

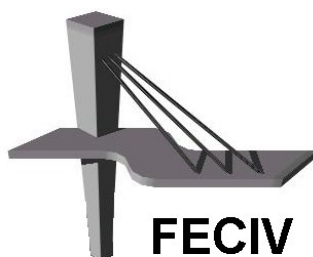
DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

nº 029

**QUALIDADE DA ÁGUA DO RIO VIEIRA SOB A
INFLUÊNCIA DA ÁREA URBANA DE MONTES
CLAROS MG**

LUCIENE BORGES

UBERLÂNDIA, 12 DE MARÇO DE 2007.



FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL
Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL



LUCIENE BORGES

**QUALIDADE DA ÁGUA DO RIO VIEIRA SOB A
INFLUÊNCIA DA ÁREA URBANA DE MONTES
CLAROS MG.**

Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia Civil da
Universidade Federal de Uberlândia, como parte dos requisitos
para a obtenção do título de **Mestre em Engenharia Civil**.

Orientadora: Prof^ª Dr^ª. Ana Luiza Ferreira Campos Maragno

Co-orientador: Prof. Dr. Luis Nishiyama

Uberlândia, 12 de março de 2007

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

B732q Borges, Luciene, 1960-

Qualidade da água do rio Vieira sob a influência da área urbana de
Montes Claros MG / Ricardo Andrade de Souza. - 2007.

85 f. : il.

Orientadora: Ana Luiza Ferreira Campos Maragno.

Co-orientador: Luis Nishiyama.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia:
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil.

Inclui bibliografia.

1. Água - Qualidade - Teses. 2. Rios - Montes Claros
(MG) - Teses. 3. Vieira, Rio (MG) - Teses. I. Maragno, Ana
Luiza Ferreira Campos. II. Nishiyama, Luis. III.
Universidade Federal de Uberlândia. Programa de Pós-
Graduação em Engenharia Civil. IV. Título.

CDU: 628.16



ATA DA DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

ATA Nº: 029/07

CANDIDATA: Luciene Borges

ORIENTADORA: Prof.^a Dr.^a Ana Luiza Ferreira Campos Maragno

TÍTULO: "Qualidade da água do rio Vieira sob a influência da área urbana de Montes
Claros - MG"

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: Engenharia Urbana

LINHA DE PESQUISA: Planejamento e Infra-estrutura Urbana

DATA: 12 de março de 2007

LOCAL: Sala de Reuniões da FECIV – Faculdade de Engenharia Civil

HORÁRIO DE INÍCIO E TÉRMINO DA DEFESA: 8:00 – 11:45

Após avaliação do documento escrito, da exposição oral e das respostas às arguições, os membros da Banca Examinadora decidem que a candidato foi:

☒ **APROVADA**

☐ **REPROVADA**

Na forma regulamentar, foi lavrada a presente ata, que é assinada pelos membros da Banca Examinadora:

Ana Luiza Maragno

Orientadora: **Prof.^a Dr.^a Ana Luiza Ferreira Campos Maragno – FECIV/UFU**

Emília Wanda Rutkowski

Membro titular: **Prof.^a Dr.^a Emília Wanda Rutkowski - UNICAMP**

Luiz Alfredo Pavanin

Membro titular: **Prof. Dr. Luiz Alfredo Pavanin – IQUFU/UFU**

Uberlândia, 12 de Março de 2007.

*Aos meus familiares, pelo apoio. Aos amigos e parceiros,
pela presença constante neste período importante de
minha vida.*

A AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela sustentação da força de vontade em mim e por ter garantido mais uma realização.

A minha orientadora, Professora Dr^a Ana Luiza Ferreira Campos Maragno pela competência e conhecimentos tão úteis a este trabalho.

Ao meu co-orientador, Professor Dr. Luis Nishiyama, pela competência e conhecimentos tão úteis a este trabalho.

Ao Professor Dr. Luís Alfredo Pavanin, pela competência e conhecimentos tão úteis a este trabalho.

Ao Professor Mestre Eduardo Gomes e ao Professor Dr. Reginaldo Arruda pelos conhecimentos e competência tão úteis a este estudo.

A Professora Anete Marília Pereira pelos conhecimentos e competência tão úteis a este estudo.

A Professora Mestra Francinete Veloso pelos conhecimentos e competência tão úteis a este estudo.

À Universidade Federal de Uberlândia que forneceram o apoio necessário a esta pesquisa.

A José Ponciano Neto, Técnico em Meio Ambiente, pelos conhecimentos e competentes visitas de campo.

Aos Técnicos Arcanjo, Sergio Azevedo, Reinaldo Oliveira, da EMATER / MG, pelos conhecimentos e competência tão úteis a este trabalho.

À Fabrício do Senar Cetel pelos conhecimentos e competência tão úteis a este estudo.

BORGES, Luciene. Qualidade da água do Rio Vieira sob a influência da área urbana de Montes Claros/ MG. 98 p. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Federal de Uberlândia, 2007.

RESUMO

O Rio Vieira, localizado no município de Montes Claros – MG é o objeto de estudo da presente pesquisa. A cidade de Montes Claros, com cerca de 348.996 habitantes, de acordo com dados do IBGE de julho de 2006, ocupa uma significativa porção da bacia do Rio Vieira e, por essa razão, exerce grande influência na qualidade de suas águas. No presente trabalho de Dissertação de Mestrado, buscou-se compreender a relação causa-efeito da urbanização sobre a qualidade do recurso hídrico superficial. Para tanto, adotaram-se os parâmetros norteadores de qualidade da água definidos na Resolução CONAMA nº 357, de 17/03/2005. Foram adotados, também, os preceitos da abordagem integrada de bacia hidrográfica e de ecossistema, conforme apresentados na Lei nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997, que estabelece a Política Nacional de Recursos Hídricos, o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Para a consecução do objetivo do estudo, realizaram-se análises de metais, análises físico-químicas e bacteriológicas de amostras de água coletadas em estações chuvosa e seca de 2005/2006. Foram determinados oito pontos de amostragens ao longo do curso do Vieira. A definição desses pontos de amostragem levou em consideração as características da ocupação urbana e biofísica da bacia e da região. Como resultado do estudo, apresenta-se uma avaliação da influência da urbanização na qualidade da água do Rio Vieira. Os parâmetros metais, físico-químicos e microbiológicos avaliados evidenciaram uma baixa qualidade da água, em decorrência dos lançamentos de efluentes domésticos e industriais, das disposições de uma gama variável de resíduos sólidos urbanos, do aterro controlado de Montes Claros, anteriormente um lixão e do uso e ocupação do solo na área da bacia hidrográfica.

Palavras-chave: Qualidade da água, Bacia hidrográfica, Urbanização, Rios urbanos, Resíduos sólidos.

BORGES, Luciene. Vieira river quality under Montes Claros/MG urban area influence. 98 p. Master's degree thesis, Civil Engineering College, Uberlandia Federal University, 2007.

ABSTRACT

The object of study in this research is the Vieira river flowing through Montes Claros, Minas Gerais. Montes Claros, a city of about 348.996 inhabitants (according to IBGE data from July/2006), occupies a reasonable portion of the river basin and, therefore, has great influence on the water quality. This master's degree thesis tried to understand the cause-effect relationship of urbanization on the quality of the surface water resource. The guiding parameter of water quality defined by the CONAMA 357 Resolution, of 03/17/2005, were adopted. Precepts of the integrated approach of ecosystem and hydrographic basins of Law 9433, January 8th, 1997 were also adopted. These precepts establish the national policy of hydric resources, known as Hydric Resources Management National System. Physical-chemical, bacteriological, and metal analysis of water samples collected at several points along the Vieira river, during both dry and wet seasons, were performed aiming the accomplishment of the research. The definition of the sampling points took into account the characteristic of the urban occupation as well as the place and basin biophysical characteristics. The results show an evaluation of the influence of urbanization on the Vieira river water quality. The metal, physical-chemical and microbiological parameters evidenced a low water quality caused by the disposal of domestic and industrial waste on the stream without a previous treatment, by the irregular disposal of a variety of urban solid residues, by the landfill dump of Montes Claros, previously an open landfill and by the use and occupation of the soil in the basin area.

Keywords: Water quality, Hydrographic basin, Urbanization, Urban river, Solid residues.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1	Processos ocorridos devido à urbanização.....	03
Figura 1.2	Rio Vieira no Ponto de amostragem F.....	05
Figura 2.1	Montes Claros: ênfase para Shopping no centro da cidade.....	07
Figura 2.2	Norte de Minas – Densidade demográfica	08
Figura 2.3	Evolução da expansão urbana de Montes Claros.....	09
Figura 2.4	Fluxograma do processos hidrológico da Bacia Hidrográfica.....	13
Figura 2.5	Ciclo do uso da água no meio ambiente.....	14
Figura 2.6	Mapa de abrangência da bacia hidrográfica do Rio Vieira.....	19
Figura 2.7	Região da porção das nascentes da bacia hidrográfica do Rio Vieira.....	20
Figura 2.8	Norte de Minas - aspectos da Depressão Sanfranciscana.....	22
Figura 2.9	Mapa hipsométrico da área de abrangência da bacia do Rio Vieira.....	23
Figura 2.10	Norte de Minas – Clima.....	24
Figura 2.11	Norte de Minas – Precipitação total anual.....	26
Figura 2.12	Norte de Minas – Temperatura média anual.....	27
Figura 2.13	Norte de Minas – Vegetação original.....	28
Figura 2.14	Parque João Botelho	30
Figura 2.15	Riquezas hídricas.....	31
Figura 2.16	Riquezas em grutas.....	31
Figura 2.17	Espeleologia.....	31
Figura 2.18	Parque Municipal Milton Prates.....	32
Figura 2.19	Vegetação Parque da Sapucaia - período de estiagem.....	33
Figura 2.20	Vegetação Parque da Sapucaia.....	34
Figura 2.21	Norte de Minas – hidrografia.....	35
Figura 2.22	Mapa Bacia Hidrográfica do Vieira.....	36
Figura 3.1	Mapa hidrográfico das subdivisões das Sub-bacias do Rio Vieira.....	39
Figura 4.1	Croqui do uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica.....	45
Figura 4.2	Vista da região da ponto de amostragem A.....	47
Figura 4.3	Obras de urbanização do córrego Pai João.....	49
Figura 4.4	Rio Vieira dentro do Parque Quimaraes Rosa.....	49
Figura 4.5	Obras de urbanização do Córrego do Cintra.....	51
Figura 4.6	Vista da área frontal do ponto de amostragem F.....	52
Figura 4.7	Barraginhas - Bacia de retenção de água de chuva.....	53
Figura 4.8	Mapa hidrográfico das Sub-bacias, P ^{ios} de foz, amostragem, lançamentos.	54
Figura 4.9	Valores obtidos para o Ferro Solúvel em quatro amostragens e limite para a classe 2.....	58
Figura 4.10	Valores obtidos para o Cromo em quatro amostragens e limite para a classe 2.....	59
Figura 4.11	Valores obtidos para o Zinco em quatro amostragens e limite para a classe 2.....	60
Figura 4.12	Valores obtidos para o Alumínio em quatro amostragens e limite para a classe 2.....	61
Figura 4.13	Valores obtidos para o Manganês em quatro amostragens e limite para a classe 2.....	61
Figura 4.14	Valores obtidos para o Cobre em quatro amostragens e limite para a classe 2.....	62
Figura 4.15	Valores obtidos para o Chumbo em quatro amostragens e limite para a classe 2.....	63
Figura 4.16	Valores obtidos para Turbidez em quatro amostragens e limite p/classe 2..	63
Figura 4.17	Valores obtidos para o OD em quatro amostragens e limite classe 2.....	64

Figura 4.18	Valores obtidos para o DQO em quatro amostragens e limite para a classe 2.....	65
Figura 4.19	Valores obtidos para o DBO em quatro amostragens e limite para a classe 2.....	65
Figura 4.20	Valores obtidos para a Matéria Orgânica em quatro amostragens e limite para a classe 265.....	66
Figura 4.21	Valores obtidos para o Nitrogênio Amoniacal em quatro amostragens e limite para a classe 2.....	67
Figura 4.22	Valores obtidos para o Nitrato em quatro amostragens e limite para a classe 2.....	67
Figura 4.23	Valores obtidos para o Nitrogênio Orgânico em quatro amostragens e limite para a classe 2.....	68
Figura 4.24	Valores obtidos para o pH em quatro amostragens e limite para a classe 2.....	68
Figura 4.25	Valores obtidos para o Nitrito em quatro amostragens e limite para a classe 2.....	69
Figura 4.26	Valores obtidos para Sólidos Dissolvidos Totais em quatro amostragens e limite para a classe 2.....	70
Figura 4.27	Valores obtidos para Sólidos Suspensos em quatro amostragens e limite para a classe 2.....	70
Figura 4.28	Valores obtidos para Cloreto em quatro amostragens e limite para a classe 2.....	71
Figura 4.29	Valores obtidos para Coliformes Fecais em quatro amostragens e limite para a classe 2.....	72
Figura 4.30	Valores obtidos para Coliformes Totais em quatro amostragens e limite para a classe 2.....	72
Figura 4.31	Valores obtidos para Dureza Total em quatro amostragens e limite para a classe 2.....	73
Figura 4.32	Valores obtidos para Dureza de Calcio em quatro amostragens e limite para a classe 2.....	73
Figura 4.33	Valores obtidos para Dureza Magnésio em quatro amostragens e limite para a classe 2.....	74
Figura 4.34	Valores obtidos para Óleos e Graxas em quatro amostragens e limite para a classe 2.....	74
Figura 4.35	Valores obtidos para Cor Verdadeira em quatro amostragens e limite para a classe 2.....	75
Figura 4.36	Valores obtidos para Condutividade Elétrica em quatro amostragens e limite para a classe 2.....	76
Figura 4.37	Valores obtidos para Sulfato em quatro amostragens e limite para a classe 2.....	77
Figura 4.38	Valores obtidos para Sulfeto em quatro amostragens e limite para a classe 2.....	78
Figura 4.39	Valores obtidos para Fósforo Total em quatro amostragens e limite para a classe 2.....	78
Figura 4.40	IQA das quatro amostragens.....	82

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 2.1	Montes Claros: evolução da população urbana, rural e total.....	08
Tabela 2.2	Tipo, grau, amplitude geográfica e causa das principais ameaças ambientais observadas em uma bacia hidrográfica.....	11
Tabela 2.3	Exemplo de matriz lógica referente à problemática de uma bacia hidrográfica.....	15
Tabela 3.1	Parâmetros para o cálculo do IQA.....	40
Tabela 3.2	Nível de qualidade da água.....	41
Tabela 4.1	Sub-bacias com a densidade de drenagem e outras dimensões.....	44
Tabela 4.2	Dados meteorológicos mensais do ano de 2003, precipitação.....	56
Tabela 4.3	Dados meteorológicos mensais médios – Normal Climatológica..	56
Tabela 4.4	Metais pesados e seus respectivos limites, fixados na Resolução do CONAMA nº 357, de 17.03.2005, para rios de classe 2.....	57
Tabela 4.5	Peso dos parâmetros utilizados para o cálculo do IQA.....	79
Tabela 4.6	Nível de Qualidade Conforme a faixa de do IQA.....	79
Tabela 4.7	Dados dos parâmetros envolvidos no cálculo do IQA e o valor do IQA para a primeira amostragem.....	80
Tabela 4.8	Dados dos parâmetros envolvidos no cálculo do IQA e o valor do IQA para a segunda amostragem.....	80
Tabela 4.9	Dados dos parâmetros envolvidos no cálculo do IQA e o valor do IQA para a terceira amostragem.....	81
Tabela 4.10	Dados dos parâmetros envolvidos no cálculo do IQA e o valor do IQA para a quarta amostragem.....	81
Tabela 4.11	Dados do IQA para as quatro amostragens e média por ponto de amostragem.....	82

SUMÁRIO

1. Introdução.....	01
2. Caracterização da área e objeto de estudo.....	06
2.1 Urbanização em Montes Claros.....	06
2.1.1 Industrialização e a expansão urbana.....	07
2.2 Rios urbanos e os impactos ambientais.....	11
2.2.1 Bacia hidrográfica como sistema.....	17
2.3 Aspectos físicos.....	22
2.3.1 Clima.....	24
2.3.2 Temperatura.....	27
2.3.3 Vegetação.....	28
2.4 Parques.....	29
2.4.1 Parque Guimarães Rosa.....	29
2.4.2 Parque João Botelho – Parque das Mangueiras.....	30
2.4.3 Parque Estadual da Lapa Grande.....	30
2.4.4 Parque Municipal Milton Prates.....	32
2.4.5 Parque da Sapucaia.....	33
2.5 Aspecto hidrográfico.....	34
3. Metodologia.....	37
3.1 Processos utilizados na pesquisa.....	38
4. Resultados.....	43
4.1 Bacia hidrográfica.....	43
4.1.1 Sub-bacias.....	44
5. Conclusão.....	83
Referências	85
Apêndice A	86

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

A cidade de Montes Claros localiza-se na Região Norte do Estado de Minas Gerais e compõe a área mineira do Instituto de Desenvolvimento do Norte e Nordeste - IDENE. Sua malha urbana encontra-se balizada na posição da sede pelas coordenadas geográficas de 16°43'41" latitude sul e 43° 51'54" longitude oeste; ocupa uma superfície de 97 km², numa altitude de 638 metros, conforme publicado no *site* da Prefeitura de Montes Claros.

Montes Claros fica relativamente próxima de importantes centros urbanos do País; 420 km da capital do estado de Minas Gerais, 720 Km do Distrito Federal e 1.088 km de Salvador, Bahia. Encontra-se interligada pelas BR 135; BR 365; BR 122 e BR 251. Em relação às cidades do norte mineiro, está a 136 km de Janaúba, 163 km de Januária, 164 km de Pirapora, 152 km de São Francisco e a 220 km de Salinas. A cidade possui capacidade de fixar migrantes e de interromper o movimento migratório às cidades grandes, uma vez que, é habitada por aproximadamente, uma população cinco vezes maior que qualquer cidade da região Norte Mineira (LEITE, 2003).

A estrutura urbana é compatível com a sua importância como pólo regional e com a sua capacidade de atrair pessoas, recursos e investimentos. De acordo com Guimarães apud Leite (2003, p.78) Montes Claros “Com um ritmo de desenvolvimento acelerado, vem se transformando em um importante centro industrial, comercial, educacional, de saúde e de outros tipos de prestação de serviços.” Conforme Pereira (2004, p.30), “Montes Claros é o maior e mais importante centro urbano da região”.

A população do município de Montes Claros habita, em sua maioria, a área urbana; o avanço da urbanização acompanha, proporcionalmente, o aumento populacional e fomenta pressões sobre o meio ambiente; destacam-se as exigências pelo recurso “água”, elemento presente na maioria das atividades urbanas. O conhecimento das múltiplas atividades desenvolvidas numa bacia hidrográfica, principalmente as econômicas que determinam seu funcionamento, conduz a ações atuais e futuras que possibilitará o desenvolvimento humano sustentável.

De acordo com os dados analisados, o processo de urbanização vem ocorrendo de forma diferenciada entre os municípios do norte de Minas. A região não constitui um espaço essencialmente urbanizado, apresentando situações desiguais, quando se analisa a área, a população, densidade demográfica, população urbana e rural. Tendo em vista que nas sedes dos municípios e nas sedes dos distritos norte-mineiros, as pessoas adotam padrões de vida urbanos, ou seja, o modo de vida é urbano, apesar da ligação com o rural expressa nas atividades econômicas (PEREIRA, 2004, p. 29).

O desenvolvimento urbano acelerado e suas conseqüentes atividades antrópicas alteram e desarmonizam o equilíbrio dos ecossistemas, possibilita a poluição das águas, do solo e do ar, reduz a qualidade e a disponibilidade dos recursos naturais renováveis ou não e, conseqüentemente, afetam a saúde das populações.

Os resultados do planejamento desatentos com a paisagem natural e com o meio urbano, externam-se em elevados custos e tempo para o adequado controle da poluição (Figura 1.1). O planejamento e o gerenciamento do espaço urbano, inserido numa bacia hidrográfica, tem se tornado um dos instrumentos necessários para viabilizar e garantir a qualidade de vida nas cidades, sem deixar de considerar as características sociais, geográficas, biofísicas e econômicas.

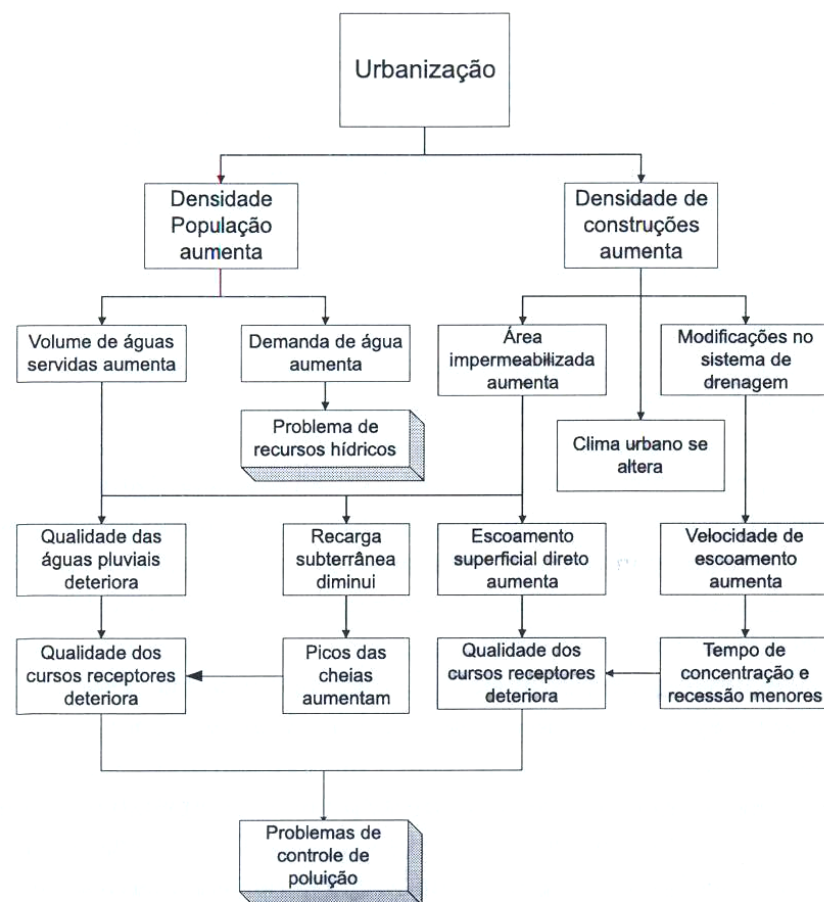


Figura 1.1 Processos ocorridos devido à urbanização
Fonte TUCCI (1993)

Em Montes Claros, crescem as atividades desenvolvidas na instabilidade da informalidade, consequências da diferenciação social e do nível de pobreza no Norte de Minas Gerais. As alterações ambientais causadas são interligadas e produzem efeitos modificadores nos ambientes urbanos, na paisagem natural e em suas relações naturalmente estabelecidas.

O Rio Vieira, objeto de estudo desta pesquisa, constitui a principal rede hidrográfica do município de Montes Claros. Caracteriza-se como um afluente do Rio Verde Grande, bacia hidrográfica federal que, por sua vez, é um dos tributários da margem direita do Rio São Francisco. O Rio Vieira, ao desaguar no Rio Verde Grande, interfere na qualidade da água deste rio, ao conduzir, junto com suas águas, a carga poluidora recebida ao longo do seu percurso.

A principal nascente do Rio Vieira localiza-se na “Serra do Vieira”, região cárstica, segmento da Serra do Ibituruna, na Longitude 43°56’04” W, e na Latitude 16°47’22” S. Sua foz, no Rio Verde Grande, situa-se nas proximidades de uma região denominada Estação Ferroviária Canacé, Longitude 43°44’26” W, Latitude 16°36’10” S, a Nordeste de Montes Claros. O Rio Verde Grande é afluente, pela margem direita, do Rio São Francisco (SILVA; JESUS, 2002).

Como a maioria dos rios no Brasil, com parte de seu percurso sob a influência da área urbana, o Rio Vieira e afluentes são utilizados para lançamento de efluentes domésticos e ou industriais. Suas águas recebem toda espécie de efluentes resultantes dos processos de urbanização, que causam a contaminação e poluição e, como consequência, levam à redução da qualidade e ao desequilíbrio ambiental. De maneira geral, os resíduos domésticos, da construção civil e das atividades de produção são dispostos, nem sempre de forma adequada, no solo da bacia hidrográfica, a consequência se revela na qualidade dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos.

As características da bacia do Rio Vieira, somadas ao uso e à ocupação de sua paisagem e à reduzida densidade de informações acerca da qualidade da água do rio, justificam o estudo. A comunidade tem se pronunciado diante das perdas dos valores socioeconômicos e do efluente doméstico lançado pela cidade em contínuo desenvolvimento sobre o espaço da bacia hidrográfica do Rio Vieira.

O presente estudo teve como objetivo a avaliação da qualidade da água do Rio Vieira, com base na Resolução CONAMA 357, de 17.03.2005, determinação do Índice de Qualidade da Água (IQA) e a sua relação com a urbanização da cidade de Montes Claros. Ao se avaliar a relação causa-efeito da urbanização sobre a qualidade da água do Rio Vieira, espera-se subsidiar um modelo de gestão de recursos hídricos em toda a sua bacia, que direcione usos sustentáveis no futuro.

A partir da obtenção do índice de qualidade da água – IQA, calculado para oito pontos distintos de amostragem, em quatro campanhas de amostragem, espera-se apresentar a situação temporal e espacial da qualidade da água do Rio Vieira. O IQA obtido reflete a interferência no nível de qualidade pelos esgotos sanitários e outros compostos orgânicos, nutrientes e sólidos.

Espera-se que os resultados das análises laboratoriais e das pesquisas bibliográficas externem a atual situação do curso d'água principal da bacia hidrográfica, importante para a sustentabilidade das atividades sociais e econômicas locais e regionais. As consequências perduram além do limite geográfico superficial e subterrâneo da bacia hidrográfica do Vieira. Neste trabalho, a pressão que a urbanização causa ao longo do Rio Vieira e as sub-bacias é descrita no sentido do fluxo do rio.



Figura 1.2 - Rio Vieira na área do ponto de amostragem **F**

CAPÍTULO 2

CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA E OBJETO DE ESTUDO

2.1 URBANIZAÇÃO EM MONTES CLAROS

A ocupação da região onde se insere a cidade de Montes Claros ocorreu no século XVI, com a expedição de Francisco Espinosa, tendo como ponto de partida a cidade de Porto Seguro, na Bahia. Avançou em direção à cabeceira do Rio Jequitinhonha até atingir o Rio Verde Grande e, deste, seguiu rumo ao Rio São Francisco. A expansão da pecuária, fortaleceu comercialmente a região e conseqüentemente iniciou-se seu povoamento nos fins do século XVII, ao longo das margens do Rio São Francisco (PAULA *apud* LEITE; PEREIRA, 2005).

A origem da cidade está ligada a buscas de metais e pedras preciosas pelas bandeiras paulistas. Antonio Gonçalves Figueira, da bandeira de Matias Cardoso, após aniquilar os primeiros habitantes, os índios Caiapós, recebeu a sesmaria de presente e nela fundou a fazenda dos Montes Claros, “o nome está ligado à existência de montes de pouca vegetação e que sempre se apresentam claros” (OLIVEIRA *apud* LEITE; PEREIRA, 2005).

A fazenda tornou-se referência em comercialização de gado, facilitada pelos caminhos que sustentaram sua ligação comercial com Tranqueiras e às cidades ribeirinhas do Rio São Francisco, a Serro e a Pitangui. O marco inicial do processo de ocupação foi a construção da capela de Nossa Senhora da Conceição e São José, Igreja Matriz. A partir dele iniciou-se a ocupação com a construções de casas domingueiras por fazendeiros. Em 1831, o Arraial das Formigas é elevada a Vila de Montes Claros, em 1844, se destaca nas áreas político-administrativa e comercial da Região Norte Mineira e, em 1857 recebe o título de cidade

(LEITE; PEREIRA, 2005). Hoje, a cidade de Montes Claros permanece como importante centro regional com destaque para o comércio no centro da cidade (Figura 2.1).



Figura 2.1 – Centro da Cidade: ênfase no Shopping popular
Fonte: Prefeitura Municipal de Montes Claros (PMMC) – MG

A microrregião de Montes Claros é formada por vinte e dois municípios. Constitui a principal microrregião do Norte de Minas do ponto de vista populacional e econômico possui uma população relativamente numerosa em relação ao Estado. O Norte de Minas apresentou uma das menores arrecadações de Imposto Sobre Circulação de Mercadorias e Serviços – ICMS, e Índice de Desenvolvimento Humano – IDH, bem próximo da linha de baixo desenvolvimento humano, inferior ao de outras regiões, exceto a Região Jequitinhonha / Mucuri e, inferior, também, ao do estado baiano (LEITE, 2003).

2.1.1 Industrialização e a expansão urbana

A década de 1970 é referencia da expansão territorial de Montes Claros (MG), viabilizada, desde o início, pelo processo de Industrialização da Cidade, financiado por uma política desenvolvimentista do Estado. Localizada no Norte de Minas, região periférica, a capacidade de atração da cidade expandiu, tornando-a foco de um intenso fluxo migratório. O crescimento urbano passa a ser rápido e desordenado, agravado pela falta de planejamento efetivo; os resultados revelam-se na diferenciação espacial intra-urbana, com espaços habitados sem a infra-estrutura urbana essencial formando os focos de pobreza (LEITE; PEREIRA, 2005). O crescimento populacional continua em ascensão nas décadas seguintes, impulsiona a expansão territorial urbana e, gera problemas sócio-ambientais decorrentes.

Na tabela 2.1, em relação aos valores totais, a população cresce na área urbana e decresce, com exceção dos anos noventa, na área rural, o aumento da população urbana acontece com menor taxa na década de 1990.

Tabela 2.1 – Montes Claros – evolução da população urbana, rural e total.

ANO	URBANA	Urbana(%)	RURAL	Rural(%)	TOTAL
1960	43.097	42,2	59.020	57,8	102.117
1970	85.154	73,1	31.332	26,9	116.486
1980	155.483	87,6	22.075	12,4	177.558
1990	250.573	89,0	30.969	11,0	281.542
2000	289.183	94,2	17.764	05,8	306.947

Fonte: IBGE. Censos Demográficos: 1960 – 1970 – 1980 – 1990 e 2000 (adaptada).

Quanto à população relativa, o Norte de Minas apresenta-se povoado. Em 1996 apresentou densidade demográfica média predominante de 5,1 a 25 hab/km² inferior à do estado que era de 28,4 hab/km². O Município de Montes Claros, já apresentava média superior à média regional, com cerca de 25,1 a 100 hab/km² (Figura 2.2) (LEITE, 2003).

