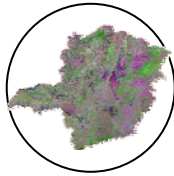


Denise Aparecida Avelar Costa Silva



Estudo da análise temporal da ocupação urbana no rio Betim/MG, utilizando imagens orbitais do Satélite Landsat TM5 – 1997 a 2009.

XII Curso de Especialização em Geoprocessamento
2010



UFMG
Instituto de Geociências
Departamento de Cartografia
Av. Antônio Carlos, 6627 – Pampulha
Belo Horizonte
cartog@igc.ufmg.br

DENISE APARECIDA AVELAR COSTA SILVA

**Estudo da análise temporal da ocupação urbana no rio
Betim/MG, utilizando imagens orbitais do Satélite Landsat TM5
– 1997 a 2009.**

Monografia apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de especialista em Geoprocessamento. Curso de especialização em Geoprocessamento. Departamento de Cartografia. Instituto de Geociências. Universidade Federal de Minas Gerais.

Orientador: Prof. Marcos Antônio Timbó Elmiro

BELO HORIZONTE

2010

S586e Silva, Denise Aparecida Avelar Costa.
2010 Estudo da análise temporal da ocupação urbana no rio Betim/MG, utilizando imagens orbitais do satélite Landsat TM5 – 1997 a 2009. [manuscrito] / Denise Aparecida Avelar Costa Silva. – 2010. x, 38 f. : il.

Monografia (especialização em Geoprocessamento) – Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Geociências, 2010.

Orientador: Marcos Antônio Timbó Elmiro.

Bibliografia: f. 36-38.

1. Sensoriamento remoto. 2. Solo - Uso. 3. Betim, Rio (MG). I. Elmiro, Marcos Antônio Timbó. II. Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Geociências. III. Título.

CDU: 528.8(815.1)

Aluno (a) Denise Aparecida Avelar Costa Silva

Monografia defendida e aprovada em cumprimento ao requisito exigido para obtenção do título de Especialista em Geoprocessamento, em 16 de dezembro de 2010, pela Banca Examinadora constituída pelos professores:



Prof. Dr. Marcos Antonio Timbó Elmiro



Prof. Bráulio Magalhães

VOCÊ NÃO SABE O QUANTO EU CAMINHEI PRA CHEGAR ATÉ AQUI...

Agradeço meu marido, o apoio, o carinho e a parceria de tantos anos. Ao meu orientador Timbó e Bráulio, Profº Charles, a colaboração do Igor, aos colegas de curso, os monitores Ciro e Luiz, e a minha amiga Zenilde. Agradeço a Deus pela vida da minha mãe, grande fortaleza e resistência: meu maior aprendizado! Obrigada a todos os amigos a compreensão e o carinho em um momento tão difícil em minha vida.

“... Mas, tão certo quanto o erro de ser barco a motor é insistir em usar os remos..”

Renato Russo

RESUMO

Por meio de técnicas de sensoriamento remoto, este trabalho tem por objetivo fazer um estudo da análise temporal do uso e a ocupação do solo na mancha urbana próximo ao rio Betim, importante afluente da bacia do rio Paraopeba, a área da bacia compreende os municípios de Contagem e Betim localizados no estado de Minas Gerais. Para realizar este estudo utilizaram-se duas imagens do SATELITE LANDSAT TM5 em um período temporal de 12 anos, uma imagem do ano de 1997 e a outra no ano de 2009. Para isto foram utilizadas diferentes técnicas de classificação de imagens orbitais, sendo que as imagens foram interpretadas e analisadas no SOFTWARE SPRING 5.1.6. A classificação e a análise das imagens Landsat foram baseadas em observações no trabalho de campo e os elementos foram definidos de acordo com a maior representatividade; área urbana, campo, solo exposto, água e mata. Ressalta-se que se considerou a classificação que melhor se adaptou as realizadas ao estudo para tentar alcançar um bom resultado. Procuramos identificar elementos mais relevantes que tem forte influência no padrão de mudança da cobertura e do uso do solo. No município de Betim/MG observa-se desenvolvimento na área urbana bastante acentuada durante estes 12 anos com muitas áreas de desmatadas, além de muito asfalto e pouca área verde. Através do sensoriamento remoto é a ciência pela qual se obtêm informações sobre objetos ou fenômenos a partir de dados coletados sem o contato físico com tais objetos, podemos monitorar a evolução dessas áreas para auxiliar no planejamento urbano.

PALAVRA CHAVES: Sensoriamento Remoto, Uso e Ocupação do Solo, rio Betim.

SUMÁRIO

	<u>Pág:</u>
LISTA DE FIGURAS.....	8
LISTA DE TABELAS.....	9
LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS.....	10
CAPITULO 1 - INTRODUÇÃO.....	11
1.1-Apresentação.....	12
1.2-Objetivos.....	13
CAPITULO 2 – FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	15
2.1-Revisão bibliográfica.....	15
2.2-Visualização das Imagens de Satélite.....	17
2.3-Classificação das Imagens de Satélite	19
2.4 -Imagem Landsat Thematic Mapper -TM5.....	20
CAPITULO 3 –MATERIAIS E MÉTODOS.....	22
3.1-Characterização da área de estudo.....	22
3.2-Desenvolvimento histórico do município.....	23
3.3-Indicadores de qualidade das águas.....	23
CAPITULO 4 - RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	30
4.1-Considerações sobre o estudo realizado.....	30
4.2 - Análises da classificação de acordo com as classes.....	30
CAPITULO 5 - CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	35
REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA	36

LISTA DE FIGURAS

Pág:

1.1- Localização da área de estudo.....	11
1.2- Mapa de qualidade das águas da Bacia do rio Paraopeba/MG.....	14
2.1-Divisa territorial do município de Betim.....	16
2.2-Passos para processamento de imagens.....	18
2.3-Vista da área urbana do Rio Betim.....	19
3.1: Vista parcial do rio Betim/MG/ área urbana.....	23
3.2: Poluição das águas no rio Betim.....	24

LISTA DE TABELAS

Pág:

Gráfico 3.3- Ocorrências de coliformes termotolerantes no rio Betim no período 1997 a 2009.....	26
Gráfico 3.4- Ocorrência de fósforo total no rio Betim no período de 1997 a 2009.....	27
Gráfico 3.5- Ocorrências de OD e DBO no rio Betim no período de 1997 a 2009.....	27
Gráfico 3.6- Ocorrências de substâncias tensoativas no rio Betim no período de monitoramento.....	28
Gráfico 3.7- Ocorrências de nitrogênio amoniacal e cianeto total no rio Betim no período de 1997 a 2009.....	29

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

CPTEC	- Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos
DATUM	- South American Datum (SAD)
MAXVER	- Maximo Verossimilhança
INPE	- Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
IGAM	- Instituto Mineiro de Gestão das Águas
SRTM	- Shuttle Radar Topography Mission
TM	- Thematic Mapper
UTM	- Universal Transverso de Mercator (Projeção Cartográfica)

CAPITULO I

INTRODUÇÃO

1.1 -Apresentação

O Brasil é classificado mundialmente como oitavo país mais populoso, mas não povoado. Grande parte da população está concentrada no litoral, e principalmente nas metrópoles. Desde a sua formação histórica e econômica o Brasil é privilegiado quanto à localização geográfica. O processo urbanização no Brasil ocorreu até recentemente sem planejamento. Na metade do século XX, o país era tipicamente rural, após a década de 50 começa a mudar para um perfil urbano, sendo na década de 1970 o país passa a ser mais urbano que rural, em termos de população. A transferência das pessoas do campo, ou seja, do meio rural para o urbano (cidades) aumentou o desenvolvimento nas cidades e contribuiu para a economia da região, embora todas as atividades econômicas e sociais dependam muito do tipo de solo, do clima e da qualidade da água. Na medida em que as populações e as atividades econômicas crescem, muitos países estão atingindo rapidamente condições de escassez de água. Com o crescimento urbano, a expansão agrícola e a exploração dos recursos naturais que são fatores que vêm mudando a paisagem de forma significativa as técnicas de sensoriamento remoto, juntamente com sistemas de informações geográficas, tornaram possíveis a análise e o monitoramento multitemporal e espacial das alterações ocorridas na superfície terrestre (DEFRIES et al., 2002).

