



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“Júlio de Mesquita Filho”
Campus de Ilha Solteira

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

*“Proposição de Geoindicadores para Caracterização da
Degradação do Meio Físico na Bacia Hidrográfica do
Córrego da Onça, Três Lagoas (MS)”*

ANA GABRIELA BUENO MELO DE CARVALHO

Orientador: Prof. Dr. José Augusto de Lollo

Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia - UNESP –
Campus de Ilha Solteira, para obtenção do título de Mestre em
Engenharia Civil.

Área de Conhecimento: Recursos Hídricos e Tecnologias
Ambientais.

Ilha Solteira –SP

Maio/2010

FICHA CATALOGRÁFICA

Elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação
Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação da UNESP – Ilha Solteira.

C331p Carvalho, Ana Gabriela Bueno Melo de Carvalho.
Proposição de geoindicadores para caracterização da degradação do meio físico na bacia hidrográfica do Córrego da Onça, Três Lagoas (MS) / Ana Gabriela Bueno Melo de Carvalho. -- Ilha Solteira : [s.n.], 2010
130 f. : il. color.

Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. Área de conhecimento: Recursos Hídricos e Tecnologias Ambientais, 2010

Orientador: José Augusto de Lollo

1. Geoindicadores. 2. Degradação ambiental. 3. Bacia hidrográfica.
4. Uso e ocupação da terra.



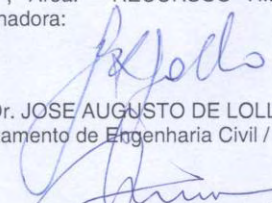
UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
CAMPUS DE ILHA SOLTEIRA
FACULDADE DE ENGENHARIA DE ILHA SOLTEIRA

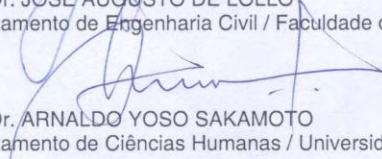
CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

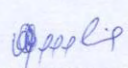
TÍTULO: Proposição de geoindicadores para caracterização da degradação do meio físico na bacia hidrográfica do Córrego da Onça, Três Lagoas (MS)

AUTORA: ANA GABRIELA BUENO MELO DE CARVALHO
ORIENTADOR: Prof. Dr. JOSE AUGUSTO DE LOLLO

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE em ENGENHARIA CIVIL , Área: RECURSOS HIDRICOS E TECNOLOGIAS AMBIENTAIS, pela Comissão Examinadora:


Prof. Dr. JOSE AUGUSTO DE LOLLO
Departamento de Engenharia Civil / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira


Prof. Dr. ARNALDO YOSO SAKAMOTO
Departamento de Ciências Humanas / Universidade Federal de Mato Grosso do Sul


Prof. Dr. WALLACE DE OLIVEIRA
Departamento de Ciências Humanas / Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

Data da realização: 28 de maio de 2010.

*“Se eu não te amasse tanto assim, talvez perdesse
os sonhos dentro de mim e vivesse na escuridão”
(Herbert Vianna e Paulo Sérgio Valle)*

*À minha família... Meu porto seguro!
Dedico.*

“Curiosidade, criatividade, disciplina e especialmente paixão são algumas exigências para o desenvolvimento de um trabalho criterioso, baseado no confronto permanente entre o desejo e a realidade”.

Mirian Goldenberg

AGRADECIMENTOS

Uma pesquisa nunca é realizada por uma única pessoa. Existem colaboradores que nos incentivam, que vão conosco a campo, que discutem e nos fazem enxergar os resultados.

Agradeço primeiramente ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil da UNESP pela disponibilização de meios para a realização da pesquisa e a obtenção do meu título de mestre. Agradeço também ao CNPq pelo fornecimento da bolsa de estudo durante 18 meses da pesquisa.

Ao professor José Augusto de Lollo pelo aceite na orientação e por ter compreendido e tido paciência com a minha maneira de realizar esta, tantas vezes sem rumo, outras de modo explosivo... Acredito que ciência é assim mesmo, picos de luzes e escuridão.

À minha companheira de pesquisa, minha amiga do coração, Juliana Heloísa Pinê Américo, pelos trabalhos de campo inesquecíveis, pelos artigos publicados em conjunto, pelos conselhos partilhados... Por tantas e tantas vezes alcançarmos a solução de maneira coletiva.

Aos meus amigos geógrafos, meu alicerce profissional... Cesar Cardoso Ferreira, Franciele Gonçalves, Hermiliano Felipe Decco e Mônica de Lima Gonzaga, por partilharem comigo sonhos, conquistas, dúvidas e angústias, por saberem a hora de ouvir e a hora de falar. Por tornarem a aquisição do meu saber tão deliciosamente agradável... Amo vocês para a vida inteira!

Ao professor Tsunao Matsumoto e aos técnicos e estagiários do laboratório de Saneamento da UNESP, em especial ao aluno Carlos Henrique Rossi. Obrigada por terem disponibilizado o espaço, o material e me ensinado as técnicas para realização das análises de qualidade da água.

Aos meus professores de graduação que me mostraram o valor da docência além das paredes da universidade... Arnaldo Yoso Sakamoto, Wallace de Oliveira, André Luis Pinto e José Luis Lorénz Silva. Agradeço pelas explicações, sugestões e discussões. Vocês foram essenciais na formulação dos meus resultados.

Agradeço também as pessoas que me ajudaram na minha formação de ser humano... Às 5 mulheres da minha vida, a minha vó Onélia Zanforlin, a minha tia Magnalda Aparecida Bueno, a minha mãe Magda Ester Bueno e minhas irmãs Francielle Louise Bueno Melo de Carvalho e Larissa Beatriz Bueno Melo de Carvalho, e ao homem mais importante na minha vida, meu priminho Rafael Bueno de Souza... A melhor família do mundo! Obrigada... Por me apoiarem, ainda sem compreenderem minha ambição, por ter por mim amor incondicional, por me oferecer sempre colo certo... Sem vocês eu nada seria!

Ao meu pai José Melo de Carvalho pela paciência e incentivo aos meus estudos. Pelas orações... Elas sempre foram bem recebidas. Obrigada por ser orgulhar de mim... És muito importante na minha vida. Amo você!

Enfim, se eu pudesse reconhecer a todos que tiveram participação na concretização desta pesquisa, todas as linhas desta dissertação seriam utilizada em agradecimento. Sendo assim, agradeço a todos que de uma maneira ou outra me ajudaram a conquistar mais este sonho, mais esta etapa essencial no meu saber... Obrigada!

RESUMO

Proposição de Geoindicadores para caracterização da degradação do meio físico na Bacia Hidrográfica do Córrego da Onça, Três Lagoas (MS)

Os geoindicadores são instrumentos de pesquisa definidores dos processos dos sistemas ambientais, bem como da pressão externa, das modificações e de suas conseqüências sobre os demais sistemas interligados. Na pesquisa sugeriram-se a proposição de dois geoindicadores bases da lista proposta por Berger (1997): “*Erosão de solos e sedimentos*” e “*qualidade de água de superfície*”. Definiram-se estes por meio de indicadores ambientais e da metodologia P-E-R (Pressão-Estado-Resposta). A bacia hidrográfica do Córrego da Onça em Três Lagoas/ MS, instrumento da pesquisa foi escolhida por possuir seu uso e ocupação da terra segmentada espacialmente, e processos de degradação da qualidade da água e do solo em estágio avançado, devido principalmente à ocupação urbana e falta de métodos conservacionistas na área rural. Os resultados revelaram a aplicabilidade da metodologia proposta inicialmente. Como considerações, se destaca que a degradação na bacia hidrográfica do Córrego da Onça é resultado do uso e ocupação da terra, e que o meio físico da bacia condiciona para que esta degradação aconteça.

Palavras-chave: Geoindicadores. Degradação Ambiental. Bacia Hidrográfica. Uso e Ocupação da terra.

ABSTRACT

Proposition Geoindicators to characterize the degradation of the physical environment in the watershed of the Stream of Onça, Três Lagoas (MS)

The geoindicators are research instruments defining the processes of environmental systems, as well as external pressure, the changes and their consequences on the other interconnected systems. In the research suggested the proposition of geoindicators two bases from the list proposed by Berger (1997): "*Erosion of soils and sediments*" and "*quality of surface water*". Were defined by these environmental indicators and the methodology P-E-R (Pressure-State-Response). The watershed of the Stream of Onça in Três Lagoas / MS, research instrument, was chosen for his own use and occupation of land space segment, and processes of degradation of water quality and soil in an advanced stage, mainly due to urban occupation and lack of conservation methods in rural areas. The results showed the applicability of the methodology proposed initially. As above, we observed that the degradation in the watershed of the Stream of Onça is the result of the use and occupation of land, and that the physical environment of the basin is not the main factor for degradation occurrence.

Key-words: Geoindicators. Environmental Degradation. Watershed; Use and occupation of land.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1. Localização do município de Três Lagoas – MS	16
Figura 3.1.: Modelo Pressão-Estado-Resposta da OECD	32
Figura 3.2.: Modelo Força Motriz-Estado-Resposta	33
Figura 3.3.: Modelo Pressão-Estado-Impacto-Resposta	34
Figura 3.4.: Componentes do SIG	40
Figura 3.5. : Arquitetura de Sistemas de Informação Geográfica	41
Figura 3.6.:Curvas médias de cada parâmetro	43
Figura 4.1.: Localização da Bacia Hidrográfica do Córrego da Onça	47
Figura 4.2.: Foto aérea da Lagoa Maior	48
Figura 4.3.: Efluentes do tratamento de esgoto	49
Figura 4.4.: Ressurgência de água no final do médio curso	49
Figura 4.5.: Canal principal após a ressurgencia de água	49
Figura 4.6.: Foz do Córrego da Onça	50
Figura 4.7.: Foz do Córrego da Onça na margem direita do Rio Paraná	50
Figura 4.8.: Conceito Pressão-Estado-Resposta (P-E-R) proposto pela OECD	51
Figura 4.9.: Aquisição das imagens de satélite no site do INPE	53
Figura 4.10.: Módulo de elaboração do Contraste	54
Figura 4.11.: Módulo de Registro da imagem	55
Figura 4.12.: Janela de Segmentação (SPRING Beta)	56
Figura 4.13: Janela de Classificação (SPRING Beta)	57
Figura 4.14.: Cores e classes do Uso e Ocupação da Terra	58
Figura 4.15.: Módulo de medida de classes	59
Figura 4.16.: Localização dos pontos de coleta	61
Figura 5.1.: Uso do solo na bacia hidrográfica do Córrego da Onça, 2009	67
Figura 5.2.: Quantificação das classes de ocupação do uso da terra, 2009	68
Figura 5.3.: Temperatura da água nos pontos de coleta	72
Figura 5.4.: Turbidez da água nos pontos de coleta	73
Figura 5.5.: Sólidos Totais da água nos pontos de coleta	75
Figura 5.6.: pH da água nos pontos de coleta	76

Figura 5.7.: Oxigênio Dissolvido da água nos pontos de coleta	78
Figura 5.8.: Nutrientes presentes na água nos pontos de coleta	80
Figura 5.9.: DBO da água nos pontos de coleta	82
Figura 5.10.: Coliformes presentes na água nos pontos de coleta	84
Figura 5.11.: Resultados do IQA para os pontos de coleta	85
Figura 5.12.: Médias do IQA para os Pontos de Coleta	86
Figura 5.13.: Mapa Geológico	88
Figura 5.14.: Mapa geológico – Em detalhe, B. H. do Córrego da Onça	89
Figura 5.15: Mapa Geomorfológico	92
Figura 5.16.: Mapa geomorfológico – Em detalhe, B.H.do Córrego da Onça	93
Figura 5.17: Mapa pedológico	97
Figura 5.18.: Mapa pedológico – Em detalhe, B. H. do Córrego da Onça	98
Figura 5.19.: Hipsometria da bacia hidrográfica do Córrego da Onça	100
Figura 5.20.: Perfis Topográficos da Bacia Hidrográfica do Córrego da Onça	101
Figura 5.21.: Médias mensais de precipitação	102
Figura 5.22.: Temperaturas médias mensais	103
Figura 5.23.: Temperaturas máximas mensais absolutas	104
Figura 5.24.: Temperaturas mínimas mensais absolutas para o período de 2 anos	104
Figura 5.25.: Distribuição das médias mensais da umidade relativa do ar	105
Figura 5.26.: Resumo Estatístico da Direção e Velocidade do Vento	106
Figura 5.27.: Entrada do esgoto bruto à estação de tratamento	107
Figura 5.28.: RALF da ETE	107
Figura 5.29.: Floculador da ETE	108
Figura 5.30.: Saída do efluente da ETE no canal do Córrego da Onça	108
Figura 5.31.: Placa informativa das obras de canalização	110
Figura 6.1.: Mapa de identificação das degradações ambientais	113

LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1.: Lista de geoindicadores básicos proposta por Berger	36
Tabela 3.2.: Classificação do IQA	45
Tabela 4.1.: Geoindicadores e indicadores ambientais propostos	52
Tabela 4.2.: Métodos utilizados para a aquisição dos dados Qualidade da água superficial	60
Tabela 4.3.: Descrição dos pontos de coleta	60
Tabela 5.1.: Classificação das pressões antropogênicas	66
Tabela 5.2.: Medidas de Classes – Uso da Terra/ 2009	68
Tabela 5.3.: Classificação das águas de acordo com o ponto de coleta	70
Tabela 5.4.: Média Pluviométrica para os dias de Coleta de Água	71
Tabela 5.5.: Temperatura da água nos pontos de coleta (°C)	72
Tabela 5.6.: Turbidez da água nos pontos de coleta (NTU)	73
Tabela 5.7.: Sólidos Totais da água nos pontos de coleta (mg/l)	74
Tabela 5.8.: Potencial Hidrogeniônico da água nos pontos de coleta – pH	76
Tabela 5.9.: Oxigênio Dissolvido da água nos pontos de coleta	78
Tabela 5.10.: Nutrientes presentes na água nos pontos de coleta	79
Tabela 5.11.: Demanda Bioquímica de Oxigênio da água nos pontos de coleta	81
Tabela 5.12.: Coliformes presentes na água nos pontos de coleta (NMP)	83
Tabela 5.13.: Tipos de relevos que ocorrem na área de estudo	95
Tabela 6.1.: Definição do Nível de Degradação	112

LISTA DE SIGLAS E ABREVIACÕES

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

AEA – Agência Européia do Ambiente

APP – Área de Preservação Permanente

CESP – Companhia Energética de São Paulo

CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo

COGEOENVIRONMENT - Comissão de Ciências Geológicas para o Planejamento Ambiental

CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente

CSD – Comissão das Nações Unidas para o Desenvolvimento Sustentável

Csin – Canadian Sustainability Indicators Network

DBO – Demanda Bioquímica de Oxigênio

DPCSD – Department for Policy Coordination and Sustainable Development

DQO - Demanda Química de Oxigênio

DSG – Divisão de Serviço Geográfico

EIA - Estudo de Impacto Ambiental

ETE – Estação de Tratamento de Esgoto

FM-E-R - Modelo Força Motriz – Estado – Resposta

GPS – Sistema de Posicionamento Global

IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística;

IISD - Instituto Internacional para o Desenvolvimento Sustentável

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

IP - International Paper do Brasil

IQA – Índice de Qualidade da Água

IUGS – União Internacional de Ciências Geológicas

Landsat – Land Remote Sensing Satellite

NBR – Norma Brasileira

NC - Níveis de Cinza

NE - Nordeste

NMP – Número Mais Provável

NNE - Nor-Nordeste

NTU – Nephelometric Turbidity Unity

OECD – Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico

PAC - Programa de Aceleração ao Crescimento

P-E-I-R - Modelo Pressão – Estado – Impacto – Resposta

P-E-R Modelo Pressão-Estado-Resposta

pH – Potencial Hidrognônico

PNUMA – Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente

RALF - Reator Anaeróbico de Lodo Fluidizado

Rima – Relatório de Impacto Ambiental

RL – Reserva Legal

SEMA – Secretaria do Meio Ambiente

SIG – Sistema de Informação Geográfica

SPRING – Sistema de Processamento de Informações Georeferenciadas

SRTM – Shuttle Radar Topography

ST – Sólidos Totais

UIGS - União Internacional de Ciências Geológicas

UTM – Universal Transversa Mercator

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO	16
1.1. Objetivos da Pesquisa	18
CAPÍTULO 2 – CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA E JUSTIFICATIVA	19
2.1. Degradação ambiental	19
2.1.1. Degradação do solo	21
2.1.2. Degradação da água	22
2.2. Cidade e degradação ambiental	23
2.2.1. O caso de Três Lagoas/ MS	24
2.2.2. O caso da bacia hidrográfica do Córrego da Onça	25
CAPÍTULO 3 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	28
3.1. O uso da bacia hidrográfica como unidade espacial na gestão ambiental.....	28
3.2. Indicadores Ambientais e Geoindicadores	29
3.2.1. Modelos de Indicadores Ambientais	29
3.2.2. Geoindicadores	35
3.3. A utilização do Sistema de Informação Geográfica (SIG)	39
3.4. A utilização do índice de Qualidade da Água – IQA	42
CAPÍTULO 4 – MATERIAIS E MÉTODOS	46
4.1. Escolha da área de estudo	47
4.2. Proposição dos geoindicadores e o modelo de indicadores ambientais	50
4.3. Aquisição dos resultados – indicadores ambientais	52
4.3.1. Indicadores de Pressão	52
4.3.2. Indicadores de Estado	59
4.3.3. Indicadores de Resposta	64
CAPÍTULO 5 – RESULTADOS E DISCUSSÃO	65
5.1. Indicadores de Pressão	65

5.1.1. Uso do solo	66
5.2. Indicadores de Estado	69
5.2.1. Qualidade da água superficial	69
5.2.2. Relevo	87
5.2.3. Climatologia	102
5.3. Indicadores de Resposta	107
5.3.1. Ações ambientais públicas	107
CAPÍTULO 6 – CAPÍTULO 6 – PROPOSIÇÃO DE ALTERNATIVAS DE USO E RECUPERAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO DA ONÇA.....	112
6.1. Definição do Nível de Degradação Ambiental	112
6.2. Medidas Corretivas e Mitigadoras da Degradação Ambiental na Bacia	115
CAPÍTULO 7 – CONSIDERAÇÕES	117
7.1. Considerações a respeito da metodologia utilizada	117
7.2. Considerações a respeito dos resultados alcançados	118
REFERÊNCIAS	120
ANEXOS	126

“Isto sabemos: a terra não pertence ao homem; o homem pertence a terra. Isto sabemos: todas as coisas estão ligadas como o sangue que une uma família. Há uma ligação em tudo.

O que ocorrer com a terra recairá sobre os filhos da terra. O homem não tramou o tecido da vida; ele é simplesmente um de seus fios. Tudo o que fizer ao tecido, fará a si mesmo.

[...] A terra lhe é preciosa, e feri-la é desprezar seu criador. Os brancos também passarão; talvez mais cedo que todas as outras tribos. Contaminam suas casas e, uma noite serão sufocados pelos próprios dejetos.

[...] É o final da vida e o início da sobrevivência.”

(Reflexão retirada do livro de Helmut Troppmair, Biogeografia e Meio Ambiente. Rio Claro: Divisa, 2008. Primeira declaração ecológica. Parte do texto do Chefe Seattle ao Presidente dos EEUU em 1854. Tradução Irina Bunning).

CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO

O município de Três Lagoas está localizado na porção leste do estado de Mato Grosso do Sul entre as coordenadas geográficas $51^{\circ}30'12''\text{W}$ e $52^{\circ}30'00''\text{W}$, $19^{\circ}30'00''\text{S}$ e $21^{\circ}05'27''\text{S}$ (figura 1.1.), com uma área de unidade territorial de 10.206 km² (IBGE, 2008) e uma população de 85.914 habitantes (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE, 2007). O município faz parte da Região Turística Costa Leste/ MS, caracterizada principalmente pela riqueza hídrica existente.

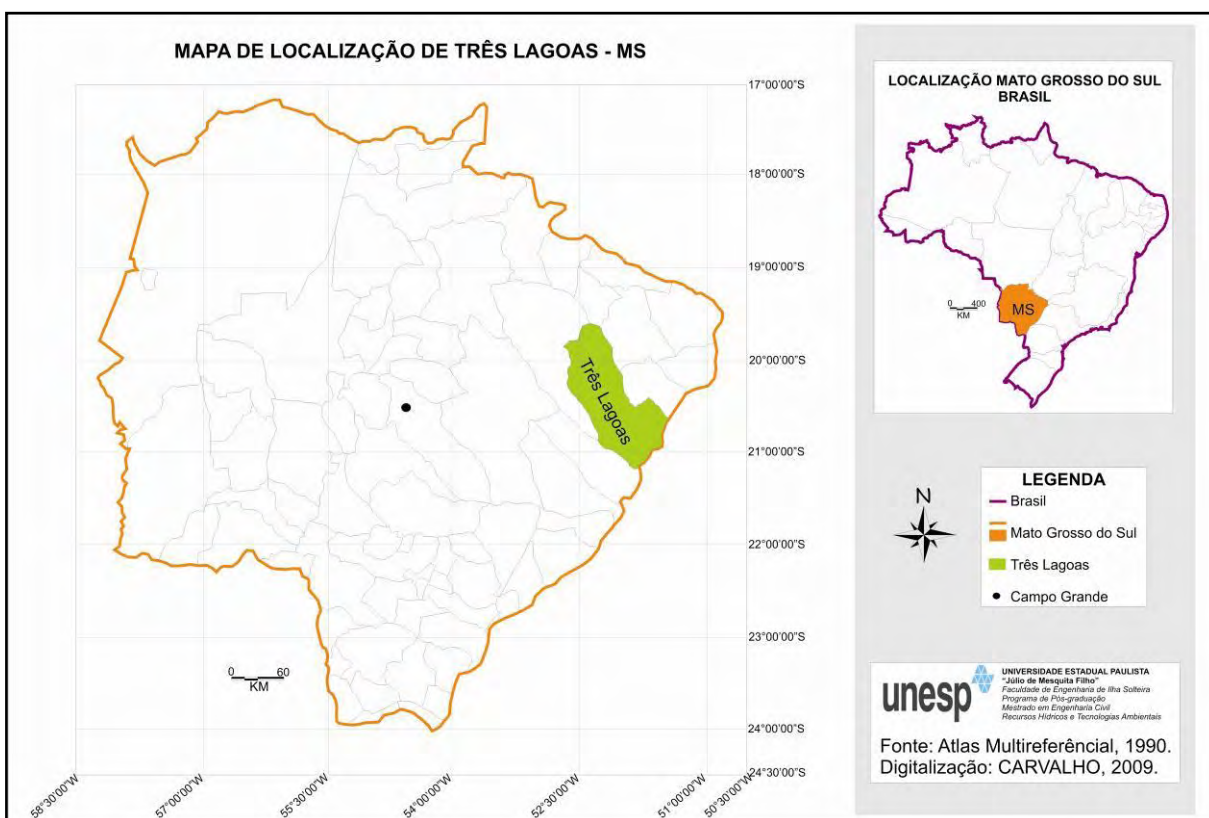


Figura 1.1.: Localização do município de Três Lagoas - MS.

A cidade encontra-se locada em uma única bacia hidrográfica urbana, a do Córrego Onça, que é formada pelo Córrego da Onça, o Córrego do Jardim Brasília e o complexo lacustre. Neste contexto, esses canais naturais recebem quase todo o aporte do sistema de drenagem urbano. Vale salientar ainda a ligação direta da estação de tratamento de esgoto (ETE) com o Córrego da Onça. Estes fatores por sua vez, são os principais agentes da atual

degradação da marginal e leito principal do Córrego da Onça. A outra parte dos terrenos da cidade tem seu escoamento diretamente para o Rio Paraná.

O conceito de degradação tem sido geralmente associado aos efeitos ambientais considerados negativos ou adversos e que decorrem principalmente de atividades ou intervenções humanas e raramente o termo se aplica às alterações decorrentes de fenômenos ou processos naturais (TAVARES et al., 2008). Vale salientar que a degradação desenfreada dos recursos naturais renováveis nos dias de hoje, é um processo que deve ser analisado e contido com eficiência e rapidez (BELTRAME, 1994).

Na bacia hidrográfica em estudo, a degradação no meio físico ocorre principalmente no solo e na água. No solo, devido a processos erosivos presentes no médio curso da bacia. Na água, por causa da sua má qualidade resultante das ligações clandestinas de esgoto doméstico, com a ETE e o assoreamento no canal.

A proposição de geoindicadores se aplica para evidenciar mudanças nos mais diferenciados ambientes, por exemplo, fluvial, costeiro, desértico, montanhoso e glacial, têm o objetivo de auxiliar no início das pesquisas e em muitos casos necessita da integração de vários ao mesmo tempo (BERGER apud CRUZ, 2008). A pesquisa propôs o estudo dos seguintes geoindicadores: 1. Erosão de solos e sedimentos; 2. Qualidade de água de superfície (BERGER apud CRUZ, 2008).

Com o intuito de se obter resultados satisfatórios e de fácil aplicação para o poder público, propôs-se a utilização da metodologia Pressão-Estado-Resposta (P-E-R) e a implantação das análises em ambiente computacional apoiando-se em sistema de informações geográficas. Além disso, é prevista a proposição de alternativas de uso e ações mitigatórias, tornando a pesquisa um benefício direto para o município de Três Lagoas.

Do ponto de vista metodológico, a técnica pode vir a ser útil em situações similares de urbanização, e em situações nas quais se faça necessária a avaliação de impactos ao meio físico, decorrentes do uso de recursos naturais.

1.1. OBJETIVOS DA PESQUISA

Objetivo geral: Identificar, avaliar e propor medidas de mitigação aos impactos na Bacia do Córrego da Onça decorrentes dos processos naturais e da atividade humana.

Objetivos específicos:

- a. Propor os geoindicadores que descrevam as alterações existentes na bacia;
- b. Levantar indicadores ambientais que caracterizem os geoindicadores propostos;
- c. Levantar o uso e ocupação do solo na bacia;
- d. Levantar as condições naturais do meio físico na Bacia;
- e. Propor, com base nas etapas anteriores, alternativas de uso e intervenções que permitam a preservação ou recuperação da qualidade de ambiente na Bacia.

CAPÍTULO 2 – CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA E JUSTIFICATIVA

2.1. Degradação ambiental

Os problemas ambientais têm raízes no final do século XIX, mas as discussões acerca da questão ambiental emergiram após a Segunda Guerra Mundial promovendo importantes mudanças na visão mundial. A humanidade percebeu que os recursos naturais são finitos e que o uso incorreto pode representar o fim de sua própria existência. No Brasil, os problemas ambientais decorrem de graves deficiências na metodologia de gestão que promove a utilização dos recursos naturais (CUNHA; GUERRA, 2003).

Christofoletti (1999) salienta que os problemas ambientais em função da expressividade espacial subjacente, tornam-se questões essenciais à análise geográfica.

O conceito de degradação ambiental tem variado segundo a atividade em que esses efeitos são gerados, bem como em função do campo do conhecimento humano em que são identificados e avaliados (TAVARES et al., 2008). De acordo com o uso atribuído ao solo, a definição de degradação pode então variar, como podemos verificar a seguir:

- Na NBR 10703, a degradação do solo é apontada como sendo a *“alteração adversa das características do solo em relação aos seus diversos usos possíveis, tanto os estabelecidos em planejamento, como os potenciais”* (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT, 1989). Nesta, utiliza-se o conceito de solo enquanto espaço geográfico, não considerando o sentido de matéria ou componente abiótico do ambiente (TAVARES et al., 2008).

- Em outra norma, a NBR 13030 (exclusiva para mineração), define-se áreas degradadas como *“áreas com diversos graus de alterações dos fatores bióticos e abióticos, causados pelas atividades de mineração”* (ABNT, 1999). Sustenta-se o conceito de alteração, mas sem citar o uso do solo (TAVARES et al., 2008).

- No Manual de Recuperação de Áreas Degradadas pela Mineração, define que *“a degradação de uma área ocorre quando a vegetação nativa e a fauna forem destruídas, removidas ou expulsas; a camada fértil do solo for perdida, removida ou enterrada; e a qualidade e o regime de vazão do sistema hídrico forem alterados. A degradação ambiental*

ocorre quando há perda de adaptação às características físicas, químicas e biológicas e é inviabilizado o desenvolvimento sócio-econômico” (IBAMA apud TAVARES et al., 2008).

- Em ciências biológicas e no campo geomorfológico e de paisagismo são considerados os conceitos de *perturbação* ou *distúrbio*. Na área biológica, esses conceitos estão mais ligados aos aspectos relacionados à evolução de ecossistemas, onde essas alterações são resultantes de atividades humanas e que não podem ser corrigidas rapidamente (TAVARES et al., 2008).

- No campo geomorfológico e de paisagismo, esses conceitos assumem uma perspectiva espacial, correlacionando-o com os efeitos geomorfológicos produzidos na paisagem por diferentes atividades humanas como mineração em superfície, urbanização, pastagem, agricultura, usos recreativos e construção civil.

- Para a agronomia, define-se a qualidade de um solo como a sua capacidade de manter o crescimento vegetal, o que inclui fatores como agregação, conteúdo de matéria orgânica, profundidade, capacidade de retenção de água, taxa de infiltração, capacidade tampão de pH, disponibilidade de nutrientes, etc. (POWER; MYERS apud TAVARES et al., 2008).

- Na Engenharia Civil, o conceito de solo degradado está relacionado com a alteração da capacidade em se manter coeso e como meio físico de suporte para edificações, estradas, por exemplo (TAVARES et al., 2008).

Os exemplos citados evidenciam o fato de que o conceito de degradação é relativo, embora esteja sempre associado à noção de alteração ambiental adversa gerada, na maioria das vezes, por atividades humanas.

Vale salientar que:

[...] os estudos de valoração econômica dos impactos ambientais têm recebido crescente atenção na literatura sobre economia do meio ambiente e economia-ecológica. Isto porque a valoração permite identificar os diferentes incentivos econômicos que interferem na decisão dos agentes em relação ao uso dos recursos naturais. [...]. (MARQUES; PEREIRA, 2004).

Sendo assim, a questão das áreas degradadas tem despertado atenção de urbanistas, especialistas ambientais, cientistas sociais e estudiosos do direito ambiental, mostrando que a problemática requer tratamento multidisciplinar e integrado. Insere-se como objeto a ser analisado no aspecto sistêmico, sob o qual devem ser definidas as políticas públicas de

desenvolvimento urbano, meio ambiente e saúde, um desenho ainda não consolidado no país. (GÜNTHER, 2006).

A bacia do Córrego da Onça sofre vários impactos devidos ao seu uso e ocupação do solo não planejada e feita de maneira aleatória, podendo-se citar: Impactos na qualidade da água superficial; mudança do percurso da água nos períodos de seca/ cheia; erosões e processo de assoreamento no início do médio curso.

2.1.1. Degradação do solo

Segundo o Banco Mundial apud Tavares et al. (2008), os solos agrícolas do mundo vêm se degradando a uma taxa de 0,1% ao ano o que aponta a perda de cinco milhões de hectares de terras aráveis por ano. Há registros de que 15% dos solos do planeta (aproximadamente 20 bilhões de ha) uma área do tamanho dos Estados Unidos e Canadá juntos, estão classificados como degradados devido às atividades humanas e se considerarmos as áreas inabitadas do mundo, o percentual de solos degradados no planeta sobe de 15% para 24% (OLDEMAN apud TAVARES et al., 2008).

Segundo o autor, essa degradação ameaça a fertilidade das terras e a qualidade das águas. O solo perde a sua funcionalidade e o equilíbrio ecológico em geral (TAVARES et al., 2008).

São cinco os principais fatores de degradação dos solos (OLDEMAN apud TAVARES et al., 2008). A seguir (com os seus percentuais de participações nas áreas mundiais degradadas):

1. Desmatamento ou remoção da vegetação natural para fins de agricultura, florestas comerciais, construção de estradas e urbanização (29,4%);
2. Superpastejo da vegetação (34,5%);
3. Atividades agrícolas, incluindo ampla variedade de práticas agrícolas, como o uso insuficiente ou excessivo de fertilizantes, uso de água de irrigação de baixa qualidade, uso inapropriado de máquinas agrícolas e ausência de práticas conservacionistas de solo (28,1%);
4. Exploração intensiva da vegetação para fins domésticos, como combustíveis, cercas, etc., expondo o solo à ação dos agentes erosivos (6,8%); e
5. Atividades industriais ou bioindustriais que causam poluição do solo (1,2%).

No caso do Brasil, vale salientar que “[...] independente da ausência de avaliações exatas a respeito da extensão de áreas degradadas no Brasil, todas as estimativas apontam o

desmatamento e as atividades agropecuárias como os principais fatores de degradação dos nossos solos [...]” (TAVARES et al., 2008).

2.1.2. Degradação da água

A superfície da Terra é coberta por água em uma proporção de $\frac{3}{4}$, no entanto 97% de toda essa água estão contidos nos 8 mares e oceanos restando apenas 3% de água doce. Desses 3%, 2,7% estão congelados nas calotas polares, restando apenas cerca de 1% de toda a água do planeta, que são as águas superficiais de fácil captação (lagos e rios ou como umidade presente no solo, na atmosfera e como componente dos mais diversos organismos). É desse 1% que mais de 6 bilhões de seres humanos devem obter a água que precisam para sobreviver. Porém, parte deste recurso já se encontra poluído por esgotos e resíduos industriais, tornando-se impróprio para o consumo. (PINTO; HERMES, 2006).

Segundo Pinto e Hermes (2006), metade das extensões úmidas do mundo foi extinta nos últimos cem anos por conta das alterações do meio ambiente promovidas pelos seres humanos. No mundo inteiro, o quadro é de carência e mau uso da água. A água já é insuficiente para um bilhão de habitantes do planeta. Para o autor:

Além da quantidade, a qualidade da água também é uma questão que preocupa. A má qualidade de água consumida é a maior responsável pelas doenças endêmicas nos países em desenvolvimento, como por exemplo, hepatite, cólera, febre tifóide, entre outras (PINTO; HERMES, 2006).

Tucci (2003) considera 4 agentes impactantes sobre a qualidade da água: a poluição existente no ar que se precipita junto com a água; as lavagens da superfície urbana contaminada por componentes orgânicos e metais; os resíduos sólidos (entendidos como sedimentos erodidos ou lixo urbano) carregados pelo aumento da vazão consequência da velocidade da água, depositados ou transportados pela drenagem; e esgoto cloacal que não é recolhido e escoado por meio da drenagem. O autor salienta que a carga de contaminação dos três primeiros pode ser superior a carga resultante do esgoto sem tratamento, e que se deve considerar de 90% da carga do escoamento pluvial ocorre na fase inicial da precipitação (primeiros 25mm).

2.2. Cidade e degradação ambiental

Para Bollmann et al. (2005), a urbanização altera o meio ambiente natural, e um dos procedimentos que mais influencia o mesmo é a impermeabilização do solo, pois afeta principalmente, de modo quantitativo e qualitativo, os recursos hídricos.

É importante considerar ainda que:

A cidade pode ser entendida como um ecossistema, considerando conceito amplo do mesmo _ uma unidade ambiental, dentro da qual todos os elementos e processos do ambiente são inter-relacionados e interdependentes, de modo que uma mudança em um deles resultará em alterações em outros componentes.

[...]

Assim, a cidade deve ser entendida como um sistema aberto, funcionando de forma dependente de outras partes do meio ambiente geral. (MOTA, 1981).

Embora exista uma pluralidade de abordagens que sustentam um debate em construção, a sustentabilidade vem se evidenciando como tema transversal nos estudos teóricos sobre a questão ambiental, nesse início de século. Isto é verdade particularmente naqueles estudos que pretendem uma abordagem sistêmica dos aspectos saúde e ambiente, por meio dos quais se busca subsidiar a formulação de políticas públicas, promovidas por distintos atores sociais (GÜNTHER, 2006). Neste contexto:

[...] a insuficiência ou o baixo alcance das políticas públicas ambientais e de desenvolvimento urbano não lograram conter os efeitos da degradação urbana, a qual tem resultado em sérias conseqüências ambientais: poluição dos recursos hídricos, com destaque para a deterioração de mananciais de abastecimento; poluição atmosférica decorrente de processos produtivos, em especial por emissões provenientes da frota automotiva, agravada pela formação de poluentes secundários na atmosfera; episódios de inundações de áreas vulneráveis, devido à impermeabilização do solo e comprometimento dos canais naturais de escoamento das águas; ocorrências de proliferação de vetores, com elevação de casos de agravos à saúde ou incômodos à população local; dificuldades no gerenciamento dos resíduos sólidos com crescente número de áreas de disposição inadequada; e a ocorrência de *áreas degradadas e áreas contaminadas* no espaço urbano.

[...]

O enfoque sistêmico que a questão requer envolve ainda a integração dos setores públicos, nos três níveis de governo, do setor privado e da sociedade civil, na busca de políticas públicas integradas e alinhadas. Cabe a elas estabelecer, de um lado, os mecanismos de responsabilização, os instrumentos de ação e controle para recuperação e uso das áreas contaminadas e as medidas de acompanhamento da saúde dos atingidos; e de outro lado, contemplar a revitalização do espaço e a reinserção urbana, na ótica da sustentabilidade ambiental e em resposta aos desafios do enfrentamento da degradação ambiental nas cidades. (GÜNTHER, 2006).

Tucci (2003) destaca as alterações no ciclo hidrológico relacionadas às modificações nas áreas urbanas devido, principalmente a alteração da superfície e a canalização do escoamento (estes dois fatores aumentam a vazão da bacia urbana), aumento da poluição do ar e das superfícies urbanas.

Fatores de origem agro-climática podem interferir no escoamento superficial, como a intensidade e duração da precipitação, a cobertura e uso do solo e a evapotranspiração, ou fatores fisiográficos, como a declividade e as condições de superfície (tipo de solo, relevo, rede de drenagem, obras hidráulicas) (PRUSKY; BRANDÃO; SILVA, 2005).