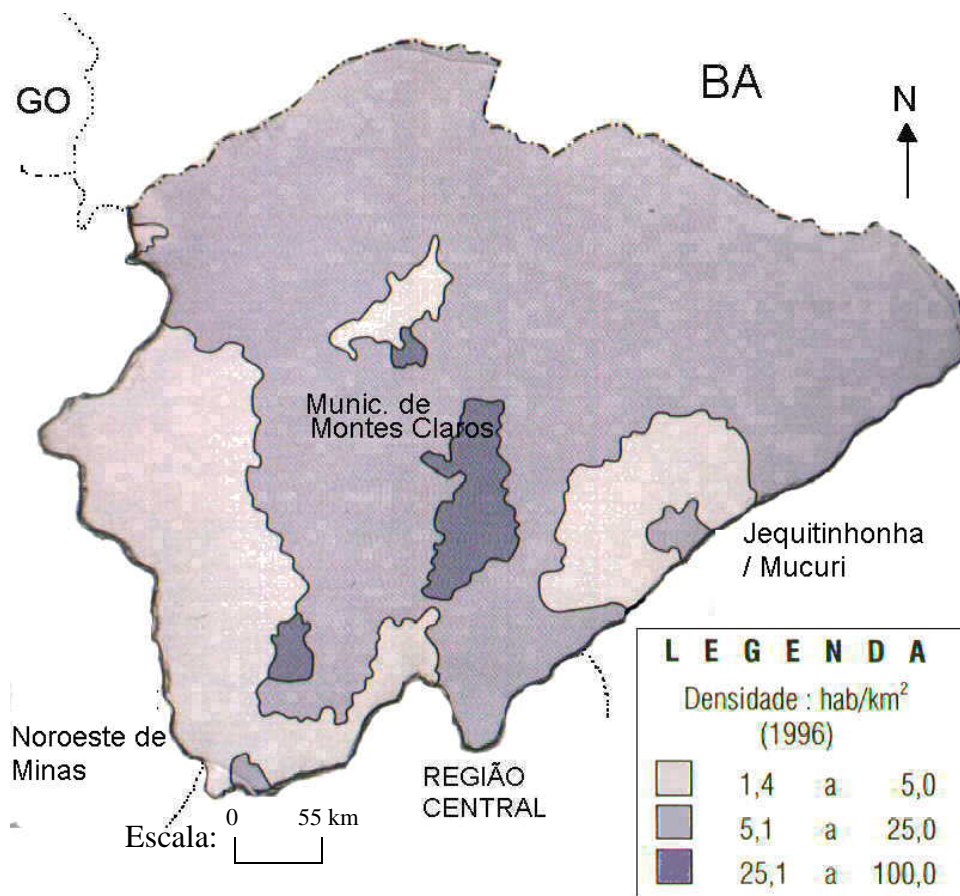


Figura 2.2 - Norte de Minas - Densidade Demográfica. Org.: LEITE, R.F.C., 2003.

Fonte: Atlas Geográfico – Minas Gerais e Belo Horizonte – 1999

A malha urbana de Montes Claros, ampliada sem planejamento efetivo, apresenta-se fragmentada. A cidade expandiu-se a partir de uma fazenda e seu crescimento urbano aconteceu em patamares descontínuos. Assim, o crescimento de Montes Claros ocorreu de forma espontânea, com padrão disperso e predominantemente horizontalizado. A partir da década de 1970 a área urbana passa por transformações significativas e, em busca de novos espaços o crescimento territorial ultrapassa o centro da cidade e os bairros vizinhos. A expansão aconteceu com mais intensidade nas zonas norte, leste e sul em relação à zona oeste, que é ocupada por uma população de maior renda (Figura 2.3) (LEITE; PEREIRA, 2005).

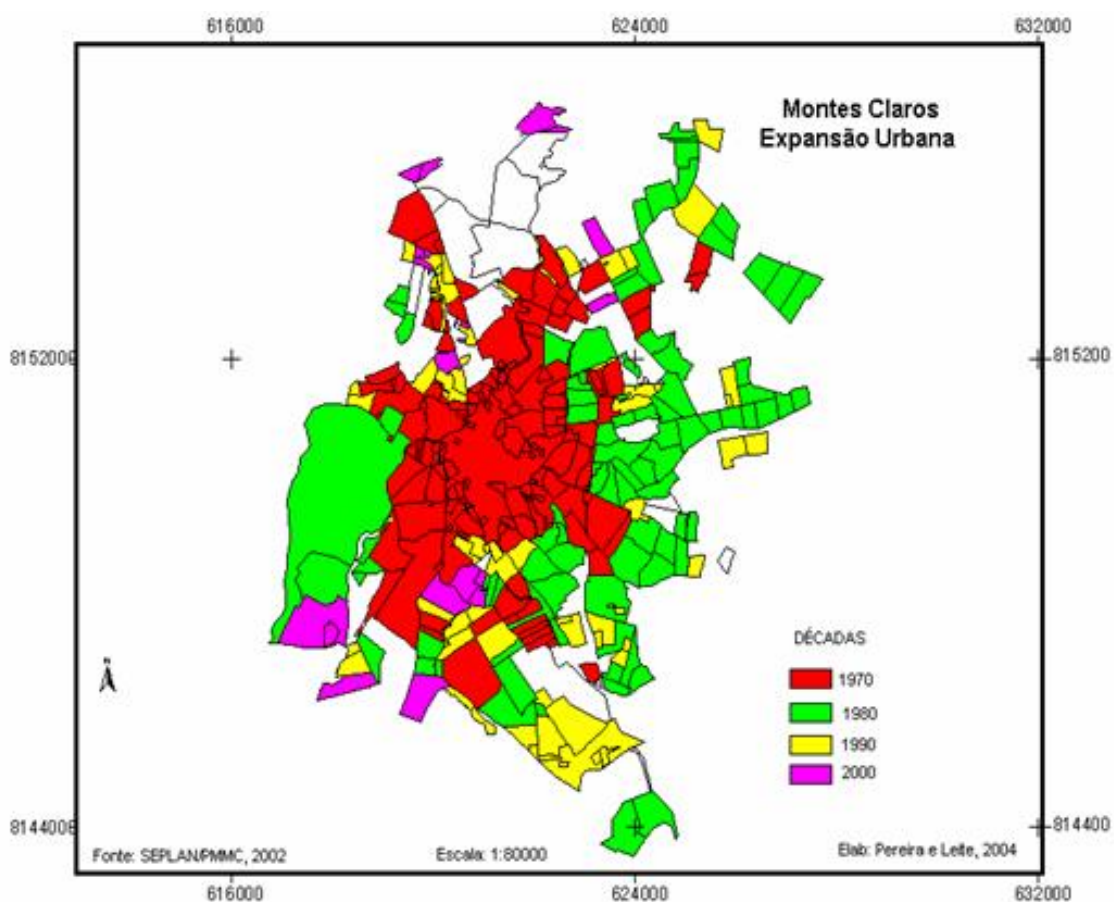


Figura 2.3 -Evolução da expansão urbana de Montes Claros.

Fonte: Pereira e Leite, 2004.

O desenvolvimento de Montes Claros aconteceu, graças a sua localização que a privilegiou comercialmente como ponto de ligação entre o nordeste e o sul do Brasil, associado a relevantes fatores como a inserção do norte de Minas Gerais na área de atuação da SUDENE, por volta da década de 1960, e ao destacado processo de industrialização (LEITE; PEREIRA, 2005).

De acordo com Gomes (2004), Montes Claros apresenta atendimento com cobertura de 92,6% de ligações à rede pública de distribuição de água tratada, 85,4% de ligações à rede coletora de esgotos e de 91,3% de domicílios com coleta de lixo urbano (IBGE, 2004), apesar destes resultados o índice de infestação predial do mosquito *Aedes aegypti* ainda é muito elevado em relação à infra-estrutura urbana existente. Embora a dengue não se configure como uma epidemia em Montes Claros, a Secretaria Municipal de Saúde registrou, no período de setembro de 2002 a agosto de 2003, 70 notificações, com quatorze confirmações laboratoriais.

Faz-se necessário implantar programas de gerenciamento ambiental na bacia hidrográfica do Rio Vieira que fortaleça a educação ambiental e a fiscalização, onde os lançamentos de efluentes e a disposição do lixo urbano estejam ambientalmente corretos e assegurados. As ações e os monitoramentos implantados no meio antropizado, com fins mitigadores, correspondentes aos impactos gerados, provocam melhorias na qualidade de vida.

Quanto ao abastecimento de água potável, este é realizado por dois sistemas de captação: o Sistema Morrinhos, que capta água dos afluentes do Rio Vieira: Córregos Pai João, Rebentão dos Ferros e Lapa Grande; e do Rio Pacuí. Há ainda, o Sistema Verde Grande, com captação de água na Barragem de Juramento, abastecida pelos Rios, Canoas, Saracura e Juramento. “O esgoto domiciliar e hospitalar é lançado *in natura* nos córregos e rios que drenam o sítio urbano, condicionando os mesmos a níveis elevadíssimos de poluição hídrica” (LEITE, 2003). O Rio Pacuí não compõe a bacia do Vieira, o Pacuí dá nome a uma bacia contígua ao sul da bacia do Vieira.

O serviço de transporte intra-urbano é prestado por duas empresas particulares com frota de 90 ônibus operantes e 20 reservas, circulando por 44 linhas, atendendo em torno de 1.700.000 passageiros/mês. A frota de táxi é composta de 121 veículos em pontos específicos localizados tradicionalmente, em sua maioria no centro da cidade. A prestação de serviço de moto-táxi, ainda não regulamentada, conta com 524 unidades cadastradas na empresa municipal de transportes – TRANSMONTES.

Além do transporte intra-urbano e das rodovias, Montes Claros é servida pela Estrada de Ferro Centro Atlântica S.A., fruto da privatização da antiga Rede Ferroviária Federal S.A. A atual Empresa não realiza o transporte de passageiros, apenas o de carga, reduzindo a opção de transporte para a população.

2.2 RIOS URBANOS E OS IMPACTOS AMBIENTAIS

A urbanização causa a fragmentação dos *habitats* devido à expansão urbana que incorpora e comercialmente valoriza áreas rurais, sem considerar a conservação desses ecossistemas ricos em biodiversidades. A redução das riquezas naturais e endêmicas cresce com o aumento da área desmatada, comprometendo os estoques genéticos. A urbanização é a destruição do meio ambiente natural, transformado-o em ambiente construído, que gera alterações e problemas ambientais; as conseqüências, por exemplo, são o aumento de espécies pragas e doenças, acompanhados de altos custos (Tabela 2.2) (SCHIAVETTI; CAMARGO, 2002).

Tabela 2.2 – Tipo, grau, amplitude geográfica e causa das principais ameaças ambientais observadas em uma bacia.

TIPO DE AMEAÇA	GRAU DE AMEAÇA	AMPLITUDE GEOGRÁFICA	CAUSAS PRINCIPAIS
Perda de Biodiversidade (ecossistemas, espécies e genes)	Severo (nível genético principalmente)/ irreversível no caso de espécies em extinção.	Toda bacia hidrográfica, incluindo as água à jusante da mesma. Significado ecológico global tendo em vista a riqueza de espécies endêmicas nos trópicos, e a falta de conhecimento científico.	Desmatamento para fins agrícolas/ pecuários em áreas de alta biodiversidade. Sobrepesca. Turismo desordenado. Metais pesados e outros produtos tóxicos derivados de atividades industriais e minerais; outras substancias tóxicas derivadas de biocidas utilizados na agricultura.
Perda de recursos alimentares (pescado).	Severo /Iminente. Danos às populações de áreas ribeirinhas que serão afetadas em seu único meio de sobrevivência.	Toda bacia hidrográfica, incluindo as água à jusante da mesma. Significado social e ecológico regional	Derivados de biocidas utilizados na agricultura. Comercio ilegal de animais ou produtos derivados. Crescimento desordenado da malha urbana. Falta de saneamento básico. Crescimento das áreas de cultivo com cultura tecnificada.
Poluição da água por matéria orgânica, nutrientes, patógenos e contaminação por produtos tóxicos.	Severo /Iminente/ tendo em vista a expansão das atividades urbanas/ industriais e agrícolas na bacia hidrográfica	Toda bacia hidrográfica, incluindo as água à jusante da mesma. Significado social e ecológico regional	Crescimento potencial de regiões específicas dentro da bacia hidrográfica após a implantação de infra-estruturas (estradas, sistemas de geração de energia). Expansão das atividades agrícolas e pecuárias - erosão dos solos na bacia hidrográfica.
Sedimentação precoce de <i>habitats</i> aquáticos e assoreamento de canais navegáveis.	Severo	Planícies (áreas alagáveis) e sistemas riverinhos. Significado social e ecológico regional	Destruição de matas de galerias/ e demais áreas naturais protetoras. Obras de engenharia que modificam a geomorfologia fluvial.

Fonte: Schiavetti; Camargo, 2002.

Os principais componentes das bacias hidrográficas – solo, água, vegetação e fauna – coexistem em permanente e dinâmica interação, respondendo às interferências naturais (intemperismo e modelagem da paisagem) e aquelas de natureza antrópica (uso/ocupação da paisagem), afetando os ecossistemas como um todo (SOUZA; FERNANDES, 2000).

Quando se analisam os processos causadores de problemas ambientais cujas causas estão nos tipos de uso do solo e de outros recursos naturais praticado na bacia, consideram-se as modificações em sua dinâmica. Desse modo, percebem-se seus efeitos e é possível propor alternativas para minimizar ou solucionar as conseqüências percebidas.

O desmatamento e a exploração excessiva da fauna e da flora em estado silvestre e de áreas ricas em biodiversidades, causam perdas de espécies e de material genético. Reduzem o potencial de atração turística promovido pelos recursos naturais. Além de serem parte importante nos processos de desenvolvimento humano sustentável em que a produção agrícola, pecuária, industrial, cultural está incluída, em confronto com a caça e a pesca predatória e ilegal (SCHIAVETTI; CAMARGO, 2002).

Nas bacias hidrográficas, os recursos hídricos tem sido utilizados como receptores dos resíduos das atividades desenvolvidas e são indicadores dos efeitos do desequilíbrio das interações dos seus componentes. Por esse motivo, as bacias e sub-bacias hidrográficas tem se tornado compartimentos geográficos coerentes para o planejamento integrado do uso e ocupação dos espaços rurais e urbanos, cujo objetivo é o desenvolvimento sustentado, em que as atividades econômicas são compatíveis com a qualidade ambiental (SOUZA; FERNANDES, 2000). O meio ambiente influencia no crescimento e na forma de como se dá a estruturação das cidades, também são indicadores dos problemas ambientais e de seus efeitos negativos.

As alterações no ciclo hidrológico de uma bacia hidrográfica estão relacionadas com a contribuição pluvial sobre a superfície da bacia (Figura 2.4), a capacidade de infiltração da água através do solo, o escoamento superficial e a evapotranspiração.

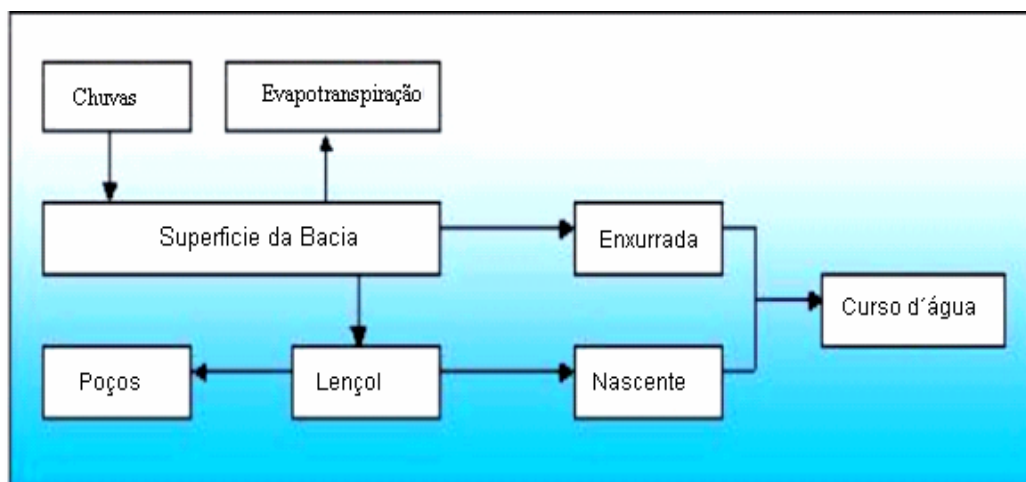


Figura 2.4 - Fluxograma do processo hidrológico em bacia hidrográfica

Fonte: *Site Manejo de Bacias Hidrográficas*. Por: Michelliny de Matos Bentes - Gama.
Eng. Florestal, M.S. Engenharia Florestal; Pesquisadora da Embrapa Rondônia
mbgama@cpafro.embrapa.br

Todas essas interações das atividades humanas com o ambiente natural produzem um ecossistema muito diferente daquele existente anteriormente à cidade. Um sistema no qual os processos culturais humanos criaram um lugar completamente diferente da natureza intocada, ainda que unida a esta através dos fluxos de processos naturais comuns. À medida que as cidades crescem em tamanho e densidade, as mudanças que produzem no ar, no solo, na água e na vida, em seu interior e à sua volta, agravam os problemas ambientais que afetam o bem estar de cada morador (SPIRN, 1983, p.29).

Os processos de urbanização possibilitam a redução de áreas cobertas por vegetação, propícias à infiltração pluvial. O crescimento dos espaços impermeabilizados que alteram os processos de alimentação das águas subterrâneas e superficiais, promove o aumento do escoamento superficial e, dificulta e reduz as recargas subterrâneas (UNIAGUA, 2007).

As áreas urbanas, com suas atividades em contínuos fluxos de desenvolvimento, são as maiores responsáveis pela deterioração da qualidade das águas, pelos desperdícios, altos custos e, ao mesmo tempo, pela demanda por seu consumo (Figura 2.5).

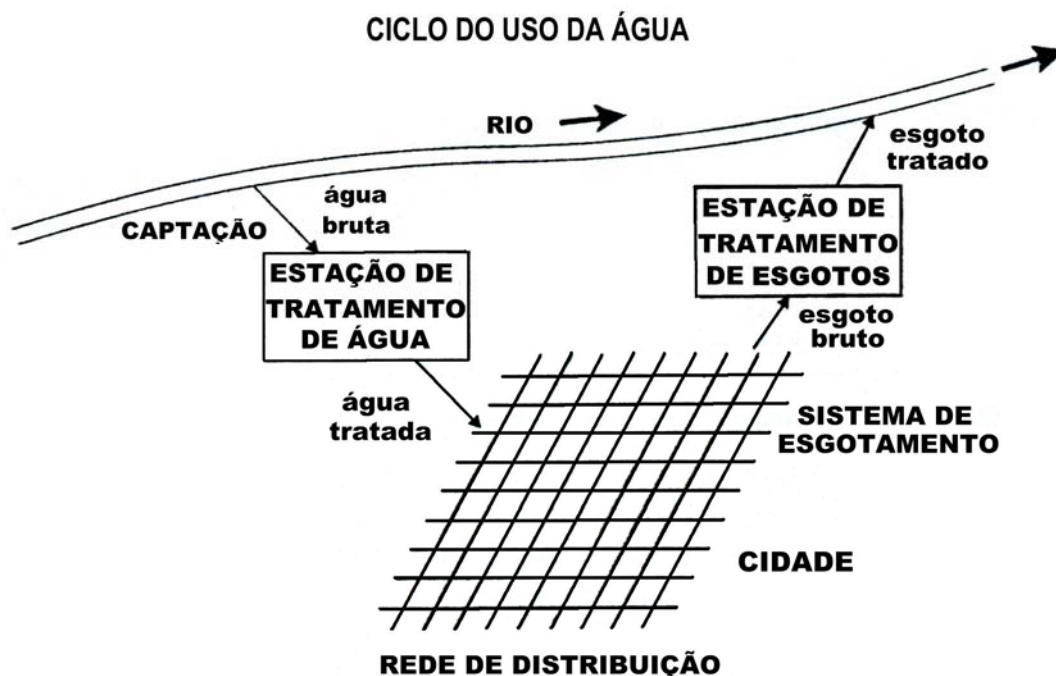


Figura 2.5 - Ciclo do uso da água no meio urbano

Fonte: Von Sperling, Marcos, 1996.

Juntos, a escassez, a contaminação dos mananciais de água e as enchentes representam as mais significativas ameaças à saúde e à segurança dos habitantes das cidades. A água compreende cerca de três quarto do nosso corpo. Nenhum outro recurso afeta a saúde de cada cidadão de forma tão íntima e continuada (SPIRN, 1983, p.158).

A gestão sustentável, que utiliza a Bacia Hidrográfica como unidade de gerenciamento da paisagem é mais eficaz quando são consideradas três ações, descritas a seguir: localmente, aplica-se uma abordagem efetiva, capaz de compatibilizar o desenvolvimento econômico e social com proteção eficiente dos ecossistemas naturais, tendo em vista as interdependências com as esferas globais; o gerenciamento da Bacia Hidrográfica permite democratizar decisões com integração dos diversos agentes do processo, e viabiliz o equilíbrio financeiro ao associar os investimentos públicos com a aplicação dos princípios usuário-pagador e poluidor-pagador, de acordo com estes princípios os usuários pagam proporcionais aos usos. Os custos de conservação do recursos hídricos são caros (SCHIAVETTI; CAMARGO, 2002).

No convívio com a cidade, o Rio Vieira perdeu as suas características naturais com a expansão dos processos urbanístico sobre suas margens e as de seus afluentes (Tabela 2.3).

Tabela 2.3 - Exemplo de matriz lógica referente à problemática de uma bacia hidrográfica.

PROBLEMAS	CAUSAS	CONSEQUÊNCIAS	SOLUÇÕES
Desmatamento acelerado	Pressão sobre novas áreas. Exploração de madeira. Falta de fiscalização.	Degradação do solo. Inundação de locais mais baixos. Descrédito institucional.	Reflorestamento. Plano de manejo florestal. Gestão de políticas.
Perda de solo	Erosão. Práticas inadequadas de cultivo.	Baixa produtividade dos cultivos. Assoreamento de rios. Diminuição do valor da terra.	Práticas de conservação de solo.
Má qualidade da água para consumo humano	Contaminação por agrotóxico. Liberação para os rios de águas servidas e residuais sem tratamento. Falta de fiscalização sanitária.	Doenças. Aumento do custo de tratamento das águas. Racionamento de água.	Uso racional de agrotóxicos. Tratamento das águas servidas e residuais. Aplicação das leis.
Baixa Produtividade agrícola	Falta de conhecimento. Conflitos no uso e manejo da terra. Falta de recursos para produção.	Diminuição da oferta de Produtos. Importação de produtos. Aumento do preço dos produtos.	Tecnificação Agropecuária Incentivos para a produção. Planejamento do uso da terra.

Fonte: FAUSTINO, 1996.

A ocupação urbana iniciou-se com a divisão e subdivisões de antigas fazendas instaladas ao longo das drenagens da bacia do Vieira, até a paisagem local se transformar nos bairros atuais. Nas margens do Rio Vieira, em área urbana, localiza-se a Avenida Deputada Esteves Rodrigues, área com alto valor econômico e exploração comercial diversificada.

No processo de crescimento urbano predominantemente horizontalizado, utilizaram-se as margens do Rio Vieira e de seus afluentes para a construção de avenidas e ruas. Como consequência, houve a alteração da dinâmica do rio em decorrência da pavimentação de vias de acesso, impermeabilização do solo, canalização de parte do rio, comprometimento da mata ciliar, principalmente na área urbana. Hoje, suas margens fazem parte da malha viária de Montes Claros, construída num espaço naturalmente destinado à mata ciliar.

A condição social e seus conflitos no espaço da bacia hidrográfica são fatores de pressão. O crescimento do contingente populacional altera a paisagem natural, aumenta a densidade das construções, a área impermeabilizada e o escoamento superficial. A modificação na estrutura imobiliária local provoca assoreamentos e erosão. O aumento de demanda por imóveis altera a dinâmica das feições geomorfológicas. A urbanização interfere nas condições climáticas urbanas e o crescimento significativo do fluxo de veículos possibilita a poluição do ar e dos cursos de água.

As águas do Rio Vieira não estão disponibilizadas à população para usos múltiplos. Em relação ao meio ambiente construído, sua valorização econômica está na localização privilegiada que facilita o deslocamento entre bairros — unidades da paisagem urbana, que possibilitou a valoração e o estabelecimento do comércio ao longo da avenida que, implantada nas margens, não possibilitou que o potencial paisagístico e natural fosse contemplado frente à ocupação e ao desenvolvimento do espaço urbano.

O estado dos recursos hídricos da bacia hidrográfica do Rio Vieira, cercado de aglomerações humanas em substituição a paisagem natural é indicador dos efeitos da gestão não planejada entre a cidade e os recursos naturais. A desarmonia das relações entre a cidade e seu recurso hídrico tem abrangência externa à bacia hidrográfica do Rio Vieira, também responsável pela contaminação das águas do Rio Verde grande, afluente do Rio São Francisco, bacia hidrográfica federal.

As características físicas da região de inserção da bacia do Rio Vieira abrem possibilidades de interação subterrânea entre bacias contíguas em função da região cárstica. Os divisores topográficos não coincidem com os divisores subterrâneos. Conseqüentemente, na região existe interação hidrológica/hidrogeológica que extrapola os limites geográficos dos divisores topográficos utilizados de forma geral para determinar os limites físicos das bacias hidrográficas.

As Bacias contíguas à bacia do Rio Vieira: Ao Norte com a bacia do Rio Tabuas e Bacia do Córrego Sanharó. Ao Sul: Bacia do Rio Pacuí. A Leste: Bacia do Córrego do Matias e Bacia do Rio do Peixe. A Oeste, com as seguintes Bacias: Córrego do Veado, Córrego do Veadinho, Córrego Barroão do Inferno, Córrego Barroão, Córrego Dois Riachos e Córrego Varginha. Ao Sul: Bacia do Rio Pacuí.

2.2.1 Bacia hidrográfica como sistema

Como sistema é composta pelas inter-relações dos subsistemas social, econômico, demográfico e biofísico. Assim, pode ser definida como uma área caracterizada por um sistema de águas que fluem a um mesmo rio, lago ou mar, com modificações originadas de ação ou interação dos subsistemas sociais e econômicos. As inter-relações irão definir: o nível de complexidade e o grau de sobreposição dos subsistemas entre si; e determinar o nível de interdependência dos subsistemas ou o grau de conflito dos diferentes interesses concorrentes no sistema (EMBRAPA, 2006).

De acordo com a Embrapa (2006), entre os subsistemas de maior relevância dentro de uma bacia, podem-se citar os descritos a seguir:

Subsistema Social: Nível educacional, organização da comunidade, estratificação social, práticas tradicionais de uso da terra, o nível e os tipos de atividades, infra-estrutura de serviços da comunidade e sistema político-administrativo.

Subsistema Econômico: uso da terra, tamanho da propriedade, características de consumo, número de construções, custo de insumos, retorno econômico dos sistemas de produção e exploração dos recursos; este subsistema deve determinar como funciona a bacia e os aspectos da produção atual e as possibilidades futuras, devendo permitir planejar e estabelecer estratégias de desenvolvimento sustentável.

Subsistema Biofísico: As informações são coletadas por meio de fotografias aéreas, confrontadas com estudos recentes da bacia em questão; as principais informações obtidas são: a respeito da atmosfera, clima, solo, hidrologia, vegetação e fauna; é um subsistema alterado principalmente pela ação antrópica entre as quais podem-se citar: corte raso da vegetação natural; práticas inadequadas de cultivos atuais e tradicionais; uso indiscriminado de agrotóxicos no solo; ampliações e mudanças inadequadas de uso da terra para construções, entre outros que poderão ser adicionados.

Subsistema Demográfico: Compreende a estrutura populacional - tamanho, densidade, e características da distribuição e ocupação urbana e rural, incluindo a população economicamente ativa, e suas mudanças; suas informações são tomadas de entrevistas realizadas pelo Programa Saúde Família e os dados dos setores censitários do IBGE.

Nas cidades, a crescente demanda de água, associada à redução de recursos hídricos aproveitáveis, tem obrigado à captação em mananciais cada vez mais distantes, onerando os custos de captação, tratamento e, conseqüentemente, os preços ao consumidor.

Da mesma forma, as fontes de águas subterrâneas vêm sendo exauridas e contaminadas nas áreas urbanas densamente povoadas. Devido à falta de fiscalização e controle efetivo dos níveis de extração e de contaminação, assim como a perfuração de poços mal construídos ou abandonados sem qualquer medida de proteção, constituem focos de poluição dos mananciais subterrâneos no meio urbano (EMBRAPA, 2006).

As alterações ambientais na bacia hidrográfica, exemplificando o efeito da erosão e do assoreamento, estão associadas com o uso dos solos na agricultura e pecuária, quando incorporam parte ou a totalidade de áreas de preservação permanente — como as matas de encostas e ciliares que margeiam os rios — e ampliam as áreas de expansão urbana sem planejamento. A erosão em áreas produtivas rurais ou urbanas é fator de pressão do uso dos recursos naturais, reduz os *habitats* e acelera a redução da diversidade biológica (SCHIAVETTI; CAMARGO, 2002). Reduz as áreas produtivas e a água disponibilizada para usos múltiplos.

Na bacia do Rio Vieira, predomina o relevo endocárstico, com destaque para a região da Lapa Grande/Cedro, a Oeste/Noroeste da bacia. Essa região é notável pela quantidade e qualidade de grutas e vales cegos, nascentes e surgências. Nela encontra-se presente um importante manancial subterrâneo, rios e córregos intermitentes. De acordo com a Figura 2.6 desde a sua nascente, no município de Montes Claros, até sua foz no Rio Verde Grande, o Rio Vieira percorre 51,37 km, dentre os quais, aproximadamente, 42,7 km com contribuição de efluentes domésticos e industriais provenientes da malha urbana de Montes Claros (EMATER, 2003).

O sistema de drenagem da bacia do Rio Vieira (Figura 2.6) é constituído por três rios: Vieira, do Cedro e Canoas. Além destes ainda compõe-se de quinze córregos, a saber: da Gameleira; dos Porcos, Palmital (Nascentes); São Geraldo, Vargem Grande, São Marcos, dos Bois, Lapa Grande; Morcego, Cintra, Pau Preto, Barrocão, do Mocambo Firme, Cabeceiras, Mumbuca (EMATER, 2003).



Figura 2.6 – Mapa de abrangência da bacia hidrográfica do Rio Vieira
Fonte: EMATER, 2006.

O Rio Vieira possui duas nascentes, uma perene e outra intermitente, em que a vazão é verificada apenas no período chuvoso. O acesso é dificultado por proprietários de terras e pelo próprio relevo, que favoreceu a conservação da área onde se encontra a porção das nascentes.