O município de Betim potencializa condições que favorecem o crescimento econômico e a vocação industrial, trata-se de um município que apresenta alta taxa de crescimento demográfico típico de município periférico de região metropolitana, dotado de um parque industrial relevante. No âmbito regional metropolitano o não planejamento territorial e urbano tende a afetar o uso do solo e interfere na infra-estrutura do município com nas moradias, saneamento, transporte público, na área social, educação e saúde e tornam precárias as condições de vida das periferias e também a qualidade da água utilizada pela população. Por outro lado, o processo de urbanização é, ao mesmo tempo, resultado e condicionante das mudanças estruturais da economia, com a redução da importância relativa da agropecuária e da indústria no emprego e na renda, enquanto cresce o peso de serviços, localizados preferencialmente nas cidades. (VIEIRA, Fabíola Cândido Silva,

2004). O uso inadequado do solo pelo homem é um fator agravante da degradação ambiental e do desequilíbrio ecológico. É necessário que a atuação do homem no ambiente seja planejada e adequada, de modo que os efeitos sobre o ambiente físico sejam os menores possíveis (MOTA, 1981).

No município de Betim o crescimento se deu após a chegada da Fiat Automóveis que atraiu muitas pessoas em busca de trabalho na indústria. Localizada na Região Metropolitana de Belo Horizonte (Figura 1.1) ao longo do tempo vem sofrendo um processo intensivo de urbanização, sobretudo após os anos 60. Segundo o Plano Diretor Betim, a população do Município de Betim em 1995 atingiu 220.000 habitantes, sendo que 95% desta concentram-se na área urbana. Esse processo de urbanização tem conduzido à implantação de obras de infra-estrutura, exigindo investimentos significativos e intenso planejamento urbano. Um dos eixos principais desta expansão urbana corresponde ao Ribeirão Riacho das Areias, que corta o município de Leste a Oeste e é um contribuinte da bacia do rio Betim/MG.

O presente trabalho propõe fazer um estudo do uso e ocupação do solo no rio Betim/MG em datas diferenciadas de 1997 a 2009, utilizando técnicas de sensoriamento remoto e imagens do Satélite Landsat TM5 (Thematic mapper) e correlacionar com o índice de qualidade da água – IQA (Figura 1.2). Sendo assim, selecionamos cinco classes de cobertura do solo divididas em: área urbana, campo, solo exposto, água e mata, destaca-se que a classe de cobertura com maior ocorrência foi a da área urbana, seguida por campo e solo exposto. Isso confirmou o crescente desenvolvimento urbano na região próximo as margens do rio Betim/MG.

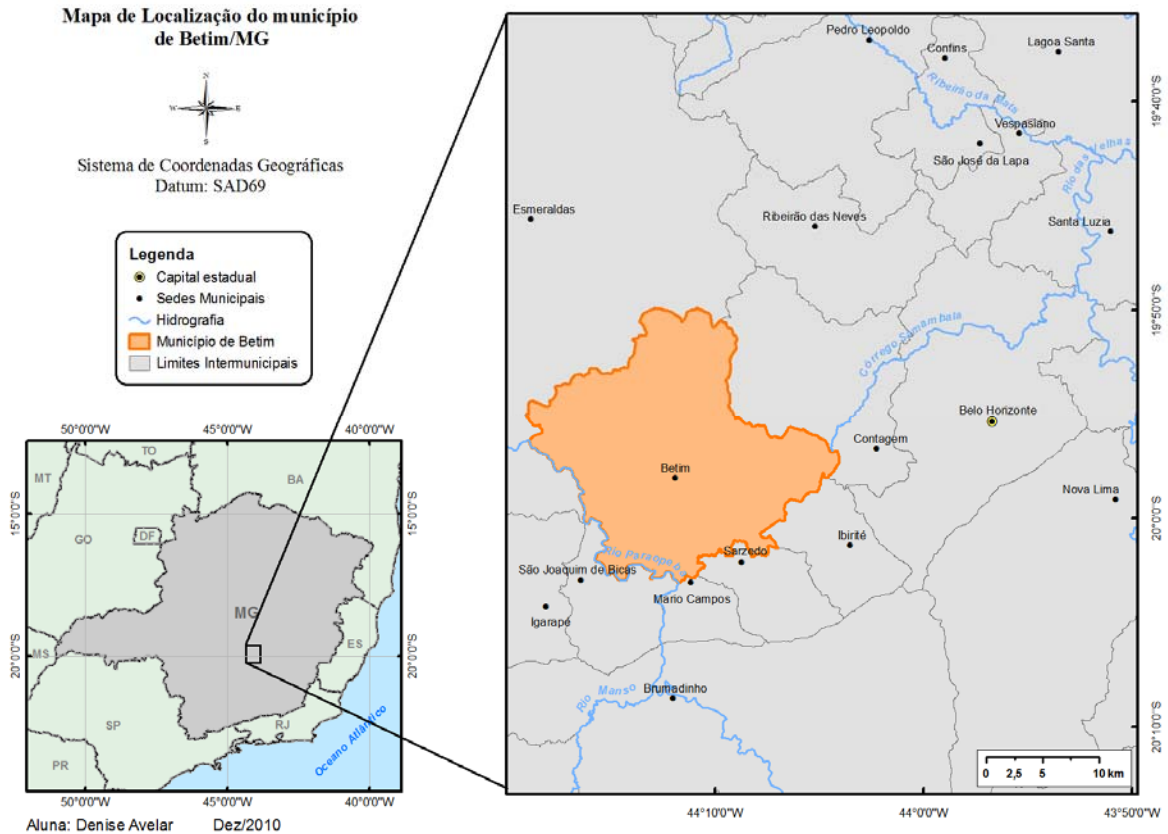


Figura 1.1: Localização da área de estudo

1.2.-Objetivos

O Objetivo geral deste trabalho é fazer um estudo do uso e ocupação do solo no rio Betim/MG em datas diferenciadas de 1997 a 2009 e correlacionar o uso com o índice de qualidade deste rio.

Objetivos Específicos

- Utilizar técnicas de sensoriamento remoto e o Software Spring 5.1.6.
- Analisar imagens do Satélite Landsat TM5 (Thematic mapper) cedidas pelo INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais).
- Contextualizar historicamente a ocupação e a qualidade das águas do rio Betim/MG
- Identificar as mudanças na paisagem ocorridas nos anos de 1997 e 2009.

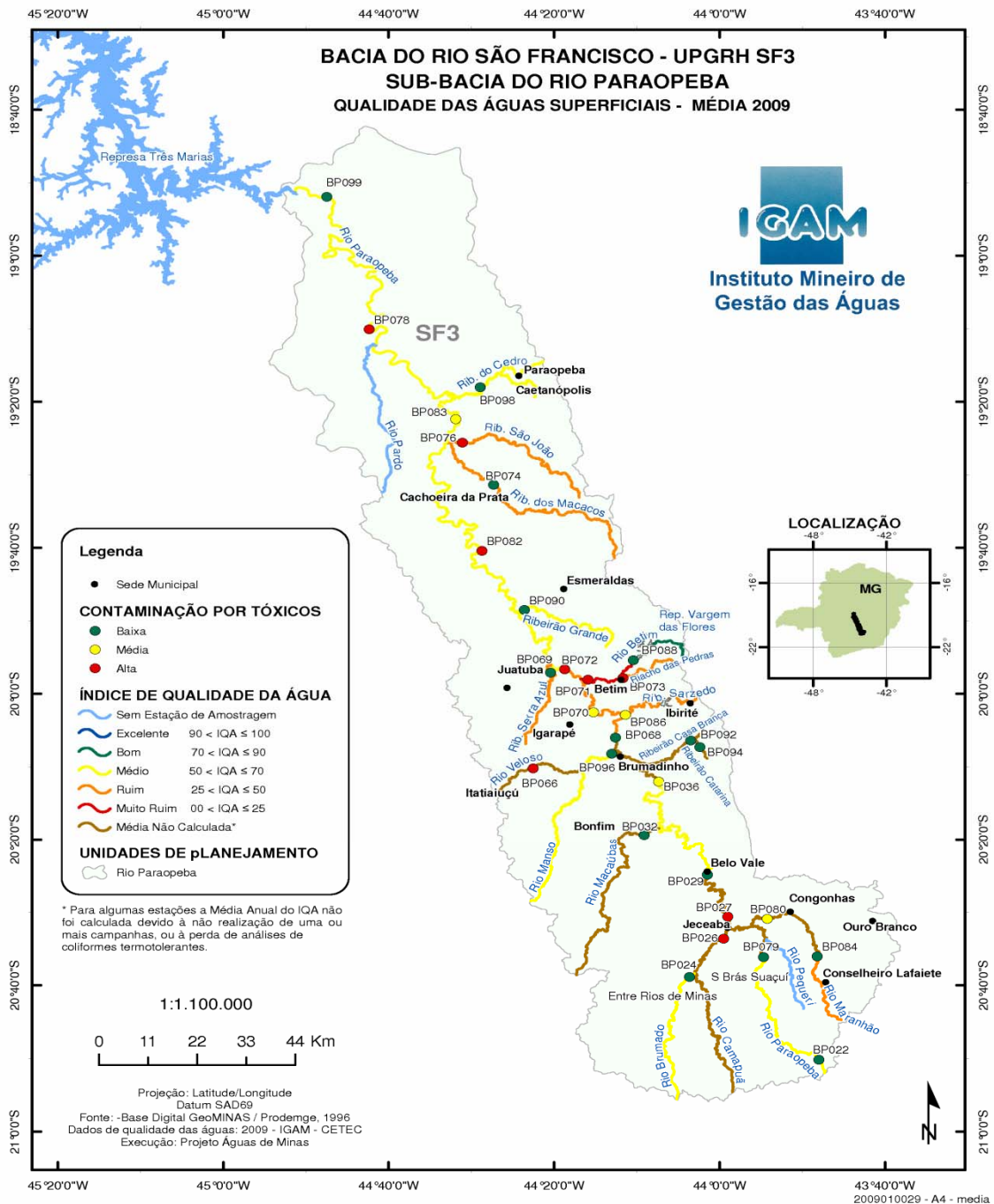


Figura 1.2: Mapa de qualidade das águas da Bacia do rio Paraopeba/MG

A partir do mapa apresentado é possível identificar o Índice de Qualidade das Águas /IQA e a Contaminação por Tóxicos /CT no rio Betim, que é um importante afluente da bacia do rio Francisco - UPGRH SF3 e sub-bacia do rio Paraopeba.