A declividade do terreno contribui para o escoamento das águas. Quanto maior for o trecho em declive, maior será o escoamento da água pela superfície, influenciando, portanto na qualidade de água dos mesmos. Áreas baixas estão mais sujeitas à inundações do que terrenos elevados, mostrando que há também, um inter-relacionamento entre a topografia e fatores hidrológicos. (MOTA, 1981)

Por estes motivos, o planejamento deve-se basear em princípios básicos, são eles: Os novos desenvolvimentos não devem extrapolar a vazão máxima da jusante; Deve-se considerar a bacia como um todo; O controle dos efluentes deve ser estudado associado com o esgoto sanitário; os resíduos sólidos. (TUCCI, 2003).

2.2.1. O caso de Três Lagoas/ MS

No Brasil, as questões atuais de poluição urbana refletem o passado histórico caracterizado pelo modelo de industrialização, pelo processo de acúmulo de capital, pela escalada da urbanização e expansão urbana, pelo fenômeno da espoliação urbana e pela conseqüente organização do espaço, que ocorrem com reduzida ou nenhuma participação e controle social. (GÜNTHER, 2006).

A preocupação com a preservação dos recursos naturais no Município de Três Lagoas fica evidente no parágrafo IV do artigo 3º da Lei 2.083/06 de Três Lagoas/ MS, com o uso da palavra sustentabilidade como referência ao desenvolvimento socialmente justo, ambientalmente equilibrado e economicamente viável, que respeite as funções sociais da cidade e da propriedade, através da política de desenvolvimento, visando garantir qualidade de vida para a presente geração e gerações futuras (TRÊS LAGOAS, 2006).

O Plano Diretor do Município de Três Lagoas (Lei nº 2.083/ 2006) contempla esta temática no parágrafo II do artigo 5º, que diz:

“Art. 5º - São objetivos do desenvolvimento do Município:”

[...]

“II - conservar e preservar o ambiente natural e construído, recuperar as áreas ambientalmente degradadas e orientar as atividades, de modo a reduzir as pressões antrópicas sobre os ecossistemas urbanos e rurais.” (TRÊS LAGOAS, 2006).

Para a Lei nº 2.083/ 2006:

Art. 10 - São objetivos gerais da política urbana:

[...]

V - promover o equilíbrio entre a proteção e ocupação das áreas de interesse ambiental

VI - elevar a qualidade de vida da população, proporcionando saneamento ambiental, infra-estrutura, serviços públicos, equipamentos sociais e espaços verdes e de lazer qualificados;

[...]

XI - elevar a qualidade do ambiente urbano, por meio da proteção dos ambientes, natural e construído;

XII - fortalecer a gestão ambiental local, visando o efetivo monitoramento e controle ambiental; [...] (TRÊS LAGOAS, 2006).

2.2.2. O caso da bacia hidrográfica do Córrego da Onça

A importância de se estudar a degradação do meio na bacia do Córrego da Onça justifica-se pela localização da mesma, parte situada no núcleo urbano de Três Lagoas o que faz com que a bacia receba aportes importantes de matéria e energia, especialmente em função do lançamento de água da rede de drenagem urbana, a qual traz consigo matéria sólida e compostos químicos dissolvidos que podem comprometer a qualidade dos recursos naturais na bacia, tanto por degradação física como química.

O interesse aumenta ao se saber que esta é uma área bem segmentada quanto ao seu uso e ocupação da terra, resultando diferentes influências em parcelas específicas da bacia, mas impactando toda sua área. Vários outros fatores intensificam a legitimidade da pesquisa, como por exemplo, o clima com períodos úmidos e secos bem definidos, a vegetação tradicional do cerrado que se encontra pouco preservada, o solo arenoso e sensível da região, a geomorfologia plana, e a fase de transição da economia de criação de gado para plantação de eucalipto.

Com relação aos impactos na qualidade da água superficial, pode-se citar a existência de indícios de ligações clandestinas de esgoto doméstico, ligação direta entre a rede coletora de esgoto e os corpos d'água, escoamento superficial urbano, e fluxos provenientes da rede de drenagem urbana sejam as causas do problema. Ocorrem também problemas decorrentes das mudanças no percurso do canal em épocas de cheia/ seca e os processos erosivos presentes no médio curso.

Vale salientar que o estado de degradação da área já é objeto de ação de órgãos públicos responsáveis pela proteção do meio ambiente, tendo resultado em multas para o poder público municipal desde 2005 (ALBERTO, 2005), criando um interesse particular da Prefeitura Municipal com relação à Bacia e ao Córrego da Onça, estes sendo contemplados no Plano Diretor do município como áreas de Ações Prioritárias (TRÊS LAGOAS, 2006).

Tudo o que foi citado até este ponto indica claramente que o ponto de partida para uma ocupação do meio que considere as condições existentes e tenha como objetivo a preservação dos recursos naturais ou sua proteção depende, antes de tudo, que se conheça o estado do ambiente a ser ocupado.

Mais que permitir o conhecimento do estado do meio sem a interferência das atividades humanas, o conhecimento importa ser capaz de prever as alterações que as ações humanas devem gerar de forma a buscar mecanismos de evitar os danos ou reduzi-los. As condições descritas para a Bacia do Córrego da Onça mostram que tais cuidados não foram considerados no passado ou, se o foram, o conhecimento existente não resultou na preservação da qualidade ambiental.

Em tais situações, conhecer os componentes naturais do sistema e as condições para que seu estado seja preservado não é solução aceitável já que as atividades humanas modificaram tão intensamente os processos naturais que o sistema já se adequou à nova realidade.

Neste caso a alternativa mais viável compreende identificar o estado atual dos componentes do sistema de como as atividades humanas atuam resultando na condição presente, faz-se necessário definir atributos que permitam identificar as condições do meio transformado para, a partir daí, verificar as intervenções mais apropriadas do ponto de vista técnico.

Além da indicação das alternativas de intervenção, o sucesso de trabalhos desta natureza está relacionado à capacidade de indicar quais intervenções devem ser prioritárias, uma vez que o poder público sempre se vê as voltas com tal decisão, pois raramente se pode

contar com os recursos financeiros necessários para intervir em todas as situações de degradação.

Em tais situações é fundamental que os levantamentos permitam não só a identificação do estado dos componentes do sistema como a avaliação da intensidade da degradação em cada parcela da área na qual a mesma seja identificada bem como a importância relativa entre as diferentes degradações identificadas.

Uma alternativa interessante de levantamento das condições ambientais em tais situações é o uso de geoindicadores, os quais têm por objetivo representar ou sintetizar o estado do ambiente, e a relação entre o homem e os recursos naturais.

CAPÍTULO 3 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. O uso da bacia hidrográfica como unidade espacial na gestão ambiental

O conceito de bacia hidrográfica difundiu-se e consolidou-se no mundo na década de 1970, em consequência da necessidade de promover a recuperação ambiental e a manutenção de recursos naturais escassos como a água (GONZAGA, 2008). São unidades de estudo e planejamento (ASSAD; SANO, 1993).

A escolha desta delimitação espacial, está consagrada na Lei Federal 9.433, de 8 de janeiro de 1997, que instituiu a Política de Recursos Hídricos e na qual se adota a Bacia Hidrográfica como unidade de estudo da interação entre a rede de drenagem e as populações locais, o que envolve o uso desses recursos e os impactos das atividades humanas para os usos múltiplos atuais e futuros da água (GONZAGA, 2008).

Neste contexto, a bacia hidrográfica é reconhecida como unidade espacial utilizada em estudos de gestão para o planejamento territorial, possuindo os estudos relacionados à rede de drenagem, função relevante para compreensão do espaço geográfico e no desenvolvimento de projetos e ações para a melhoria das condições ambientais (BRIGUENTI, 2005).

Pode-se considerar que as bacias hidrográficas são sistemas complexos caracterizados como escoadouros naturais das áreas de drenagens adjacentes e que a complexidade do estado destes sistemas deve-se às condições naturais (solos, rochas e vegetação existentes), à geometria da bacia de drenagem (dimensões e formas de seus componentes), e ao uso do solo, além das condições climáticas locais (TOLEDO; NICOLELLA, 2002).

Enquanto unidade espacial de gestão, calcada na questão dos recursos hídricos em um contexto amplo de planejamento ambiental, uma bacia hidrográfica deve ser estudada com uma metodologia sistêmica e holística, baseada na interdisciplinaridade, que permita a investigação de suas paisagens, identificando os impactos ambientais resultantes das ações sócio-espaciais (FERREIRA, 2008).

Vale salientar, que esta visão permite que se estabeleça uma relação causa-efeito entre seus elementos e processos, e suas interações condiciona, de forma local, consequências que, na prática, são responsáveis por muitas das adversidades observadas atualmente nas cidades (BRIGUENTI, 2005).

A degradação dos recursos de uma bacia hidrográfica está relacionada aos padrões de ocupação da mesma. Desta forma, ao caracterizarmos o estado dos elementos que compõem a bacia, assim como os diferentes padrões de ocupação e pressão, facilita-se a compreensão de processos que ocasionam impactos além de permitir a análise do equilíbrio da bacia e avaliar sua qualidade ambiental (BRIGUENTI, 2005).

Sendo assim, a utilização da bacia hidrográfica como unidade de estudo permite o planejamento dos recursos hídricos, pois se podem levantar nela dados ambientais relevantes, como, clima, relevo, geologia, hidrologia, uso e ocupação do solo, qualidade da água, possibilitando assim a caracterização, classificação, os diagnósticos, prognósticos e o zoneamento ambiental do sistema (MORAES, 2001).

Portanto, as bacias hidrográficas são completas unidades de estudo, sendo assim, fica viável desenvolver mapas que orientem o uso equilibrado do solo, pois na bacia a integração e modificação dos sistemas geo-ecológicos são impactadas por todos os ocupantes desta (FERREIRA, 2008).

3.2. Indicadores Ambientais e Geoindicadores

3.2.1. Modelos de Indicadores Ambientais

Os indicadores têm por função definir metas e monitorar aspectos e simplificar elementos complexos, tornando a pesquisa científica mais compreensível pela população em geral.

A preocupação com indicadores ambientais foi colocada pela Agenda 21 nos capítulos relacionados a meio ambiente, desenvolvimento sustentável e informações para a tomada de decisões. A idéia central da Conferência Rio-92 foi a de dotar os países signatários dos instrumentos adequados para medir e avaliar as políticas públicas voltadas para o desenvolvimento sustentável (VIANNA; GELLI, 2002).

Segundo Santos apud Pires (2009), é complicado expor quantos e quais são os indicadores existentes. Os pesquisadores reconhecem que são inúmeras as informações e não existem grupos de indicadores definitivos. O procedimento usual é analisar o conceito e aplicá-lo para a situação em que se insere o planejamento. Existem organizações que utilizam os indicadores ambientais na sua metodologia de avaliação, dentre estes, vale destacar:

- **Instituto Internacional para o Desenvolvimento Sustentável (IISD):** Recomenda medidas e indicadores de desenvolvimento sustentável desde 1995. Projetaram o “*Csin*” (*Canadian Sustainability Indicators Network*), ferramenta da internet, que fornece informação e análise a um vasto conjunto de utilizadores, desde especialistas ao público em geral. Esta ferramenta utiliza recursos para apontar indicadores de sustentabilidade por meio de relatórios médicos, dados e métodos baseados em uma abordagem prática que visa à discussão de questões e experiências profissionais (INTERNATIONAL INSTITUTE FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT, 2009).
- **Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OECD):** Começou a reunir idéias acerca de indicadores agro-ambientais no início dos anos noventa, baseando-se no modelo pressão – estado – resposta (P-E-R) para a classificação de indicadores, modelo utilizado anteriormente pela Agência de Ambiente do Canadá. O critério para a seleção dos indicadores baseou-se no conceito de “utilidade”, eles devem ser específicos, mensuráveis, alcançáveis, relevantes e temporalmente limitados.

Este modelo teórico-metodológico é bastante utilizado mundialmente por ser considerado simples e aplicável em diferentes escalas e condições espaciais. Fundamenta-se na causalidade, onde as ações humanas exercem ações (PRESSÃO) sobre o meio ambiente alterando sua qualidade e quantidade de recursos (ESTADO). Neste contexto, a sociedade responde a essas mudanças com políticas ambientais, econômicas e setoriais (RESPOSTA) (BRIGUENTI, 2005).

A OECE reconhece que não pode existir apenas um conjunto adequado de indicadores para ser utilizado em todas as situações. Sugerem que os indicadores é só uma ferramenta e que devem ser adaptados de acordo com as circunstâncias (ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT - OECD, 2004).

- **Agência Européia do Ambiente (AEA):** Formularam indicadores relevantes para as políticas ambientais da Europa. Existe uma lista preliminar de 400 indicadores, a partir da qual se selecionou e validou uma menos extensa, e que foi por fim implantada. Introduziu o sistema de classificação de indicadores FMPEIR (Força Motora, Pressão, Estado, Impacto, Resposta), expandido o modelo PER (Pressão, Estado, Resposta). Este modelo pode ser usado para descrever interações entre diferentes tipos de indicadores, bem como para observar mecanismos de *feedback*. Este sistema pretende classificar os indicadores, realçando as formas pelas quais as atividades humanas se relacionam com os problemas ambientais. Distinguem também entre indicadores a curto, médio e longo prazo e classificam-se ao

relacionados com a descrição, relevância, eficiência, ou total bem-estar global (GENTILE, 1998).

- **Comissão das Nações Unidas para o Desenvolvimento Sustentável (CSD):** Em 2001, publicou os resultados obtidos no decorrer dos cinco anos do seu programa de trabalho, em que o conhecimento das ciências físicas e sociais sobre desenvolvimento sustentável, foi traduzido em indicadores concretos de desenvolvimento sustentável. Durante este período, desenvolveram uma lista de trabalho com 134 indicadores potenciais, testados em 22 países diferentes, mas por fim acabaram por identificar uma lista curta de 58 indicadores centrais. O conjunto de indicadores da CDS baseia-se nas duas edições anteriores (1996 e 2001), que têm sido desenvolvidas, melhoradas e extensivamente testadas como parte da implementação do programa de trabalho sobre indicadores de desenvolvimento sustentável. Recomendaram que estes fossem utilizados a nível mundial, como uma base comum para o monitoramento e descrição do desenvolvimento sustentável (UNITED NATIONS, 2007).

Os indicadores são fundamentais para tomadores de decisão e para a sociedade, pois permite tanto criar cenários sobre o estado do meio, quanto aferir ou acompanhar os resultados de uma decisão tomada. São indicativos das mudanças e condições no ambiente e, se bem conduzidos, permitem representar a rede de causalidade presente num determinado meio. Os indicadores são empregados para avaliar e comparar territórios de diferentes dimensões e de diversas complexidades (PIRES, 2009).

Em relação a modelos de indicadores ambientais, Lira e Cândido (2008) discorrem que a sociedade passa a conhecer as ações sustentáveis de um determinado espaço geográfico através da divulgação externa da informação ambiental oportuna em relatórios ambientais, balanço social e indicadores de sustentabilidade e que diante da atual preocupação com o meio ambiente e a sustentabilidade estão sendo estruturadas e testadas formas para medição e mensuração do desenvolvimento sustentável, de países, empresas e sistemas de gestão em várias partes do mundo. Os autores salientam que diversos estudos foram realizados com o intuito de avaliar a sustentabilidade, e destacam os principais modelos teórico-metodológicos:

- **Modelo Pressão – Estado – Resposta (P-E-R):** Este modelo anteriormente citado é utilizado pela OECD para o estudo de indicadores ambientais globais e vem sendo aceito e adotado internacionalmente e baseia-se no conceito de causalidade, onde as atividades humanas exercem pressão sobre o ambiente alterando a qualidade e a quantidade de recursos naturais, ou seja, alterando o seu estado (LIRA; CÂNDIDO, 2008). A partir dele, de acordo

com Lira e Cândido (2008) são especificados três tipos de indicadores ambientais (figura 3.1.):

- indicadores da pressão ambiental: Referem-se à quantidade e qualidade dos recursos naturais e descrevem as pressões das atividades humanas sobre o ambiente;
- indicadores das condições ambientais ou de estado: Referem-se à qualidade do ambiente. Eles devem fornecer uma visão da situação do ambiente e sua evolução no tempo, não das pressões sobre ele;
- indicadores das respostas sociais: São medidas que mostram a resposta da sociedade às mudanças ambientais, podendo estar relacionadas à prevenção dos efeitos negativos da ação do homem sobre o ambiente, à paralisação ou reversão de danos causados ao meio, e à preservação e conservação da natureza e dos recursos naturais.



Figura 3.1.: Modelo Pressão-Estado-Resposta da OECD.
Fonte: Lira e Cândido (2008).

Nesse modelo as pressões sobre o ambiente são reduzidas àquelas causadas pela ação do homem, desconsiderando as provenientes da ação da natureza (LIRA; CÂNDIDO, 2008).

- **Modelo Força Motriz – Estado – Resposta (FM-E-R):** Este modelo é uma adaptação do modelo Pressão-Estado-Resposta e surgiu a partir da proposta de desenvolvimento de indicadores para o monitoramento do desenvolvimento sustentável de países mediante a implementação da Agenda 21 por meio do Departamento de Coordenação Política e Desenvolvimento Sustentável (Department for Policy Coordination and Sustainable Development - DPCSD) da Divisão das Nações Unidas para o Desenvolvimento Sustentável (LIRA; CÂNDIDO, 2008).

O termo força motriz seria mais apropriado para reunir indicadores econômicos, sociais e institucionais e descrevem as atividades humanas, processos e padrões de impacto sobre o desenvolvimento sustentável (UNITED NATIONS apud LIRA; CÂNDIDO, 2008).

Gouzee et al. apud Lira; Cândido (2008) sugere o agrupamento dos indicadores ambientais em quatro categorias e propõem o uso de índices para cada uma delas (figura 3.2.):

a) medidas do uso dos recursos renováveis e não renováveis que potencialmente causam a redução dos recursos e a degradação dos sistemas biológicos; refletem o que retiramos do ambiente (source indicators);

b) medidas de poluição e resíduos liberados no ambiente; refletem o que introduzimos no ambiente (sink-indicators);

c) medidas da situação e risco do ambiente, o qual mantém a biodiversidade e fornece outros benefícios que vão da retenção de água à reciclagem de nutrientes; refletem a redução da habilidade do ambiente em fornecer tais benefícios à medida que ele é degradado pela expansão das atividades humanas (life support indicators);

d) medidas do impacto das condições do ambiente sobre a saúde e o bem estar humano; refletem as ameaças ao bem-estar da população por fatores como a poluição do ar e da água, entre outros (human impact/exposure indicators).

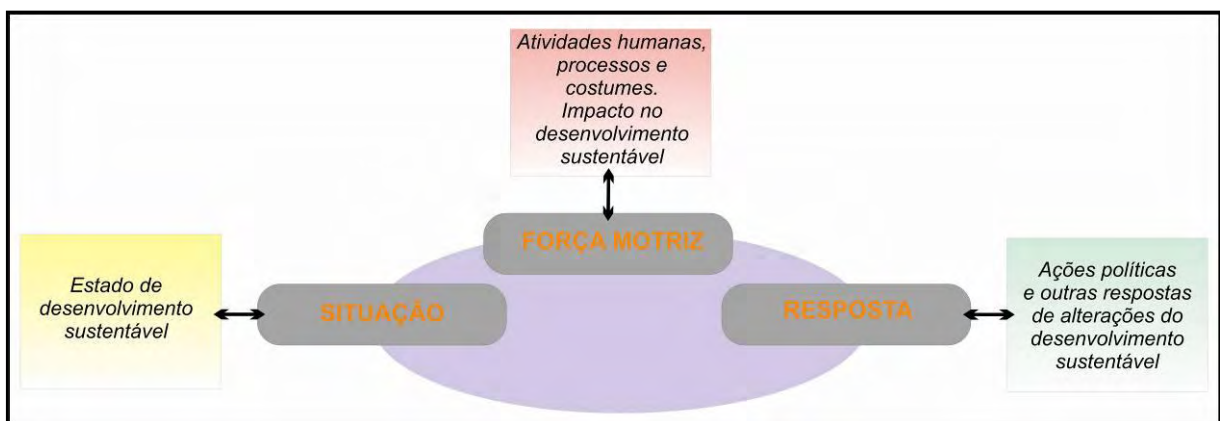


Figura 3.2.: Modelo Força Motriz-Estado-Resposta
Fonte: Lira e Cândido (2008).

Embora o modelo proposto possa ser aplicado para descrever as pressões das atividades humanas sobre o ambiente, o estado do ambiente e as respostas da sociedade, sugerem-se restringir os indicadores de pressão justificando que melhor satisfazem os critérios estabelecidos no trabalho, possibilitando o uso por diversos setores e fornecendo as bases para

avaliar o desempenho de políticas ambientais (GOUZEE et al. apud LIRA; CÂNDIDO, 2008).

- **Modelo Pressão – Estado – Impacto – Resposta (P-E-I-R):** O modelo é utilizado pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) e consiste na interferência antrópica nos recursos naturais. Esta afeta o estado de seus componentes e pode gerar ações como resposta. Assim, o modelo tem por objetivo retratar, de maneira simplificada, as pressões que as atividades humanas exercem sobre o meio ambiente, como estas alteram a qualidade dos recursos naturais, os impactos causados e a reação da sociedade frente a tais alterações (BARCELLOS et al., 2005). Assim pode-se entender (figura 3.3.):

- *Estado do meio ambiente:* corresponde à condição atual do meio ambiente; relata a qualidade ambiental e os aspectos quantitativos e qualitativos dos recursos naturais.
- *Pressões sobre o meio ambiente:* descrevem pressões que as atividades humanas impõem sobre o meio ambiente através de suas atividades e processos.
- *Impactos:* referem-se às conseqüências ou condição de saúde e bem-estar da população, economia, ecossistemas etc.
- *Respostas da sociedade:* correspondem às ações adotadas para mitigar, adaptar, prevenir, deter ou reverter impactos negativos sobre o meio ambiente, produzidos pelas atividades humanas.

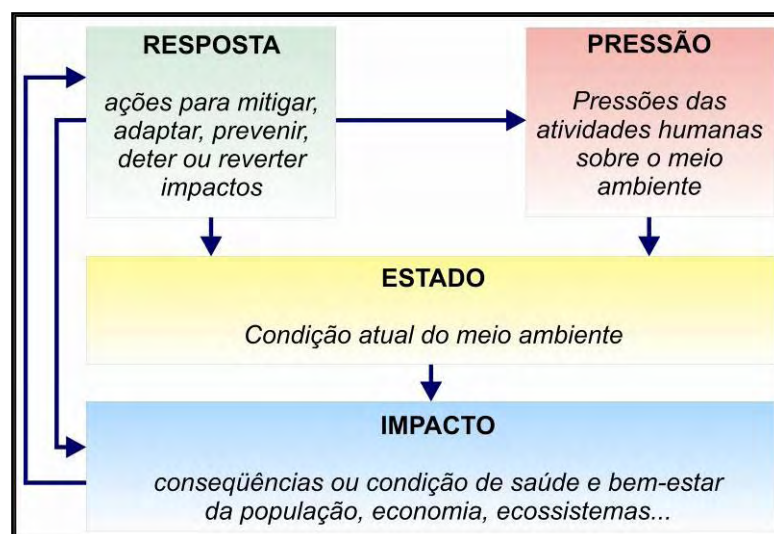


Figura 3.3.: Modelo Pressão-Estado-Impacto-Resposta.
Adaptado de Holmes (2008).

Segundo Rotmans e Vries apud Holmes (2008), o modelo PEIR é um ciclo dinâmico a ser analisado em um determinado tempo e local, a partir da formação de cadeias de causa-efeito entre as atividades humana e os fatores naturais.

Vale ressaltar que vários outros modelos são formulados e disponibilizados para a elaboração de análises quantitativas e qualitativas do meio ambiente e que os indicadores ambientais construídos dentro de uma metodologia adequada podem oferecer subsídios aos tomadores de decisão, pois esclarecem a sensibilidade da área de interesse e os possíveis danos aos fatores naturais, orientando o delineamento do uso e ocupação do espaço (SANKOH apud HOLMES, 2008).

3.2.2. Geindicadores

Geindicadores são usados em geociências desde a década de 1970, sendo principalmente voltados para a avaliação de recursos minerais. Entretanto, nos últimos anos uma atenção especial tem sido dada para a avaliação de impactos ambientais e riscos geológicos (FABBRI; PATRONO apud RUDORFF, 2005).

Neste contexto, na década de 1990, com a criação de um grupo de trabalho representando a Comissão de Ciências Geológicas para o Planejamento Ambiental (COGEOENVIRONMENT) da União Internacional de Ciências Geológicas (IUGS), que tinha como principal tarefa a elaboração de uma lista de indicadores geológicos e geomorfológicos tradutores dos processos determinantes das mudanças do sistema ambiental, em diversos intervalos temporais difundiram-se mais a terminologia “*geindicadores*” (GUIMARÃES apud COLTRINARI, 2004).

A lista original de geindicadores, formulada pela Comissão de Ciências Geológicas para o Planejamento Ambiental (COGEOENVIRONMENT), contém vinte e sete geindicadores associados a uma série de informações sobre sua aplicação com o propósito de facilitar o monitoramento dos processos geológicos importantes na sustentabilidade ambiental (tabela 3.1.).

Tabela 3.1.: Lista de geoindicadores básicos proposta por Berger

Geoindicadores	Mudanças ambientais
Química do coral e padrão do crescimento	Temperatura da água de superfície e salinidade
Crostras e fissuras em superfície desértica	Aridez
Formação e reativação de dunas	Velocidade e direção dos ventos, umidade, aridez e disponibilidade de sedimentos
Magnitude, duração e frequência de tempestade de areia	Transporte de areia, aridez e uso do solo
Atividade de solo congelado	Clima, hidrologia e movimentação de taludes
Flutuações de geleiras	Precipitação, insolação e fluxo de derretimento
Qualidade da água subterrânea	Uso do solo, contaminação, alteração de rocha e solo, radioatividade e precipitação de ácidos
Química da água subterrânea na zona não saturada	Alteração de solos e rochas, clima e uso do solo
Nível da água subterrânea	Clima, impermeabilização e recarga
Atividade cárstica	Química e fluxo da água subterrânea, clima, cobertura vegetal e processos fluviais
Níveis e salinidades de lagos	Clima, uso do solo, vazão e circulação da água subterrânea
Nível relativo do mar	Oscilações na linha de costa, clima, extração de fluidos, sedimentação e compactação
Seqüência e composição de sedimentos	Clima, uso do solo, erosão e deposição
Sismicidade	Tensões naturais ou induzidas
Linha da costa	Erosão costeira, transporte e deposição de sedimentos, uso do solo, nível do mar e clima
Deslizamento de encostas	Estabilidade de taludes, movimentos de massa e uso do solo
Erosão de solos e sedimentos	Clima, tempestade de água, vento e uso do solo
Qualidade do solo	Processos químicos, biológicos e físicos no solo e uso do solo
Fluxo de corrente	Clima, precipitação, bacia de drenagem e uso do solo
Morfologia de canal	Carga de sedimento, velocidade de fluxo, clima, uso do solo e subsidência
Armazenamento e carga de fluxo de sedimento	Transporte de sedimento, taxa de fluxo, bacia de drenagem e uso do solo
Regime de temperatura do subsolo	Clima, fluxo de calor, uso do solo e cobertura vegetal
Deslocamentos crustais	Soerguimento e subsidência, falhas e extração de fluidos
Qualidade de água de superfície	Clima, uso do solo, interações água-solo-rocha e velocidade de fluxo
Atividade vulcânica	Movimento de magma próximo à superfície, liberação de gases magmáticos e fluxos de calor
Extensão, estrutura e hidrologia de terras úmidas	Uso do solo, clima, produtividade biológica e vazão de fluxo
Erosão eólica	Clima, uso do solo e cobertura vegetal

Segundo Berger apud Cruz (2008), um problema ao se utilizar uma lista de checagem é compreender que cada compartimento é distinto e que há pouca interação entre eles. Vale

salientar que os sistemas biológico e geológico interagem intimamente no tempo e no espaço e são bastante afetados por influências humanas. No entanto, a lista de checagem aperfeiçoa o início das pesquisas, na busca de uma melhor compreensão das mudanças ambientais que estão ocorrendo.

Segundo Cruz, Tavares e Lollo (2007) o termo “geoindicadores” foi originalmente usado por Berger & Iams para descrever um conjunto de informações do meio que representasse suas condições ambientais, bem como os processos de dinâmica superficial em andamento no local para os componentes ambientais. A partir desse trabalho veio a introdução do conceito de geoindicadores em 1996 com a publicação do livro *Geoindicadores: Assessing Rapid Environmental Changes in Earth Systems* editado por Antony R. Berger e William J. Iams. Nesse caso, os geoindicadores se constituem em variáveis representativas de macro mudanças temporais, analisadas dentro de uma abordagem global (GUIMARÃES, 2004).

Sendo assim, pode-se definir: “[...] geoindicadores são medidas (magnitudes, frequências, taxas e tendências) de processos geológicos e fenômenos ocorrendo na superfície ou próximo dela e sujeitas a alterações que são significativas no entendimento das mudanças ambientais ao longo de períodos de 100 anos ou menos” (BERGER; IAMS apud RUDORFF, 2005).

Os geoindicadores são considerados como instrumentos de pesquisa, definidores do conhecimento da estrutura, dos processos dos sistemas ambientais, bem como da pressão externa, das modificações e de suas conseqüências sobre os demais sistemas interligados. Inclui-se nessa organização, o sistema antropogênico gerador de várias mudanças em seu ambiente de inserção, exigindo a adoção de formas adequadas de planejamento dando suporte às políticas ambientais (BERGER apud GUIMARÃES, 2004).

Para Berger (1997) os geoindicadores devem contribuir na resposta a quatro questões básicas:

- O que está acontecendo no ambiente? (condições e tendências);
- Por que está acontecendo? (causas, humanas e/ou naturais);
- Por que é importante? (efeitos ecológicos, econômicos e na saúde); e
- O que se pode fazer acerca disso? (implicações no planejamento e nas políticas).

Os geoindicadores se baseiam em conceitos e procedimentos padrão podendo ser usados para evidenciar mudanças em ambientes fluviais, costeiros, desérticos, montanhosos, de geleiras, e outras áreas (CRUZ; TAVARES; LOLLO, 2007). A seguir são apresentados

alguns exemplos de aplicação de geoindicadores em trabalhos realizados em outros países e no Brasil.

Romanovskii et al. (1997) analisou processos periglaciais na Rússia, existentes em terrenos de permafrost (camada do solo que permanece congelada quando em temperaturas abaixo de 0°C) e concluiu que seriam geoindicadores para a zona de rocha congelada.

Segundo o autor os geoindicadores permafrost manifestam-se em formas superficiais que podem ser observadas, descritas, e monitoradas. A localização e aparência dessas formas, sua superfície morfológica, a composição e textura dos depósitos que as compreendem, fornecem informações gerais sobre o clima, ambiente, e evolução, atividade e intensidade dos processos criogênicos.

Bush et al. (1999) apresenta três áreas de estudo na Carolina do Norte em que os geoindicadores são utilizados para avaliação de riscos litorâneos e mitigação dos impactos gerados. A proposta contempla uma lista preliminar abrangendo grande quantidade de geoindicadores, muitos dos quais passíveis de avaliação apenas em campo.

Os geoindicadores avaliados na área de estudo em questão foram: porte da vegetação, mudanças na linha de praia, largura, declividade e espessura dos depósitos de praia, zona de espraiamento, foz de rio, geometria das dunas, geometria da escarpa, forma da costa, vegetação, drenagem, planície de lavagem, platôs em mar aberto, outras feições e taxa geral de risco. Além disso, os autores propõem um conjunto de medidas mitigadoras consideradas úteis para os problemas identificados na área.

Osterkamp (2002) define geoindicadores para monitoramento de rio e vale de rio nos trópicos úmidos, sugerindo, para áreas planas aqueles relacionados ao escoamento superficial, movimento de solo e rupturas de talude, e densidade de drenagem; para vales - taxas de deposição de sedimentos; para o canal - volumes de água, sedimento, e sólidos dissolvidos.

Na Lituânia, Klimas e Gregorauskas (2002) vêem qualidade da água subterrânea como um valioso geoindicador de condição ambiental. Apresentam a importância de mudanças em seus níveis e qualidade (inclusive invasão de água salina), e interações água-rocha (resultando em carstificação e subsidência).

Outro geoindicador de reposta à mudanças ambientais, estudado por Canuti et al. (2004) são os deslizamentos de solo, bastante importante em regiões montanhosas, avaliado em um trabalho desenvolvido na Itália. Os autores discutem a importância dos fatores uso do solo, clima e vegetação na frequência de deslizamentos de solos em diferentes escalas de tempo utilizando técnicas de sensoriamento remoto.

Zuquete, Pejon e Collares (2004) propuseram um conjunto de geoindicadores para o ambiente costeiro e ambientes a ele relacionados (incluindo aí o ambiente fluvial) dos quais alguns podem ser utilizados em bacias hidrográficas, tais como: erosão (solo e sedimento); mudanças no relevo; mudanças no canal; qualidade da água superficial; assoreamento; ruptura em taludes; mudanças na geometria do canal; mudanças na vegetação; danos nas construções e infra-estrutura urbana; destruição de matéria orgânica.

Santo e Sánchez (2002), avaliando degradação do ambiente fluvial por exploração de areia para construção, sugerem que os geoindicadores podem ser usados também como instrumentos de apoio à gestão ambiental, como no planejamento do uso da terra e avaliação de impactos no meio ambiente.

3.3. A utilização do Sistema de Informação Geográfica (SIG)

As geotecnologias são compostas por soluções em hardware, software e peopleware que juntos se constituem em ferramentas para tomada de decisão, ou seja, conjunto de tecnologias para coleta, processamento, análise e disponibilização de informação com referencia geográfica, por exemplo, as imagens de satélite (FERREIRA, 2008).

A utilização do sensoriamento remoto e geoprocessamento são válidas e se faz cada vez mais presente nas interpretações de estudos ambientais, pois viabiliza um melhor monitoramento da área sem que haja contato direto com a mesma (GONZAGA, 2008).
Salienta-se que:

Sensoriamento Remoto é a tecnologia que permite obter imagens e outros tipos de dados, da superfície terrestre, através da capacitação e do registro da energia refletida ou emitida pela superfície. O termo Sensoriamento Remoto refere-se à obtenção de dados, que significa distante, é utilizado porque a obtenção é feita à distância, ou seja, sem o contato físico entre o sensor e a superfície terrestre (FLORENZANO, 2002).

Por meio das imagens obtidas por sensores, realiza-se a interpretação dos dados e a compilação dos mapas temáticos por meio da utilização de um Sistema de Informação Geográfica (SIG). Este, por sua vez, constitui-se na ferramenta mais adequada, pois, apresenta capacidade funcional para captura e armazenamento (input), manipulação, transformação, visualização, combinação, investigação, análise, modelagem e saída (output) de dados georreferenciados (BONHAM; CARTER, 1994).

Segundo Câmara et al. (2000), o termo Sistema de Informações Geográficas (SIG) é aplicado para sistemas que realizam o tratamento computacional de dados geográficos. Sendo assim, o SIG é um conjunto poderoso de ferramentas para armazenamento, recuperação, transformação e exibição de dados do mundo real para um conjunto particular de propósitos (BURROUGH apud RUDORFF, 2005).

Sistemas de Informação Geográfica (figura 3.4.) são ferramentas computacionais para geoprocessamento que torna possível a automatização da produção de documentos cartográficos (CÂMARA et al., 2001).

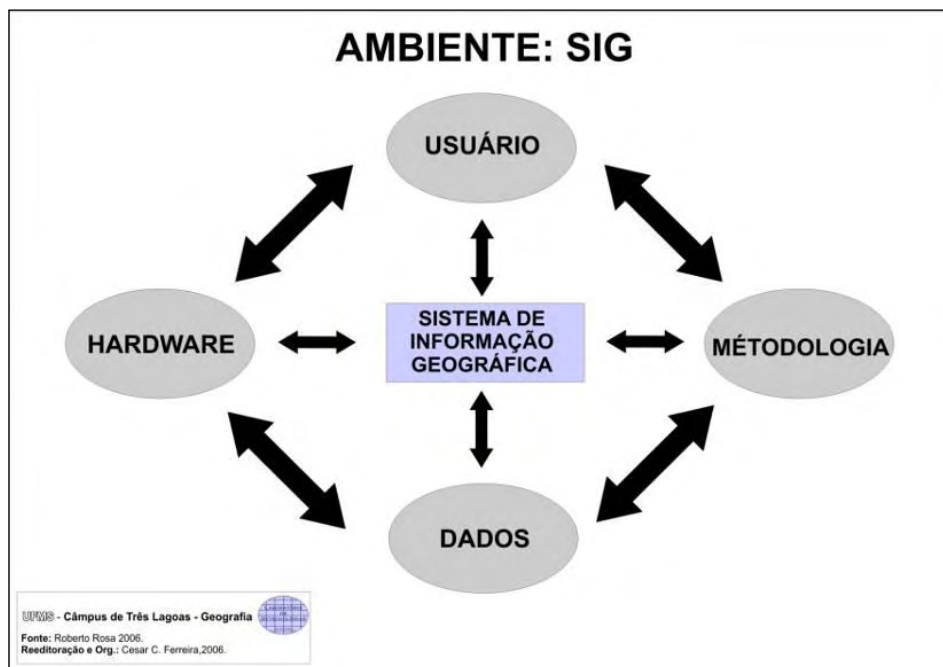


Figura 3.4.: Componentes do SIG.
Fonte: Rosa (2003).