Após a junção com o córrego Cercado, drenagem intermitente, o rio passa a ser chamado de Vieira (Figura 2.7).

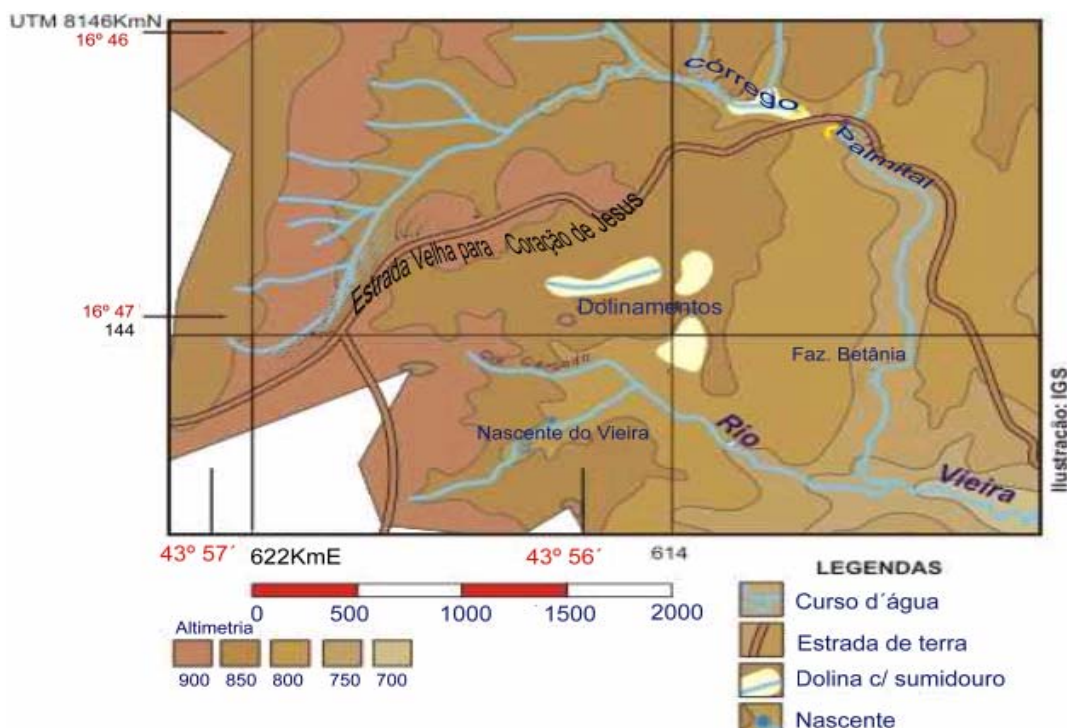


Figura 2.7 - Região da porção das Nascentes da Bacia Hidrográfica do Rio Vieira
Fonte: Instituto Grande Sertão.

A maioria dos afluentes do Rio Vieira possui a foz no perímetro urbano, ou em suas proximidades. A foz do Rio do Cedro está localizada a jusante do Distrito Industrial, próximo ao limite urbano. A localização da bacia do Vieira em relação à cidade de Montes Claros e a ausência do esgotamento sanitário conduzem a contínuos lançamentos de esgotos *in natura*, resultantes dos processos de produção do ambiente urbano (EMATER, 2003). De uma forma geral, os afluentes são depositários de efluentes urbanos, exceto o Rio Canoas, último tributário antes da foz com o Rio Verde Grande. O Rio Canoas percorre áreas rurais e não passa pela malha urbana de Montes Claros.

As questões ambientais da bacia do Rio Vieira estão relacionadas ao processo de urbanização: impermeabilização do solo, lançamento de efluentes domésticos *in natura* e industriais nos cursos d'água, existência de um aterro controlado próximo dos cursos d'água formadores do Rio Vieira, disposição irregular de resíduos sólidos urbanos (lixo e entulho de construção), dentre outros. A exploração de água para irrigação, juntamente com a prática da agricultura familiar tradicional e o uso de defensivos agrícolas resultam em problemas ambientais

gerados em sua porção não urbana. A ausência da estação de tratamento de esgotos conduz a lançamento nos cursos d'água da bacia do Rio Vieira um volume de aproximadamente 380 a 450 L/s *in natura*.

Em razão das condições climáticas reinantes na região Norte de Minas Gerais, há a predominância de duas estações bem definidas: uma seca e outra chuvosa. O período seco do ano é caracterizado por déficit hídrico que pode perdurar por cerca de seis meses. Esta condição climática torna possível a redução acentuada na quantidade de vazão dos cursos d'água ou, em alguns casos, no desenvolvimento de drenagens intermitentes. É nesse período que os efeitos da poluição das águas do Vieira podem ser percebidos com maior intensidade, sobretudo pelo forte odor emanado.

Os principais problemas ambientais da bacia do Rio Vieira referem-se à destinação de cerca de 270 ton/dia de lixo urbano de coletas domiciliares e de, aproximadamente, 2,5 ton/dia dos RSSS realizada por doze caminhões compactadores, com frequência diária nos centros e em dias alternados nos bairros em três turnos, cada turno com duração de seis horas. Na Região norte - Segunda, quarta e sexta e na Região sul - Terça, quinta e sábado cumprindo horário de 07:00h às 13:00h e de 13:00h às 19:00h e das 19:00 hs a 01:00 hs. As regiões que mais produzem resíduos são as do Major Prates (Sul), São José (Norte) e Morrinhos (Sul). O serviço de coleta domiciliar atende 100% da população, inclusive nos bairros de difícil acesso; os auxiliares de coleta buscam o lixo a pé e levam até um ponto onde o caminhão possa passar.

A destinação do lixo urbano da cidade de Montes Claros em aterro controlado, anteriormente um lixão por aproximadamente 30 anos, é fonte de contaminação do solo e das águas pelo chorume, devido ao fato de a estrutura do aterro controlado não contemplar a proteção necessária. O aterro controlado localiza-se a montante da cidade de Montes Claros e a jusante da região das nascentes. É cercado por arame e sanção do campo, cerca viva. Foi instalada balança com capacidade de 400T para definir a quantidade de lixo que o aterro recebe, canaleta cujo objetivo é reduzir o volume de água pluvial sobre a massa do lixo e o escoamento superficial. A coleta dos resíduos da construção e demolição – RCD está em início de implantação; dos 26 cascos previstos, existem cerca de seis, que recebem aproximadamente 1300 toneladas/mês de RCD.

Na cidade de Montes Claros, o programa de gestão de resíduos sólidos está em fase inicial de implantação; esse programa iniciou-se, a partir de um diagnóstico com os catadores, possui cerca de 381 catadores cadastrados, dentre os quais aproximadamente 150 fizeram curso de capacitação e 44 constituíram uma associação de catadores.

O centro da cidade é o local mais procurado pelos catadores, onde se recolhe maior volume de resíduo com valor no mercado. A cidade possui empresas de reciclagem que compram diretamente dos catadores eliminando os atravessadores; há também 164 carroceiros cadastrados, mas não organizados, que também agem como catadores e conseguem, na carroça, maior volume de material reciclável coletado.

2.3 ASPECTOS FÍSICOS

A cidade de Montes Claros situa-se na bacia hidrográfica do Rio Verde Grande, bacia federal, numa altitude aproximada de 650m, de acordo com a figura 2.8, dos aspectos da Depressão Sanfranciscana. Na Planície Aluvial do São Francisco, na Depressão Sanfranciscana as cotas altimétricas variam de 550m, 1250m no denominado Planalto do Espinhaço (LEITE, 2003).

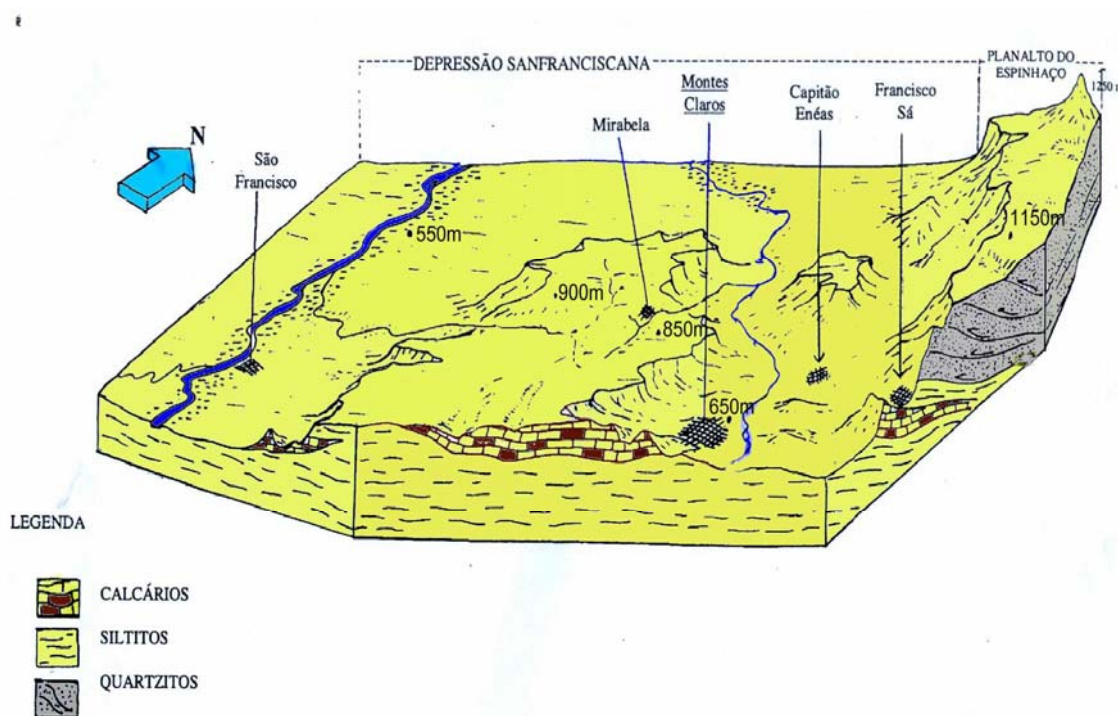


Figura 2.8 - Norte de Minas - aspectos da Depressão Sanfranciscana
Fonte: VALADÃO, 1997 *apud* Leite, 2003.

Os aspectos físicos descritos da Região do Norte de Minas são representados

[...] por um relevo predominante de depressão com superfícies de aplainamentos e formas residuais. O clima quente e semi-úmido, a vegetação com grande área de cerrado em chapadas de topo aplainado e uma rede hidrográfica representada principalmente pela bacia do São Francisco, condicionaram e favoreceram, em grande parte, as atividades humanas e econômicas. Esses fatores, aliados à rede de transporte e comunicação influenciaram na dinâmica urbana e regional, e contribuíram para a polarização de Montes Claros (LEITE, 2003, p. 48).

A área de drenagem total é de 488,10 km² ou 48.810 ha, dos quais 300 ha (0,62%) é cultivado por agricultura irrigada, 15.000 ha (30,73%) atualmente por pastagens e 22.000 ha (45,10%) pelo perímetro urbano totalizando 76,45% de ocupação da área de drenagem da bacia hidrográfica do Rio Vieira (EMATER, 2003). As cotas altimétricas na bacia encontram-se entre 550 a 1.050 metros (Figura 2.9), o que facilita o escoamento das água subterrâneas e a evolução de um relevo cárstico (Silva; Jesus, 2002).

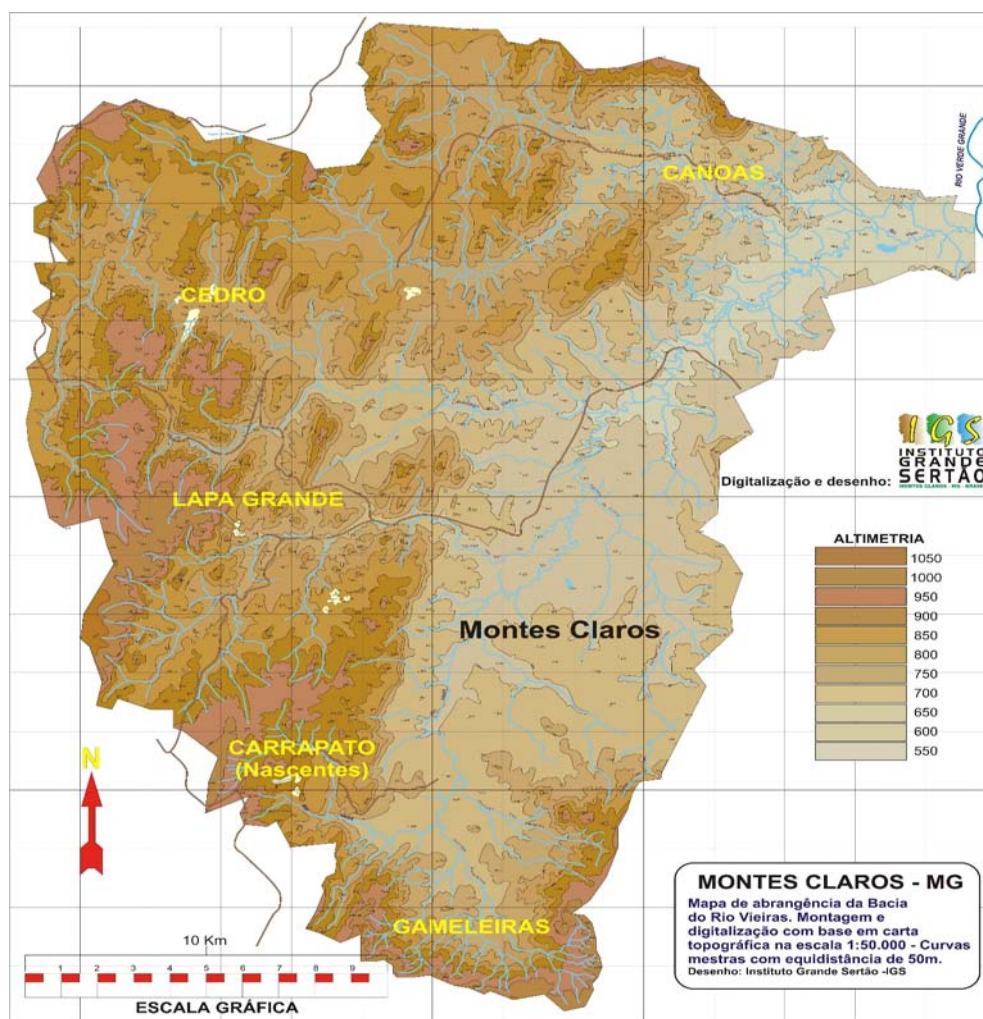


Figura 2.9 – Mapa Hipsométrico da Área de Abrangência da Bacia do Rio Vieira.
Fonte: Instituto Grande Sertão.

No Norte de Minas, com forte base econômica agropecuária, predominantemente tradicional, vê-se expandindo em Montes Claros atividades secundárias, cujas indústrias passaram a absorver população que antes era utilizada nas atividades primárias estabelecidas de forma tradicional. Ao mesmo tempo, o campo passa a conviver com um processo de modernização, via agricultura irrigada e melhorias na genética bovina. (LEITE, 2003, p.35).

2.3.1 Clima

Os tipos climáticos no Norte de Minas, ocorrem principalmente sob a influência da baixa latitude. São basicamente o Tropical Semi-árido e o Tropical Semi-úmido. Conforme pode ser observado na Figura 2.10, ao Sul, em contato com a Região Central, em função da altitude do relevo, ocorre, o clima Tropical de Altitude, Úmido de Verões Quentes e em pequenas áreas o Tropical Úmido de Verões Brandos (LEITE, 2003).



Escala 0 a 53 Km

Figura 2.10 - Norte de Minas – Clima

Fonte: Atlas Geográfico – Minas Gerais e Belo Horizonte. Org. LEITE, R.F.C., 2003

O clima influencia na formação do solo, por meio do intemperismo e, as ações que interferem nas formas da superfície terrestre; o desmatamentos nas áreas rurais e urbanas contribui para as modificações climáticas, retira do meio ambiente a capacidade da vegetação de auxiliar no controle da temperatura e da umidade, e de contribuir na melhoria da ventilação. O clima determina as mais diversas atividades. As alterações climáticas causadas pela urbanização apresentam-se progressivamente perceptíveis, impactando significativamente a qualidade de vida das populações, com efeitos sentidos localmente e regionalmente, (SCHIAVETTI; CAMARGO, 2002).

O clima Tropical Semi-úmido, classificado, segundo Köppen como Aw, caracteriza-se por ser quente e chuvoso no verão e o inverno seco. Como o clima semi-árido, ocorre em extensa área da Depressão Sanfranciscana e, conforme Ribeiro (1999) as temperaturas médias situam-se entre 22° e 24°C. As altitudes elevadas da Serra do Espinhaço influenciam o aparecimento de médias térmicas variando de 19° a 22°C em pequenas áreas. (LEITE, 2003, p.54).

É importante compreender o significado de tempo e de clima.

O tempo caracteriza-se como o estado médio da atmosfera em um espaço de tempo e em um determinado lugar. Já o clima se caracteriza por uma síntese em relação à variabilidade, condições extremas e as probabilidades de ocorrência de determinadas condições de tempo. Assim, considera-se o tempo e o clima como um resultado da ação de processos complexos sobre a atmosfera, os oceanos e os solos/rochas. O clima mostra-se influente em relação à vegetação, à fauna, ao solo, e às atividades antrópicas, sendo um fator limitante para estes (SCHIAVETTI; CAMARGO, 2002, p.38).

Em relação às médias anuais de precipitação, predominam as médias entre 1000 a 1200 mm. Em áreas menores, pode ocorrer, médias entre 800 a 1000 mm, e de 1200 a 1400 mm (RIBEIRO apud LEITE, 2003).

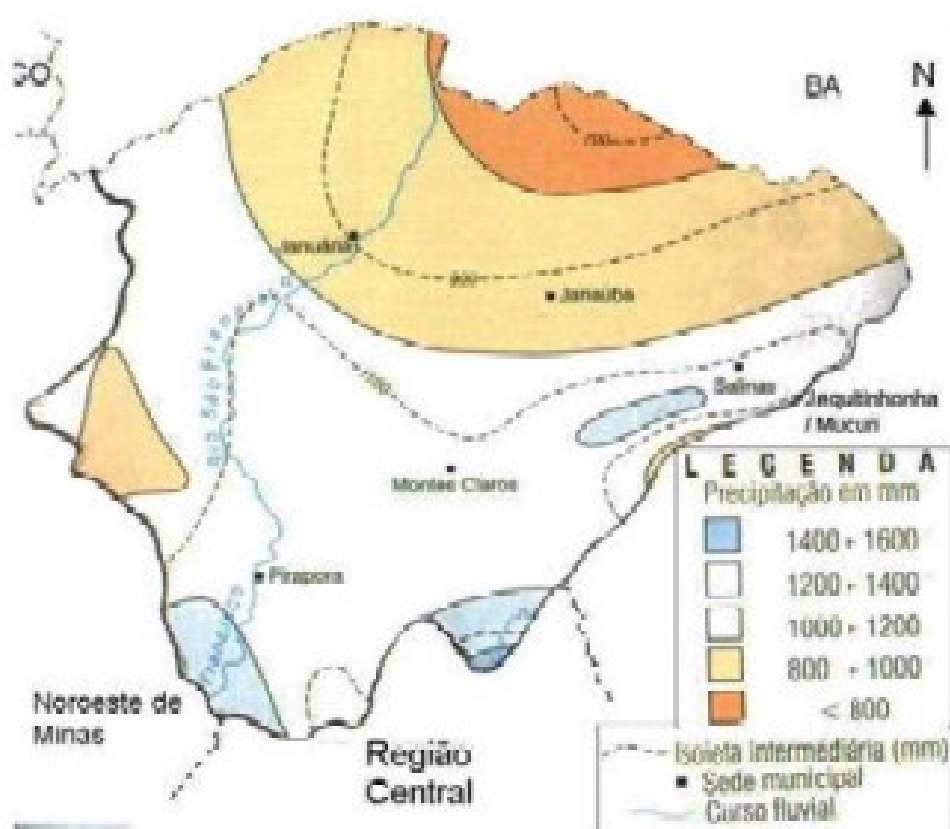


Figura 2.11 -Norte de Minas – Precipitação Total Anual

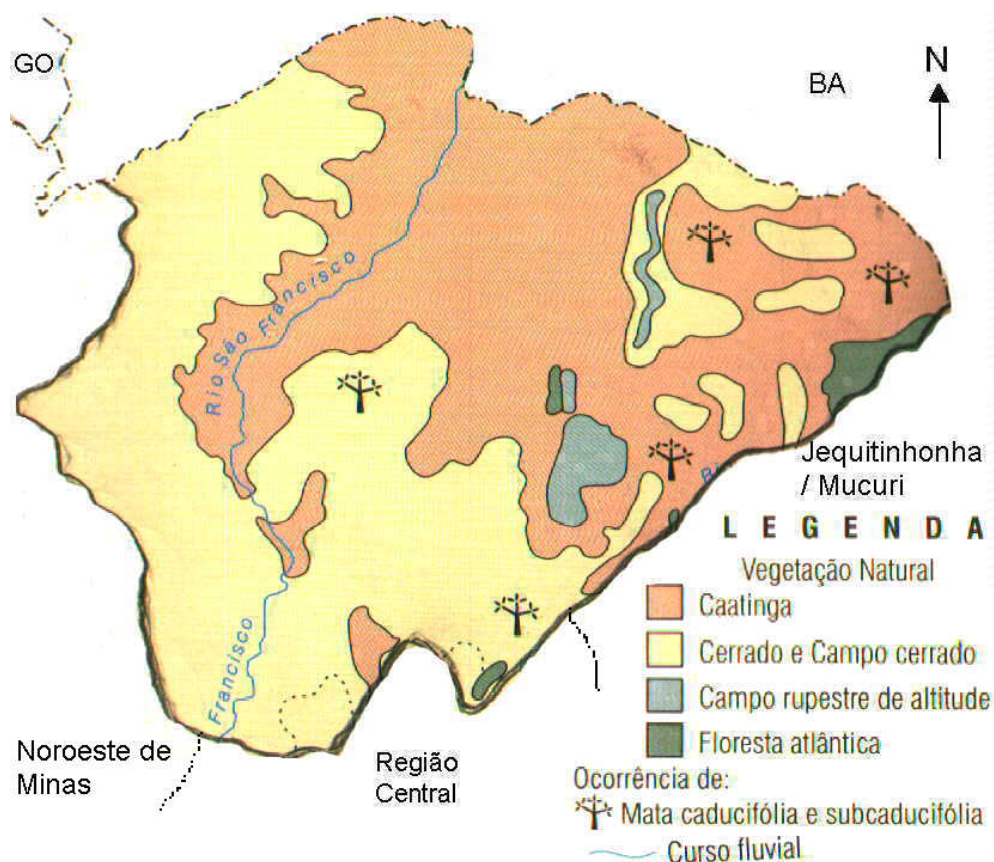
Fonte: Atlas Geográfico – Minas Gerais e Belo Horizonte – 1999 Org. LEITE, R.F.C.,2003.

As precipitações nas cidades geralmente são maiores que no campo, devido à grande concentração de atividades antrópicas que propiciam um maior número de núcleos de condensação no meio urbano. Entretanto, constata-se que a umidade relativa nas áreas urbanas se mostra menor que no campo. Um impacto possível da grande verticalização sobre o clima, observado nas áreas submetidas a uma forte especulação imobiliária, relaciona-se com sua atuação sobre a velocidade e a direção dos ventos, podendo dificultar a circulação e amenização do clima devido à geração de grandes barramentos artificiais (SCHIAVETTI; CAMARGO, 2002, p.40-41).

Dessa forma, as alterações descritas anteriormente afetam diretamente o clima local e regional, especificamente as bacias hidrográficas. Essas alterações, inicialmente imperceptíveis, tornam-se, ano após ano, progressivamente perceptíveis, mudando sensivelmente as características climáticas anteriores. Entretanto, cabe salientar que as consequências maiores serão sentidas a longo prazo, pois poderão surgir problemas de cunho ambiental como enchentes, "ilhas de calor", poluição hídrica acentuada, entre outros, causados pelas ações antrópicas não planejadas e descontroladas no âmbito das bacias hidrográficas (SCHIAVETTI; CAMARGO, 2002, p. 42).

2.3.3 Vegetação

A área da bacia em estudo possui vegetação rica em biodiversidade, importante, dentre outras funções, para a manutenção das áreas de recarga das bacias hidrográficas. Conforme Leite (2003), a vegetação do Norte de Minas influenciada pelas condições climáticas, do relevo e do solo, caracteriza-se originalmente por ser rica em variedades de Cerrados, Caatinga, Campo Rupestre, Floresta Atlântica, Mata Caducifólia e Subcaducifólia.



Escala de 0 a 58 km

Figura 2.13 - Norte de Minas - Vegetação Original

Fonte: Atlas Geográfico: Minas Gerais e Belo Horizonte 1999. Org. LEITE, R.F.C., 2003.

2.4 PARQUES

2.4.1 Rio Parque Guimarães Rosa

Formou-se a partir do remanejamento das áreas verdes dos loteamentos ao longo do Rio Vieira. Foi criado com os objetivos de: a) proteger integralmente a flora, a fauna e os demais recursos naturais, com fins educacionais, científicos, recreativos e turísticos, assegurando o bem-estar da comunidade; b) propiciar aos habitantes, lazer, descanso e saúde; c) criar viveiro florestal de produção de mudas, de forma conveniada ou não.

Conforme *Site* da prefeitura Municipal de Montes Claros – PMMC, o parque localiza-se às margens do Rio Vieira, chamado neste trecho de Carrapato, Região Sudeste da cidade e, limita com os bairros Ibituruna, Jardim Morada do Sol, Jardim Liberdade, São Norberto, Condomínio Saint Germain, Praça dos Jatobás, Inconfidentes e Avenida José Correia Machado. Possui uma área de 463.500 m²

Parte da área, aproximadamente 65% é cercada e oferece estrutura para serviços de manutenção de um pequeno viveiro de mudas para arborização, é um local próximo á cidade e de fácil acesso. O relevo é exocárstico de base geológica relativamente plana. Quanto à geomorfologia fluvial, o Rio Vieira apresenta características de planaltos e planícies; na área urbana da cidade de Montes Claros é relativamente plano (PMMC, 2007).

A flora da região acompanha e harmoniza-se com a modificação do relevo, criando diversos e ricos micros *habitats*, cooperando na criação de um ambiente diversificado. A presença de espécies nativas é sempre destaque; o ambiente torna-se propício a estudos e pesquisas científicas, a sensibilização ambiental e ao ecoturismo, uma vez que, apesar da ocupação urbana da área do entorno e dos significativos impactos diretos e negativos, provocados pela retirada de madeira e terra preta, o ambiente ainda preserva a originalidade, com destaque a mata ciliar (PMMC, 2007).

2.4.2 Parque João Botelho - Parque das Mangueiras

Localizado no bairro João Botelho denominado pela população de Parque das Mangueiras. Criado em 2006, com objetivo de resguardar uma área verde, que antes servia como depósito de ferro-velho, em prejuízo à população principalmente a do entorno. Hoje o parque oferece lazer á comunidade da região (Figura 2.14) (PMMC, 2007).



Figura 2.14 – Parque João Botelho.
Fonte: PMMC

2.4.3 Parque da Lapa Grande

Originado de uma parceria entre o Governo do Estado de Minas Gerais e a Prefeitura de Montes Claros, possui área total de sete mil hectares. É um dos maiores parques ecológicos em área urbana do mundo. Criado em 2006 com o objetivo a preservar o cerrado e um extenso e rico potencial espeleológico, histórico e científico.

A área é formada por ecossistemas naturais, maciços calcários, matas e grutas de grandeza ecológica e beleza cênica; oferece muitas possibilidades para a realização de pesquisas científicas e de ações voltada à educação ambiental integrada e continuada, de recreação e esportes em contato com a natureza e de turismo ecológico (Figuras 2.15, 2.16 e 2.17) (PMMC, 2007).



Figura 2.15 – Hídricas
Fonte: PMMC

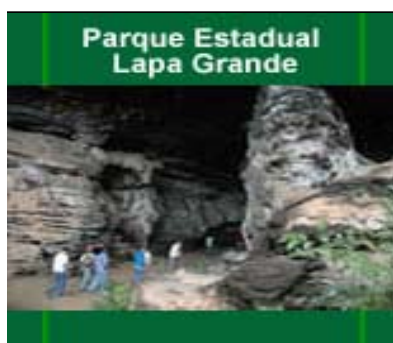


Figura 2.16 - Grutas
Fonte: PMMC



Figura 2.17 – Espeleologia
Fonte: PMMC

2.4.4 Parque Municipal Milton Prates

O Parque Municipal foi criado em 1969, a partir de uma antiga Fazenda, doada pelo Deputado Milton Prates. Dista a, aproximadamente, quatro quilômetros do centro da cidade. A área era constituída de uma densa mata, com árvores de grande porte e uma pequena lagoa, a Lagoa dos Patos. Este conjunto de beleza cênica gerou o desejo de se criar no local um grande parque, que ainda guarda características de mata nativa. Outro objetivo era a descentralização da cidade, visando o crescimento urbano até aquelas paragens ainda com características de zona rural (PMMC, 2007).

Ao lado, situa-se o Zoológico Municipal Amaro Sátiro de Araújo, uma área de 36.000 m². Os dois ambientes são divididos por uma tela de arame. No local também é feito um trabalho de recuperação da saúde dos animais com técnicas de enriquecimento ambiental. Situado na região sudeste da cidade de Montes Claros – MG, possui uma área total de 196.000,00 m², sendo que cerca de 20% dessa área é ocupada pela Lagoa dos Patos (Figura 2.18) (PMMC, 2007).



Figura 2.18 – Parque Municipal Milton Prates
Fonte:PMMC

2.4.5 Parque da Sapucaia

Em processo de revitalização, com projeto aprovado junto ao Ministério do Turismo, o parque possui área total de 37,66 ha em seu entorno está o bairro Morada da Serra. A área construída é de 603,18 m², cortada pelo Córrego da Sapucaia, intermitente com foz no Vieira dentro Rio Parque Guimarães Rosa.

Situado na Serra do Mel, conhecida como Ibituruna, região oeste, região de relevo calcário e de grandes formações rochosas com altitudes variando entre 690 a 872m, dista 06 km do centro da cidade; por ter relevo cárstico, têm papel fundamental no ciclo de vida dos animais, possui importância significativa na conservação da biodiversidade local; inserido numa área de transição entre caatinga e cerrado, fato que viabiliza ambientes mais diversificados que servem de abrigo e refúgio para diversos animais da avifauna local, exemplificando o “pássaro preto”. Com flora bastante diversificada (Figura 2.20), 88 espécies foram identificadas incluindo as orquídeas, o que assegura ótima opção para o turismo contemplativo, e o Pequi (*Caryocar brasiliensis*) (PMMC, 2007).