CAPITULO 2

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Para iniciar a discussão em torno do referencial teórico do trabalho proposto as técnicas de sensoriamento remoto e o uso e a ocupação do solo no entorno do rio Betim/MG contribuíram para identificar as mudanças ocorridas em um período de 12 anos, e o pode ter influenciado na qualidade das águas deste rio.

O município de Betim/MG em meados de 1710 teve um desbravamento pelos bandeirantes motivados pela procura do ouro e pedras preciosas. O topônimo Betim originou-se daquele que teria sido o fundador da cidade Joseph Rodrigues Betim. A partir daí, começaram a chegar novos moradores, em um número elevado, buscando terras devolutas e desenvolvendo atividades agrícolas e pecuárias próximas as margens dos rios. Crescia a população e a paisagem estava mudando. A população e o município começaram a tomar características de cidade transformando a paisagem em rural para urbana.

2.1 – Revisão bibliográfica

O acompanhamento e a distribuição espacial do uso e ocupação do solo são importantes de serem analisados constantemente, visando auxiliar nos estudos de desenvolvimento de determinada região (ROSA, 2003). Processos de erosão acelerada dos solos, inundações cada vez mais freqüentes e o assoreamento de cursos d água e reservatórios são algumas das conseqüências do uso indevido das terras (KOFFLER, 1993, WALLING, 1999). O SIG funciona como um sistema de gerenciamento de banco de dados para armazenar, recuperar, analisar dados espaciais, é possível avaliar as condições da qualidade da água de um rio devido a sua ocupação e uso do solo, fazendo uma leitura de todo o espaço e as mudanças ocorridas na paisagem. Na (figura 2.1) a localização da área de estudo entre os municípios de Contagem e Betim.

Segundo dados do Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM), os principais responsáveis pela degradação da bacia são o lançamento de esgoto sanitário e efluente industriais nos cursos de água sem o tratamento adequado, além do uso e ocupação irregulares do solo nas áreas urbana e rural. Desse modo, a situação atual da bacia, em termos de qualidade e de quantidade das águas, aponta para a necessidade de ações e

investimentos.

O rio Paraopeba é uma das mais importantes bacias de Minas. Além de fornecer água para a RMBH, oferece, também, alimentos e insumos para a construção civil. Percorre 537 km da sua nascente, no município de Cristiano Ottoni, até a sua foz, em Felixlândia, no lago de Três Marias.

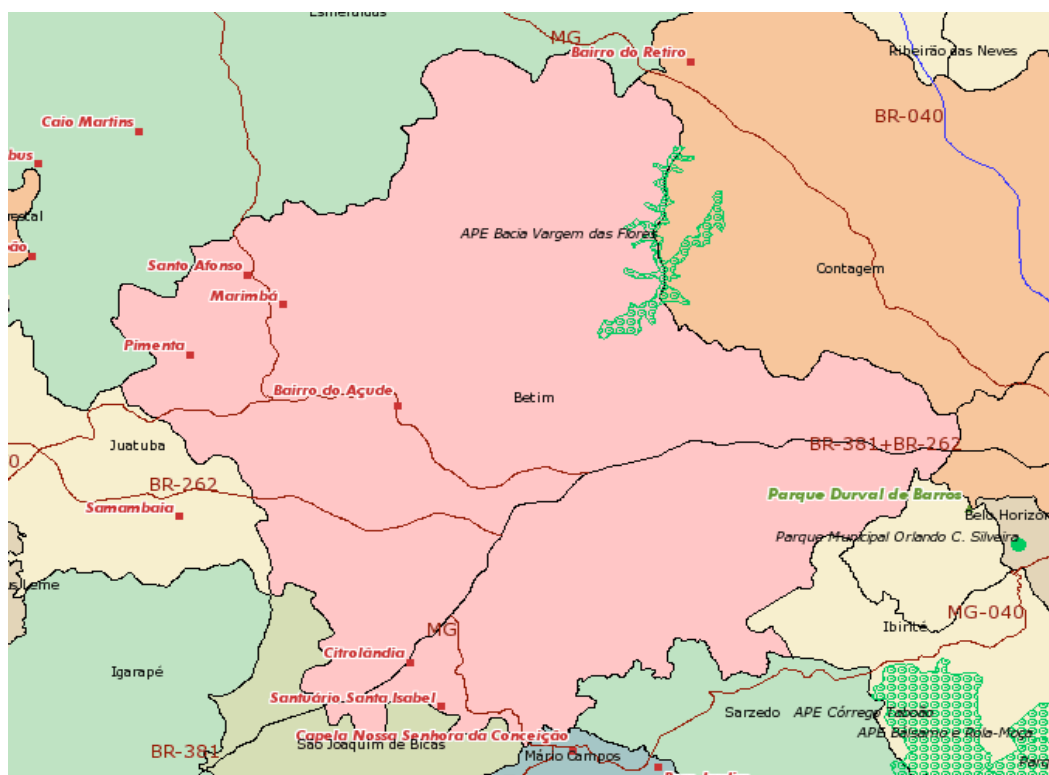


Figura 2.1: Divisa territorial do município de Betim

O uso e ocupação solo consistem em buscar conhecimento de toda a utilização por parte do homem ou pela caracterização dos tipos e categorias da região em estudo. Segundo ROSA, a expressão “uso do solo” pode ser entendida como sendo a forma pela qual o espaço esta sendo ocupado pelo homem. O levantamento do uso do solo é de grande importância, na medida em que os efeitos do mau uso causam deterioração no ambiente. Os processos de

erosão intensos, as inundações, os assoreamentos desenfreados de reservatórios de cursos d' água são consequência do mau uso deste solo.

O rio Betim apresenta o Índice de Qualidade das águas – IQA Ruim, essa poluição tem como origem diversas fontes, associadas ao tipo de uso e ocupação do solo, dentre as quais se destacam: efluentes domésticos, efluentes industriais, carga difusa urbana e agrossilvipastoril, mineração, natural e acidental. Cada uma das fontes citadas acima possui características próprias quanto aos poluentes que carregam. Os esgotos domésticos, por exemplo, apresentam compostos orgânicos biodegradáveis, nutrientes e microrganismos patogênicos. Já no caso dos efluentes industriais, há uma maior diversificação nos contaminantes lançados nos corpos de água, em função dos tipos de matérias-primas e processos industriais utilizados. O deflúvio superficial urbano contém, geralmente, todos os poluentes que se depositam na superfície do solo. Na ocorrência de chuvas, os materiais acumulados em valas, bueiros etc., são arrastados pelas águas pluviais para os cursos de águas superficiais, constituindo-se numa fonte de poluição tanto maior quanto menos eficiente for a coleta de esgotos ou a limpeza pública. A poluição agrossilvipastoril é decorrente das atividades ligadas à agricultura, silvicultura e pecuária. Quanto à atividade agrícola, seus efeitos dependem muito das práticas utilizadas em cada região e da época do ano em que se realizam as preparações do terreno para o plantio, assim como do uso intensivo dos defensivos agrícolas. A contribuição representada pelo material proveniente da erosão de solos intensifica-se quando da ocorrência de chuvas em áreas rurais. Os agrotóxicos, altamente solúveis em água, podem contaminar águas subterrâneas e superficiais através do seu transporte com o fluxo de água. A poluição natural está associada às chuvas e ao escoamento superficial, à salinização, à decomposição de vegetais e animais mortos, enquanto a acidental é proveniente de derramamentos acidentais de materiais na linha de produção ou transporte. (Fonte: Site Prefeitura de Betim).

