- PR						
4º Coleta- unidade de medida mg/L						
Pontos	Localização	Alumínio	Cobre	Ferro	Manganês	Zinco
Pt. 1	Nasc. do rib.Piava	1,134	n/d	0,087	0,009	n/d
Pt. 3	Córrego Tico-tico	1,276	0,046	0,227	n/d	0,007
Pt. 4	Córrego Araras	1,208	n/d	0,078	0,017	0,004
Pt. 5	Rib. Piava	1,502	n/d	0,430	0,013	0,009

Os resultados de metais pesados podem ser relacionados com os resultados de material suspenso, sendo carga suspensa, sólidos em suspensão, sólidos totais, sólidos sedimentares em cone de Imhoff, e matéria orgânica. Pois quanto maior a presença dessas matérias na água maior a concentração dos metais. Essas matérias podem ter diversas origens, porém o que foi observado em campo e comprovado laboratorialmente com os resultados é os locais que possuem processos erosivos apresentaram maiores concentrações de materiais suspensos como de metais pesados, sendo estes influenciados pelos períodos de chuva.

Na resolução do CONAMA Nº 357, de 17 de Março de 2005, no Art. 2º Para efeito desta Resolução são adotadas as seguintes definições:, do capítulo I Das Definições, no IX - classe de qualidade: conjunto de condições e padrões de qualidade de água necessários ao atendimento dos usos preponderantes, atuais ou futuros; X - classificação: qualificação das águas doces, salobras e salinas em função dos usos preponderantes (sistema de classes de qualidade) atuais e futuros; XII - condição de qualidade: qualidade apresentada por um segmento de corpo d'água, num determinado momento, em termos dos usos possíveis com segurança adequada, frente as Classes de Qualidade; e no XIV - controle de qualidade da água: conjunto de medidas operacionais que visa avaliar a melhoria e a conservação da qualidade da água estabelecida para o corpo de água;

A resolução do CONAMA Nº 357 de 17 de março de 2005 publicada no dou nº 053, de 18/03/2005, págs. 58-63· foi alterada pela resolução 410/2009 e pela 430/2011, capitulo II da classificação dos corpos de água. Na Seção I das águas doces Art. 4º As águas doces são classificadas em: III - classe 2: águas que podem ser destinadas: ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional; a proteção das comunidades aquáticas; a recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA no 274, de 2000; a irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; a aquicultura e a atividade de pesca.

Sendo assim a segunda a Portaria nº. 1469 de 29/12/2000 no Capítulo III - DOS DEVERES E DAS RESPONSABILIDADES, sobre os cuidados com os recursos naturais especialmente com os corpos hídricos .

Seção I - Do Nível Federal : Art. 5º São deveres e obrigações do Ministério da Saúde, por intermédio da FUNASA: I- promover e acompanhar a vigilância da qualidade da água, em articulação com as Secretarias de Saúde dos Estados e do Distrito Federal e com os responsáveis pelo controle de qualidade da água, nos termos da legislação que regulamenta o SUS;(…)

Seção II - Do Nível Estadual e Distrito Federal : Art. 6º São deveres e obrigações das Secretarias de Saúde dos Estados e do Distrito Federal: Art: I- promover e acompanhar a vigilância da qualidade da água em sua área de competência, em articulação com o nível municipal e os responsáveis pelo controle de qualidade da água, nos termos da legislação que regulamenta o SUS.(…)

Seção III - Do Nível Municipal: 7º São deveres e obrigações das Secretarias Municipais de Saúde: I. Exercer a vigilância da qualidade da água em sua área de competência, em articulação com os responsáveis pelo controle de qualidade da água, de acordo com as diretrizes do SUS;(…)

Especialmente a Seção III, a qual refere se as obrigações em relação a qualidade da água e a saúde dos que consome. É de obrigação dos referidos órgãos públicos acima mencionado selar pela qualidade da água principalmente no caso a bacia hidrográfica do Ribeirão Piava de onde é proveniente a água para grande parte do município e área urbana de Umurama e área rural de Maria Helena-PR.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos resultados obtidos foi possível identificar a degradação ambiental da água da nascente do ribeirão Piava de Umuarama-PR. As análises físico-químicas evidenciaram valores de DQO e DBO acima dos teores permitido pela resolução do CONAMA 357/2005, enquanto os valores de pH mostraram certa acidez. A cor não límpida além da turbidez elevada devido à presença de materiais suspensos (carga total, matéria orgânica e sólidos sedimentares). Os elementos químicos Zn, Fe e Al encontram-se acima dos permitidos. As análises microbiológicas, principalmente os coliformes totais apresentaram concentrações máximas quando analisados nas placas de Petri, assim como os termos tolerantes (Encheria Coli).

5. REFERÊNCIAS

APHA, AMERICAN PUBLIC HEALTH OF WATER AND WASTEWATER.

Standard methods for the exmination of water and wastewater. 19^oed. Washington:

American Public Health Association, 1995. 1268 p.