Figura 2.19 - Parque da Sapucaia
Fonte: PMMC



Figura 2.20 - Vegetação Parque da Sapucaia
Fonte: PMMC.

2.5 ASPECTO HIDROGRÁFICO

Quanto ao aspecto hidrográfico, a região do Norte de Minas é drenada por três bacias, conforme citado no Diagnóstico Ambiental Minas Gerais – CETEC (Fundação Centro Tecnológica do Estado de MG - 1997), como Bacias Federais, compreendendo a Bacia do São Francisco, e as duas que integram o sistema leste, a Bacia do Jequitinhonha e do Pardo, no território brasileiro.

A região do Norte Mineiro é considerada a mais seca do Estado, os rios e córregos que constroem a rede hidrográfica, são abundantes, e apresentam-se como permanentes e intermitentes. “A explicação para esta situação, ou seja, um sertão onde a água é abundante, está associado à capacidade dos solos em absorvê-la e deixá-la infiltrar, bem como a predominância do cerrado na cobertura vegetal” (LEITE, 2003).

Os tipos de uso e a forma de ocupação urbana e a exploração agrícola dos cerrados, com mais ênfase, após a década de 1970, tornou possível a degradação dos recursos hídricos da região (Figura 2.21). “Estudos feitos pelo CAA e pelo Grupo de Estudos e Ação Ambiental – GEA - 1991, chegaram à “triste” conclusão de que a rede hidrográfica do Norte de MG, formada por 1138 cursos d’água, em 1990, 558 secaram” (LEITE, 2003, p.62). No encarte da próxima página está a divisão da bacia hidrográfica do Rio Vieira em sub-bacias, com os pontos de amostragem, de foz dos afluentes e de lançamentos de efluente. No encarte da próxima página está a divisão da bacia hidrográfica do Rio Vieira em sub-bacias, com os pontos de amostragem, de foz dos afluentes e de lançamentos de efluente (Figura 2.22).

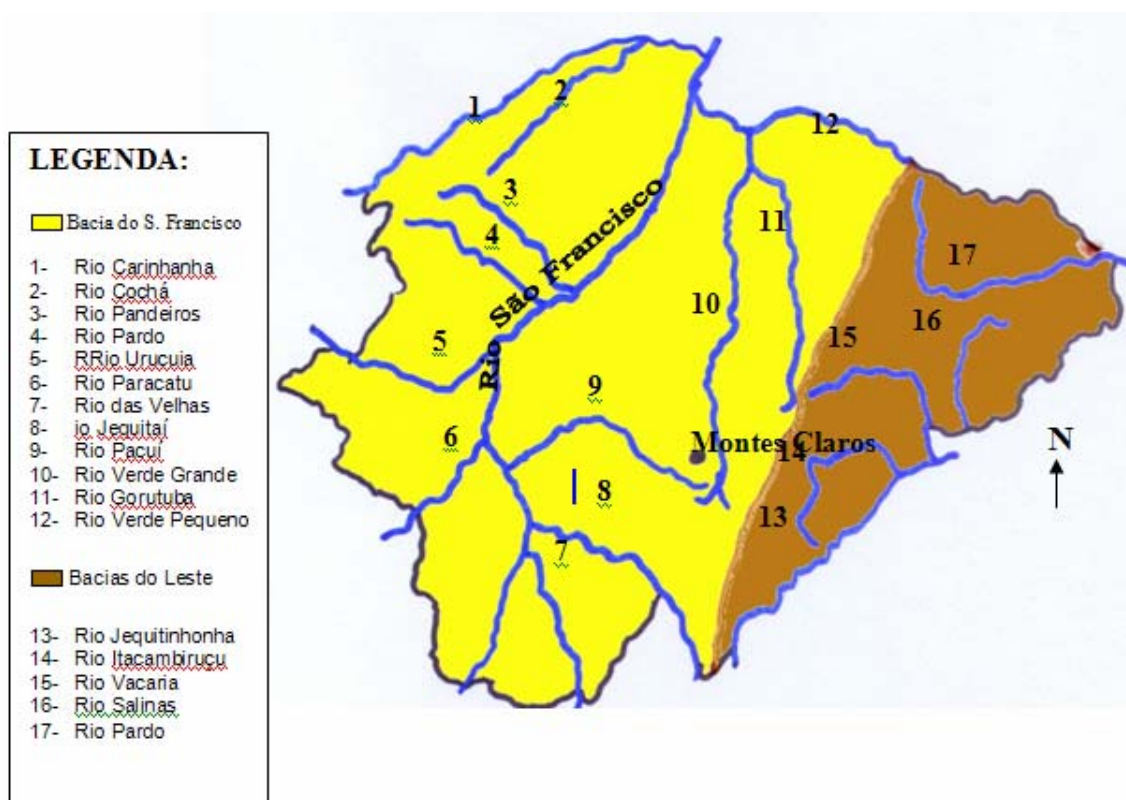


Figura: 2.21 – Norte de Minas - Hidrografia

Fonte: CARNEIRO, 2002, p.20

Org. LEITE, R.F.C, 2003

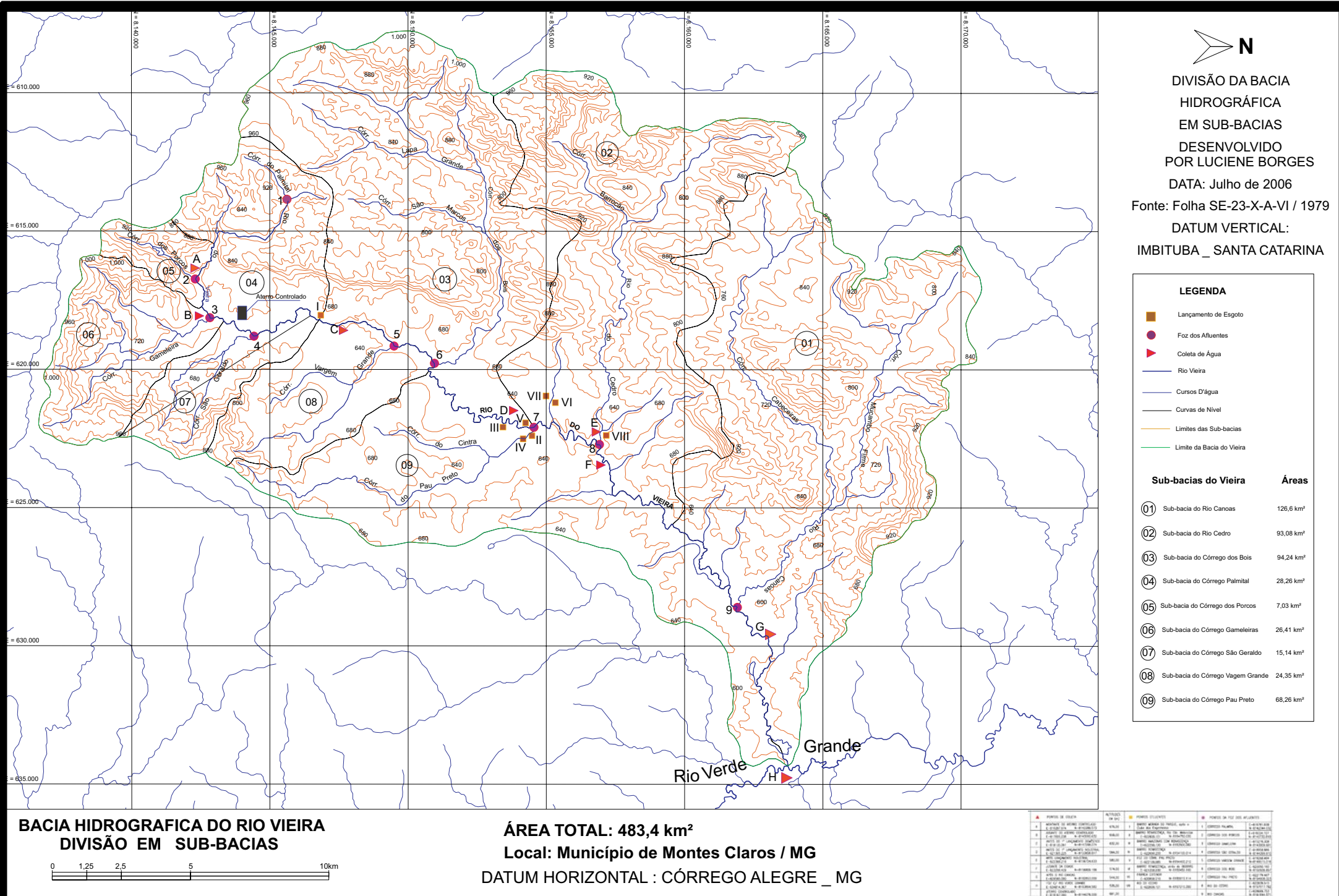


Figura 2.22 Mapa da Bacia Hidrográfica do Rio Vieira

CAPÍTULO 3

METODOLOGIA

A metodologia compõe-se de pesquisas bibliográfica, pesquisa cartográfica, amostragem de água, análise dos resultados associada ao uso e ocupação do solo, determinação das fontes de poluição e de contaminações geradoras de pressão no objeto de estudo, o Rio Vieira. As pesquisas buscaram:

- ❖ Descrever os aspectos biofísicos da região onde está inserida a bacia hidrográfica – solo, relevo, hidrografia, vegetação;
- ❖ Relacionar o uso e a ocupação do solo da bacia hidrográfica com a qualidade da água do Rio Vieira – resíduos sólidos e os efluentes domésticos e industriais e outros de relevância;
- ❖ Conhecer o estado atual das águas do Rio Vieira por meio de análises laboratoriais de metais, análises físico-químicas e bacteriológicas de suas águas.

A seguir, serão descritos os processos de pesquisa, uma vez que este estudo não só pretende determinar parâmetros metais, físico-químicos e bacteriológicos, mas avaliar a interferência da urbanização na qualidade das águas do Vieira e, ainda, avaliar as influências das fontes de contaminação do rio.

3.1 PROCESSOS UTILIZADOS NA PESQUISA

Foram realizadas amostragens da água do Rio Vieira com base nas normas técnicas da ABNT. Neste estudo foram utilizados as NBR 9898 (ABNT, 1987) que trata da preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores, em conjunto com as complementares NBR 9896 (ABNT, 1986) – poluição das águas – terminologia e a NBR 9897 (ABNT, 1986) – planejamento de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores - procedimentos.

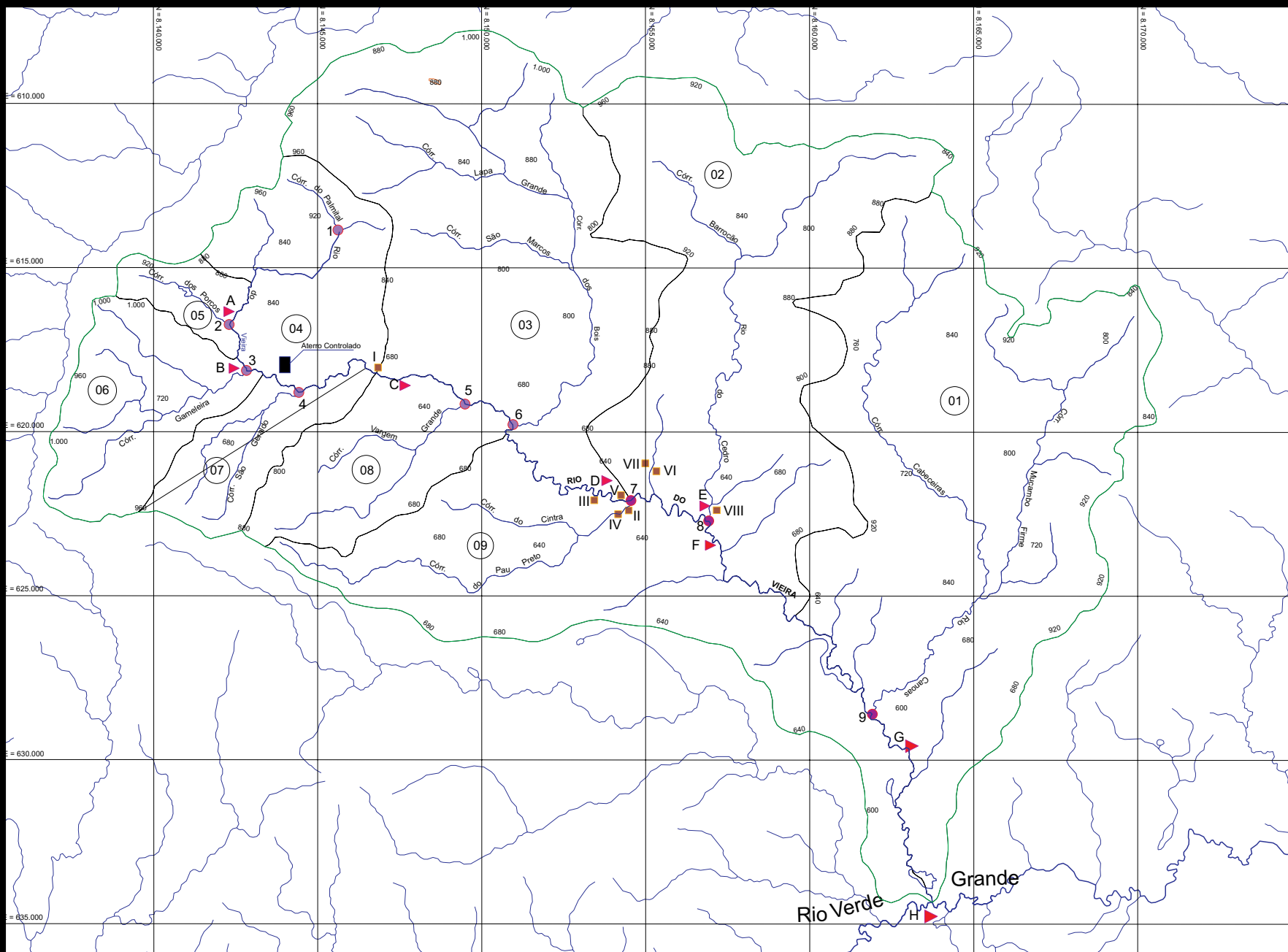
Os pontos de amostragem, da foz dos afluentes e os pontos de lançamentos de efluentes estão localizados no encarte na próxima página, mapa desenvolvido a partir do mapa digitalizado fornecido pela SEPLA – Prefeitura de Montes Claros/MG. Utilizaram-se o mapa da bacia do Rio Vieira fornecido pelo EMATER/MG escritório de Montes Claros. Utilizaram-se as cartas da CODEVASF na verificação das informações contida no mapa. No encarte na próxima página com os pontos de amostragem, foz e de efluentes (Figura 3.1).

Foram determinados oito pontos de amostragem ao longo do curso do Rio Vieira, a partir das características de ocupação urbana e biofísica da bacia e da região:

Ponto A – a montante do aterro controlado; **Ponto B** – a jusante do aterro, antes do córrego Gameleira; **Ponto C** – início da área urbana; **Ponto D** – a montante do Distrito Industrial; **Ponto E** – a jusante do Distrito Industrial; **Ponto F** – a jusante da cidade; **Ponto G** – após o Rio Canoas e no **Ponto H** – foz do Rio Vieira com o Rio Verde Grande.

Para o cálculo do IQA – Índice de Qualidade da Água, foram utilizadas planilhas do Excel desenvolvidas pelo CETEC – Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais, cedidas pelo IGAM - escritório de Belo Horizonte.

As amostras de água para determinação dos parâmetros físico-químicos e dos metais pesados foram analisadas pelo Instituto de Química da Universidade Federal de Uberlândia/MG - UFU; as análises microbiológicas foram realizadas pelo Laboratório de Ensaio em Alimentos e Meio Ambiente - LAMAM do Senai - Cetel em Uberlândia/MG.



**DIVISÃO DA BACIA
HIDROGRÁFICA
EM SUB-BACIAS
DESENVOLVIDO
POR LUCIENE BORGES**

DATA: Julho de 2006

Fonte: Folha SE-23-X-A-VI /
1979

LEGENDA

- Lançamento de Esgoto
- Foz dos Afluentes
- Coleta de Água
- Rio Vieira
- Cursos d'água
- Curvas de Nível
- Limites das Sub-bacias
- Limite da Bacia do Vieira

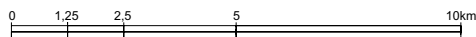
Sub-bacias do Vieira	Áreas
01 Sub-bacia do Rio Canoas	126,6 km²
02 Sub-bacia do Rio Cedro	93,08 km²
03 Sub-bacia do Córrego dos Bois	94,24 km²
04 Sub-bacia do Córrego Palmital	28,26 km²
05 Sub-bacia do Córrego dos Porcos	7,03 km²
06 Sub-bacia do Córrego Gameleiras	26,41 km²
07 Sub-bacia do Córrego São Geraldo	15,14 km²
08 Sub-bacia do Córrego Vagem Grande	24,35 km²
09 Sub-bacia do Córrego Pau Preto	68,26 km²

**BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO VIEIRA
DIVISÃO EM SUB-BACIAS**

ÁREA TOTAL: 483,4 km²

Local: Município de Montes Claros / MG

DATUM HORIZONTAL : Córrego Alegre _ MG



* FUNDUS IN OMNIBUS		ACTIVUS IN %	* FUNDUS IN OMNIBUS	* FUNDUS IN OMNIBUS	* FUNDUS IN OMNIBUS
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
1	2				

O Instituto Mineiro de Gestão das Águas – IGAM avalia a qualidade das águas e utiliza o IQA. Segundo o IGAM, este índice foi determinado a partir de pesquisa de opinião junto a vários especialistas da área ambiental, onde cada técnico selecionou, a seu critério, parâmetros relevantes (Tabela 3.1) e estipulou, para cada um deles, um peso relativo na série de parâmetros especificados (IGAM, 2003).

Tabela 3.1 - Parâmetros para cálculo IQA

PARÂMETROS PESO	PESOWI
Oxigênio Dissolvido/OD (% OD Sat.)	0,17
Coliformes Fecais (NMP/100mL)	0,15
pH	0,12
Demanda bioquímica de Oxigênio – DBO₅ (mg/L)	0,10
Nitratos (NO₃⁻) (mg/L)	0,10
Fosfatos (PO₄³⁻) (mg/L)	0,10
Variação na temperatura(°C)	0,10
Turbidez (UNT)	0,08
Resíduos totais (mg/L)	0,08

Fonte: IGAM, 2004.

Com os resultados das análises laboratoriais e a planilha do Excel com todas as fórmulas para o cálculo dos valores de IQA, lançaram-se os valores dos parâmetros de qualidade pesquisados e seus pesos correspondentes (Tabela 3.2).

A partir dos resultados encontrados, determina-se o Índice de Qualidade de Água do Rio Vieira e posteriormente identifica-se o nível de qualidade das águas sob a influência da área urbana de Montes Claros/MG, conforme a faixa na qual o IQA se enquadra, de acordo com a Tabela 3.2. O Índice de Qualidade de Água varia de 0 a 100. O peso atribuído ao parâmetro é função de sua importância na qualidade da água (IGAM, 2004). No encarte da próxima página encontra-se o mapa hidrográfico das subdivisões em Sub-bacias do Rio Vieira (Figura 3.1).

Tabela 3.2 - Nível de Qualidade de Água

Nível de Qualidade	Faixa
Excelente	$90 < IQA \leq 100$
Bom	$70 < IQA \leq 90$
Médio	$50 < IQA \leq 70$
Ruim	$25 < IQA \leq 50$
Muito Ruim	$0 < IQA \leq 25$

Fonte: IGAM, 2004.

Para o acondicionamento e preservação das amostras, foram utilizados recipientes de vidro âmbar de um litro contendo ácido sulfúrico, para a determinação dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos; também foi utilizado o vidro branco com ácido nítrico, com capacidade de 100ml na amostragem para os parâmetros metais. Os recipientes, previamente esterilizados e os ácidos, foram fornecidos pelo Instituto de Química da UFU. As coletas de amostras aconteceram no horário diurno. A amostragem foi realizada entre os meses de dezembro de 2005 e outubro de 2006. Totalizando dois períodos da estação seca e dois períodos da estação chuvosa, as coletas estiveram de acordo com a NBR 9898 (ABNT, 1987).

Na avaliação da influência da área urbana na bacia hidrográfica do Rio Vieira, utilizam-se levantamentos bibliográficos; informações de órgãos como COPASA, IBGE, SEPLA, IGAM, EMATER, CETEC, dentre outros; informações com técnicos da EMATER e da COPASA; a observação do uso e da ocupação do solo; os valores do IQA foram determinados e foi efetuada a divisão da bacia hidrográfica em compartimentos geográficos.

Foram realizadas as seguintes análises da água do Rio Vieira:

Metais Pesados: Cádmio (ppm); Chumbo (ppm); Cobre (ppm); Ferro (mg/L); Manganês (ppm); Zinco (ppm); Cromo (ppm); Mercúrio (ppm); Alumínio (ppm). A determinação ocorreu pelo método de absorção atômica – Aparelho CG AA905.

Parâmetros Físicos – Químicos: pH; Condutividade (μ mh/cm); Turbidez (U.N.T); Oxigênio Dissolvido (mg/L) – OD; Demanda Bioquímica de Oxigênio – DBO; Demanda

Química de Oxigênio – DQO; Sólidos Sedimentados (mL/L); Sólidos Suspensos 105°C (mg/L); Sólidos Totais (mg/L); Sólidos Dissolvidos totais (mg/L); Óleos e Graxas (mg/L); Nitrogênio Total (mg/L); Nitrogênio Amoniacal (mg/L); Nitrogênio Orgânico (mg/L); Fósforo Total (mg/L), Cálcio (µg/L), Dureza de Magnésio (mg/L); Dureza Total (mg/L); Dureza de Cálcio; (mg/L); Nitrito (µg/L), Nitrato (µg/L), Matéria Orgânica (mg/L). Odor; Cloretos (mg/L); Sulfetos (mg/L); Cianetos (mg/L), Sulfatos (mg/L). Determinaram-se estes parâmetros pelas normas analíticas do Instituto Adolf Lutz.

Parâmetros Microbiológicos: Coliformes Fecais, Coliformes Totais. Determinados por meio do *Standard Methods* (APHA, 1992) para a Análise de Água e Esgoto. Os parâmetros citados são considerados pela Agência Nacional de Águas como parâmetros de interesse, necessários para se determinar a qualidade das águas, classificando-as por classe, conforme o uso.

Os dados pluviométricos foram fornecidos pela ECP de Montes Claros, Estação Climatológica Principal do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET. A primeira amostragem ocorreu em dezembro de 2005 em um dia que apresentou 73,10 mm de chuva e chuva acumulada mensal de 279,30 mm. A segunda amostragem aconteceu em maio de 2006, final do período chuvoso, num dia seco, sem chuva acumulada mensal e com a última chuva significativa de 48,30 mm. A terceira amostragem realizada em agosto de 2006, em um dia sem chuva, num período normal de seca com chuva acumulada mensal de 3,8 mm e última chuva significativa de 0,40 mm. A quarta amostragem foi realizada em outubro de 2006, em dia de chuva de 0,10 mm, e acumulada mensal de 95,60 mm.

Para a interpretação dos dados coletados e dos resultados das análises laboratoriais, a bacia do Rio Vieira foi subdividida em sub-bacias, e desenvolveu-se mapa com a sobreposição dos setores censitários e das regiões geográficas de Montes Claros. Sobre o mapa da malha hídrica da bacia do Rio Vieira, a subdivisão em sub-bacias ocorreu a partir dos divisores de águas, considerando os rios e córregos com foz no Rio Vieira. Serão descritas, a seguir, as sub-bacias do Rio Vieira, que também estão sujeitas ao fenômeno da erosão, provocado por fenômenos naturais e por ação antrópica.

CAPÍTULO 4

RESULTADOS

4.1 BACIA HIDROGRÁFICA

Nas sub-bacias do Rio Vieira há exploração de água subterrânea em várias propriedades. Para fins de irrigação a água é explotada por 25 usuários; cerca de 75 outros usuários utilizam de água subterrânea da bacia para fins de dessedentação de animais e usos domésticos. Não obstante, ocorrem, também, captações superficiais, especialmente em pequenas propriedades cujo uso é destinado à irrigação de hortaliças na periferia da cidade, como é o caso das propriedades de Alfeirão, dos Bois e do Cedro. Os cursos d'água Palmital, dos Porcos e Gameleira, a montante da cidade são intermitentes, inexpressivos para fins agrícola comercial. A maioria das áreas do município de Montes Claros é de formação calcárea (EMATER, 2006).

Na bacia do Rio Vieira, em geral, há atividades de culturas temporárias. Nas proximidades de suas margens e nas de seus afluentes, predomina a pecuária, criação de pequenos animais e a agricultura familiar com exploração da horticultura. Parte da produção é comercializada no mercado e em feiras. Utiliza-se agroquímicos (herbicidas e defensivos agrícolas, carrapaticidas etc.) uma prática que nem sempre segue orientação técnica. De forma geral, a ocupação agrícola do solo na bacia do Rio Vieira pode provocar contaminações que chegam aos cursos d'água por carga difusa, atingindo as águas subterrâneas e superficiais.

Os afluentes do Rio Vieira com foz em área urbana têm suas porções urbanas habitadas. A mata ciliar foi substituída durante os processos de urbanização. Em área rural, a mata ciliar está comprometida, e as atividades desenvolvidas na bacia, de uma forma geral, geram processos erosivos com o agravante da ausência da mata ciliar.

Algumas residências rurais não possuem banheiro, outras utilizam fossa seca construídas pelos próprios moradores. O lixo gerado é enterrado ou queimado; os resíduos de criação, exemplificando a criação convencional de porcos desenvolvida nos quintais, são dispostos na área da bacia.

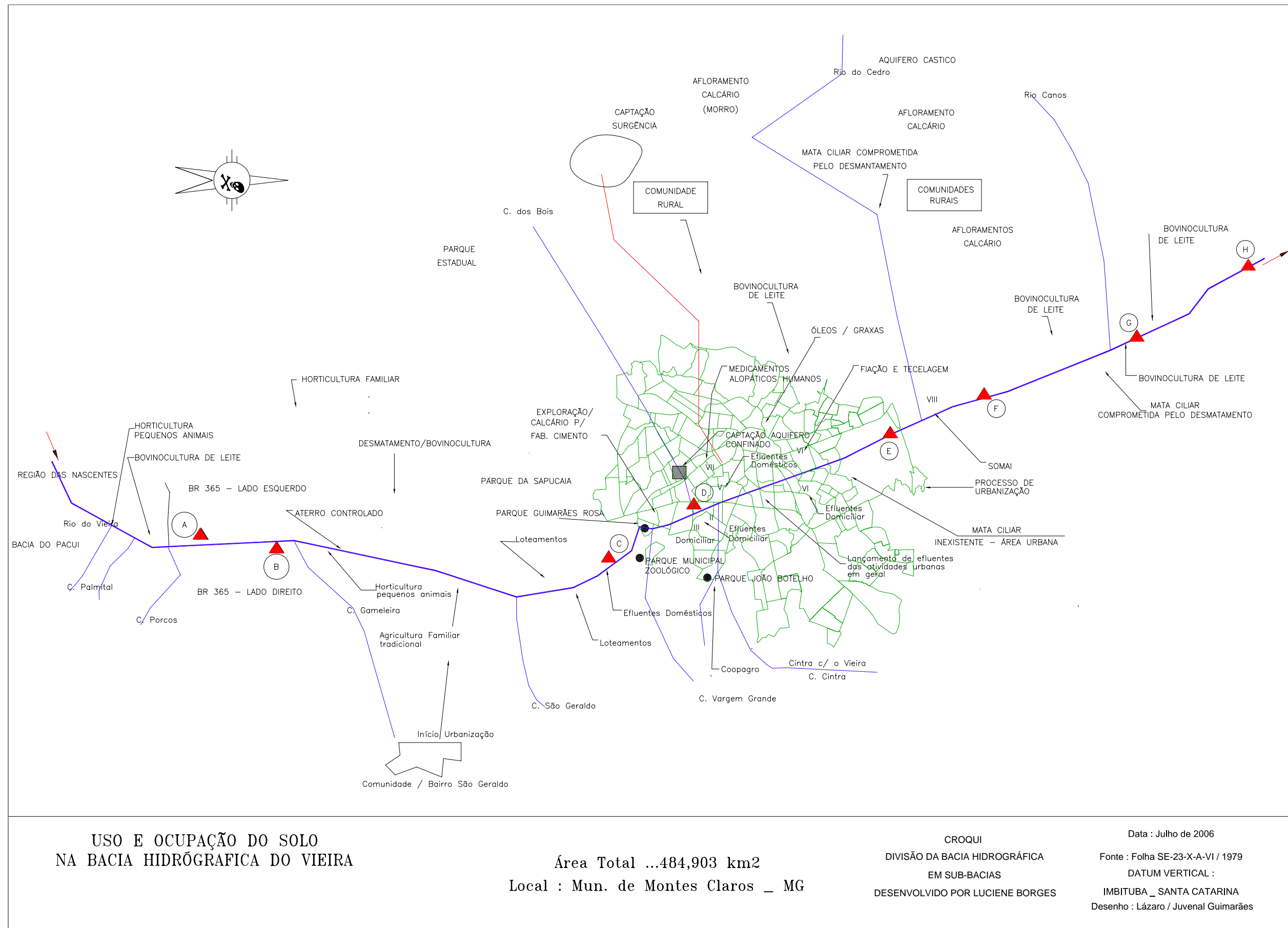
Na tabela 4.1, estão apresentadas as áreas, perímetros, extensão dos cursos d'água e a densidade de drenagem das sub-bacias hidrográficas do Rio Vieira. A bacia hidrográfica do Rio Vieira foi subdividida em nove sub-bacias, e numeradas de (01) a (09) nas descrições de cada trecho a montante de cada ponto de amostragem. No encarte da próxima página esta o Croqui com as informações citadas anteriormente (Figura 4.1).

Tabela 4.1 - Sub-bacias com a densidade de drenagem e outras dimensões.