2.2. Visualização das Imagens de Satélite

Para visualizar uma imagem digital é necessário seguir alguns passos fundamentais para o processamento destas imagens e abrange uma grande escala de hardware, software e fundamentos teóricos. É preciso adquirir uma imagem digital e após fazer a aquisição um pré-processamento desta imagem. Em seqüência a segmentação que divide as imagens em partes ou objetos constituintes. A escolha da segmentação é apenas parte da solução para transformar os dados iniciais numa forma adequada para o subsequente processamento computacional. Após o reconhecimento que é o processo que atribui um rótulo a um objeto,

baseado na informação fornecida pelo escritor. A interpretação envolve a atribuição de significado um conjunto de objetos reconhecidos. A base do conhecimento requer uma necessidade de interação entre os módulos de processamento, o conhecimento sobre o domínio do problema esta codificado em sistema de processamento de imagens na forma de uma base de conhecimento. Os elementos de um sistema de propósito geral de desempenhar as operações de processamento de imagens, discutidas acima, são mostrados a seguir; Esse tipo de sistema geralmente desempenha:

- (1) Aquisição (2) armazenamento (3) processamento (4) comunicação (5) exibição de imagens.

Passos fundamental em processamento de imagens

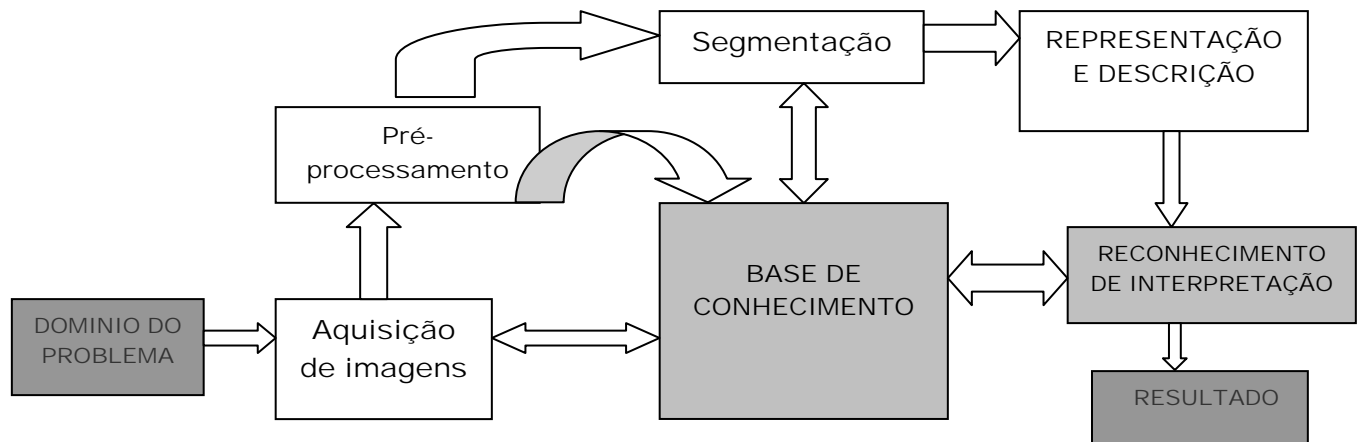


Figura 2.2: Passos para processamento de imagens

Conforme GONZALEZ, dentro do esquema acima tem passos fundamentais para as técnicas de PDI a seguir: O contraste e a filtragem têm como objetivo a qualidade das imagens na etapa de pré-processamento. A segmentação é a etapa em que a imagem é dividida em regiões que constituem os diversos objetos que nela são representados. A classificação, que está inclusa na etapa de reconhecimento, pretende definir o padrão de cada objeto identificado, em comparação com as classes de padrões já conhecidos. A avaliação das interferências das atividades sobre os recursos hídricos através da avaliação e quantificação do uso e ocupação do solo ou outros

tipos de ocupação na região em estudo, tendo tido, como principal fonte de dados, imagens orbitais de satélite.



Figura 2.3: Vista da área urbana do Rio Betim

2.3 - Classificação das Imagens de Satélite

A imagem classificada tem como finalidade ajudar o especialista analisar a área de atuação, uma possível aplicação para esse problema é encontrar áreas de desmatamento, em sensoriamento remoto podemos citar também; mapeamento de solos, o mapeamento de plantações, áreas desmatadas, monitoramento de áreas de desmatamento, dentre outras mais. No presente trabalho será utilizado para classificar áreas urbanas, cursos d'água, rodovias, e uso e ocupação do solo.

O sensoriamento remoto de base orbital permite uma cobertura global de toda a área em estudo. O diferente sensor aborda dos satélites ampliam a sensibilidade humana e melhora a qualidade das imagens além de disponibilizar e acompanhar fenômenos globais como a perda de vegetação em áreas urbanas. A 1ª Imagem com data de passagem em 13/08/1997 – do Satélite L5 (Landsat), instrumento TM, órbita 218. Os parâmetros da imagem com Datum Padrão SAD69 / Projeção UTM. Latitude Norte: -19.30530 – Longitude Oeste: - 45.01770 – Latitude Sul: -21.15350 – Longitude Leste: -43.56480. A 2ª imagens classificadas são do Satélite L5 (Landsat), instrumento

TM, órbita 218, Ponto 74 com data de passagem 13/07/2009 – Os parâmetros da imagem com DATUM Padrão SAD69 / Projeção UTM. Latitude Norte: -19.31830 – Longitude Oeste: -45.03710 – Latitude Sul:- 21.13990 – Longitude Leste: -43.57710. GONÇALEZ, Rafael C.

A resolução espacial da imagem LANDSAT é de 30 metros, ou seja, cada pixel na imagem, 26 correspondente a uma superfície de 30m no terreno, o que equivale ao mesmo valor na superfície terrestre imageada. Isto quer dizer que todos os objetos que possuem metragem menor que este valor não aparecerá na imagem. As imagens que foram utilizadas neste estudo possuem sete bandas espectrais, ou seja, cada imagem é registrada dentro de um intervalo de refletância do espectro eletromagnético. Isso ajuda a estabelecer com quais bandas deve-se trabalhar, possibilitando uma melhor adequação da pesquisa. Como a área pesquisada é uma cidade, com certo grau de urbanização, tendo presente boa parte construída, mas que possui muitas áreas florestadas sob proteção ambiental, as combinações destes canais ajudaram no entendimento e na melhor classificação das imagens. VIEIRA, Fabíola Cândido Silva

2.4 - Imagem Landsat Thematic Mapper - TM5

JENSEN, John R, os sistemas sensores *Landsat Thematic Mapper* (TM) foram lançados em 16 de julho de 1982 (Landsat 4) e em 01 de março de 1984 (Landsat 5). O TM é um sensor óptico mecânico “whiskboom” e registra a energia nas regiões do visível, infravermelho de ondas curtas (SWIR) e infravermelho termal do espectro eletromagnético. Ele coleta as imagens multiespectrais que têm melhores resoluções espacial, espectral, temporal e radiométrica do que as do MSS.

As características das bandas espectrais do sensor Thematic Mapper do Landsat 5: Banda 5: **1,55 - 1,75 μm (infravermelho médio – SWIR)**. Essa banda é sensível a turbidez ou quantidade de água nas plantas. Essa informação é útil em estudos de estresse de culturas e em investigação de vigor das plantas. Essa é uma das poucas bandas que podem ser usadas para discriminar entre nuvens, neve e gelo. O Landsat TM 5 fornece dados de alta qualidade. Uma imagem LANDSAT, por exemplo, cobre uma área de 180 km X 180 km, como a dimensão do pixel deste satélite é de 30 m, a imagem tem 6000 linhas com 6000 pixels em cada linha. Como a imagem LANDSAT tem 7 bandas espectrais, o espaço total ocupado por uma imagem Landsat é, portanto, (6000 X 6000 X 7) = 252 Megabytes. Como mencionado anteriormente, a REM é decomposta, pelos sensores, em faixas espectrais de larguras variáveis. Estas faixas são denominadas bandas espectrais (Fig. 6.3). Quanto mais estreitas forem estas faixas espectrais, e/ou quanto maior for o número de bandas espectrais captadas pelo sensor, maior é a resolução espectral da imagem. Imagens Landsat / TM, por exemplo, têm 7 bandas: 0,45 μm a 0,52 μm , 0,52 μm a 0,60 μm , 0,63 μm a 0,69 μm , 0,76 μm a

0,90 μm , 1,55 μm a 1,75 μm , 2,08 μm a 2,35 μm , 10,4 μm a 12,5 μm . Existem sensores que geram imagens com *centenas de bandas espectrais*.