Segundo Câmara et al. (1996), a estrutura dos Sistemas de Informação Geográfica (SIG) possui os seguintes componentes: Interface com o usuário; Entrada e integração dos dados; armazenamento e recuperação de dados (sistematizados sob forma de um banco de dados geográficos), a figura 3.5. indica a relação entre os principais componentes de um SIG.

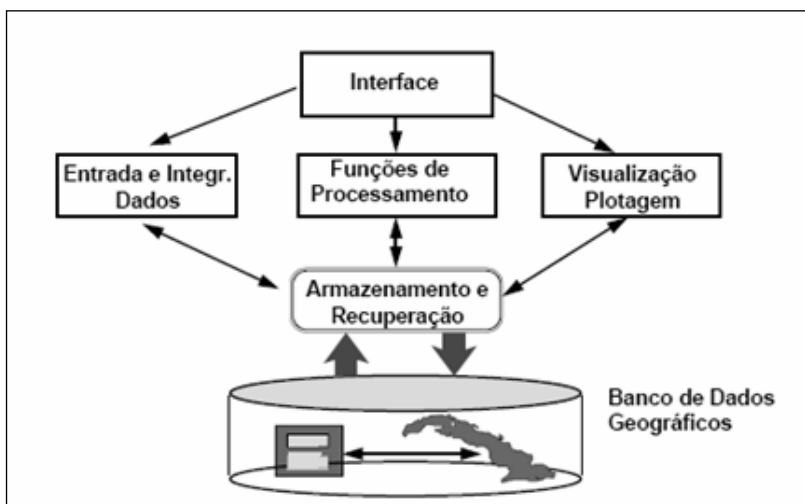


Figura 3.5. : Arquitetura de Sistemas de Informação Geográfica.
Fonte: Câmara et al. (1996).

O SIG, além de proporcionar a percepção visual da distribuição espacial de um determinado problema, ele é capaz de traduzir padrões existentes com considerações objetivas e mensuráveis (FUCKS et al. apud RUDORFF, 2005). A análise espacial dentro do contexto do SIG visa fornecer um conjunto de ferramentas para mensurar relacionamentos, levando em conta a localização espacial do fenômeno em estudo de forma explícita (FUCKS et al. apud RUDORFF, 2005).

Alguns exemplos de análises espaciais são: operações em atributos de entidades geográficas, álgebra de mapas, lógica difusa, interpolação, funções de densidade, análise em redes, consultas, integração de dados e exploração de dados (BURROUGH apud RUDORFF, 2005).

Nessa perspectiva, Ferreira (2008) salienta que a tecnologia dos SIG e do Sensoriamento Remoto vem sendo usada extensivamente em aplicações como a cartografia de uso da terra (planejamento), análise e planejamento de transportes (redes de estradas), análise geodemográfica (localização de serviços), cartografia de redes de infra-estruturas (gás, água e energia elétrica) e em múltiplas aplicações de gestão de recursos naturais.

A capacidade de realizar operações com dados espaciais permite ao SIG o levantamento, manipulação digital, mapeamento e a análise de um conjunto de atributos georeferenciados. Com isso, os aplicativos SIGs estão, de forma crescente, contribuindo na produção do conhecimento científico e na tomada de decisão do planejamento urbano, regional e nacional (BRIGUENTI, 2005).

3.4. A utilização do índice de Qualidade da Água – IQA (CETESB)

Índice é o valor resultante da síntese de vários parâmetros. Ele permite resumir todos os valores medidos em um único número. O IQA, Índice de Qualidade de Águas, indica a relativa qualidade da água em pontos geográficos e/ou ao longo do tempo. Surgiu a partir de um estudo realizado em 1970 pela "National Sanitation Foundation" dos Estados Unidos. No Brasil, a CETESB (Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental, ligada à Secretaria do Meio Ambiente do governo de São Paulo) adaptou e desenvolveu o IQA, que incorpora nove parâmetros considerados relevantes para a avaliação da qualidade das águas, tendo como determinante principal a utilização das mesmas para abastecimento público (COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO - CETESB, 2000).

A criação do IQA baseou-se numa pesquisa de opinião junto a especialistas em qualidade de águas, que indicaram os parâmetros a serem avaliados, o peso relativo dos mesmos e a condição com que se apresenta cada parâmetro, segundo uma escala de valores. Dos trinta e cinco parâmetros indicadores de qualidade de água inicialmente propostos, somente nove foram selecionados (CETESB, 2000).

A critério de cada profissional foram estabelecidas curvas de variação da qualidade das águas de acordo com o estado ou a condição de cada parâmetro. Estas curvas de variação foram sintetizadas em um conjunto de curvas médias (figura 3.6.) para cada parâmetro e receberam um peso relativo correspondente (CETESB, 2000). Os parâmetros de qualidade identificam principalmente a contaminação dos corpos hídricos ocasionada pelo lançamento de esgotos domésticos. O resultado final determinará principalmente se a água se enquadra para o abastecimento público, considerando aspectos relativos ao tratamento dessas águas.

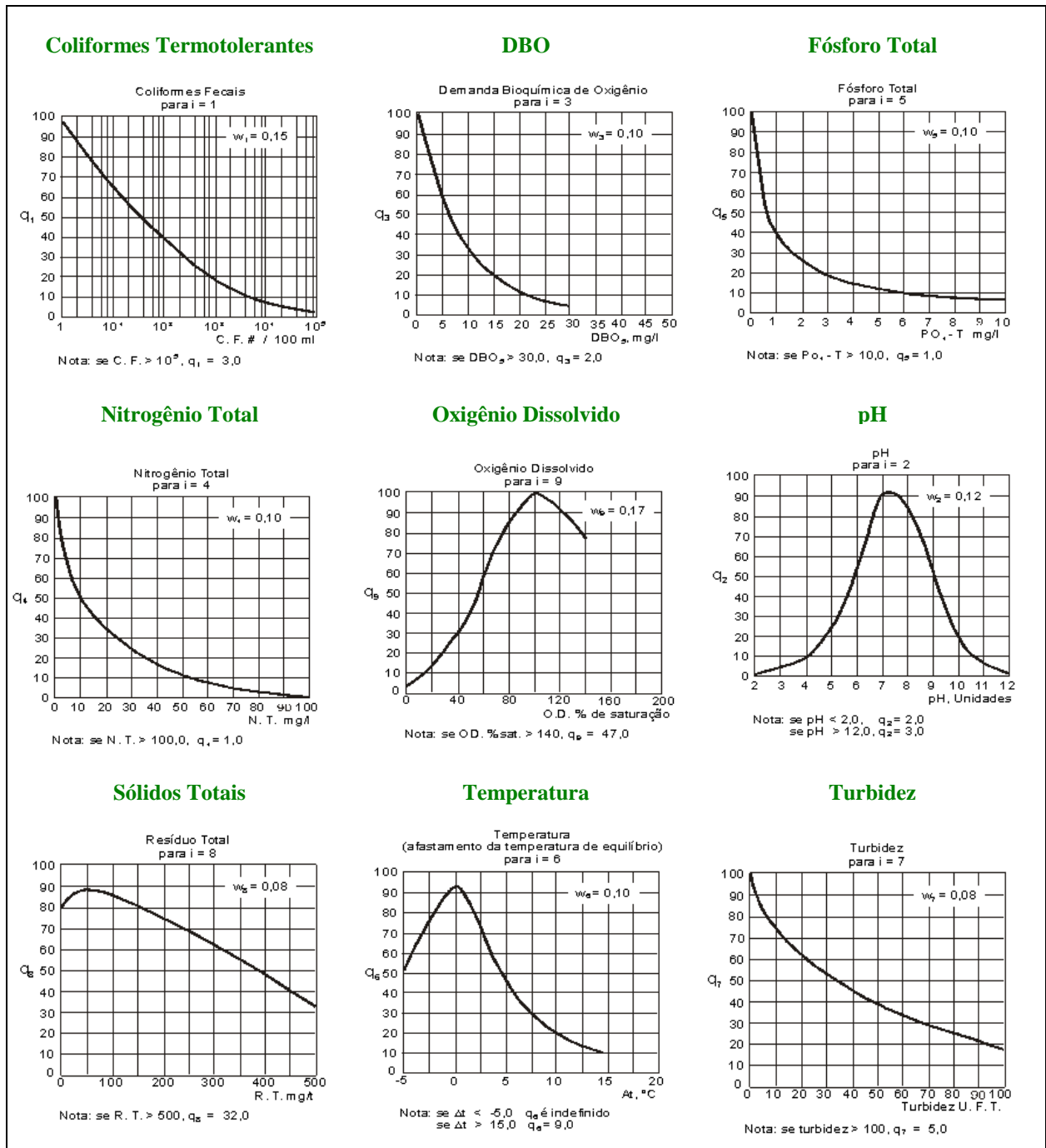


Figura 3.6.:Curvas médias de cada parâmetro.
Fonte: CETESB (2009).

O IQA é calculado pelo produtório ponderado das qualidades de água correspondentes aos parâmetros: temperatura da amostra, pH, oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio (5 dias, 20°C), coliformes termotolerantes, nitrogênio total, fósforo total, resíduo total e turbidez através da fórmula:

$$IQA = \prod_{i=1}^n q_i^{w_i}$$

onde:

IQA : Índice de Qualidade das Águas, um número entre 0 e 100;

qi : qualidade do *i*-ésimo parâmetro, um número entre 0 e 100, obtido da respectiva "curva média de variação de qualidade", em função de sua concentração ou medida e

wi : peso correspondente ao *i*-ésimo parâmetro, um número entre 0 e 1, atribuído em função da sua importância para a conformação global de qualidade, sendo que:

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1$$

em que:






n : número de parâmetros que entram no cálculo do IQA.

Sendo que:

Parâmetro	Unidade	Peso (w)
Oxigênio Dissolvido	% saturação	0,17
Coliformes Fecais	NMP/100ml	0,15
pH	-	0,12
DBO5	mg O2/L	0,10
Nitrogênio Total	mg N/L	0,10
Fósforo Total	mg P/L	0,10
Turbidez	uT	0,08
Sólidos Totais	mg/L	0,08
Temperatura de Desvio	°C	0,10

No caso de não se dispor do valor de algum dos 9 parâmetros, o cálculo do IQA é inviabilizado. A partir do cálculo efetuado, pode-se determinar a qualidade das águas brutas, que é indicada pelo IQA, variando numa escala de 0 a 100. Esses valores recebem uma classificação que varia de ótima a péssima e um cor capaz de classificá-la para uma melhor interpretação visual dos dados (tabela 3.2.).

Tabela 3.2.: Classificação do IQA

CATEGORIA	PONDERAÇÃO	COR UTILIZADA
Ótima	$79 < \text{IQA} \leq 100$	
Boa	$51 < \text{IQA} \leq 79$	
Regular	$36 < \text{IQA} \leq 51$	
Ruim	$19 < \text{IQA} \leq 36$	
Péssima	$\text{IQA} \leq 19$	

Fonte: CETESB (2009)

As vantagens da utilização do IQA em pesquisas ambientais se baseiam na facilidade de comunicação com o público não técnico, pois o valor representa uma média de diversas variáveis em um único número, combinando unidades de medidas diferentes em uma única unidade. A desvantagem consiste na perda de informação das variáveis individuais e da interação entre as mesmas.

CAPÍTULO 4 – MATERIAIS E MÉTODOS

A descrição dos procedimentos metodológicos citada a seguir teve como base as etapas de desenvolvimento do trabalho permitiu a concretização dos objetivos previstos no projeto. Sendo assim a seqüência de etapas compreende:

- a. Revisão bibliográfica: levantamento de fontes bibliográficas de forma a permitir o domínio dos temas bacia hidrográfica, geoindicadores, características da área em estudo, ferramentas de sensoriamento remoto e geoprocessamento; que permitiu o desenvolvimento do projeto.
- b. Levantamentos preliminares de informações anteriores tais como mapas, fotos, fontes bibliográficas, produtos de sensores remotos para caracterização da área de estudo.
- c. Proposição, com base na literatura estudada e no conhecimento da área, de um conjunto de geoindicadores considerados apropriados para descrever os processos de degradação existentes na área, bem como a sua importância.
- d. Representação cartográfica das informações contemplando a geração em SIG das cartas temáticas dos componentes do meio físico e de outras cartas que caracterizem a ação humana e processos geodinâmicos, de uma carta contendo os locais ou áreas onde os impactos foram identificados e sua qualificação, geração de carta síntese representando, para os sub-ambientes da bacia, diferentes classes de degradação em função dos impactos identificados e geoindicadores atribuídos.
- e. Levantamento das características físicas da bacia: relevo, clima e qualidade da água (IQA – CETESB).
- f. Proposição de alternativas ou medidas de intervenção, com base na análise da relação entre os componentes naturais e humanos com os impactos, análise de discussão das medidas previstas no Plano Diretor do Município de Três Lagoas para a área em estudo, e proposição de medidas de proteção de áreas específicas ao longo da bacia e de medidas para recuperação de outras áreas.

4.1. Escolha da área de estudo

A bacia hidrográfica do Córrego da Onça encontra-se entre as coordenadas geográficas $51^{\circ}37'30''\text{W}$ e $51^{\circ}47'14''\text{W}$, $20^{\circ}43'25''\text{S}$ e $20^{\circ}51'01''\text{S}$ (figura 4.1.), com uma área de unidade territorial de $132,27 \text{ km}^2$ (CARVALHO, 2008).

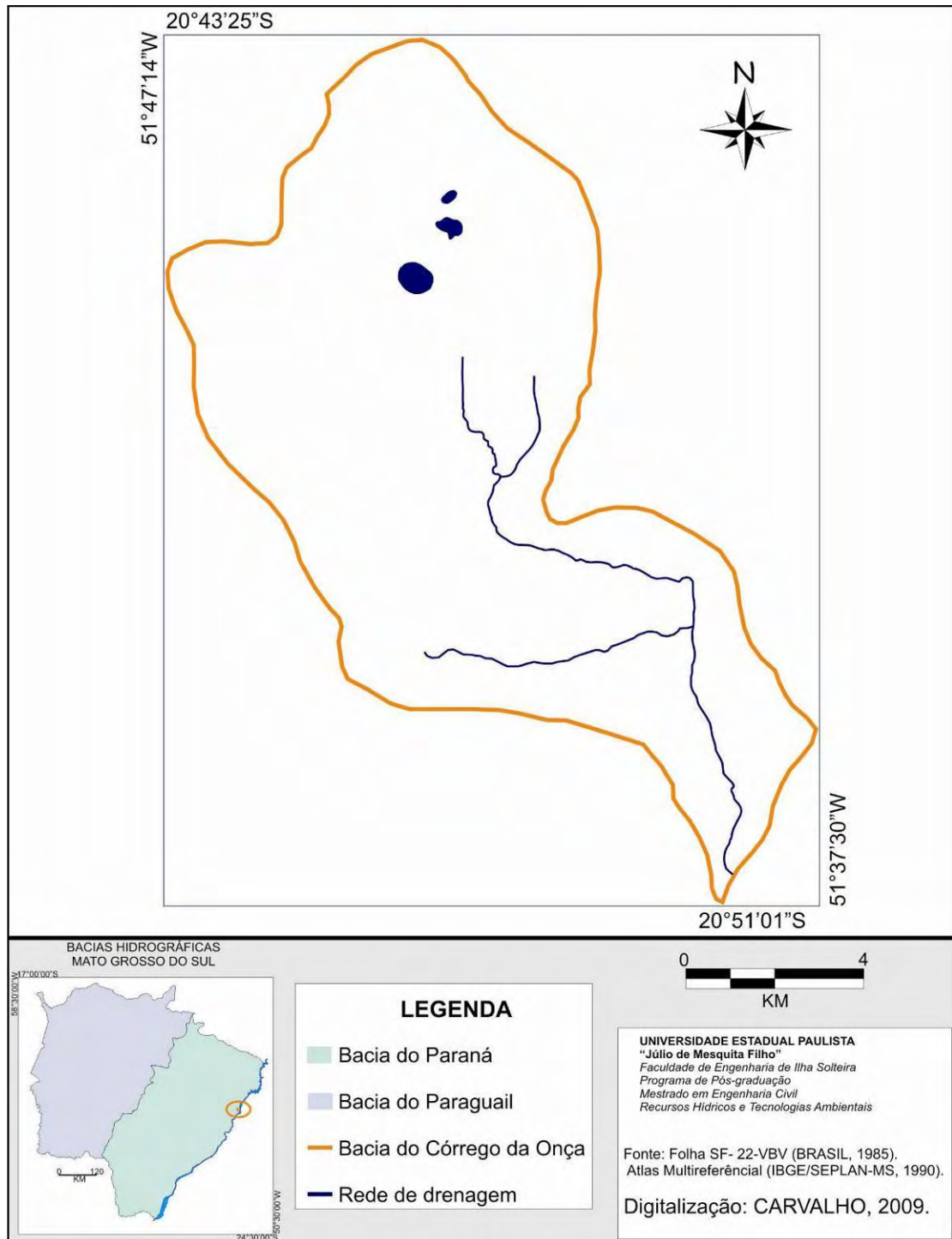


Figura 4.1.: Localização da Bacia Hidrográfica do Córrego da Onça.

A Bacia do Córrego da Onça, objeto de estudo da pesquisa, é uma bacia bem segmentada quanto ao uso e ocupação do solo, sendo que no alto curso, formado pelas lagoas urbanas e pelas canalizações dos Córregos da Onça e do Japão, encontra-se basicamente área urbanizada da cidade de Três Lagoas (figura 4.2.).



Figura 4.2.: Foto aérea da Lagoa Maior. Percebe-se a urbanização avançada ao redor de suas margens.

Foto: PREFEITURA MUNICIPAL DE TRÊS LAGOAS.

No médio curso, a ocupação predominante é pastagem. Nesta área, encontra-se as maiores degradações ambientais. Na proximidade do canal fluvial situa-se os processos erosivos em estágio avançado e o leito do córrego apresenta-se bastante assoreado. Este assoreamento é resultado dos processos erosivos e do carreamento de sedimentos pelo sistema de drenagem urbano ligado ao córrego.

Ainda no médio curso, nas épocas de seca não há presença de água no canal, o oposto ocorre nos períodos de cheias, quando o canal se alarga, devido principalmente ao sistema de drenagem da cidade que é direcionado quase que completamente para este curso d'água. Na situação de seca agrava-se o problema da degradação da água, pois, o córrego não possui água suficiente em seu leito para que ocorra o processo de diluição do efluente da estação de tratamento de esgoto (figura 4.3.).



Figura 4.3.: Efluentes do tratamento de esgoto, único aporte líquido no médio curso do Córrego da Onça no período seco.
Foto: Moreira (2006).

No final do médio curso, é possível observar uma pequena recomposição da vegetação principalmente devido as áreas de reserva legal, a exposição de áreas de ressurgência de água, com a formação de pequenas lagoas, áreas de alagados e a formação de um discreto curso d'água (figuras 4.4. e 4.5.).



Figura 4.4.: Ressurgência de água no final do médio curso do Córrego da Onça.



Figura 4.5.: Canal do Córrego da Onça após os pontos de ressurgência de água

No baixio do córrego, o canal se alarga e suas águas ficam visivelmente límpidas. Neste ponto observa-se a presença de mata ciliar de diferentes metragens, ora com vegetações típicas, ora espécies do cerrado. Nota-se também, nas adjacências a formação da planície de alagamento do Rio Paraná. Na foz, localiza-se uma área consideravelmente vegetada, com um

curso d'água espesso, profundo e bem encaixado, de águas cristalinas e aspecto meandrado (figuras 4.6. e 4.7.).



Figura 4.6.: Foz do Córrego da Onça.



Figura 4.7.: Foz do Córrego da Onça na margem direita do Rio Paraná. Vegetação ciliar preservada. Imagem: Google Earth, 2006.

4.2. Proposição dos geindicadores e o modelo de indicadores ambientais

Adotaram-se dois geindicadores propostos por Berger (1997), sendo eles problemas bases mais evidentes para a bacia hidrográfica em questão e para o poder público:

- I. *Erosão de solos e sedimentos;*
- II. *Qualidade de água de superfície.*

Neste contexto, optou-se pela utilização da metodologia utilizada pela OECD, modelo utilizado no Canadá e que tem sido considerado simples e aplicável na construção de indicadores ambientais. O modelo (figura 4.8.) está fundamentado em uma rede de casualidade onde as atividades humanas originam a pressão sobre o meio ambiente (indicadores de pressão), que por sua vez interfere no meio e altera a qualidade e a quantidade dos recursos naturais (indicadores de estado), e que devido a isto, produz uma resposta que tende a minimizar ou a anular esta pressão (indicadores de resposta) (COSTA et al., 2007).



Figura 4.8.: Conceito Pressão-Estado-Resposta (P-E-R) proposto pela OECD.

A escolha dos indicadores deve responder princípios básicos de simplicidade e aplicabilidade que podem ser sintetizados da seguinte maneira:

- **Comparabilidade:** os indicadores devem permitir estabelecer comparações e apontar as mudanças ocorridas em termos de desempenho ambiental;
- **Equilíbrio:** os indicadores ambientais devem distinguir entre áreas problemáticas (mau desempenho) e áreas com perspectivas (bom desempenho);
- **Continuidade:** os indicadores devem assentar em critérios similares e em períodos ou unidades de tempo comparáveis;
- **Temporalidade:** os indicadores devem ser atualizados com a regularidade necessária para permitir a adoção de medidas;
- **Clareza:** os indicadores devem ser claros e inteligíveis.

A observação desse conjunto de propriedades precisa favorecer a seleção mais lógica e rigorosa dos indicadores, permitindo uma melhor exposição dos fatos, aproximando-se da realidade e gerando maior confiabilidade na aplicação de modelos, cenários ou sistemas de informação.

Sendo assim, selecionou-se uma cartela de indicadores ambientais capazes de descrever a área de estudo (tabela 4.1.).

Tabela 4.1.: Geoindicadores e indicadores ambientais propostos para a pesquisa

R E V I S Ã O B I B L I O G R Á F I C A	Geoindicadores Propostos		
	1. Erosão de solos e Sedimentos	2. Qualidade de Água Superficial	
	Modelo Teórico-Metodológico P-E-R		
	Indicadores de Pressão	Indicadores de Estado	Indicadores de Resposta
	1. Uso do Solo	1. Qualidade da Água Superficial	1. Ações Ambientais Públicas
		2. Características Físicas da Área	
- Relevo			
- Clima			

4.3. Aquisição dos resultados – indicadores ambientais

4.3.1. Indicadores de Pressão

- Uso do solo

Para a análise da pressão efetuada no ambiente natural pelos processos humanos adotou-se com indicador ambiental o uso do solo. Neste contexto, elaborou-se um mapa de uso do solo por meio de uma imagem de satélite Landsat5 (Land Remote Sensing Satellite) órbita 223 e ponto 074 do ano de 2009 e imagem de radar SRTM (Shuttle Radar Topography) do ano de 2000. Utilizou-se também um receptor GPS (Sistema de Posicionamento Global) Garmin modelo eTrex[®]H, para georreferenciar e demarcar os pontos de coleta da água na imagem, câmera digital para registros fotográficos, software SPRING[®] 5.0. (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais), CorelDraw[®] 13, Word[®] e Excel[®], e documentos base como a carta topográfica do DSG (Divisão de Serviço Geográfico) Folha Três Lagoas que está na projeção UTM (Universal Transversa Mercator), datum Córrego Alegre na escala de 1:100.000.

Adotou-se a delimitação da bacia hidrográfica do Córrego da Onça utilizada por Moreira (2006) e os procedimentos metodológicos propostos pelo INPE. Os seguintes procedimentos foram executados no projeto para a elaboração do mapa:

Utilizou-se imagens do satélite Landsat5, bandas 3, 4 e 5 do ano de 2009 adquiridas gratuitamente no site do INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Figura 4.9.) e imagens de radar SRTM (Shuttle Radar Topography) do ano de 2000. Além disso, utilizou-se um receptor GPS (Sistema de Posicionamento Global) Garmin Eletronic Map, para georreferenciar e demarcar os pontos de análise na imagem.

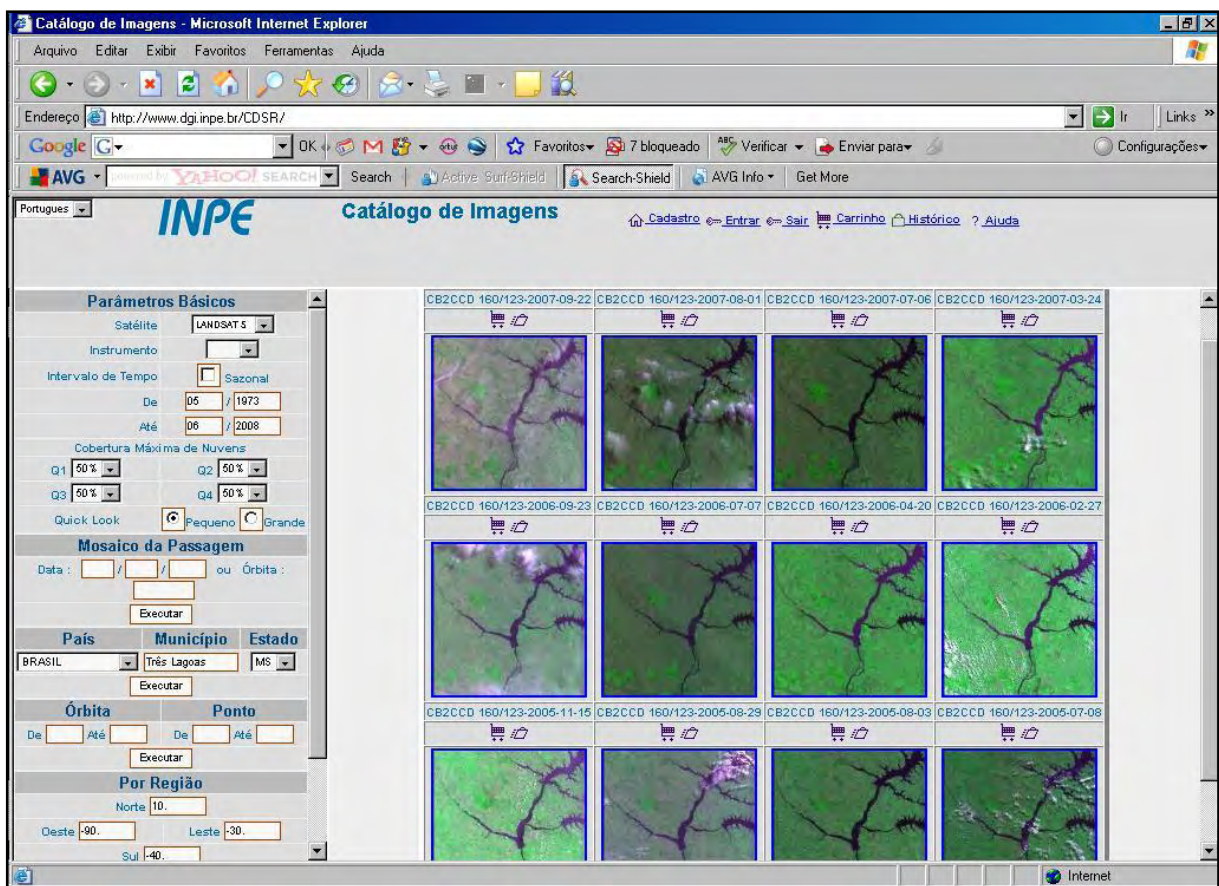


Figura 4.9.: Aquisição das imagens de satélite no site do INPE
Fonte: INPE (2008).

O processamento digital das imagens foi realizado em um ambiente de sistemas destinados à aquisição, armazenamento, manipulação, análise e apresentação de dados georreferenciados, ou seja, SIG, para isso, foram executadas as seguintes etapas:

a. Pré-processamento das imagens: Realce e registro de imagens.

Elaboração da melhor composição colorida e realce

Para a elaboração da melhor composição colorida aplicou-se um Realce *Equalizar Histograma*, verificando os valores máximo e mínimo reais de Níveis de Cinza (NC) da imagem, observando os valores significativos (que abrangem o corpo principal da imagem) para estes limites. Além disso executou-se um realce linear com perda proposital de informação do corpo da imagem, em prol de um melhor contraste. Tal procedimento foi realizado para cada uma das 3 bandas da imagem orbital Landsat 5. (Figura 4.10.)

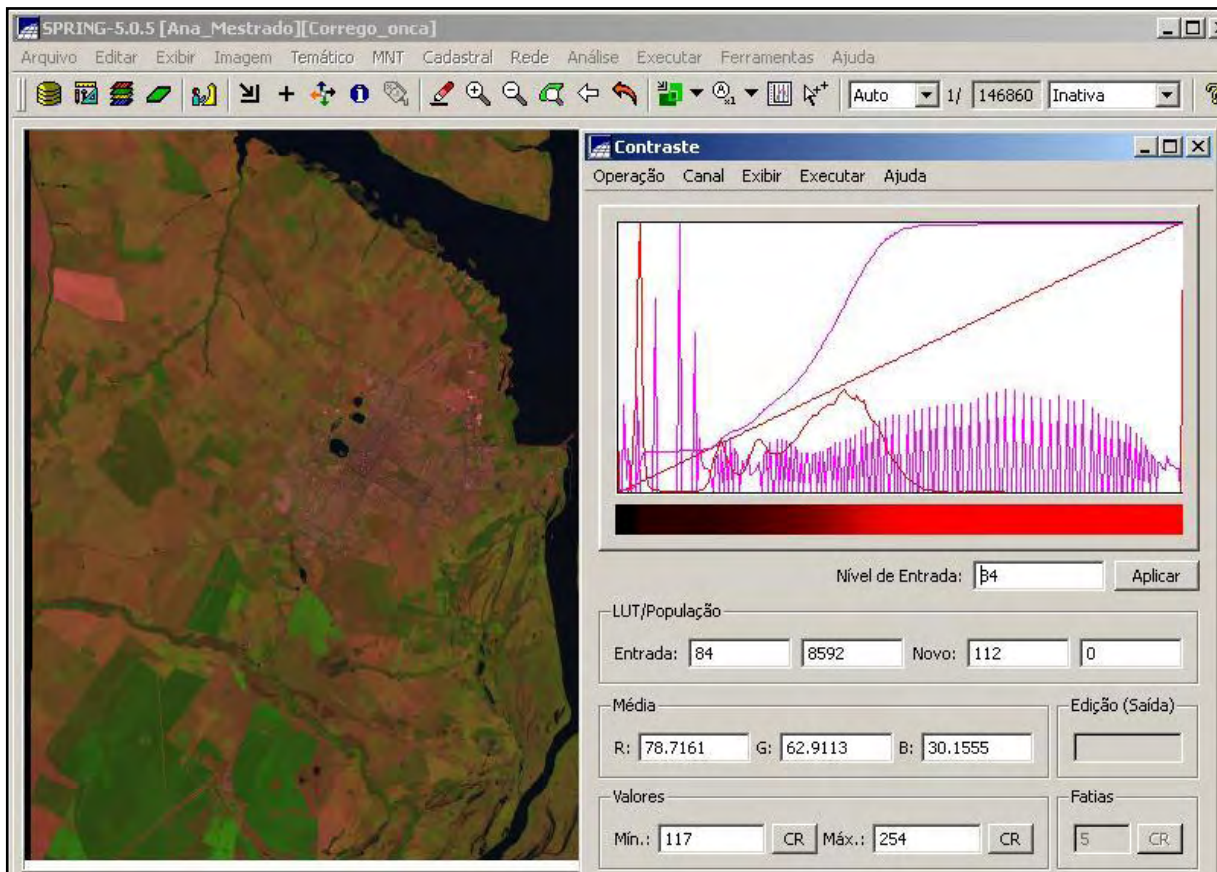


Figura 4.10.: Módulo de elaboração do Contraste
Fonte: SPRING® 5.0. (2009).

Registro de imagens

As imagens orbitais não chegam georeferenciadas a um Sistema de Projeção Cartográfica universalmente conhecido. O módulo para georreferenciamento, também

conhecido como Registro de Imagens, possibilitam a efetuação desta função. Ao georreferenciar a imagem, cada um dos seus pontos (ou pixels), passa a estar atrelados a um par de coordenadas, de um sistema universalmente conhecido (Figura 4.11.).

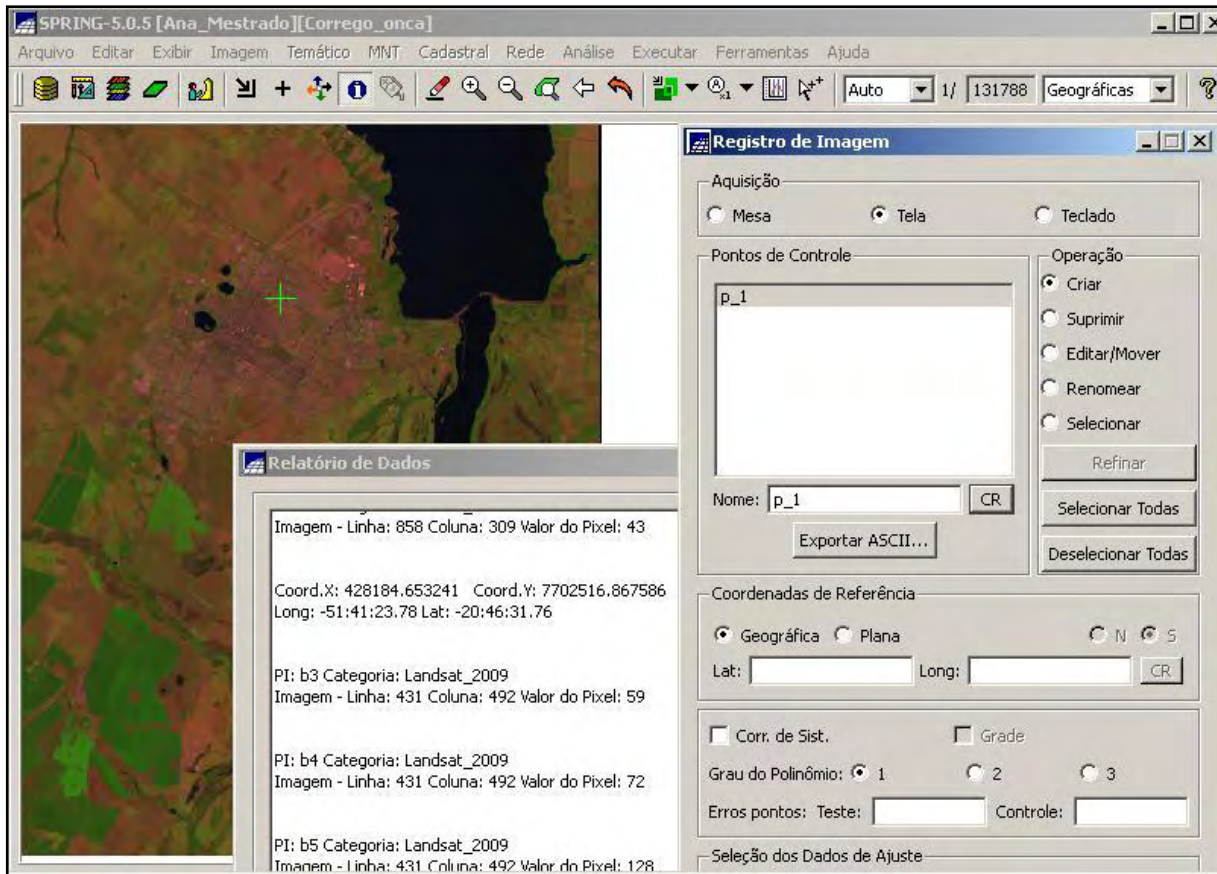


Figura 4.11.: Módulo de Registro da imagem
Fonte: SPRING® 5.0 (2009).

b. Pós-processamento digital de imagens: Segmentação e Classificação digital.

Segmentação

Nesta etapa, divide-se a imagem de satélite em regiões que devem corresponder às áreas de interesse da aplicação dos objetivos. Neste caso regiões é o conjunto de “pixels” apresentado na imagem. A divisão em porções consiste basicamente em um processo de crescimento de regiões, de detecção de bordas ou de detecção de bacias. (Figura 4.12.).

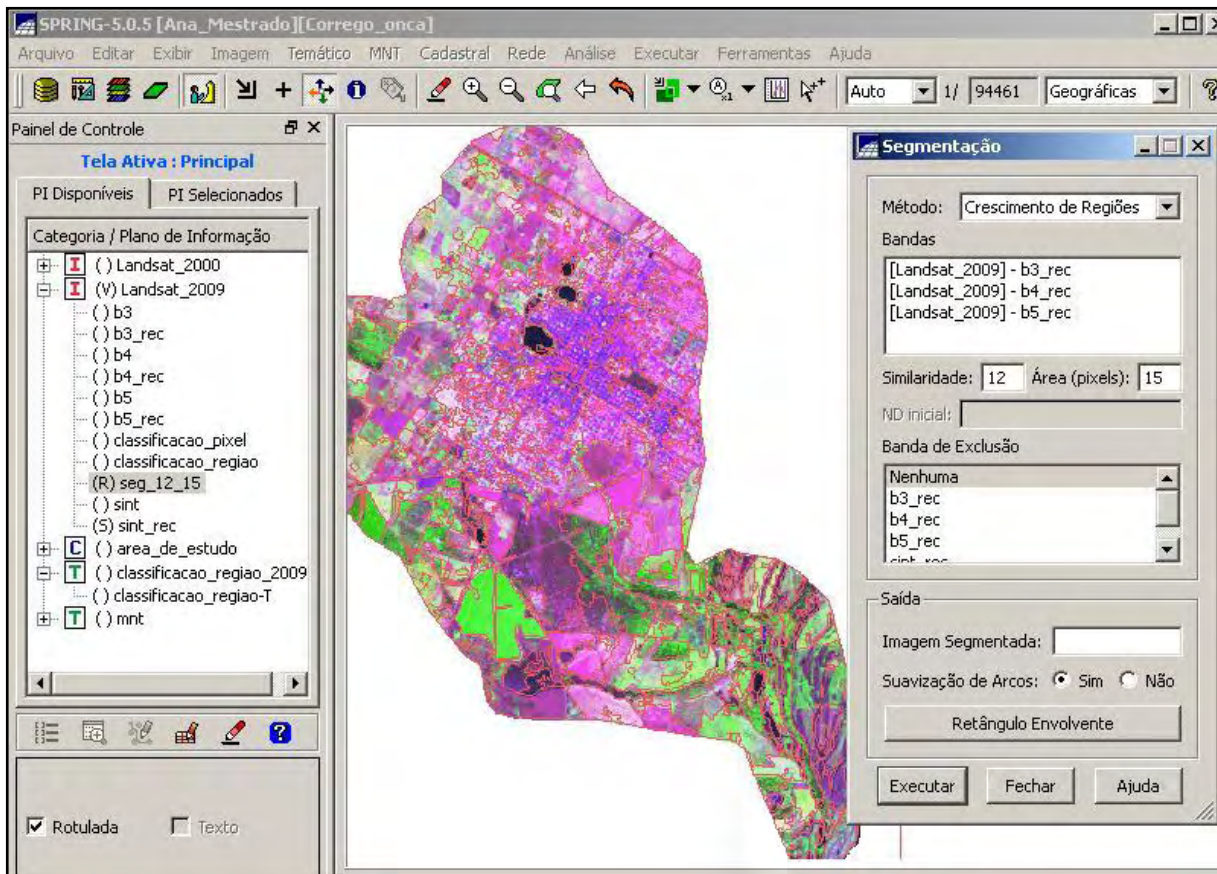


Figura 4.12.: Janela de Segmentação (SPRING Beta).
Fonte: SPRING® 5.0 (2009).