Sub-bacias (Rio Vieira)		Área (km ²)	Perímetro (km)	Extensão dos cursos d'água (km)	Densidade de Drenagem -Dd (km/km ²)
01	Rio Canoas	126,600	70,250	58,510	0,462
02	Rio do Cedro	93,080	63,960	33,870	0,364
03	Córrego dos Bois	94,240	51,820	37,980	0,403
04	Córrego do Palmital	28,260	24,470	5,119	0,181
05	Córrego dos Porcos	7,029	13,060	3,367	0,479
06	Córrego Gameleiras	24,410	22,330	19,960	0,818
07	Córrego São Geraldo	15,140	21,440	10,250	0,677
08	Córrego Vargem Grande	24,350	22,980	12,000	0,493
09	Córrego do Cintra	68,260	69,090	27,730	0,406

4.1.1 Sub-bacias

As atividades desenvolvidas estão descritas, no texto, considerando o uso e a ocupação da paisagem observada, principalmente as mais relevantes, quanto à qualidade da água. As sub-bacias, os pontos de amostragem e as atividades desenvolvidas estão descritos sequencialmente no sentido do fluxo do rio. Serão descrita no texto as principal atividade e os recursos naturais a montante de cada ponto de amostragem. A descrição inicia-se imediatamente a jusante do ponto de amostragem anterior. Cada ponto de amostragem descrito engloba as atividades desenvolvidas a sua montante e não apenas o ponto em si. Utilizou-se o altímetro Pretel - Alti/D2, na determinação da altitude dos pontos de amostragem e utilizou-se o Sistema de Posicionamento Global - GPS Garmim 12, Código OLA THE, USA.



Sub-bacia do Córrego Palmital (04) - A sub-bacia está a montante da cidade de Montes Claros, próxima do aterro controlado, da BR 365 e da estrada de terra que dá acesso às fazendas desta sub-bacia e à região das nascentes. A mata ciliar está comprometida pelas atividades agrícolas desenvolvidas. O desmatamento é verificado já na primeira fazenda vizinha da região das nascentes e as atividades rurais ocorrem com predominância da bovinocultura de leite. Nesta sub-bacia encontram-se as nascentes e a principal brota na Serra do Mel também conhecida como Serra do Vieira, divisor de águas com beleza natural significativa.

Nas proximidades das nascentes, a mata é mais fechada e se pode observar gado pastando. Logo a jusante da primeira cachoeira há uma pequena criação de porcos. A cachoeira possui estrutura de concreto que forma um tanque, onde visitantes tomam banho. Da cachoeira sai uma canalização que conduz um fluxo de água á jusante. O acesso às nascentes foi realizado com facilidade, a pé, a partir da primeira cachoeira.

Sub-bacia do Córrego dos Porcos (05) – Ponto de amostragens **A**. O ponto de amostragem **A** localiza-se nesta sub-bacia à margem direita do Rio Vieira, num ponto de altitude de 676 m. Nas proximidades deste ponto, encontra-se o aterro controlado, com altitude de 681m e desnível de 5m em relação ao ponto **A**. O ponto **A** está numa área de vegetação ciliar, e as árvores possuem porte alto. Em linha reta está próximo da BR 365 e da ponte tipo mata-burro da estrada de terra que corta o Rio Vieira e dá acesso ao ponto de amostragem.

Ao passar por esse ponto, as águas do Rio Vieira já receberam a contribuição do Córrego Palmital, intermitente e inexpressivo para agricultura com fins comerciais. É o primeiro afluente formador do principal curso d'água da Bacia do Vieira. Nesta sub-bacia, encontra-se a Serra dos Porcos, divisor de águas, em bom estado de conservação e de beleza paisagística que pode ser vista pelos que trafegam a BR 365. O descuido no cercamento de propriedades vizinhas à serra pode possibilitar a presença de animais pastando (Figura 4.2).



Figura 4.2 – Visão da região do Ponto de Amostragem A

Existe a possibilidade de contaminação por percolado originado do aterro controlado. A área onde está o aterro foi anteriormente um lixão a céu aberto por, aproximadamente, 30 anos. O aterro dista aproximadamente de 1,8 km do início do perímetro urbano considerando o Trevo de Montes Claros/ Pirapora, em linha reta. A distância do aterro ao centro de Montes Claros, é cerca de 7,2 km. A área a montante é da sub-bacia do Córrego do Palmital (04). No encarte da página 45 é apresentado o croqui de alguns dos usos e ocupação do solo na Bacia Hidrográfica do Rio Vieira, descritos neste subcapítulo.

Sub-bacia do Córrego Gameleira (06) - O ponto **B** localiza-se na margem direita do Rio Vieira, numa altitude de 658m a 18m de desnível do ponto **A** e à esquerda do aterro controlado com 23m de desnível dele. O ponto **B** está próximo da ponte da estrada de terra que dá acesso à comunidade /Bairro São Geraldo e da BR 365. Neste ponto de amostragem, o Rio Vieira já recebeu a contribuição de um curso d'água intermitente, do Córrego dos Porcos e de sua sub-bacia (05). É uma região predominantemente rural, com lançamentos de carga difusa rurais. Nesta sub-bacia, passa a BR 135 que dá acesso à capital do Estado de Minas Gerais.

A área a montante do ponto **B** é delimitada pela BR 365. No lado esquerdo dessa BR, no sentido do fluxo do rio, ocorrem atividades de bovinocultura de leite e haras, em atividade recente, para animais de equitação com número expressivo de baias. Inicia-se ocupação com

características de sítios utilizados em finais de semana. A Serra dos Porcos é divisor de águas e a mata ciliar na maior parte da área está comprometida pelo desmatamento. Do lado direito da BR 365, está a estrada de terra que corta o Rio Vieira nas proximidades do ponto de amostragem **B**, que é também uma área predominantemente rural. O Bairro São Geraldo, em processo inicial de urbanização, ainda guarda características da tradicional agricultura familiar.

Sub-bacia do Córrego São Geraldo (07) – A montante do ponto **C** existem duas áreas, delimitadas pela BR 365. No lado direito da BR está o Bairro São Geraldo, chácaras e loteamentos em início de ocupação. No lado esquerdo, há o aterro controlado com 49m de desnível em relação ao ponto **C**, loteamentos e bairros em processo de habitação. A jusante do aterro ocorre atividades de chacreamento, haras e loteamento. A agricultura praticada é familiar predominando o cultivo de hortaliças.

Sub-bacia do Córrego Vargem Grande (08) – A montante do ponto **C** - A sub-bacia do Córrego Vargem Grande está em sua maior parte dentro de área urbana, parte do seu curso canalizado e uma outra pequena porção rural sofre a influência da urbanização, destacam-se os loteamentos, sinais visíveis do crescimento do processo urbanístico e a pressão resultante sobre a paisagem natural. A área é predominantemente habitada por população de baixo poder aquisitivo e os serviços essenciais estão em processo de implantação.

Sub-bacia do Córrego dos Bois (03) - O ponto **C** está numa altitude de 632m e mais próximo da urbanização da cidade de Montes Claros, localizado a montante do primeiro lançamento de esgoto doméstico, identificado com o nº **I** Figura 4.1. Este ponto de amostragem está à margem direita do Rio Vieira, dentro do Bairro Morada do Parque, onde o Rio Vieira já recebeu contribuição dos Córregos São Geraldo e Gameleira.

Pela margem direita do Rio Vieira, há um clube de porte pequeno; entre este clube e o rio, localiza-se uma área de preservação permanente, uma área de mata ciliar, que passou por um período de invasão, com retirada de água por bombeamento instalado nas margens, provocando assoreamento. Alguns lotes do bairro chegam próximo do limite das margens.

A montante do ponto de amostragem **D**, localiza-se parte da área rural da cidade de Montes Claros, loteamentos e áreas residenciais e um condomínio de classe média, imediatamente

após o ponto C, com mais de dez prédios, cada um deles com quatro andares, em fase de implantação e habitação. O condomínio ocupa uma área de mata ciliar do Rio Vieira, uma área maior que a ocupada foi anexada à mata ciliar. Nesta sub-bacia, ocorre irrigação e criação de pequenos animais, exemplificando a criação de porcos, via captação das águas em área rural do Córrego dos Bois, ou Córrego Pai João (Figura 4.3).



Figura 4.3 – Obras do Córrego Pai João
Fonte: PMMC.

Nas áreas de domínio do Parque Guimarães Rosa, a mata ciliar está comprometida no percurso do rio dentro do parque; neste trecho o rio já recebe as pressões urbanas, como os lançamentos de efluentes domésticos e industriais, as cargas difusas urbanas e rurais; a disposição inadequada de resíduos sólidos, a contribuição da rede coletora de água pluvial e o fluxo de transporte em suas margens impermeabilizadas pela construção de ruas e avenidas que facilitam o deslocamento entre os bairros, estes construídos até nas proximidades das margens do Rio Vieira e de seus afluentes (Figura 4.4).



Figura 4.4 - Rio Vieira dentro do Parque Guimarães Rosa.
Fonte: Secretaria Municipal de Meio Ambiente - PMMC.

Em região de nascentes e surgências foi criado o Parque Estadual da Lapa Grande na região da Lapa Grande/Cedro, a Oeste/Noroeste, ricas em quantidade e qualidade de grutas e vales cegos. Nessa região, está presente um importante manancial subterrâneo, rios e córregos intermitentes (EMATER, 2006).

Nesta sub-bacia, localiza-se o Parque Municipal Milton Prates, para fins de lazer, sem a vegetação e a paisagem original, mas possui vegetação nativa do cerrado. Ao lado, situa-se o Zoológico Municipal Amaro Sátiro de Araújo, numa área de 36.000 m². Os dois ambientes são separados por uma tela de arame com cerca viva. Uma das funções do Zoológico é proporcionar condições para minimizar a vida estressante dos animais. É através do uso de técnicas de enriquecimento de recintos que se proporciona uma vida com vários desafios semelhantes aos de vida livre.

Os resíduos gerados no zoológico são as águas da limpeza dos recintos dos animais e as fezes. As fezes são coletadas e, posteriormente, faz-se a assepsia; em seguida, são recolhidas pela coleta regular de lixo da cidade. Neste parque, está a Lagoa dos Patos.

O trecho inicial da BR 365 delimita a lagoa com uma área vizinha de disposição de resíduos de construção e demolição. Outros importantes recursos naturais são a Serra do Sapé, o Parque Estadual da Lapa Grande e o Morro Dois Irmãos, divisor de águas das sub-bacias do Cedro e dos Bois. Dele se retira calcário para uma fábrica de cimento instalada na sub-bacia em área próxima ao Distrito Industrial. Em seu entorno estão instalados bairros com populações de baixo poder aquisitivo.

Sub-bacia do Córrego do Cintra (09) – A montante do ponto **D**. Neste ponto, o Rio Vieira ainda não entrou no Distrito Industrial. Nela, encontra-se o ponto de amostragem **D** numa altitude de 594m. Antes do ponto **D**, o Rio Vieira já recebeu a contribuição dos córregos Vargem Grande pela margem direita, do Córrego dos Bois pela margem esquerda. Recebe também lançamento de efluente indicado no mapa pelo número **II**, cargas difusas rurais e urbanas que conduzem os resíduos das atividades da cidade e do meio rural, dispostos na área da bacia hidrográfica (Figura 4.5).



Figura 4.5 – Obras de urbanização do Córrego do Cintra
Fonte: PMMC

Os afluentes também são contribuintes com efluente doméstico e ou industrial como também são receptores de cargas difusas urbanas e rurais. Nos bairros da região do Distrito Industrial, predomina habitações e população de baixo poder aquisitivo; nas margens da chácara onde se localiza o ponto de amostragem ocorre plantio em quintais que margeiam o Rio Vieira e a criação de animais domésticos.

Sub-bacia do Rio do Cedro (02) – A montante do ponto **E**. Nesta sub-bacia estão os pontos de amostragem **E** e **F** – posicionados a jusante das indústrias. A amostragem no ponto **E** foi realizada onde o rio está canalizado, numa altitude de 580 m. Antes de atingir o ponto **E**, o Rio Vieira já recebeu a contribuição do Córrego do Cintra, canalizado em seu trecho urbano. Na parte rural da sub-bacia do Cedro, estão implantadas comunidades rurais, florestas homogêneas de eucaliptos, que ocupam áreas significativas.

Nesse ponto, o rio já recebeu lançamento de efluentes indicado nos mapas como **III**, **IV**, **V**, **VI** e **VII**. Nesta sub-bacia há loteamentos, horticulturas e criação de animais domésticos até as proximidades das margens do Rio Vieira; predomina pecuária leiteira, existindo também a pecuária de corte, além da criação de Aves.

Os recursos naturais são muitos, com beleza paisagística única e potencial para turismo ecológico, entre eles o Morro do Encanto, Serra Bonita, Afloramentos Calcários, Morro Dois Irmãos e Parque Estadual da Lapa Grande. Na comunidade rural Rebentão dos Ferros,

localiza-se a captação de água de uma surgência denominada Rebentão dos Ferros, responsável pelo fornecimento de aproximadamente 10% do abastecimento da cidade. Os proprietários de terras que formam a comunidade contam que, após a captação, a produção de hortaliças foi inviabilizada economicamente, consequência da redução do volume de água disponível para exploração de todas as atividades agrícolas desenvolvidas.

Sub-bacia do Rio do Cedro (02) - Ponto F - Ponto localizado numa Altitude de 574m e a jusante da cidade de Montes Claros, num espaço próximo da área pertencente ao Núcleo de Ciências Agrárias (Figura 4.6).



Figura 4.6 – Vista frontal do Ponto de amostragem F.

Neste ponto, o Rio Vieira já recebeu a contribuição do Rio do Cedro, o lançamento de efluente no ponto **VIII**. O Ponto **F** está próximo do ponto **E**, com atividades agrícolas em geral irrigadas. Na região predominam chácaras e sítios, e bovinocultura de leite.

As sub-bacias do Cedro, do Riachão, são aquíferos cársticos, provavelmente interligados em função dessa característica, especialmente na porção Buriti do Campo Santo, Nova Boqueirão, Riachinho, Riachão. A maioria das sub-bacias do município de Montes Claros especialmente no lado norte do município, são de formação calcárea (EMATER, 2006).

Nessa área de estudo, iniciou-se implantação de bacias de captação e retenção de água, objetivando a recarga dos cursos d'água subterrâneos e superficiais, proteção das estradas rurais e fortalecimento das atividades agrícolas (Figura 4.7). No encarte da próxima página os pontos de foz, amostragem e de efluentes estão indicados na Figura 4.8.



Figura 4.7 – Barraginhas, bacia de captação e retenção de água de chuva
Fonte: Prefeitura Municipal de Montes Claros.

Sub-bacia do Rio Canoas (01) - O ponto de amostragem **G** está numa altitude de 544m. Neste ponto, o Rio Vieira já recebeu a contribuição do Rio Canoas, único afluente que não passa pela área urbana de Montes Claros e não é receptor de carga orgânica produzida pela cidade. É uma região onde predomina as atividades rurais, destacando-se a bovinocultura de leite. O ponto **G** localiza-se dentro de uma fazenda de gado com produção leiteira.

O Rio Canoas nasce próximo à região da barragem de Miralta, município de Montes Claros - MG, e percorre até desaguar quase no final do leito principal do Vieira, a uns 20 km de Montes Claros, no sentido da Estrada da Produção.

Sub-bacia do Rio Canoas (01) - Ponto H - Este ponto de amostragem é ponto da foz com o Rio Verde Grande e está numa altitude de 535 m. É uma área predominantemente rural. A mata ciliar está comprometida pelas atividades desenvolvidas. Destaca-se a bovinocultura de leite que não utiliza a água do Vieira conforme informaram funcionários da fazenda onde o ponto de amostragem está localizado.

As águas doces superficiais, para efeitos de enquadramento, segundo a Resolução nº 357 de 17.03.2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente, são classificadas de acordo com a qualidade requerida para os seus usos preponderantes em cinco classes, a saber: classe especial, classe 1, classe 2, classe 3, classe 4. A citada Resolução diz que, enquanto não aprovadas os respectivos enquadramentos as águas doces serão consideradas de classe 2, exceto se as condições de qualidade atuais forem melhores, o que determinará a aplicação da classe mais rigorosa corresponde conforme citado no Cap.VI, art. 42 da Resolução.

O ano de 2006 foi um ano atípico, em que os cursos d'água da bacia hidrográfica do Rio Vieira receberam maior contribuição das chuvas, devido ao aumento da precipitação pluviométrica em todo o seu decorrer. O período de seca não foi tão acentuado como normalmente ocorre. Mesmo assim o quadro de análise da qualidade da água do Rio Vieira apresentou alta concentração de parâmetros analisados, com resultados preocupantes.

A primeira amostragem ocorreu em dezembro de 2005 em um dia que apresentou 73,10 mm de chuva e chuva acumulada mensal de 279,30 mm. A segunda amostragem aconteceu em maio de 2006, final do período chuvoso, num dia seco, sem chuva acumulada mensal e com a ultima chuva significativa de 48,30 mm. A terceira amostragem realizada em agosto de 2006, em dia seco, num período normal de seca com chuva acumulada mensal de 3,8 mm e ultima chuva significativa de 0,40 mm. A quarta amostragem foi realizada em outubro de 2006, num dia de 0,10 mm de chuva, com acumulada mensal de 95,60 mm.

A tabela 4.2 apresenta a normal climatológica no período de 1969 a 1990. A tabela 4.3 apresenta o histórico das precipitações mensais de 2003 a 2006. Nela os meses das amostragens estão destacados.

Tabela 4.2 - Dados meteorológicos mensais médios – Normal climatológica – 1969 a 1990 para Montes Claros/MG,

Parâmetros	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Precipitação Total (mm)	192,0	115,7	124,6	41,6	14,2	4,3	3,5	6,6	21,2	110,5	211,0	237,1

Fonte: MAPA – Ministério da agricultura, pecuária e abastecimento, INMET – 5º DISME, SEOMA.

Tabela 4.3 - Dados meteorológicos mensais do ano de 2003 a 2006, Montes Claros/MG, Precipitação Total (em mm)

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
2003	271,8	25,8	39,3	4,3	5,4	0,0	0,0	10,2	0,0	54,0	56,2	204,7
2004	277,3	315,1	185,3	60,8	4,0	26,2	12,8	0,0	0,0	24,1	98,9	288,7
2005	258,6	237,4	127,1	14,7	24,0	4,6	0,2	1,2	23,4	63,6	293,5	279,7
2006	47,9	63,8	326,8	211,5	0,0	0,3	0,4	3,8	61,0	95,6	279,0	191,1

Fonte: MAPA – Ministério da agricultura, pecuária e abastecimento, INMET – 5º DISME, SEOMA.

Pode-se inferir que os poluentes tenham sido diluídos e carregados com os sedimentos no período de maior incidência de chuvas, o que reduziu sua concentração final nos períodos que poderiam ser considerados críticos. Mesmo assim, os resultados dos principais parâmetros analisados apontam para uma concentração muito acima dos níveis permitidos para um curso d'água considerado como de classe 2.

Historicamente, a ocupação na área da bacia hidrográfica do Rio Vieira tem ocorrido numa realidade de transição de um sistema rural para um sistema urbano e rural. Embora não tenha sido adequado o uso rural do solo da bacia, este não mostra efeitos diretos significativos sobre a qualidade da água do Rio Vieira. Hoje, há maior concentração de poluentes ao longo do percurso urbano do rio, o que demonstra a necessidade de planejamento sócio-ambiental para a ocupação do solo da bacia hidrográfica do Rio Vieira e de sua área de influência. Como consequência, percebe-se a degradação da qualidade da água, da fauna e da flora.

Para a discussão que se inicia, tomou-se como referência a Resolução CONAMA nº 357, de 17.03.2005 e considerou-se o Rio Vieira como de classe 2, pois não se conhece qualquer proposta feita para o seu enquadramento até o momento. Nas figuras que se seguem, encontram-se representados os dados das quatro amostragens realizadas para determinação de metais como: Ferro, Cromo, Zinco, Alumínio, Manganês, Cobre e Chumbo. No que diz respeito aos metais Cádmio e Mercúrio, não houve detecção em nenhuma amostragem.

Os limites apresentados para estes metais na Resolução CONAMA nº 357 de 17.03.2005, para rios de classe 2 estão apresentados na Tabela 4.4. Ressalta-se que a primeira e a segunda amostragem foi realizada em períodos sob a influência de maior contribuição hídrica, a primeira ocorreu em um dia chuvoso; a terceira e a quarta, em períodos de menor contribuição hídrica.

Tabela 4.4 - Metais pesados e seus respectivos limites CONAMA nº 357 de 17.03.2005 para rios de classe 2.

PARÂMETROS	LIMITES PARA CLASSE 2 (mg/L)
Ferro	0,3000
Cromo	0,0500
Cádmio	0,0020
Zinco	0,1800
Alumínio	0,1000
Manganês	0,1000
Cobre	0,0090
Mercúrio	0,0002
Chumbo	0,0100

A Figura 4.9 apresenta os valores do Ferro nas quatro amostragens e o limite máximo fixado para a classe 2, de 0,3 mg/L, segundo Resolução CONAMA nº 357, de 17.03.2005.

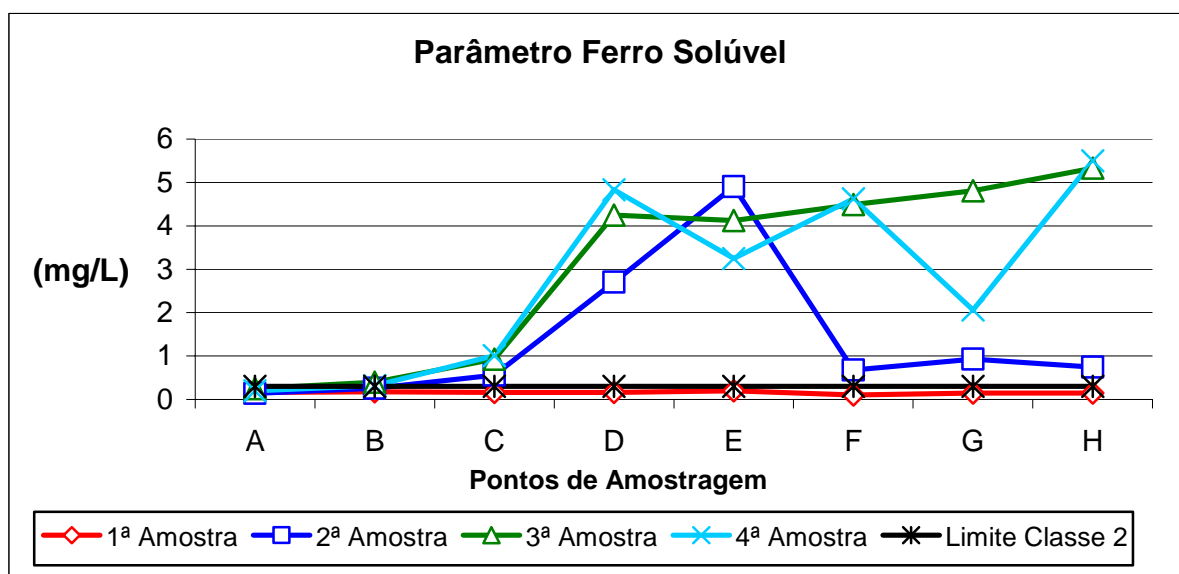


Figura 4.9 Valores obtidos para o Ferro Solúvel em quatro amostragens e limite para classe 2.

Somente na primeira amostragem esse metal apresentou valores, em todos os pontos de coleta, inferiores ao limite da referida Resolução. Nas demais amostragens, o padrão é muito similar. Nos pontos **A**, **B** e **C**, os valores são menores, embora alguns acima dos limites da legislação. No ponto **D**, sob a influência da cidade, com lançamentos de maior quantidade de efluentes sanitários e de águas pluviais, os valores sobem consideravelmente, evidenciando ação antrópica.

Na terceira e quarta amostragens, períodos de menor contribuição hídrica percebe-se crescimento dos nas concentrações do Ferro Solúvel no ponto **F** localizado a jusante da cidade e do distrito industrial. Em período de maior contribuição hídrica, 1ª amostragem, o ferro solúvel pode ter sido lavado. Já na 2ª amostragem as concentrações crescem na área de influencia da cidade sobre o corpo hídrico entre os pontos **C** e **E**.

A Figura 4.10 apresenta os valores do Cromo nas quatro amostragens e o limite máximo fixado para a classe 2, de 0,05 mg/L, segundo Resolução CONAMA nº 357, de 17.03.2005. Na primeira amostragem, o Cromo apresenta valores altos a montante do ponto **E**, sofrendo processo de diluição a partir desse ponto, diminuindo gradualmente sua concentração.

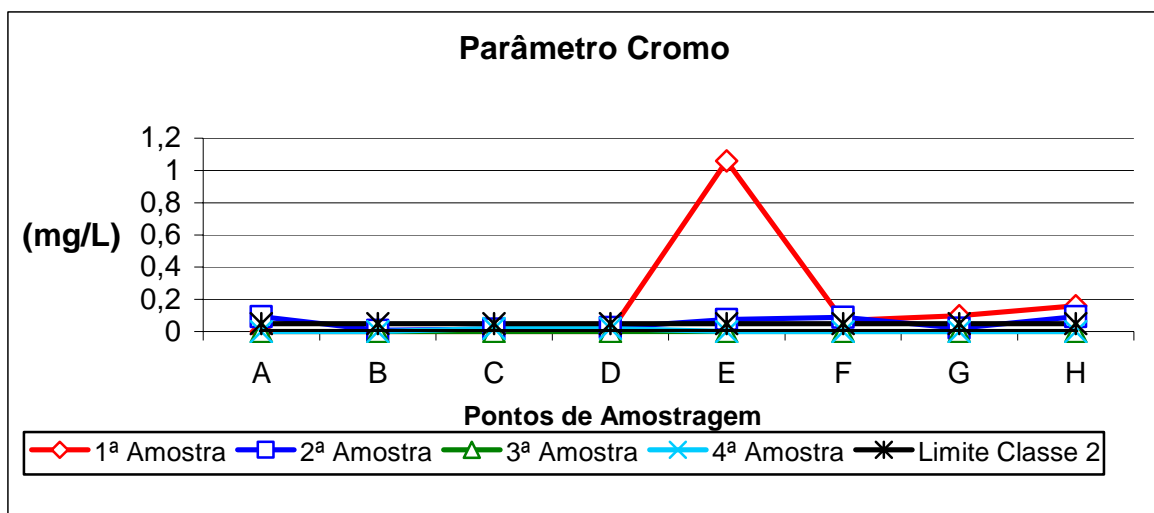


Figura 4.10 - Valores obtidos para o Cromo nas quatro amostragens e limite para a classe 2.

A concentração do Cromo é maior na primeira amostragem e em menor proporção na segunda. A primeira amostragem foi realizada em época chuvosa com alta vazão no rio. A segunda ainda sofreu os efeitos da época chuvosa. Com a redução da vazão (terceira e quarta amostragens), a detecção desse metal é praticamente inexistente.

Assim, não se pode inferir que sua presença no ponto **E** na primeira amostragem se deva apenas a lançamento de efluentes industriais ou domésticos entre os pontos **D** e **E**. Várias hipóteses podem ser levantadas como: o cromo pode ter sido revolvido dos sedimentos de outros pontos do rio, ou pode ter havido uma limpeza de algum sistema contendo o metal e carreado para o rio, entre outras possibilidades.

A Figura 4.11 apresenta os valores do Zinco nas quatro amostragens e o limite máximo fixado para a classe 2, de 0,18 mg/L, segundo Resolução CONAMA nº 357, de 17.03.2005.

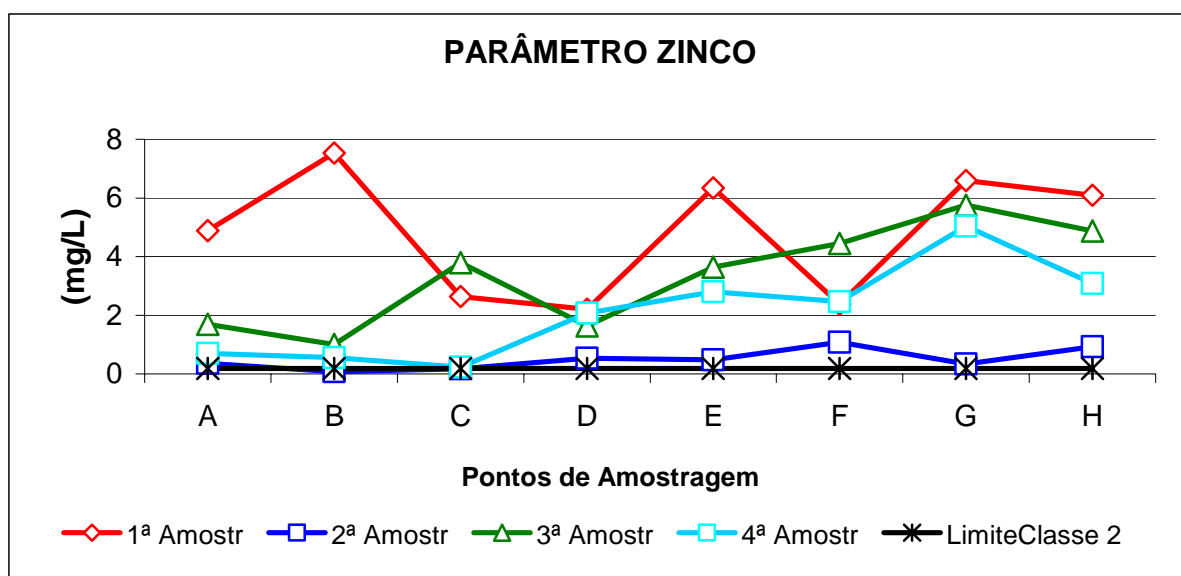


Figura 4.11 - Valores obtidos para o Zinco nas quatro amostragens e limite para a classe 2.

Essa Figura apresenta um quadro mais difuso, sendo difícil afirmar se a presença do Zinco ocorre a partir de ação antrópica. É provável que a região tenha características geológicas com a presença desse metal. Existe a possibilidade de se ter um quadro com a soma dos efeitos dos processos naturais e antrópicos. É difícil associar este quadro, difuso, apenas às características antrópicas. Apenas na segunda amostragem ficou próxima à norma. Nas demais amostragens os valores do parâmetro Zinco ficou muito acima da norma, variou de 1 a 7 mg/L.

A Figura 4.12 apresenta os valores do Alumínio nas quatro amostragens e o limite máximo fixado para a classe 2, de 0,1 mg/L, segundo Resolução CONAMA nº 357, de 17.03.2005.