A classificação da imagem foi realizada pelo MAXVER/ Método da Máxima Verossimilhança, utilizando as três bandas 3,4,5, as amostras foram selecionadas com o objetivo de selecionar pixels individuais ou em grupo armazenando seus valores. A definição das classes para a classificação, e o posterior mapeamento a partir da imagem do Landsat TM5 foi realizada com as seguintes características naturais da região: Malha urbana, uso do solo, água, mata campo, solo exposto. Para cada classificação supervisionada apresentamos respostas bastante significativas quanto à realidade do município. No período de análise correspondente a 12 anos as amostras apresentaram uma matriz de confusão com índices altos, como por exemplo, a análise da cidade (urbano) que se confundiu com as matas e campo, neste caso deve-se avaliar com mais detalhes.

CAPITULO 3

MATERIAIS E METODOS

Para elaborar o trabalho proposto utilizamos como instrumento de pesquisa levantamento bibliográfico, busca de artigos, consulta ao Plano Diretor do município, ao Relatório Anual de Qualidade das Águas Superficiais do Estado de Minas Gerais, solicitação de imagem de satélite através do CPTEC/INPE. Realizamos visitas “*in loco*” para registrar os processos de evolução e caracterização das margens do rio Betim/MG. Através do levantamento bibliográfico comparamos a evolução do uso e ocupação do solo para se ter um embasamento teórico-metodológico para o tratamento e a análise dos dados obtidos no trabalho de campo, o resultado desta pesquisa vai resultar em um mapa de localização e o Georreferenciamento das imagens. A avaliação dos resultados será no final do trabalho identificando os fatores de poluição utilizando dados do relatório citado acima.

Para iniciar o trabalho foi necessária uma carta do município de Contagem/Betim/MG que sobrepos à imagem do Satélite LANDSAT TM5, bandas 3, 4,5, fornecidas pelo INPE. As imagens utilizadas são da Orbita 217, Ponto 074 no fuso 23K, na faixa do infravermelho médio com resolução 30x30 no formato Geotiff. Com a ajuda do Software SPRING e ARCGIS 9.3 para fazer os mapas do uso do solo e analisar as imagens e Shapes do GEOMINAS/ IBGE / IGAM. O SPRING é um SIG (Sistema de Informações Geográficas) gratuito que você baixa no site do INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) e é capaz de realizar funções como o processamento de imagens, a análise espacial, a modelagem numérica de terrenos (MNT), modelagem em redes e a consulta a banco de dados espaciais.

3.1.- Caracterização da área de estudo

A bacia hidrográfica do rio Paraopeba esta localizada na região sudeste do estado de Minas Gerais e abrange uma área de 13.643 km², tem como seus principais afluentes o rio Águas Claras, Macaúbas, o rio Betim, o rio Camapuã e o rio Manso. Nasce no município de Cristiano Ottoni e é um dos mais importantes tributários do rio São Francisco, percorrendo aproximadamente até a sua foz no lago da represa de Três Marias, no município de Felixlândia, 510 km. O objeto deste estudo é o rio Betim/MG no trecho que abrange a área urbana.



Figura 3.1: Vista parcial do rio Betim/MG/ área urbana

3.2 - Desenvolvimento histórico do município

Betim teve sua origem no século XVIII, mais precisamente em 1711, quando o bandeirante Joseph Rodrigues Betim obteve seu território como sesmaria. Seu primeiro núcleo de povoação a ganhar relevância foi o Arraial da Bandeirinha, responsável pela ereção da Capela Nova do Monte do Carmo, que depois deu nome à região. Conhecida desde então como Capela Nova do Betim, a região se consolidou como ponto de parada de tropeiros e produção para o abastecimento das regiões mineradoras de Minas. Foi elevada a distrito em 1801 e a município em 1938, em reforma administrativa empreendida pelo governo do Estado. Grande impulso econômico aconteceu na década de 60, com a instalação da Refinaria Gabriel Passos e da Fiat Automóveis, por iniciativa do governador Rondon Pacheco. A industrialização de Betim mudou seu caráter de cidade interiorana, multiplicando sua população e diversificando sua cultura. Esta localizada na Zona metalúrgica, região metropolitana de Belo Horizonte. Principais cursos d'água: Rio Paraopeba, Rio Betim e Riacho das Areias e as principais rodovias que servem ao município são a MG-060, MG-050, BR-381, BR-040, BR-262. Fazem limites com os municípios limítrofes: Contagem, Esmeraldas, Ibitiré, São Joaquim de Bicas, Juatuba e Sarzedo. A importância econômica na região próxima ao rio Betim/MG advém do intenso desenvolvimento de atividades de mineração e a crescente ocupação urbana e industrial, além de vários usos na bacia do rio Paraopeba que acarretou a acumulação ao

longo do rio de assoreamento, erosão e possíveis fontes de poluição oriundos da mineração de ferro, esgoto sanitário do município de Betim, pecuária, siderurgia e agricultura.

A poluição das águas tem como origem diversas fontes, associadas ao tipo de uso e ocupação do solo, dentre as quais se destacam: efluentes domésticos, efluentes industriais, carga difusa urbana e agrossilvipastoril, mineração, natural, acidental.



Figura 3.2: Poluição das águas no rio Betim

3.3 - Indicadores de Qualidade das Águas

“A percepção do homem nas alterações da qualidade da água através de seus sentidos dá-se pelas características físicas da água, pois se espera que seja transparente, sem cor e sem cheiro. Na verdade, na natureza a água usualmente possui cor, cheiro e até mesmo gosto”. (BRANCO, 1991).

O Índice de Qualidade das Águas foi criado em 1970, nos Estados Unidos, pela *National Sanitation Foundation*. A partir de 1975 começou a ser utilizado pela CETESB (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo). Nas décadas seguintes, outros Estados brasileiros adotaram o IQA, que hoje é o principal índice de qualidade da água utilizado no país. O IQA foi desenvolvido para avaliar a qualidade da água bruta visando seu uso para o abastecimento público, após tratamento. Os parâmetros utilizados no cálculo do IQA são em sua maioria indicadores de contaminação causada pelo lançamento de esgotos domésticos. (Fonte: ANA, 2004)

O cálculo do IQA é feito por meio dos produtos ponderado dos nove parâmetros, segundo a seguinte fórmula:

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

Onde: IQA = Índice de Qualidade das Águas. Um número entre 0 e 100;

q_i = qualidade do i -ésimo parâmetro. Um número entre 0 e 100, obtido do respectivo gráfico de qualidade, em função de sua concentração ou medida (resultado da análise);

w_i = peso correspondente ao i -ésimo parâmetro fixado em função da sua importância para a conformação global da qualidade, isto é, um número entre 0 e 1, de forma que:

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

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

Os valores do IQA são classificados em faixas, que variam entre os estados brasileiros, a seguir:

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

Os parâmetros monitorados são elementos físico-químicos, e microbiológicos, bioensaios eco toxicológicos, indicadores biológicos de qualidade de água e avaliação da contaminação dos sedimentos, os quais são relatados a seguir:

Parâmetros Físicos: temperatura, condutividade elétrica, sólidos totais, sólidos dissolvidos, cor, turbidez, sólidos em suspensão. Para os ambientes lênticos foram avaliados, ainda, o perfil de estratificação térmica e a transparência da água; **Parâmetros Químicos:** alcalinidade total, alcalinidade de bicarbonato, pH, oxigênio dissolvido, demanda

bioquímica de oxigênio (DBO5), demanda química de oxigênio (DQO), dureza de cálcio, dureza de magnésio, série de nitrogênio (orgânico, amoniacal, nitrato e nitrito), fósforo total, surfactantes aniônicos, óleos e graxas, cianetos, índice de fenóis, cloretos, ferro, potássio, sódio, sulfetos, magnésio, manganês, alumínio, zinco, bário, cádmio, boro, arsênio, níquel, chumbo, cobre, cromo (III), cromo (IV), selênio, mercúrio; Parâmetros Microbiológicos: coliformes totais, coliformes fecais e estreptococos fecais; Bioensaios Ecotoxicológicos: ensaios de toxicidade crônica visando a aprimorar as informações referentes à toxicidade causada ao organismo-teste *Ceriodaphnia dubia* pelos lançamentos de substâncias tóxicas nos cursos de água; Indicadores Hidrobiológicos: teores e taxas de Clorofila *a* e Feofitina *a* e determinação de bioindicadores das comunidades fitoplanctônica e zooplanctônica e zoobentônica.

Ao analisar a qualidade das águas do rio Betim/MG foram identificados durante toda a série histórica de relatórios de monitoramento de qualidade das águas, ou seja, de 1997 a 2009 que os resultados do Índice de Qualidade das águas IQA/RUIM, são provenientes de algum tipo de interferência humana na degradação da qualidade deste rio. Devido às características do rio e as fontes de poluição, destacamos que o principal fator pode estar associado à agropecuária, esgoto sanitário, mineração, galvanoplastia que tem grande associação ao uso e ocupação do solo pela população. (Projeto Água de Minas, 2009)

Abaixo esta apresentada na (Gráfico 3.3) os principais índices de contaminação por Coliformes Termotolerantes que é associado principalmente ao esgoto sanitário.