Classificação Supervisionada

A técnica empregada foi à classificação com segmentação, neste processo utilizou-se o método de crescimento de regiões, com similaridade 12 e área (pixels) 15 ou menor caso não seja detectados todas as feições do ambiente. Depois da segmentação foi utilizado o classificador Bhattacharya com liminar de aceitação de 99,9% de aceitação para o mapeamento do uso solo. (Figura 4.13.)

Bhattacharyya trabalha com a distância denominada distância de Bhattacharyya, que é utilizada para medir a separabilidade estatística entre um par de classes espectrais, ou seja, mede a distância média entre as distribuições de probabilidades dessas classes (INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS - INPE, 2004).

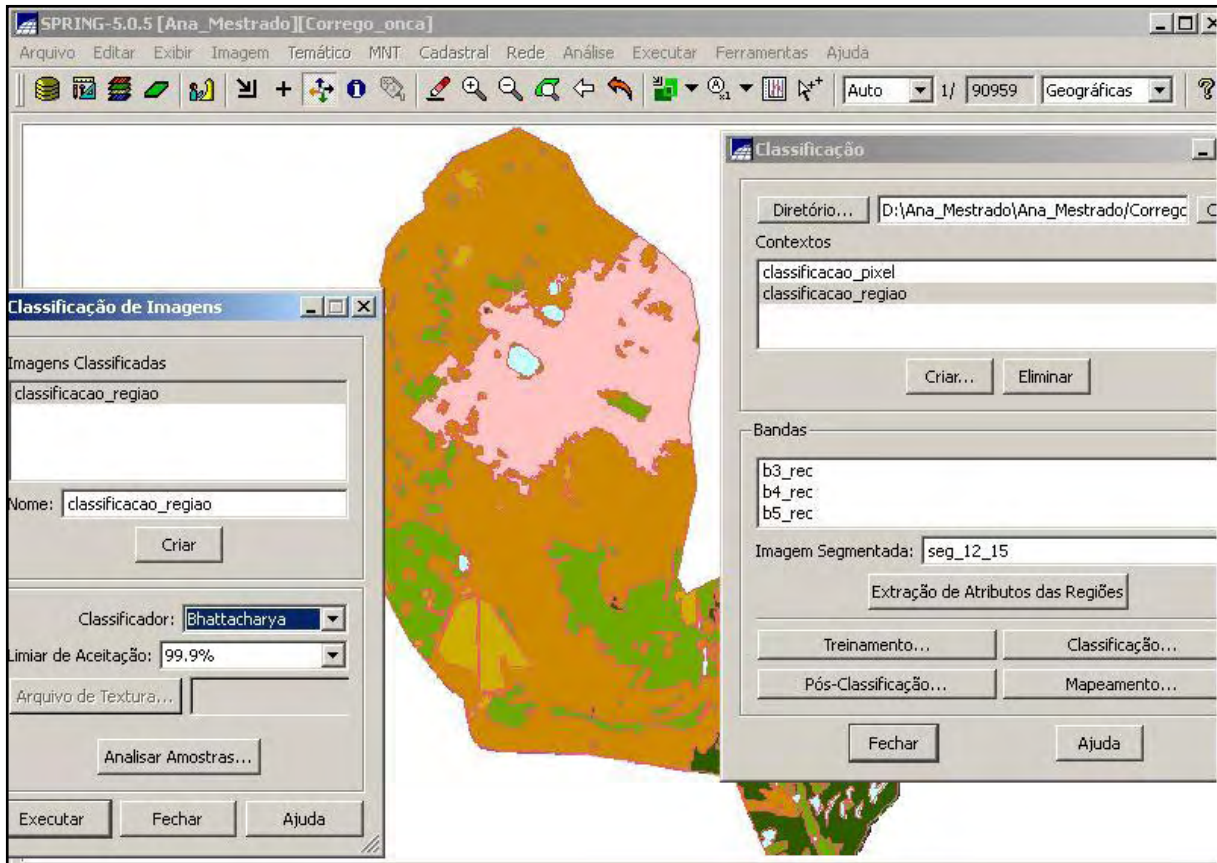


Figura 4.13: Janela de Classificação (SPRING Beta).
Fonte: SPRING® 5.0 (2009).

Elaboração do mapa temático

A confecção do mapa temático mostra a evolução do uso e ocupação da terra na Bacia Hidrográfica do Córrego da Onça. Utilizou-se o método proposto pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2006).

A legenda proposta para este mapa adequou-se a nomenclatura e cores sugeridas pelo IBGE (2006) organizada segundo quatro níveis hierárquicos, comportando desdobramentos para níveis de maior detalhe dependendo da escala de trabalho (Figura 4.14.).

Nível I	Nível II	
1. Áreas Antrópicas Não Agrícolas	1.1	Área Urbanizada
	1.2	Área de Mineração
2. Área Antrópicas Agrícolas	2.1	Cultura Temporária
	2.2	Cultura Permanente
	2.3	Pastagem
	2.4	Silvicultura
3. Áreas de Vegetação Natural	3.1	Florestal
	3.2	Campestre
4. Água	4.1	Corpos d'água continentais
	4.2	Corpos d'água costeiros

Figura 4.14.: Cores e classes do Uso e Ocupação da Terra
Fonte: IBGE (2006).

Por fim, para a comparação das cartas imagens, analisaram-se a *textura*, *tonalidade*, *forma* e *cor*. Para análise dos mapas de uso e ocupação do solo fez-se uso de métodos estatísticos.

Medida de Classes

Um plano de informação temático pode conter as representações matricial (raster) e vetorial. Após a digitalização de dados temáticos (pontos, linhas e polígonos), se converterá a representação vetorial em matricial. Deste modo foi gerado um relatório de medidas de classes apresentando os valores de área das representações matriciais (imagem temática), em quilômetros quadrados, tornando assim possível a quantificação de cada classe de uso da terra, na área da Bacia estudada (Figura 4.15.).

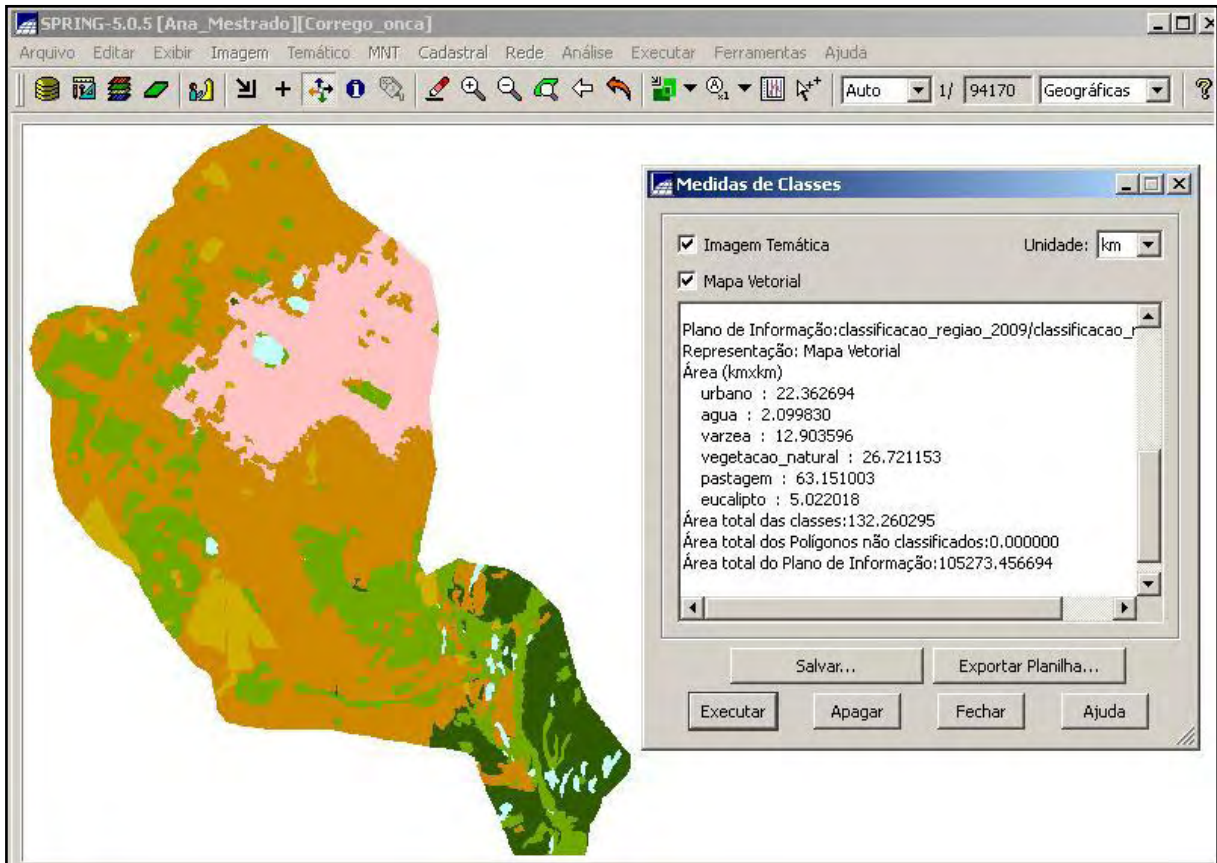


Figura 4.15.: Módulo de medida de classes.
Fonte: SPRING® 5.0. (2009).

Após a etapa de processamento realizada no SPRING® 5.0., os dados foram transferidos e o mapa final foi plotado em CorelDraw® 13. Os resultados foram analisados por meio de gráfico realizado pelo programa Excel 2003.

4.3.2. Indicadores de Estado

- Qualidade da água superficial

Para se obter a qualidade da água superficial na bacia, optou-se por utilizar a aplicação do Índice de Qualidade da água (IQA) da CETESB. Para a obtenção dos parâmetros de qualidade da água, utilizaram-se os seguintes métodos (tabela 4.2.):

Tabela 4.2.: Métodos utilizados para a aquisição dos dados de qualidade da água

	PARÂMETRO ANALISADO	FORMA DE OBTENÇÃO
1	pH	phmetro de bancada
2	Nitrogênio total	APHA (1995)
3	fósforo total	APHA (1995)
4	sólidos totais	APHA (1995)
5	Coliformes Fecais	Petri Film
6	Oxigênio Dissolvido	(APHA 1995)
7	Demanda Bioquímica de Oxigênio	método de Winkler modificado (APHA 1995)
8	Turbidez	Turbidímetro
9	Temperatura do ar e da água	Termômetro digital

A escolha dos pontos de coleta foi determinada de acordo com o uso e ocupação da bacia (tabela 4.3. e figura 4.16.).

Tabela 4.3.: Descrição dos pontos de coleta

Pontos de Coleta	Coordenadas Geográficas	Descrição do Uso da Terra
1	20°46'24"S 51°42'37"W	Lagoa do Meio. Uso da terra entre urbano e pastagem.
2	20°47'12"S 51°42'56"W	Lagoa Maior. Totalmente urbanizada.
3	20°48'16"S 51°42'15"W	Final da canalização do canal principal. Ocupação urbana.
4	20°48'59"S 51°41'59"W	Ponto após a ETE de Três Lagoas. Área erodida e assoreada.
5	20°49'33"S 51°41'52"W	Novas nascentes. Região de várzeas. Sua ocupação principal é a pastagem.
6	20°54'20"S 51°38'55"W	Foz do canal principal. Área com mata ciliar.

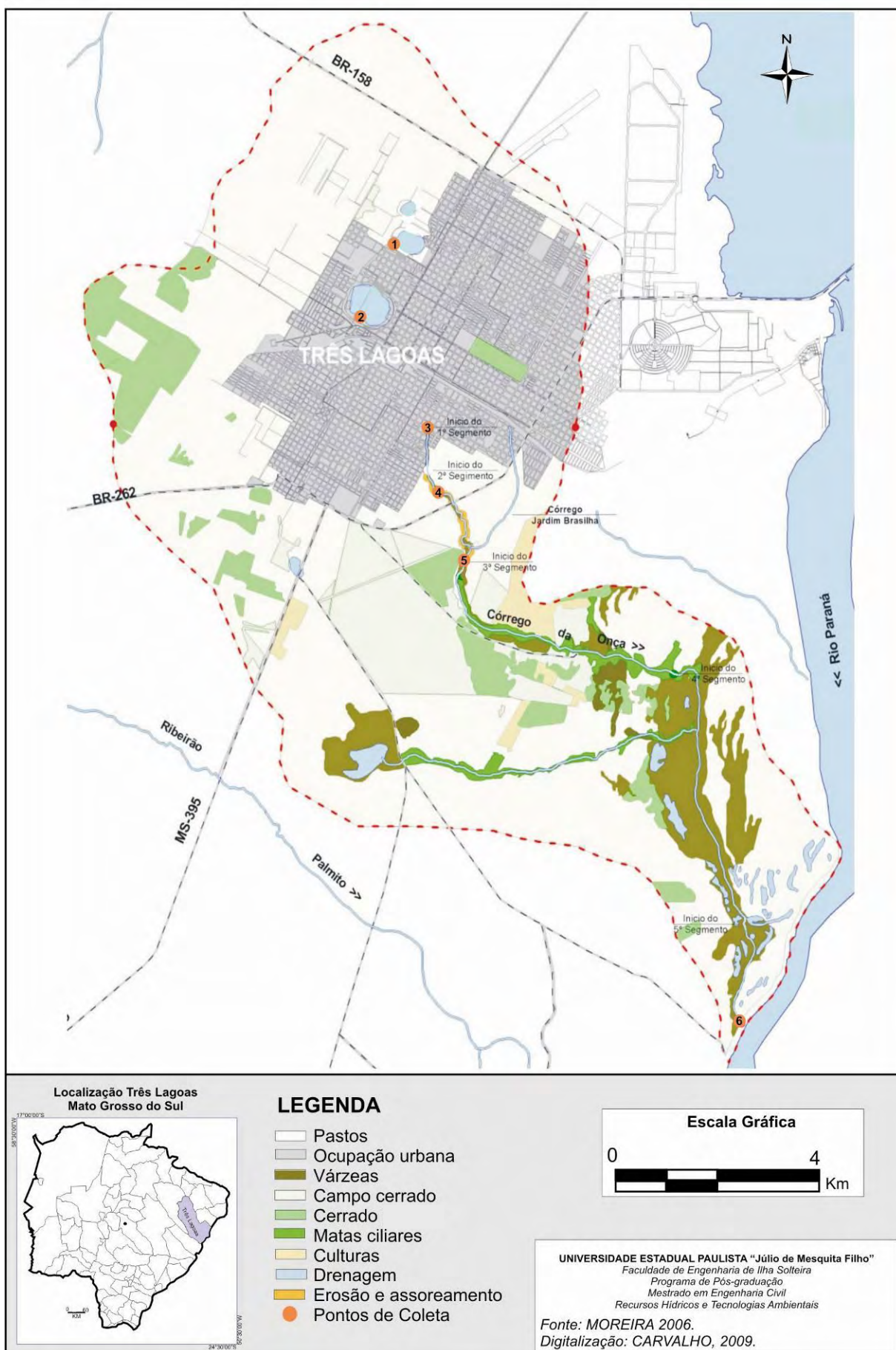


Figura 4.16.: Localização dos pontos de coleta; Mapa base: Moreira (2006).

As coletas foram realizadas em duas épocas distintas, a úmida em novembro e dezembro de 2008, e a seca em julho e agosto de 2009. Foram determinados estes dois períodos devido à bacia possuir basicamente duas dinâmicas fluviais, são elas:

- Cheia: Quando há transbordamento no leito principal, principalmente no médio curso, devido ao recebimento de aportes da drenagem urbana de Três Lagoas. Neste período, aumentam-se os processos de erosão e assoreamento, e aumenta a influência urbana nas nascentes e na foz. As coletas foram realizadas nos dias: 07 de novembro de 2008 e 09 de dezembro de 2008.

- Seca: Neste período, o canal principal no médio curso encontra-se sem água, exceto quando há liberação de efluente da ETE. No entanto, há pouca influência desta nas nascentes e na foz, pois ocorre rápida infiltração na bacia devido ao solo arenoso característico da região. As coletas foram realizadas nos dias: 23 de julho de 2009 e 31 de agosto de 2009.

- Relevô

Geologia, Geomorfologia e Pedologia

Para a elaboração do diagnóstico do meio físico da área foram compilados dados secundários existentes na literatura e realizado o reconhecimento de campo. Foi considerada uma área ampla para permitir entender o contexto regional para caracterização, sendo mapeada na escala 1:250.000. Os mapas bases foram obtidos no estudo de impacto ambiental (EIA) da International Paper (2006) e posteriormente reorganizados e digitalizados no software CorelDraw® 13.

Hipsometria

Obteve-se a hipsometria da bacia por meio da carta topográfica DSG, folha Três Lagoas MS – SF. 22 – V-B-V (Brasil, 1985). A carta foi escaneada e digitalizada em CorelDraw® 13. Definiram-se então as cores da altimetria da bacia utilizando por base temática Martinelli (1991).

Os perfis topográficos foram obtidos através de dados de Moreira (2006) e digitalizados em ambiente CorelDraw® 13.

- Clima

Para a presente caracterização climática regional foram utilizados dados do estudo de impacto ambiental (EIA) da International Paper (2006). Os dados foram graficamente comparados no software Excel® 2003.

Para a caracterização local foram utilizados os dados da Estação Meteorológica de Três Lagoas, MS, pertencente a International Paper do Brasil Ltda (IP), e dados disponibilizados pela Estação Meteorológica da Companhia Energética de São Paulo (CESP) – Usina Hidroelétrica Eng° Souza Dias (Jupiá).

A Estação Meteorológica de Três Lagoas pertencente a IP localiza-se no Horto Barra do Moeda. Os dados da Estação Meteorológica de Três Lagoas referem-se a uma série histórica de 2 anos de registros diários, de abril de 2003 a março de 2005 e foram utilizados os seguintes parâmetros do banco de dados supra citado:

- Direção de vento (em graus);
- Velocidade máxima do vento para o período (em m/s);
- Velocidade média do vento para o período (em m/s);
- Temperatura média para o período (em graus Celsius);
- Temperatura máxima para o período (em graus Celsius);
- Temperatura mínima para o período (em graus Celsius);
- Umidade Relativa do Ar média para o período (em %);
- Precipitação pluviométrica total do período (em mm por ano e sua distribuição sazonal ao longo do ano).

A Estação Meteorológica da Companhia Energética de São Paulo (CESP) localiza-se na Usina Hidroelétrica Eng° Souza Dias (Jupiá). Os dados obtidos referem-se aos registros diários obtidos nos meses de coleta da água (novembro/ dezembro de 2008 e julho/agosto de 2009). Foram utilizados os seguintes parâmetros:

- Precipitação pluviométrica total do período (em mm por dia).

4.3.3. Indicadores de Resposta

- Ações ambientais públicas

As ações ambientais públicas foram definidas por meio de aplicação de entrevista para órgãos de diferentes esferas do poder público. Questionou-se para cada representante o que se estaria fazendo para a recuperação e preservação ambiental na bacia hidrográfica do Córrego da Onça. Os seguintes órgãos foram selecionados:

Prefeitura Municipal: Secretaria de Meio Ambiente; Secretaria de Obras;

IBAMA;

SEMA;

Estação de Tratamento de Esgoto Sanitário;

Promotoria Pública.

CAPÍTULO 5 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Indicadores de Pressão

Histórico da ocupação de Três Lagoas

Em 1887 Protazio Garcia Leal e Antonio Trajano dos Santos chegaram à região. Em razão das lagoas existentes Antonio Trajano dos Santos se instalou na área que foi batizada por ele de Fazenda das Alagoas, já Protazio Garcia permaneceu na região de Piaba (INTERNATONAL PAPER, 2006). A cidade se desenvolveu em três momentos históricos, o primeiro com a construção da estrada de ferro Noroeste do Brasil em 1909, quando um grupo de engenheiros instalou-se na região e a partir de 1911, o então acampamento inicial tornou-se um pequeno povoado. Surgiram assim os primeiros traçados urbanos na região central da cidade.

O segundo momento de expansão do município (criado pela lei 706, de 15/06/1915) ocorreu na década de 1960 com a construção das Barragens de Jupιά e de Ilha Solteira, conhecido como Complexo Hidrelétrico de Urubupungá, no rio Paraná (INTERNATONAL PAPER, 2006).

Na década de 1990, iniciou-se o terceiro momento de desenvolvimento do município com a vinda de indústrias em busca de incentivos fiscais e áreas amplas para instalações. Até este momento, a economia do município se baseava principalmente na pecuária extensiva. Com a vinda da fábrica da International Paper e Votorantin Papel e Celulose do Brasil na década de 2000, houve uma rápida transição na economia municipal rural, que passou da produção de gado de corte para a plantação de espécies exóticas (eucalipto).

5.1.1. Uso do solo

As pressões identificadas estão representadas, em sua maioria, pelos usos vocacionais da região, modificadores da paisagem, traduzidos por atividades antrópicas. Na bacia hidrográfica do Córrego da Onça identificaram-se quatro usos do solo potencialmente causadores de mudanças ambientais. As características verificadas *in situ* encontram-se indicadas na tabela 5.1. tendo como referência Guimarães (2004).

Tabela 5.1.: Classificação das pressões antropogênicas

PRESSÕES ANTROPOGÊNICAS	MUDANÇAS AMBIENTAIS
Pastoreio Bovino	Desenvolvimento e aceleração dos processos erosivos na bacia.
Reflorestamento com Espécies Exóticas (Eucalipto)	Fragmentação da paisagem com possível extinção de fauna e flora.
Atividade Extrativista (Construção Civil)	Exposição do solo aos processos erosivos; Alteração da morfologia do canal fluvial e descaracterização das feições morfológicas da paisagem; Aumento significativo de sólidos sedimentáveis.
Expansão Urbana	Ocupação em áreas impróprias; Acréscimo da carga poluidora no curso d'água; Aumento da velocidade de escoamento superficial e influência do sistema de drenagem urbano.

Adaptado de Guimarães (2004).

A realização de estudos de análise ambiental considerando as transformações possíveis em função de projetos de uso da terra, nas suas diversas categorias, é exigência que se encaixa como medida preliminar em face da política de desenvolvimento sustentável (CHRISTOFOLETTI, 1999). O planejamento vem nos atender como um processo baseado em políticas, leis e administração de uma determinada área, ou seja, ordenando o uso e ocupação da terra (FERREIRA, 2008).

Obtiveram-se no mapa de uso da terra do ano de 2009 as seguintes classes: pastos, ocupação urbana, várzea, vegetação natural, drenagem e eucalipto (figuras 5.1. e 5.2. e tabela 5.2.). Nota-se que a classe de uso de extração para a construção civil não apareceu no mapa devido à imagem proposta no projeto possuir resolução de 30 metros.

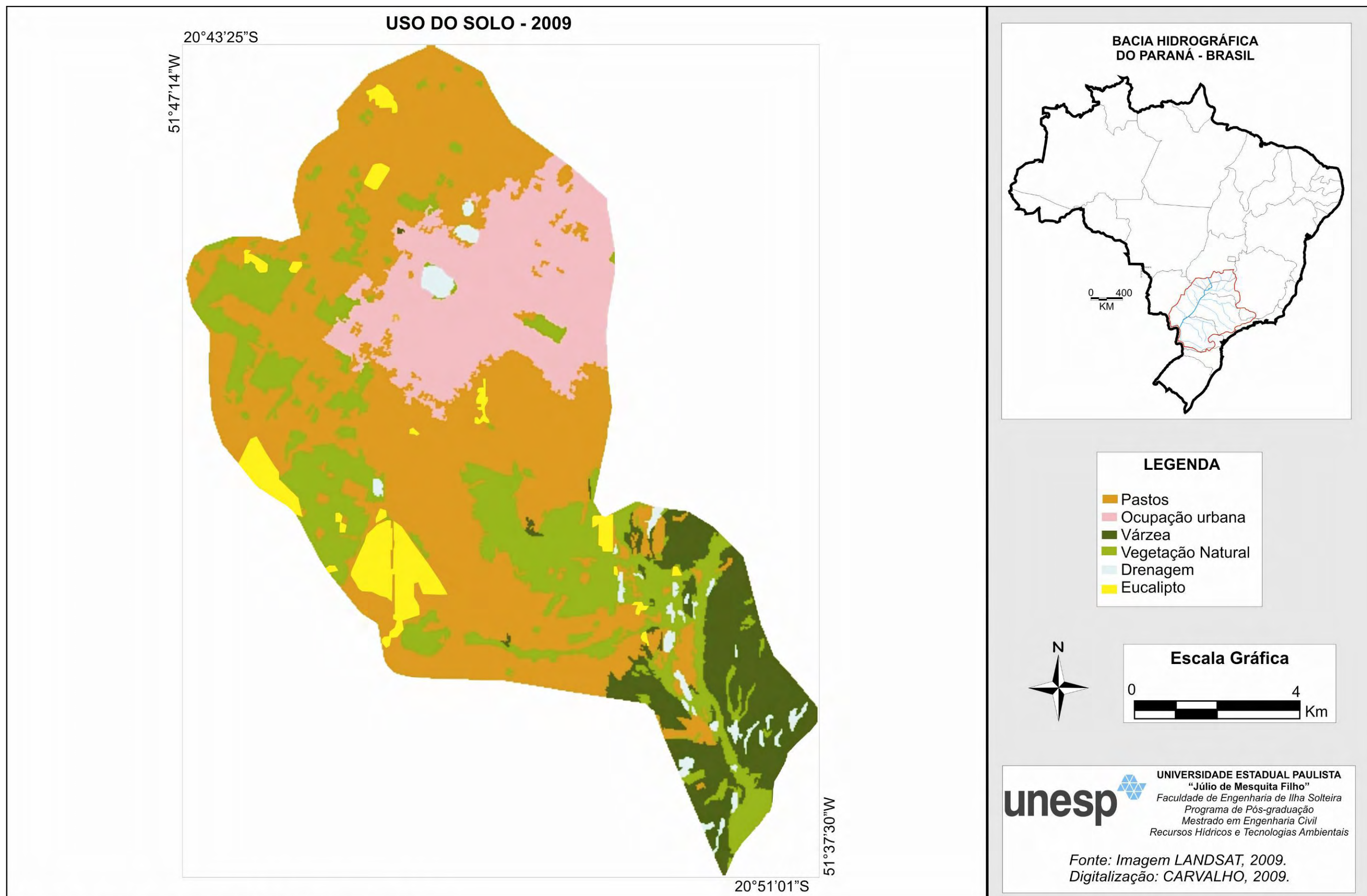


Figura 5.1.: Uso do solo na bacia hidrográfica do Córrego da Onça, 2009.

Tabela 5.2.: Medidas de Classes – Uso da Terra/ 2009

Uso da Terra	km ²
Pastagem	63,13
Ocupação Urbana	22,34
Várzea	12,90
Vegetação Natural	26,74
Drenagem	2,12
Eucalipto	5,04
<i>Total</i>	<i>132,27</i>

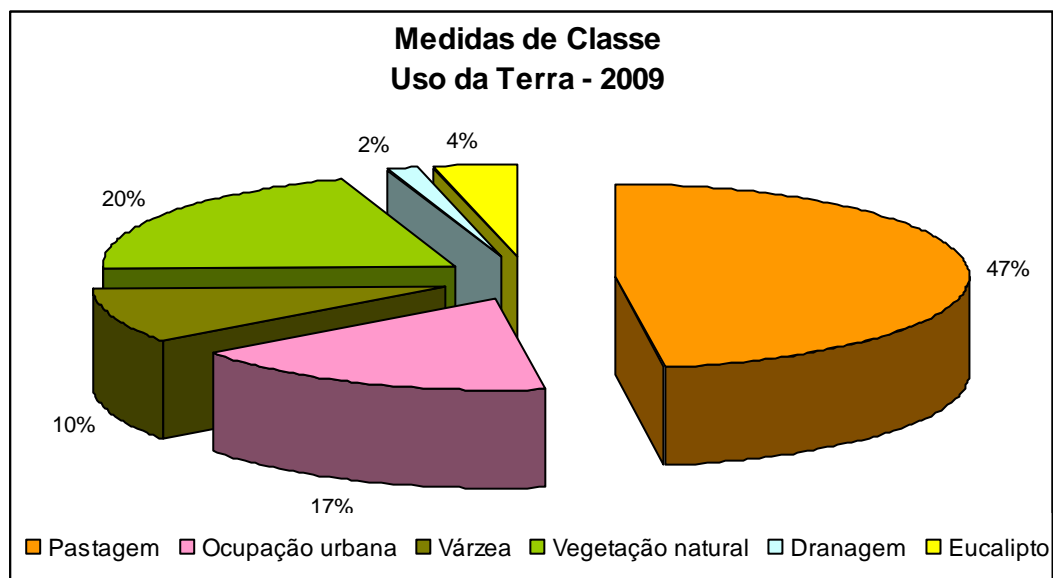


Figura 5.2.: Quantificação das classes de ocupação do uso da terra, 2009.

Observa-se que o uso antrópico mais significativo é a pastagem (47% do total da bacia). Seguido deste, encontra-se a ocupação urbana (17%), este uso por sua vez é o agente que mais causa degradação na bacia devido principalmente ao sistema de drenagem urbano responsável pelo processo erosivo no leito do córrego e da ETE que ocasiona a degradação na qualidade da água na bacia.

Salienta-se que na classe de vegetação natural (20%) enquadraram-se áreas de proteção ambiental (APP), reservas legais (RL), cerrado e campo sujo. Na classe denominada “várzea” enquadrou-se também a planície de alagamento do Rio Paraná.

5.2. Indicadores de Estado

Os indicadores de estado se baseiam nos aspectos físicos da bacia. Entende-se que as condições ambientais naturais implicam na intensidade do impacto e o estado físico atual da bacia norteará ações preventivas e corretivas para a melhora de sua qualidade ambiental.

5.2.1. Qualidade da água superficial

A qualidade da água pode ser representada por meio de diversos parâmetros que traduzem suas principais características físicas, químicas e biológicas. Para Von Sperling (1996), o controle da qualidade da água está associado a um planejamento global, a nível de toda a bacia hidrográfica, e não individualmente, por agente alterador.

Na pesquisa foram analisados 9 parâmetros coletados em 6 pontos distintos em três dias diferentes. Posteriormente, aplicou-se a metodologia IQA (CETESB) para a obtenção de um único valor que classificasse a qualidade da água nos pontos de coleta.

Para a análise da qualidade da água de acordo com os parâmetros analisados fez-se uso da legislação CONAMA/ 2005, que classifica as águas em classes segundo seu uso:

“Art. 4º As águas doces são classificadas em:

I - classe especial: águas destinadas:

- a) ao abastecimento para consumo humano, com desinfecção;
- b) à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas; e,
- c) à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral.

II - classe 1: águas que podem ser destinadas:

- a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado;
- b) à proteção das comunidades aquáticas;
- c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA nº 274, de 2000;
- d) à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película; e
- e) à proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas.

III - classe 2: águas que podem ser destinadas:

- a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional;
- b) à proteção das comunidades aquáticas;
- c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA nº 274, de 2000;

- d) à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; e
- e) à aqüicultura e à atividade de pesca.

IV - classe 3: águas que podem ser destinadas:

- a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado;
- b) à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras;
- c) à pesca amadora;
- d) à recreação de contato secundário; e
- e) à dessedentação de animais.

V - classe 4: águas que podem ser destinadas:

- a) à navegação; e
- b) à harmonia paisagística.”

No entanto, ao se conhecer mais profundamente a bacia hidrográfica em estudo notaram-se usos contratantes da água indicando classes distintas. Decidiu-se assim, definir as respectivas classes da água de acordo com os pontos de coleta da água e os usos predominantes da água naquele ponto (tabela 5.3.).

Tabela 5.3.: Classificação das águas de acordo com o ponto de coleta

Ponto de Coleta	Uso Predominante	Classe Determinante
1	Lagoa do Meio. Uso para pesca amadora; recreação de contato secundário; dessedentação de animais.	3
2	Lagoa Maior. Uso para pesca amadora; recreação de contato secundário.	3
3	Após Canalização. Harmonia Paisagística.	4
4	Após ETE. Diluição de efluentes domésticos. Dessedentação de animais.	4
5	Ressurgência de Águas. Uso para dessedentação de animais.	3
6	Foz do Córrego da Onça. Uso para pesca amadora; recreação de contato secundário.	3

Os dias para as coletas da água foram determinados de acordo com a média histórica de chuvas de Três Lagoas. Posteriormente, calculou-se as médias de chuva para o período de coleta, observando o dia da coleta e os dois dias antecedentes a mesma (tabela 5.4.).

Tabela 5.4.: Média Pluviométrica para os dias de Coleta de Água

	Dias	Chuva Total (mm)	Média para a Coleta
Dia da 1ª Coleta	05/11/2008	0	4
	06/11/2008	7	
	07/11/2008	5	
Dia da 2ª Coleta	07/12/2008	0	4,73
	08/12/2008	0	
	09/12/2008	14,2	
Dia da 3ª Coleta	21/07/2009	0	0
	22/07/2009	0	
	23/07/2009	0	
Dia da 4ª Coleta	29/08/2009	0	0
	30/08/2009	0	
	37/08/2009	0	

Fonte: CESP. Estação de Monitoramento Jupia. UHE Engº Souza Dias

Características Físicas da Água

a) Temperatura da água nos ponto de coleta

De acordo com Von Sperling (1996), a origem natural a transferência de calor aos corpos d'água acontecem por radiação, condução e convecção entre a atmosfera e o solo. De origem antropogênica, por meio de torres de resfriamento e despejos industriais, ou seja, é a "Medição da intensidade de calor". A tabela 5.5. e figura 5.3. evidenciam a dinâmica encontrada nos pontos de coleta.

Tabela 5.5.: Temperatura da água nos ponto de coleta (°C)

Pontos de Coleta	7/11/2008	9/12/2008	23/7/2009	31/8/2009
1	33,5	37	25	24,3
2	34,6	37	24,3	23,5
3	32,5	35	23,8	24,8
4	30,7	32,7	23	27,1
5	32,3	35	22,3	27
6	26,1	32	22,5	22,6

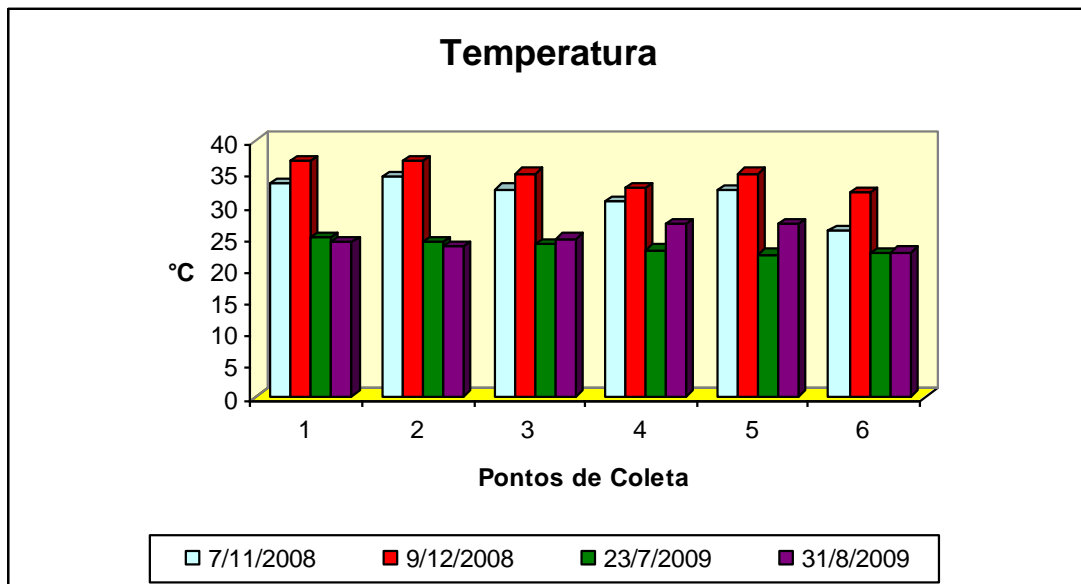


Figura 5.3.: Temperatura da água nos pontos de coleta.

As primeiras coletas por terem sido efetuadas em meses quentes determinaram temperaturas mais elevadas se comparadas aos meses secos. No entanto, a temperatura entre os pontos de coleta não obtiveram diferenças significativas.