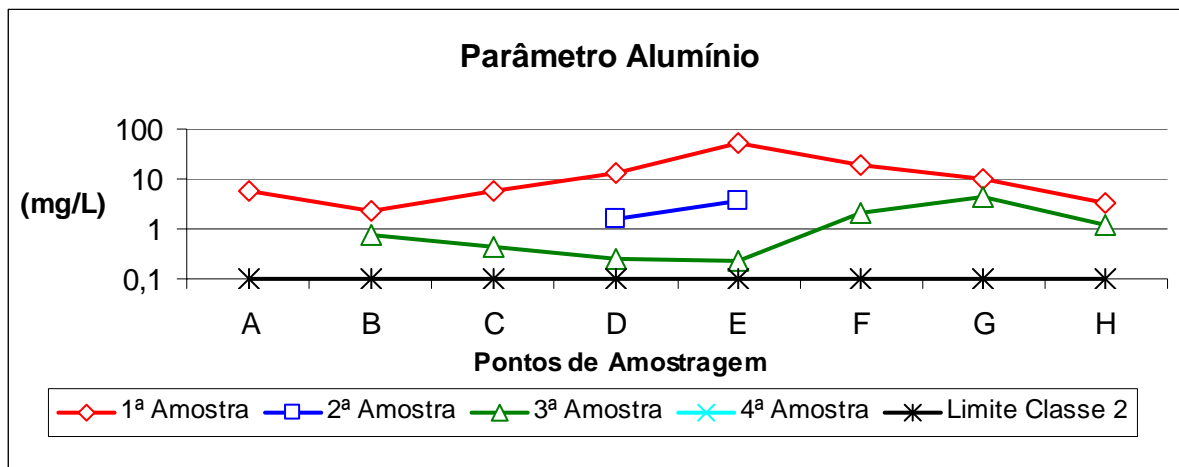


Figura 4.12 - Valores obtidos para o Alumínio nas quatro amostragens e limite para classe 2.

Para este metal é grande a possibilidade da existência de ação antrópica no ambiente. Todos os valores encontrados para o Alumínio estão acima do limite máximo permitido para a classe 2. A primeira amostragem revela a possibilidade de lançamento e/ou condição natural do solo. Nas demais amostragens, a quantidade é significativamente menor, sendo reduzida com a menor contribuição hídrica. Na quarta amostragem, o Alumínio não foi detectado.

A Figura 4.13 apresenta os valores do Manganês nas quatro amostragens e o limite máximo fixado para a classe 2, de 0,1mg/L, segundo Resolução CONAMA nº 357, de 17.03.2005.

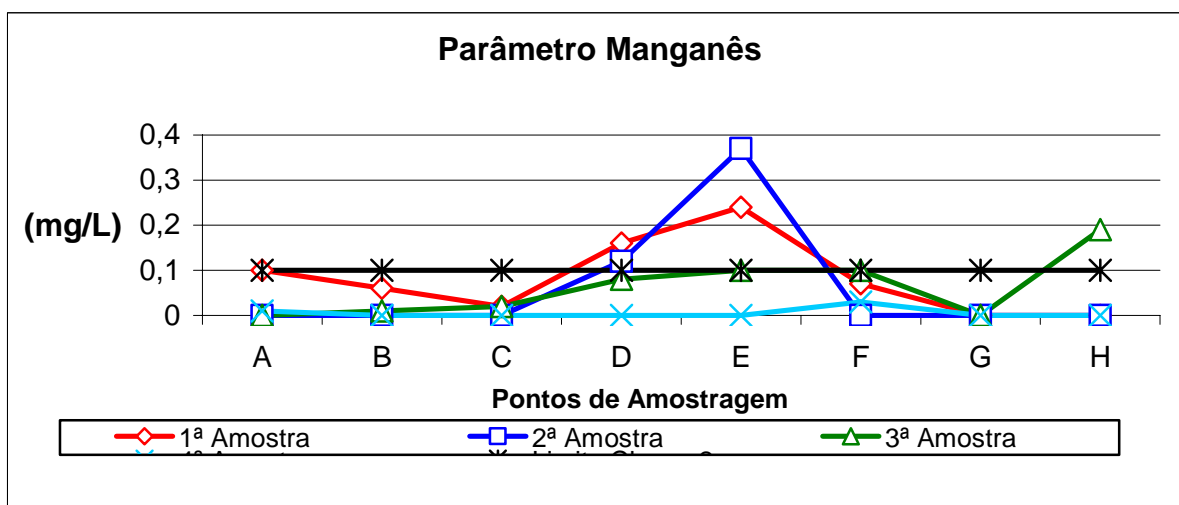


Figura 4.13 - Valores obtidos para o Manganês nas quatro amostragens e limite para classe 2.

Repete-se o padrão de crescimento a montante dos pontos **D** e **E** nas quatro amostragens, sob a influência da cidade e do Distrito Industrial, chegando a ultrapassar três vezes o limite máximo permitido para classe 2. Ao analisar o Manganês em relação ao Ferro, verifica-se diferença significativa entre seus teores.

As Figuras 4.14 e 4.15 apresentam os valores do Cobre e do Chumbo nas quatro amostragens e o limite máximo fixado para a classe 2, de 0,009 mg/L e 0,01 mg/L, segundo Resolução CONAMA nº 357, de 17.03.2005.

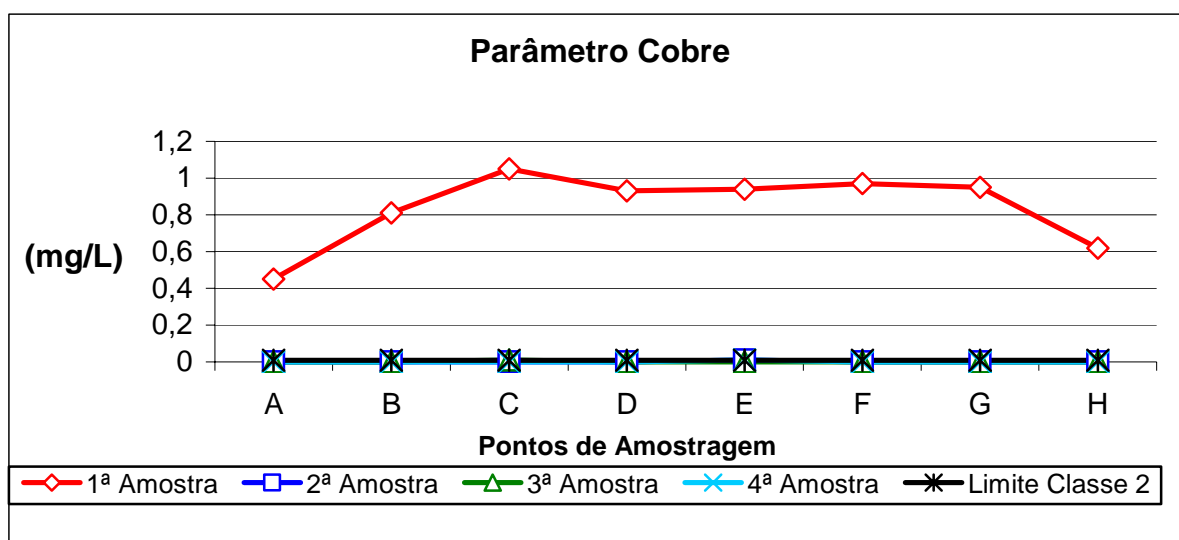


Figura 4.14- Valores obtidos para o Cobre nas quatro amostragens e limite para a classe 2.

Na primeira amostragem, apresentaram valores bem acima da legislação. A primeira amostragem ocorreu em época chuvosa com maior volume hídrico sobre o rio. É provável que houvesse metais nos sedimentos do rio e essa condição de maior volume hídrico tenha revolvido o sedimento ficando os metais suspensos na água. Nas demais amostragens, esse efeito não ocorreu.

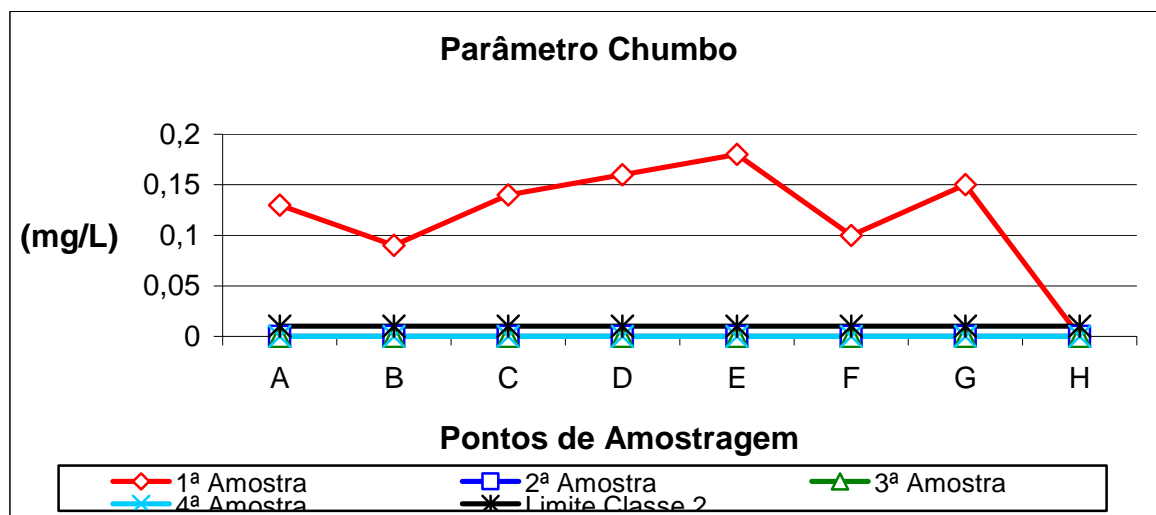


Figura 4.15 - Valores obtidos para Chumbo nas quatro amostragens e limite para a classe 2.

A Figura 4.16 apresenta os valores obtidos de Turbidez nas quatro amostragens e o limite máximo fixado para a classe 2, segundo Resolução CONAMA nº 357, de 17.03.2005. O limite de turbidez para as águas de classe 2 é de, no máximo, 100 UNT.

Salienta-se que, na primeira amostragem, em todos os pontos, este valor foi ultrapassado, o que confirma o fato de, na primeira amostragem, o sedimento ter sido revolvido, sendo acrescido o efeito dos solos carregados de áreas agrícolas e materiais sólidos oriundos das águas pluviais da cidade, mostrando a fragilidade e a exposição do rio pela falta de mata ciliar, que consome nutrientes e age como barreira física das partículas sólidas carregadas pela chuva na área rural e urbana.

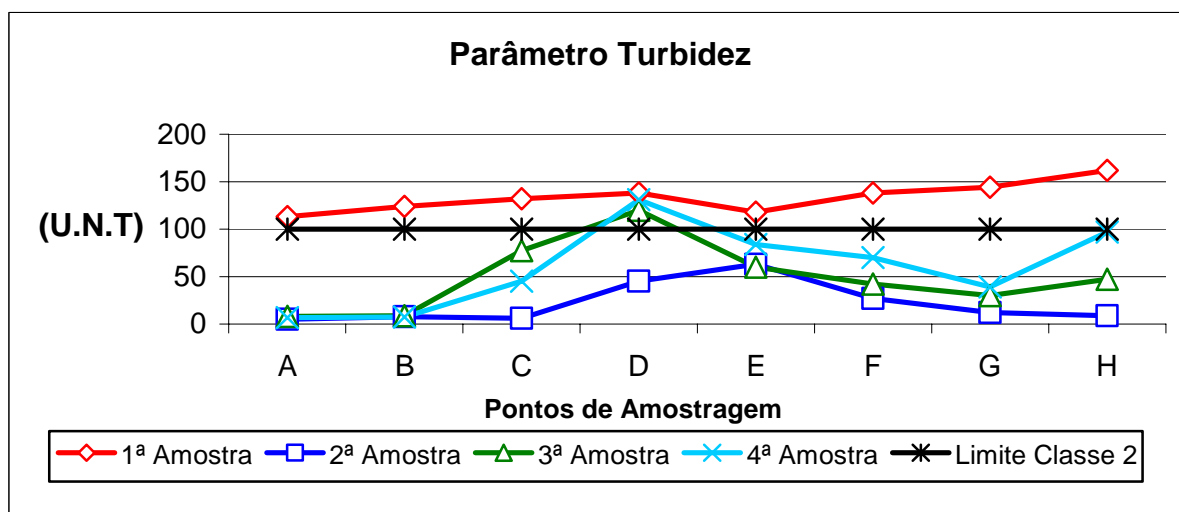


Figura 4.16- Valores obtidos para a Turbidez nas quatro amostragens e limite para a classe 2.

Na terceira e quarta amostragens, o ponto **D** também apresenta turbidez acima de 100 UNT, influência da área urbana com lançamento de águas pluviais, esgotos residenciais e industriais.

As Figuras 4.17, 4.18, 4.19 e 4.20 apresentam os valores obtidos para o Oxigênio Dissolvido (OD), DQO e DBO e Matéria Orgânica nas quatro amostragens e o limite máximo fixado para a classe 2, segundo Resolução CONAMA nº 357, de 17.03.2005. A carga orgânica no rio pode ser mensurada com base nos parâmetros: Matéria Orgânica, Oxigênio Dissolvido, DQO e DBO. A DBO₅ para águas de classe 2 não pode ultrapassar a 5 mg/L e o Oxigênio Dissolvido não pode ser inferior a 5mg/L.

O quadro apresentado é condizente com um aumento de carga orgânica a partir do ponto **C**, onde se iniciam lançamentos de efluentes na área urbana chegando aos pontos **D** e **E**. A DBO apresenta a maioria dos valores acima do permitido pela legislação em todas as amostragens. A partir do ponto **C**, existe diminuição de Oxigênio presente e aumento de DQO e DBO. Os dados mostram um rio onde não existe uma alta capacidade de diluição.

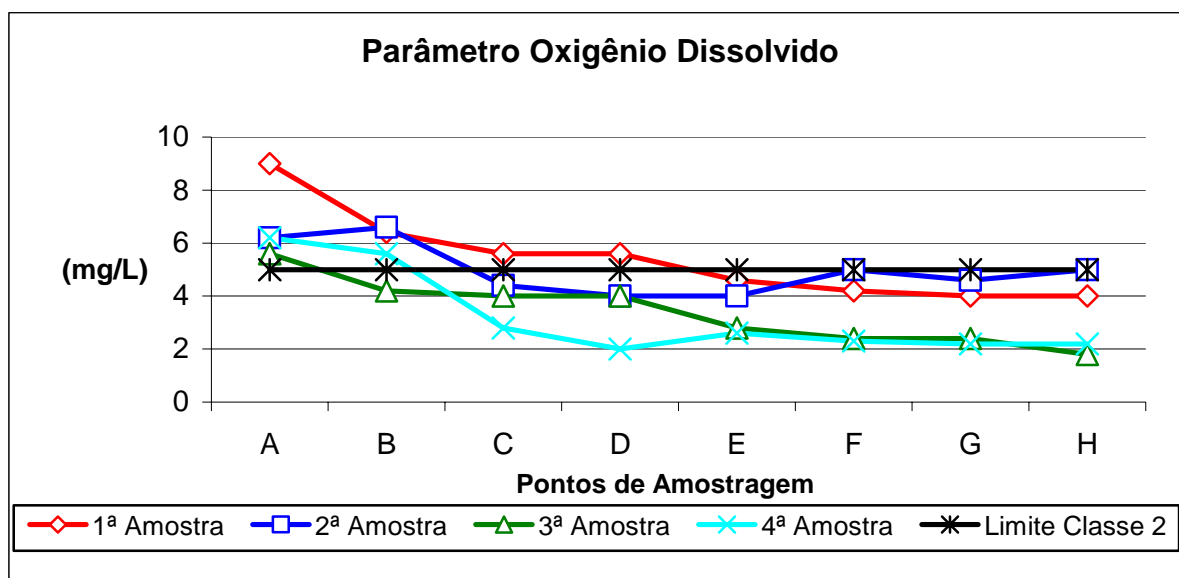


Figura 4. 17 - Valores obtidos para OD nas quatro amostragens e limite para a classe 2.

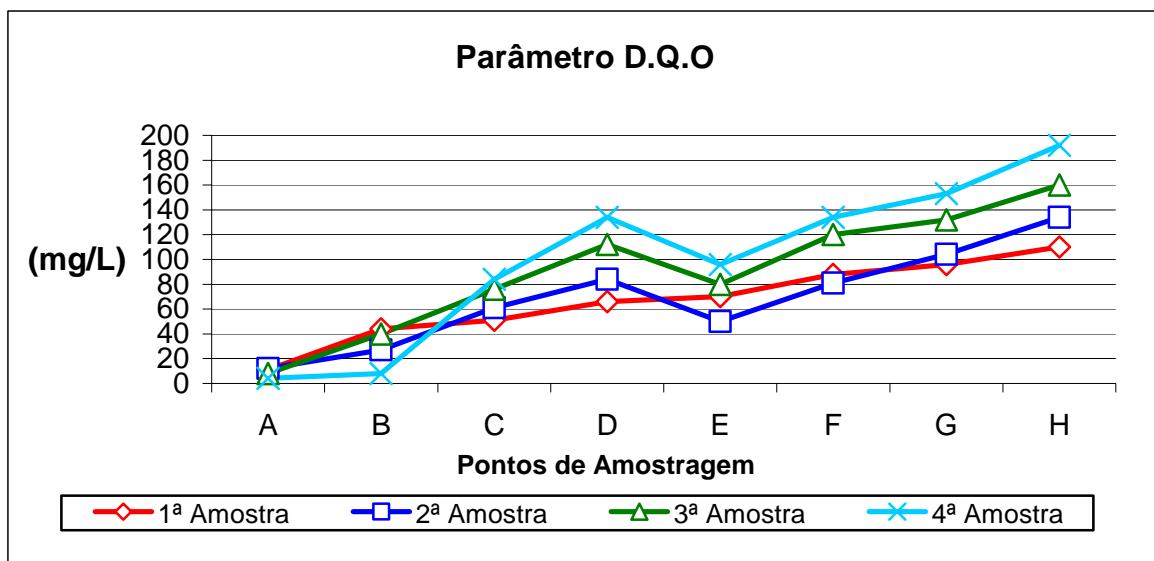


Figura 4.18- Valores obtidos para a DQO nas quatro amostragens e limite para a classe 2.

Os valores obtidos para a **DBO** mostram o incremento de matéria orgânica a partir do ponto **B**, apesar de que em **A** já havia um alto teor de matéria orgânica, mostrando um aumento gradativo em toda a extensão, indicando que em toda essa área o rio está recebendo aporte de matéria orgânica que não consegue diluir. No ponto **E** parece ocorrer uma diluição, talvez pela entrada de um afluente com menor carga orgânica.

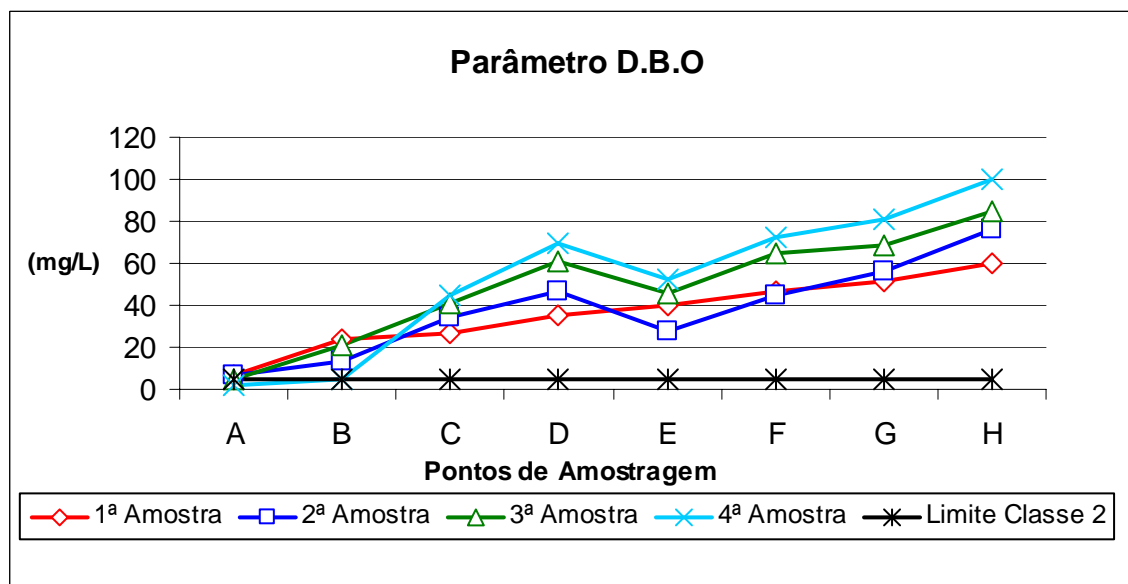


Figura 4.19 - Valores obtidos para a DBO nas quatro amostragens e limite para a classe 2.

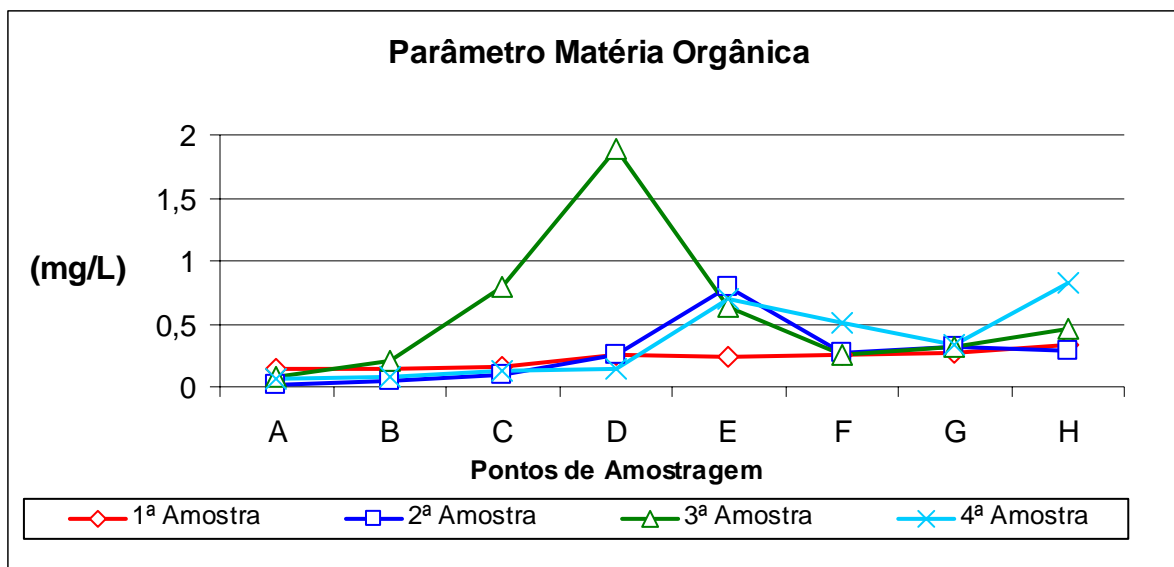


Figura 4.20 Valores obtidos para a Matéria Orgânica nas quatro amostragens e limite classe 2

As Figuras 4.21, 4.22, 4.23, 4.24 e 4.25 apresentam os valores obtidos para o Nitrogênio Amoniacal, Nitrato, Nitrogênio Orgânico, pH e Nitrito nas quatro amostragens e o limite máximo fixado para a classe 2, de 10 mg/L para nitrato, 1,0 mg/L nitrito e pH de 6 a 9, segundo Resolução CONAMA nº 357, de 17.03.2005. A presença de Nitritos em água indica processos biológicos ativos influenciados por despejo orgânico.

Nas figuras mencionadas, o Nitrogênio apresenta-se na água sob várias formas, dependendo do nível de oxidação. O nitrato é a sua forma mais oxidada. O Nitrogênio Amoniacal pode ser um constituinte natural das águas superficiais, resultantes da decomposição da matéria orgânica, contudo altas concentrações são normalmente indicadoras de poluição de origem domiciliar, industrial ou agrícola mais recente.

Excetuando-se a primeira amostragem, as demais mostram um quadro de aumento do Nitrogênio Amoniacal a partir do ponto C, início da influência da urbanização de Montes Claros. Em menor vazão hídrica, apresenta valores elevados na área urbana. A montante do ponto H, área com atividade de predominância agrícola, apresenta tendência no aumento dos valores, o que sugere novamente os efeitos das atividades urbanas sobre os corpos hídricos da bacia hidrográfica.

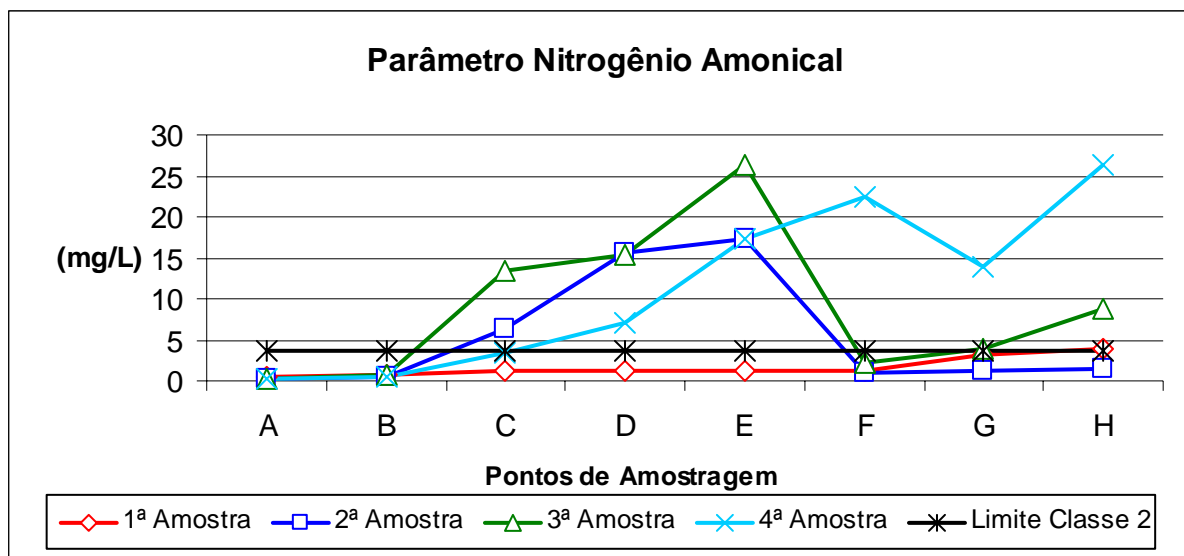


Figura 4.21 - Valores obtidos para o Nitrogênio Amoniacal nas amostragens e limite classe 2.

Na 4ª amostragem, período de menor contribuição hídrica, o aumento dos teores na área rural pode indicar efluentes provenientes de atividades de criação de animais. O Nitrogênio é uma substância tóxica não persistente e não cumulativa. Grandes quantidades de amônia podem causar asfixia de peixes.

O Nitrato, cujo valor máximo pela Resolução CONAMA, nº 357 de 17.03.2005 é de 10 mg/L, é a principal forma de Nitrogênio encontrada nas águas. As principais fontes de Nitrogênio nitrato são dejetos humanos e animais. Os Nitratos estimulam o desenvolvimento de plantas; quando em elevadas concentrações podem conduzir a um crescimento exagerado, processo denominado de eutrofização.

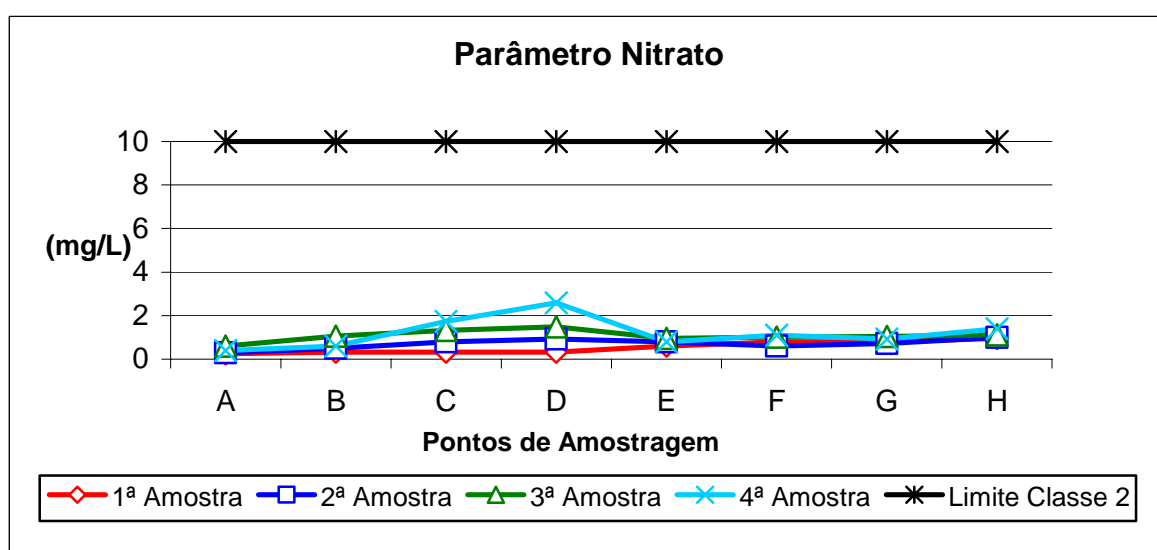


Figura 4.22 - Valores obtidos para o Nitrato nas quatro amostragens e limite para a classe 2.

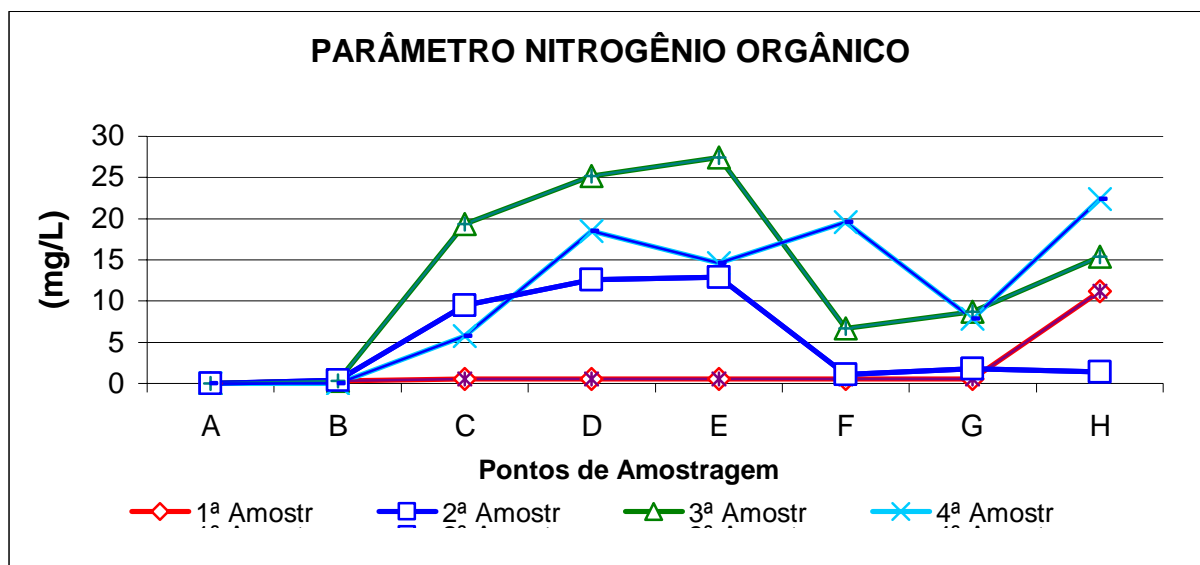


Figura 4.23 - Valores para o Nitrogênio Orgânico nas quatro amostragens e limite classe 2.