BRASIL Ministério da Saúde. Portaria nº1469 de 29 de dezembro de 2000.

BORTOLATTO, F. SOUZA, M. L. **Sensores Remotos: aplicações na análise Multitemporal das Cabeceiras de Drenagens da Bacia São Tomé, Noroeste do Paraná.** Maringá, 2010.04p. Relatório contendo os resultados finais do projeto de iniciação científica vinculado ao PIBIC/CNPq-Fundação Araucária-UEM.

CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de sistemas ambientais.** 2^a ed. São Paulo:

Editora Edgard Blücher, 2002. 236 p.

CESTESB: http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/praias/res_conama_357_05.pdf

CONAMA - Conselho Nacional de Meio Ambiente. Resolução 357/2005. **Legislação.** Brasília, Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama>. Acesso 07/05/2009. 2005.

EMBRAPA. **Manual de Métodos de Análise de Solo.** 2^a. Ed. Rio de Janeiro, Centro Nacional de Pesquisa de Solo, 1997, 212p.

FONSECA, F. P. O Projeto “Arenito Nova Fronteira” e o Avanço das lavouras

Temporárias nas Terras de Pasto. Dissertação (Mestrado)- Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2006.

GASPARETTO, N. V. L. **As formações do Noroeste do Paraná e sua Relação com o Arenito Caiuá.** Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Geoquímica e Geotectônica. Universidade de São Paulo-Instituto de Geociências. São Paulo, 1999.

GASTALDINI, M.C.C e 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.

HASNAIN, S. I.; THAYYEN, R. J. **Discharge and suspended-sediment concentration of meltwaters, draining from the Dokriani glacier, Garhwal Himalaya, India.** *Journal of Hydrology.* v. 218, p. 191-198, 1999.

IBGE- Instituto Brasileiro Geografia Estatística. Acesso: <http://www.ibge.gov.br/cidades/> acesso em 03/2011.

IBGE. GEOCIÊNCIAS. **Manual Técnico do Uso da Terra.** 2ed, Rio de Janeiro, 2006.

LEPSCH, I. F. (Coord.) **Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso.** 4. ed. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1983.

MAACK, R. **Geografia física do estado do Paraná.** 1ed. Curitiba, Paraná. Banco de desenvolvimento do Paraná, Universidade Federal do Paraná e Instituto de Biologia e Pesquisas tecnológicas, 1968. 350p.

MACÊDO, J. A. B. Métodos Laboratoriais de Análises Físico-químicas e Microbiológicas. 2. ed. Belo Horizonte. 2003.

MORRIS, G. L.; Fan, J. **Reservoir sedimentation handbook: design and management of dams, reservoirs, and watercheds for sustainable use.** New York: McGraw-Hill. 1997. p. 5.1-12.55.

NAKASHIMA, P.; NÓBREGA, M. T. **Solos do Terceiro Planalto do Paraná.** Anais do Primeiro Encontro Geotécnico do Terceiro Planalto Paranaense (Engeopar). Maringá, 2003.p1

LEPSCH, I. F. **Formação e conservação dos solos**. São Paulo, Oficina de Textos, 2002. 178p.

ORFEO, O. **Sedimentologia del Rio Parana en el area de confluencia con el Rio Paraguay**. 1995. 290p. Tese (Doutorado en Ciencia Natural)-Universidad Nacional de La Plata, Facultad de Ciencia Naturales e Museo, La Plata, Argentina, 1995.

PICININ, L.C., CERQUEIRA, M.M.P., SOUZA, M.R. et al. **Diagnóstico de situação da qualidade da água de fazendas leiteiras de Minas Gerais**. In: CONGRESSO NACIONAL DE LATICÍNIOS, 17, 2001, Juiz de Fora. Anais... Juiz de Fora:2001. nº321, jul/ago de 2001, v. 56, p. 301-311.

ROCHA, J.S.M. - **Manual de Manejo Integrado de Bacias Hidrográficas**. Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 1991.

STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER. **APHA/AWWA/WEF**. 20 ed. Washington, D. C. 1998.

SANTOS, L.J.C.; et.al. **Mapeamento Geomorfológico do Estado do Paraná**. In: **Revista de Geomorfologia**. Ano 7 nº2. p03-12. 2006.

SUGUIO, K.; BIGARELLA, J. J. **Ambientes Fluviais**. Florianópolis: Editora da UFSC e UFPR, 1990. 183 p.

SILVA, A. M.; SCHULZ, H. E.; CAMARGO, P. B. **Erosão e hidrossedimentologia em bacias hidrográficas**. São Carlos: RIMA. 2003.

WARD, A. D.; Elliot, W. J. **Environmental Hydrology**. Lewis Publ., 1995. 328 p.

VAN HAANDEL, A.; MARAIS, G. (1999). **O comportamento do sistema de lodo ativado – Teoria e Aplicações para Projetos e Operações**, Efggraf, 472p., Campina Grande, PB.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 3. ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais. 2005.

http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/portaria_1469.pdf