Elevações da temperatura da água podem aumentar a taxa de reações químicas e biológicas e a taxa de transferência de gases o que pode gerar mau cheiro, além de diminuir a solubilidade dos gases como o O₂.

b) Turbidez da água nos pontos de coleta

O constituinte responsável pela turbidez são os sólidos em suspensão. Estes podem ocorrer de maneira natural, por meio de sedimentos de rochas e solos, algas e microorganismos ou por origem antropogênica por meio de despejos domésticos e industriais, microorganismos e por processos erosivos (VON SPERLING, 1996).

“[...] A turbidez representa o grau de interferência com a passagem da luz através da água, conferindo uma aparência turva a mesma” (VON SPERLING, 1996) (tabela 5.6. e figura 5.4.).

Tabela 5.6.: Turbidez da água nos pontos de coleta (NTU)

Pontos de Coleta	7/11/2008	9/12/2008	23/7/2009	31/8/2009
1	15,9	13	8,4	4,9
2	28,5	34,8	15,1	7,14
3	388	3,11	5,48	6,12
4	541	15,1	23,4	7,51
5	6,1	602	37,2	55,4
6	7,56	4,32	2,7	6,9

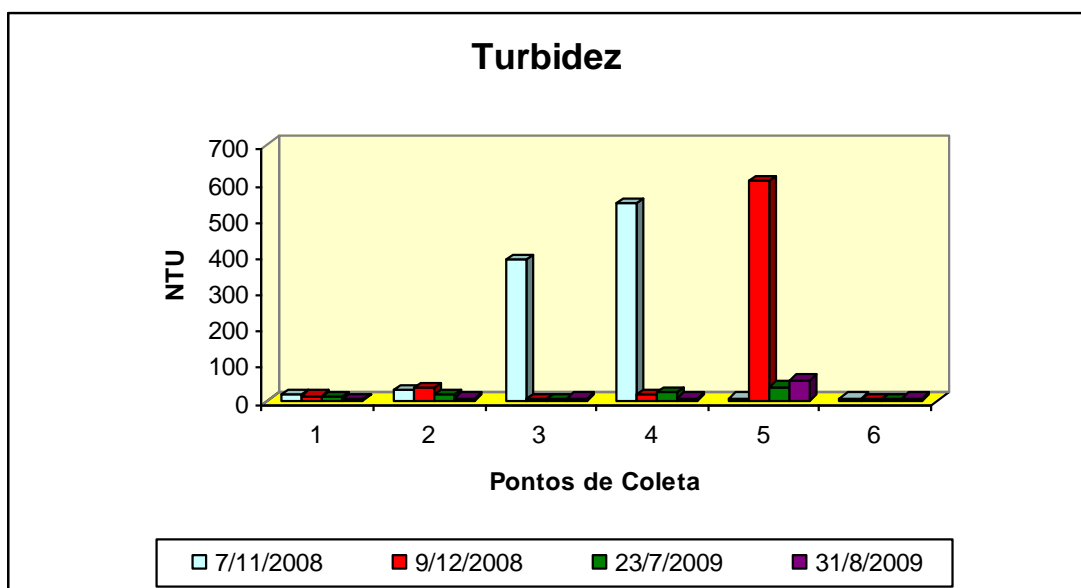


Figura 5.4.: Turbidez da água nos pontos de coleta.

De acordo com CONAMA 357/2005, a turbidez para corpos d'água de classe 3 é até 100 NTU. Nos períodos de cheia observou-se um maior índice de turbidez na água, valores esses que em alguns pontos de coleta ultrapassaram o número de 100 NTU. Os pontos que sofrem influência urbana obtiveram maiores índices nas análises.

Os valores obtidos no ponto das novas nascentes (ponto 5) sofreu influência principalmente da quantidade de ferro presente na água. Os valores do ponto 6 resultaram nos menores índices, isto devido a maior quantidade de água no canal e sua localização, mais distante do centro urbano, o que ocasiona a deposição dos sólidos no decorrer do percurso do córrego.

Quando ocorrido por origem natural, a turbidez não traz inconvenientes sanitários diretos a não ser a questão estética. No entanto, indiretamente os sólidos suspensos podem servir de abrigo a microorganismos patogênicos (VON SPERLING, 1996).

Quando ocorrido de origem antropogênica, pode estar associado a compostos tóxicos e organismos patogênicos. De maneira geral, em corpos d'água a turbidez pode reduzir a penetração da luz prejudicando a fotossíntese (VON SPERLING, 1996).

c) Sólidos Totais da água nos pontos de coleta

Entende-se por Sólidos a matéria suspensa ou dissolvida numa determinada amostra aquosa. O termo "Sólidos Totais" (ST) aplica-se ao resíduo seco obtido após secagem a 105°C (tabela 5.7. e figura 5.5.). O excesso de sólidos é sempre um perigo para a fauna e flora do ecossistema e representa uma perda de qualidade da água.

Tabela 5.7.: Sólidos Totais da água nos pontos de coleta (mg/l)

Pontos de Coleta	7/11/2008	9/12/2008	23/7/2009	31/8/2009
1	120	137	196	54
2	156	400	131	41
3	344	313	207	56
4	551	449	457	113
5	112	988	157	79
6	117	100	78	59

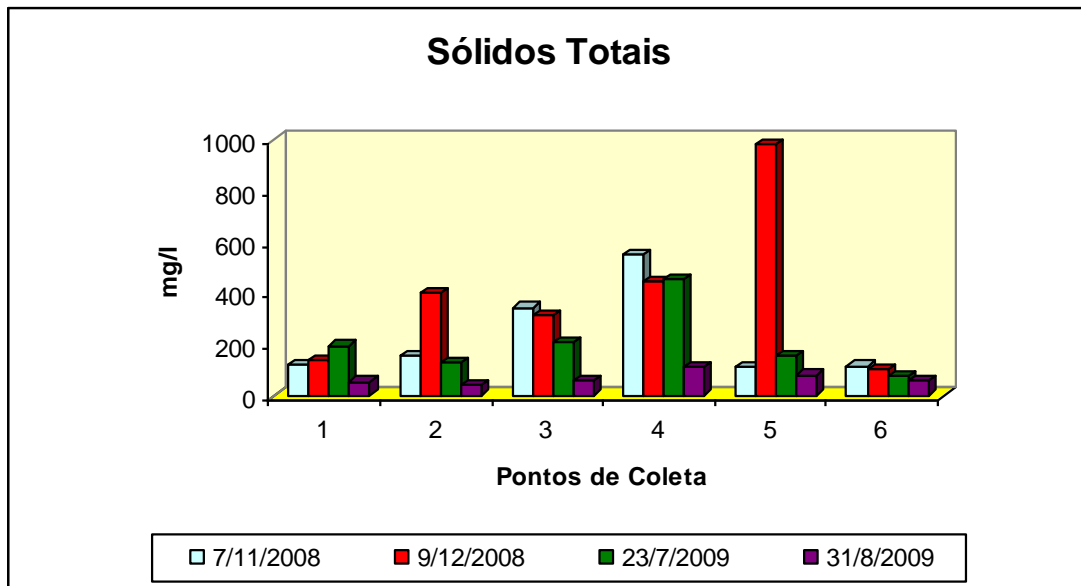


Figura 5.5.: Sólidos Totais da água nos pontos de coleta.

Obteve-se um maior índice de sólidos totais na água nos períodos de cheia, principalmente nos pontos que sofrem influência urbana devido ao sistema de drenagem pluvial e escoamento superficial.

No ponto cinco, observou o maior índice em dezembro/ 2008, provavelmente pela influencia do ferro presente na água. Os valores do ponto 6 resultaram nos menores índices, exceto no mês de agosto. A provável explicação seria a maior quantidade de água no canal e sua localização, mais distante do centro urbano, o que ocasiona a deposição dos sólidos no decorrer do percurso do córrego.

Características Químicas da Água

a) Potencial Hidrogeniônico da água nos pontos de coleta – pH

A interferência do meio natural no pH de corpos d'água podem ocorrer por dissolução de rochas, absorção de gases da atmosfera, oxidação da matéria orgânica e pela fotossíntese. De origem antropogênica esta interferência pode ocorrer principalmente pela oxidação de matéria orgânica devido aos despejos domésticos e aos despejos industriais.

Portanto, para Von Sperling (1996), o pH representa a concentração de íons hidrogênio H^+ [...], dando uma indicação de acidez, neutralidade e alcalinidade da água. A faixa de pH é de 0 a 14.

Neste contexto, a interpretação geral dos dados é analisada de acordo com uma escala com valores de 0 a 12. Águas com pH até 6 são consideradas ácidas, pH igual a 7 indica neutralidade e valores de pH acima de 8 indica condições básicas. A tabela 5.8. e a figura 5.6. ilustram os valores obtidos nas análises efetuadas em cada ponto de observação.

Tabela 5.8.: Potencial Hidrogeniônico da água nos pontos de coleta - pH

Pontos de Coleta	7/11/2008	9/12/2008	23/7/2009	31/8/2009
1	8,42	6,83	7,19	7,13
2	7,76	6,93	7,82	9,06
3	7,35	7,46	7,72	7,99
4	7,3	7,35	7,78	7,47
5	5,93	5,29	6,38	6,21
6	6,5	6,47	6,91	6,64

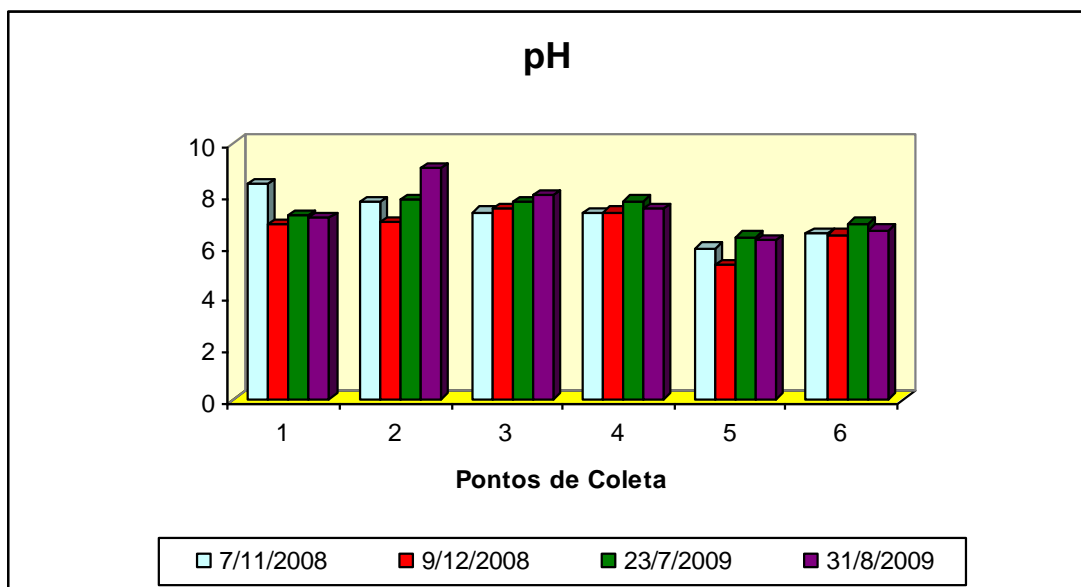


Figura 5.6.: pH da água nos pontos de coleta.

Segundo a resolução CONAMA 357/2005, os valores para pH para corpos d'água de classe 3 e 4 deverá estar entre 6 e 9. Valores neutros foram obtidos em todas as coletas nos pontos 3 e 4. Os pontos 5 e 6 obtiveram valores ácidos em todas as coletas. Já os pontos 1 e 2 obtiveram resultados distintos, entre ácido e básico, entre todas as coletas. Observa-se que somente esses dois pontos obtiveram valores para básicos.

O valor de pH foi uma variável de qualidade da água difícil de interpretar. Esta complexidade se deve ao grande número de fatores que podem influenciar o pH. De acordo com Esteves (1998), na maioria das águas naturais o pH da água é influenciado pela concentração de íons H⁺ originados na dissociação do ácido carbônico que gera valores baixos de pH e das reações de íon carbonato e bicarbonato com a molécula de água, que elevam os valores de pH para a faixa alcalina. Considerando o exposto pelo autor, pode-se supor que os valores de pH acima de 8 podem estar associadas a dejetos de fábricas domésticas de detergentes ou até mesmo algum despejo de esgoto doméstico clandestino na época da coleta.

Os resíduos de fábricas de detergentes constituem em sua maioria, de compostos orgânicos (amido, dextrina, gomas, glucose, graxas, pectina, álcoois, ácido acético, sabões e detergentes) e inorgânicos (hidróxido de sódio, carbonato, sulfato e cloreto). O uso desses produtos que possuem baixo valor de tamponamento eleva o valor do pH.

Vale salientar que valores de pH afastados da neutralidade podem afetar a vida aquática. Valores elevados de pH podem estar associados à proliferação de algas (VON SPERLING, 1996).

b) Oxigênio Dissolvido da água nos pontos de coleta

Os diferentes graus de qualidade da água, desde águas limpas a fortemente eutróficas, podem ser determinadas em função da concentração de Oxigênio Dissolvido. Sendo assim, Fellenberg (1980) explica que a desejada decomposição dos materiais orgânicos em água e CO₂ tem como consequência também um consumo maior de oxigênio. O valor relativo à Oxigênio Dissolvido da bacia em estudo encontra-se ilustrado na tabela 5.9. e figura 5.7.

Tabela 5.9.: Oxigênio Dissolvido da água nos pontos de coleta

Pontos de Coleta	7/11/2008	9/12/2008	23/7/2009	31/8/2009
1	9	10,2	12,2	3,82
2	7,2	8,2	8,84	4,19
3	4,5	9	7,65	4,56
4	3,3	0	4,42	2,55
5	5,43	1,1	2,18	1,31
6	2	7	6,47	3,78

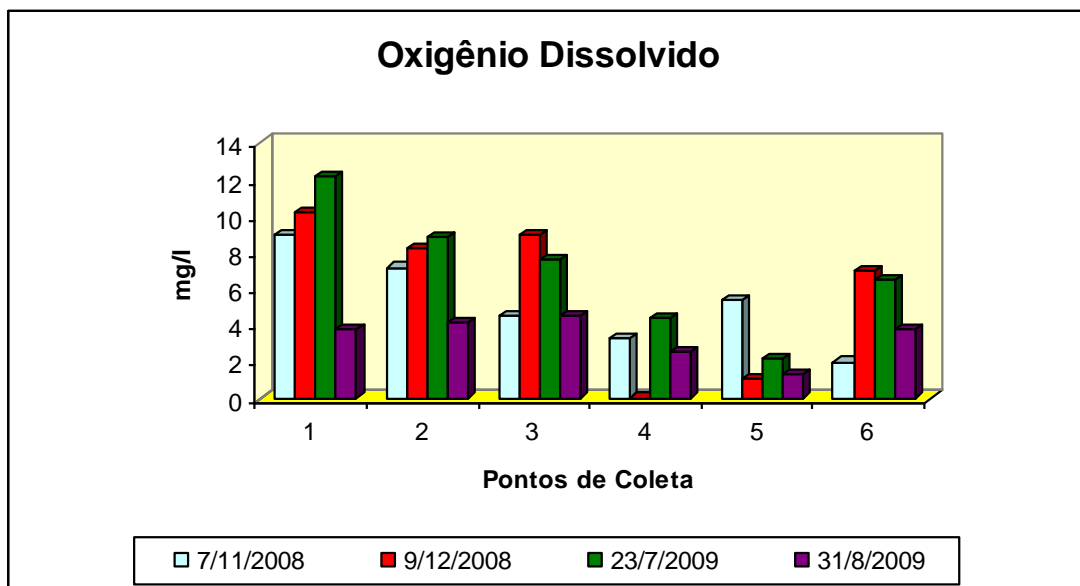


Figura 5.7.: Oxigênio Dissolvido da água nos pontos de coleta.

De acordo com a resolução CONAMA 357/2005, os valores para OD em corpos d'água de classe 3 não deve ser inferior a 4,0 mg/L (pontos 1, 2, 5 e 6). Para corpos d'água de classe 4 este valor deve ser superior a 2,0 mg/L (pontos 3 e 4).

O ponto quatro apresentou os valores mais baixos de oxigênio dissolvido devido a influência direta da ETE da cidade de Três Lagoas. Vale salientar que na segunda coleta este valor alcançou o valor nulo. Os valores baixos de oxigênio dissolvido no ponto cinco podem ser explicados pela presença de ferro na água.

Para Von Sperling (1996), o estudo da qualidade da água é fundamental, tanto para se caracterizar as conseqüências de uma determinada atividade poluidora, quanto para se estabelecer os meios para que se satisfaça determinado uso da água.

c) Nutrientes presentes na água nos pontos de coleta

Os nutrientes são elementos indispensáveis para o crescimento de algas e, quando em elevadas concentrações pode conduzir a um crescimento exagerado chamado eutrofização. A pesquisa mediu valores de Nitrogênio e Fósforo nos pontos selecionados (tabela 5.10. e figura 5.8.).

De acordo com a resolução CONAMA 357/2005, ao valores para fósforo total em corpos d'água de classe 3, ambiente lântico não deve ser superior a 0,05 mg/L (pontos 1 e 2). Este valor para ambientes lótico não deve ultrapassar 0,15 mg/L (pontos 5 e 6).

Segundo a mesma resolução, os valores para nitrogênio total variam de acordo com o pH, sendo que para valores de pH menores ou iguais a 7,5 a quantidade de nitrogênio não deve ultrapassar 13,3 mg/L. Para pH de 7,6 a 8, este valor deve se concentrar até 5,6 mg/L. Para pH entre 8,1 a 8,5 o valor de nitrogênio não deve exceder 2,2 mg/L, e para pH maiores que 8,5 o nitrogênio deve ser superior a 1 mg/L.

Tabela 5.10.: Nutrientes presentes na água nos pontos de coleta

Pontos de Coleta	Fósforo Total (mg/l)				Nitrogênio Total (mg/l)			
	7/11/2008	9/12/2008	23/7/2009	31/8/2009	7/11/2008	9/12/2008	23/7/2009	31/8/2009
1	0,35	0,04	0,05	0,03	3	3,1	2,6	1
2	0,24	0,06	0,08	0,03	2	1,4	1,6	3
3	1,18	1,31	0,09	0,02	5	6,5	6	2
4	11	21,7	15,3	3,2	25	47,6	38	1
5	0,21	0	0,15	0,11	0	0,3	18,1	0
6	0,34	0	0	0,07	0	0,6	0,8	1

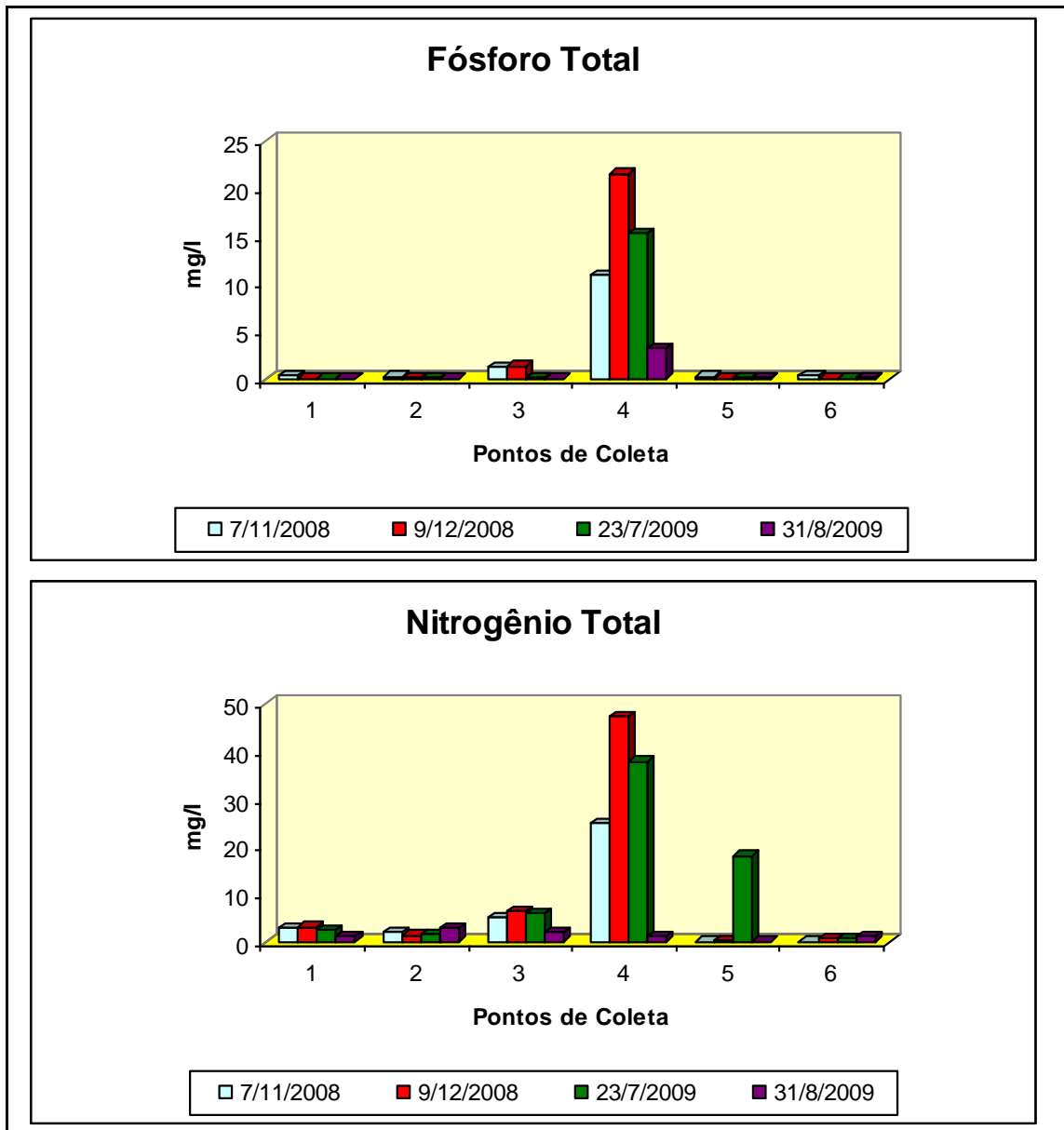


Figura 5.8.: Nutrientes presentes na água nos pontos de coleta.

Os maiores valores para nutrientes foram obtidos no ponto de coleta quatro, ponto localizado próximo à ETE da cidade, motivo este que determinou tais valores.

→ *Nitrogênio*

De origem natural, a interferência pode vir dos constituintes de proteína, clorofila e outros compostos biológicos. De origem antropogênica, por meio de despejos domésticos e industriais, excrementos de animais e fertilizantes.

[...] No meio aquático, o nitrogênio pode ser encontrado nas seguintes formas: (a) nitrogênio molecular, escapando para a atmosfera, (b) nitrogênio orgânico (dissolvido e em suspensão), (c) amônia, (d) nitrito e (e) nitrato (VON SPERLING, 1996).

→ *Fósforo*

Pode ocorrer de maneira natural por meio da dissolução de compostos do solo e pela decomposição da matéria orgânica. De maneira antropogênica, por despejos domésticos e industriais, detergentes, excrementos de animais e fertilizantes.

d) Demanda Bioquímica de Oxigênio da água nos pontos de coleta – DBO

A DBO expressa a presença de matéria orgânica, constituindo-se em importante indicador de qualidade das águas naturais. Indica o consumo de oxigênio pelas bactérias na estabilização da matéria orgânica (tabela 5.11. e figura 5.9.). Sendo assim, “[...] É possível medir a quantidade de oxigênio consumida por microorganismos até ocorrer a completa oxidação biológica (= decomposição) dos detritos de origem humana [...]” (FELLENBERG, 1980).

Tabela 5.11.: Demanda Bioquímica de Oxigênio da água nos pontos de coleta – DBO (mg/l)

Pontos de Coleta	7/11/2008	9/12/2008	23/7/2009	31/8/2009
1	1	4	3	2
2	3	2	2	2
3	6	2	3	2
4	38	20	33	47
5	1	2	2	0
6	0	1	1	0

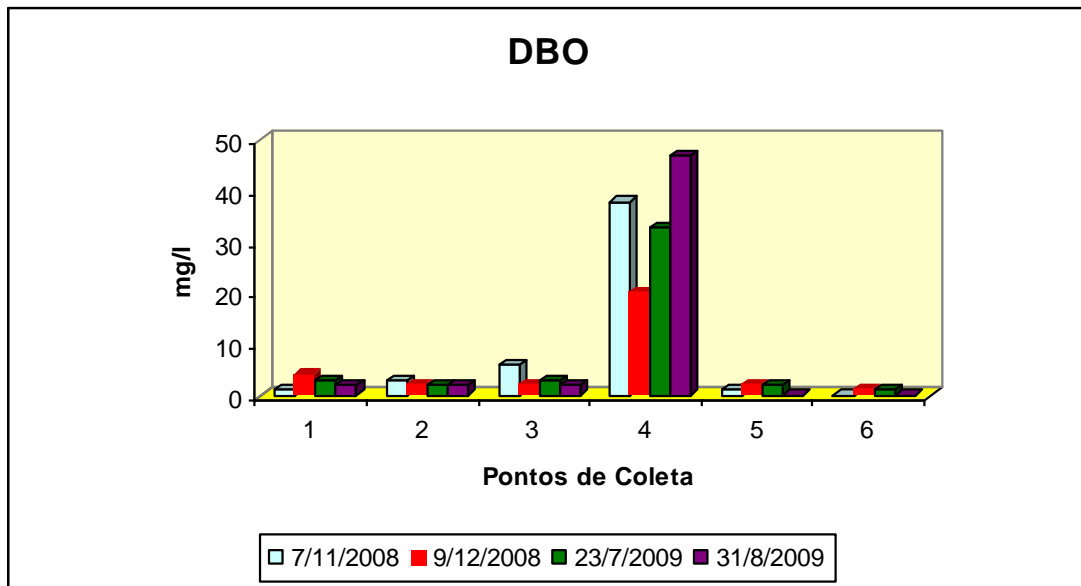


Figura 5.9.: DBO da água nos pontos de coleta.

Segundo a resolução CONAMA 357/2005, corpos d'água de classe 3 não devem ultrapassar o valor de DBO de 10 mg/L. Os valores mais significativos para DBO foram obtidos no ponto quatro, devido principalmente sua localização após a ETE. O ponto seis recebeu os menores valores devido à distância expressiva e o poder de autodepuração do córrego somado ao tipo arenoso que permite uma alta infiltração nas épocas de seca.

Características Biológicas da Água

a) Contaminação Bacteriana da Água – Coliformes Totais e Termotolerantes

De acordo com Fellenberg (1980), a contaminação das águas por esgotos urbanos traz consigo três grandes problemas: a) contaminação com bactérias, em partes patogênicas para o homem; b) contaminação com substâncias orgânicas degradáveis por bactérias; e c) contaminação com sais.

Sendo assim:

[...] A quantidade de bactérias contidas em determinado volume de água é conhecida como 'índice de coliformes'. Este índice é o critério mais importante na avaliação da qualidade da água. [...] A água é considerada de boa qualidade (higienicamente falando) se contiver menos de uma bactéria coliforme por 100 ml de água [...] (FELLENBERG, 1980).

A tabela 5.12. e a figura 5.10. destaca os valores obtidos para o grupo coliformes nos pontos selecionados.

Segundo a resolução CONAMA 357/2005, para corpos d'água de classe 3:

“Coliformes termotolerantes: para o uso de recreação de contato secundário não deverá ser excedido um limite de 2500 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 amostras, coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral.

Para dessedentação de animais criados confinados não deverá ser excedido o limite de 1000 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 amostras, coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral. Para os demais usos, não deverá ser excedido um limite de 4000 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 amostras coletadas durante o período de um ano, com periodicidade bimestral.

A E. Coli poderá ser determinada em substituição ao parâmetro coliformes termotolerantes de acordo com limites estabelecidos pelo órgão ambiental competente”.

Tabela 5.12.: Coliformes presentes na água nos pontos de coleta (NMP)

Pontos de Coleta	Coliformes Totais				Coliformes Termotolerantes			
	7/11/2008	9/12/2008	23/7/2009	31/8/2009	7/11/2008	9/12/2008	23/7/2009	31/8/2009
1	6	113	10	88	0	0	1	1
2	12	246	13	57	1	17	1	0
3	133	67	200	1620	53	4	11	400
4	2780	5900	10300	74	183	41	53	46
5	5	65	8	8	0	11	0	8
6	21	62	30	11	2	2	0	1

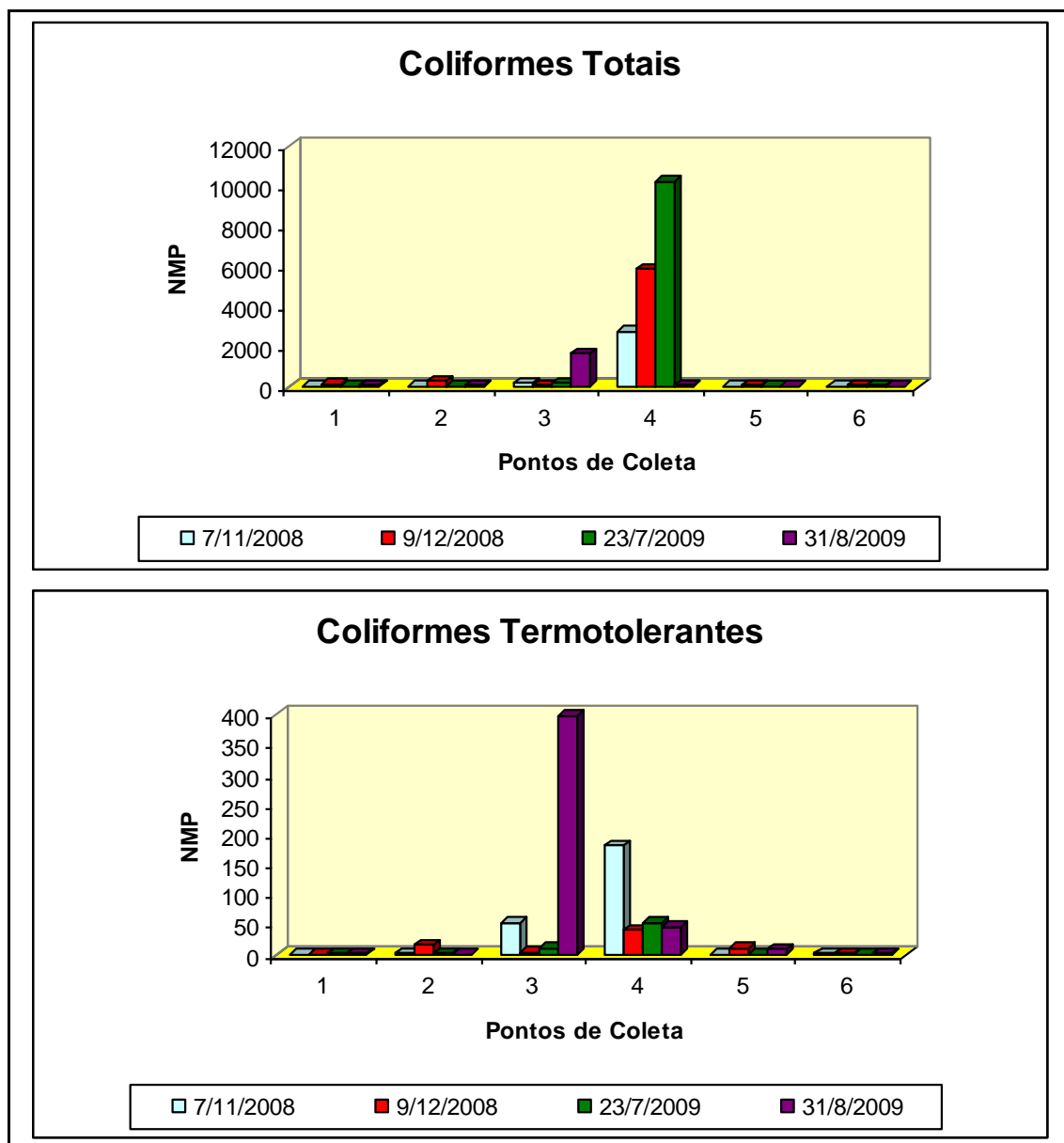


Figura 5.10.: Coliformes presentes na água nos pontos de coleta.

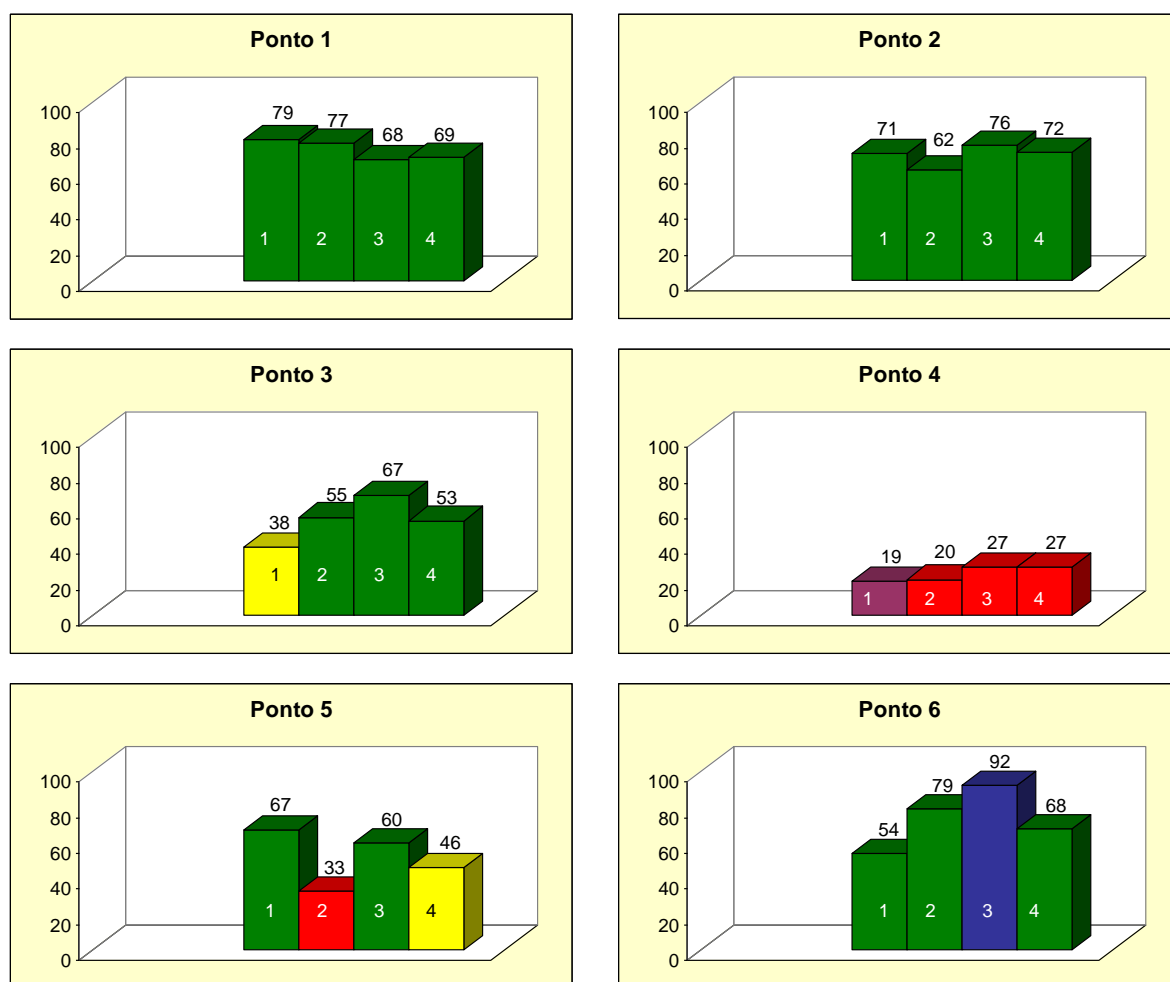
Encontraram-se coliformes em todos os pontos amostrados. Os valores mais expressivos foram obtidos no ponto quatro, devido sua localização após a ETE da cidade de Três Lagoas.

Valores significativos foram encontrados também no ponto três, no final da canalização do Córrego da Onça, evidenciando ligações clandestinas de esgoto doméstico no sistema de drenagem urbana.

Índice de Qualidade da Água – IQA

Os resultados do IQA foram obtidos para cada amostra coletada nos pontos, sendo que após, para melhor visualização e interpretação dos resultados calculou-se a média aritmética para cada um dos pontos.

Os pontos de coleta 1, 2 e 6 apresentaram sempre amostras com qualidade de boa a ótima. O ponto 3 apresentou qualidade da água regular para uma das amostras. O ponto 5 apresentou em uma análise qualidade regular e em outra ruim. No ponto 4 obteve-se os resultados mais preocupantes para qualidade da água, sendo este de ruim a péssima (figura 5.11.)



Legenda: ■ ótima; ■ boa; ■ regular; ■ ruim; ■ péssima.

Dias da Coleta da Água: 1 – 07/11/2008

2 – 09/12/2008

3 – 23/07/2009

4 – 31/08/2009

Figura 5.11.: Resultados do IQA para os pontos de coleta.

As médias obtidas nos pontos de coleta para os períodos analisados revelaram que a qualidade da água na bacia enquadra-se na categoria “boa” para a maioria dos pontos analisados. No entanto, o ponto de coleta quatro, obteve-se qualidade muito inferior, devido principalmente a influência direta da ETE no canal. No ponto cinco esta qualidade melhora, alcançando qualidade regular e no ponto seis retorna a qualidade boa demonstrando o poder de recuperação do córrego (figura 5.12.).