O limite de nitrogênio determinado pela legislação é dependente do pH. Admitindo-se um pH inferior a 7,5, tem-se o maior limite de 3,7mg/L. Salienta-se que, a partir do ponto C, os valores chegaram até a faixa de 26mg/L em Nitrogênio Amoniacal. A forma predominante do N em pH abaixo de 8 é indicador de contaminação biológica recente. Indica, assim, um lançamento de esgoto doméstico contínuo em todos os pontos amostrados.

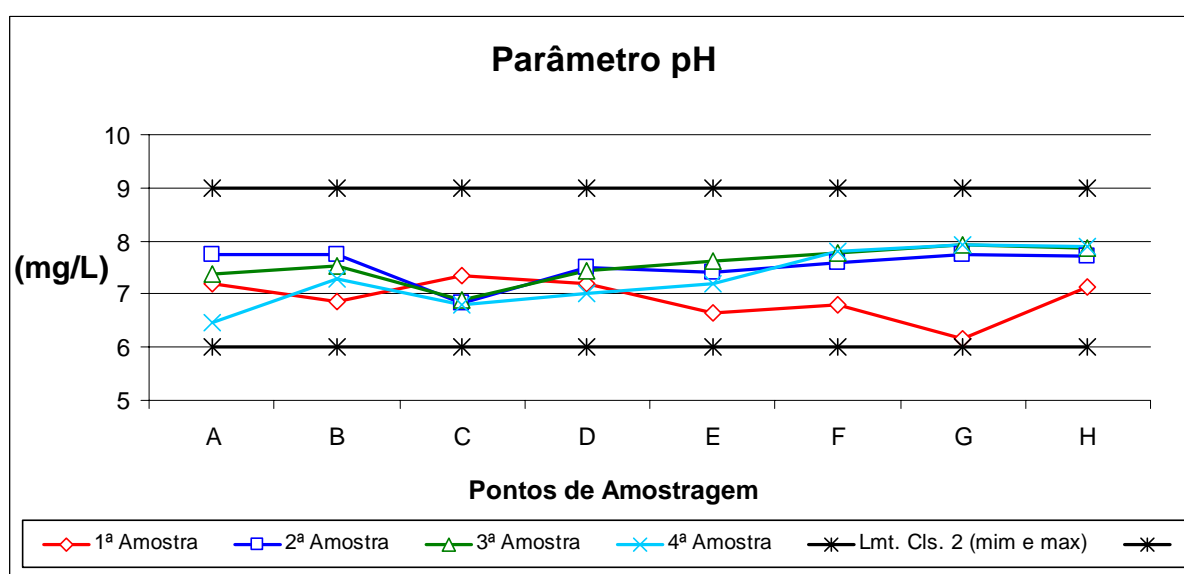


Figura 4.24 – Valores obtidos para pH nas quatro amostragens e limite para a classe 2.

O Nitrito possui valor máximo de 1,0 mg/L, conforme Resolução CONAMA 357 de 17.03.2005 e é indicador de contaminação biológica recente, influenciada por poluição orgânica. Os valores estão abaixo do limite determinado pela legislação. Mesmo assim, apresenta padrão de crescimento no ponto **C** e no ponto **D**. Indica as consequências das atividades antrópicas sobre a qualidade das águas da bacia. Os valores de Nitrogênio são altos e, mesmo em um ano atípico, não houve tempo e condição para promover a oxidação dessas formas.

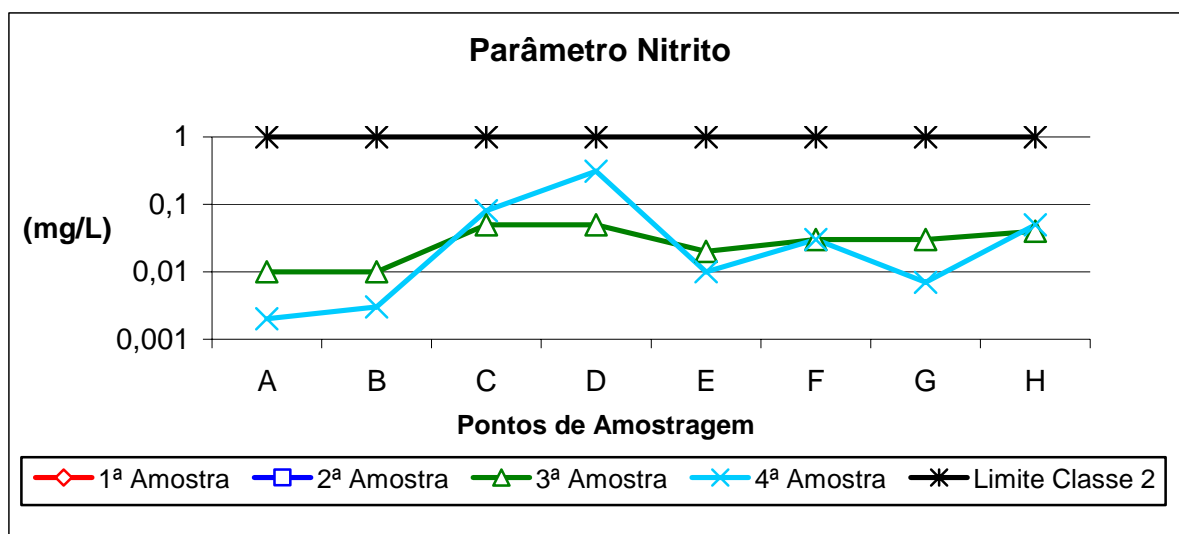


Figura 4.25 - Valores obtidos para Nitrito nas quatro amostragens e limite para a classe 2.

A Figura 4.26 apresenta os valores obtidos para os Sólidos em Água nas quatro amostragens e o limite máximo fixado para a classe 2, de 500 mg/L, segundo Resolução CONAMA nº 357, de 17.03.2005. Para esse parâmetro, são utilizadas várias denominações. A referida Resolução faz menção a resíduos sólidos objetáveis, que provavelmente referem-se a sólidos visíveis na água que não devem existir; e a sólidos dissolvidos totais, cujo limite é de 500 mg/L. Outros tipos de mensuração podem ser feitos em relação a Sólidos em Água. Excetuando-se a primeira amostragem, que ocorreu em época de grande volume de água, começa a delinear-se um quadro de lançamento de sólidos dissolvidos a partir dos pontos **C, D e E**.

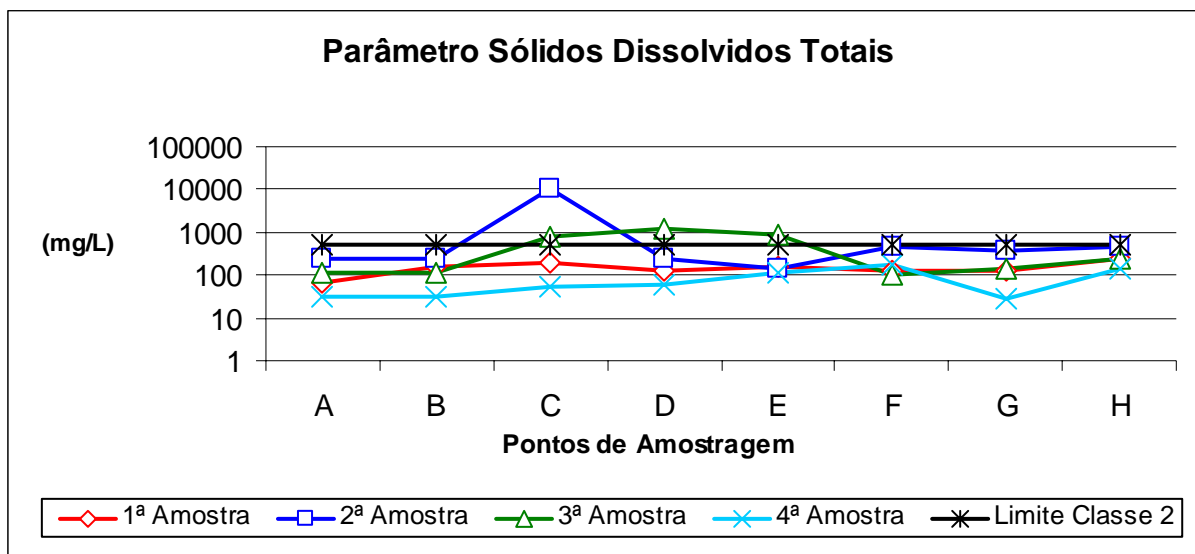


Figura 4.26 -Valores para Sólidos Dissolvidos nas quatro amostragens e limite para a classe2.

As quantidades passam a extrapolar o limite da legislação nas amostragens posteriores. O quadro é bastante diverso. Contudo fica evidente que esse trecho do rio recebeu lançamentos de sólidos dissolvidos. Os Sólidos Dissolvidos Totais representam a matéria em solução ou em estado coloidal presente na amostra de efluente.

A Figura 4.27 apresenta os valores obtidos para os Sólidos Suspensos nas quatro amostragens. A Resolução CONAMA n° 357, de 17.03.2005 não define o limite máximo para este parâmetro. O mesmo quadro é apresentado para sólidos suspensos e totais. O material sedimentável ocorre em níveis elevados a partir do ponto C, mas com bastante alterações que, provavelmente, estão relacionadas ao fato de a coleta ter sido feita em local de maior turbulência do rio.

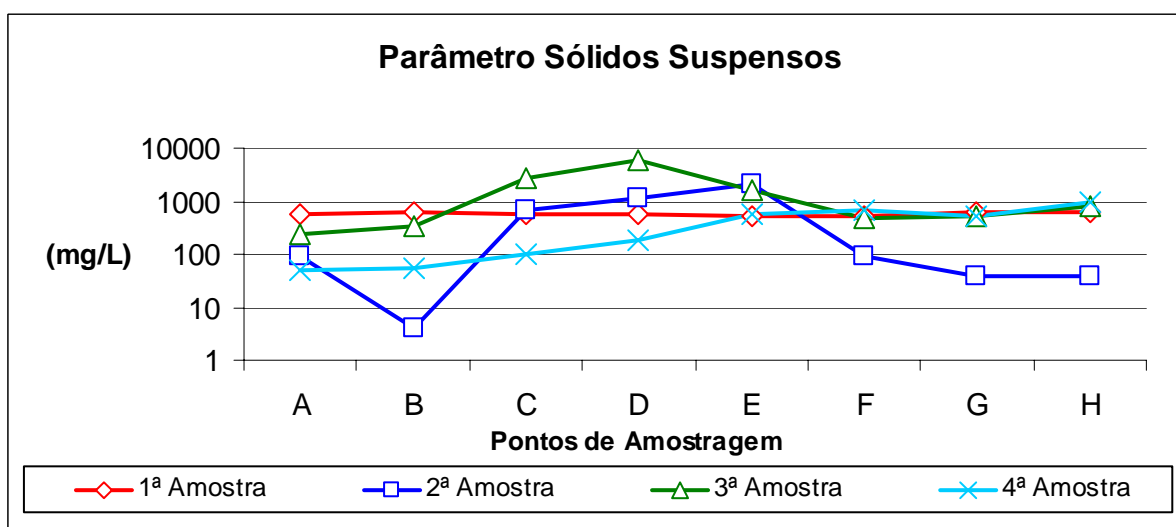


Figura 4.27 - Valores para Sólidos Suspensos nas quatro amostragens e limite para classe 2.

Valores obtidos para o Cianeto nas quatro amostragens e o limite máximo fixado para a classe 2, segundo Resolução CONAMA nº 357, de 17.03.2005. O limite é inferior a 0,005 mg/L. O Cianeto não foi detectado.

A Figura 4.28 apresenta os valores obtidos para Cloreto nas quatro amostragens e o limite máximo fixado para a classe 2, de 250 mg/L, segundo Resolução CONAMA nº 357, de 17.03.2005.

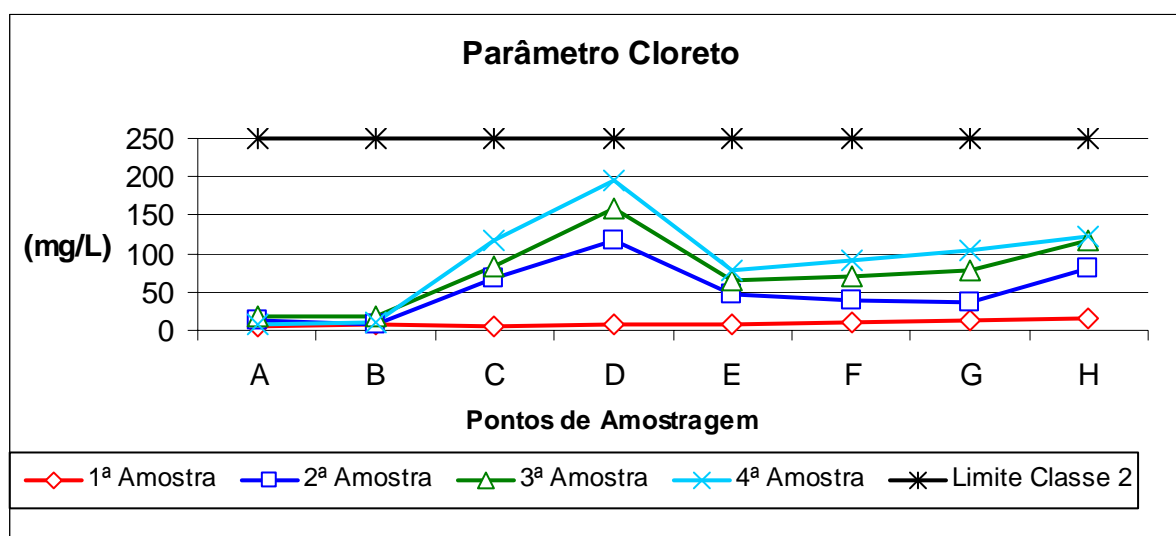


Figura 4.28 - Valores obtidos para Cloretos nas quatro amostragens e limite para a classe 2.

Os cloretos apresentam valores abaixo do limite máximo fixado pela Resolução. Apesar disso, tendem a crescer, quando o rio se aproxima da cidade. As águas naturais, em menor ou maior escala, contêm íons resultantes da dissolução de minerais. Um aumento no teor de Cloretos na água é indicador de uma possível poluição por esgotos (resultantes de excreção de cloreto pela urina).

As Figuras 4.29 e 4.30 apresentam os valores obtidos para os Coliformes Fecais e Totais nas quatro amostragens e o limite máximo fixado para a classe 2, de 1000 NMP/ 100ml de Coliforme Fecais, segundo Resolução CONAMA nº 357, de 17.03.2005. Encontra-se em concentrações abaixo dos limites determinados pela legislação. Em ano de muita chuva, se pode carrear mais rapidamente os efluentes sanitários. Também alguns efluentes industriais são inibidores de crescimento de bactérias.

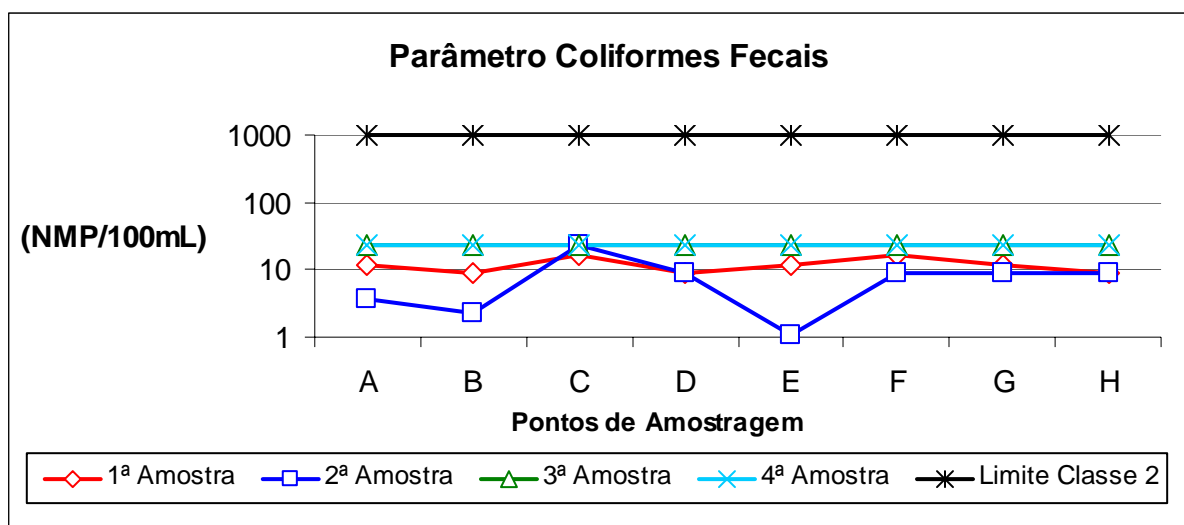


Figura 4.29 - Valores para Coliformes Fecais nas quatro amostragens e limite para classe 2.

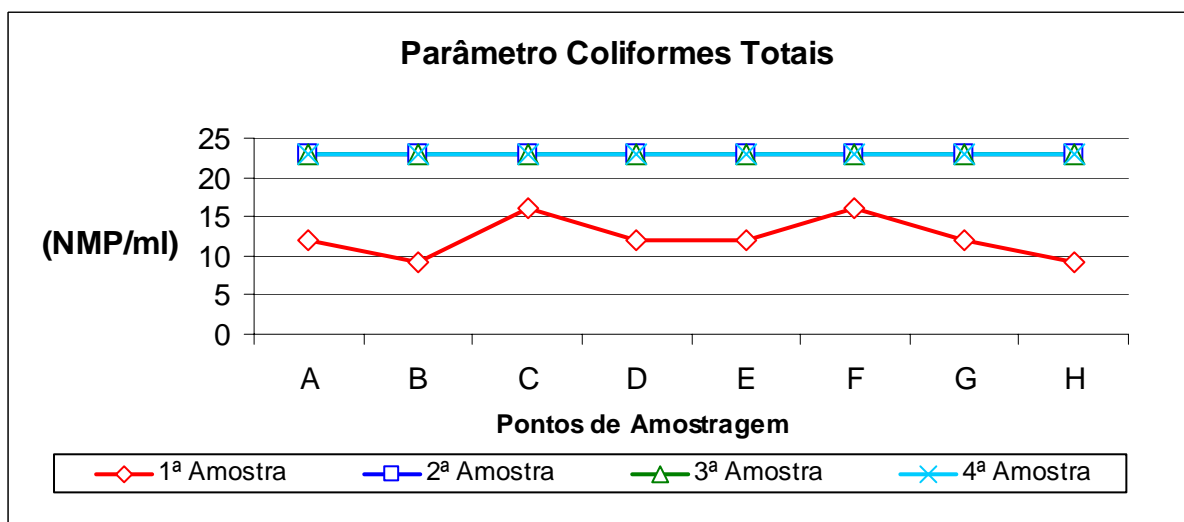


Figura 4.30 - Valores para Coliformes Totais nas quatro amostragens e limite para classe 2.

As Figuras 4.31, 4.32 e 4.33 apresentam os valores obtidos para Dureza Total e Cálcio nas quatro amostragens e o limite máximo fixado para a classe 2, segundo Resolução CONAMA nº 357, de 17.03.2005. Para esse parâmetro, a referida Resolução não apresenta limite; todavia, quando se verificam os limites para potabilidade da Portaria 518 de 25 de Março de 2004 do Ministério da Saúde, estabelece o limite de até 500 mg/L, sendo as concentrações encontradas nos pontos amostrados inferiores ao valor estabelecido pela Portaria. Verifica-se crescimento dos valores a montante dos pontos C e D.

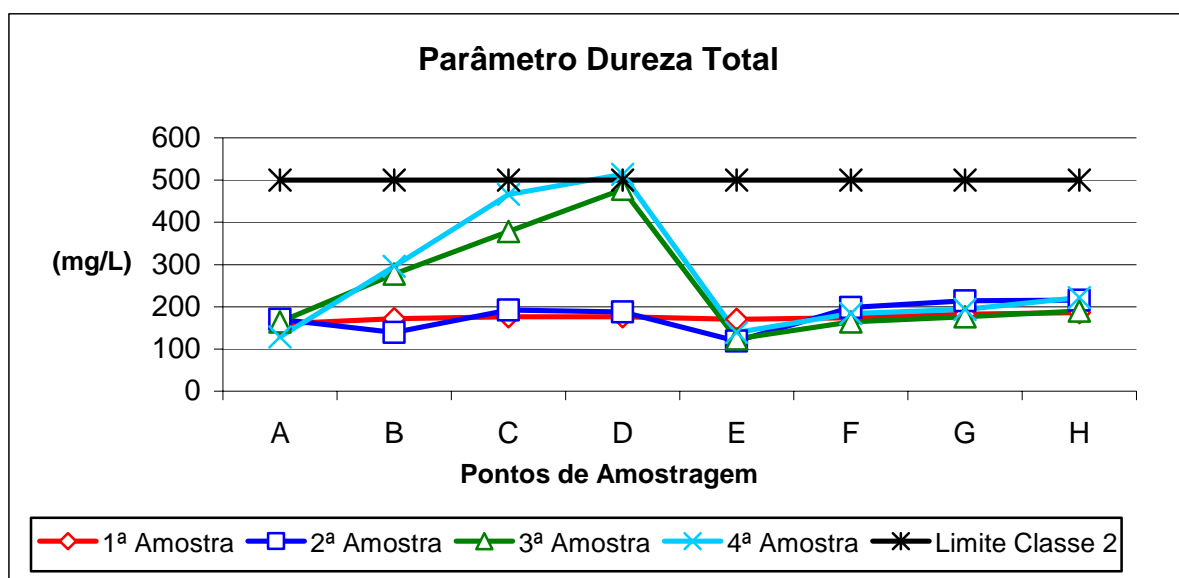


Figura 4.31-Valores obtidos para Dureza Total nas quatro amostragens e limite para classe 2.

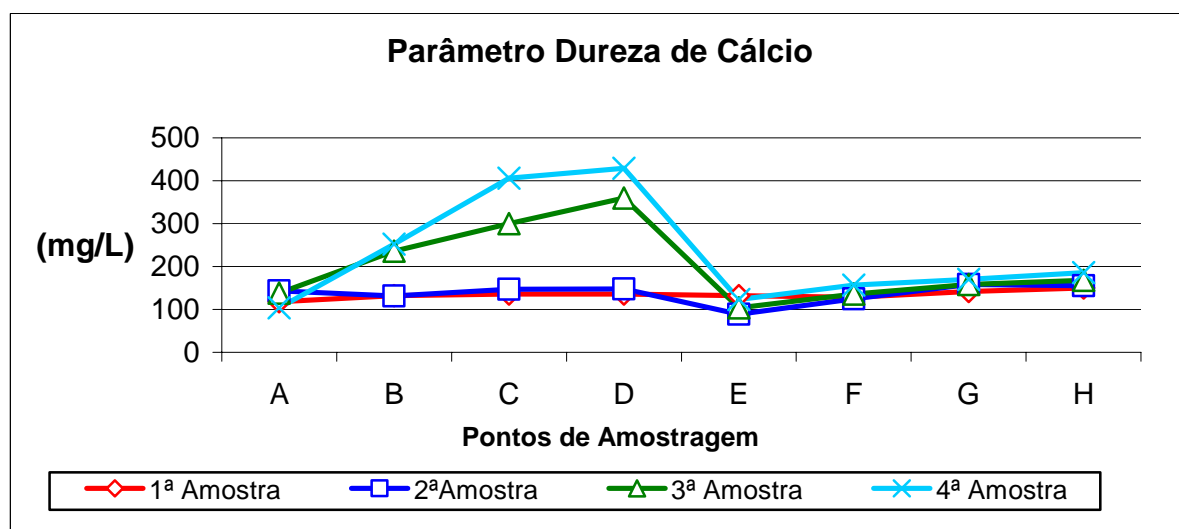


Figura 4.32 -Valores para Dureza de Cálcio nas quatro amostragens e limite para a classe 2.

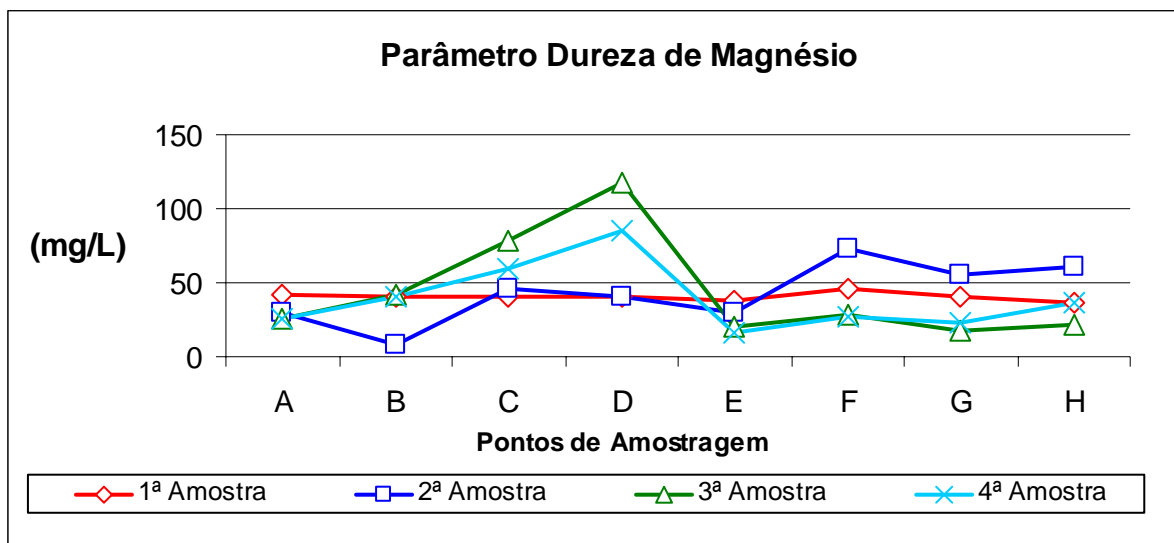


Figura 4.33 - Valores para Dureza de Magnésio nas quatro amostragens e limite para classe 2.

A Figura 4.34 apresenta os valores obtidos para os Óleos e Graxas nas quatro amostragens. Para a classe 2, o parâmetro Óleos e Graxas, que é definido na legislação como virtualmente ausente conforme Resolução CONAMA nº 357, de 17.03.2005.

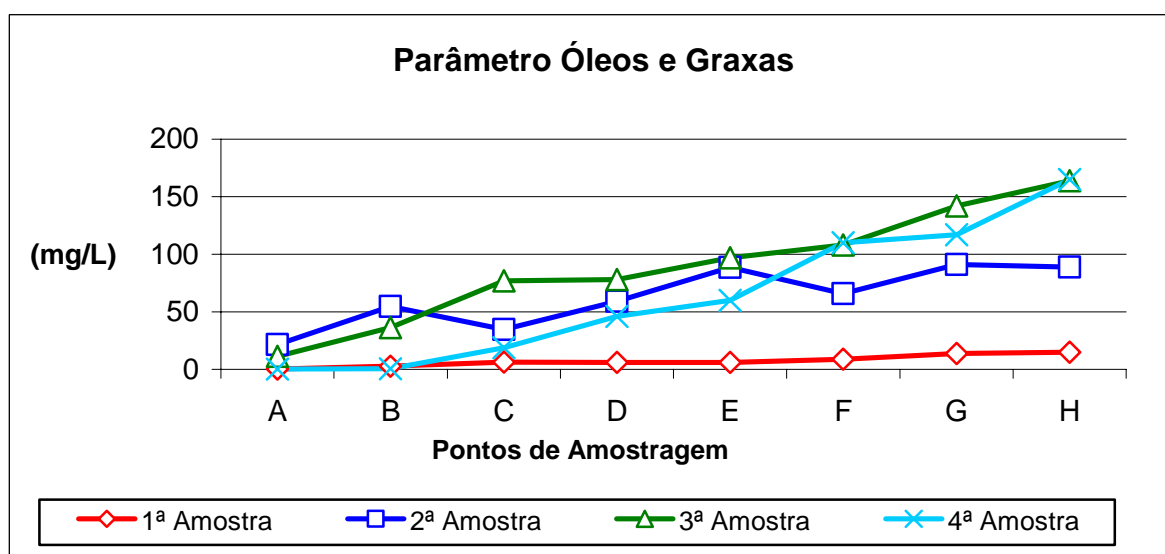


Figura 4.34 - Valores para Óleos e Graxas nas quatro amostragens e limite para a classe 2

Encontra-se com um quadro crescente desde o ponto A. Existe um efeito de lançamento acentuado de substâncias oleosas no leito do rio, ao longo do seu percurso pela cidade de Montes Claros. São substâncias de difícil degradação que têm efeito aditivo nas águas dos rios e influenciam acentuadamente a qualidade dessas águas.

A Figura 4.35 apresenta os valores obtidos para a Cor Verdadeira nas quatro amostragens e o limite máximo fixado para a classe 2, pela portaria do Ministério da Saúde nº 518, de 25 de março de 2004 de 75mg Pt/L.

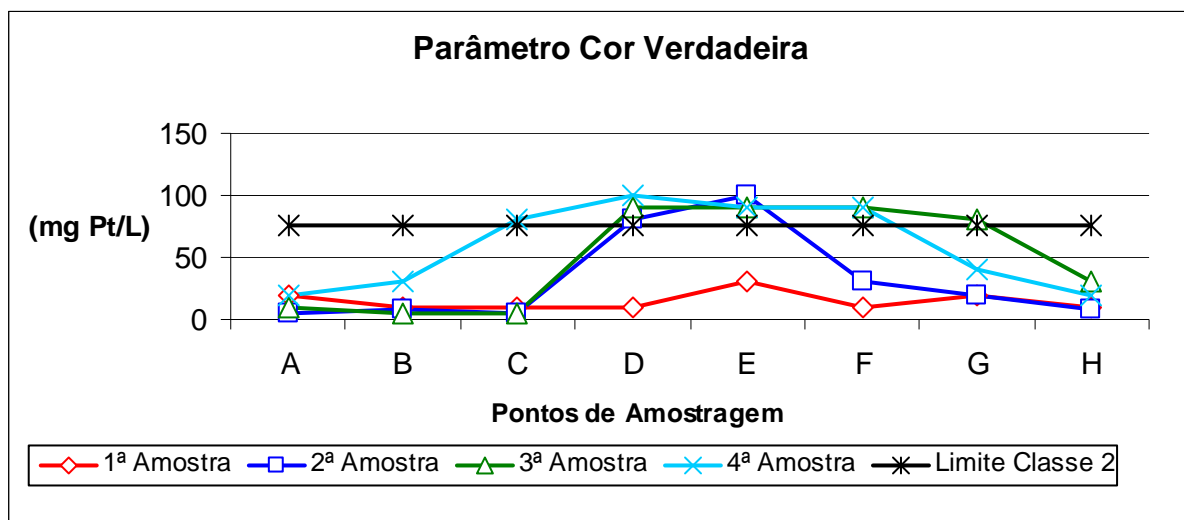


Figura 4.35 - Valores para Cor Verdadeira nas quatro amostragens e limite para a classe 2.