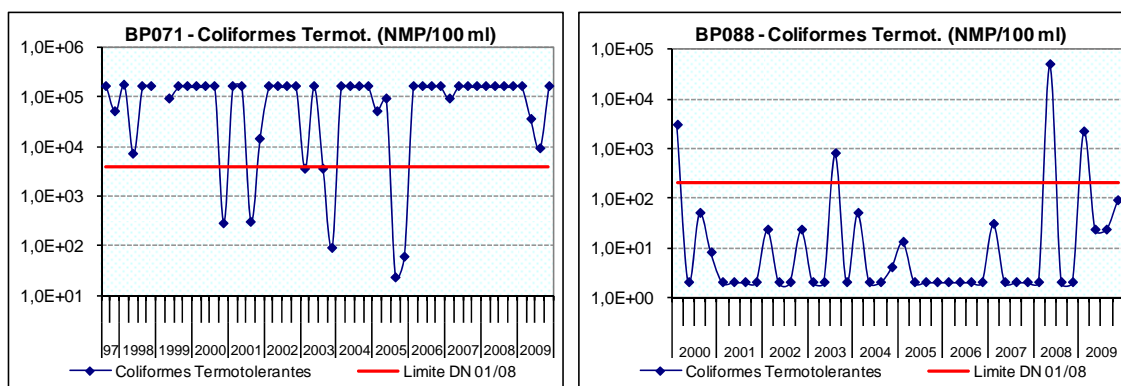


Gráfico 3.3- Ocorrências de coliformes termotolerantes no rio Betim no período 1997 a 2009.

Em relação ao fósforo total, os piores resultados do rio Betim foram observados na estação próxima de sua foz no rio Paraopeba (BP071) onde três das quatro campanhas de amostragem apresentaram valores superiores ao limite legal (Gráfico 3.4). Tal condição está associada ao lançamento de esgotos sanitários do município de Betim e aos despejos de indústrias localizadas na região.

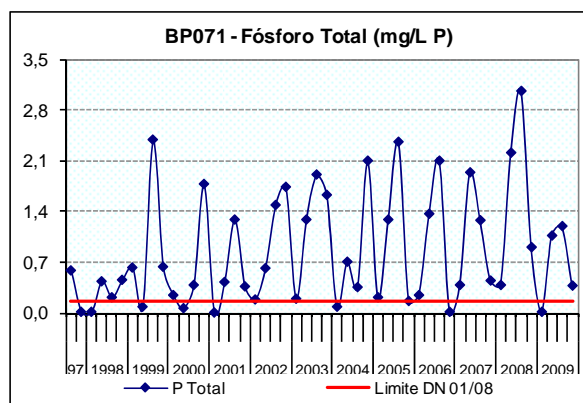


Gráfico 3.4- Ocorrência de fósforo total no rio Betim no período de 1997 a 2009.

O rio Betim próximo de sua foz no rio Paraopeba (BP071) apresentou teores de DBO acima do limite legal nas quatro amostragens realizadas em 2009. Como consequência os níveis de oxigênio dissolvido (OD), estiveram baixos na maioria das campanhas deste ano em função da decomposição da matéria orgânica presente neste corpo de água. Ambos os resultados estão relacionados aos despejos dos efluentes industriais (laticínios, frigoríficos e fábricas de adubos/fertilizantes, alimentos e bebidas) e aos esgotos sanitários do município de Betim (Gráfico 3.5).

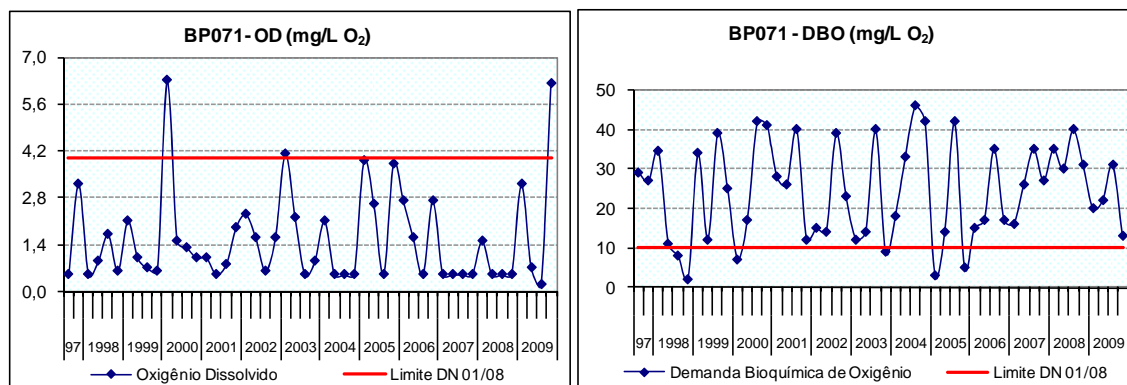


Gráfico 3.5- Ocorrências de OD e DBO no rio Betim no período de 1997 a 2009.

As substâncias tensoativas mostraram desconformidade com o limite legal na segunda e terceira campanhas, conforme (Gráfico 3.6). Estes fatos são devidos aos lançamentos de esgotos sanitários do município de Betim e estabelecimentos comerciais, tais como postos de combustíveis.

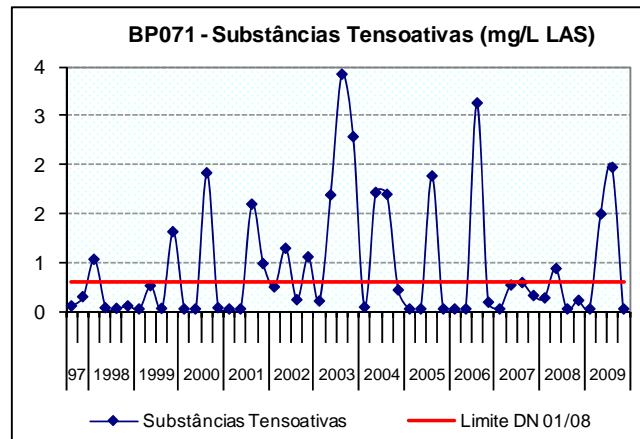


Gráfico 3.6- Ocorrência de substâncias tensoativas no rio Betim no período de monitoramento.

No rio Betim próximo de sua foz no rio Paraopeba (BP071), a Contaminação por Tóxicos (CT) foi Alta devido às ocorrências de cianeto total que superaram os padrões legais na primeira campanha de 2009. Este resultado pode estar associado aos efluentes industriais das tipologias automobilísticas, siderurgia e têxtil, presentes na região de Betim. A partir da terceira campanha de 2009 a análise de cianeto total foi substituída pela de cianeto livre e está não violou seu limite nas duas últimas campanhas (Figura 3.7). Vale lembrar que o limite da DN COPAM/CERH 01/08 para cianeto livre está sendo utilizado para os valores de cianeto total a título de comparação.

Neste mesmo ponto de amostragem, os resultados de nitrogênio amoniacal também estiveram acima de seus respectivos limites legais em 2009 (Figura 12). Estes registros, obtidos para nitrogênio amoniacal na terceira campanha é indicativo da sobrecarga de esgotos sanitários e lançamento de efluentes das indústrias alimentícias no rio Betim.

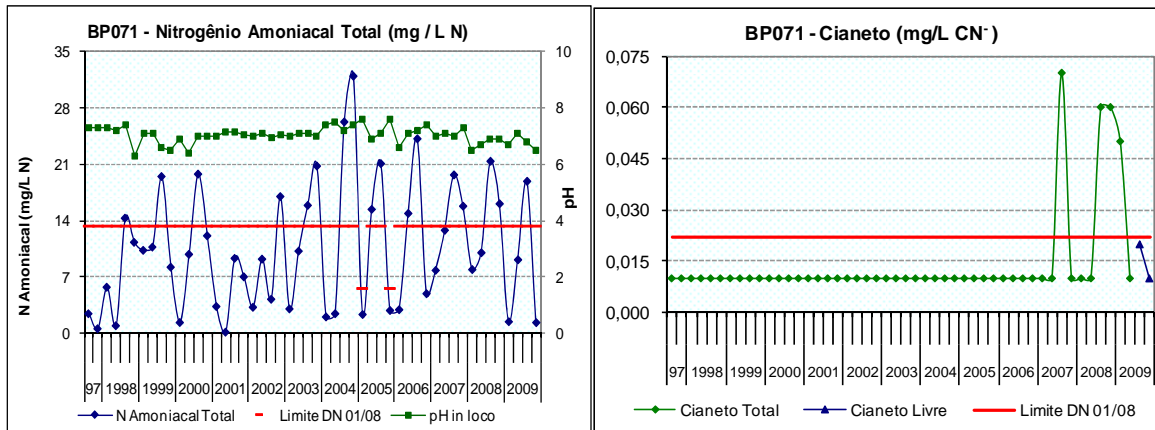


Gráfico 3.7- Ocorrências de nitrogênio amoniacal e cianeto total no rio Betim no período de 1997 a 2009.