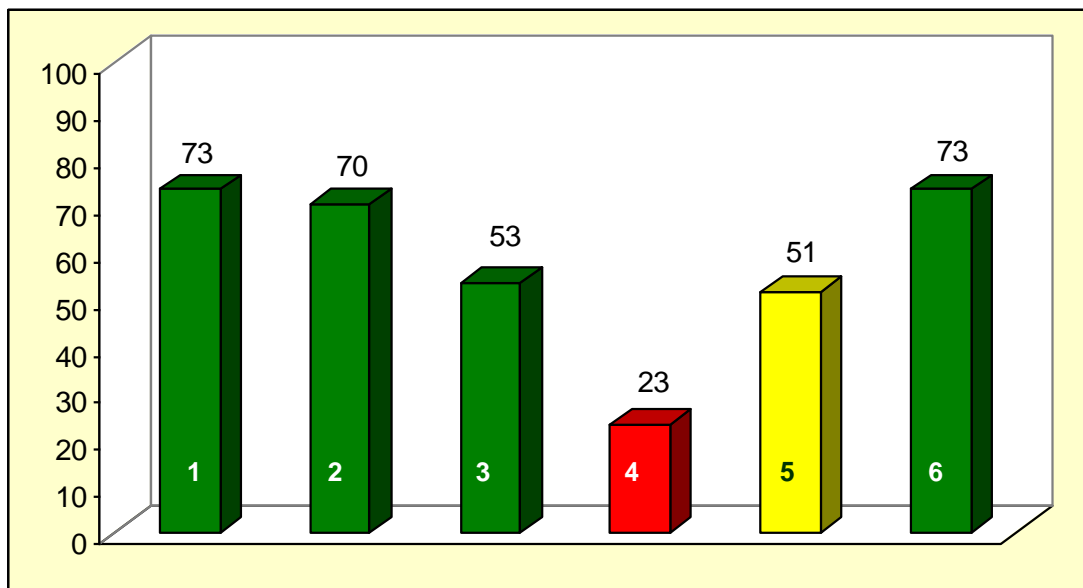


Figura 5.12.: Médias do IQA para os Pontos de Coleta.

Os resultados analisados revelaram o poder de autodepuração do corpo hídrico, visto que apesar da recepção do efluente de esgoto da ETE reduzir drasticamente a qualidade da água no córrego, no ponto seis, exutório do corpo hídrico, existe apenas resquícios de degradação.

Vale salientar que o IQA proposto pela CETESB é um índice não determinante na qualidade da água efetiva na bacia. Outros estudos correlatos a este indicam contaminação por indicadores farmacológicos em todos os pontos de coleta (AMÉRICO et al., 2009).

5.2.2. Relevo

Consideram-se dados fisiográficos de uma bacia hidrográfica todos aqueles dados que podem ser extraídos de mapas, fotografias aéreas e imagens de satélite. Basicamente são áreas, comprimentos declividades e coberturas do solo medidas diretamente ou expressos por índices. (TUCCI, 1993).

As variações do relevo modulam o uso do solo e as formas de apropriação que delineiam a dinâmica paisagística e suas conseqüências (CASSETI, 2008).

Geologia

A região onde está localizada a bacia hidrográfica do Córrego da Onça é constituída por rochas sedimentares mesozóicas do Grupo Bauru, sedimentos cenozóicos que formam extensas coberturas areno-argilosas e depósitos aluviais recentes (Figuras 5.13. e 5.14.).

Na bacia hidrográfica do Córrego da Onça encontrou-se a seguinte geologia:

Ksa: Grupo Bauru – Formação Santo Anastácio. Ao norte da bacia.

Qp: Sedimentos aluvionares pleistocênicos. Ao centro da bacia.

Qh: Sedimentos aluvionares holocênicos. Próximo a foz.

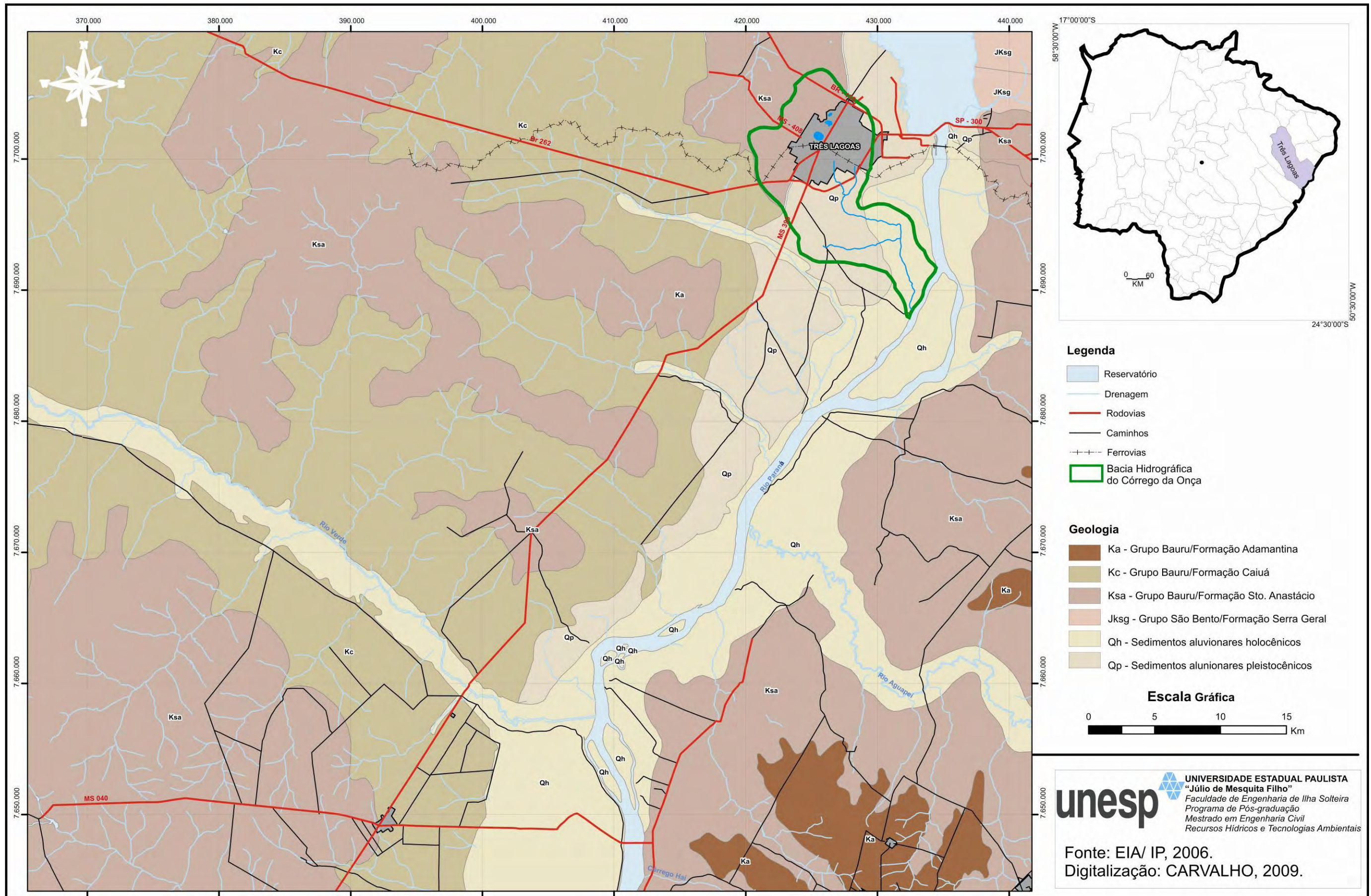


Figura 5.13.: Mapa Geológico.

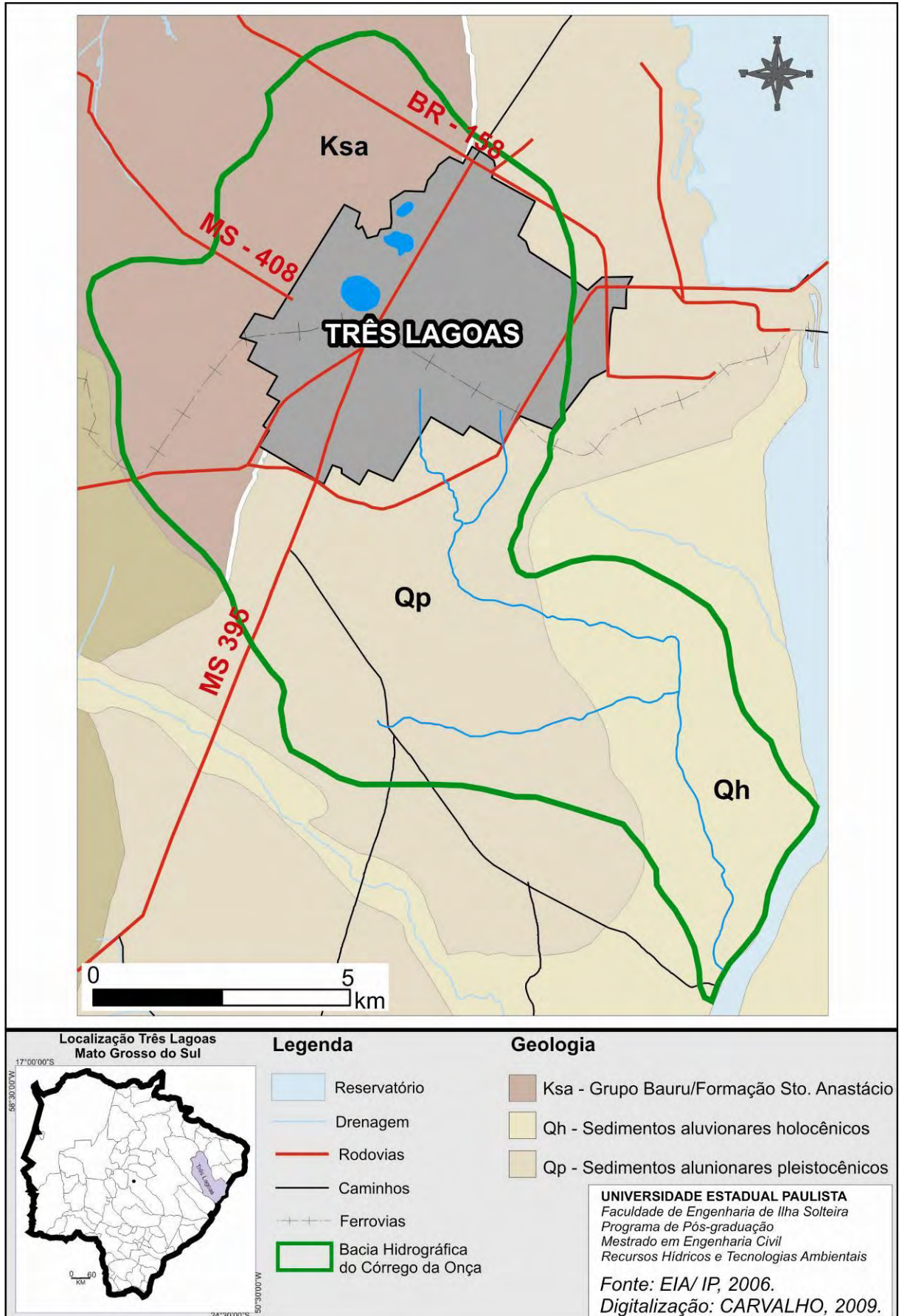


Figura 5.14.: Mapa geológico – Em detalhe, Bacia Hidrográfica do Córrego da Onça.

O Grupo Bauru do Cretáceo Superior é constituído por arenitos de composição variada, que se depositaram na Bacia do Paraná, possivelmente durante a fase de elaboração da Superfície de Aplanamento Sul Americana (ou Japi). Na área de estudo, o Grupo Bauru é representado pelas formações Adamantina, Santo Anastácio e Caiuá (INTERNATIONAL PAPER, 2006).

As rochas do Grupo Bauru constituem aquíferos de extensão regional, granular livre a semiconfinado, heterogêneo, contínuo, anisotrópico. As vazões variam de 8 a 30 m³/h e a capacidade específica de 0,5 a 5,0 m³/h/m. As águas nos divisores de águas têm composição bicarbonatadas cálcicas e nos vales são bicarbonatadas cálcio-magnesianas (INTERNATIONAL PAPER, 2006).

A Formação Santo Anastácio é constituída por arenitos finos a médios por vezes com cimentação carbonática que forma nódulos e concreções. Associam-se também lentes de lamitos, que passam gradualmente para arenitos. Ocorrem na forma de bancos maciços com 2 a 3 m de espessura (INTERNATIONAL PAPER, 2006).

A sedimentação cenozóica na área de estudo está relacionada à deposição de extensas coberturas detríticas e a deposição fluvial disposta em planícies de inundação e em extensos terraços que acompanham o Rio Paraná e seus principais afluentes (INTERNATIONAL PAPER, 2006).

As planícies de inundação são depósitos de forma alongada, estreita e descontínua ocorrem ao longo dos principais rios da região. Na área de estudo, os aluviões do Rio Paraná estão parcialmente submersos, sendo que nos seus afluentes ainda se observam planícies contínuas com larguras de 100 a 500 m (INTERNATIONAL PAPER, 2006).

Geomorfologia

A área de estudo regional está inserida no compartimento de relevo Planalto Central da Bacia do Paraná (IBGE apud INTERNATIONAL PAPER, 2006), que corresponde em parte ao Planalto da Bacia do Alto Paraná. Essa unidade na área é caracterizada por dois compartimentos que são o Planalto Rebaixado e a Planície Fluvial do Rio Paraná que é constituída por Terraços e pelas Planícies de Inundação (Figuras 5.15. e 5.16.) (PIRES NETO et al. apud INTERNATIONAL PAPER, 2006).

Na bacia hidrográfica do Córrego da Onça foi encontrado os seguintes compartimentos geomorfológicos:

Ca: Colinas amplas. Localizadas no extremo norte.

T310: Terraços superiores (310 metros). Região Centro-Norte da bacia.

T 270: Terraços intermediários (270 metros). Região central.

BT: Baixos terraços. Centro-Sul da bacia.

PT: Planícies e terraços. Localizadas no baixio da bacia.

PI: Planície de inundação. Pontos que se localizam no baixio da bacia.

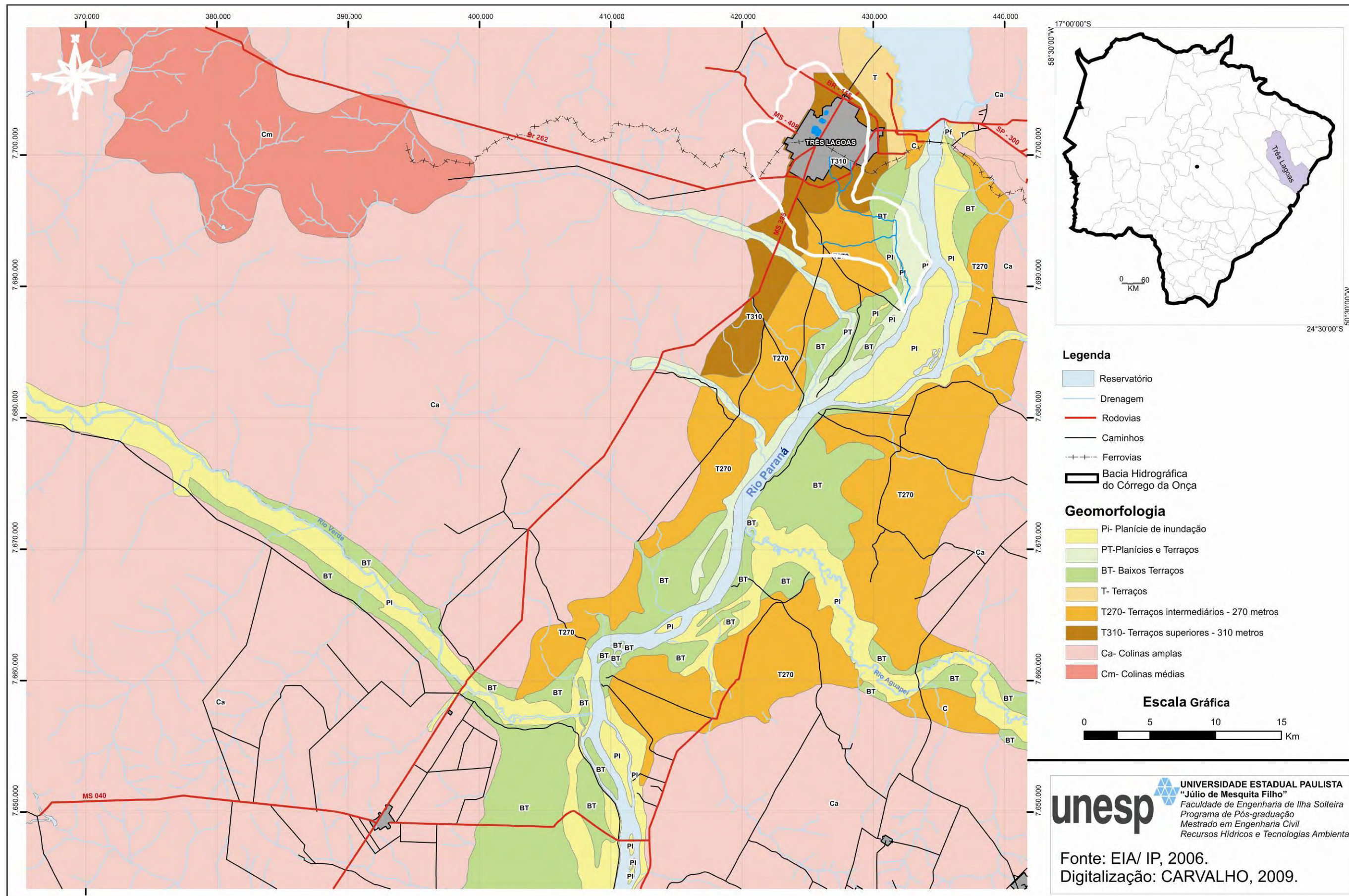


Figura 5.15.: Mapa Geomorfológico.

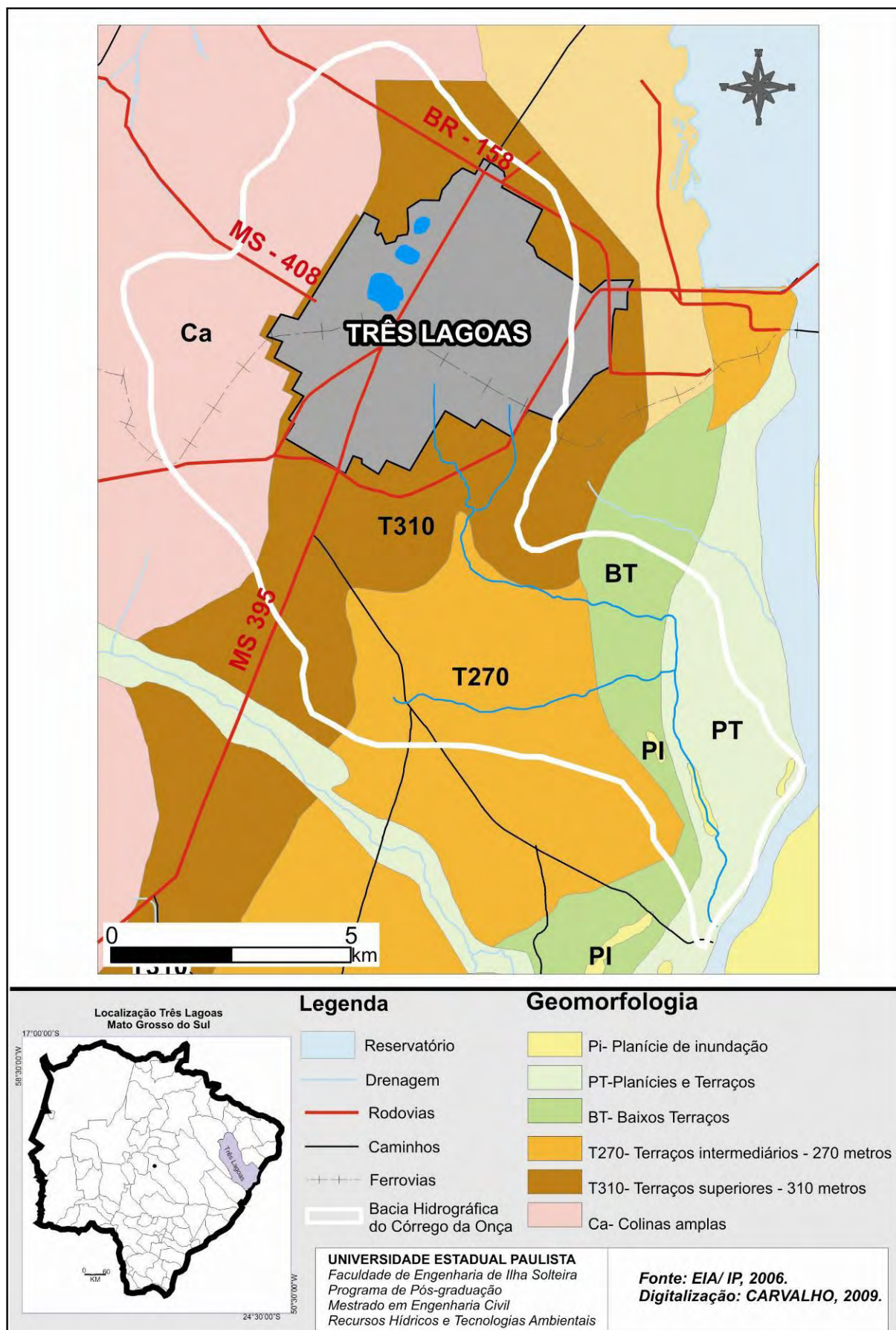


Figura 5.16.: Mapa geomorfológico – Em detalhe, Bacia Hidrográfica do Córrego da Onça.

O compartimento Planalto Rebaixado é caracterizado por relevos suaves e pouco dissecado, em que se associam rampas, colinas amplas e médias, sendo que na área de estudo predominam as Colinas Amplas. Esse relevo sub-nivelado é sustentado por arenitos do Grupo Bauru e subordinadamente por basaltos da Formação Serra Geral (INTERNATIONAL PAPER, 2006).

Os terraços são relevos associados à ação fluvial do Rio Paraná e de seus principais afluentes, e inclui dois níveis, que ocorrem em extensas áreas. O nível superior (altitude de 290 a 310 m) é plano a suavemente ondulado, confundindo-se por vezes com os relevos colinosos adjacentes. Apresentam leques aluviais e rampas de colúvio que recobrem os depósitos fluviais, lagoas circulares esparsas e planícies fluviais estreitas (INTERNATIONAL PAPER, 2006).

O nível intermediário (altitudes de 250 a 270m) é plano e inclinado em direção ao rio. É caracterizado por leques aluviais e rampas de colúvio que recobrem parcialmente os depósitos fluviais e pela presença de extensos alagadiços e lagoas semicirculares (INTERNATIONAL PAPER, 2006).

As Planícies de Inundação são formas planas que incluem os baixos terraços e feições menores como: baixios, alagadiços, lagoas, canais abandonados, diques marginais, barras e ilhas. Apresentam margens abruptas, devido a erosão lateral e vertical do canal fluvial, que corta os sedimentos aluviais e a rocha subjacente. Durante as enchentes ocorre a deposição por decantação e a formação e destruição de barras e ilhas. Esses relevos de forma alongada, estreita e descontínua, ocorrem ao longo dos principais rios da região, sendo que no Rio Paraná estão parte submersos pelas águas do reservatório de Porto Primavera (INTERNATIONAL PAPER, 2006).

A tabela 5.13. resume os tipos de relevo que ocorrem na bacia hidrográfica do Córrego da Onça.

Tabela 5.13.: Tipos de relevos que ocorrem na área de estudo

Tipo de Relevo	Morfografia, Substrato Rochoso, Cobertura e Solos	Dinâmica Superficial
<p>COLINAS AMPLAS</p> <p>Amplitudes: 40 a 110 m Comp. de Rampa: 550 a 2400 m Inclinação: 5 % a 10 % Altitudes: 440 a 370m</p>	<p>Formas subniveladas. Topos amplos convexos a subhorizontais. Perfil de vertente contínuo, segmentos retilíneos. Vales erosivos-acumulativos abertos com planícies aluviais estreitas. Canais aluviais e em rocha alterada. Densidade de drenagem baixa com padrão subdendrítico.</p> <p>São sustentadas por arenitos muito finos a médio, ocasionalmente com lentes de siltitos arenosos e argila, podendo apresentar cimentação carbonática e basaltos. Ocorrem também níveis de laterita na porção superior das encostas.</p> <p>Solos silto-argilosos, e solos residuais argilosos, com variações locais para argilo-arenoso e areno-argiloso, sendo a espessuras geralmente superiores a 5 m. (Latossolo Vermelho Amarelo, Latossolo Húmico, Latossolo Roxo e Vermelho Escuro).</p>	<p>Erosão laminar e sulcos ocasionais e de baixa intensidade. Ravinas e voçorocas ocasionais e intensas. O embate de ondas forma degraus centimétricos e margens suaves</p>
<p>TERRAÇOS</p> <p>Inclinação: < 3 % Altitudes: 250 a 310m</p>	<p>Incluem dois níveis de terraços. O nível intermediário (250 –270m) é plano e inclinado em direção ao rio. É caracterizado por leques aluviais e rampas de colúvio que recobrem parcialmente os depósitos fluviais e pela presença de extensos alagadiços e lagoas semicirculares. O nível superior (290 – 310m) é plano a suavemente ondulado, confundindo-se por vezes com os relevos colinosos adjacentes. Apresentam leques aluviais e rampas de colúvio que recobrem os depósitos fluviais, lagoas circulares esparsas e planícies fluviais estreitas.</p> <p>São constituídos por areia média e grossa conglomerática, e por níveis de cascalho, formado por seixos bem arredondados de calcedônia, quartzo e quartzito.</p> <p>Solos arenosos e areno-argilosos (Latosolos Vermelho, Neossolo Quartzoarênicos e Argissolo Vermelho – Amarelo)</p>	<p>Erosão laminar e em sulcos, ocasionais e de baixa intensidade. O embate de ondas forma falésias e praias arenosas e/ou de cascalho.</p>
<p>PLANÍCIES FLUVIAIS</p> <p>Declividades < 2%</p>	<p>Formas planas que incluem a planície de inundação e baixos terraços. Podem apresentar margens abruptas, devido à erosão lateral do canal. Canais aluviais e em rocha. Associam-se a áreas alagadas e pantanosas.</p> <p>Formadas por areia fina a muito fina, silte, argila, argila orgânica e camadas de cascalho em arranjos diversos.</p> <p>(Argissolo Vermelho – Amarelo, Planossolo, Neossolo Quartzoarênicos nos Baixos Terraços e Glessolos, Plintossolo, Neossolos Flúvicos, Planossolos, Neossolo Quartzoarênicos e Orgânosolos, na planície de inundação).</p>	<p>Nos baixos terraços a erosão laminar e em sulcos são processos de baixa intensidade e localizados.</p> <p>Nas planícies de inundação ocorre erosão lateral do canal e deposição de finos por decantação durante as cheias.</p>

Fonte: INTERNATIONAL PAPER, 2006. (baseado em PONÇANO et al., RABAMBRASIL, PIRES NETO et al., THEMAG/ENGEA/UMAH/CESP)

Pedologia

Associada com a geologia da região, o solo e seus horizontes provêm dos intemperismos físico, químico e da pedogênese, ou seja, os solos são dispostos pela degradação, decomposição e deposição das rochas. Os solos reconhecidos na área de estudo foram (figuras 5.17. e 5.18.):

LVEa: Latossolo Vermelho distrófico, textura média + Argissolo Vermelho Amarelo Distrófico, textura arenosa + Neossolo Quartzoarênico órtico + Latossolos Vermelho-Amarelo distrófico, textura média. Encontrado no norte da bacia.

PVAe: Argissolo Vermelho Amarelo Eutrófico, textura arenosa/média + Planossolo Háplicos textura arenosa/média + Neossolo Quartzoarênico hidromórfico. Porção encontrada na região central da bacia, próximo ao médio curso do córrego.

AQa: Neossolo Quartzoarênico órtico + Neossolo Quartzoarênico hidromórfico + Planossolo Háplicos textura arenosa média. Região centro-sul da bacia.

AQHa: AQHa- Neossolo Quartzoarênico hidromórfico + Neossolo Quartzoarênico órtico + Planossolo Háplicos textura arenosa média. Região sudoeste da bacia.

PAa: Argissolo acinzentado textura arenosa/média + Planossolo Háplicos textura arenosa / média + Argissolo Vermelho Amarelo Distrófico, textura arenosa/média. Região sudoeste da bacia.

LVAa: Latossolos Vermelho-Amarelo distrófico, textura média + Latossolo Vermelho distrófico, textura média. Região sudoeste da bacia.

Ge: Gleissolo Melânico, A chernozêmico, textura argilosa a muito argilosa + Plintossolos Pétrico Concessionário Distrófico, textura média/argilosa e argilosa/muito argilosa + Neossolos Flúvicos eutróficos, textura indiscriminada. Encontrado na região sudeste da bacia e em pequenas porções ao sul.

Ae: Neossolo Flúvicos eutróficos e distróficos, textura indiscriminada + Gleissolo Háptico + Organossolos Háplicos. Encontrado na foz da bacia.

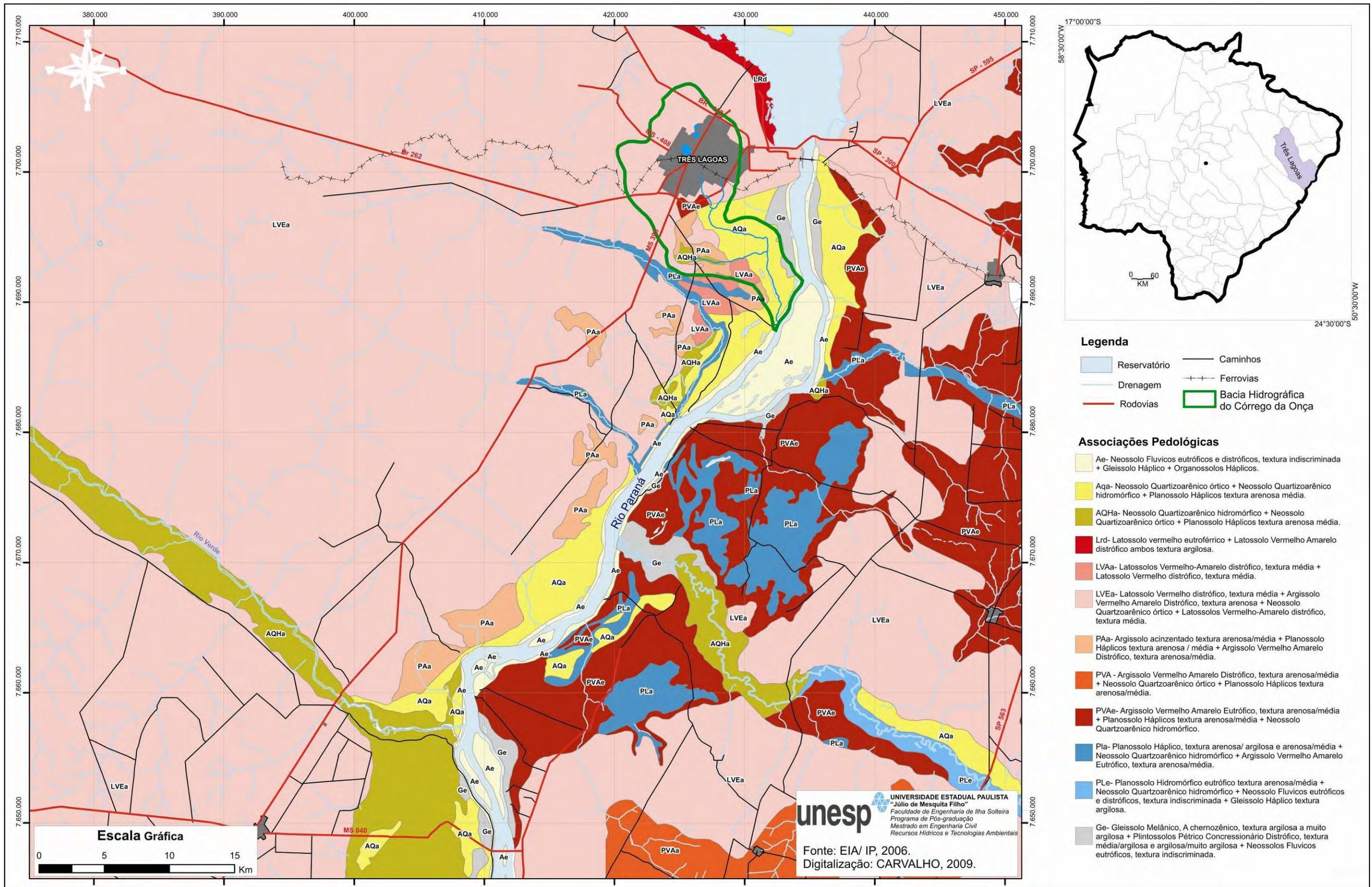


Figura 5.17: Mapa Pedológico.

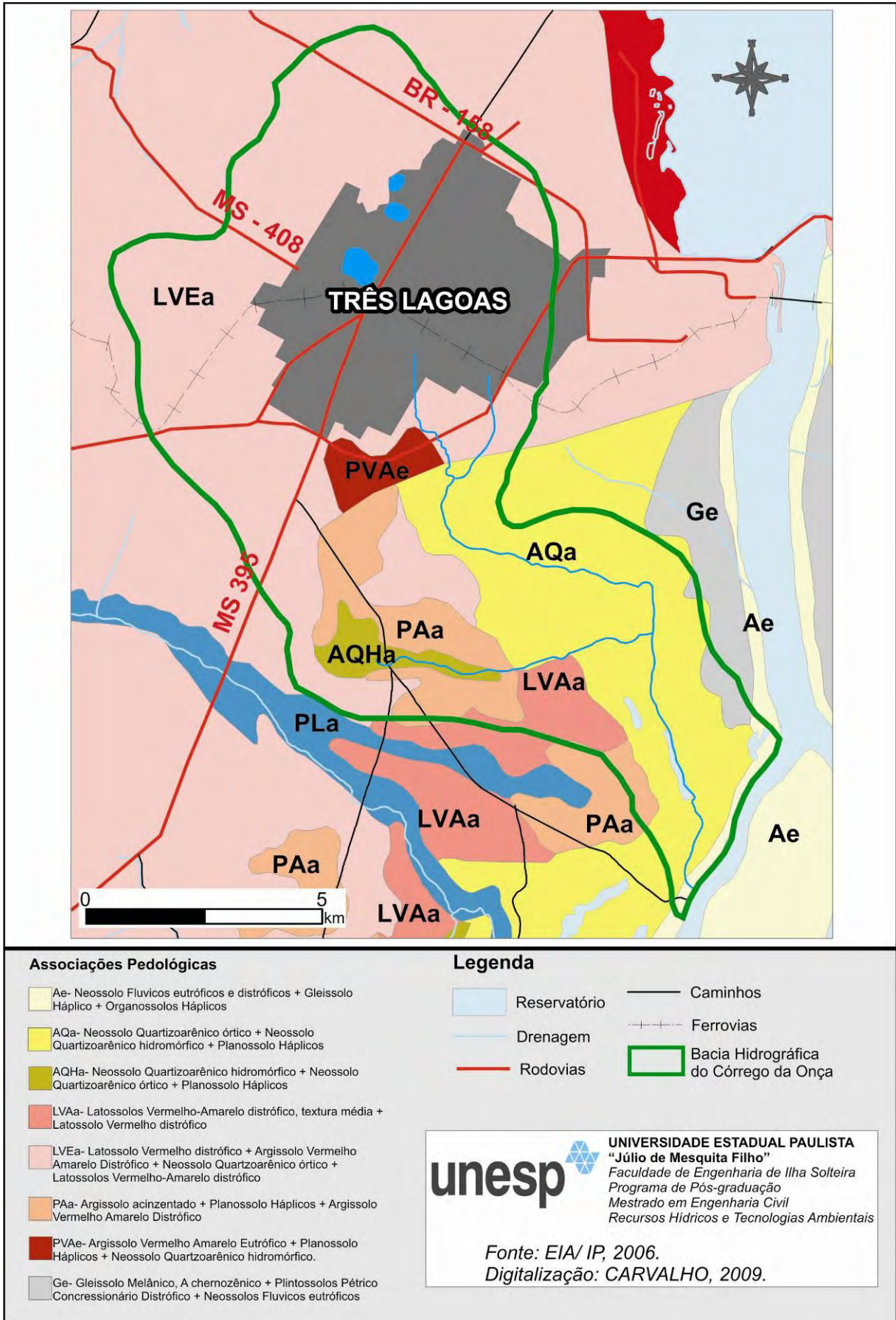


Figura 5.18.: Mapa pedológico – Em detalhe, bacia hidrográfica do Córrego da Onça.

Hipsometria

A identificação e análise hipsométrica da Bacia Hidrográfica do Córrego da Onça (Figura 5.19.) possibilitou a observação e constatação da variação altimétrica do relevo, fato importante na análise de processos relativos à dinâmica de uso e ocupação da terra. Ainda nessa perspectiva, com a elaboração de perfis longitudinais e transversais sobre a área torna-se possível uma melhor identificação da configuração geomorfológica do vale e sua relação com a dinâmica do escoamento superficial, segundo Mendonça (1997).

A hipsometria nos indica por meio de pontos cotados e curvas de nível o conhecimento topoaltimétrico da área. Os perfis (Figura 5.20.) nos mostram pontualmente e/ou localmente as características morfométricas traçadas.

O canal exposto do Córrego da Onça possui amplitude de 80 metros com um percurso de menos de 17 km. Transversalmente, a amplitude da bacia alcança 120 metros em uma distância de mais de 9 km.