Contudo, os valores passam a sofrer grande elevação no percurso, mostrando um mínimo no ponto A (fora da área urbana) e outro mínimo no ponto H (foz com o Rio Verde Grande em área rural). Para os pontos que estão na área de influência da cidade, os valores são altos, o que mostra um quadro incompatível com a cor natural do corpo d'água.

A Figura 4.36 apresenta os valores obtidos para a Condutividade Elétrica nas quatro amostragens. Tal parâmetro não é mencionado na Resolução 357. Contudo, os valores apresentados mostram um aumento acentuado a partir do ponto C, quando o rio entra na área urbana do município.

Existe um aumento de quantidade de material de característica iônica, representado por íons metálicos, além de sulfetos, cloretos, nitrato, que entram no curso do rio e evidencia ação antrópica. Pode-se observar que o padrão de comportamento do parâmetro cloreto segue o da condutividade elétrica.

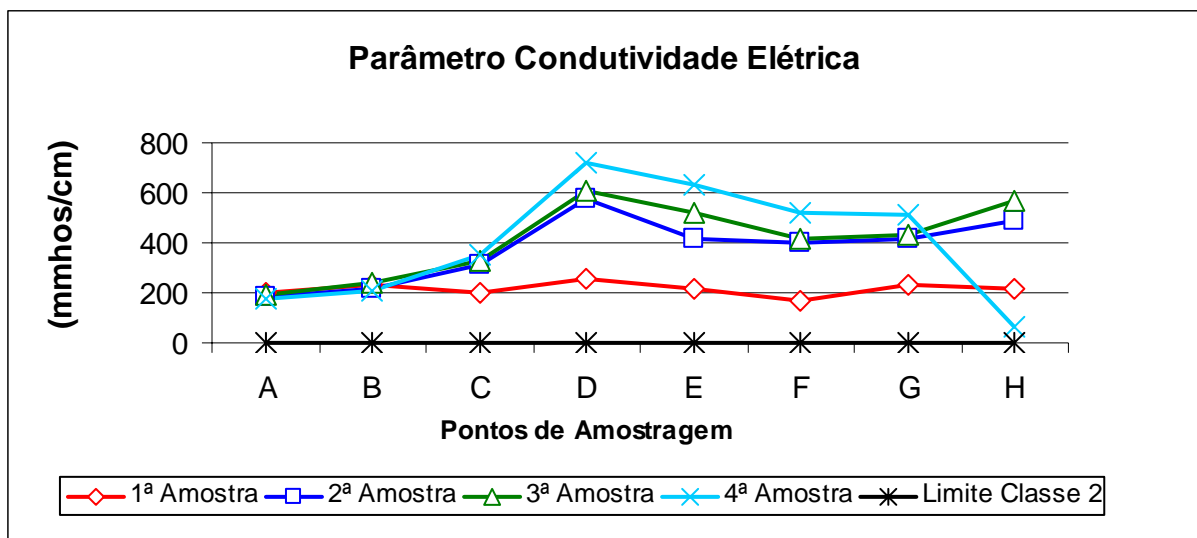


Figura 4.36 Valores para condutividade elétrica nas quatro amostragens e limite para classe 2

Mesmo não sendo um parâmetro utilizado na determinação do padrão brasileiro de potabilidade, é importante como indicador de lançamento de efluentes. Sua concentração está relacionada à concentração de sólidos dissolvidos.

As Figuras 4.37 e 4.38 apresentam os valores obtidos para Sulfato e Sulfeto nas quatro amostragens e o limite máximo fixado para a classe 2, segundo Resolução CONAMA nº 357, de 17.03.2005. O Sulfato e o Sulfeto têm um limite de 250mg/L e 0,002 mg/L na referida Resolução. Os valores de Sulfato estão abaixo do limite.

O Parâmetro Sulfeto encontra-se muito acima deste valor, praticamente em todas as amostragens. Existe um pico máximo no ponto **D**, área urbana da cidade.

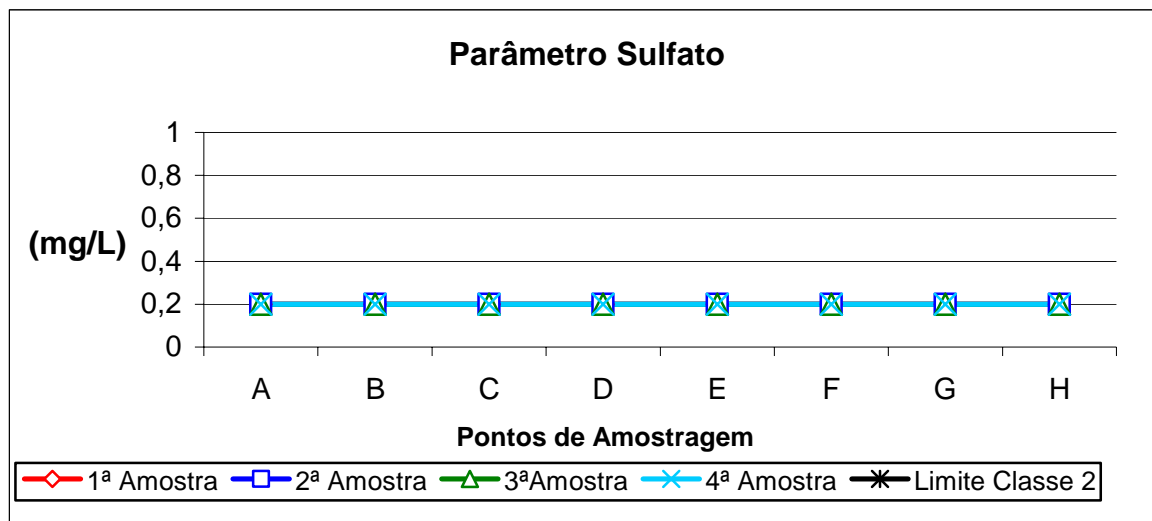


Figura 4.37 Valores obtidos para Sulfatos nas quatro amostragens e limite para a classe 2.

Na área urbana da cidade, no ponto **D**, existe um pico máximo nos valores do parâmetro sulfeto. O pH encontrado na faixa entre 6 e 9, não oferece condição a dissolução de metais, mas possibilita em muito a presença de sulfeto, cujo teor é inversamente proporcional a concentração de H^+ . A deficiência de Oxigênio Dissolvido pode manter os metais na forma solúvel.

O Sulfeto é originário da presença de Ácido Sulfídrico (H_2S) nas águas, gerado pela presença de bactérias anaeróbicas caracterizado neste caso, pela baixa taxa de **OD** apresentado. Normalmente, esse processo ocorre em um quadro de muita matéria orgânica, com processos aeróbios excluídos o que pode ser devido a lançamentos ou a condições de nutrientes em excesso (Fósforo e Nitrogênio Amoniacoal, principalmente), que gera matéria orgânica em excesso na água e contribui para um quadro de eutrofização. O H_2S é tóxico e pode levar à mortandade de peixes, além de exalar fortes odores fétidos.

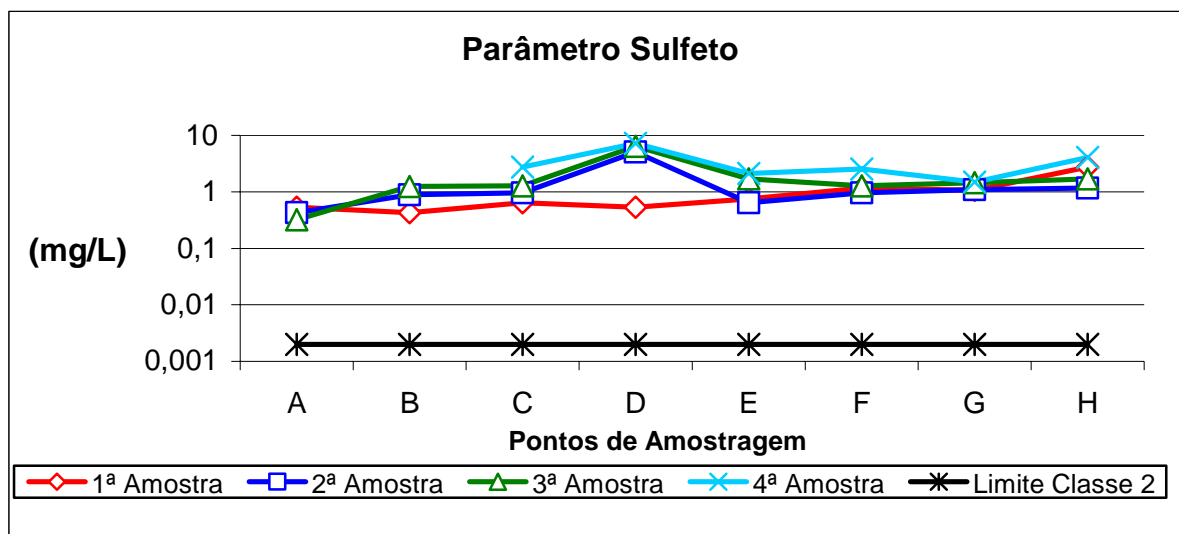


Figura 4.38 - Valores obtidos para o Sulfetos nas quatro amostragens e limite para a classe 2.

A Figura 4.39 apresenta os valores obtidos para Fósforo Total nas quatro amostragens e o limite máximo fixado para a classe 2, segundo Resolução CONAMA nº 357, de 17.03.2005. O fósforo total atinge valor máximo de 0,1mg/L e pode ter origem na lixiviação de minerais ou no lançamento de efluentes industriais e sanitários. É essencial para todas as formas de vida, sendo considerado nutriente. Contudo quantidades maiores contribuirão para o quadro de eutrofização.

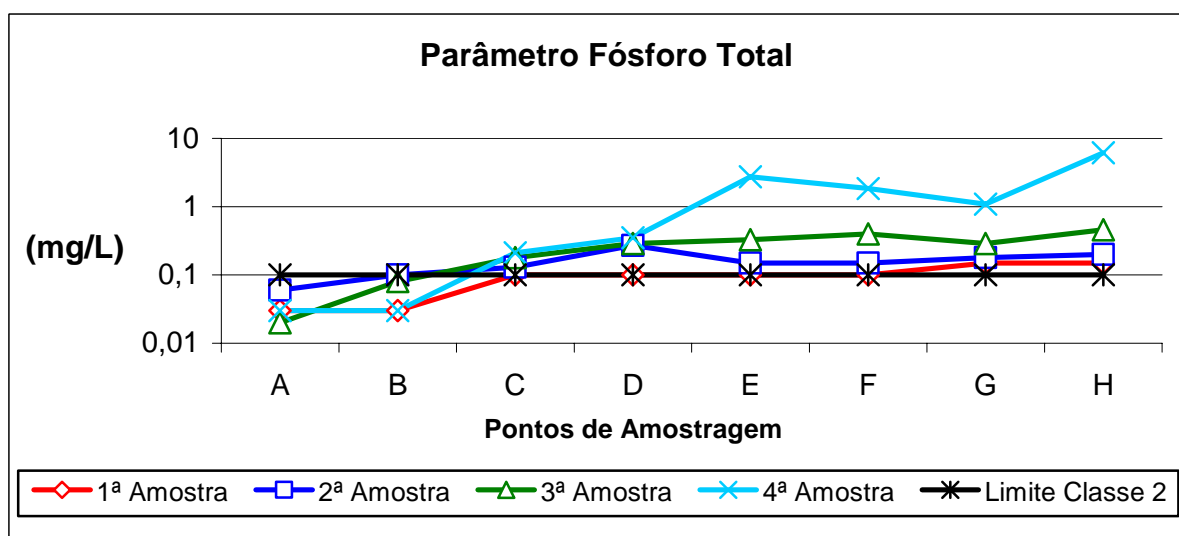


Figura 4.39 Valores obtidos para Fósforo Total nas quatro amostragens e limite para classe 2.

Existe novamente um aumento considerável de Fósforo a partir do ponto C, o que evidencia um quadro de ação antrópica.

Na discussão até então empreendida, analisa-se separadamente o efeito ocorrido para os vários parâmetros analisados. Todavia, pode-se recorrer à fórmula que envolve vários parâmetros para se ter uma visão do grau de poluição que o rio apresenta. O IQA envolve vários parâmetros e seus respectivos pesos. Pode ser utilizado para verificação do estado de poluição do rio. Na tabela 4.4, estão listados os parâmetros considerados no IQA com os seus pesos. Na tabela 4.5, estão listadas as faixas de valores do IQA com o nível de qualidade correspondente.

Tabela 4.5 – Pesos dos parâmetros utilizados para cálculo do IQA

PARÂMETRO	Peso - W_i
Oxigênio Dissolvido – OD (%OD Sat.)	0,17
Coliformes Fecais (NMP/100m/L)	0,15
pH	0,12
Demanda Bioquímica de Oxigênio DBO (mg/L)	0,10
Nitratos (NO_3^-) mg/L	0,10
Fosfatos (PO_4^{3-}) mg/L	0,10
Variação na Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)	0,10
Turbidez (UNT)	0,08
Sólidos Totais (mg/L)	0,08

Fonte: IGAM, 2004

Tabela 4.6 - Nível de qualidade conforme a faixa do Índice de Qualidade da água

Nível de qualidade	Faixa
Excelente	$90 < \text{IQA} \leq 100$
Bom	$70 < \text{IQA} \leq 90$
Médio	$50 < \text{IQA} \leq 70$
Ruim	$25 < \text{IQA} \leq 50$
Muito Ruim	$0 < \text{IQA} \leq 25$

Fonte: IGAM, 2004

Nas tabelas 4.7, 4.8, 4.9 e 4.10, estão acumulados os dados de cada parâmetro envolvido no cálculo de IQA para as quatro amostragens realizadas.

Tabela 4.7 - Dados dos parâmetros envolvidos no cálculo do IQA e valor do IQA para a primeira amostragem

PRIMEIRA AMOSTRAGEM	PONTO A	PONTO B	PONTO C	PONTO D	PONTO E	PONTO F	PONTO G	PONTO H
PARÂMETROS								
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	9,00	6,4	5,60	5,60	4,60	4,20	4,00	4,00
Coliformes Fecais (NMP)	12,00	9,20	16,10	12,00	12,00	16,10	12,00	9,20
Ph	7,21	6,87	7,34	7,20	6,64	6,80	6,16	7,13
DBO (mg/L)	6,27	23,8	27,00	35,00	40,00	47,00	51,00	60,00
Nitrato (mg/L)	0,25	0,33	0,33	0,33	0,60	0,80	0,80	0,95
Fosfato (mg/L)	0,03	0,03	0,10	0,10	0,10	0,10	0,15	0,15
Temperatura (°C)	23,00	24,00	24,00	24,00	24,00	24,00	25,00	28,00
Turbidez (UNT)	113,00	124,00	132,00	138,00	118,00	138,00	144,00	162,00
Sólidos Totais (mg/L)	616,00	760,00	776,00	704,00	680,00	644,00	752,00	876,00
IQA	48,13	42,98	39,41	35,65	32,95	31,96	30,19	32,86

Tabela 4.8 – Dados dos parâmetros envolvidos no cálculo do IQA e valor do IQA para a segunda amostragem.

SEGUNDA AMOSTRAGEM	PONTO A	PONTO B	PONTO C	PONTO D	PONTO E	PONTO F	PONTO G	PONTO H
PARÂMETROS								
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	6,20	6,60	4,40	4,00	4,00	5,00	4,60	5,00
Coliformes Fecais (NMP)	3,60	2,20	>23	9,20	1,10	9,20	9,20	9,20
pH	7,75	7,74	6,82	7,50	7,42	7,60	7,73	7,71
DBO (mg/L)	6,48	13,80	34,10	47,10	28,00	44,50	56,10	76,50
Nitrato (mg/L)	0,30	0,50	0,80	0,92	0,80	0,60	0,72	1,00
Fosfato (mg/L)	0,06	0,10	0,13	0,27	0,15	0,15	0,18	0,20
Temperatura (°C)	20,80	21,10	17,90	21,70	21,10	21,70	21,10	21,70
Turbidez (UNT)	5,00	7,78	6,00	45,00	63,00	27,00	12,00	8,60
Sólidos Totais (mg/L)	336,00	292,00	11089,00	13532,00	2172,00	528,00	395,00	490,00
IQA	66,77	62,13	37,36	35,67	41,96	40,36	40,86	40,97

Tabela 4.9 – Dados dos parâmetros envolvidos no cálculo do IQA e o valor do IQA para a terceira amostragem.

TERCEIRA AMOSTRAGEM	PONTO A	PONTO B	PONTO C	PONTO D	PONTO E	PONTO F	PONTO G	PONTO H
PARÂMETROS								
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	5,60	4,20	4,00	4,00	2,80	2,40	2,40	1,80
Coliformes Fecais (NMP)	>23,00	>23,00	>23,00	>23,00	>23,00	>23,00	>23,00	>23,00
pH	7,39	7,52	6,90	7,44	7,62	7,77	7,92	7,86
DBO (mg/L)	4,56	21,20	41,10	60,50	46,00	65,00	69,00	85,00
Nitrato (mg/L)	0,60	1,06	1,32	1,48	0,95	1,01	1,04	1,12
Fosfato (mg/L)	0,02	0,08	0,18	0,29	0,33	0,40	0,29	0,46
Temperatura (°C)	20,00	19,00	19,00	25,00	28,00	25,00	26,00	22,00
Turbidez (UNT)	8,10	8,90	77,40	120,00	60,00	42,00	30,00	47,00
Sólidos Totais (mg/L)	368,00	432,00	3416,00	7100,00	2460,00	600,00	656,00	1040,00
IQA	47,19	41,33	38,50	34,26	32,95	31,96	30,19	32,86

Tabela 4.10 - Dados dos parâmetros envolvidos no cálculo do IQA e valor do IQA para a quarta amostragem.

QUARTA AMOSTRAGEM	PONTO A	PONTO B	PONTO C	PONTO D	PONTO E	PONTO F	PONTO G	PONTO H
PARÂMETROS								
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	6,20	5,60	2,80	2,00	2,60	2,30	2,20	2,20
Coliformes Fecais (NMP)	16,00	12,00	23,00	23,00	23,00	23,00	16,10	23,00
pH	6,45	7,28	6,80	7,02	7,18	7,80	7,92	7,90
DBO (mg/L)	2,28	4,48	45,00	70,00	52,00	72,00	81,00	100,00
Nitrato (mg/L)	0,40	0,60	1,73	2,58	0,80	1,10	0,93	1,40
Fosfato (mg/L)	0,03	0,03	0,21	0,35	2,74	1,84	1,09	6,13
Temperatura (°C)	21,00	21,00	20,00	22,50	22,50	22,50	21,00	21,00
Turbidez (UNT)	6,80	7,30	45,00	131,00	84,00	70,00	39,00	97,00
Sólidos Totais (mg/L)	80,00	88,00	156,00	240,00	696,00	884,00	560,00	1096,00
IQA	67,99	67,37	32,90	24,54	24,46	24,92	26,89	20,41

Na tabela 4.11, estão acumulados os dados do IQA para as quatro amostragens e a média para cada ponto. Na figura 4.35 encontra-se o IQA das quatro amostragens e em cada ponto de análise.

Tabela 4.11 – Dados do IQA para as quatro amostragens e média de cada ponto.

AMOSTRAGENS	PONTO A	PONTO B	PONTO C	PONTO D	PONTO E	PONTO F	PONTO G	PONTO H	IQA média
IQA									
Primeira Amostragem	48,13	42,98	39,41	35,65	32,95	31,96	30,19	32,86	36,77
Segunda Amostragem	66,77	62,13	37,36	35,67	41,96	40,36	40,86	40,97	45,76
Terceira Amostragem	47,19	41,33	38,50	34,26	32,95	31,96	30,19	32,86	36,16
Quarta Amostragem	67,99	67,37	32,90	24,54	24,46	24,92	26,89	20,41	36,19
Média	57,52	53,45	37,04	32,53	33,08	32,30	32,03	31,78	

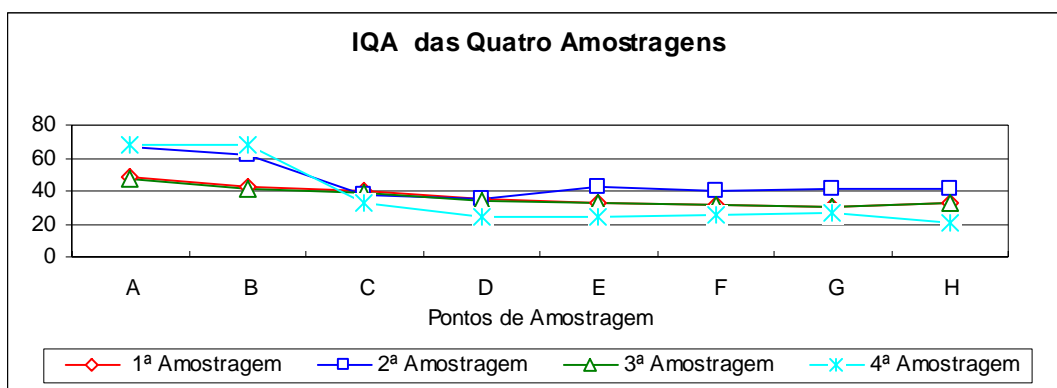


Figura 4. 40 – IQA das quatro amostragens.

O IQA mostra o nível de qualidade das águas no trecho compreendido entre o ponto **A** e o ponto **H**. Quando se faz o cálculo da média, tenta-se tirar o efeito de uma amostragem e o efeito pontual e dá-se uma idéia melhor do que é a qualidade da água no Rio Vieira. Os gráficos apresentados mostram as variações temporais e espaciais em relação aos parâmetros estudados. A qualidade das águas do Rio Vieira apresenta redução, no período de menor contribuição hídrica, a partir do ponto **B**, passando de média a muito ruim.

CAPÍTULO 5

CONCLUSÃO

As análises físico-químicas, microbiológicas e de metais são indicativos da qualidade da água do Rio Vieira. Considerando o uso e a ocupação da paisagem na área da bacia hidrográfica, essas análises mostram que a cidade de Montes Claros interfere de forma acentuada e negativa na qualidade da água do Rio Vieira e evidenciam uma intensa degradação do rio.

É previsível a formação de um quadro de eutrofização da água, devido ao elevado teor de Fosfato e Nitrogênio Amoniacal na água coletada no trecho urbano de Montes Claros. As análises também evidenciaram a presença de matéria orgânica em quantidade significativa. Todos estes nutrientes importantes para o desenvolvimento da micro e macro flora provêm do lançamento de esgoto doméstico e industrial *in natura* nos cursos d'água da bacia.

A constatação da piora da qualidade da água do Rio Vieira, a partir da análise de amostras coletadas no período chuvoso do ano, pode indicar que os metais pesados, juntamente com outros contaminantes, estejam presentes nos sedimentos de fundo do rio. O maior volume hídrico incidente nesse período, em razão da maior energia fluvial, pode ter revolvido os sedimentos e colocado os metais pesados e outros contaminantes novamente em circulação na água.

O histórico de lançamento de efluentes domésticos e industriais sem qualquer tratamento abre a possibilidade de acúmulo de determinadas substâncias e metais pesados nos sedimentos depositados no leito do Rio Vieira.

Os valores encontrados para o IQA, de maneira geral, indicam uma qualidade da água ruim. Em alguns pontos, essa qualidade pode ser caracterizada como muito ruim. A média calculada em cada ponto e para cada amostragem reafirma o nível de qualidade de água ruim ao longo do Rio Vieira desde o ponto de amostragem **A** ao ponto **H**.

Os resultados obtidos de análises físico-químicas e microbiológicas das águas do Rio Vieira permitem classificá-lo na classe 2, no trecho a montante da cidade de Montes Claros e na classe 3, no trecho urbano e imediatamente a jusante.

Com base nos estudos efetuados, algumas tomadas de decisão contribuem muito para ações mitigadoras: tratamento de esgotos sanitários da cidade de Montes Claros; implantação de um sistema de monitoramento do chorume do aterro controlado. Onde houver possibilidade recompor áreas de matas ciliares, do Rio Vieira e de seus afluentes; monitoramento do cercamento de áreas e propriedades que limitam com os recursos naturais.

Fazem-se necessários a fiscalização, monitoramento e medidas mitigadoras dos lançamentos dos postos de combustíveis, oficinas mecânicas e outras atividades geradoras, principalmente quanto a óleos e graxas; implantação de programas de gestão de recursos hídricos e de resíduos sólidos que considerem o uso e a ocupação do solo, as características sociais, econômicas, ambientais e biofísicas da bacia de drenagem.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9898**: Preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores. Rio de Janeiro, 1987.

_____. **NBR 9896: Glossário de poluição da águas**. Rio de Janeiro, Terminologia, 1986.

_____. **NBR 9897: Planejamento de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores**. Rio de Janeiro, procedimento, 1986.

_____. **NBR 10.004. Resíduos Sólidos. Classificação dos Resíduos**. Rio de Janeiro, 2004.

CONAMA Conselho Nacional de Meio Ambiente. Resolução nº 001 de 23 de janeiro de 1986. Estabelece definição do termo “Impacto Ambiental”. **Diário Oficial da União**. Brasília, 17 fevereiro de 1986.

CONAMA Conselho Nacional de Meio Ambiente. Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. “Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.” **Diário Oficial da União**. 18 de março de 2005.

CONAMA Conselho Nacional de Meio Ambiente. Resolução nº 274 Art. 1º letra “i” de 29 de novembro 2000. “**Revisa os critérios de Balneabilidade em Águas Brasileiras**” **Diário Oficial da União**. 08 de janeiro de 2001.

EMATER **Levantamento da bacia hidrográfica do Rio Vieira**. Minas Gerais, Escritório Local de Montes Claros, 2003.

EMBRAPA, **Manejo de bacias hidrográficas**. Por: Michelliny de Matos Bentes-Gama. Eng. Florestal, M.S. Engenharia Florestal; Pesquisadora da Embrapa Rondônia, Disponível em <www.cpafrro.embrapa.br> acessado em março de 2006..

FAUSTINO, J. **Planificacionmy Gestion de Manejo de Cuencas**. Turrialba: CATIE, 1996. 90p. www.cpafrro.embrapa.br. Acesso em março de 2006.

GOMES, E. Associação entre serviços de infra-estrutura urbana e a ocorrência de focos do mosquito aedes aegypti na área urbana de Montes Claros / MG, 2003.

IGAM Relatório do monitoramento das águas superficiais na bacia do Rio São Francisco: Norte. Disponível em <igam.mg.gov.br>. Acessado 10 junho de 2005.

LEITE, R. F. C. O significado do ensino superior na (re) configuração da rede urbana regional, norte de Minas e Montes Claros / MG, 2003.

LEITE, Marcos Esdras; Pereira, Anete Marília. **Expansão Territorial e os Espaços de Pobreza na Cidade de Montes Claros**. In: **Anais do X Encontro Geográfico da América Latina** – 20-26 Março/2005 – Universidade de São Paulo.

METCALF & EDDY. **Wastewater engineering: treatment, disposal and reuse**. 3 ed. Nova Delhi: Metcalf & Eddy Inc., 1991.

MEDEIROS, J. D. **Avaliação de impactos ambientais** In: Reunião Anual Da Sociedade Brasileira Para o Progresso da Ciência, 47, 1995, Anais.

MOREIRA, A. C. M L. **Conceitos de ambiente e de impacto ambiental aplicáveis ao meio urbano**. Material didático da disciplina de pós-graduação AUP 5861 - Políticas públicas de proteção do ambiente urbano. São Paulo: 1999.

PAULA, H. A. **Montes claros e sua história, sua gente seus costumes**. Belo Horizonte: Minas Gerais Ed., 1979.

PEREIRA, A. M. *et al.* Problemas ambientais e qualidade de vida na cidade de montes claros: a percepção da população. Montes Claros: Unimontes, 2002. Relatório Técnico de Pesquisa.

PREFEITURA MUNICIPAL DE MONTES CLAROS www.montesclaros.mg.gov.br dezembro de 2006.

SCHIAVETTI, A; CAMARGO, A. F. M. (orgs,) **Conceitos de bacia hidrográfica, teorias e aplicações**. Bahia: Editus, 2002. 293 p.

SPIRN, A. W. O jardim de granito: a natureza no desenho da cidade. São Paulo: EDUSP, 1983.

SILVA, A. M.; JESUS, S. M. **Bacia do Rio Vieira caracterização e impactos ambientais**. Minas Gerais, Departamento de Geociências, 2002. Monografia.

SOUZA, E. R.; FERNADES, M. R. **Sub-bacias hidrográficas: unidades básicas para o planejamento e a gestão sustentável das atividades rurais**. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, V.21, n 207, p 15-20, novembro/dezembro. 2000. www.cpafrro.embrapa.br. Acesso em março de 2006.

TUCCI, C. E. M (Org.) **Hidrologia ciência e aplicação**. In: SCHIAVETTI, A; CAMARGO, A. F. M. (orgs,) **Conceitos de bacia hidrográfica, teorias e aplicações**. Bahia: Editus, 2002. Porto Alegre: ABRH: EDUSP, 1993.

UNIVERSIDADE DA ÁGUA, UNIAGUA. **Qualidade das águas**. Disponível em <www.uniagua.org.br>; <www.cetesb.sp.gov.br/agua/rios/padroes.asp>. Acessada em março de 2006.

VON SPERLING, M. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. Belo Horizonte: DESA/EE UFMG, 1996

ADOLF LUTZ. Métodos Químicos e Físicos para Análise de Alimentos. 3 ed. 1985. Pág. 302 – 303.

Carta Digital do Município de Montes Claros, Folha SE-23-X-A-VI, Escala 1:100.000.

CETESB Análise físico-químicas para controle de estações de tratamento de esgotos, 1977.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**, São Paulo: Edgard Blucher, 1980.

CUNHA, S. B.; GUERRA, A. J. T. **Avaliação e perícia ambiental**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2000.

KOHLER, H. C.; CUNHA, S. B. **Geomorfologia, uma atualização de bases e conceitos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998.

OLIVEIRA, M. F. M.. O processo de desenvolvimento de Montes Claros/MG, sob a orientação da SUDENE (1960/1980). São Paulo, USP. 1996 . **Dissertação de Mestrado**

RUTKOWSKI, E. W. **Desenhando a bacia ambiental**: subsídios para o planejamento das águas doces metropolitan(izad)as. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, USP. São Paulo. 1999.

STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER. American Public Health Association (APHA), American Water Works Association (AWWA), Water Environment Federation WEF), setembro de 2004.