CAPITULO 4

RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1.- Considerações sobre o estudo realizado

No Capítulo anterior foram apresentados os resultados obtidos por meio da aplicação dos métodos abordados e acompanhados das discussões e análises relativas a cada etapa de trabalho. Essas análises resultaram em uma conclusão não tão satisfatório devido ao pouco tempo para sua execução e pesquisa.

As imagens Landsat TM na composição das bandas 5,4,3 respectivamente , apresentam uma semelhança bastante grande com as cores verdadeiras da paisagem ou com os resultados de uma fotografia colorida. Para identificar determinados alvos, em uma imagem de satélite pode ser difícil para estudantes ou pessoas não especializadas no uso da imagem. Ao analisar uma imagem de uso do solo é necessário utilizar alguns padrões como: cores, textura e formas.

4.2 - Análises da classificação de acordo com as classes

O resultado da classificação nas imagens apresentadas a seguir foram definidas de acordo com as classes para mapear o uso e ocupação do solo e também a evolução temporal em um período de 12 anos no rio Betim/MG. Na pesquisa realizada foram identificadas e mapeadas as seguintes categorias de uso e ocupação do solo:

Água: riachos, ribeirão, rios, represa Vargem das Flores. Variam a tonalidade que vão do preto e azul escuro

Campo: Campo sujo, campo limpo, campina Aparece na cor amarelo.

Mata: Cobertura vegetal de porte arbóreo. A mata esta se encontra espalhada sem resíduos de florestas; Na ausência de verde (de vegetação) a natureza do substrato também contribui na cor

Solo Exposto: apresenta algumas áreas de extração mineral, solo desnudo. Aparecem quando substrato cristalino, ou diferentes tons de rosa, apresentado na figura em vermelho.

Urbano: Na área urbana encontram-se edificações, comércio, distritos, supermercados, indústrias, postos de gasolina e algumas pequenas chácaras. A ocupação ocorreu gradativamente e sem planejamento de forma irregular contrastando com os usos e ocupações citados. Também aparecem em rosa e avermelhadas, é possível dependendo da escala a rugosidade ou a irregularidade dos quarteirões e ruas, com um alinhamento ortogonal. Na figura esta representado nos tons de cinza.

Ao analisar os resultados das imagens orbitais nos dois períodos propostos pode-se concluir que ocorreram alterações na paisagem e mudanças significativas que influenciam na qualidade da água daquele município. Nas imagens do Satélite Landsat observa que a representação se modifica a cada ano e a paisagem adquire formas. Para avaliar o uso e a ocupação do solo e correlacionar com a qualidade das águas na bacia, o comportamento do ambiente identifica os fatores que ocasionaram a poluição nestas águas. A partir de visitas a campo e a leitura das imagens classificadas no município de Betim, observa-se na (figura 4.1) do ano de 1997 que a paisagem teve alterações significativas, foi identificado vários fatores que modificam este comportamento como: obras nas margens do rio, assoreamento, muito lixo, animais mortos e ausência de tratamento de esgoto.