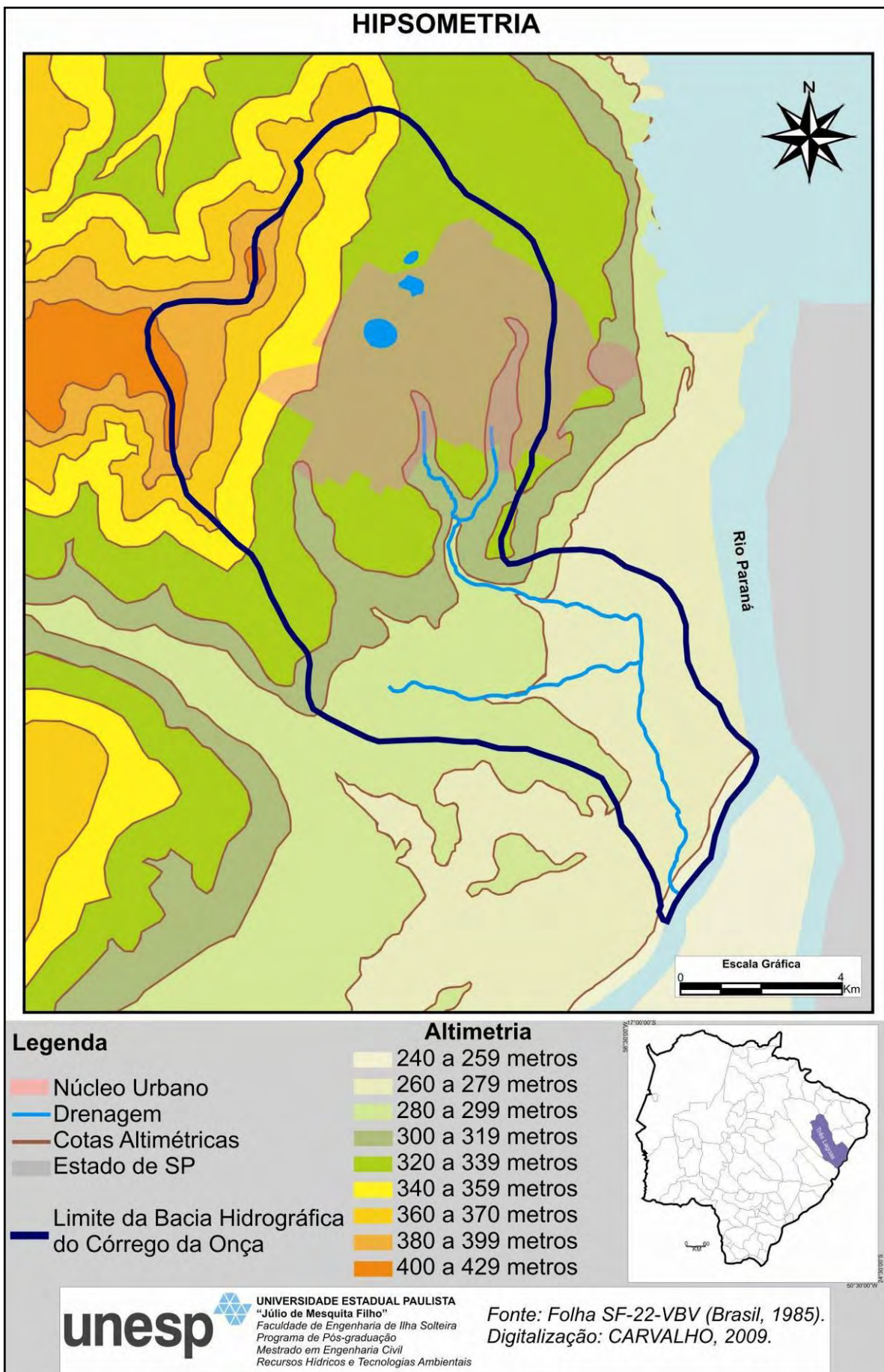


Figura 5.19.: Hipsometria na Bacia Hidrográfica do Córrego da Onça.

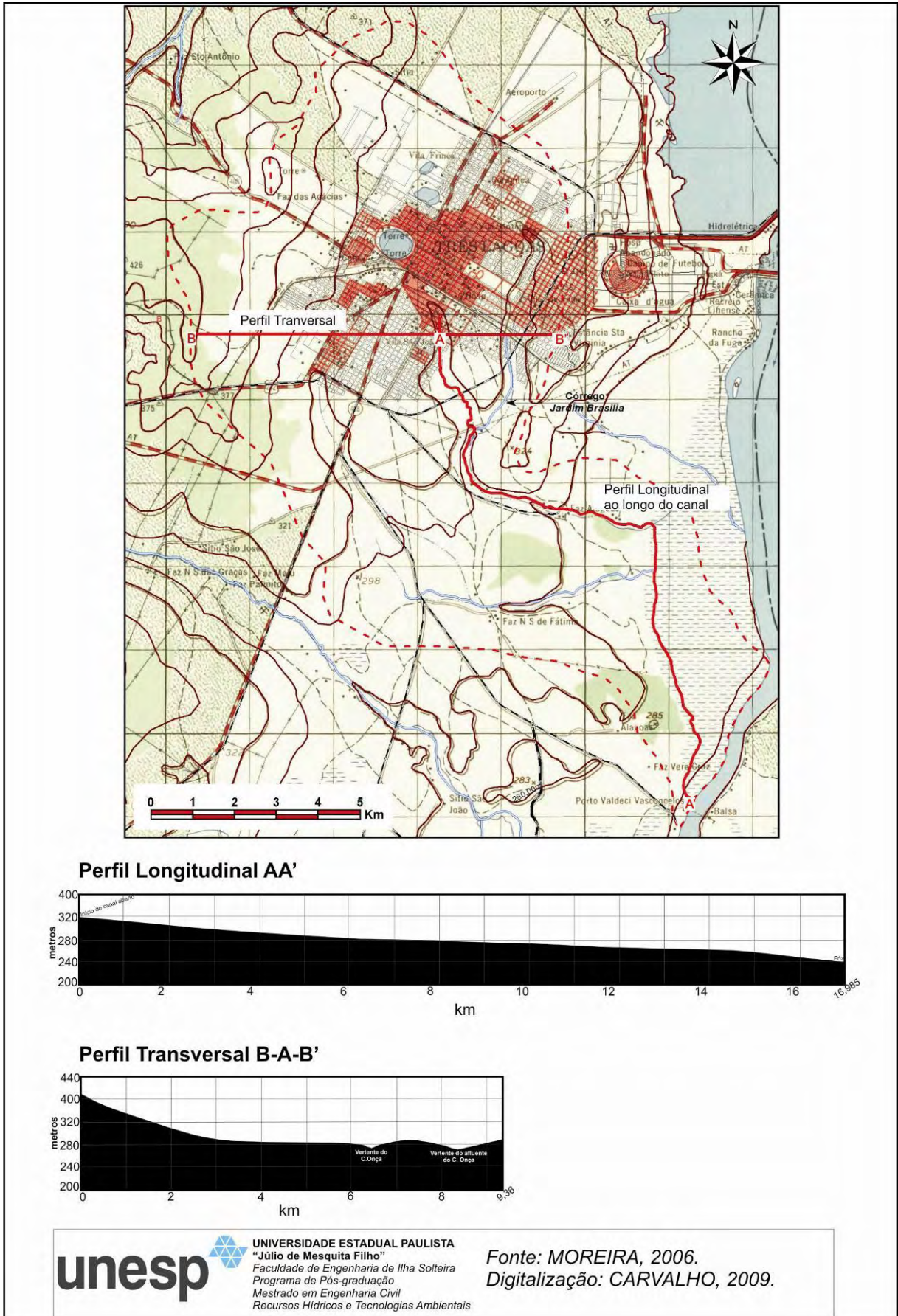


Figura 5.20.: Perfis Topográficos da Bacia Hidrográfica do Córrego da Onça.

5.2.3. Climatologia

Caracterização Climática Local

Para a caracterização do clima da área de estudo foram consideradas as seguintes variáveis climáticas: precipitação pluviométrica, temperatura, umidade relativa do ar, e ventos.

Os dados foram obtidos da Estação Meteorológica da International Paper do Brasil Ltda, localizada no Horto Barra do Moeda, município de Três Lagoas, MS referentes ao período de abril de 2003 a março de 2005.

a) Precipitação

O regime padrão de chuvas no município apresenta um comportamento sazonal. Os totais anuais médios de chuva concentram-se em torno de 1.300 mm. O trimestre mais chuvoso corresponde ao período de novembro a janeiro, enquanto que o mais seco concentra-se nos meses de junho a agosto (figura 5.21).

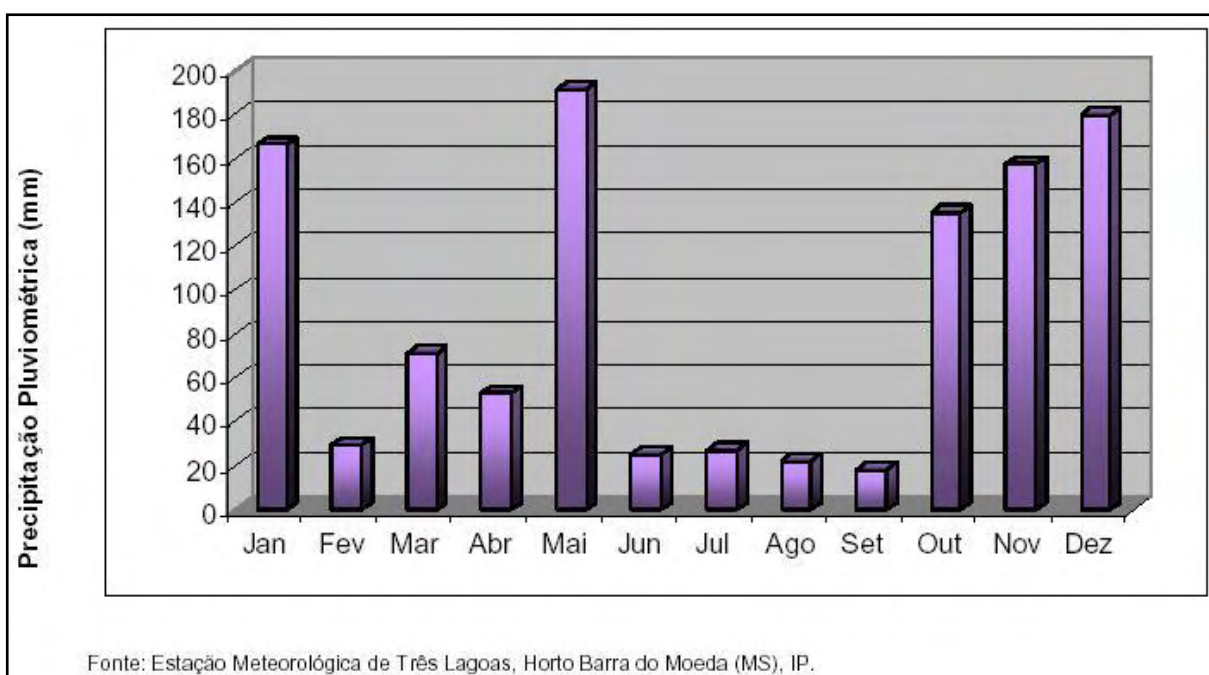


Figura 5.21.: Médias mensais de precipitação em mm para um período de 2 anos (2003-2005), município de Três lagoas, MS.

Como demonstra o gráfico acima, o mês de maio apresentou comportamento atípico, registrando no dia 14 de maio de 2003 um total de 159,4 mm. Considerando os valores anuais, a precipitação relativa ao período de estiagem correspondeu a menos de 7% da precipitação total.

b) Temperatura

A área de estudo está inserida no clima do tipo Aw, tropical quente e úmido com estação chuvosa no verão e seca no inverno. As variações médias anuais no município de Três Lagoas são pequenas, permanecendo entre 26,18°C para o mês de janeiro e 18,68°C para o mês de agosto, e uma média anual de 22,9°C (INTERNATIONAL PAPER, 2006).

A figura 5.22. apresenta um gráfico de distribuição das temperaturas médias mensais do período de abril de 2003 a março de 2005 para a região de Três Lagoas.

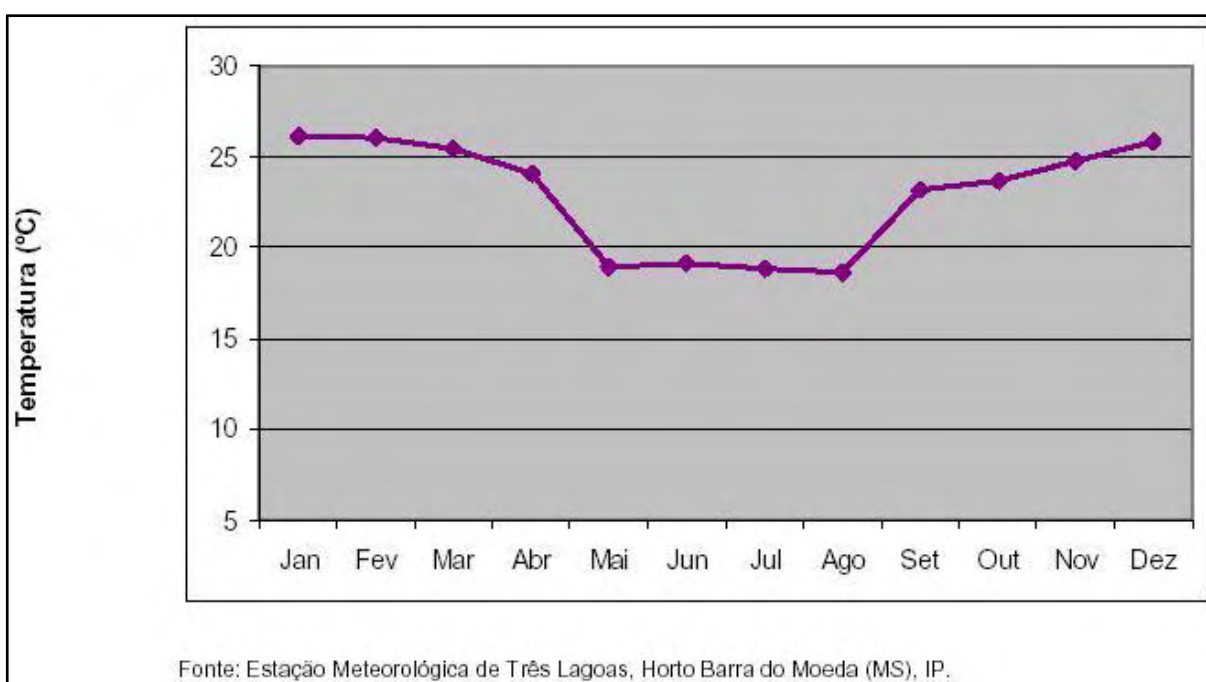


Figura 5.22.: Temperaturas médias mensais para o período de 2 anos (2003 a 2005), Três Lagoas, MS.

A análise dos dados de temperaturas máximas e mínimas absolutas permite identificar importantes indicadores das condições atmosféricas de extremos. A amplitude térmica entre a menor temperatura mínima do período estudado (2,08°C registrados em junho de 2004) e a

máxima temperatura (40,74°C registrados em setembro de 2003) é de 38,66°C, apresentando, um intervalo significativo de amplitude térmica.

As figuras 5.23. e 5.24. apresentam, respectivamente, a distribuição das temperaturas máximas mensais absolutas e mínimas mensais absolutas para o período estudado.

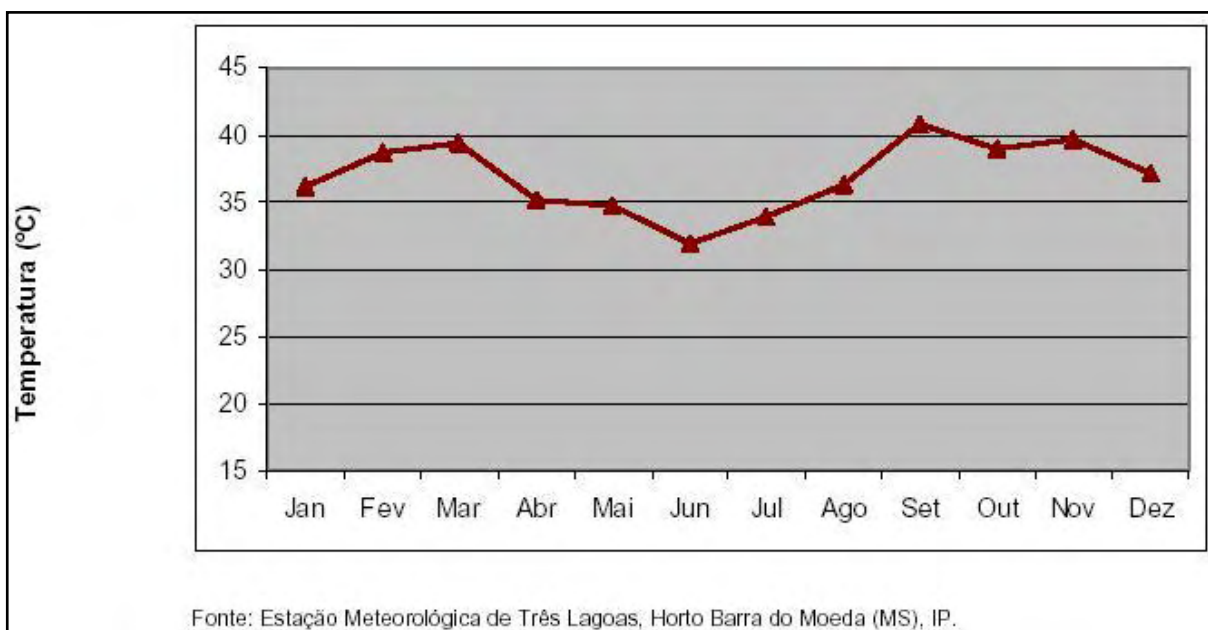


Figura 5.23.: Temperaturas máximas mensais absolutas para o período de 2 anos (abril de 2003 a março de 2005), Três Lagoas, MS.

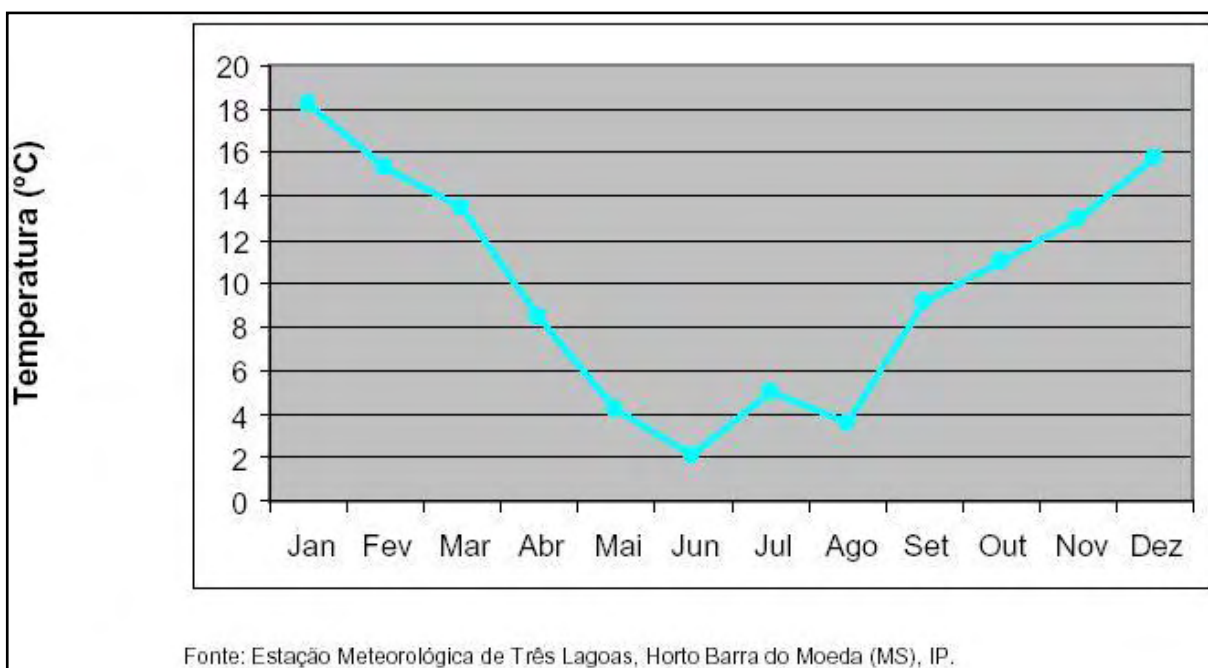


Figura 5.24.: Temperaturas mínimas mensais absolutas (°C) para o período de 2 anos (abril de 2003 a março de 2005), Três Lagoas, MS.

c) *Umidade Relativa do Ar*

Observa-se que a umidade relativa do ar na região mantém-se em média em 75%. O regime da umidade relativa apresenta variação considerável, sendo que os meses que apresentaram os valores médios menores foram agosto e setembro com respectivamente 67 e 61%. Os meses com valores médios maiores foram registrados em maio e junho, ambos com 80%.

A figura 5.25. apresenta as médias mensais da umidade relativa do ar para o período de abril de 2003 a março de 2005.

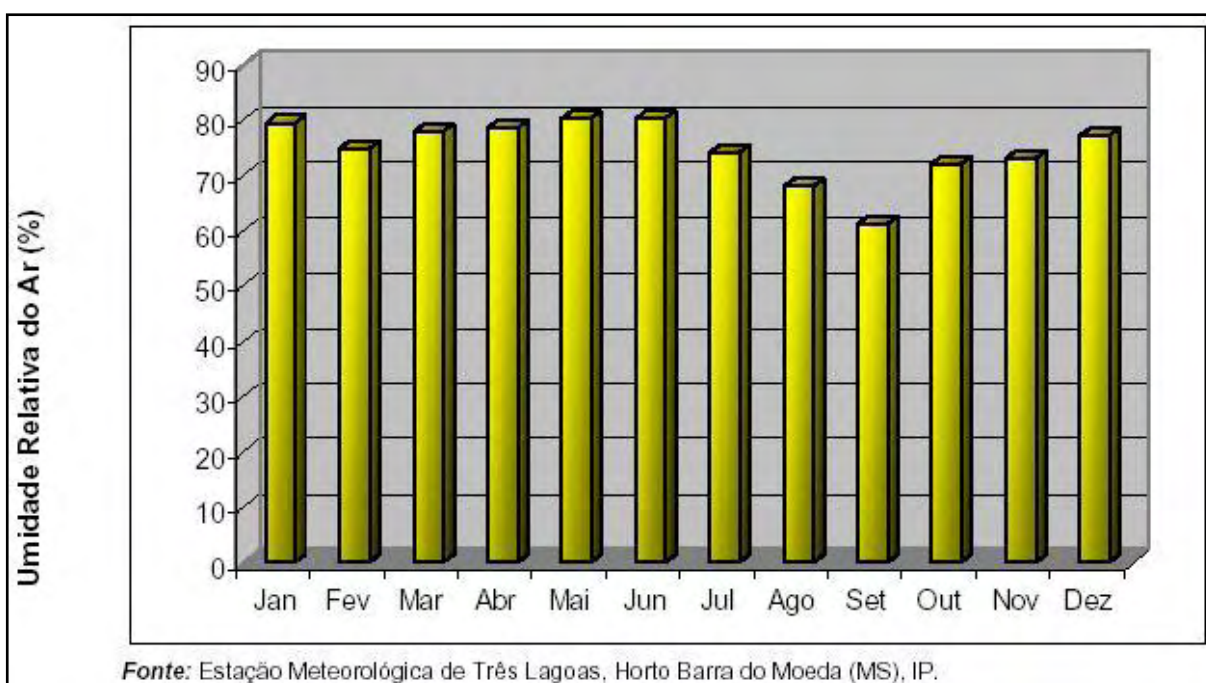


Figura 5.25.: Distribuição das médias mensais da umidade relativa do ar para o período de 2 anos (abril de 2003 a março de 2005), Três Lagoas, MS.

d) *Ventos*

As informações históricas consistiam na análise descritiva para 16 direções do vento padronizadas pela Organização Mundial de Meteorologia resumidas graficamente. A figura 5.26. apresenta o resumo estatístico da direção e velocidade do vento.

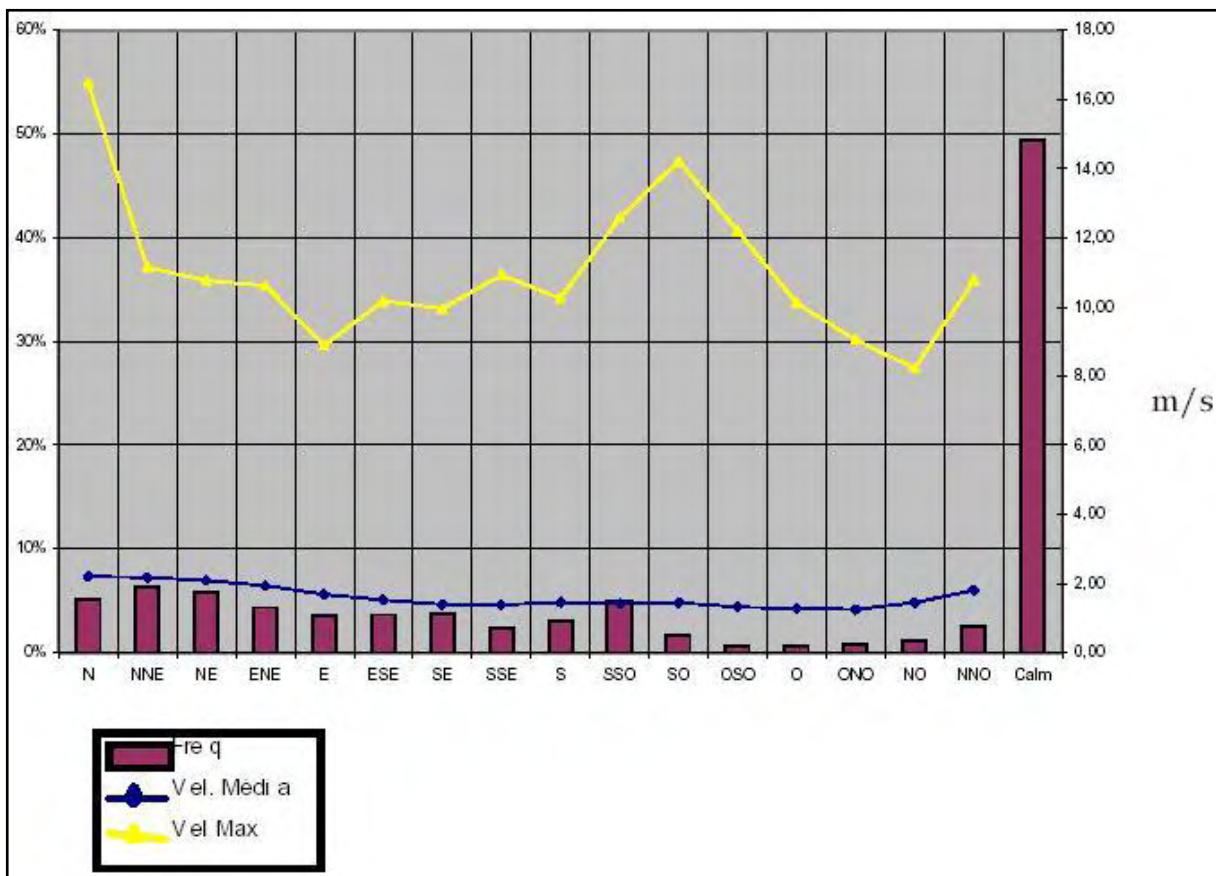


Figura 5.26.: Resumo Estatístico da Direção e Velocidade do Vento, Estação Meteorológica de Três Lagoas, Horto Barra do Moeda, MS.

Os dados revelam que há a predominância de ventos de NNE e NE, com frequências de 6,37% e 5,84% respectivamente. As médias registradas encontram-se em torno de 1,61 m/s e com a máxima absoluta registrada em 16,47 m/s. Outra observação importante é a elevada incidência de calmaria na estação da ordem de 49% do tempo monitorado.

Sendo assim, sobre a direção e velocidade do vento, verifica-se a ocorrência de ventos fracos a moderados, com predominância de direção NNE (Nor-Nordeste).

5.3. Indicadores de Resposta

Os indicadores de resposta referem-se ao retorno que sociedade produz em relação aos problemas ambientais no meio. Em geral, traduzem a preocupação da coletividade na preservação e recuperação da área em estudo.

5.3.1. Ações ambientais públicas

A pesquisa visou a obtenção das respostas relacionadas à ações ambientais públicas para mitigação ou reversão da degradação presente na bacia hidrográfica do Córrego da Onça e não levantou a percepção social dos problemas ambiental na bacia. Os resultados deste item foram alcançados por meio de entrevistas aplicadas aos setores públicos.

- **Estação de Tratamento de Esgoto**

O tratamento de esgoto da cidade de Três Lagoas acontece em duas estações distintas. A estação de tratamento de esgoto que deságua no Córrego da Onça é formada por tratamento primário, RALF (Reator Anaeróbico de Lodo Fluidizado) com capacidade de 100 l/s, e processo físico-químico (floculação por ácido férrico) para sedimentação de partículas suspensas (figuras 5.27., 5.28., 5.29., e 5.30.).



Figura 5.27.: Entrada do esgoto bruto à estação de tratamento.



Figura 5.28.: RALF da ETE.



Figura 5.29.: Floculador da ETE.



Figura 5.30.: Saída do efluente da ETE no canal do Córrego da Onça.

Este sistema atende 25% da população três-lagoense, e realiza suas próprias análises físico-químicas do efluente. Possui uma média de remoção de DQO (Demanda Química de Oxigênio) de 84,76% e de DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio) de 86,72%. Segundo as informações repassadas, a média de entrada de DQO é de 465,17 mg/l e de saída é 70,25 mg/l, já para DBO, a entrada média é de 275,00 mg/l com saída de 35,03 mg/l.

Com o PAC (Programa de Aceleração ao Crescimento) está previsto a ampliação de 60% da estação de tratamento de esgoto por meio da construção de mais um RALF e a canalização de aproximadamente 8km até o Rio Paraná. O projeto está em fase de planejamento e otimizará o sistema de tratamento de esgoto da cidade.

- **Promotoria Pública**

As ações da promotoria pública relacionadas ao meio ambiente referem-se a fiscalização do cumprimento da legislação vigente. Para a otimização dos resultados, está em fase de planejamento um projeto para a realização do diagnóstico ambiental do município. O projeto terá início na bacia hidrográfica do Córrego do Pinto.

Este projeto terá como objetivo a compensação ambiental. Será realizado um mapeamento do uso do solo por fazendas na bacia hidrográfica em estudo, levantando os possíveis impactos ambientais. Os resultados fundamentarão a geração de multas de

compensação. Por fim, este valor será encaminhado para um fundo que financiará outros estudos semelhantes até o completo mapeamento do município.

Sobre a bacia hidrográfica do Córrego da Onça, a preocupação maior da promotoria no momento está baseada em evitar a urbanização sem planejamento nas lagoas menores para que não ocorram os mesmos impactos ambientais presentes na Lagoa Maior.

Um exemplo de impacto ambiental que acontece na Lagoa Maior é a ligação direta de aproximadamente 200 casas da rede coletora de água pluvial à rede coletora de esgoto. Este fator ocasiona em momentos de chuva forte o transbordamento do esgoto por excesso de vazão no sistema de drenagem que é direcionado a Lagoa Maior. Nesta situação, podem-se ocorrer duas medidas mitigadoras, ou aumenta-se a vazão da rede coletora de esgoto, ou estuda-se mais detalhadamente a área para o impedimento das ligações clandestinas. Situações como esta dificulta a ação mais efetiva da promotoria.

Os processos judiciais ligados a bacia hidrográfica do Córrego da Onça estão relacionados a retirada de entulhos na proximidade das lagoas, ao despejo do efluente da estação de tratamento de esgoto e a restauração do leito e direcionamento da água de chuva de maneira mais adequada.

- **Secretaria do Meio Ambiente**

No Brasil há a ideologia de grande crescimento econômico associado a baixas ações ambientais públicas, principalmente por falta de parecerias. Somado a isto, por motivos de formação social, a população não exige questões ambientais, e cobram sempre a construção de obras como moradia e asfalto. Há muitos discursos e poucas ações quando o assunto é preservação ambiental. Por exemplo, os recursos financeiros são destinados para as obras de maneira macro, ou seja, para a administração como um todo.

No caso de Três Lagoas, a cidade passa por um processo de mudança na economia, o que gera grande peso para a administração pública. Existem na esfera ambiental, projetos relacionados a arborização e coleta de resíduos potencialmente contaminantes (pilhas, lâmpadas, baterias, pneus, embalagem de agrotóxico), inaugurou-se também em 2009 o aterro sanitário que foi financiado desde o primeiro mandato da atual administração. Existe outra questão paralela ao município, a ocupação em uma planície que exige obras de drenagem de alto valor de investimento, acima da receita. Se comparado esta a atual situação brasileira, Três Lagoas encontra-se em uma posição privilegiada.

Em relação ao Córrego da Onça, a secretaria sabe que o mesmo sofre cada vez mais com a pressão urbana. Precisa de um sério projeto de recuperação, mas não há recursos financeiros disponíveis para que isto aconteça. No momento, a atuação da secretaria do meio ambiente para esta questão baseia-se principalmente em Educação Ambiental nas escolas.

- **Secretaria de Obras**

No Brasil, a receita é dividida de maneira que é destinado apenas 19% para o custeio da máquina administrativa e obras de infra-estrutura. Não há uma obrigatoriedade na lei para a utilização desta para o meio ambiente.

O canal do Onça é utilizado como extravasor do complexo lacustre urbano, e as obras que estão sendo realizadas dizem respeito a canalizações (figuras 5.31.). Serão aumentados mais 200 metros de canalização no leito principal, e a drenagem pluvial do bairro Santa Terezinha será direcionada por canal fechado até o Córrego da Onça. Há também a preocupação com a preservação do solo ao redor para evitar-se erosões.



Figura 5.31.: Placa informativa das obras de canalização do Córrego da Onça.

Para a secretaria de Obras, o que falta para a administração pública é a participação populacional, por exemplo, não há problemas de drenagem na cidade, o que ocorre é que com o aumento das áreas asfaltadas faz-se necessárias áreas de infiltração, o que não se consegue por falta de consciência da população que impermeabiliza todo o seu terreno.

- **IBAMA e SEMA**

Como a bacia hidrográfica do Córrego da Onça é de responsabilidade estadual, o IBAMA é responsável apenas na fiscalização do cumprimento da legislação ambiental. Sendo assim, sua responsabilidade é a geração de processos e multas. Existem processos acerca das erosões presentes as margens do Córrego da Onça e da qualidade da água da lagoa maior. O processo de recuperação da área degradada para se justificar ou mitigar o impacto deve ser encaminhado e analisado pelo SEMA.

Nesta secretaria, por sua vez, informaram que nada consta de processos para avaliação relacionados a Bacia Hidrográfica do Córrego da Onça.

CAPÍTULO 6 – PROPOSIÇÃO DE ALTERNATIVAS DE USO E RECUPERAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO DA ONÇA

6.1. Definição do Nível de Degradação Ambiental

Com base nas etapas anteriores, este capítulo vem propor alternativas de uso e intervenções que permitam a preservação ou recuperação da qualidade de ambiente na Bacia Hidrográfica do Córrego da Onça. O grau da degradação ambiental se definiu de acordo com a influência no meio físico, a magnitude e a duração do impacto (tabela 6.1. e figura 6.1.)

Tabela 6.1.: Definição do Nível de Degradação

ATRIBUTO	DEFINIÇÃO DA DEGRADAÇÃO		
	GRAVE	MODERADA	FRACA
<p>MAGNITUDE</p> <p><i>Exprime a extensão do impacto, através de uma valoração gradual.</i></p>	<p>GRANDE</p> <p><i>De magnitude tal que possa levar à descaracterização da característica ambiental considerada.</i></p>	<p>MÉDIA</p> <p><i>De magnitude expressiva, porém sem alcance para descaracterizar a característica ambiental considerada.</i></p>	<p>PEQUENA</p> <p><i>De magnitude inexpressiva, incapaz de alterar a característica ambiental considerada.</i></p>
<p>INFLUÊNCIA</p> <p><i>Indica a importância ou significância do impacto em relação à sua interferência no meio físico da bacia.</i></p>	<p>SIGNIFICATIVA</p> <p><i>Intensidade da interferência acarreta perda da qualidade ambiental.</i></p>	<p>MODERADA</p> <p><i>Intensidade da interferência com dimensões recuperáveis.</i></p>	<p>NÃO SIGNIFICATIVA</p> <p><i>De intensidade não significativa, com interferência não implicando em alteração da qualidade ambiental.</i></p>
<p>DURAÇÃO</p> <p><i>Indica a permanência da degradação.</i></p>	<p>LONGA</p> <p><i>Tempo permanente.</i></p>	<p>MÉDIA</p> <p><i>Tempo médio de permanência do impacto. Não há possibilidade de reversão.</i></p>	<p>CURTA</p> <p><i>De duração breve, com possibilidade de reversão às condições ambientais anteriores.</i></p>

Adaptado de Mota; Aquino, 2002.