Mapeamento do Uso e Ocupação do solo no Rio Betim em 1997

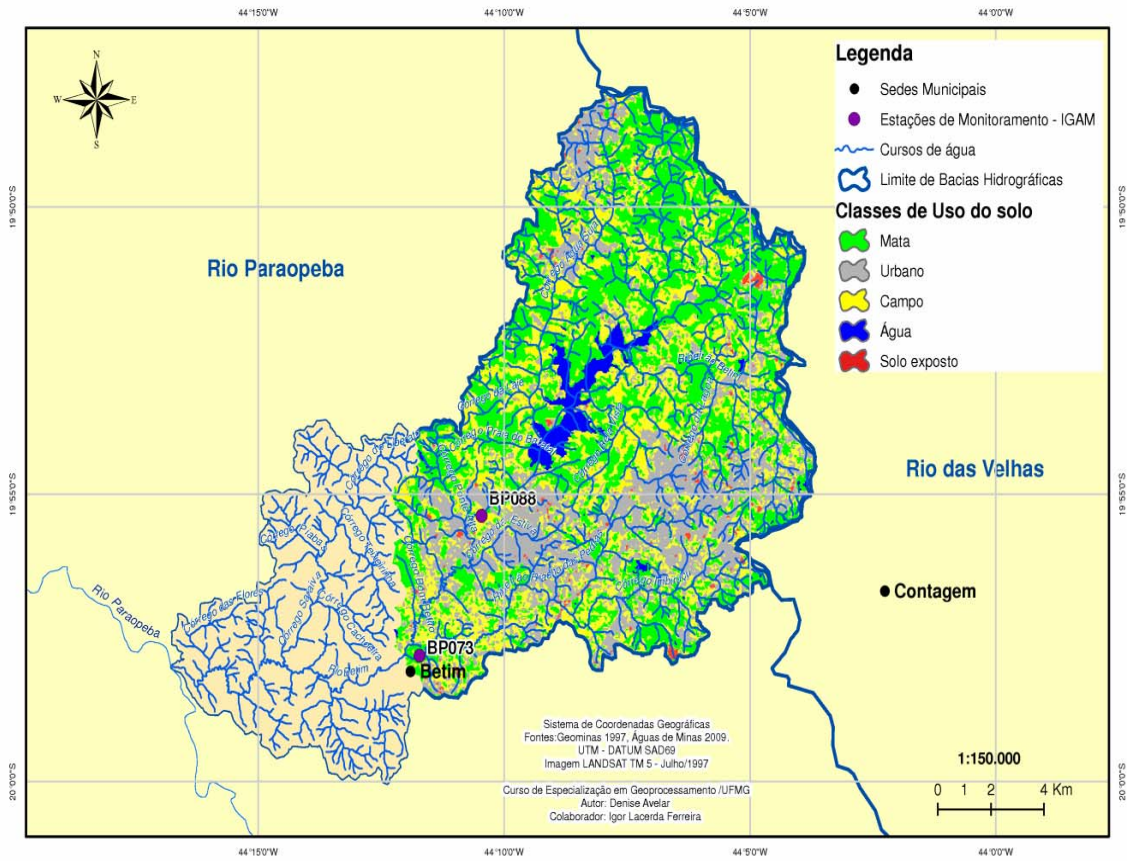


Figura .4.1: Mapeamento do uso e ocupação do solo em 1997

Mapeamento do Uso e Ocupação do solo no Rio Betim em 2009

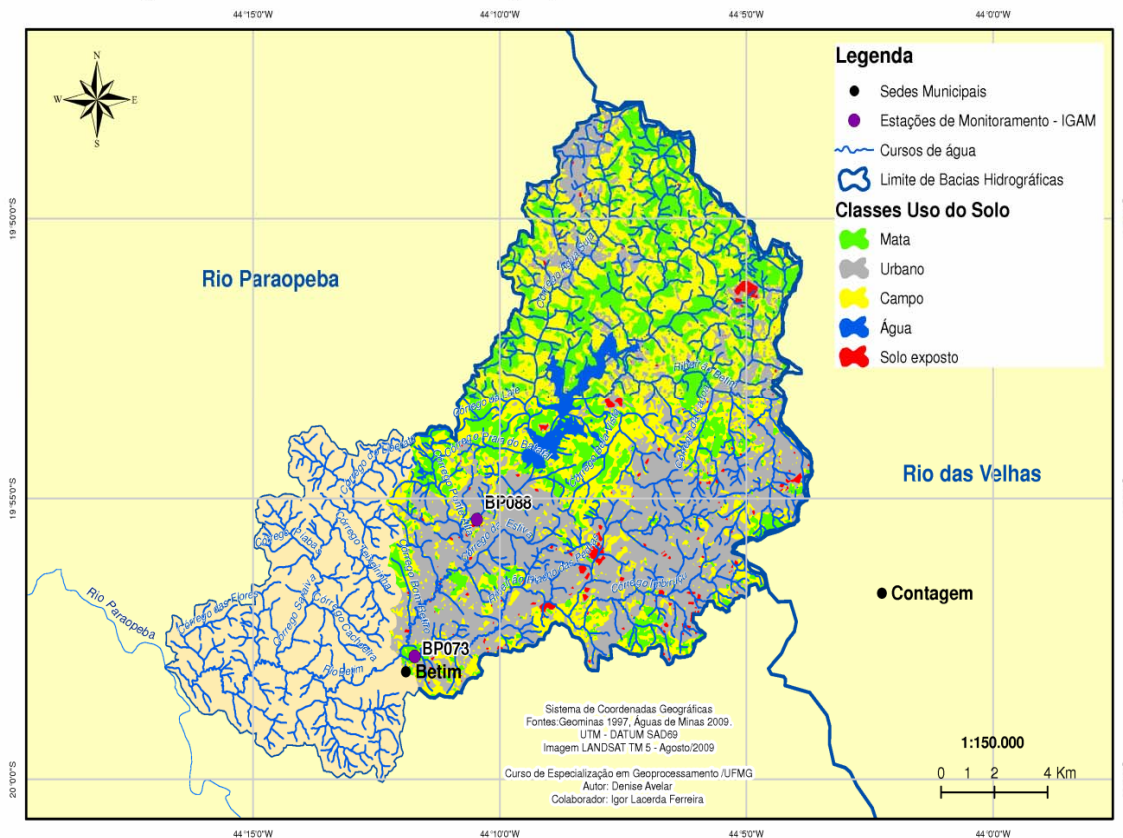


Figura 4.2: Mapeamento do uso e ocupação do solo em 2009

A evolução temporal do uso e ocupação do solo para o ano de 2009 (figura 4.2) no rio Betim/MG foi analisado a partir da ocupação próximo ao rio que apresenta uma área bastante urbanizada com pouca área verde (mata) e uma extensa camada cinza simbolizando o campo. O volume do corpo d'água apresenta uma quantidade inferior a de 1997, com área de solo exposto mais abrangente.

Ao comparar os períodos de 1997 a 2009 na qualidade das águas do rio Betim/MG foram verificadas alguns parâmetros que identificam o lançamento de esgoto nesta bacia, como os Coliformes termotolerantes, que são provenientes de esgoto sanitário. Durante todos estes anos uma grande quantidade de esgotos é lançados nos corpos d'água sem nenhum tipo de tratamento. Nesta região são visíveis as tabulações de esgoto dentro dos rios, o mau cheiro

e a cor escura característica de falta de tratamento, a região não tem ETES – Estação de Tratamento de Esgoto e este é lançada “*in natura*” o que pode carrear grandes prejuízos a população. Ressalta-se que as atividades desenvolvidas na região como a agricultura e extração de areia também demandam para o seu funcionamento grande remoção da cobertura vegetal, e às vezes parte do solo superficial, o que causa processo erosivos presentes na bacia e verificados em trabalho de campo. Com a ação das chuvas fortes e do escoamento pluvial acaba de carrear componentes do solo expostos, como os parâmetros fósforo total que é encontrado principalmente na utilização de fertilizantes e atividades voltadas para a agricultura.

Recomenda-se neste trabalho monográfico que certas atitudes sejam revistas pela comunidade, associações e governantes a fim de priorizar a qualidade das águas dos rios e conter danos ambientais decorrentes do uso insustentável do solo. O Plano Diretor de Bacias e o Plano Diretor do município são instrumentos de planejamento e gestão que auxiliam o município nas suas ações, valores sociais, ambientais e econômicos das águas.

CAPITULO 5

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Analisando as imagens do Satélite Landsat compreendidas entre 1997 e 2009, pode considerar que ao correlacionar os resultados do monitoramento da qualidade das águas do rio Betim (2009). Algumas das substâncias encontradas em várias das 30 estações de monitoramento espalhadas pela bacia, numa série de 12 anos de monitoramento (em campanhas trimestrais) são prejudiciais à saúde humana e à biodiversidade.

A principal dificuldade para análise foi o período de 12 anos, pois a mudança no comportamento da paisagem e poucos registros documentados no município. A ocupação ocorreu sem planejamento e o uso com varias tipologias que caracterizaram o mau uso do solo, interferindo na qualidade das águas do rio Betim. A atividade mineraria agrícola e pecuária também estão presentes na análise do trabalho. Ressalta-se que as imagens devem estar bem classificadas de acordo com seu uso e ocupação. A análise individual de determinadas classes ao longo do rio permite uma maior compreensão das relações causa e efeito do trabalho proposto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

MACÊDO, JORGE ANTÔNIO BARROS DE **Águas & Águas** / Jorge Antônio Barros de Macedo – Juiz de Fora – MG: ORTOFARMA, 2000. www.aguasaguas.ufjf.br

MACÊDO, J. A. B. **Introdução a química ambiental: Química, meio ambiente e sociedade** 1ª ed. Juiz de Fora: Jorge Macedo, 2002, 487p.

JENSE, JOHN R., **Sensoriamento Remoto do Ambiente – Uma perspectiva em Recursos Terrestres**. Tradução autorizada, 2011 – Editora Parêntese páginas: 203, 205.

PINTO, Nelson L. de Souza, [e outros]; MARTINS Augusto José, **Hidrologia Básica** – Universidade de São Paulo. Editora Edgard Blucher Ltda. 1976

VERGARA, S.C. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração** .4.ed.São Paulo: Atlas, 2003.

BRASIL, MINAS GERAIS. **Instituto Mineiro de Gestão das Águas. Relatório das Águas Superficiais do Estado de Minas Gerais, Bacia do rio Paraopeba, 2009**. Acesso em 15/10/2010.

SANTOS, Alexandre Rosa dos, 1974 **SPRING 5.1.2: passo a passo: aplicações práticas** / Alexandre Rosa dos Santos, Telma Machado de Oliveira Peluzio, Natália Suemi Saito – Alegre ES: CAUFES, 2010. 153 p.: 30 cm

FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS. **Diagnóstico ambiental do Estado de Minas Gerais**. Belo Horizonte, 1983. v. 4 (Série de Publicações Técnicas, 10).

FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE E CONSELHO ESTADUAL DE POLÍTICA AMBIENTAL. **Processos de licenciamento e fiscalização** (Sistema FEAM). Belo Horizonte, 1989 a 2000.

_____. **Licenciamento ambiental: coletânea de legislação**. Belo Horizonte: FEAM, 1998. 380p. v. 5. (Manual de Saneamento e Proteção Ambiental para os Municípios)

FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cartas topográficas**. Rio de Janeiro: IBGE. Escalas de 1:50.000; 1:100.000 e 1:250.000.

_____. Pesquisa de informações básicas municipais. Disponível em: <www.ibge.gov.br>.

MINAS GERAIS. Secretaria do Estado de Ciência e Tecnologia et al, **Diagnóstico ambiental do Vale do Paraopeba**. Belo Horizonte, 1996.

MOTA, S. **Planejamento Urbano e Preservação Ambiental**, Fortaleza, Edições UFC, 1981.

ROSA, R. **Introdução ao Sensoriamento Remoto**, 5ª Ed., Uberlândia. ED. Da Universidade Federal de Uberlândia, 2003.

ROMANELLI, M.C.M.; MACIEL, P. **Enquadramento das águas da bacia hidrográfica do rio Paraopeba**. Belo Horizonte: FEAM, 1996.

KOFFLER, N.F. **Uso das Terras da bacia do rio Corumbataí em 1990**. *Geografia*, Rio Claro, v.18, n.1, 1993, p.135-150.

WALLING, D.E. Linking land use, erosion and sediments yields in River-basins, *Hydrobiology*, Amsterdam, v.410, 1999, p.223-240.

ELMIRO, Marcos Antônio Timbó, FREITAS, Charles Rezende, DUTRA, Luciano Vieira, ROSA, Gilmar. Artigo: “**Análise da redução do índice de qualidade das águas (IQA) utilizando ambientes de Geoprocessamento**”. UFMG/INPE

FONSECA, Bráulio Magalhães, BRANCO, Felipe Castelo, MIRANDA, José Jairo de, SOUZA, Flávio Freire de, SAMPAIO, Daniel Martins. Artigo: “**Atualização da base de dados cartográficos da agência nacional de águas / ANA para a região do baixo curso do rio São Francisco como subsídio para o análise e mapeamento geomorfológico**”. UFMG/EMATER

VIEIRA, Fabíola Candido Silva, Monografia com o tema “**Evolução temporal do uso e ocupação do solo para os anos 1994 e 2002 no município de Vitória /ES, utilizando imagens orbitais do Satélite Landsat TM5**”. Orientador: Prof. Dr. Alexandre Rosa dos Santos / 2004.

SITE:

-http://- www.igam.mg.gov.br.

-http://- www.aguasaguas.uff.br.

-http://- www. inpe. br

- http:// pt.wikipedia.org/wiki/Betim.

- http://www.betim.mg.gov.br/prefeitura de betim/falando de betim/o municipio.

- http:// Wikipédia, a enciclopédia livre. Acesso em 10/10/2010

-http://www2.ana.gov.br/Páginas/default.aspx

-http:// www.igam.mg.gov.br

-http://www.cibapar.com.br. Acesso em 20/11/2010

Acesso em páginas da internet em Outubro e Novembro de 2010