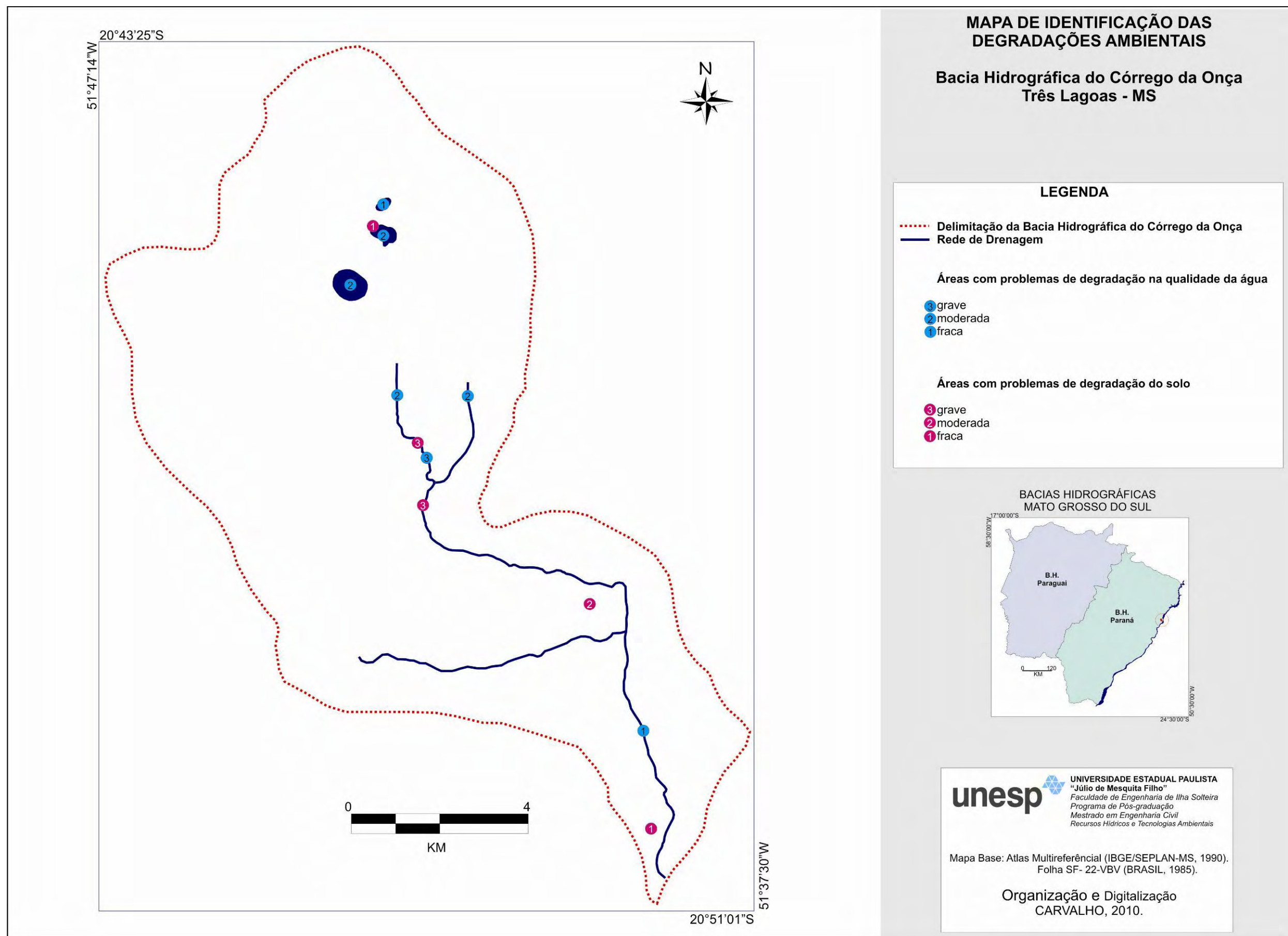


Figura 6.1.: Mapa de identificação das degradações ambientais na Bacia Hidrográfica do Córrego da Onça.

Obteve no alto curso da bacia degradações na qualidade da água de nível 1 na lagoa menor, devido a sua ocupação ser basicamente feita por chácaras e nível 2 nas lagoas do meio e maior devido a urbanização ao seu redor. Considera-se que nestas últimas há indícios de ligações clandestinas de esgoto doméstico. Na lagoa do meio, considerou-se nível de degradação 1 para o solo devido a utilização de sedimentos do arredor e de fundo para a fabricação de tijolos para a construção civil e ao fato de se ter encontrado depósito ilegal de entulhos na sua imediação em algumas visitas.

No médio curso, obtiveram-se as maiores degradações. Em relação à qualidade da água, observou-se nível 2 no final das canalizações dos Córregos da Onça e do Jardim Brasília. Considerou tais degradações devido principalmente a carga de sedimentos nas épocas da chuva que ocasiona alta turbidez ao curso d'água. Já em relação à vida aquática, observou-se presença de alevinos apenas em uma das visitas no canal do Córrego da Onça. O nível 3 encontra-se locado no Córrego da Onça logo após a ETE do Jardim Planalto. Neste ponto observou-se em algumas visitas a inexistência de água no canal, a baixa qualidade da mesma apontada pelo IQA e a inexistência de vida aquática em todas as visitas.

Em relação à degradação do solo, este ponto foi classificado como nível 3. Observou-se a presença de erosões de alturas consideráveis às margens do canal até as proximidades das “novas nascentes” (pontos de ressurgência de água). O canal encontra-se bastante assoreado, percebe-se a mudança do percurso nas épocas de cheia/seca.

No baixo curso, a degradação ocorre de maneira mais amena devido principalmente a distancia do centro urbano. A degradação da qualidade da água recebeu nível 1 basicamente por conter ainda resquícios de contaminantes bioacumulativos da ETE, como por exemplo fármacos (AMÉRICO et al., 2009). No quesito degradação do solo, o ponto com avaliação de nível 2, situa-se na região de mineração de sedimentos para a construção civil, e o ponto classificado como de nível 1, situa-se numa região de alagados, que devido a exploração da área por pecuária, nota-se o desenvolvimentos de erosões ocasionadas por pisoteio de gado.

6.2.: Medidas Corretivas e Mitigadoras da Degradação Ambiental na Bacia

As medidas foram propostas de acordo com as degradações levantadas, e buscando considerara a aplicabilidade da mesma por órgãos públicos voltados para a gestão e fiscalização ambiental. Considera-se que um trabalho de recuperação ambiental de uma área densamente ocupada e com sérios problemas de degradação, como é o caso da Bacia Hidrográfica do Córrego da Onça, deve ser realizado de maneira coletiva, buscando a parceria conjunta entre o poder público em suas diferentes esferas e a sociedade civil.

Medida 1: Desenvolver um plano de monitoramento da qualidade ambiental das lagoas urbanas → Esta medida visa o controle do uso e ocupação das lagoas urbanas e o levantamento dos pontos críticos de maneira mais detalhada. Esses levantamentos acarretarão em dados que servirão de subsídios para a proposta de medidas corretivas nas áreas das lagoas e a ocorrência de uma fiscalização mais efetiva do local.

Medida 2: Realizar obras de contenção de erosões no médio curso → A importância desta medida está em se evitar o assoreamento do canal principal do Córrego da Onça e Córrego do Jardim Brasília. Vale salientar também a importância em se diminuir a velocidade de escoamento da água de chuva, tanto na saída das canalizações, quanto nas proximidades do leito no que se refere ao escoamento superficial.

Medida 3: Gerenciar o efluente líquido despejado no Córrego da Onça → Esta medida visa o controle dos impactos na qualidade da água na bacia.

Medida 4: Monitoramento da qualidade da água na bacia → esta medida visa controlar a qualidade da água em diferentes pontos da bacia. Propõe-se a formulação de um índice de qualidade da água próprio, com a seleção de indicadores de rápida aquisição que seja capaz de fornecer o monitoramento sistemático da qualidade da água na bacia.

Medida 5: Divulgar ao público sobre a restrição da pesca em locais impróprios na bacia → Esta medida visa mitigar impactos relativos a saúde da população devido a pesca em locais de águas contaminadas.

Medida 6: Acompanhar as atividades minerárias → O acompanhamento deverá identificar e quantificar a extensão das áreas de exploração, impedido assim o

desenvolvimento da prática em áreas de proteção e prevendo possíveis danos a qualidade ambiental na bacia.

Medida 7: Fiscalizar a inadequada deposição de resíduos sólidos na bacia → Esta medida visa controlar e monitorar, continuamente, a disposição dos resíduos sólidos doméstico e da construção civil nas áreas de APP.

Medida 8: Recompôr das áreas de APP em toda a bacia → Levantou-se com o mapeamento do uso do solo a carência de mata ciliar em toda a extensão da bacia. Sugere-se a formulação de um projetos de vise uma parceria entre prefeitura e proprietários para o cercamento e recomposição destas áreas de APP.

Medida 9: Implementar um projeto de educação ambiental para as comunidades urbanas ribeirinhas → O desenvolvimento de ações educativas, envolvendo os grupos sociais de educação ambiental, escolas públicas e a comunidade da área de influência, atua como uma medida mitigadora, de longo prazo, preparando a população para entender as medidas de preservação dos recursos naturais.

Medida 10: Planificar um projeto de educação ambiental a realizar-se com os fazendeiros e trabalhadores da área rural da bacia → Este projeto deverá esclarecer dúvidas e propor um uso do solo rural de maneira mais produtiva e ambientalmente equilibrada.

Medida 11: Levantar e organizar todos os dados existentes sobre a bacia → Sabe-se que um grande número de pesquisas já foram realizadas na área da bacia. Sugere-se a criação de um banco de dados organizado que forneça informações para demais pesquisas e ações a ser desenvolvidas pelo município.

Medida 12: Sistematizar e publicar dados técnicos e socioambientais obtidos → Como medida potencializadora do aumento do conhecimento técnico e científico, deverá ser realizado a sistematização e publicação dos dados e outras informações resultantes das atividades de caracterização e monitoramento, bem como das experiências acumuladas. Esta medida servirá para o aumento da publicidade do projetos, o que poderá acarretar verbas para a implantação de outras medidas capazes de mitigar e recuperar as áreas degradadas na bacia.

CAPÍTULO 7 – CONSIDERAÇÕES

7.1. Considerações a respeito da metodologia utilizada

A escolha da área de estudo possibilitou a aplicação da metodologia e a visualização de um ambiente com diversas degradações ambientais devido aos diversos usos da terra.

A proposição de geoindicadores para avaliar a degradação do meio físico de uma bacia hidrográfica promoveu a interpretação e organização dos dados. O modelo teórico-metodológico proposto (P-E-R) foi de fundamental importância para a classificação dos indicadores estudados, bem como facilitou a dinâmica linear de visualização dos impactos na bacia estudada.

Por fim, as escolhas dos indicadores responderam aos princípios básicos de simplicidade e aplicabilidade (comparabilidade, equilíbrio, continuidade, temporalidade e clareza).

Uso da Terra

A imagem de satélite LANDSAT5 e o software SPRING[®] 5.0. responderam perfeitamente a proposta inicial. A resolução espectral de 30 metros atendeu a expectativa, no entanto não foi possível o mapeamento das classes temáticas solo exposto e áreas de mineração. Salienta-se a importância em se conhecer o uso da terra em estudos ambientais, e a gratuidade da imagem e do software proporciona maior aplicabilidade em pesquisas.

Qualidade da Água

A aplicação do IQA para avaliação da degradação da água submeteu maior clareza a pesquisa, pois relacionou um único valor em diversos pontos da bacia, proporcionando maior facilidade de interpretação dos resultados principalmente no que tange a informação da sociedade em geral.

Aspectos Físicos da Bacia Hidrográfica (geologia, geomorfologia, pedologia e clima)

Os mapas disponibilizados pelo EIA/RIMA da International Paper (2006) proporcionaram a pesquisa uma visão mais holística da região estudada. Foi um material de apoio fundamental, visto que antes desses, havia disponível para pesquisas apenas mapas do Atlas Multireferencial (SEPLAN, 1990), que apesar de conter dados confiáveis, possui uma escala que não torna os dados aplicáveis para pesquisas em bacias hidrográficas menores.

7.2. Considerações a respeito dos resultados alcançados

Os dados obtidos demonstraram a relação direta entre degradação ambiental e a ocupação do solo sem planejamento adequado. Apesar das características físicas do meio serem importantes e intensificarem a situação de fragilidade, elas não foram determinantes para que a degradação atual da bacia hidrográfica do Córrego da Onça acontecesse.

No quesito “degradação da água” o fator determinante principal é a ETE localizada próximo ao médio curso e as águas de origem pluvial. Os resultados revelaram a intensidade da degradação da água na bacia. No entanto, a aplicabilidade das técnicas por prefeituras e órgãos ambientais não seria tão recomendado para o monitoramento devido ao seu valor econômico e a complexidade de diversas técnicas empregadas.

Para o monitoramento sistemático da qualidade da água sugere-se o emprego e formulação de um novo índice que vise técnicas mais simples e de rápida resposta. Uma boa alternativa para prefeituras e órgãos ambientais é a utilização de sondas multifinalitárias, que apesar do seu alto valor na aquisição, a sonda proporciona uma resposta rápida e confiável.

Já para a “degradação do solo”, o que mais influencia é o sistema de drenagem urbana e a inexistência de APP, que ocasiona principalmente nas épocas de cheia o alargamento do canal e intensifica o processo erosivo e de assoreamento. Sugere-se o cadastro e mapeamento de todos os processos erosivos na bacia para uma melhor fiscalização e acompanhamento.

Sendo assim, notou-se que os ambientes que mais necessitam de intervenção são os localizados próximos às áreas de influência urbana. A pesquisa revelou que as ações ambientais públicas para a recuperação da área degradada basicamente se resumem em documentos pautados na legislação ambiental e que vem sendo pouco aplicado na bacia em estudo. Sabe-se que para a recuperação e transformação de uma área degradada num ambiente

agradável e equilibrado, deve ser promovida por ações em conjunto de diversas esferas do poder público e da sociedade civil.

Ações realizadas por um único órgão do governo, ou entidade, não resultam em mudanças significativas para a recuperação de uma área, que historicamente sofre com problemas causados por impactos negativos advindos de uma ocupação realizada sem planejamento do uso do solo, como é o caso da Bacia Hidrográfica do Córrego da Onça. Sugere-se para se alcançar soluções positivas nas degradações levantadas pela pesquisa, um plano de ação efetiva que permita a aplicabilidade das “medidas corretivas e mitigadoras da degradação ambiental na bacia” propostas pela pesquisa.

Vale salientar que “[...] Planejar significa elaborar planos de melhoria. Significa encontrar diretrizes para corrigir os espaços mal organizados e improdutivos. Significa encontrar meios e propiciar condições para interferir nos setores menos favoráveis de uma estrutura ou de uma conjuntura” (AB’SÁBER, 1969).

REFERÊNCIAS

- AB'SÁBER, A.N. **Geografia e planejamento**. São Paulo: Edanee, 1969. 157 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR.10703**: degradação do solo. Rio de Janeiro, 1989. 45 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR.13030**: elaboração e apresentação de projeto de reabilitação de áreas degradadas pela mineração. Rio de Janeiro, 1999. 5 p.
- ALBERTO, C. Brasília manda IBAMA apurar denúncia de erosão no Córrego da Onça: fiscalização constatou problema e autuou o município por causa do assoreamento. **Jornal do Povo**. Três Lagoas, 22 jun. 2005. p.3.
- AMÉRICO, J. H. P.; CARVALHO, S. L.; ISIQUE, W. D.; MINILLO, A. Contaminação de um corpo de água na cidade de Três Lagoas (MS) por fármacos. In: CONGRESSO DE MEIO AMBIENTE DA AUGM, 6., 2009, São Carlos. **Anais...** São Carlos: UFSCar, 2009. p 1- 15.
- EATON, A. D. (Ed.). **Standard methods for examination water and wastewater**. 19th ed. New York, NY: APHA, 1995. 874 p.
- ASSAD, E. D.; SANO, E. E. **Sistemas de informação geográficas**: aplicações na agricultura. Platina: Embrapa, 1993. 274 p.
- BARCELLOS, F. C.; OLIVEIRA, S. M. M. C.; CARVALHO, P. G. M.; GREEN, A. L. Diagnóstico ambiental dos municípios segundo o modelo pressão – estado – impacto – resposta. In: ENCONTRO NACIONAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA ECOLÓGICA - ECOECO, 6., 2005, Brasília **Anais...** Brasília: 2005. p 1 - 27.
- BELTRAME, A.V. **Diagnóstico do meio físico de bacias hidrográficas**: modelo e aplicação. Florianópolis: UFSC, 1994. 132 p.
- BERGER A. R. Assessing rapid environmental change using geoindicators. **Environment Geology**, Springer, Berlin, v. 32, n.1, p. 35-44, 1997.
- BERGER, A. R.; IAMS W. J. **Geoindicators**: assessing rapid environmental changes in earth systems. Rotterdam: Balkema, 1996. 477 p.
- BOLMANN, H. A.; STEINER, P. A.; RIBEIRO, S. R. A., NEVES, R. V. Relação entre a impermeabilização do solo e variáveis de qualidade das águas superficiais em bacias hidrográficas urbanas. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 13.; MOSTRA DE PESQUISA DA PUCPR, 7., 2005, Curitiba. **Anais...** Curitiba: PUCPR, 2005. p. 1 - 15.
- BRASIL. DEC/ME. **Folha SF- 22-VBV**. Três Lagoas: Departamento de Engenharia e Comunicação do Exército, 1985. 1 p.

BRIGUENTI, E. C. **O uso de geoindicadores na avaliação da qualidade ambiental da bacia do Ribeirão Anhumas, Campinas/SP**. 2005. 179 f. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas- UNICAMP, Campinas, 2005

BUSH, D. M.; NEAL, W. J.; YONG, R. S.; PILKEY, O. H. Utilization of geoindicadores for rapid assessment of coastal-hazard risk and mitigation. **Ocean & Coastal Management**, Berlin, v. 1, n. 42, p.647-670, 1999.

CÂMARA, G; MONTEIRO, A. M. V., MEDEIROS, J. S. **Representações computacionais do espaço: um diálogo entre a geografia e a ciência da informação**. São José dos Campos: DPI/INPE, 2000. 20 p. (Mimeografado).

_____. **Conceitos básicos em ciência da geoinformação**. São José dos Campos: INPE, 2001. 345 p.

CANUTI, P.; CASAGLI, N.; ERMINI, L.; FANTI, R.; FARINA, P. Landslide activity as a geoindicador in Italy: significance and new perspectives from remote sensing. **Environmental Geology**, Berlin, v. 1, n. 45, p. 907-919, 2004.

CARVALHO, A. G. B. M. **Bacia hidrográfica do Córrego da Onça - Três Lagoas, MS: qualidade da água, uso dos solos e dados correlatos**. 2008. 47 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia)- Universidade Federal de Mato Grosso do Sul -UFMS, Três Lagoas, 2008.

CASSETI, V. **Geomorfologia**. [S.l.:s.n.], 2005. Disponível em: <<http://www.funape.org.br/geomorfologia/>>. Acesso em: 12 jan. 2008.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO - CETESB. **Relatório de qualidade das águas interiores do estado de São Paulo 2000**. São Paulo: CETESB, 2000. 219 p.

_____. **Índice de qualidade da água - IQA**. [S.l.: n.s.], 2009. Disponível em: <www.cetesb.sp.gov.br>. Acesso em: 18 nov. 2009.

CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de sistemas ambientais**. São Paulo: Edgar Blucher, 1999. 256 p.

COSTA, R. A.; SILVA JÚNIOR, C. C.; SANTOS, F. O. O uso de geoindicadores na avaliação da qualidade ambiental da cidade de Caldas Novas (GO). In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOGRAFIA - EREGEO, 10., 2007, Catalão. **Anais...** Catalão: UFG, 2007. p 1 - 12.

CRUZ, S. P. **Avaliação da degradação do meio físico por áreas de empréstimo usando geoindicadores e sistema de informações geográficas - Área urbana de Ilha Solteira (SP)**. 2008. 161 f. Dissertação (Mestrado)- Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual de São Paulo Julio de Mesquita Filho - UNESP, Ilha Solteira, 2008.

CRUZ, S. P.; TAVARES, A. B.; LOLLO, J. A. Proposta de geoindicadores para avaliação da degradação em áreas de empréstimo. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CARTOGRAFIA

GEOTÉCNICA E GEOAMBIENTAL, 6., 2007, Uberlândia.. **Anais...** Uberlândia: ABGE, 2007. 1 CD-ROM.

CUNHA, S.B.; GUERRA, A.J.T. (Org). **A questão ambiental: diferentes abordagens.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003. 248 p.

ESTEVES, F.A. **Fundamentos de limnologia.** Rio de Janeiro: Intendência/FINEP. 1998. 574 p.

FELLENBERG, G. **Introdução aos problemas de poluição ambiental.** São Paulo: E.P.U., 1980. 111 p.

FERREIRA, C.C. **Geoprocessamento e sensoriamento remoto: processamento de imagens orbitais de sensores passivos (CCD e TM) e Ativos (SRTM) como subsidio para o gerenciamento da Bacia Hidrográfica das Pitangueiras/ SP.** 2008. 86 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia) – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul - UFMS, Três Lagoas, 2008.

FLORENZANO, T. G. **Imagens de satélite para estudos ambientais.** São Paulo: Oficina de Texto, 2002. 97 p.

GENTILE, A.R. **From national monitoring to european reporting: the EEA framework for policy relevant environmental indicators.** [S.l.:s.n.], 1998. Disponível em: <<http://www.desertification.it>>. Acesso em: 20 fev. 2002.

GONÇALVES, F. **Geotecnologias aplicadas na avaliação do uso e ocupação da terra e nos parâmetros indicadores de qualidade da água na bacia hidrográfica Água Tirada – Três Lagoas/MS.** 2008. 90 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia) - Universidade Federal de Mato Grosso do Sul - UFMS, Três Lagoas, 2008.

GONZAGA, M. L. **O uso de geotecnologias na análise da dinâmica ambiental da bacia hidrográfica do Córrego Dom Tomaz – Três Lagoas/ MS.** 2008. 68 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia) - Universidade Federal de Mato Grosso do Sul - UFMS, Três Lagoas, 2008.

GUIMARÃES, R. M. **Seleção de geoindicadores para determinação de áreas de fragilidade face às pressões antrópicas: contribuição da análise geossistêmica e da ecologia da paisagem no espinhaço meridional.** 2004. 183 f. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG, 2004.

GÜNTHER, W. M. R. **Áreas contaminadas no contexto da gestão urbana. São Paulo em Perspectiva.** São Paulo, v.20, n.2, 2006. p. 105-117.

HOLMES, R. M. **Indicadores de risco ecológico na gestão dos parques urbanos do Distrito Federal.** 2008. 60 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Católica de Brasília - UCB, Brasília, 2008.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Censo: contagem da população 2007.** [S.l.: s.n.], 2007. Disponível em: <<http://censos2007.ibge.gov.br/>> . Acesso em: 11 fev. 2008.

_____. **Cidades@:** Três Lagoas MS. [S.l.; s.n.], 2008. Disponível em: <<http://www.ibge.com.br/cidadesat/default.php>>. Acesso em: 11 fev. 2008.

_____. **Manual técnico de uso da terra.** Rio de Janeiro: IBGE, 2006. 91 p.

INTERNATIONAL INSTITUTE FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT - IISD. **CSIN:** canadian sustainability indicators network. [S.l.: n.s.], 2009. Disponível em: <<http://www.iisd.org/>>. Acesso em: 15 jul. 2009.

INTERNATIONAL PAPER. **Estudo de impacto ambiental:** fábrica de Três Lagoas. Três Lagoas: IP, 2006. 981 p.

KLIMAS, A.; GREGORAUSKAS, M. Groundwater abstraction and contamination in Lithuania as geoindicators of environmental change. **Environmental Geology**, Berlin, v. 1, n. 42, p.767-772, 2002.

LIRA, W. S.; CÂNDIDO, G. A.. Análise dos modelos de indicadores no contexto do desenvolvimento sustentável: perspectiva contemporânea. **Revista de ciências sociais aplicadas**, Campo Mourão, v.3, n.1, p. 31- 45, 2008.

MARQUES, J. F.; PEREIRA, L. C. **Valoração econômica dos efeitos da erosão:** estudo de caso em bacias hidrográficas . Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2004. 21 p.

MARTINELLI, M. **Curso de cartografia temática.** São Paulo: Contexto, 1991. 112 p.

MENDONÇA, F. et al. O Espaço geográfico em análise. **RA'E GA**, Curitiba, v.1, n 4, p 58 - 100, 1997.

MORAES, A. J. **Manual para avaliação da qualidade da água.** São Paulo: RIMA, 2001. 44 p.

MOREIRA, M. A. L. **As Molduras vegetais do Córrego da Onça:** Três Lagoas, Mato Grosso do Sul. 2006. 72 f. Trabalho de conclusão de Curso (Graduação em Geografia) - Universidade.Federal de Mato Grosso do Sul - UFMS, Três Lagoas, 2006.

MOTA, S. **Planejamento urbano e preservação ambiental.** Fortaleza: UFC, 1981. 242 p.

MOTA, S.; AQUINO, M. D. Proposta de uma matriz para avaliação de impactos ambientais. In: SIMPÓSIO ÍTALO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 6., 2002, Vitória. **Anais...** Vitória: ABES, 2002. p 1 - 9.

ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT - OECD. **Key environmental indicators.** France: OECD, 2004. p. 36.

OSTERKAMP, W. R. Geoindicators for river and river-valley monitoring in the humid tropics. **Environmental Geology**, Berlin, v. 1, n. 42, p. 725-735, 2002.

PINTO, N. O.; HERMES, L. C. **Sistema simplificado para melhoria da qualidade da água consumida nas comunidades rurais do semi-árido do Brasil**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2006. 48 p.

PIRES, I. C. G. **Análise do desempenho da gestão pública da arborização da cidade de Piracicaba**. Piracicaba: USP, 2009. 52 p. (Relatório Final).

PRUSKY, F. F.; BRANDÃO, V. S.; SILVA, D. D. **Escoamento superficial**. 2.ed. Viçosa: UFV, 2004. 88 p.

ROMANOVSKII, N. N.; GRAVIS, G. F.; MELNIKOV, E. S.; LEIBMAN, M. O. Periglacial processes as geoindicators in the cryolithozone. In: BERGER, A. R.; IAMS W. J. **Geoindicators: assessing rapid environmental changes in earth systems**. Balkema: Rotterdam, 1996. cap 4, p. 47 - 67.

ROSA, R. **Introdução ao sensoriamento remoto**. Uberlândia: EDUFU, 2003. 228 p.

RUDORFF, F. M. **Geoindicadores e análise espacial na avaliação de suscetibilidade costeira a perigos associados a eventos oceanográficos e meteorológicos extremos**. 2005. 101f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, Florianópolis, 2005.

SANTO, E.L.; SÁNCHEZ, L.E. Gis applied to determine environmental impact indicators made by sand mining in a floodplain in southeastern Brazil. **Environmental Geology**, Berlin, v. 41, n.1, p. 628-637, 2002.

SEPLAN. **Atlas multirreferencial**: Governo do Estado de Mato Grosso do Sul. Campo Grande: IBGE, 1990. 28 p.

TAVARES, A. B.; CRUZ, S. P.; LOLLO, J. A. Geoindicadores para a caracterização de estado de diferentes ambientes. **Estudos Geográficos**, Rio Claro, v. 5, n.2, 2008. p. 42-57

TOLEDO, L. G.; NICOLELLA, G. Índice de qualidade de água em microbacia sob uso agrícola e urbano. **Revista Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.59, n.1, p.181-186, jan./mar. 2002.

TRÊS LAGOAS- MS. Lei 2.083. **Plano Diretor do Município de Três Lagoas**. Três Lagoas/ MS: Prefeitura Municipal, 2006.

TUCCI, C. E. M. (Org.). **Hidrologia: ciência e aplicação**. 2.ed. Porto Alegre: ABRH/EDUSP, 1993. 952 p.

TUCCI, C. E. M. Drenagem urbana. **Revista eletrônica Ciência e Cultura**, São Paulo, v.55, n.4, p 30 - 47. 2003. Disponível em: <<http://cienciacultura.bvs.br/scielo>>. Acesso em: 01 ago. 2006.

UNITED NATIONS. **Indicators of sustainable development: guidelines and methodologies**. New York: United Nations, 2007. 310 p.

VIANNA, S. B.; GELLI, G. **Indicadores ambientais para uma globalização sustentável.** Rio de Janeiro: IBGE, 2002. 48 p.

VON SPERLING, N. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos.** 2.ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental - UFMG, 1996. 243 p.

ZUQUETE, L.V.; PEJON, O.J.; COLLARES, J.Q. S. Land degradation assessment based on environmental geoindicators in the Fortaleza metropolitan region, state of Ceará, Brazil. **Environmental Geology**, Berlin, v. 45, n 1, p. 408-425, 2004.

ANEXOS

FOTO IDENTIFICAÇÃO

A etapa de foto identificação da bacia visou ampliar a visibilidade da pesquisa. Por meio dos registros fotográficos e a identificação dos panoramas na imagem de satélite é possível contemplar as diferentes formas de paisagem e ocupação da bacia hidrográfica em estudo. A figura abaixo foi digitalizada tendo como base as paisagens encontradas na bacia (fotos 1. a 30.).

Foto identificação da Bacia Hidrográfica do Córrego da Onça.

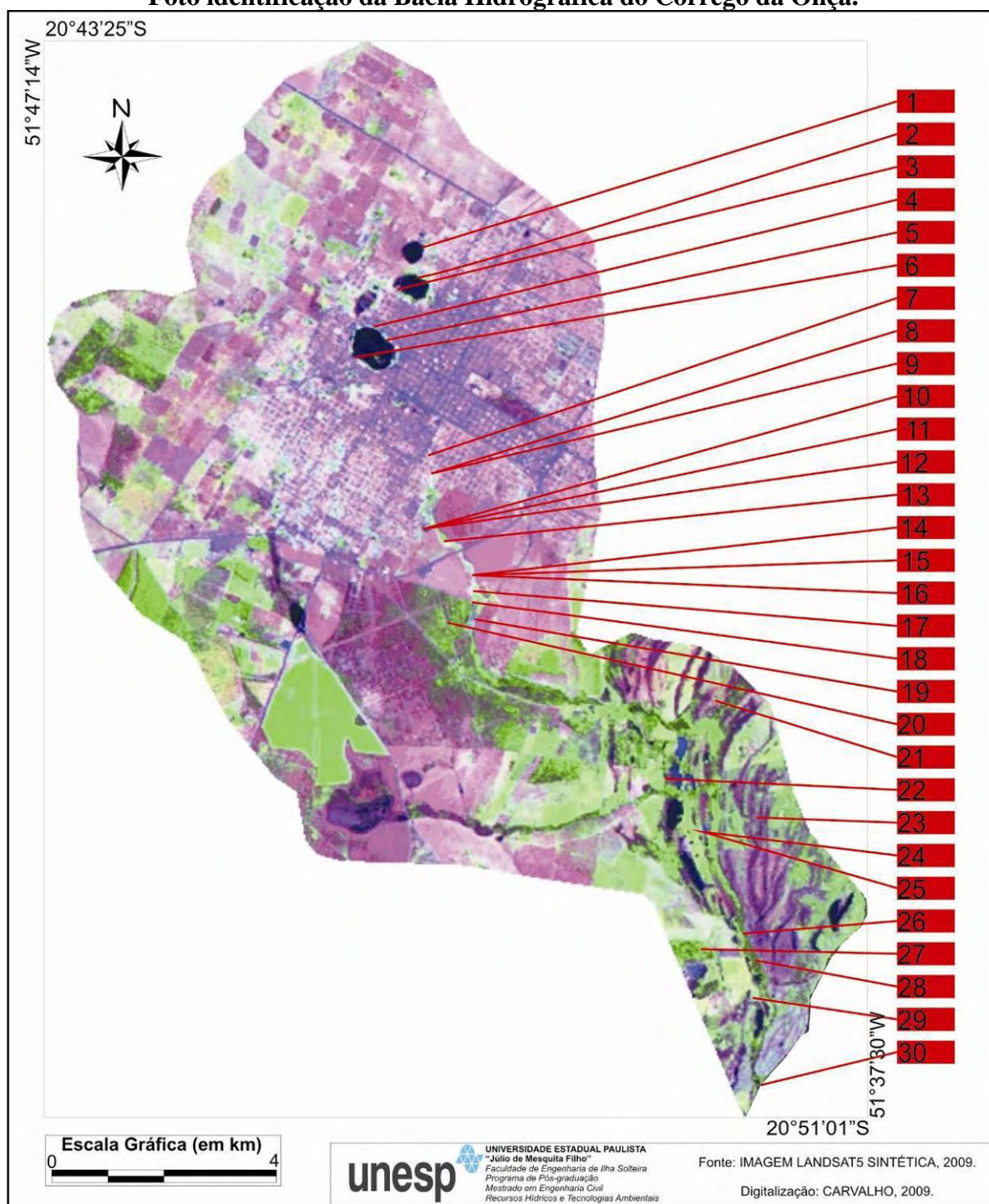




Figura 1.: Lagoa menor. Pastagem ao seu entorno e ocupação de pequenas chácaras.



Figura 2.: Lagoa do meio. Presença de entulhos de construção nas margens.



Figura 3.: Lagoa do meio. Dutos de sucção para a Lagoa Maior para evitar enchentes nas cheias.



Figura 4.: Início da eutrofização na Lagoa Maior.



Figura 5.: Lagoa Maior. Urbanização ao fundo.



Figura 6.: Pesca amadora na Lagoa Maior.



Figura 7.: Vista aérea da área urbana três-lagoense próxima ao final da canalização (2006).
Fonte: MOREIRA, 2006.



Figura 8.: Fotografia aérea da vegetação ciliar remanescente no início do leito exposto (2006).
Fonte: MOREIRA, 2006.



Figura 9.: Início do canal exposto; saída dos dutos de escoamento da zona urbana (2009).



Figura 10.: Ravinamento nas imediações da estação de tratamento de esgotos (2009).

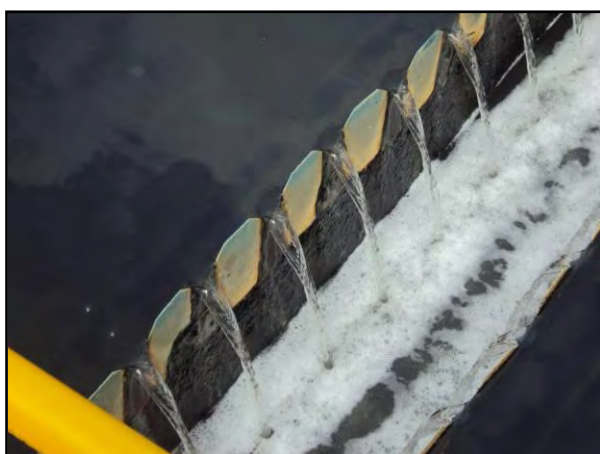


Figura 11.: Efluente resultante da ETE após reator UASB e floculação por ácido férrico.



Figura 12.: Saída da ETE em período de cheia.



Figura 13.: Efluentes do tratamento de esgoto, ao longo das estiagens de inverno, o único aporte líquido.
Fonte: MOREIRA, 2006.



Figura 14.: Vista aérea do médio curso do córrego; leito seco forma meandros. Bancos arenosos delimitam canal de enxurrada (2006).
Fonte: MOREIRA, 2006.



Figura 15.: Margens ravinadas no médio curso; intenso assoreamento do leito, raízes expostas e lixo formando linhas marginais de deposição.
Fonte: MOREIRA, 2006.



Figura 16.: Barranca com latossolo exposto. Os acúmulos arenosos e a falta da mata ciliar reduzem restringem a surgência de água.
Fonte: MOREIRA, 2006.



Figura 17.: Vista aérea do meandro que limita o leito seco das atuais nascentes do Córrego da Onça.
Fonte: MOREIRA, 2006.



Figura 18.: Surgência de água em baixio imediato a Fazenda Yamaguti. Atuais nascentes do Córrego da Onça.



Figura 19.: Início de um discreto canal após a área de novas nascentes do Córrego da Onça.



Figura 20.: Vista aérea dos remanescentes de mata ciliar à jusante das atuais nascentes.
Fonte: MOREIRA, 2006.



Figura 21.: Aspecto das veredas de baixo curso; lagoas marginais com ampla sedimentação e marcas de escaves de exploração.
Fonte: MOREIRA, 2006.



Figura 22.: Planície alagada do baixo curso do Córrego da Onça.
Fonte: MOREIRA, 2006.



Figura 23.: Resíduos de exploração de argila.
Fonte: MOREIRA, 2006.

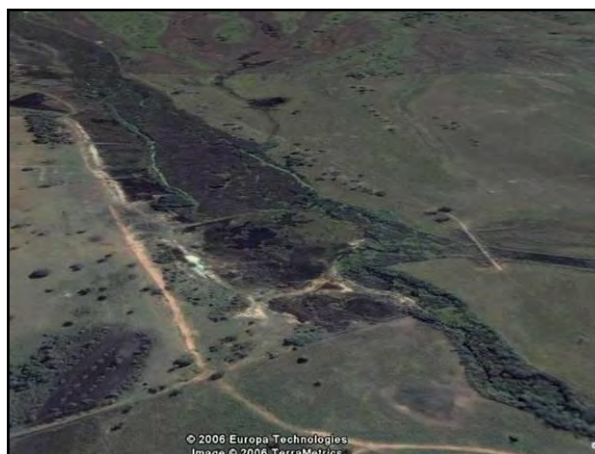


Figura 24.: Veredas e escaves de exploração inundados no baixo curso do Córrego da Onça.
Fonte: Google Earth.



Figura 25.: Lagoas marginais eutrofizadas.
Fonte: MOREIRA, 2006.



Figura 26.: Resíduo de mata ciliar próximo a foz. A pastagem domina a paisagem local em períodos secos.
Fonte: MOREIRA, 2006.



Figura 27.: Vista aérea de uma Reserva Legal nas imediações do baixo curso do córrego (24/04/06).
Fonte: MOREIRA, 2006.



Figura 28.: Baixo curso, presença de vegetação ciliar emoldurando um canal encaixado.



Figura 29.: Exploração de sedimentos nas imediações do baixo curso do Córrego da Onça.
Fonte: MOREIRA, 2006.



Figura 30.: Trecho de mata ciliar e boas condições do leito do Córrego da Onça, nas imediações da sua foz.